இடைப் பௌதிகவியற் பாடநூல்

H. மூயர்
D. Sc., A. R. C. S., F. Inst. P.

மூன்றுந் தொகுதி

1964

அரசகரும மொழித் திணைக்கள வெளியீட்டுப் பிரிவினால்
இலங்கை அரசாங்க அச்சகத்திற் பதிப்பிக்கப்பட்டது

இடைப் பௌதிகவியற் பாடநூல்

2—R 1410—1,026 (2/62)

இடைப் பௌதிகவியற் பாடநூல்

ஆக்கியவர்

H. மூயர்

D. Sc., A. R. C. S., F. Inst. P.

கண்ணாடி நுண்டொழிற் பேராசிரியர், செவ்வில் பல்கலைக்கழகம்

முன்பு வரைவுற்ற பிற்கிந்தன் சகோதரர் தாபனத்தின் ஆராய்ச்சி இயக்குநராயும், அதற்கு முன் பிரித்தானிய விஞ்ஞானக் கருவி ஆராய்ச்சிச் சங்க இயக்குநராயும், சில காலம் இலண்டன் பல்கலைக்கழகத்து மன்னர் கல்லூரியில் விரிவுரையாளராயும் இருந்தவர்

மூன்றாந் தொகுதி

காந்தவியலும் மின்னியலும்

அரசகருமமொழித் திணைக்கள வெளியீட்டுப் பிரிவினருக்காக

இலங்கை அரசாங்க அச்சகத்திற் பதிப்பிக்கப்பட்டது.

மொழிபெயர்ப்பு: திரு. ஆ. சோமசுந்தரம் B.Sc.

முதற்பதிப்பு : 1963

பதிப்புரிமை பெற்றது

A TEXT BOOK OF INTERMEDIATE PHYSICS

by

H. MOORE

Copyright

by

MESSRS. METHUEN & CO. LTD., LONDON

Published in Ceylon

by arrangement with

Messrs. Methuen & Co. Ltd., London

இலண்டன் வரைவுற்ற மெத்துவன் கம்பனியாரின் இசைவுடன் அரசகரும மொழித் திணைக்கள வெளியீட்டுப் பிரிவினரால் வெளியிடப்பெற்றது.

முகவுரை

பல்கலைக்கழகப் புகுமுக வகுப்புக்களிலே பௌதிகவியல் கற்கும் மாண வர்களாற் பெரிதும் பயன்படுத்தப்பெறும் "மூயரின் இடைப் பௌதிக வியற் பாடநூல்" என்னும் புத்தகத்தின் தமிழ் மொழிபெயர்ப்பை இலண்டன், வரைவுற்ற மெத்துவன் கம்பனியின் இசைவோடு மூன்று பாகங்களாக வெளியிட எண்ணியுள்ளோம்.

"காந்த மின்னியல், நிலைமின்னியல், ஓட்ட மின்னியல்" என்னும் பாகங்களை அடக்கிய இது மூன்றுந் தொகுதியாகும். இதனை மொழி பெயர்த்தவர்—திரு. சோமசுந்தரம், B.Sc., ஆவர். தமிழ் மூலம் பல் கலைக் கழகப் புகுமுகத் தேர்வுக்குத் தோற்றும் மாணவர்க்கென வெளி யாகும் முதலாவது பௌதிகவியல் நூல் இது.

இந்நூலின், "சடப்பொருளுடைமைகள்" என்னும் பகுதி அடங்கிய முதலாந் தொகுதியும், வெப்பவியல், ஒலியியல், ஒளியியல் என்பன அடங்கிய இரண்டாந் தொகுதியும் முறையே மொழிபெயர்க்கப்பட்டு, வெளியாக்கப்பட்டுள்ளன.

நந்ததேவ விசயசேகரா,
ஆணையாளர்.

அரசகருமமொழித் திணைக்களம்
வெளியீட்டுப் பிரிவு,
அ. பெ. 520,
கொழும்பு 5.

மூன்றும் பதிப்பின் முன்னுரை

ஒளியியல் பற்றிக் கூறும் அதிகாரத்தை, சத்திச்சொட்டுக் கொள்கை பற்றிய எளிமையான குறிப்புக்களைச் சேர்த்துப் புதுக்குதற்கும், வால்வு களைச் சேர்த்து மின்னலைவுகள் பற்றிய அதிகாரத்தை விரிவாக்குதற்கும் இம்மூன்றும் பதிப்பு வாய்ப்பு நல்கிற்று. பல்வேறு பல்கலைக்கழகங்களின் இடைநிலை, உயர்பள்ளித் தகுதிப்பத்திரத் தேர்வுகளின் புதுக்கப்பட்ட பாடவிதானங்களுக்கேற்ப ஓரளவு புது விடயங்களும் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன.

இப்புதுக்கலினல் மாணவர்களுக்கும் ஆசிரியர்களுக்கும் நற்பயனபெருகும் என எண்ணுகிறேம்.

H. மூயர்

இரசல் சதுக்கம்,
சனவரி, 1932.

ஐந்தாம் பதிப்பின் முன்னுரை

பௌதிக, ஒளியியற் சங்கங்கள் அமைத்த கேத்திர கணித ஒளியியற் பயிற்றற் செயற்குழு விதந்துரைத்த குறிவழக்கினை உட்படுத்தும் வகையிலே ஒளி பற்றிய பகுதி இவ்வைந்தாம் பதிப்பிலே மாற்றப்பட்டுள்ளது.

H. மூயர்

ஊய்த்தன்,
ஓகத்து, 1937.

உள்ளடக்கம்

ஐந்தாம் பாகம்—காந்தவியல்

அத்தியாயம்		பிரிவு	பக்கம்
50	தனிக்காந்தத் தோற்றப்பாடுகள் ..	466—478	.. 1
51	காந்தவிசையின் விதி—காந்தவழுத்தம்—காந்தச்செறிவு ..	479—494	.. 19
52	காந்தவளவியல்	495—501	.. 38
53	புவிக்காந்தம்	502—511	.. 56
54	உட்புகவிடுமியல்பும் பேற்றுத் திறனும்—காந்தச் சுற்று ..	512—519	.. 68

ஆறும் பாகம்—நிலைமின்னியல்

55	எளிய தோற்றப்பாடுகள்	520—526	.. 83
56	மின்றூண்டல்	527—535	.. 89
57	மின்விசையின் விதி—மின்னழுத்தம்	536—550	.. 99
58	கொள்ளளவு—ஒடுக்கிகள்	551—562	..116
59	தற்றூண்டற் கொள்ளளவு	563—567	..132
60	மின்னேற்றப்பட்ட கடத்தற்றெகுதிகளின் சக்தி ..	568—571	..138
61	மின்பொறிகள்	572—575	..144
62	மின்மானிகள் ..	576—577	..152

ஏழாம் பாகம்—ஓட்ட மின்னியல்

63	எளிய தோற்றப்பாடுகள்—மின்கலங்கள்—மின்சுற்று ..	578—592	..161
64	மின்னேட்டமொன்றின் காந்தத் தாக்கம்	593—606	..180
65	மினனலகுகள—ஓமின்விதி—தடை—கேச்சோவின் விதிகள் ..	607—620	.198
66	தடையினளவு	621—635	..216
67	மின்னியக்க விசைகளின் ஒப்பீடு	636—637	..242
68	மின்வெப்ப விளைவுகளும் வெப்பமின் விளைவுகளும் ..	638—648	..245
69	மின்னேட்டமொன்றின் இரசாயனத் தாக்கம்—மின்பகுப்பு ..	649—658	..260
70	காந்த மண்டலமொன்றிலே மின்னேட்டமொன்றைக் காவும் கடத்தியிலுள்ள விசை ..	659—663	..275
71	மின்காந்தத் தூண்டல் ..	664—678	..283

அத்தியாயம்		பிரிவு	பக்கம்
72.	மின்காந்தப்பொறிகள்—தைனமோக்களும் மோட்டர்களும்	.. 679—698	..303
73.	மின்வலு நிலையங்களும் வழங்கள் முறைகளும்	.. 699—702	..327
74.	கல்வனோமானிகள்—அம்பியர் மானிகளும் உவோற்று மானிகளும்	.. 703—711	..333
75.	உயரதிர்வெண்ணலைவுகள்—கம்பியில்லாத் தந்திமுறை	.. 712—718	..349
76.	வாயுக்களினூடு மின்னிறக்கம்—எட்சுக் கதிர் வீசல்	.. 719—726	..371
	அனுபந்தம்		383
	அட்டவணை		391

மூன்றுந் தொகுதி

காந்தவியலும் மின்னியலும்

ஆங்கில நூலின்

முன்னுரை

ஆரம்ப பௌதிகத் தோற்றப்பாடுகளைப் பற்றிய பொதுவான படிப்புக்கும் அப்பாடம் பற்றிய சிறப்பான கொள்கைமுறைப் படிப்புக்குமிடையே ஒரு முழுமையான இணைப்பாகவே, ஓர் இடைநிலைப் பௌதிகவியற் பயில்வு அமைய வேண்டுமெனக் கொண்டே பின்வரும் பக்கங்களுள் அடங்கிய விடயங்கள் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டன. இவ்வெண்ணப்படி, ஓர் இடைநிலைப் பயில்வு ஓரளவு தன்னிறைவு பெற்றதாக அமைதல் வேண்டும். விடயத்தின் ஒவ்வொரு கிளையைக் கையாள்கையிலும், தொடக்கத்திலே மிக ஆரம்பநிலையிலுள்ள தோற்றப்பாடுகளின் சுருக்கம் கொடுக்கப்படுதல் வேண்டும். அம்மெய்மைகளைத் தொடுக்கும் ஒரு கருதுகோளை உருவாக்கப் போதுமான அளவு மெய்மைகள் பல சேர்க்கப்படினன்றிப் பாடத்தைக் கையாண்ட முறை முழுமை பெற்றதெனக் கருதமுடியாது.

அத்தகைய பயில்வு ஓரளவு பரந்தது. அதன் எல்லைகள் திட்டமாக வரையறைபெற்றனவல்ல. பெரும்பாலான பல்கலைக்கழகங்களும் கல்லூரிகளும் இடைநிலை வேலைக்கென ஒதுக்கியுள்ள நேரத்திலே ஒரு சராசரி மாணவன் உட்கொண்டு சீரணிக்கக் கூடியதினும் அதிகமாகவே அத்தகைய பயில்விலே அடக்கப்படவேண்டிய விடயம் இருக்கும். இக்காரணங்களினால், ஒவ்வோர் ஆசிரியர் அல்லது விரிவுரையாளரும் இப்பாடத்துப் பல்வேறு கிளைகளின் இடைநிலைப் போதனையிலே தாம் எவ்வளவு தூரம் செல்லவேண்டும் என்பதைத் தீர்மானித்தல் வேண்டும். எனினும் இத்தீர்மானத்தைச் செய்யும்போது, பலப்பல தோற்றப்பாடுகளைத் தனித்தனி மெய்மைகளாகத் தரும்போது அவற்றை நினைவிலிருத்த இடர்ப்படும் மாணவன், இவற்றை ஒரு கருதுகோள் மூலம் பிணைக்கும்போது அவற்றை இலகுவாக நினைத்திருப்பான் என்பதையும், அவற்றின் கல்வி விஞ்ஞானப் பெறுமானம் பெரிதும் அதிகரிக்கிறதென்பதையும் மனங் கொள்ளல் வேண்டும்.

ஓர் இடைநிலைப்பாடநூலில், பாடத்தின பல்வேறு கிளைகளின் இடைநிலைப் பகுதிகள் இயன்றளவு முழுமையாகக் கையாளப்படல் வேண்டும். எனவே, எல்லா இடைநிலைப் பௌதிகவியற் பயில்விலும் கையாளப்படாமலும் இருக்கக் கூடிய பல விடயங்களை இப்புத்தகம் அடக்கியுள்ளது. எனினும் பல்வேறு பயில்விலும் விடப்படவேண்டியவை ஒரே வகை விடயமாக இருக்கத் தேவையில்லை.

தான் எவ்வெப்பகுதிகளை வாசிக்காமல் விடலாம் என்பதுபற்றி வழிகாட்டும் வகையிலமைந்த, ஒரு விரிவுரைத் தொடருடன் சேர்த்துப் பயன்படுத்தற்கெனவே ஆக்கப்பட்ட நூல் இது என்பது மேற்கூறியவற்றால் விளங்கும்.

அதேவேளையில், தாங்களாகவே இந்நூலை வாசித்து முடிக்க வேண்டிய நிர்ப்பந்தம் உள்ளவர்களுக்கும் இந்நூல் பயன்படும் என எண்ணுகிறோம். இந்நோக்கத்திற்கு உதவியாக, ஓரளவு விரிவாகவே பல விளக்கப்படங்களை நூலிலே சேர்த்துள்ளோம்.

படங்களுட் பல இதற்கென வரையப்பட்டன. இதன் தொடர்பில் பிரித்தலைச் சேர்ந்த திரு. H. போய் எனக்குப் பெரிதும் உதவினர். மற்றப் பதிகுற்றிகளை இரவலாகத் தந்த வரைவுற்ற பயடொடு தத்திலக்கு, வரைவுற்ற கேம்பிரிட்சொடு போல் கருவிக் கம்பனி, வரைவுற்ற குசனது, திருவாளர்கள் J. J. கிரிபின், W. G. பையொடு கம்பனி, இரேய்னலொடு பிரான்சம் ஆகியோருக்கு நமது நன்றி உரியது. எண்ணிறந்த ஆலோசனைகளுக்காகவும், சரவைவாசிப்பில் நல்கிய பேருதவிக்காகவும் திரு. A. J. பிலிப்பற்று, திரு. G. வில்லியஞ்சன் ஆகியோருக்கும் எனது நன்றி உரியது.

இப்புத்தக ஆக்கத்தில் எனக்கு ஆலோசனையும் உதவியும் நல்கியமைக்கும், இந்நூலின் தயாரிப்பிலும் வெளியீட்டிலும் சம்பந்தப்பட்ட எல்லா விடயங்களிலும் உவப்புடன் நடந்துகொண்ட பண்புக்கும் மெத்துவெனு கம்பனியாருக்கு எனது கடப்பாட்டை எடுத்துக்கூற விரும்புகிறேன்.

H. மூயர்

இரசல் சதுக்கம்,
சனவரி, 1923.

ஐந்தாம் பாகம்

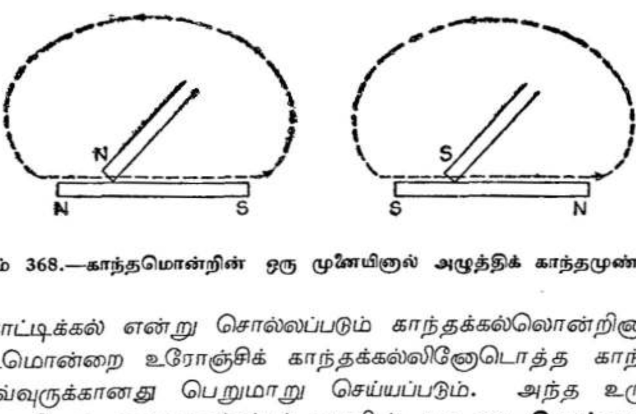
காந்தவியல்

அத்தியாயம் 50

தனிக் காந்தத் தோற்றப்பாடுகள்

§ 466. இயற்கைக் காந்தங்களும் செயற்கைக் காந்தங்களும்.—கனிப் பொருட்டாதுக்கள் இரும்புத்தூள்களைக் கவருந் திறனையுடையன. இத் தாதுக்களின் துண்டொன்று இரும்புத்தூள்களிற் றேய்க்கப்பட்டால் இத்தூள்கள் திரள்திரளாகத் தாதுவின் மேற்பரப்பில் ஒட்டிக்கொண்டிருப்பதைக் காணலாம். தாதுவின் இத்தொழிற்பாடு வரையறையான சில இடங்களிலேயே செறிந்திருப்பதுபோல அத்திரள்கள் மேற்பரப்பிலே ஒழுங்கற்றமுறையிற் பரந்துள்ளது. இத்தொழிற் பாட்டிடங்கள் ஒருபோதும் இரண்டிற்குக் குறையாதிருக்கும். தாதுவின் இத்தொழிற்பாடு **காந்தம்** என்னும் இயல்பினால் உண்டானதெனக் கருதப்படும்.

காந்தத்தாதுவின் துண்டொன்று கட்டற்றுத் தொங்கவிடப்படும்போது எவ்வாறு குழப்பப்பட்ட போதிலும் ஒரே நிலையிலேயே ஓய்வு நிலையடையும். எப்போதும் ஒரே திசையையே நோக்கி நிற்கும் இவ்வியல்பின்பயனாக இவ்வகைக் கனிப் பொருளுக்குத் **திசைகாட்டிக்கல்** என்ற பெயரிடப்பட்டுள்ளது.



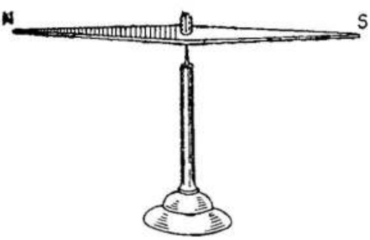
உருவம் 368.—காந்தமொன்றின் ஒரு முனையினால் அழுத்திக் காந்தமுண்டாக்கல்

திசைகாட்டிக்கல் என்று சொல்லப்படும் காந்தக்கல்லொன்றினால் உருக்குச் சட்டமொன்றை உரோஞ்சிக் காந்தக்கல்லினோடொத்த காந்தவியல்புகளை அவ்வுருக்கானது பெறுமாறு செய்யப்படும். அந்த உருக்கானது இச்செய்கையினாற் காந்தமாக்கப்பட்டமையின் அது ஒரு **செயற்கைக்காந்தம்** எனப்படும்.

காந்தமொன்று அதன் மையத்தினூடு செல்லும் நிலைக்குத்தச்சொன்றைக் கொண்டு சுழலும்படி தொங்கவிடப்பட்டால் ஏறத்தாழ வடக்குத் தெற்காக அதன் முனைகள் நிற்குமாறு ஓய்வு நிலையடையும். காந்தம் குழப்பப்பட்டபின் ஓய்வு நிலையடையும்போது அதேமுனையே வடக்கு நோக்கி நிற்கும். ஆகவே, இம்முனை காந்தத்தின் **வடக்கு நோக்கிய முனை,** அல்லது சுருக்கமாக **வடமுனை** எனப்படும். எப்போதுந் தெற்கு நோக்கி நிற்கும் முனையானது காந்தத்தின் **தென்முனை** எனப்படும்.

செயற்கைக் காந்தமொன்றின் முனையொன்றினலும் அழுத்தி இரும்புத் துண்டொன்றைக் காந்தமாக்கலாம் (உருவம் 368).

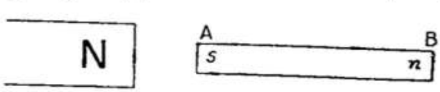
§ 467. **காந்தமுனைகளுக்கிடையே கவர்ச்சியும் தள்ளுகையும்.**—கட்டற்றுத் தொங்கவிடப்பட்ட காந்தமொன்றின் வடமுனையானது இன்னுமொரு காந்தத்தின் வடமுனை அதற்கண்மையாகக் கொண்டு வரப்படும்போது தள்ளப்படுவதனல் அவ்வடமுனைகளிரண்டுங் கூடியவளவு அகலப் பிரிந்திருக்குமாறு தொங்கவிடப்பட்ட காந்தம் ஊசலாடும். தொங்கவிடப்பட்ட காந்தத்தின் தென்முனைக்கண்மையில் இன்னுமொரு காந்தத்தின் தென் முனை கொண்டுவரப்படும் போதும் இவ்வகையான விளைவையே அவதானிக்கலாம்.



உருவம் 369.—திசைகாட்டுமூசி.

தொங்கவிடப்பட்ட காந்தமொன்றின் தென்முனையை நோக்கி வடமுனையொன்று கொண்டுவரப்பட்டால் இரு முனைகளும் கூடியளவு அண்மையிற் சேர்ந்து நிற்குமாறு தொங்கவிடப்பட்ட காந்தம் ஊசலாடும். தொங்கவிடப்பட்ட காந்தத்தின் வடமுனையை நோக்கித் தென்முனையொன்று கொண்டுவரப்படும்போதும் இவ்வகையான கவர்ச்சியையே அவதானிக்கலாம். எனவே, **ஒத்த முனைகள் ஒன்றையொன்று தள்ளும். ஒவ்வாமுனைகள் ஒன்றையொன்று கவரும்.**

காந்தமொன்றின் முனைகளினது முனைத்தன்மையைப் பரிசோதிக்கத் **திசைகாட்டுமூசி** உபயோகிக்கப்படலாம். இவ்வாய் கருவியானது மையத்திலுள்ள நிலைக்குத்துச் சுழற்சித்தானமொன்றில் தாங்கப்பட்டிருக்கும் காந்தமாக்கப்பட்ட இலேசான உருக்குத்துண்டொன்றைக் கொண்டதாகும். உருக்கின் வட முனையுந் தென்முனையும் அண்ணளவாகக் குறிக்கப்பட்டுள்ளன (உருவம் 369).



உருவம் 370.—தூண்டன்முறைக் காந்தவாக்கம்.

சட்டத்தின் முனைகள் திசைகாட்டுமூசியின் வடமுனையை நோக்கி மாறி மாறிக் கொண்டுவரப்பட்டு ஊசியின் விளைவான இயக்கம் அவதானிக்கப்படும். தண்டின் ஒரு முனையைவிட்டு ஊசியானது வெளியே ஊசலாடுமாயின் அம்முனையானது வடமுனையாகும். ஊசியின் தென்முனை உபயோகிக்கப்படுமாயின் இம்முனையை விலகியாடச்செய்யும் தண்டின்முனையானது தென்முனையாகும்.

காந்தமாக்கப்படாத இரும்பு அல்லது உருக்குச் சட்டமொன்றின் எந்த முனையேனும் ஊசியை நோக்கிக் கொண்டுவரப்படும்போது ஊசியின் இரண்டு முனைகளையும் அது கவருமென்பது இங்கு குறிப்பிடத்தக்கதாகும். ஆகவே முனைத்தன்மையையேனும் காந்தவியல்பையேனும் கவர்ச்சியினால் நிறுவமுடியாது. ஊசியின் எந்த முனையினதுந் தள்ளுதலே முனைத்தன்மையின் திருப்தியான அத்தாட்சியாகும்.

§ 468. **தூண்டன்முறைக் காந்தவாக்கம்.**—இரும்புத்துண்டொன்றை ஒரு காந்தத்தினண்மையில் அதனில் முட்டாதுவைத்துக் காந்தமாக்கலாம். இம் முறையானது **தூண்டன்முறைக் காந்தவாக்கம்** எனப்படும். இது **466** ஆம் பிரிவில் விவரிக்கப்பட்டுள்ள தொகைமுறைக் காந்தவாக்கலிலும் வேறானதாகும்.

வலுக்கூடிய காந்தமொன்றின் வடமுனைக்கண்மையில் இரும்புத் துண்டு **AB** இன் ஒருமுனையை வைத்து இவ்விளைவை எளிதிற் காட்டலாம் (உருவம் **370**). சிறிய திசைகாட்டுமூசியொன்றை அதன் முனைகளை நோக்கிக் கொண்டுவந்து இரும்பானது இப்போது பரிசோதிக்கப்பட்டால் வடமுனைக்கு அண்மையாயுள்ள முனை **A** ஆனது தென்முனையாகவும், காந்தத்துக்கு அப்பாலுள்ள முனை **B** ஆனது வடமுனையாகவும் காணப்படும்.

இவ்வாறுண்டாக்கப்பட்ட காந்தவியல்பு மிக்க வலுவற்றிருப்பது வழக்கமாதலினால் காந்தம் அகற்றப்பட்டதும் அக் காந்தவியல்பு முழுவதும் அற்றுப்போய்விடக்கூடும்.

காந்தத்தினண்மையிற் கிடக்கும்போது சட்டத்தின் ஒரு முனையிற் சுத்தியலொன்றைக்கொண்டு உறைக்கத் தட்டினால், மெதுவாக வைக்கப்பட்டிருந்த போதிருப்பதிலும் பார்க்கக் கூடுதலான காந்தவியல்பை அச்சட்டங்காட்டும். இவ்வகையாகக் கையாளப்பட்டுள்ள உருக்குச் சட்டமொன்று காந்தம் அகற்றப்பட்ட பின்பும் சிறிது காந்தத்தைப் பற்றியிருக்கக் காணலாம்.

மிக்க வலுவற்ற காந்தவிசைகளைக் கொண்டே இரும்புத்தண்டொன்றை இவ்வகையாகக் காந்தமாக்கலாம். உதாரணமாக, தண்டொன்றின் கீழ் முனையானது நீண்ட காந்தவூசியொன்றின் வடமுனையிலிருந்து ஏறத்தாழ ஓரங்குல தூரத்திலிருக்குமாறு அத்தண்டை நிலைக்குத்தாகப் பிடித்துக்கொண்டு மேன்முனையிற் சுத்தியலினாலடிக்க அம்முனையானது திடீரெனத் தள்ளப்படக் காணலாம். இவ்வகையாக உண்டாக்கப்பட்ட காந்தவியல்பு புவிக்காந்தத்தின் பயனானதாம். தட்டாது நிலைக்குத்தாகமட்டும் தண்டைவைத்தால் இவ்விளைவை அவதானிக்கமுடியாது.

புவியின் சார்புபற்றி நிலையாய் வைக்கப்பட்டுள்ள இரும்புத்துண்டுகளுள் ஏறத்தாழ எல்லாம் சிறிது காலத்தின்பின் ஓரளவு காந்தவியல்பைப் பெறுகின்றன.

§469. காந்தத்திரவியங்களும் காந்தமில் திரவியங்களும்.—சாதாரணக் காந்தமொன்றினுற் கவரப்படக்கூடிய அளவுக்குக் காந்தவியல்பைக் கொண்ட பதார்த்தங்களின் தொகை மிகக்குறைவு. மூலகங்களில் இரும்பு, நிக்கல், கோபாற்று மட்டுமே மேலே குறிப்பிட்ட கருத்திற் காந்தவியல்பைக் கொண்டுள்ளனவெனக் கருதப்படலாம். ஆனுற் சேர்வைகளுள் இரும்பின் சில உப்புகளும், Fe_3O_4 எனக் குறிக்கப்படும் இரும்பின் ஒட்சைடும் மட்டுமே வெளிப்படையாகக் காந்தவியல்புகளைக் காட்டுவனவாம். காந்தக்கற்கள் உண்டாக்கப்படும் மக்னெற்றைற்று அல்லது சிதரைற்று மேலே குறித்த அமைப்பையுடைய இரும்பின் இயற்கையான ஒரொட்சைடாகும்.

உண்மையைக் கூறுமிடத்துத் தெரிந்த பொருள்களுள் ஏறத்தாழ எல்லாம் குறித்த சில காந்தவியல்புகளைக் கொண்டுள்ளன. ஆயினும், மேலே குறிப்பிடப்பட்டவற்றிற்றவிர, மிக்க உணர்திறனுள்ள முறைகளினுலன்றிக் காணப்படமுடியாத அளவுக்கு இவ்வியல்புகள் மிக்கவலுவற்றவையாம்.

§470. இரும்புக்கும் உருக்குக்குமிடையேயுள்ள வித்தியாசங்கள்.—இரும்பின வெவ்வேறு வகைகளுக்கிடையே முக்கிய வித்தியாசங்கள் காணப்படுகின்றன. இவ்வித்தியாசங்கள் இரும்பின் அமைப்பிலுஞ் செய்யப்பட்ட வகையிலும் பெரும்பாலுந் தங்கியுள்ளன.

சாதாரண மெல்லிரும்புத் துண்டொன்றும் பியானேக் கம்பியைப் போன்ற உருக்குத்துண்டுகளிரண்டுமாகக் குறுகிய மூன்று கம்பித்துண்டுகளைக் கொண்டு இவ் வித்தியாசங்களை இலகுவிற் காட்டலாம். இம்மாதிரித் துண்டுகள் மூன்றும் கூடிய அளவுக்கு ஒத்த அளவுகளைக் கொண்டனவாயிருத்தல் வேண்டும். இரும்புக்கம்பி செந்தழலாகுமட்டும் வெப்பமாக்கப்பட்டு படிப்படியாகக் குளிரவிடப்படல் வேண்டும். உருக்குக் கம்பியொன்றும் இவ்வகையாகவே எடுத்தாளப்படல் வேண்டும். மற்ற உருக்குக்கம்பியைச் சாதாரணமாகப் பதனிடப்பட்ட நிலையில் உபயோகிக்கலாம். அனறேல் அதனை முதலிற் செந்தழலாகச் சூடாக்கிக் குளிர்ந்த நீரிற் ருேய்த்து குளிரவிட்டு வன்மையாக்குதல் விரும்பத்தக்கது.

இப்போது காந்தமொன்றின் முனையில் ஒவ்வொரு கம்பியினதும் ஒவ்வொரு முனை தொட்டுக்கொண்டிருக்குமாறு மூன்று கம்பிகளும் வைக்கப்படும். இவ்வாறு வைக்கும்போது ஒவ்வொரு கம்பியும் அதற்கடுத்ததிலிருந்து சிறிது தூரத்திலே காந்தத்திலிருந்து தொங்கிக் கொண்டிருக்க விடுதல் வேண்டும் (உருவம் 371 (a)). இப்போது கட்டற்றமுனைகள் இரும்புத்தூளின் சிறிய குவியலொன்றிற் ருேய்க்கப்படுதல் வேண்டும். மீண்டுந் தூள்களிலிருந்து இக்கம்பிகளை உயர்த்தும்போது, தூள்களின் சிறிய திரளொன்று ஒவ்வொரு கம்பியினதும் முனையில் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும்.

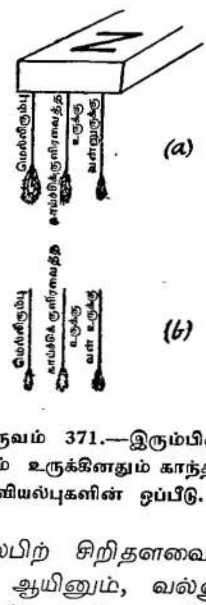
காய்ச்சிக் குளிரவிடப்பட்ட இரும்புக்கம்பியின் முனையிலுள்ள திரள் மற்றிரு கம்பிகளினுலுந் தாங்கப்பட்ட திரள்களிலும் பார்க்கப் பெரிதா

யிருக்கும். குளிர்ந்த உருக்கினற் றுங்கப்படுந் திரளானது மெல்லிரும்பினு லும் காய்ச்சிக் குளிரவிடப்பட்ட உருக்கினுலுந் தாங்கப்படுந் திரள்களிலும் பார்க்கச் சிறிதாயிருக்கும்.

பெரிய காந்தத்தின் தொடுகையினுல் மூன்று கம்பிகளுங் காந்தமாக்கப் பட்டுள்ளனவென்பது வெளிப்படை. இரும்புக்கம்பி ஏனையவற்றிலும் பார்க்கக் கூடியவலுவுடன் காந்தமாக்கப்பட்டுள்ளது. ஆனுல் (குளிர்ந்த) வல்லுருக்கு ஆகக்குறைவாகக் காந்தமாக்கப்பட்டுள்ளது.

இரும்புக்கம்பியானது மற்றிருகம்பிகளிலும் பார்க் கக் காந்தத்தைப் **பெறுந்திறனைக்** கூடுதலாகவுடை யது என்று சொல்லப்படும். பேற்றுத்திறன்கள் பின் வருமொழுங்கிலே குறைந்து கொண்டு போகும்: இரும்பு, காய்ச்சிக்குளிர்ந்தவுருக்கு, வல்லுருக்கு.

காந்தத்திலிருந்து கம்பிகள் மூன்றும் அகற் றப்படும் போது, கம்பிகளை ஆடாது கவனமாகத் தடுத்துக் கொண்டபோதிலும், ஒவ்வொன்றிலு மிருந்து தூள்கள் சில விழக்காணலாம். வல்லு ருக்கிலுள்ள திரள் காய்ச்சிக்குளிர்ந்த உருக்கில் விடப்பட்டதிலுங் கூடுதலாயிருக்கும். ஆனுல் மெல் லுருக்குக் கம்பியிலிருந்து ஏறத்தாழ எல்லாத் தூளும் விழுந்துவிடும் (உருவம் 371 (b)).



உருவம் 371.—இரும்பினதும் உருக்கினதும் காந்தவியல்புகளின் ஒப்பீடு.

ஒவ்வொருகம்பியும் பெற்றுக் கொண்ட காந்தவியல்பிற் சிறிதளவைப் பற்றிக்கொள்ளுமென்பது இதிலிருந்து தெளிவாகும். ஆயினும், வல்லு ருக்கினற் பற்றிக்கொள்ளப்படும் விகிதம் மற்றிருகம்பிகளொவ்வொன்றினு லும் பற்றிக் கொள்ளப்படும் விகிதத்திலும் கூடுதலாயிருக்கும். வல்லுருக் கானது முன்பு பெற்றுக்கொண்ட காந்தவியல்பில் எந்த விகிதத்தைப் பற்றிக் கொள்ளுமெனின் அது மிகக் குறைந்ததேயாகும்.

பதார்த்தமொன்று பெற்ற காந்தவியல்பினெரு பாகத்தைப் பற்றிக் கொள்ளும் இவ்வியல்பு அப்பதார்த்தத்தின் **பற்றுத்திறன்** எனப்படும். மேலேயுள்ள பரிசோதனைகளில் உபயோகிக்கப்பட்ட பதார்த்தங்களின் பற்றுத் திறன்கள் பின்வருமொழுங்கிற் குறைகின்றன: வல்லுருக்கு, காய்ச்சிக் குளிர்ந்தவுருக்கு, மெல்லிரும்பு. இவ்வொழுங்கு குறைந்துபோகும் பேற் றுத்திறனைக்கொண்டு செய்யப்பட்ட ஒழுங்கிற்கு நேர்மாறுனதாகும். எனவே, **உயர்ந்த பேற்றுத்திறனையுடைய பதார்த்தமொன்று குறைந்த பற்றுத் திற னையுடையதென்றும், குறைந்த பேற்றுத்திறனையுடைய தொன்று உயர்ந்த பற்றுத்திறனையுடைய தென்றும்** காண்கின்றேம்.

"இரும்பின்" காந்தவியல்புகள் (அ) இரும்பிலுள்ள மற்றும் பதார்த் தங்களின் சுவடுகளிலும், (ஆ) இரும்புக்குக் கொடுக்கப்பட்ட வெப்பவாளுகை யிலும், பெரும்பாலுந் தங்கியிருக்கின்றன. தூயவிரும்பானது உயர்ந்த

பேற்றுத் திறனையும் ஏறத்தாழ நிராகரிக்கப்படக்கூடிய பற்றுத்திறனையுங் கொண்டது. வெப்பவாளுகையினுல் அதன் காந்தவியல்புகளைக் கணிக் கக்கூடிய அளவுக்கு மாற்றமுடியாது. கரி, நிக்கல், தங்குதன் போன்ற மூலகங்கள் சிலவற்றை இரும்போடு சேர்க்கத் தூயவிரும்பிலும் பார்க்க உயர்ந்த பற்றுத்திறனையுடைய "உருக்கு" உண்டாகின்றது. இவ்வகையான உருக்கின் பேற்றுத்திறன் தூயவிரும்பினதிலும் பார்க்கக் குறைவா யிருக்கும். இவ்வகையான உருக்கின் பற்றுத்திறனைப் பொருத்தமான வெப்ப வாளுகையைக்கொண்டு இன்னும் அதிகரிக்கச்செய்யலாம். ஆகவுயர்ந்த பற்றுத்திறனைப் பெறக் கொடுக்கப்படவேண்டிய வெப்பங்காட்டுதல் உருக்கின் சிறப்பான அமைப்பிலே தங்கியுள்ளது.

சிறிது நேரத்துக்குக் காந்தமாக்கப்பட்டபின் எந்த உருக்கினுலும் பற்றிக் கொள்ளப்படும் காந்தவியல்பானது, அவ்வுருக்கு உபயோகிக்கப்பட்ட வகையிலே ஓரளவுக்குத் தங்கியிருக்கின்றது. சாதாரணமான கரியுருக்கி ஞற் செய்யப்பட்ட காந்தமானது அதிர்வினுல் அல்லது முரட்டுக் கையாளு கையினுல் விரைவில் வலுக்குறைந்துவிடுகின்றது. ஆயினும், வேறு சில உருக்குகள் "தொடர்பான அதிர்வு நிலைமைகளிற் பலவருடங்கள் உபயோகிக் கப்பட்டபின்புங் கூடத் தொடக்கத்திற்பெற்ற காந்தவியல்பிற் கூடிய நூற்று வீதவளவைப் பற்றிக்கொள்ளும். பதிவுக் கருவிகளின் பல்வேறுவகைகளில் வேண்டப்படும் நிலையான காந்தங்களைச் செய்வதற்கும், " எரிபற்று மகினற் றேக்களின் " நிலையான காந்தங்களைச் செய்வதற்கும், நிலையான காந்தங்களின் காந்தவியல்பானது வெகுகாலத்துக்குமாருத உணர்வுடைய தாயிருத்தல் அவசியமாயுள்ள எல்லாத் தேவைகளுக்கும், இவ்வகையான உருக்குகள் உபயோகிக்கப்படும்.

§ 471. இரும்பினதும் உருக்கினதும் காந்தவியல்புகளில் வெப்பநிலையின் தாக்கம்.—காந்தமொன்று வெப்பமாக்கப்படும்போது அதன் காந்தவியல்பு குறைவதைக் காணலாம். இதன்பின் காந்தம் குளிரவிடப்பட்டாலும் காந்தவியல்பின் முந்திய பெறுமானத்தை அது திரும்பவும் பெறுவ தில்லை. நீர்த்தொட்டியில் வைத்தும் காந்தமானது வெப்பமாக்கப்படும் போது இவ்விளைவு கணிக்கப்படக்கூடிய அளவுக்கிருக்கும். ஆனுல் காந்தத் தைச் சிறிய உலையொன்றில் வைத்துக் காய்ச்சினுல் இவ்விளைவைத் தெளி வாகக் காணலாம்.

முதலில், உலையின் வெப்பநிலையை உயர்த்துவதிலும் காந்தத்தின் வலு படிப்படியாகக் குறைகின்றது. ஏறத்தாழ 700°C ஆகும் சாதாரணமான " செந்தழனிலை"யைக் காந்தம் அடையுமட்டும் படிப்படியான இந்த மெலிவு தொடர்ந்து நிகழும். ஆயினும் இவ் வெப்பநிலையினண்மையில் எஞ்சி யுள்ள காந்தவியல்பு முழுவதும் அற்றுப் போய்விடும். அத்துடன் சட்ட மானது அதே நேரத்தில் அதன் சாதாரணமான காந்த வியல்புகளெல்லா வற்றையும் இழந்துவிடும்.

சட்டமானது மீண்டுங் குளிரவிடப்படும் போது, முன்பு வெப்பமாக்கப்படும் போது அதன் காந்தவியல்புகளைத் திடீரென இழந்த அவ்வளவு சடுதியாய் அவ்வியல்புகளைத் திரும்பவும் பெறும். எனினும் சட்டமானது முந்தியிருந்த காந்தத்தைத் திரும்பவும் பெறுவதில்லை. அதாவது காந்தங்களின் கவர்ச்சியைத் திரும்பவும் பெறுகின்றதென்னுங் கருத்திலேயே அது காந்தவியல்புகளைத்திரும்பவும் பெறுகின்றது.

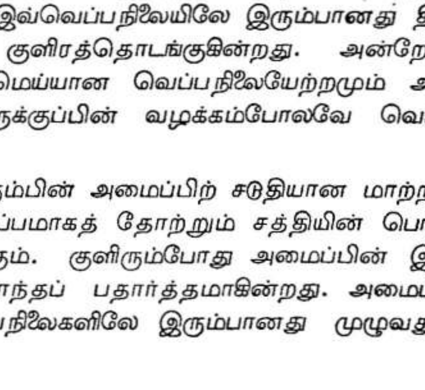
இரும்பானது முழுவதும் காந்தமற்றதாகத் தேவைப்படும்போது செந்தழலாக இரும்புத்துண்டை வெப்பமாக்கும் முறை பெரும்பாலும் உபயோகிக்கப்படும்.

இரும்பேனும் உருக்கேனும் முழுவதுங் காந்தமற்றதாகும் வெப்பநிலை **இரும்பின் வெப்பங்கக்குநிலை** என்பதோடொத்ததாகும்.

இரும்புத் துண்டொன்றைத் துலங்கு செந்தழலாக வெப்பமாக்கிக் குளிரவிடும் போது ஏறத்தாழ 700°C பெறுமானத்தை யடையுமட்டும் அதன் வெப்பநிலை ஒழுங்காக இறங்கும். இவ்வெப்பநிலையிலே இரும்பானது திடீரெனக் குறைந்த விரைவுடன் குளிரத்தொடங்குகின்றது. அன்றேல், பொருத்தமான நிலைமைகளில், மெய்யான வெப்பநிலையேற்றமும் அவதானிக்கப்படலாம். சில கணங்களுக்குப்பின் வழக்கம்போலவே வெப்பநிலை குறையத் தொடங்கும்.

இவ் வெப்பங்கக்குநிலையிலே இரும்பின் அமைப்பிற் சடுதியான மாற்றம் மிகவுண்டு. இம்மாற்றமானது வெப்பமாகத் தோற்றும் சத்தியின் பெரிய அளவு விடுபடுவதோடு கூடியிருக்கும். குளிரும்போது அமைப்பின் இம்மாற்றம் நிகழ்ந்ததும் இரும்பு காந்தப் பதார்த்தமாகின்றது. அமைப்பு மாற்றமடையமுன் உயர்ந்த வெப்பநிலைகளிலே இரும்பானது முழுவதுங் க ந்தமற்றதாகவே யிருக்கும்.

§ 472. **காந்தமொன்றின் முனைகள்.**— எவ்வித உருவையுமுடைய காந்தமொன்றின் காந்தத்தாக்கமானது அதன் மேற்பரப்பிலுள்ள வரையறையான சில பரப்புகளிற் செறிந்திருக்கக் காணப்படுகின்றது. இரும்புத் தூள்களுள் தோய்க்கப்பட்ட சட்டக் காந்தமொன்றின் ஒவ்வொரு முனையிலும் தூள்களின் திரளொன்று சேர்ந்திருக்கின்றது. முனைகளுக்கண்மையிலே காந்தத்தின் பக்கங்களில் ஓரளவுக்குத் தடிப்பான படையொன்று சேர்ந்திருக்கின்றது. காந்தத்தின் மையத்தையடையவடைய இப்படைகளின் தடிப்புக் குறைந்து கொண்டுபோகும். காந்தத்தின் மையத்தை யொட்டிய



உருவம் 372.—காந்தத்தின் முனைகள்.

" மூன்றிலொரு " பாகத்தில் ஏறத்தாழத் தூள்கள் ஒட்டுவதில்லை (உருவம் 372).

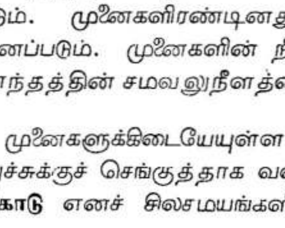
காந்தமொன்றினண்மையில் வைக்கப்படும் சிறிய காந்தவூசியொன்று காந்தத்தின் சார்பாய் அதன் நிலையிலே தங்கியுள்ள ஒரு திசையில் ஓய்வுநிலையடைகின்றது. காந்தத்தின் ஒரு முனைக் கண்மையில் வைக்கப்படும் போது முனையிலிருந்து அதன் நீளத்தின் ஏறத்தாழ எட்டிலொரு பாகத்தில் காந்தத்தின் மத்தியகோட்டை வெட்டும் திசையில் ஏதாவதொரு புள்ளியை நோக்கி ஊசியானது ஓய்வடையும். வெட்டும் புள்ளியானது ஊசியின் எல்லா நிலைமைகளிலும் ஒன்ருயிராது (உருவம் 372).

ஆகவே, முனைகளினண்மையிலுள்ள வரையறையான பரப்புகள் அல்லது பாகங்களிரண்டிலிருந்து கவர்ச்சிவிசைகளும் தள்ளு விசைகளும் உற்பத்தியாவன போன்று சட்டக்காந்தம் தொழிற்படுவதைக் காண்கின்றோம். காந்தத்தின் **முனைகள்** சிறிய இப்பரப்புகளிலிருப்பதாகக் கருதப்படலாம். ஒவ்வொரு முனையினதுந் திருத்தமான நிலையானது ஒத்த காந்தத்தின் அரைப்பாகத்திலுள்ள முனைத்தன்மை முழுவதினதும் " ஈர்ப்புமையம் " எனக் கூறுதல் பொருத்தமாகும்.

காந்தத்தின் முனைகளை இணைக்குங்கோடு **காந்தத்தின் அச்சு** எனப்படும். முனைகளிரண்டினதும் இடைததூரம் காந்தத்தின் **சமவலுநீளம்** எனப்படும். முனைகளின் நிலைகளைத் திருத்தமாகக் குறிக்கமுடியாததலின் காந்தத்தின் சமவலுநீளத்தையும் திருத்தமாகக் காண முடியாது.

முனைகளுக்கிடையேயுள்ள மத்திய புள்ளியொன்றினூடு காந்தமொன்றின் அச்சுக்குச் செங்குத்தாக வரையப்படுங் கோடானது அக்காந்தத்தின் **மத்திய கோடு** எனச் சிலசமயங்களிற் குறிக்கப்படும்.

விளைவு முனைகள்.— காந்தங்களிரண்டின் ஒத்த முனைகளைக்கொண்டு சட்டமொன்று மையத்திலிருந்து வெளிப்புறமாக அழுத்தப்படுமாயின், ஓரளவுக்கு நூதனமான முறையில் அச்சட்டமானது காந்தமாக்கப்பட்டுக் காணப்படும் (உருவம் 373). காந்தங்களிரண்டினதும் வடமுனைகள் உபயோகிக்கப்படின் சட்டத்தின் முனைகளிரண்டுந்தென் முனைகளாகக் காணப்படும். ஆனுற சட்டத்தின் மையம் வடமுனையாயிருக்கும்.



உருவம் 373.—மையத்தில் விளைவு முனையொன்றை யுண்டாக்குமாறு சட்டமொன்றைக் காந்தமாக்கல்.

சட்டமொன்றின் முனைகளிலேனும் அவற்றினண்மையிலேனுமிராது நீளப்பாட்டில் ஏதாவதொரு புள்ளியிலுள்ள காந்தமுனையானது **விளைவு முனை** எனப்படும்.

சட்டமொன்றைக் கவனக் குறைவாய்க் காந்தமாக்கும்போது விரும்பா மலே விளைவு முனைகள் உண்டாக்கப்படும். அன்றேல், வலுவுள்ள காந்தமொன்றின் முனையொன்றினோடு சட்டத்தின் நீளப்பாட்டிலுள்ள புள்ளியொன்று முட்டுமாறு அச்சட்டத்தைத் திடீரெனக் கொண்டு வந்தா லும் விளைவுமுனைகள் உண்டாக்கப்படலாம். இக்காரணத்தினுற்றிசை காட்டியூசியைப் போன்ற இலேசான எந்தக் காந்தமும் அதனோடு உபயோகிக் கப்படும் காந்தத்தை நோக்கி விரைவாகக் கொண்டுவரப்படக்கூடாது. அவ் வாறு கொண்டுவரப்படின் அதில் விளைவு முனையொன்றுண்டாகக் காண லாம். அன்றேல், அதன் முனைத் தன்மை நேர்மாறாகக் காணலாம்.

§473. **வடமுனைத்தன்மையும் தென்முனைத்தன்மையும் நேர்மாறான குறியையுடையன**—வடமுனையொன்றும் தென்முனையொன்றுமாகிய இரு முனைகளும் **இயல்பில் மட்டும் வித்தியாசப்பட்டனவன்று. வகையிலும் நேரெதிரானவையே.** அதாவது, ஒரு முனை காந்தவியல்பின் **நேர்க்கணிய** மொன்றைக் குறிப்பதாகக் கருதப்படுமாயின் மற்றது **எதிர்க்கணிய**மாகும்.

காந்தமொன்றின் ஏதாவதொரு முனையிலிருந்து (இதனை வட முனை யெனக்கொள்க) குறுகிய ஆணிகளின் ஒரு தொகையை, சங்கிலித் தொடராய்த் தாங்கச் செய்து, இதனை இலகுவிற் காட்டலாம். இரண்டாவது காந்தமொன்றின் தென்முனையை இவ்வடமுனையினண்மையிற் கொண்டு வர, சங்கிலியின் முனையிலிருந்து ஆணிகள் விழத் தொடங்கும். தாங்கிக் கொண்டிருக்கும் முனையின் வலுக்குறைவை இது காட்டுகின்றது. கொண்டு வரப்பட்ட தென் முனையினால் வடமுனையானது குறைவாக நடு நிலையாக்கப் பட்டதே இவ்வலுக்குறைவுக்குக் காரணமாகும்.

காந்தங்களிரண்டும் உருவத்திலும் பருமனிலும் ஒத்தனவாயும் ஏறத் தாழச் சமவலுக்களையுடையனவாயுமிருப்பின், ஒன்றின் வடமுனையானது மற்றதின் தென்முனையோடு அடுத்திருக்குமாறு வைத்து ஒன்றின் விளைவு களை மற்றது ஏறத்தாழ முழுவதும் அற்றுப்போகுமாறு செய்யமுடியும்.

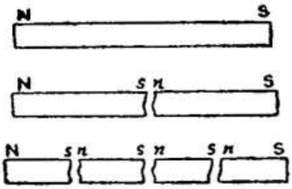
இவற்றிலிருந்தும் இவற்றைப்போன்ற பரிசோதனைகளிலிருந்தும், காந்த மொன்றின் வட தென் முனைகள் உறுதியாக எதிர்வகையானவையென்ற முடிவுக்கு நாம் வரமுடியும்.

வடமுனையை நேராகக் கருதுவது வழக்கமாகும். ஆகவே, **தென்** முனைத்தன்மை **எதிராகக்** கருதப்படும்.

§474. **கட்டற்ற காந்தவியல்பின் முழுக்கணியமும் பூச்சியமாகும்**—காந்த மொன்றின் முனைகளை ஒன்றிலிருந்து மற்றதைப் பூரணமாகப் பிரிக்க முடியுமா அல்லவா வென்றும், எந்தத் தறுவாயிலும் காந்த மொன்றின் முனைகள் சமமற்றிருக்க முடியுமாவென்றும் அறிவது

ஓரளவுக்கு முக்கியமானதாகும். கீழே குறிப்பிடப்பட்ட பரிசோதனைகளைச் செய்து இவ்வினுக்களுக்கு விடைகளைத் தீர்மானிக்கலாம்.

காந்தமொன்றை முறித்தல்—வல்லுருக்கின் மெல்லிய துண்டொன்று காந்தமாக்கப்பட்ட பின் இரண்டாக முறிக்கப் பட்டால், திசைகாட்டு மூசியினுற் பரி சோதிக்கப்படும்போது ஒவ்வொரு பாதியும் **முழுக்காந்தமாகக்** காணப்படும். உருக்கி னது முந்திய முனைகள் முந்திய முனைத் தன்மையைப் பற்றியுள்ளன. ஆனுல், முறிவினுலுண்டான **புதிய** முனைகளிலே எதிர்க் குறிகளையுடைய முனைகளிரண்டு தோற்றியுள்ளன (உருவம் 374).



உருவம் 374.—காந்தமொன்றை முறித்தல்.

ஒவ்வொரு பாதியையும் இரண்டாக முறிக்கத் தண்டினது நான்கு குறுகிய துண்டுகள் பெறப்படும். இத்துண்டுகளொவ்வொன்றும் திசைகாட்டு மூசியினுற் பரிசோதிக்கப்படும்போது முழுக் காந்தமாகக் காணப்படும். அணுவசியமான பங்கமின்றி முறிக்கக்கூடியமட்டும் இம்முறையானது தொடர்ந்து நிகழலாம். இவ்வாறு முறித்துப் பெறப்பட்ட பாகமொவ் வொன்றும் எதிர்வகை முனைகளிரண்டைக் கொண்டிருக்கக் காணப்படும்.

எனவே வடமுனையொன்றை அதனேடொத்த தென்முனையிலிருந்து பிரிக்கமுடியாது, அல்லது **எந்தக் காந்தமும் வடமுனையொன்றும் மற்றது தென்முனையுமாகிய இருமுனைகளையேனும் பெற்றிருத்தல் வேண்டும்** என்ற முடிவுக்கு நாம் வருதல் கூடும்.

காந்தமொன்றின் முனைகளினது சமத்துவம்— தொங்கவிடப்பட்ட காந்த மொன்றைத் தாக்கும் விசைகள் காந்தத்திலே புவிக்காந்தத்தினுற் செலுத்தப்படும் விசைகளெனக் கருதப்படலாம். காந்தத்தின் முனை களிரண்டுஞ் சமமாயிருப்பின் அவற்றிற் செலுத்தப்படும் விசைகள் சமமாயிருந்து காந்தத்தைத் திசை நோக்கி நிற்குந் தாக்கத்தை மட்டுங் கொடுப்பனவென்பதை நாம் எதிர் பார்க்கலாம். ஆனுல், முனைகள் சம மற்றிருப்பின் ஒரு முனையிற் செலுத்தப்படும் விசையானது மற்றதிற் செலுத்தப்படுவதிலும் பெரிதாயிருக்குமென நாம் எதிர்பார்க்கலாம். திசை நோக்கி நிற்கச் செய்யுந் தாக்கத்தினேடு காந்தத்திலே **இடப்பெயர்ச்சி விளைவையும்** இவ்விசைகள் கொடுப்பதே இதன் விளைவாகும்.

இதனைப் பரிசோதிக்க வேண்டுமாயின் நீரில் மிதக்குந் தக்கைத்துண் டொன்றிற் காந்த மொன்றைத் தாங்கவிடலாம். விசைகளிலுள்ள ஏதாவது சமமின்மையானது சாதாரண வட—தென் திசையிற் சுழன்றபின் காந்தத்தை முற்றுகவே ஏதாவதொரு திசையில் இயங்கச் செய்யும்.

இதுவல்லாத வேறோர் பரிசோதனையில், காந்தவாக்கத்தின் முன்பு உருக்குத்துண்டொன்று நிறுக்கப்படுதல் வேண்டும். இதனைக் காந்தமாக்கிய பின் மீண்டும் நிறுக்க வேண்டும். புவியினாற் செலுத்தப்படும் நிலைக் குத்து விசைகள், முனைகள் சம பருமனையுடையனவாயிருக்கும்போது எவ்வித விளைவையும் உண்டுபண்ணமாட்டா. ஆனால் முனைகள் சமமற்றிருப்பின் உருக்கானது காந்தமாக்கப்படும்போது நிறையில் மாற்றந் தோற்றப்படும்.

காந்தத்தின் இரு முனைகளையுந் தாக்குகின்ற விசைகளுக்கிடையே எவ்வித சமமின்மையு மிருப்பதான அத்தாட்சி இவ்விரு சந்தர்ப்பங்களுளெதனிலாவது காணப்படாது. மிதக்குங் காந்தமானது அதனச்சு வட தென்றிசையில் நிற்குமட்டும் சாதாரணமாகச் சுழன்று இரண்டொரு ஆடல்களின்பின் அந்த நிலையிலே ஓய்வுநிலையடையும். உருக்குத் தண்டானது காந்தமாக்கப்பட்ட பின்பும் முந்தியிருந்தது போலவே சரியாய் ஒரே நிறையைக் கொண்டதாயிருக்கும். ஆகவே, **சிறப்பான எந்தக் காந்தத்தினதும் வட தென் முனைகள் சம பருமனையுடையன** என்ற முடிவுக்கு நாம் வருதல் வேண்டும்.

இப்பந்தியிற் பெறப்பட்ட பேறுகளைப் பின்வருமாறு கூறலாம் :

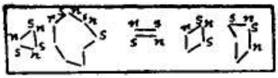
(1) முழுவதும் வேறாகவேனும் கட்டற்றேனும் தனிக்காந்த முனைவெதனையும் பெறமுடியாது. ஒவ்வொரு முனையும் நேரெதிர்க்குறியுள்ள முனையொன்றினோடு சேர்ந்திருத்தல் வேண்டும்.

(2) காந்தமொன்றின் வட தென் முனைகள் சமத்திறன்களையுடையன. அன்றேல், காந்தம் இரண்டிலுங் கூடுதலான முனைகளைக் கொண்டிருக்கும்போது, காந்தத்திலுள்ள வட முனைகளெல்லாவற்றினதும் முழுத்திறனும் அதே காந்தத்திலுள்ள தென் முனைகளெல்லாவற்றினதும் முழுத்திறனுக்குச் சமமாயிருத்தல் வேண்டும்.

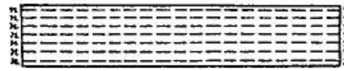
இவ்விரு கூற்றுக்களையும் பொதுவாகப் பின்வருமாறு சேர்த்துக் கூறலாம். **எந்த நிலைமைகளின் கீழும் கட்டற்ற காந்தவியல்பு இருக்கமுடியாது.**

§ 475. காந்தத்தின் மூலக்கூறுக் கொள்கை—ஈவிங்கின் (Ewing's) கொள்கை—காந்தமொன்று முறிக்கப்படும்போது பெறப்பட்ட ஒவ்வொரு துண்டும் ஒரு முழுக்காந்தமென இப்போது கண்டோம். துண்டுகள் எவ்வளவு சிறிதாயிருந்தபோதிலும் இது மெய்யாகுமாதலின், காந்தமாக்கப்பட்ட உருக்கானது தனி மூலக்கூறுகளாக முறிக்கப்பட, ஒவ்வொரு மூலக்கூறும் ஒரு முழுக் காந்தமாகுமென்ற எண்ணத்தை எமக்குக் கொடுக்கின்றது.

காந்தவாக்கத்தின்போது மூலக்கூறுகள் காந்தங்களாக **மாறுகின்றன** வெனக் கருதுவதினுல் இங்கு விவரிக்கப்படமுடியாத பல சிக்கல்கள் எழுகின்றன. ஆயினும், மூலக்கூறுகள் **நிலையாகக்** காந்தமாக்கப்பட்டுள்



உருவம் 375. காந்தமாக்கப்படாத இரும்புச் சட்டத்தில் மூலக்கூறுக் கூட்டம் (மூடிய சங்கிலிகள்).



உருவம் 376.—ஒரு சீராகக் காந்தமாக்கப்பட்ட இரும்புச் சட்டத்தில் மூலக்கூற்றெழுங்கு (திறந்த சங்கிலி).

ளனவெனக் கொள்வோமாயின் காந்தவியல்பின் தோற்றப்பாடுகளை விளக்குவது கடினமாயிருக்க முடியாது.

இக்கொள்கையின்படி காந்தமாக்கப்படாத இரும்புச் சட்டமொன்றிலே மூலக்கூறுகள் " மூடிய சங்கிலிகளாக " ஒழுங்குசெய்யப்பட்டுள்ளன. இவ்வொழுங்கில் ஒவ்வொரு மூலக் கூறினதும் வடமுனையானது சங்கிலியில் அதற்கடுத்துள்ள மூலக்கூற்றின் தென் முனையினண்மையிலுள்ளது (உருவம் 375). உருக்கானது காந்தமாக்கப்படும்போது மூலக்கூறுகள் சுழற்றப்பட்டு சமாந்தரமான " திறந்த சங்கிலிகளின் " தொடராக இருப்பனவாகக் கருதப்படும். அப்போது திறந்த முனைகளிலுள்ள முனைகள் நடுநிலையாக்கப்படாது இருத்தலினுல் அவற்றைக் கண்டுபிடிக்க முடியும் (உருவம் 376).

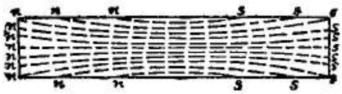
மேலே விவரிக்கப்பட்ட கொள்கையானது முதலில் **ஈவிங்கினுற்** கூறப்பட்டதாதலின் **ஈவிங்கின் கொள்கை** எனப்படும். கீழே காட்டப்பட்டிருப்பதுபோல் இதுவரை நாம் விவாதித்த தோற்றப்பாடுகளைப்பற்றிய திருப்தியான விளக்கத்தை இக்கொள்கை கொடுக்கின்றது.

முதலாவதாக, காந்தமொன்றின் முனைகளினது மெய்யான பரவல் 376 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோல முழுவதும் ஒத்திருப்பதில்லை. காந்தத்தாக்கம் காந்தத்தின் முனைகளில் மட்டுங் கட்டுப்பட்டிருப்பதில்லை. ஆனுல், அதன் பக்கப்பாடுகளிலும் கணிக்கக்கூடிய அளவுக்குப் பரந்திருக்கும். மூலக்கூறுகள் சுழலுமாறு கட்டற்றுள்ளன என்னும் எண்ணத்திலேயே ஈவிங்கின் கொள்கை தங்கியிருக்கின்றது. ஆகவே வலுவுள்ள காந்தமொன்றின் தாக்கத்தினுல் நேர்கோடுகளில், அவற்றை ஒழுங்குசெய்யக் கூடுமாயின், ஒவ்வொரு முனையிலும் பரந்துள்ள தனிமுனைகள் ஒன்றையொன்று தள்ளுமாதலின், காந்தத்தை அகற்றியதும் அவ்வொழுங்கின்படி அவையிரா. மூலக்கூறுச் சங்கிலிகளின் விளைவான உருவம் 377 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோன்றிருக்கும். இதிற் காணப்படுவதுபோல முனைகளின் பரவல் காந்தத்தின் பக்கப்பாடுகளிலுஞ் சிறிது பரந்திருக்கின்றது.

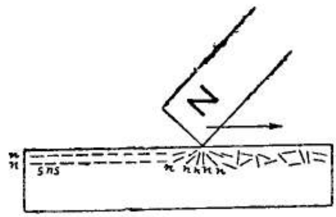
காந்தமுனையொன்றினுல் அழுத்தப்படும்போது உருக்குச்சட்டமொன்று காந்தமாவதேனென்பதற்குரிய திருப்தியான விளக்க மொன்றையும் இக்

கொள்கை கொடுக்கின்றது. அத்துடன் விளைவாகுங் காந்தவியல்பை முன்பாகவே அறிய இக்கொள்கை உதவுகின்றது.

காந்தமொன்றின் வடமுனையானது ஓரிரும்புச்சட்டத்தின் பக்கத்திற் றொட்டுக்கொண்டிருக்க வைக்கப்படும் போது தொடு புள்ளியினண்மையி



உருவம் 377.—சட்டக்காந்தமொன் றிலே மூலக்கூறுகளினொழுங்கு.



உருவம் 378.—காந்தமுனையொன்றினால் இரும்புச் சட்டமொன்றை அழுத்தவுண் டாகும் மூலக்கூறுகளின் சுழற்சி.

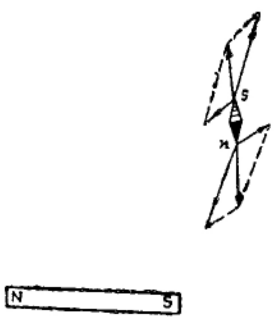
லுள்ள மூலக் கூறுகள் இப்புள்ளியை நோக்கித் தென்முனைகளெல்லாம் இருக்குமாறு சுழலுகின்றன (உருவம் 378). காட்டிய திசையிலே சட்டத்தின் நீளப்பாட்டுக்கு வட முனையானது இழுக்கப்பட்டால், ஒவ்வொரு மூலக் கூறின்மேலும் முனை செல்லும் போது மூலக்கூறு சுழன்று அதன் தென்முனை வடமுனை சென்ற திசையை நோக்கிக் கிடக்கும். காந்தத்தின் வடமுனையானது முதலிற் றொடங்கிய விடத்திலுள்ள முனையிலே வட முனையைக்கொண்டு சட்டமிருக்கும். வடமுனையானது சட்டத்தை விட்டகலும் முனை தென்முனையாகும். இவ்விளைவானது பரிசோதனை மூலம் பெறப் பட்டதை யொத்ததாகும்.

தூண்டலினாற் சட்டமொன்று காந்தமாக்கப்படுந் திசையும் (468 ஆம் பந்தி) இக்கொள்கையோடு இணங்குகின்றது. சட்டத்தின் முனைக்கண்மை யில் வைக்கப்பட்ட வடமுனையை நோக்கித் தென்முனைகள் நிற்குமாறு மூலக்கூறுகள் சுழலும். தென்முனை வைக்கப்படின் அதனை நோக்கி வடமுனைகள் நிற்குமாறு அவை சுழலும். சட்டமானது காந்தத்தின் தூண்டுதலின் கீழிருக்கத் தட்டப்படும்போது பெறப்படும் அதிகரிப்பு காந்த வியல்பு, தட்டினாலுண்டான குழப்பங்களின் பயனாதாம். தட்டின் தாக் கத்தின் காரணமாக மூலக் கூறுகள் அதிரும்போது, குழப்பமற்றிருக்கும் போதிலும் பார்க்கச் சுழல்வதற்குக் கூடிய வசதியுடையானவாயிருக்கும். ஆகவே சட்டத்தின் முனையைத் தட்டுவதினால் அதன் நீளப்பாட்டுக்குக் கிடக்குமாறு சுழலும் மூலக் கூறுகளின்றொகை மிகவும் அதிகரிக்கும்.

முரடான உபயோகிப்பாலேனும் வெப்பநிலை யேற்றத்தினாலேனும் மூலக் கூறுகளினதிர்வு அதிகரிக்கப்படும்போது நிலையான காந்தமொன்று வலுக்குறைந்து போவதையும் இவ்வகையாவே விளக்கலாம்.

இரும்புக்கும் உருக்குக்குமிடையேயுள்ள வித்தியாசங்கள் இவ்விரு பதார்த்தங்களிலுள்ள மூலக்கூறுகளின் சார்பான கட்டற்ற தன்மைகளுக்கிடையேயுள்ள வித்தியாசங்களினாலுண்டானவையெனக் கருதப்படும். இரும்பிலுள்ள மூலக்கூறுகள் ஓரளவிற்குக் கட்டற்றிருப்பின் மிகச்சிறிய காந்தவிசைகளினால் அவை இலகுவாகச் சுழலும். அப்போது இரும்பானது உயர்ந்த பேற்றுத்திறனையுடையதாகும். ஆயினும், அதே கட்டற்றதன்மை அம் மூலக்கூறுகளை மீண்டும் மிகவிரைவில் மூடிய சங்கிலிகளாக்கும். அப்போது பற்றுத்திறன் ஒப்பீட்டிற் குறைவாகும். இரும்பின் மூலக்கூறுகளிலும் பார்க்க உருக்கின் மூலக்கூறுகள் கூடிய கட்டற்றனவாகச் சுழலகின்றன வெனக் கொள்வோமாயின், இரும்பிலும் பார்க்க, உருக்கானது குறைந்த பேற்றுத் திறனையும் கூடிய பற்றுத்திறனையுங் கொண்டதாகும்.

மூலக்கூறுகளின் சுழற்சியை எதிர்க்கும் விசைகள் உராய்வின் இயல்பைக் கொண்டதாயிருத்தல் கூடும். இச்சந்தர்ப்பத்தில் அவை பதார்த்தத்தின் அமைப்போடு வேறுபடும். அன்றேல், அவ்விசைகள் அடுத்துள்ள மூலக்கூறுகளுக்கிடையே செலுத்தப்படுங் காந்தவிசைகளின் பயனானவையாகலாம். பின்னைய சந்தர்ப்பத்தில், மெல்லிரும்புத் துண்டொன்றின் மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயுள்ள தூரத்திலும்பார்க்க உருக்கு மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயுள்ள தூரம் சிறிதெனக் கொண்டு உருக்கின் குறைந்த பேற்றுத்திறனையும் உயர்ந்த பற்றுத்திறனையும் விளக்கலாம்.



379.—குறுகிய காந்தவூசியொன்றிலே அடுத்துள்ள சட்டக்காந்தத் திண்மமொன்றினாற் செலுத்தப்படும் விசைகள்.

§ 476. காந்த மண்டலங்கள்.—காந்தமொன்றினண்மையிற் காந்தவூசியொன்றை வைக்க வரையறையான ஒரு திசையை நோக்கி அது நிற்கும். புவியின் தாக்கத்தைத் தற்காலிகமாக நிராகரிப்போமேயானால் ஊசியிற் காந்தம் செலுத்தும் விசைகளினால் மட்டுமே அவ்வூசியின் திசை தீர்மானிக்கப்படும்.

காட்டியவாறு (உருவம் 379) காந்தமொன்றினண்மையில் வைக்கப்பட்ட திசைகாட்டு மூசியொன்றைக் கருதுக. ஊசியின் வடமுனையிற் செலுத்தப்படும் விசைகள் இரண்டாகும்; ஒன்று காந்தத்தின் வட முனையினாற் செலுத்தப்படுந் தள்ளுகை விசை, மற்றது காந்தத்தின் தென் முனையினாற் செலுத்தப்படுங் கவர்ச்சி விசை. உருவத்திற் காட்டியவாறு காந்தத்தின் தென்முனையினாற் செலுத்தப்படும் விசையானது வட முனையினாற் செலுத்தப்படும் விசையிலுங் கூடுதலாயிருக்கும். ஊசியின் வட முனையிற் றாக்குகின்றதொரு விளைவான விசையானது n இலிருந்து தடித்த அம்புக் கூரினாற் குறிக்கப்படுந் திசையிலிருக்கும்.

ஊசியின் தென்முனைவிற் செலுத்தப்படும் விசைகள் காந்தத்தின் வட முனையின்பயனுன கவர்ச்சி விசையும், காந்தத்தின் தென் முனையின் பயனுன தள்ளு விசையுமாம். இவ்விசைகள் உருவத்திற் காட்டிய திசை களிற்ருக்கும். இவற்றின் தொகுவிளையுள் s இலிருந்து தீடித்த அம்புக் கூரிஞற் குறிக்கப்பட்டபடியிருக்கும்.

ஊசி குறுகியதாய்க் காந்தத் திண்மமொன்றிலிருந்து சிறிது தூரத்தி லிருக்குமாயின் n, s ஆகிய அதன் முனைகளிற்ருக்கும் விளையுள் விசைகள் ஏறத்தாழச் சமமாயிருப்பதோடு ஏறத்தாழச் சரியாய் எதிர்த்திசைகளிற் ருக்கும். நுண்ணளவான நீளத்தையுடைய ஊசி யொன்றிஞேடு இவ்விசை கள் சரிசமமாயும் நேரெதிராகவுமிருக்கும். ஆகவே, விசைகளிரண்டதுந் திசையிலேயே ஊசியானது ஓய்வுநிலையடையும்.

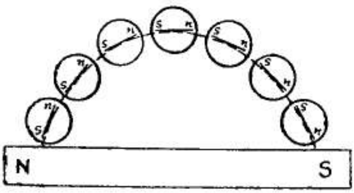
காந்தமொன்று மதிப்புக்குரிய விசைகளை ஊசியிற் செலுத்துமாறு இக் காந்தத்தின் போதியவளவு அண்மையில் ஊசி இருக்குமாயின், அவ்வூசி காந்தத்தின் **காந்தமண்டலத்தில்** இருப்பதாகக் கருதப்படும். **எந்தப் புள்ளியிலுங் காந்தமண்டலத்தின் திசையானது அப்புள்ளியில் வைக்கப் படும் வடமுனையிற் செலுத்தப்படும் விசையின் திசையேயாம்.** காந்த மண்டலத்தில் வைக்கப்படுஞ் சிறிய காந்த வூசியொன்று ஊசியின் மையத்திலுள்ள மண்டலத்தின் திசையை நோக்கி வடமுனை நிற்கக்கூடிய தாய் ஓய்வுநிலையடையும்.

§ 477. காந்தவிசைக் கோடுகள்.—ஊசியொன்றை ஓய்வுநிலையடைய விட்டு அது கிடக்குந் திசையைக் குறித்து, அவ்வூசியின் மையத்திலுள்ள காந்த மண்டலத்தின் திசையைக் காணலாம். இப்போது மண்டலத்திசையின் நேரே சிறிது தூரம் ஊசியானது இயக்கப்பட்டால் அதன் புதிய ஓய்வு நிலையைத் தீர்மானிக்கலாம். ஊசியின் கீழே வைக்கப்பட்ட காகிதத் தாளொன்றில் இந்நிலைகள் குறிக்கப்படலாம். இதனைத் தொடர்ந்து செய்ய, ஒன்றையொன்று ஒழுங்கான வளைகோட்டிற் ருெடர்ந்து செல்லுங் குறுகிய கோடுகள் பலவற்றைப் பெறலாம் (உருவம் 380). ஊசியிருந்த பல்வேறு புள்ளிகளில் மண்டலத்தின் திசையை இவ்வளைகோடு குறிக்கின்றது.

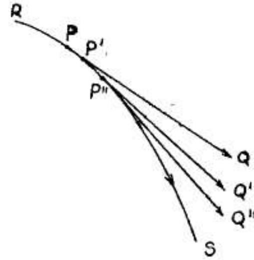
இப்போது ஊசியிலிருந்து வடமுனையைப் பிரித்தெடுக்கக் கூடுமாயின் வளைகோட்டிலுள்ள ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் அவ்வளைகோட்டின் தொடு கோட்டினது திசையிலேயுள்ள விசையொன்றிஞல் அவ்வடமுனையானது தாக்கப்படும். உதாரணமாக, RS என்பது விவரிக்கப்பட்ட வகையான வொரு வளைகோடாயின் (உருவம் 381) P இலுள்ள கட்டற்ற வடமுனையிற் செலுத்தப்படும் விசையானது PQ இன் நேரேயிருக்கும். P′, P″, புள்ளி களில் விசையானது முறையே P′Q′, P″Q″ களின் நேரிலே தாக்கும். எனவே, காந்தவிசையின் தாக்கத்தின் கீழ் இயங்கக் கட்டற்றிருக்குமாயின் முனையானது வளைகோடு RS இன் நேரே இயங்கும்.

3—R 1410 (2/62)

இவ்வகையான ஒரு வளைகோடு **காந்தவிசைக்கோடு** எனப்படும். **கோட்டிலுள்ள எந்தப் புள்ளியிலும் மண்டலத்தின் திசையானது அப்புள்ளியிற் கோட்டிற்குத் தொடுகோடாயமையுமாறு வரையப்பட்ட கோடு** என இக்கோட்டிற்கு வரைவிலக்கணங் கூறப்படும்.



உருவம் 380.—திசைகாட்டுமூசிகளினாற் சுவடு பிடிக்கப்பட்ட காந்தவிசைக்கோடு.



உருவம் 381.—கட்டற்ற வடமுனையின் பாதையாகக் கருதப்பட்ட விசைக்கோடு.

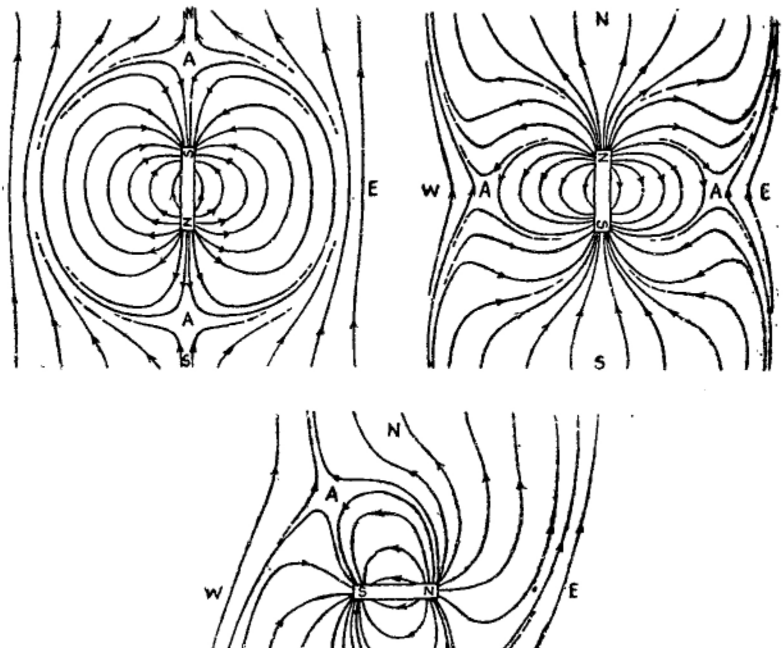
இன்னுமொரு வரைவிலக்கணம் பின்வருமாறு : **முனையின் இயக்கமானது காந்தவிசைகளினால் மட்டும் உண்டாகும்போது கோட்டின் எந்தப் புள்ளியிலும் வைக்கப்பட்ட கட்டற்ற வட முனையொன்று செல்லும் பாதையே காந்தவிசைக் கோடாகும்.**

§478. காந்தவிசைக் கோடுகளை வரைதல்.—முந்திய பந்தியில் விவரிக்கபட்டதுபோல், சிறிய திசைகாட்டு மூசியொன்றைக்கொண்டு ஒரு காந்த மண்டலத்திலுள்ள விசைக்கோடுகள் வரையப்படலாம். பல்வேறு வித்தியாசமான இடங்களில் ஊசியை வைத்துத் தொடங்கி ஆராய விரும்பும் பரப்பு முழுவதையுமடக்குங் கோடுகளின் தொடரொன்றைப் பெறலாம். இவ்வாறு பெறப்பட்ட வரிப்படமானது காந்தத்தினதும் புவியினதுஞ் சேர்ந்த தாக்கத்தின் பயனான மண்டலத்தைக் குறிக்கும். இதனுருவமானது காந்தங் கிடக்கின்ற திசையிலே தங்கியுள்ளது. சில நிலைகளிற் சட்டக்காந்தமொன்று கிடக்கும்போது, பெறப்பட்ட மண்டலங்களின் வகைகள் அடுத்துள்ள உருவத்திற் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன (உருவம் 382). திசை காட்டியின் தலைப்புள்ளிகள் வரிப்படங்களின் ஓரங்களிலுள்ள எழுத்துக்களினாற் குறிக்கப்பட்டுள்ளன.

ஆராயவேண்டிய பரப்பின்மேலே கண்ணாடித் தட்டொன்றை வைத்து அதன்மேல் இரும்புத் தூளைத் தெளிப்பது விசைக் கோடுகளைக் காட்டுவதற்குரிய இன்னுமொரு வழியாகும். தட்டை இலேசாகத் தட்டினால், திசைகாட்டுமூசியைக் கொண்டு விசைக்கோடுகளை வரைந்து பெறப்பட்டனவற்றினோடொத்த வளைகோடுகளிலே தூள் ஒழுங்காய்ப் பரவுகின்றது. தூள் ஒவ்வொன்றும் தூண்டலினாற் காந்தமாவதே இதன் காரணமாகும். தட்டி அவற்றைக் குழப்பும்போது திசைகாட்டு மூசியைப் போலவே ஒவ்வொன்றும்

சுழன்று அதன் மையத்திலுள்ள மண்டலத்தின் திசையில் ஓய்வடைகின்றது.

மெழுகுத்தாளொன்றைத் தட்டின்மேல் வைத்து அதன்மேல் தூளைத் தெளித்து நிலையான பதிவாக வரிப்படம் பெறப்படலாம். தூள்கள் நிலையில் வந்தபின்பு தாளை இலேசாகச் சூடாக்கி இதனைச் செய்யலாம். அப்போது தூள்கள் மெழுகிலே பதிந்துவிடும்.



உருவம் 382.—புவியின் காந்தமண்டலத்திலே பல்வேறு நிலைகளிற் கிடக்கும் சட்டக் காந்தத்தைச் சுற்றியுள்ள விசைமண்டலங்கள்.

மேலே கூறப்பட்டுள்ள எந்த முறையிலாவது பெறப்பட்ட வரிப்படங்களிலிருந்து, காந்தத்தின் முனையிலிருந்து தூரவுள்ள புள்ளிகளிலும் பார்க்க அண்மையிலுள்ள புள்ளிகளிலே விசைக் கோடுகள் செறிவுகூடியுள்ளனவென்று காணப்படும். முனைகளினடுத்துள்ள விடங்களிலே தூரவுள்ள விடங்களிலும் பார்க்க மண்டலந் திறன்கூடியதாயிருக்குமாதலின்,

கோடுகளின் செறிவதிகரிப்பு காந்தமண்டலத் திறனதிகரிப்போடொத்த தாகும்.

நடுநிலைப் புள்ளிகள்—காந்தமொன்றைச் சுற்றி விசைக்கோடுகளை வரையும் போது சில பரப்புகளை விட்டுக் கோடுகள் திடீரெனத் திரும்பிச் செல்கின்றன. இவ்வகையான பரப்புகளின் குறுக்கே எந்த விசைக்கோடுஞ் செல்வதில்லை. இவ்வகையான பரப்புகள் காந்தத்தின் மண்டலமானது புவிமண்டலத்திற் குச் சரிசமமாயும் நேரெதிராயுமுள்ளவிடங்களிலேயே காணப்படுகின்றன. இவ்வகையான புள்ளியொன்றிலே தொகு விளைவான மண்டலம் பூச்சிய மாகும். இப்புள்ளியினூடு எந்த விசைக்கோடுஞ் செல்லமுடியாது.

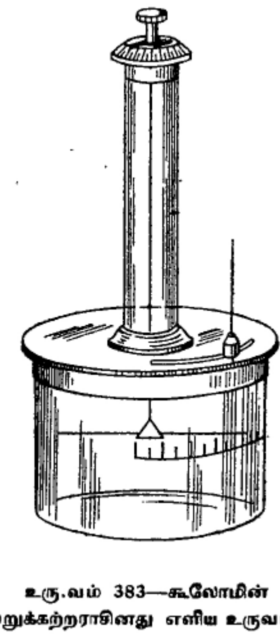
விளையுட் காந்தமண்டலம் பூச்சியச் செறிவுடையதான புள்ளி **நடுநிலைப் புள்ளி** எனப்படும். மேலேயுள்ள வரிப்படங்களில் இப்புள்ளிகளின் உதா ரணங்கள் A, A, களிற் காட்டப்பட்டுள்ளன.

விசைக்கோடுகள் ஒன்றையொன்று வெட்டுவதில்லை.—விசைக்கோடுகள் ஒன்றையொன்று ஒருபோதும் வெட்டுவதில்லை யென்பதை உணருவது அவசியமாகும். அதன் நீளப்பாட்டில் எந்தப் புள்ளியிலுமுள்ள காந்த மண்டலத்தின் திசையை விசைக்கோடொன்று குறிக்கின்றது என்ற உண் மையிலிருந்து இது உடனே தெளிவாகும். இரண்டு கோடுகள் எந்தப் புள்ளியிலாவது வெட்டுமாயின் அங்கு வைக்கப்படும் வடமுனையொன்றில் விளையுட் காந்தவிசையானது ஒரே நேரத்தில் வெவ்வேறான இருதிசைகளிற் றாக்கல் வேண்டும். இது முடியாத காரியமென்பது வெளிப்படை.

அத்தியாயம் 51

காந்தவிசையின் விதி—காந்தவமுத்தம்—காந்தச்செறிவு

§ 479. கூலோமின் முறுக்கற்றராசு.—காந்த முனைகளிரண்டினுல் ஒன்றுக் கொன்று செலுத்தப்படும் விசையானது முனைகளின் திறன்களினேடும் அவற்றைப்பிரிக்குந் தூரத்தினேடும் எவ்வாறு மாறுகின்றதென்பதைத் தீர்மானிக்கக் கூலோமினுல் ஆராய்ச்சியொன்று செய்யப்பட்டது. ஏறத்தாழச் சமதிறன்களையுடைய நீண்ட மெல்லிய காந்தங்களின் ஒரு தொகையைப் பெறக்கூடியதாய்ப் பல மெல்லிய உருக்குத் தண்டுகளை இத்தேவைக்காக இவர் காந்தமாக்கினர். இக் காந்தத்தின் கூட்டங்களினது வெவ்வேறு சோடிகளுக்கிடையேயுள்ள கவர்ச்சி அல்லது தள்ளுதல் முறுக்கற் றராசொன்றினுல் அளககப்பட்டது (உருவம் 383).



உரு.வம் 383—கூலோமின் முறுக்கற்றராசினது எளிய உருவம்.

முறுக்கற் றராசானது மேலே நீண்ட கண்ணுடிக்குழாயொன்று ஏற்றப்பட்டுள்ள அகன்ற கண்ணுடியுருளை யொன்றைக்கொண்டது. கண்ணுடிக் குழாயினுற் காவப்பட்டுள்ள "முறுக் கற்குடுமி" யொன்றின் கதிர்க்கோலினேடு வெள்ளிக்கம்பியொன்று இணைக்கப்பட்டுள்ளது. காந்தங்களுள் ஒன்று அல்லது பல அகன்ற கண்ணுடியுருளையினுள்ளே தொங்க விடப்படக் கூடியதாய்க் கம்பியின் கீழ் முனையிலே ஏந்தியொன்று பொருத்தப்பட்டுள்ளது. முறுக்கற்குடுமியைச் சுற்ற வெள்ளிக்கம்பியின் மேன் முனையானது சுற்றப்படும். இச்சுற்ருனது அளவுச்சட்டமொன்றிலே பாகைகளில் அளக்கப்படும். வெள்ளிக்கம்பியின் கீழ்முனையானது நிலையான நிலையொன்றில் வைக்கப்பட்டால் மேன்முனையின் இச்சுற்ருனது கம்பியிற்புகுத்தப்பட்ட முறுக்கையளக்கும்.

ஏந்தியிலே காந்தங்களின் ஒரு கூட்டம் வைக்கப்பட்டன. இக்காந்தங்களின் ஒத்தமுனைகள் ஒருமித்து வைக்கப்பட்டன. இதன்பின்பு, வெள்ளிக்கம்பியானது எவ்வித முறுக்கலுமின்றிக் கட்டற்றிருக்க, தொங்கவிடப்பட்ட தொகுதியின் ஒரு முனை அகன்ற கண்ணுடியுருளையில் அளவு குறிக்கப்பட்டுள்ள சதமமீற்றர் அளவுச்சட்டத்தின் பூச்சியத்தை நோக்கிநிற்குமாறு ஆய்கருவி முற்ருகத் திருப்பப்படும். தொங்கவிடப்பட்ட

தொகுதியானது இந்த நிலையிலேயே வைக்கப்பட்டேனும் திரும்பவும் இந்த நிலைக்குக் கொண்டுவரப்பட்டேனுமிருக்குமாயின், புவிமண்டலத்தினுல் இத்தொகுதியிற் செலுத்தப்படும் இணைவிசையானது எப்போதும் பூச்சியமாகின்றது.

இதன்பின்பு, தொங்கவிடப்பட்ட தொகுதியின் மட்டத்திலே கீழ்முனை இருக்குமாறு இதனைப் போன்ற காந்தக் கூட்டமொன்று வைக்கப்படும். அகன்ற கண்ணுடியுருளையின் முடியிலுள்ள தக்கையொன்றிலே இக்காந்தங்கள் நெருக்கிப் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. வெவ்வேறு நிலைகளில் இத்தக்கையை இயக்கி, நிலையான இக்கூட்டத்தின் கீழ்முனையானது சதமமீற்றரளவுச் சட்டத்திலே விரும்பிய பிரிவுக்கெதிரே வைக்கப்படலாம். இந்த நிலையான தொகுதியிலுள்ள காந்தங்களின் கீழ்முனைகளெல்லாம் ஒரே முனைத் தன்மையைக் கொண்டனவென்பது வெளிப்படை.

நிலையான காந்தங்கள் நிலையில் வைக்கப்பட்டபோது தொங்கவிடப்பட்ட தொகுதியானது முந்தியிருந்த பூச்சியநிலையிலிருந்து விலகி இயங்கும். இதனைத் திரும்பவும் அந்த நிலைக்குக் கொண்டுவர முறுக்கற்குடுமி சுற்றப்படுதல் வேண்டும். இதனைச் செய்யக் குடுமியானது சுற்றப்பட வேண்டிய கோணம் கம்பியிலுள்ள "முறுக்கலுக்குச்" சமமாதலின் காந்தங்களின் இருதொகுதிகளினதும் முனைகளுக்கிடையே செலுத்தப்படும் கவர்ச்சி அல்லது தள்ளுகை விசைகளை இக்கோணம் அளந்தது.

தொங்கவிடப்பட்ட தொகுதியிலும் நிலையான தொகுதியிலும் வெவ்வேறு தொகைகளான காந்தங்களை உபயோகித்து இப்பரிசோதனைகள் பல செய்யப்பட்டன. தொகுதிகளிரண்டினதும் அடுத்துள்ள முனைகளைப் பிரிக்குந தூரத்தை மாற்றியும் பரிசோதனைகள் செய்யப்பட்டன.

பேறுகளை ஒப்பிடும்போது கம்பியிற் செலுத்தப்படத் தேவைப்பட்ட முறுகற் கோணமாகிய θ என்பது, தொங்கவிடப்பட்ட தொகுதியின் காந்தங்களின் தொகையாகிய n இனேடு நேராகவும், நிலையான தொகுதியின் காந்தங்களின் தொகையாகிய m இனேடு நேராகவும் மாறியதெனக் **கூலோம்** கண்டார். காநதங்களின் இரு தொகுதிகளினதும் அடுத்துள்ள முனைகளைப் பிரிக்கும் தூரம் d இன் வர்க்கத்தினேடு தலைகீழாக θ மாறுவதையும் அவர் கண்டார். அதாவது,

$$\theta \propto \frac{nm}{d^2}.$$

தொங்கவிடபபட்ட தொகுதியின் முனையிலுள்ள முனைத்திறன் m_1 எனவும், நிலையான தொகுதியின் கீழ்முனையிலுள்ள முனைத்திறன் m_2 எனவுங் கொள்ளப்பட்டால், முனைகளின் அடுத்துள்ள கூட்டங்களிரண்டிற்குமிடையேயுள்ள விசையானது

$$f \propto \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

எனக் குறிக்கப்படலாமென்பது தெளிவாகும்.

தனது ஆராய்ச்சியின் பயனுகக் **கூலோம்** என்பவர் **கூலோமின் காந்த விசை விதி** என்பதை விவரித்தார். அதனைப் பின்வருமாறு கூறலாம்: **காந்தமுனைகளிரண்டிற்கிடையேயுள்ள கவர்ச்சி அல்லது தள்ளுகை விசையானது, முனைகளிரண்டினதும் திறன்களினது பெருக்கத்தினேடு நேரான விகிதசமமாயும் அவற்றைப் பிரிக்கும் தூரவர்க்கத்தினேடு தலைகீழான விகிதசமமாயுமுள்ளது.**

கூலோமின் பரிசோதனையானது, உயர்ந்தபடி திருத்தமான விளைவுகளைக் கொடுக்காததினுல், விதியை அது **நிறுவியதெனச்** சொல்ல முடியாது. இவ்வகையான விதியொன்றே மெய்யான காந்தவிசை விதியாகலாமெனப் பெறப்பட்ட பேறுகள் காட்டியுள்ளன. இதற்குப்பின்னர் மற்றும் ஆராய்ச்சியாளர் செய்த பரிசோதனைகள் இவ்விதியானது மிக்கவுயர்ந்தபடியான திருத்தத்துடன் அமைந்துள்ளதெனக் காட்டியுள்ளன.

§ 480. **காந்த முனையலகின் வரைவிலக்கணம்.—கூலோமின்** அவதானங்கள் நினைவூட்டிய விதியின் உண்மையை ஒப்புக்கொண்டு காந்தமுனைகளின் திறனைக் குறிக்கக்கூடிய அலகொன்றை எம்மால் வரையறுக்க முடிகின்றது.

k என்பது f, m_1, m_2 என்பன அளக்கப்படும் அலகுகளிலே தங்கியுள்ள ஒரு மாறிலியாகக் கொள்ளப்பட்டால், இவ்விதியானது

$$f = k\frac{m_1 m_2}{d^2}$$

எனவெழுதப்படலாம்.

f என்பது தைனில் அளக்கப்படும். m_1, m_2 என்பன குறிக்கப்படும் ஆகவெளிய அலகுகள் k ஐ ஒனறுக்குமாறு அமைந்துள்ளன. ஆகவே, காந்தத்திறனின் அலகொன்று பின்வருமாறு வரையறுக்கப்படலாம்:

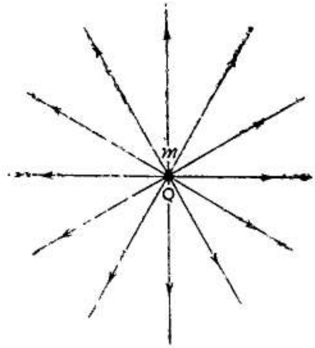
ஒரு காந்தமுனையலகானது, ஒத்த சமமான ஒரு கணியத்திலிருந்து 1 ச.மீ. தூரத்தில் வைக்கப்படும்போது, ஒரு தைன் விசையோடு தள்ளுகின்ற காந்தத்தின் ஒரு கணியமாகும். பின்னர் நாம் காட்டவிருக்குங் காரணங்களினுல் **முனைகளிரண்டையும் வளியானது சூழ்ந்திருக்க வேண்டுமென்பதையும், அவற்றினிடையேயுள்ள முழுத்தூரமும் வளியினுல் நிரம்பியிருக்க வேண்டு மென்பதையும்** குறிப்பிடுதல் அவசியமாகும்.

இவ்வலகுகளில் m இற்குச் சமமான காந்த வடமுனையானது $+m$ குறியீட்டினுற் குறிக்கப்படும். இதற்குச் சமமான தென்முனை $-m$ இனுற் குறிக்கப்படும்.

§ 481. **காந்தமண்டல மொன்றின் செறிவு :**— எந்தவிடத்திலுமுள்ள காந்தமண்டலமொன்றின் செறிவானது அவ்விடத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள வடமுனையலகொன்றின்மீது செலுத்தப்படும் விசையின் சார்பாக வரையறுக்கப்படும். ஓரிடத்தில் வைக்கப்பட்ட **முனையலகொன்றிற் செலுத்தப்படும் விசை**

யானது ஒரு தைனுக்குச் சமமாயின் அப்புள்ளியிலுள்ள காந்தமண்டலமானது செறிவலகொன்றையுடையதாகும்.

ஆகவே, எந்தவிடத்திலுமுள்ள காந்தமண்டலத்திறன் அல்லது செறிவு பின்வருமாறு வரையறுக்கப்படும் : **எந்தவிடத்திலுமுள்ள காந்தமண்டலமொன்றின் செறிவானது அந்தவிடத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள காந்த முனையலகொன்றிற் செலுத்தப்பட்டுத் தைனில் அளக்கப்படும் விசையாகும்.**



உருவம் 384.—காந்தச் செறிவுக்கும் விசைக்கோடுகளின் செறிவுக்குமுள்ள தொடர்பு.

§ 482. **மண்டலச்செறிவுக்கும் பரப்பலகொன்றிற்குரிய விசைக்கோடுகளின் தொகைக்குமிடையேயுள்ளதொடர்பு**—காந்த மண்டலமொன்றிலுள்ள விசைக்கோடுகளினது செறிவதிகரிப்பானது மண்டலத்திறனின் அதிகரிப்போடு சம்பந்தப்பட்டுள்ளதென ஏற்கனவே கண்டோம் (பந்தி 478). மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள வரைவிலக்கணங்களிலிருந்து இக்கணியங்கள் எவ்வாறு தொடர்புடையனவென்று தீர்மானிப்பது இப்போது முடியும்.

O இலுள்ள $+m$ திறனையுடைய தனி முனையொன்று (உருவம் 384) N விசைகோடுகளைக் கொடுக்கின்றதெனக் கொள்க. ஒவ்வொரு கோடும் நேராயிருப்பதோடு கோடுகளெல்லாம் O ஐச் சுற்றி எல்லாத் திசைகளிலுங் கதிர் வீசும். ஆகவே, இக்கோடுகளெல்லாம் O ஐச்சுற்றி வரையப்பட்டுள்ள கோளமொன்றின் மேற்பரப்பினூடு செங்குத்தாகச் செல்லும். r ஆரையையுடைய கோளமொன்றின் பரப்பலகொவ்வொன்றினூடும் செல்லுங் கோடுகளின தொகை $\frac{N}{4\pi r^2}$ ஆகும்.

இப்போது இக்கோள மேற்பரப்பின எந்தப்புள்ளியிலும் காந்தமண்டலச் செறிவானது $\frac{m}{r^2}$ ஆகும். எனவே, **எந்தப் புள்ளியிலுமுள்ள காந்தமண்டலத்தின் செறிவானது அப்புள்ளியிலே மண்டலத்துக்குச் செங்குத்தாக வரையப்படும் மேற்பரப்பொன்றின் பரப்பலகினூடு செல்லுகின்ற விசைக்கோடுகளின் தொகையினேடு விகிதசமமாகும்.**

§ 483. **கோடுகளினலகும் விசைக்குழாய்களினலகும்.**—காந்தமுனையொன்றினல் உண்டாக்கப்படும் மண்டலத்தின் எப்பாகத்திலாவது நாம விரும்பியவாறு நெருக்கமாய் விசைக்கோடுகளை வரையலாமாதலின், எந்தக காந்தமுனையிலுமிருந்து வெளிவரும் விசைக்கோடுகளின் தொகையானது முடிவிலியாகக் கருதப்படலாம். ஆயினும், ஒவ்வொரு **முனையல**

கிலுமிருந்து வெளிவரும் கோடுகள் குழாயொன்றிலே அடைக்கப்பட்டுள் ளனவாகக் கருதப்படலாம். இக்குழாயின் வெட்டுமுகமானது காந்தமண் டலம் மாறும் வகைக்கேற்ப உருவத்திலும் பரப்பிலும் மாறக்கூடுமெனவுங் கருதப்படலாம். இவ்வகையான குழாயொன்று **விசைக்குழாயலகு** எனப்படும்.

எனவே, $+m$ திறனையுடைய தனிமுனையொன்று m விசைக்குழாயலகு களை வெளிவிடும். இவ்விசைக்குழாயலகொவ்வொன்றும் முனையை மை யமாகக்கொண்டு வரையப்பட்ட கோளமொன்றின் மேற்பரப்பினூடு செங் குத்தாகச் செல்லும். இம்மேற்பரப்பின் ஆரை r ஆயின், மேற்பரப்பின் பரப்பலகொன்றினூடு செல்லுங் குழாய்களின் தொகை $\frac{m}{4\pi r^2}$ ஆகும்.

இப்போது, இந்த மேற்பரப்பில் எந்தப் புள்ளியிலுமுள்ள காந்தமண்டலச் செறிவானது $\frac{m}{r^2}$ ஆகும்.

எனவே,

மண்டலச் செறிவு $= 4\pi \times$ பரப்பலகொன்றிற்குரிய குழாயலகுகளின் தொகை.

காரணி 4π ஐ உபயோகிப்பது ஓரளவுக்கு வசதியற்றதாகும். இதனைத் தவிர்ப்பதற்காகக் காந்தமண்டலமொன்றின் செறிவானது **விசைக்கோட் டலகுகளின்** சார்பாய்க் குறிக்கப்படுவது பெரும்பாலும் வழக்காகும். **விசைக்குழாயலகொன்று 4π விசைக்கோட்டலகுகளை அடக்குவதாகக் கருதப்படும்.** எனவே,

மண்டலச் செறிவு $=$ பரப்பலகொன்றிற்குரிய விசைக்கோட்டலகுகளின் தொகை.

§ **484. காந்தமொன்றின் மண்டலத்திலே எந்தப்புள்ளியிலாவதுள்ள செறிவு**—முனைகள் $+m$ திறனையும் $-m$ திறனையுமுடைய காந்தமொன்று NS இனுற் குறிக்கப்பட்டுள்ளதெனவும், மண்டலத்தின் செறிவு கணிக்கப்பட வேண்டிய புள்ளியொன்று P எனவுங் கொள்க (உருவம் 385).

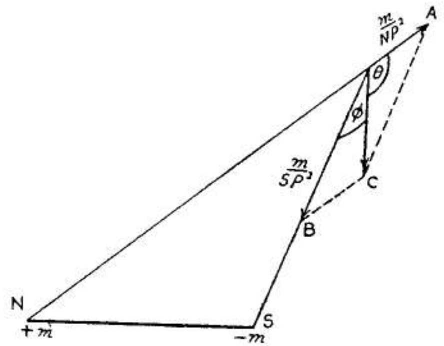
P இல் வைக்கப்பட்டுள்ள வடமுனையலகொன்றிலே முனை N இனுற் செலுத்தப்படும் விசையானது $\frac{m}{NP^2}$ தைன் அளவானதும் NP இன் நீட்சியின் நேரே தாக்குவதுமாயிருக்கும். S ஆனது முனையலகிலே $\frac{m}{SP^2}$ அளவான விசையைச்செலுத்தும். இவ்விசை PS இன் நேரேதாக்கும்.

இவ்விசைகள் $\frac{1}{NP^2}$ இனேடும் $\frac{1}{SP^2}$ இனேடும் விகிதசமமான நீளங்களை முறையேயுடைய PA, PB களினல் பருமனிலுந்திசையிலுங் குறிக்கப்படும்.

P இலுள்ள விளைவுவிசையின் திசையானது PA, PB கோடுகளில் அமைக்கப் பட்டுள்ள இணைகரத்தின் மூலைவிட்டமாகிய PC இனாற் குறிக்கப்படும்.

இவ்வமைப்பானது பரிசோதனையினாற் பரிசோதிக்கப்படலாமாதலின், காந்தவிசையின் தலைகீழ் வர்க்கவிதியின் சரிபிழையை அறிய இது ஓர் எளிய முறையாய் அமைகின்றது.

காந்தம் NS ஐ வசதியான எந்தநிலையிலும் வைக்க. PN என்பது PS இன் ஒன்றரைமடங்காகககொண்டு புள்ளி P ஐத் தெரிந்து கொள்க; PA இனதும் PB இனதும் நீளங்களை 4 : 9 விகிதத்திற் குறித்துக் கொண்டு PACB இணைகரத்தை அமைக்க; P இலுள்ள காந்தமண்டலத் தின் திசையானது PC இன் நேரே பெறப்படும்.



உருவம் 385.—சட்டக் காந்தமொன்றின் பயனுகை எந்தப் புள்ளியிலுமுள்ள மண்டலத்தின் திசை.

இதனைப் பரிசோதிக்க வேண்டுமாயின், காந்தம் அகற்றப்பட்டபின், புவியின தன்றி வேறேதும் காந்தத் தாக்கங்களில்லாதிருக்க, P இலுள்ள திசை காட்டு மூசியொன்று PC இன் நேரே சரியாயிருக்குமாறு வரிப்படத்தைச் சுழற் றுக. இப்போது திரும்பவும் NS நிலையிற் காந்தம் வைக்கப்பட ஊசியானது PC இன நேரேயே நோக்கிநிற்கும்.

காநதத்தின் பயனுன P இலுள்ள விளைவுமண்டலத்தின் பருமன பின் வருமாறு குறிககப்படலாம்.

$$F = m \left\{ \frac{\text{கோசை}\,\theta}{NP^2} + \frac{\text{கோசை}\,\phi}{SP^2} \right\}$$ (உருவத்தைப் பார்க்க).

காந்தவழுத்தம்

§ 485. **காந்தமண்டலமொன்றிலே முனையலகொன்றின் நிலைப்பண்புச் சத்தி.**—சுற்றியுள்ள மண்டலத்தின் செறிவு F ஆயிருக்கும் ஒரு புள்ளி யிலுள்ள $+m$ திறனைக்கொண்ட முனையொன்று மண்டலத்தின் திசையிலே

$m\mathbf{F}$ தைன் விசையொன்றுக்காளாகினறது. விசையின் தாக்கத்தின் கீழ் முனையை இயங்கவிடத் தொகுதியிலிருந்து வேலை பெறப்படுகின்றது. ஆகவே, தொகுதியானது குறித்தவோரளவு சத்தியைக் கொண்டதாயிருத்தல் வேண்டும்.

மண்டலத்தின் சார்பாக முனையை இயங்கவிட்டே தொகுதியின் சத்தியானது பெறப்படலாம். ஆகவே, புவியின் மேற்பரப்பின் மேலே உயர்த்தப்படுந் திணிவொன்றின் சத்தியோடு இதனை ஒப்பிடலாம். அதாவது, **காந்தமுனையானது இருக்கும் நிலையின் பயனாக நிலைப்பண்புச் சத்தியின் குறித்த அளவொன்றைத் தொகுதியானது பெற்றுள்ளது.**

மண்டலத்தின் திசையிலே முனையலகொன்று இயங்கவிடப்படுமாயின் அதனைத்தாக்கும் விசை $\mathbf{F}$ ஆனது அதன் பாதையில் இடத்துக்கிடம் மாறும். குறுகியதூரம் ds இனூடு அது இயங்கும்போது முனையலகிற் செய்யப்படும் வேலை $\mathbf{F}ds$ ஆகும். ஆகவே, $\mathbf{F}$ வரையறையாயிருக்குமட்டும், அதாவது, முனையலகானது முடிவிலாத்தூரத்துக்கு இயங்குமட்டும், தொகுதியிலிருந்து வேலைபெறப்படலாம்.

முனையலகானது முடிவிலிக்கு இயங்குமட்டும் செய்யப்பட்ட முழுவேலையும் ஏதாவதுகணியமாகிய $\mathbf{V}$ ஏக்குகளுக்குச் சமமாகும். இங்கு,

$$\mathbf{V} = \Sigma \mathbf{F}ds \text{ ஏக்குகள்,}$$

$$\text{அல்லது } \mathbf{V} = \int \mathbf{F}ds \text{ ஏக்குகள்.}$$

தொடக்கத்தில முனையலகிருந்தவிடத்திலே m திறனையுடைய முனையொன்று வைக்கப்படுமாயின் அது $m\mathbf{F}$ அளவான விசைக்கு ஆளாகின்றது. மண்டலத்தின தாக்கத்தின் கீழ் இம்முனையானது முடிவிலிக்கு இயங்கும். அப்போது அதன் பாதையிலுள்ள எந்தப்புள்ளியிலும் அதனைத்தாக்கும விசையானது அதேபுள்ளியிலே தொடக்கத்தில் முனையலகைத தாக்கிய விசையிலும் பார்க்க m மடஙகு பெரிதானதாகும். தொகுதியினால் இம் முனையிற் செய்யப்பட்டவேலை $\mathbf{W}$ ஏக்குகளெனின்,

$$\mathbf{W} = \Sigma m\mathbf{F}ds,$$

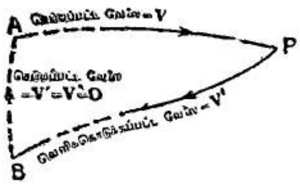
$$\text{ஆகவே, } \mathbf{W} = m\mathbf{V} \text{ ஏக்குகள்.}$$

கணியம் $\mathbf{V}$ ஆனது காந்தமண்டலததின் இயல்பிலும் காநதமுனையானது தொடக்கத்திலிருந்த நிலையிலும் மட்டுமே தங்கியுள்ளது. இக்கணியமானது **குறித்த புள்ளியிலே வடமுனையலகொன்றிருக்கும்போது அதன் நிலைப்பண்புச்சத்தியாகும்.** இக்கணியமானது அப்புள்ளியின் **காந்தவழுத்தம்** எனப் படும். **முடிவிலாத் தூரத்திலுள்ள புள்ளியொன்றிலிருந்து அப்புள்ளிக்கு வடமுனையலகொன்று கொண்டுவரப்படும்போது காந்தவிசைகளுக்கெதிராகச் செய்யப்படும் வேலை** என இது வரையறுக்கப்படும்.

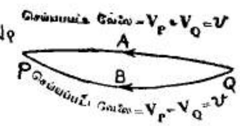
வடமுனையொன்று மண்டலத்தின் புறப்பக்கங்களிலிருந்து அம்மண்டலத்திலுள்ள சிறப்பான எந்தப்புள்ளியையாவது **நோக்கி** இயங்கமுயலுமாறு காந்தமண்டலம் அமைந்திருப்பின், முனையானது அப்புள்ளியை நோக்கி

இயங்கும்போது நிலைப்பண்புச்சத்தியை **இழக்கும்.** எனவே, இவ்வகை யான புள்ளியொன்று எதிர்ப் பெறுமானத்தைக் கொண்டதாகும்.

§ 486. அழுத்தமானது பாதையிலே தங்கியிருப்பதில்லை.—புள்ளி P ஆனது காந்தமண்டல மொன்றிலும், A, B ஆகிய இருபுள்ளிகள் மண்டலத்திற்கு வெளியிலும், அதாவது P இலிருந்து முடிவிலாத் தூரத்திலு முள்ளனவெனக்கொள்க. இப்போது, வடமுனையலகொன்று மூடியசுற்று APBA ஐச்சுற்றி, இவ்வாறு சுற்றத்தொடங்குமுன் இருந்த நிலையிலேயே முனையின் கடைசிநிலை இருக்குமாறு, கொண்டுசெல்லப்படுவதாகக் கற்பனை செய்க (உருவம் 386).



உருவம் 386.—அழுத்தமானது பாதையிலே தங்கியிருப்பதில்லை.



உருவம் 387.—அழுத்தவித்தியாசம பாதையிலே தங்கியிருப்பதில்லை.

முனையலகானது AP இன்நேரே இயக்கப்படும்போது முனையிற் செலுத்தப் படுங் காந்தவிசைகளுக்**கெதிராக** V ஏக்குகளளவான வேலை செய்யப்படு கின்றதெனக் கொள்க. P இலிருந்து B இற்குச் செல்லும்போது மண்டலத்தின தாக்கத்தின் கீழே முனையானது இயங்குகின்றது. இப்போது, முனைவிலே தாக்கும் காந்தவிசைகளினால் V′ ஏக்குகளளவான வேலை செய்யப்படும். B இலிருந்து A இற்குச் செல்லும் பாதையானது முழுவதும் மண்டலத்திற்கு வெளியேயிருக்குமாறு தெரியப்படலாம். இப்பாதை யிலுள்ள ஒவ்வொரு புள்ளியும் காந்தப்பொருள்களெல்லாவற்றிலு மிருந்து முடிவிலாத் தூரத்திலிருக்கும். ஆகவே, முனையலகானது பாதை யின் எப்பாகததிலும் எவ்வித வேலையும் செய்யப்படாது B இலிருந்து A இற்கு இயக்கப்படலாம்.

தொடக்கததிலிருந்து அதே நிலையிலேயே காந்தத்தொகுதியானது இப போது இருக்கின்றது. இத்தொகுதியிலுள்ள சத்தியின் முழுவளவும் மாறு திருக்கும். எனவே, சுற்று APBA ஐச்சுற்றி முனையலகானது இயங்கும போது தொகுதியிலே அல்லது தொகுதியினாற் செய்யப்படும் **தேறிய** வேலையினளவு பூச்சியமாகும். அதாவது,

$$V' = V.$$

இபபோது V என்பது, புள்ளி A இலிருந்து வரும்போது புள்ளி P இன் அழுத்தமாகும். V′ என்பது, புள்ளி B இலிருந்து வரும்போது புள்ளி P இன் அழுததமாகும். A உம் B உம் காந்தமண்டலத்திற்கு வெளி

யேயிருப்பதினுல் இவ்வாறு பெறப்பட்டது. எனவே, **காந்தமண்டல மொன்றிலே ஒரு புள்ளியின் அழுத்தமானது வடமுனையலகு முடிவிலாத் தூரத்திலுள்ள புள்ளி யொன்றிலிருந்து அப்புள்ளியை அடைய இயங்குவதாகக் கருதப்படும் பாதையிலே தங்கியிருக்கவில்லை.**

§ **487. இரண்டுபுள்ளிகளுக்கிடையே காந்தவழுத்தத்தின் வித்தியாசம்.**— P உம் Q உம் காந்தமண்டல மொன்றிலுள்ள இரண்டு புள்ளிகளைக் குறிக்கின்றன வென்றும், அவற்றின் காந்தவழுத்தங்கள் V_P இனுலும் V_Q இனுலும் குறிக்கப்படுகின்றன வென்றுங் கொள்க. வசதிக்காக, P ஆனது Q இலும்பார்க்க உயர்வு கூடிய அழுத்தத்தில் இருக்கின்றதெனவுங் கருதுவோமாக (உருவம் 387).

இப்போது, மண்டலத்தின் வெளியேயுள்ள புள்ளியொன்றிலிருந்து வடமுனையலகொன்று Q இற்குக் கொண்டுவரப்பட்டுள்ளதெனின், காந்தவிசைகளுக் கெதிராகச் செய்யப்பட்டவேலை V_Q ஏக்குகளுக்குச் சமமாகும். இதன்பின் முனையலகானது Q இலிருந்து P இற்குக் கொண்டு செல்லப்படும்போது, v ஏக்குகளளவான வேலை கூடுதலாகச் செய்யபபடுகின்றதெனக்கொள்க.

P ஐ அடையும்போது முனையலகின் நிலைப்பண்புச்சத்தியானது V_P இற்குச் சமமாகும். இக்கணியமானது முனையைக் கொண்டுவந்த பாதையிலே தங்கியிருக்கவில்லை. எனவே, இது (V_Q+v) இற்குச் சமமாகும். அதாவது,

$$V_P = V_Q + v,$$

அல்லது,

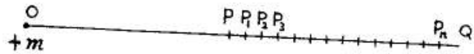
$$V_P - V_Q = v.$$

கணியம் v ஆனது **P, Q ஆகிய இரண்டு புள்ளிகளுக்கிடையேயுள்ள காந்தவழுத்த வித்தியாசமாகும். இது, வடமுனையலகொன்றை அழுத்தங் குறைந்த புள்ளியிலிருந்து கூடியபுள்ளிக்கு இயக்கும்போது காந்தவிசைகளுக்கெதிராகச் செய்யப்படும் வேலைக்குச் சமமாகும்.**

வடமுனையலகொன்று முடிவிலியிலிருந்து P இற்கு அல்லது Q இற்கு இயக்கிக்கொண்டு வரும் பாதைகளிலே, V_P, V_Q என்பவற்றின் பெறுமானங்கள் தங்கியிருக்கவில்லை. ஆகவே, முனையலகானது Q இல் வைக்கப்பட்டபின், QAP வழியாகவேனும் QBP வழியாகவேனும் புள்ளி P இற்குக் கொண்டு செல்லப்பட, ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் அதன் நிலைப்பண்புச் சத்தியானது ஒரேயளவு அதிகரிக்கும் (உருவம் 287). எனவே, **காந்தமண்டல மொன்றிலுள்ள குறித்த புள்ளிகளிரண்டிற் கிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசமானது இப்புள்ளிகளுக்கிடையே தெரியப்பட்ட பாதையிலே தங்கியிருக்கவில்லை.**

§ **488. தனிமுனையொன்றின் பயனுன காந்தவழுத்தம் :— + m** திறனையுடைய காந்தமுனையொன்று, மற்றுங் காந்தப் பொருள்களுக்கப் பாலுள்ள புள்ளியாகிய O இலிருக்கின்றதெனக் கொள்வோமாக. O

ஐச் சூழவுள்ள காந்தமண்டலம் முற்றிலும் இத்தனிமுனையின் பயனுன தேயாம். இது O இலிருந்து வெளியே சமச்சீராய்க் கதிர்வீசும் விசைக் கோடுகளைக் கொண்டதாகும். எனவே, P இலுள்ள காந்தமண்டலம் $\frac{m}{OP^2}$ செறிவுடையதாயிருக்கும். இதன் திசையானது OP இன் நீட்சியின் நேரே யிருக்கும்.



உருவம் 388.—தனிக்காந்த முனையொன்றின் பயனுன அழுத்தம்.

P இலே வைக்கப்பட்டுள்ள வடமுனையலகொன்றைக் கருதுக. இம் முனையானது அதன் மேற்றக்கும் காந்தவிசைகளின்கீழ் இயங்கக் கட்டற்றி ருப்பதாகக் கொள்க. இம்முனையின் இயக்கமானது OP இன் நீட்சியின் நேரேயிருககும் ; சிறிதுகாலவிடையின்பின் முனையானது புள்ளி Q ஐ அடைந்து விடும் (உருவம் 388).

முனையானது அடுத்தடுத்துக் குறுகிய படிகளிலியங்கி, P இலிருந்து Q ஐ அடைகின்றதெனக் கற்பனை செய்துகொள்ளலாம். முதலில் P இலிருந்து P_1 இற்கும், அதன்பின், P_1 இலிருந்தும் இவ்வகையாகவே செல்வதாகக் கருதப்படலாம். PP_1 தூரத்தில் இயங்கும்போது, தொடக்கப்பெறுமானம் $\frac{m}{OP^2}$ உம், கடைசிப்பெறுமானம் $\frac{m}{OP_1{}^2}$ உம் உள்ள விசையொன்றின் தாக்கத்தின்கீழ் முனையானது இருக்கும்.

விசையின் தொடக்கப் பெறுமானத்திற்குங் கடைசிப் பெறுமானத்திற்கு முள்ள கேத்திரகணிதச் சராசரி, PP_1 இன் நேரிலுள்ள சராசரி விசையெனக் கொள்ளப்படலாம். ஆயின்,

P இற்கும் P_1 இற்குமிடையே சராசரிவிசை $= \frac{m}{OP.\,OP_1}$ எனப் பெறுகின்றோம்.

முனையலகானது இவ்விசையினது தாக்கத்தின் கீழ்ச் செல்லுந் தூரம் PP_1 இற்குச் சமமாகும். இவ்வியக்கத்தின்போது செய்யப்பட்ட வேலை P இற்கும் P_1 இற்குமிடையேயுள்ள காந்தவழுத்த வித்தியாசத்திற்குச் சமமாகும். P இனழுத்தம் V_P உம், P_1 இனழுத்தம் V_1 உமாயின்,

$$V_P - V_1 = PP_1 \left\{ \frac{m}{OP.\,OP_1} \right\}$$ எனப் பெறுகின்றோம்.

இப்போது PP_1 என்பது $(OP_1 - OP)$ இற்குச் சமமாகும். மேலேயுள்ள கோவையில் இதனை யெழுத

$$V_P - V_1 = m \left\{ \frac{OP_1 - OP}{OP.OP_1} \right\}$$

எனப் பெறுகின்றோம். இது

$$V_P - V_1 = m \left\{ \frac{1}{OP} - \frac{1}{OP_1} \right\}$$

என்ற உருவத்திற் சுருக்கப்படலாம்.

இதனைப்போலவே, P_1 இற்கும் P_2 இற்குமிடையிலும், P_2 இற்கும் P_3 இற்குமிடையிலும், இவற்றைப்போல ஏனைய புள்ளிகளுக்கிடையிலு முள்ள அழுத்தவித்தியாசங்களுக்குரிய கோவைகளைப் பெறலாம். ஏற்கனவே பெறப்பட்ட உருவத்திலேயே இவை இருக்கக் காணப்படும். P இற்கும் Q இற்குமிடையேயுள்ள முழுத்தூரத்திற்குமுரிய தொடர் பின்வருமாறு :

$$V_P - V_1 = m \left\{ \frac{1}{OP} - \frac{1}{OP_1} \right\},$$

$$V_1 - V_2 = m \left\{ \frac{1}{OP_1} - \frac{1}{OP_2} \right\},$$

$$V_2 - V_3 = m \left\{ \frac{1}{OP_2} - \frac{1}{OP_3} \right\},$$

. . . .

$$V_n - V_Q = m \left\{ \frac{1}{OP_n} - \frac{1}{OQ} \right\}.$$

சிறிய இவ்வழுத்த வித்தியாசங்களைச் சேர்த்துக்கூட்ட, P இற்கும் Q இற்குமிடையேயுள்ள முழுவழுத்த வித்தியாசமும் பெறப்படும். சமன்பாடுகளின் இடப்பக்கக் கணியங்களைச் சேர்த்துக் கூட்டும்போது இது எளிதிற் புலனாகும். அப்போது V_P ஐயும் V_Q ஐயும் விட எல்லாவுறுப்புகளும் அற்றுப்போகக் காணப்படும். இவ்வகையாகவே சமன்பாடுகளின் வலப்பக்கங்களைக் கூட்டும்போது $\frac{1}{OP}$ ஐயும் $\frac{1}{OQ}$ ஐயும் விட அடைப்புக்களினுள்ளேயுள்ள எல்லாக் கணியங்களும் அற்றுப்போய்விடும். தொடரைச் சேர்த்துக் கூட்டுங் கடைசிப் பேறானது

$$V_P - V_Q = m \left\{ \frac{1}{OP} - \frac{1}{OQ} \right\}$$

ஆகின்றது.

சமன்பாடானது பொதுவானதாதலின், Q என்பது OP கோட்டின் நீட்சியில் எங்காவது இருக்கலாம். ஆகவே, Q என்பது O இலிருந்து முடிவிலாத்தூரத்தில் இருக்கின்றதெனக் கொள்வோமாயின், V_Q பூச்சியமாகுமென்பது எமக்குத்தெரியும். அவ்வாறே, OQ என்பது முடிவிலியாதலின் $\frac{1}{OQ}$ உம் பூச்சியமாகும்.

எனவே, **Q என்பது O இலிருந்து முடிவிலாத் தூரத்திலிருக்கின்ற தெனக் கருதுவோமாயின்,** சமன்பாடானது

$$V_P = \frac{m}{OP}$$

என்ற உருவத்திற்குச் சுருங்கும்.

எனவே, m திறனையுடைய தனிமுனையொன்றிலிருந்து r ச.மீ. தூரத்திலுள்ள புள்ளியொன்றில் அழுத்தமானது

$$V = \frac{m}{r}$$

என்பதனுற் கொடுக்கப்படும்.

தொகையீட்டு நுண்கணிதத்தை ஓரளவறிந்த மாணவர் இப்பேற்றைப் பெறுதற்குப் பின்வரும் முறையை விரும்புவர் :

O இலிருந்து r தூரத்திலுள்ள P இலே முனையலகொன்றில் விசை $= \frac{m}{r^2}$.

O இலிருந்து வெளியே dr தூரத்தினூடு முனையானது இயங்கும்போது

செய்யப்படும் வேலை .. .. $= \frac{m}{r^2} dr$.

ஆரையின் நேரே முடிவிலிக்கு முனையைக் கொண்டு செல்லும்போது

செய்யப்படும் வேலை

$$= \int_{OP}^{\infty} \frac{m}{r^2} dr$$

$$= m \left\{ -\frac{1}{r} \right\}_{OP}^{\infty}$$

$$= m \left\{ -\frac{1}{\infty} + \frac{1}{OP} \right\}$$

$$= \frac{m}{PO}.$$

அதாவது, O இலே முனை m இன் பயனுக P இலுள்ள

அழுத்தம் .. .. $= \frac{m}{OP}$.

§ 489. **காந்தமொன்றின் பயனுன அழுத்தம்.**—காந்தம் NS இற்கு அண்மையிலுள்ள புள்ளி P இல் வைக்கப்பட்ட வட முனையல கொன்று N இலுள்ள வடமுனைக்கண்மையிலிருப்பதன்

பயனுக $\frac{m}{NP}$ அளவான நேர் நிலைப்பண்புச்சத்தியையும், S இலுள்ள

தென் முனையின் பயனுக $-\frac{m}{SP}$ அளவான எதிர் நிலைப்பண்புச் சத்தியையும்

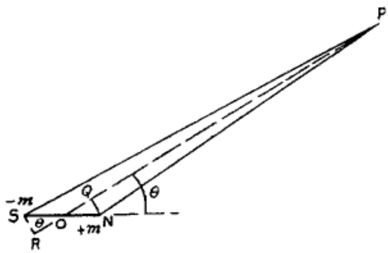
பெற்றிருக்கும். முனையலகின் நிலைப்பண்புச் சத்தி முழுவதும் இவ்விரு கணியங்களின் அட்சரகணிதக் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமமாகும். இதுவே, காந்தம் NS இன் பயனுகப் புள்ளி P இலுள்ள அழுத்தமாகும்.

P இலுள்ள அழுத்தமானது V_P இனுற் குறிக்கப்படுமாயின்,

$$V_P = \left\{ \frac{m}{NP} - \frac{m}{SP} \right\}$$

எனப் பெறுகின்ருேம்.

NP ஐயும் SP ஐயும் காந்தத்தினது நீளத்தின் சார்பாகக் குறித்தும், P இன் தூரத்தைக் காந்தத்தினது மையத்திலிருந்து பெற்றும், இக் கோவையானது வசதியான உருவத் திற் சுருக்கப்படலாம்.



உருவம் 389.—குறுகிய காந்தமொன்றின் பயனுக எந்தப் புள்ளியிலுமுள்ள அழுத்தம்.

எனவே, காந்தத்தின் மையமாகிய O இனேடு P ஐ இணைத்து, PO இற்கும் PO இன் நீட்சிக்கும் NQ ஐயும் SR ஐயும் செங்குத்தாக வரைவோமாயின், காந்தம் மிகக் குறுகியதெனக் கொண்டு

$$NP = QP = PO - OQ \text{ எனவும்,}$$
$$SP = RP = PO + OR \text{ எனவும் பெறுகின்ருேம்.}$$

காந்தத்தின் நீளத்தை $2l$ எனவும், OP இற்கும் காந்தத்தின் அச்சினது நேர்த்திசைக்குமிடையேயுள்ள கோணத்தை θ எனவுங் கொள்வோமாயின்

$$OQ = OR = l \text{ கோசை } \theta$$

எனவெழுதலாம்.

எனவே, தூரம் OP ஐ r குறிக்குமாயின், NP இனதும் SP இனதும் பெறுமானங்கள்

$$NP = r - l \text{ கோசை } \theta \text{ எனவும்}$$
$$SP = r + l \text{ கோசை } \theta \text{ எனவும் குறிக்கப்படலாம்.}$$

எனின், P இலுள்ள அழுத்தமானது

$$V_P = m \left\{ \frac{1}{r - l \text{ கோசை } \theta} - \frac{1}{r + l \text{ கோசை } \theta} \right\}$$

என்று எழுதப்படலாம். எனவே,

$$V_P = m \left\{ \frac{2l \text{ கோசை } \theta}{r^2 - l^2 \text{ கோசை}^2 \theta} \right\}.$$

r இனேடு ஒப்பிடும்போது l சிறிதென ஏற்கனவே கொண்டுள்ளோம். ஆகவே, r இனேடு **கூட்டவேனும்**, l இலிருந்து **கழிக்கவேனும்** l^2 ஐ நிராகரிக்கலாம். எனின், அடைப்பினுள்ளிருக்கும் பகுதியெண் r^2 ஆக மாறும்.

எனவே, P இலுள்ள அழுத்தத்திற்குரிய கடைசிப் பெறுமானத்தை

$$V_P = \frac{2\,ml \text{ கோசை } \theta}{r^2}$$

எனப் பெறுகின்றோம்.

$m \times 2l$ என்ற கணியமானது **எந்த முனையினதும் திறனைக் காந்தத்தின் நீளத்தினாற் பெருக்கிப்** பெறப்படுவதினால், இது காந்தம் NS இன் வரையறையான ஒரியல்பாகும். காந்தங்களின் திறன்களினதும், காந்தங்களின் பயனுன மண்டலங்களின் செறிவுகளினதுங் கணக்கீடுகளின் சார்பாக, இக்கணியமானது திரும்பத் திரும்ப உபயோகமாகும். ஆகவே, காந்தமொன்றின் சிறப்பான இயல்பாகக் கருதப்படும் இக்கணியம், அதன் **காந்தத்திருப்புதிறன்** எனப்படும். **காந்தமொன்றின் காந்தத்திருப்பு திறனனது காந்தத்தின் முனையொன்றினது திறனை அதன் முனைகளுக்கிடையேயுள்ள தூரத்தினாற் பெருக்கிப் பெறப்படுமென்பது** வெளிப்படை.

காந்தத்தின் காந்தத்திருப்புதிறன் M இனாற் குறிக்கப்படுமாயின $M = 2\,ml$ எனப் பெறுகின்றோம். மேலேயுள்ள கோவையில் இக கணியத்தைப் பிரதியிட

$$V_P = \frac{M \text{ கோசை } \theta}{r^2}$$

எனப் பெறுகின்றோம்.

காந்தத்தின் மையத்திலிருந்து புள்ளி P ஆனது r தூரத்திலிருக்கும போதும், ஆரைக்காவி OP ஆனது காந்தத்தினது நேர்த்திசையோடு θ கோணத்தை ஆக்கும்போதும், காந்தத்திருப்புதிறன் M ஐ உடைய **குறுகிய** காந்தமொன்றின பயனுக P புள்ளியின் அழுத்தத்தை இது கொடுக்கின்றது.

§ 490. **காந்தவோடு.**—காந்தவியலின் உயர்வு கூடிய ஆராய்ச்சியிலே, மிக்க விசேடமான அறிமுறைக் கற்பனையொன்று **காந்தவோடு** எனப்படும்.

உருவம் 390.—காந்தவோடு.

காந்தவோடானது இரும்பைப்போன்ற காந்தப்பதார்த்தத்தின் ஒரு மெல்லிய தட்டாகும். இத்தட்டினது எல்லாப் புள்ளிகளிலும் அதன் மேற்பரப்புக்குச் செங்குத்தான திசையொன்றிலே ஒரு சீராக இது காந்தமாக்கப்பட்டுள்ளது (உருவம் 390).

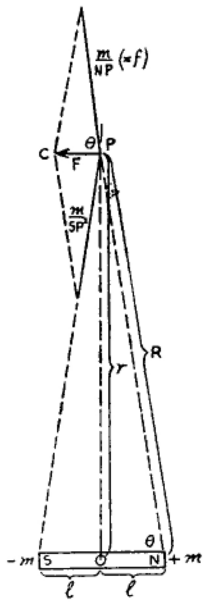
காந்தவோடொன்றின் வட தென் முனைகள் ஒட்டின் எதிர் மேற் பரப்புகளிரண்டடங்கலும் ஒரு சீராய்ப் பரந்திருப்பனவாகக் கருதப்படும். ஒட்டின் எந்த மேற்பரபபிலும் சதுர சதமமீற்றருக்கு I முனையலகுகள் இருக்குமாயின், கணியம் I ஆனது ஓட்டைக் கொண்டுள்ள பதார்த்தத்தின் **காந்தமாக்கற்செறிவு** எனப்படும் (மறுபக்கத்திற் குறிப்பைப் பார்க்க).

ஒட்டின் தடிப்பு t ச.மீ. ஆயின் **பரப்பலகொன்றிற்குரிய ஒட்டின் காந்தத் திருப்புதிறனானது** It என்ற பெருக்கத்திற்குச் சமமாகும். இக்கணியமானது காந்தவோட்டின் **திறன்** எனப்படும். இது ϕ இனாற் குறிக்கப்படுவது வழக்கம். எனவே,

ஒட்டின் திறன் = காந்தமாக்கற் செறிவு × தடிப்பு

அல்லது, $$\phi = It$$

எனப் பெறுகின்றோம்.



உருவம் 391.—காந்தமொன்றின் மத்தியகோட்டின் நேரே காந்தச் செறிவு

காந்தவோடொன்றின் பயனுகை எந்தப் புள்ளியிலுமுள்ள காந்தவழுத்தமானது ஒட்டின் திறனை, ஒட்டின் நேர்முகத்தினாற் குறித்த புள்ளியிலே எதிரமைக்கப்படும் திண்மக்கோணத்தினாற் பெருக்கி வந்த பெருக்கத்திற்குச் சமமாகும் எனக் காட்டப்படலாம். திறன் ϕ ஐயுடைய ஓடொன்றின் எதிர்ப்பக்கங்களில் நுண்ணளவாய் நெருங்கியுள்ள இரு புள்ளிகளுக்கிடையே அழுத்த வித்தியாசமானது, $4\pi\phi$ இற்குச் சமமாகுமென இதிலிருந்து உடனே அனுமானிக்கப்படும். அதாவது, **ஓடொன்றின் நேர்மேற்பரப்பிற்கு நுண்ணளவாக வகுத்துள்ள புள்ளியொன்றிலிருந்து, இதனெதிர்ப்புறத்தில் ஒட்டின் எதிர்ப்பக்கத்திற்கு நுண்ணளவாக வகுத்துள்ள வேறொரு புள்ளிக்கு முனையலகொன்று இயக்கப்படுமாயின், செய்யப்பட்ட வேலையானது ஒட்டின் காந்தத்திறனினது** 4π **மடங்கிற்குச் சமமாகும்.**

குறிப்பு.—**காந்தமாக்கற் செறிவு** என்பது **பதார்த்தத்தின் கனவளவலகொன்றிற்குரிய காந்தத்திருப்புதிறன்** எனச் சிலசமயங்களில் வரையறுக்கப்படும். **காந்தமாக்கலின் திசைக்குச் செங்குத்தான பதார்த்தத்தின் எப்பாகத்தினதும் சதுர சதமமீற்றருக்குரிய முனையலகுகளின் தொகைக்கு** இது சரிசமமாகும்.

காந்தச்செறிவு

§ 491. **காந்தமொன்றின் மத்தியகோட்டிலிருக்கும் ஒரு புள்ளியிலுள்ள செறிவு.**— காந்தமொன்றின் முனைகளிரண்டிலுமிருந்து சமதூரத்திலுள்ள புள்ளி P இல் வைக்கப்பட்டுள்ள முனையலகொன்று, காந்தத்தின் முனைகளினாலே தாக்கப்படும் சமவிசைகளிரண்டிற்கு ஆளாகின்றது. இவ்விசைகள் படத்திற் காட்டப்பட்டிருக்கும் திசைகளிலே தாக்கும் (உருவம் 391). இவ்விசைகளுளொன்றை f எனக்குறித்தால்,

$$f=\frac{m}{\mathrm{NP}^2}=\frac{m}{\mathrm{SP}^2}$$

எனப் பெறுகின்றேம்.

காந்தத்தின் அச்சுடன் இவ்விசைகள் சமமாகச் சாய்ந்துள்ளன. ஆகவே, காந்தத்திற்குச் செங்குத்தான கோடொன்றின் நேரேயுள்ள கூறுகள சமமாயும் ஒன்றுக்கொன்று எதிராயுமுள்ளன. ஆயினும், காந்தத்திற்குச் சமாந்தரமாய்த் தாக்குங் கூறுகள் ஒரே திசையிலே தாக்கும். ஒவ்வொரு விசையும் PC இன் நேரே f கோசை θ அளவான கூறையுடையதாயிருக்கும் (உருவத்தைப் பார்க்க). இக்கூறுகளின் கூட்டுத்தொகை PC இன் நேரே $2f$ கோசை θ ஆகும். இதுவே, காந்தம் NS இன் பயஞக P இலுள்ள காந்தமண்டலச் செறிவாகும்.

P இலுள்ள மண்டலத்தின் செறிவை F இனுற் குறிப்போமாயின்,

$\mathrm{F}=2f$ கோசைθ எனப் பெறுகின்றேம்.

அல்லது, $\mathrm{F}=2\,\frac{m}{\mathrm{NP}^2}$ கோசைθ.

இப்போது l ஆனது காந்த நீளத்தின் அரைப்பங்காயிருக்க, கோசை θ என்பது $\frac{l}{\mathrm{NP}}$ ஆகிய ஈவுக்குச் சமமாகும்.

மேலேயுள்ளதில் $\mathrm{NP}=\mathrm{R}$ எனவெழுதி, கோசை θ இற்காக $\frac{l}{\mathrm{R}}$ பெறுமானத்தைப் பிரதியிடுவோமாயின்

$\mathrm{F}=\frac{2ml}{\mathrm{R}^3}$ எனப்பெறுகின்றேம்.

அல்லது, $\mathrm{F}=\frac{\mathrm{M}}{\mathrm{R}^3}$. இங்கு M காந்தத்தின் திருப்பு திறனுகும்.

$\mathrm{R}^2=r^2+l^2$ என்ற தொடர்பிலிருந்து r இனதும் l இனதும் சார்பாக நீளம் R குறிக்கப்படலாம்.

எனவே, $\mathrm{F}=\frac{\mathrm{M}}{(r^2+l^2)^{3/2}}$.

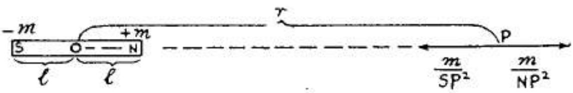
அல்லது, r^2 இனேடு ஒப்பிடப்படும்போது l^2 நிராகரிக்கப்படக்கூடுமாயின்

$$\mathrm{F}=\frac{\mathrm{M}}{r^3}.$$

காந்தமொனறின் மத்தியகோட்டிலிருக்கும் ஒரு புள்ளியிலுள்ள காந்த மண்டலமானது காந்தத்தின் அச்சிற்குச் சமாந்தரமாயிருக்கும். இதன திசை அச்சின் நேர்த்திசைக்கு **எதிராயிருக்கும்.**

§ 492. **காந்தமொன்றின் அச்சின் வழியேயுள்ள செறிவு.**—காந்தம் NS இன் அச்சின் வழியேயுள்ள புள்ளி P இலிருக்கும் நேர்முனையலகொன்றைக்

கருதுக (உருவம் 392). $+m$ உம் $-m$ உம் காந்த முனைகளின் திறன் களெனக் கொள்க.



உருவம் 392.—காந்தமொன்றின் அச்சின் வழியேயுள்ள காந்தச் செறிவு

முனையலகிலே முனை N இனாற் செலுத்தப்படும் விசையானது $\frac{m}{NP^2}$ ஆகும். இவ்விசை OP திசையிலே தாக்கும். முனையலகிலே முனை S இனாற் செலுத்தப்படும் விசையானது $\frac{m}{SP^2}$ இற்குச் சமமாகும். இது P இலிருந்து O ஐ நோக்கித் தாக்கும். ஆகவே, முனையலகிற் செலுத்தப் படுகின்ற விளைவு விசையானது வெவ்வேறான இவ்விரு விசைகளினதும் வித்தியாசத்திற்குச் சமமாகும். அதாவது,

$$\text{P இலே முனையலகிற்றாக்கும் விசை} = \left\{\frac{m}{NP^2} - \frac{m}{SP^2}\right\}.$$

இது OP வழியே தாக்கும்.

காந்தத்தின் நீளத்தை $2l$ எனவும், காந்த மையத்திலிருந்து P இன் தூரத்தை r எனவுங் குறித்தால்,

$$NP = OP - ON = r - l \text{ எனவும்}$$
$$SP = OP + OS = r + l \text{ எனவும் எழுதலாம்.}$$

ஆகவே, முனையலகிலுள்ள விசையை F எனக் குறித்துக்கொண்டு r இனதும் l இனதுஞ் சார்பாக NP இற்கும் SP இற்கும் பிரதியிடுவோமாயின்,

$$F = m\left\{\frac{1}{(r-l)^2} - \frac{1}{(r+l)^2}\right\}$$

எனப் பெறுகின்றோம். எனவே,

$$F = \frac{4mrl}{(r^2 - l^2)^2}.$$

இப்போது $2ml$ என்பது காந்தத்தின் காந்தத்திருப்பு திறனாகும். இதனை M எனக் குறித்தால்,

$$F = \frac{2Mr}{(r^2 - l^2)^2}$$

எனப் பெறுகின்றோம்.

r இனோடு ஒப்பிடப்படும்போது l ஆனது குறுகியிருக்குஞ் சந்தர்ப்பங் களிலே, r^2 இனோடு ஒப்பிட l^2 ஐ நிராகரிக்கலாம். எனின், கோவை யானது (ஏறத்தாழ)

$$F = \frac{2M}{r^3}$$

எனச் சுருக்கப்படலாம்.

§ 493. குறுகிய காந்தமொன்றின் பயனுகை எந்தப் புள்ளியிலுமுள்ள காந்தச் செறிவு.—குறுகிய காந்தமொன்றின் பயனுன காந்தமண்டலத்தின் செறிவானது 489 ஆம் பந்தியிற் பெறப்பட்ட கோவையிலிருந்து மண்டலத்தி லுள்ள எந்தப் புள்ளிக்குங் கணிக்கப்படலாம்.

காந்தம் NS இன் பயனுகைப் புள்ளி P இலுள்ள அழுத்தமானது (உருவம் 389),

$$V_P = M\frac{\text{கோசை}\,\theta}{r^2}$$

எனற சமன்பாட்டினுற் கொடுக்கப்படும். இங்கு M என்பது காந்தத்தின் காந்தத்திருப்புதிறனெனவும், r என்பது காந்தத்தின் மையத்திலிருந்து P இன் தூரமெனவும், θ என்பது **ஆரைக்காவி OP** இற்கும் காந் தத்தின நேர்த்திசைக்குமிடையேயுள்ள கோணமெனவுங் கொள்ளப் பட்டன.

ஆரைக்காவிக்கு, நேராகவுஞ் செங்குத்தாகவுமுள்ள செறிவின் கூறுகள் முதலில் தீர்மானிக்கப்படும். இத்திசைகளிரண்டினும் நேரே குறுகியதூர மொன்றில் அழுத்த வீழ்ச்சியை எடுத்துக்கொண்டு ஒவ்வோரழுத்தவீழ்ச்சி யையும் அது நிகழுந்தூரத்திஞல் வகுத்து இதனைச் செய்யலாம். விரும்பின், இச்செறிவுக் கூறுகளைச் சேர்த்து P இலுள்ள முழுச்செறி வினதும் பருமனையுந் திசையையும் அறியலாம்.

இக்கோவைகளைப் பெறுதற்குரிய அட்சரகணிதமுறையானது நீண்டதுஞ் சிக்கலானதுமாதலின் இங்கு கூறப்படவில்லை. வகையீட்டு நுண்கணிதத் தைக்கொண்ட முறையானது இந்நூலின் நோக்குக்கப்பாற்பட்டதாகும்.

§ 494. காந்தவிசையின் தலைகீழ் வர்க்கவிதியைப்பற்றிய கோசின் நிறுவல்.— m_1, m_2 முனைகளிரண்டினுக்கிடையேயுள்ள விசையானது அவற்றினிடைத்தூரமாகிய r இனேடு எவ்வாறு மாறுகின்ற தென்பதைத் தீர்மானிக்க, விசையின் விதியை,

$$f = \frac{m_1 m_2}{r^n}$$

என்ற உருவத்திற் குறிக்கலாமென்று **கோசென்பவர்** கொண்டார்.

இதன்பின், குறுகிய காந்தமொன்றின் அச்சிலே எந்தப் புள்ளியிலும் மண்டலச் செறிவானது என்னவாயிருக்குமென்று அவர் கணித்தார். அதே காந்தத்தின் மத்தியகோட்டின் நேரேயுள்ள புள்ளிகளுக்குரிய செறிவையுங் கணித்தார். குறுகிய காந்தத்தின் மையத்திலிருந்து சமதூரத்திலுள்ள

புள்ளிகளுக்கு, காந்தத்தின் அச்சின் நேரேயுள்ள புள்ளியில் மண்டல மானது மத்தியகோட்டின் நேரேயுள்ள புள்ளியின் மண்டலத்தினது n மடங்காகுமென்று அவர் **கண்டார்.**

அடுத்தவத்தியாயத்தில் விவரிக்கப்படுவனபோன்ற முறைகளினால் இம்மண்டலங்கள் அளக்கப்படும்போது, பரிசோதனைமூலம் தீர்மானிக்கப் பட்ட n இன் பெறுமானம், பெறப்படக்கூடிய திருத்தவெல்லைகளுக்கமைய, 2 இற்குச் சமமாகுமென அவர் கண்டார். பரிசோதனைமூலஞ் சரிபார்க்கக் கூடிய அளவுக்கு தலைகீழ் வர்க்க விதியானது மெய்யென இவ்வாறு காட்டினார்.

தொகையான சிறிய காந்தங்களின் காந்தவியல்புகளின் சமத்துவத்தைப போன்ற ஒப்புக்கோள்களைக் கருதாததினாலும், பரிசோதனையளவுகள் தங்கியிருந்த விளைவைக் காந்தத்தின் ஒரேயொரு முனை மட்டும் உண்டாக்கியதென ஒப்புக்கொள்ளத் தேவையற்றிருந்ததினாலும், **கோசின்** பரிசோதனைகள் **கூலோமி**னால் செய்யப்பட்ட பரிசோதனைகளிலும் பார்க்க (479 ஆம் பந்தி) கூடிய முடிவு செய்யக்கூடியதாயிருந்தன.

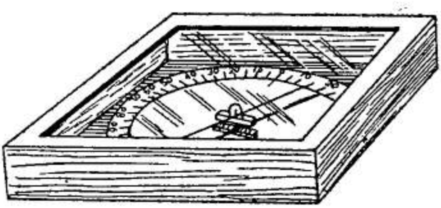
அத்தியாயம் 52

காந்தவளவியல்

காந்தமானிகள்—காந்தமண்டலங்களை ஒப்பிடுதற்குரிய முறைகள்

§ 495. தான்சன் காந்தமானி—ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான காந்த மண்டலங்களிரண்டின் செறிவுகள் **தான்சன் காந்தமானி** ஒன்றைக் கொண்டு ஒப்பிடப்படலாம்.

சாதாரணமான **தான்சன் காந்தமானியொன்று** பாகைகளின் வட்ட வளவுச் சட்டமொன்றின் மையத்திலுள்ள சுழற்சித்தானமொன்றிலே ஏற்றப்பட்டுள்ள மிகக் குறுகிய காந்தமொன்றைக் கொண்டதாகும். இலேசான காட்டியொன்று ஊசியிற் பொருத்தப்பட்டிருப்பது வழக்கம். வட்டவளவுச் சட்டத்தின் மேலே இயங்கக் கூடிய அளவுக்கு இக்காட்டியின் முனைகள் நீண்டிருக்கும். ஊசியின் எவ்விதச் சுழற்சியும் காட்டியினது முனைகளின் இயக்கத்தை அவதானித்து அளக்கப்படலாம். அளவீட்டிலே இடமாறு தோற்ற வழுக்களைத் தவிர்ப்பதற்காகக் காட்டியின் கீழே தளவாடியொன்று பெரும்பாலும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். அளவீட்டை எடுக்கும்போது காட்டியின் தெறித்த விம்பமானது காட்டியினாலேயே சரியாய் மறைபடக்கூடிய நிலையிற் கண்ணானது வைக்கப்படல் வேண்டும் (உருவம் 393).



உருவம் 393.—தனித் தான்சன் காந்தமானி.

ஆகக் கூடிய உணர்திறன் தேவைப்படும் வேலையினபோது **தெறித்தற் காந்தமானி** யொன்று உபயோகிக்கப்படலாம். இவ்வகைக் கருவியிலே நிலைக் குத்தான வொரு குழாயினுள்ளே நீண்ட பட்டிழையினால் காந்தவூசியானது தொங்கவிடப்பட்டிருக்கும். நிலையான முதலிடமொன்றிலிருந்து வரும் ஒளிக்கற்றை யொன்றைத் திசை நோக்கிச் செலுத்தக்கூடிய சிறிய குழிவாடியொன்று ஊசியோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கும். மில்லிமீற்ற ரளவுச் சட்டமொன்றில் விழுமாறு ஒளியானது தெறிக்கப்படும். முதலிடம், ஆடி, அளவுச்சட்டம் என்பனவற்றின் சார்பான நிலைகள் மில்லிமீற்றரளவுச் சட்டத்திலே முதலிடத்தின் குவிந்த விம்பமொன்றைக் கொடுக்குமாறு செப்பஞ்செய்யப்பட்டுள்ளன.

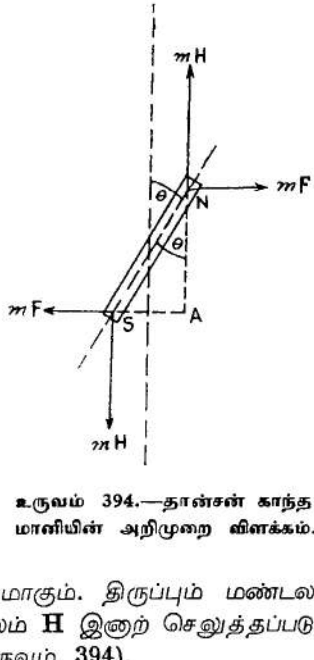
ஊசியின் எவ்வித சுழற்சியும் அதனாற் சுழலப்படுவதன் இரு மடங்கு கோணத்தினூடு தெறித்த கற்றையை இயக்கும். எனவே, ஊசியின் இரு மடங்கு கோணவியக்கத்தையுடைய நீண்ட நிறையற்ற காட்டியாகத் தெறித்த கற்றையானது அமைந்துள்ளது.

திரும்பல்களை அவதானித்தற்குரிய இந்த முறையானது **ஒளியியனெம்புகோல் முறை** எனப்படும்.

தான்சன் காந்தமானியின் அறிமுறை விளக்கம்.—தான்சன் காந்தமானியொன்று மற்றுங் காந்தப் பொருள்களிலிருந்து அப்பால் வைக்கப்பட்டிருப்பின், காந்தமானியூசியானது ஏறத்தாழ வடக்குத் தெற்கான திசையின் நேரே நிற்கும். இந்நிலையில் ஊசியானது நிற்கும்போது ஊசியோடு இணைக்கப்பட்டுள்ள காட்டியானது பூச்சியக் குறியின் மேலே நிற்குமாறு கருவியை ஒழுங்கு செய்தல் வசதியாயிருக்கும்.

இப்போது புவிமண்டலத்தின் குறுக்கேயிருக்குமாறு செறிவு $\mathbf{F}$ ஐயுடைய மண்டலமொன்று உண்டாக்கப்படின் பூச்சிய நிலையிலிருந்து ஊசி திருப்பப்பட்டு தொடக்கத் திசையிஞேடு கோணம் θ இற் சாய்ந்திருக்க ஓய்வு நிலையடையும். கோணம் θ ஐ, கிடைவட்டவளவுச் சட்டத்திலிருந்தோ தெறிப்புக காந்தமானியைப் பயன்படுத்துமிடத்து ஒளிப்புள்ளியின் அசைவிலிருந்தோ காணலாம்.

ஊசி இந்நிலையிலிருக்கும்போது அதன மீது தாக்கும் விசைகளை புவிககிடைமண்டலச் செறிவு $\mathbf{H}$, திருப்பும் மணடலச் செறிவு $\mathbf{F}$ என்பனவற்றின் சார்பாகக் கணிக்கலாம். ஊசியினுெவ்வொரு முனையிலும் திறனுனது m ஆயிருப்பின், ஒவ்வொரு முனையிலும் மண்டலம் $\mathbf{H}$ இஞற் செலுத்தப்படும் விசை $m\mathbf{H}$ தைன்களுக்குச் சமமாகும். இவ் விசைகள் எதிரான சமாந்தரத்திசைகளிலே தாக்கும். இதனைப் போலவே மண்டலம் $\mathbf{F}$ ஆனது முனைகளிரண்டிலும் சமமான எதிர் விசைகளைச் செலுத்தும். இவ்விசைகளொவ்வொன்றும் $m\mathbf{F}$ தைன்களுக்குச் சமமாகும். திருப்பும் மண்டலம் $\mathbf{F}$ இஞற் செலுத்தப்படும் விசைகள் மண்டலம் $\mathbf{H}$ இஞற் செலுத்தப்படும் விசைகளுக்குச் செங்குத்தாகத் தாக்கும் (உருவம் 394).



உருவம் 394.—தான்சன் காந்தமானியின் அறிமுறை விளக்கம்.

புவியின் கிடைத்தள மண்டலத்திஞற் செலுத்தப்படும விசைகள் சுழலிணையொன்றைக் கொண்டதாகும். ஊசியிலே இதன் திருப்புதிறன் $m\mathbf{H}.\mathbf{SA}$ ஆகும் (உருவத்தைப்பார்க்க). இதனைப் போலவே திருப்பும் மண்டலத்திஞற் செலுத்தப்படும் விசைகளும் சுழலிணை யொன்றைக் கொண்டதாகும். ஊசியிலே இதன் திருப்புதிறன் $m\mathbf{F}.\ \mathbf{NA}$ ஆகும். இச்சுழலிணைகள் ஊசியை எதிர்த்திசைகளிற் சுழற்ற முயலுகின்றன. ஆகவே, இவற்றின் சேர்ந்த தாக்கத்திஞல் ஊசியானது சமநிலையிலிருக்குமாயின், சுழலிணைகளிரண்டினதுந் திருப்புதிறன்கள் சமமாகவும் எதிராகவும் இருததல் வேண்டும். அதாவது

$$m\mathbf{F}.\mathbf{NA} = m\mathbf{H}.\mathbf{SA},$$

அல்லது $$\mathbf{F} = \mathbf{H}\frac{\mathbf{SA}}{\mathbf{NA}}.$$

இப்போது $\frac{\mathbf{SA}}{\mathbf{NA}}$ என்பது தான் θ இற்குச் சமமாகும். எனவே,

$$\mathbf{F} = \mathbf{H} \text{ தான் } \theta.$$

எனவே, **ஒன்றுக் கொன்று செங்குத்தான** இரு மண்டலங்களாகிய **F** இனதும் **H** இனதுந் தாக்கத்தின் கீழ் ஊசியொன்றிருக்கும்போது, அவ் வூசியின் சமநிலையானது அதனச்சு மண்டலம் **H** இன் திசையினேடு கோணம் θ இற் சாய்ந்திருக்கும். θ என்பது

$$\frac{\mathbf{F}}{\mathbf{H}} = \text{ தான் } \theta$$

என்பதனுற் கொடுக்கப்படும்.

§ 496. தான்சன் காந்தமானியொன்றை உபயோகிக்கும் முறை.—ஏறத் தாழ எல்லாக் காந்தமானிப் பரிசோதனைகளிலும், அளக்கப்படவேண்டிய செறிவையுடைய மண்டலமானது புவியின் கிடைத்தள மண்டலத்திஞேடு ஒப்பிடப்படும். ஆகவே, தான்சன் காந்தமானியானது, காந்தத்திரவியங்க ளெல்லாம் அயலிலிருந்து அகற்றப்பட்டிருக்க, ஊசியோடிணைக்கப்பட்டுள்ள காட்டியானது, பாகைகளின் கிடைத்தள வட்டத்தினது பூச்சியக்குறியின் மேல் இருக்கும் நிலையிலே வைக்கப்படும்.

இப்போது, ஊசியானது ஆடுகின்ற சிறிய மேற்பரப்பிலே புவியின் கிடைத்தள மண்டலத்திற்குச் செங்குத்தாகச் செறிவு அளக்கப்படவேண்டிய மண்டலம் அமைக்கப்படும். இது ஊசியைத் திரும்பச்செய்யும். உடனே அளவுச்சட்டத்திலிருந்து திரும்பலானது அளக்கப்படும்.

இத்திரும்பலின அளவை எடுக்கும்போது காட்டியின் இரு முனைகளும் காட்டும் அளவையும் எடுத்தல் வேண்டும். இயலுமாயின் திரும்பலை நேர் மாறுகத் திருப்பும் மண்டலத்தை நேர்மாறுக்கல் வேண்டும். நேர்மாறுன இந்த நிலையிலுங் கூடக் காட்டியின இரு முனைகளின் அளவையெடுத்தல் வேண்டும். இதன் பின் இவ்வாறு பெறப்பட்ட நான்கு அளவீடுகளினதும் சராசரியே திரும்பலாகிய θ இன் அளவாக எடுக்கப்படல் வேண்டும்.

(அ) கருவியின் காட்டியானது வளைந்திருத்தல், (ஆ) ஊசியானது ஆடுகின்ற சுழறசித்தானம் வட்டவளவுச்சட்டத்தின் மையத்திலில்லாதிருத்தல் போன்ற திருத்தக் குறைவுகளினுலுண்டாகும் வழுக்களைத தவிர்ப்பதற்காகவே இந்த முன்னவதானங்கள் தேவைப்படுகின்றன.

சுழற்சித்தானத்திலுள்ள உராய்வினுலுண்டாகும் வழுக்கள், அளவீடுகளை எடுக்கமுன்பு காந்தமானியைச் சிறிது தட்டிக் குறைக்கப்படலாம்.

§ 497. அலைவுக் காந்தமானி.— தொங்கவிடப்பட்ட காந்த மொன்று காந்தமணடலமொன்றிலே விடப்படின் குறித்தவொரு நிலையைக்

கொண்டு சிறிது நேரம் அலேந்தபின் அந்த நிலேயில் ஓய்வடையும். அலேவுகளே உண்டாக்கிக் காந்தத்தின் ஓய்வுநிலேயைத் தீர்மானிக்கும் விசைகள் காந்தம் அலேயக் கட்டற்றிருக்குந் தளத்திலுள்ள காந்த மண்டலத்திறை செலுத்தப்படுவனவாம். எனவே, கிடைத்தளத்திலே கட்டின்றிச் சுழலக்கூடியதாகவிருக்கும் ஊசியொன்று புவிமண்டலக காந்தத்தின் கிடைக்கூற்று விசைகளின் பயனுக அலேந்து ஓய்வடையும்.

காந்தமொன்றின் அலேவுக்காலமானது அது அலேகின்ற மண்டலத்தின் சார்பாயும் காந்தத்தின் சிலவியல்புகளின் சார்பாயும் குறிக்கப்படலாம்.

$+m$, $-m$ திறன்களின் முனேகளேயுடைய காந்தமொன்று அலேயுந் தளத்திற் செறிவுக்கூறு H ஐயுடைய மண்டலமொன்றிலே அலேயக் கட்டற்றுள்ளதெனக் கொள்க (உருவம் 395).

எனின், காந்தத்தின் முனேகளிலே செலுத்தப்படும் விசைகளொவ்வொன்றும் mH இற்குச் சமமாகும். காந்தமானது மண்டலத்திசையினேடு கோணம் θ இற் சாய்ந்திருக்குமாயின், காநதத்திலே இவ்விசைகள்

$$c = m\text{H.SA} \quad (\text{உருவத்தைப் பார்க்க})$$

என்பதனுற் கொடுக்கப்படும் சுழலிணேயொன்றைச் செலுத்தும்.

காந்த நீளத்தினதும் கோணம் θ இனதுஞ் சார்பாக

$$\text{SA} = \text{NS. சைன் } \theta$$

எனவெழுதலாம்; எனவே,

$$c = m\text{H.NS சைன் } \theta.$$

காந்ததின் காந்தத் திருப்புதிறன் M ஆயின்,

$$c = \text{MH சைன் } \theta.$$

சிறிய அலேவுகளுக்கு $\theta =$ சைன θ எனவெழுதலாம். எனவே,

$$c = \text{MH}\theta.$$

ஆகவே, **அலேவுக்கோணஞ் சிறிதாயிருக்குமாயின்** காநதத்தின் அலேவுகள் தனியிசையலேவுகளாம்.

எனவே, அலேவச்சைக்கொண்டு காந்தத்தின் சடத்துவத திருப்பு திறனே I எனக் குறிப்போமாயின், காந்தத்தின் அலேவுக்காலம்

$$t = 2\pi\sqrt{\frac{\text{I}}{\text{MH}}}$$

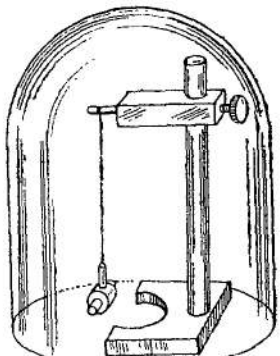
என்பதனுற் கொடுக்கப்படும் (90 ஆம் பந்தியைப் பார்க்க).

அதிர்வுக் காந்தமானியொன்று பட்டிழைத் துண்டொன்றினுற் றெங்க விடப்பட்ட குறுகிய பாரமான ஊசியொன்றைக் கொண்டதாகும் (உருவம் 396). எந்த மண்டலத்தில் வைத்தபோதிலும் அது வைக்கப்பட்டுள்ள இடத்திலே கிடையான மண்டல முழுவதின் தாக்கத்தின் கீழ் அது

அலேகின்றது. அவதானிக்கப்பட்ட ஊசியின் அலேவுக் காலங்களிலிருந்து எந்த இரண்டு இடங்களிலுமுள்ள கிடைத்தளங்களே ஒப்பிடலாம்.

கிடைத்தள முழுச்செறிவுகளும் $\mathbf{H_1}$, $\mathbf{H_2}$ ஆயுள்ள மண்டலங்களிரண்டிலே ஊசியொன்றை அலேயவிட்டால் அலேவுக்காலங்கள் முறையே t_1, t_2 எனக் கொள்வோம். இவை, முறையே

உருவம் 395.—அலேவுக் காந்தமானியின் அறிமுறை விளக்கம்.



உருவம் 396.—அலேவுக் காந்தமானி.

$t_1 = 2\pi\sqrt{\dfrac{I}{MH_1}}$ என்பதனுலும் $t_2 = 2\pi\sqrt{\dfrac{I}{MH_2}}$ என்பதனுலுங் கொடுக்கப்படும். எனவே,

$\mathrm{H_1} = \dfrac{4\pi^2 I}{M} \times \dfrac{1}{t_1^2}$ எனவும் $\mathrm{H_2} = \dfrac{4\pi^2 I}{M} \times \dfrac{1}{t_2^2}$ எனவும் பெறுகின்ருேம்.

ஆகவே,

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{t_2^2}{t_1^2}.$$

§ 498. தான்சன் காந்தமானியைக் கொண்டு காந்தத்திருப்புதிறன்களின் ஒப்பீடு.—காந்தமொன்றின் மத்திய கோட்டின் நேரேயுள்ள ஏதாவதொரு புள்ளியிலே காந்தமண்டலச் செறிவானது

$$F = \frac{M}{(r^2 + l^2)^{3/2}}$$

எனக் குறிக்கப்படலாம். இங்கு $\mathbf{M}$ என்பது காநததகின் காந்தத திருப்புதிறனெனவும், l என்பது காந்த நீளத்தின் அரைவாசியெனவும், r என்பது காந்த மையத்திலிருந்து கருதப்பட்ட புள்ளியின் தூரமெனவும் கொள்ளப்பட்டது. இவ்வகையான எந்தப் புள்ளியிலேனும் மண்டலத்தின் திசையானது

காந்தத்தின் அச்சிற்குச் சமாந்தரமாயிருக்கும் (பந்தி **491**).

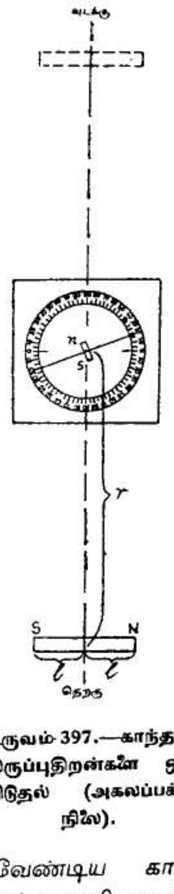
காந்தத்தின் அச்சின் நேரேயுள்ள புள்ளிகளிலே மண்டலத்தின் திசையானது காந்தத்தின் அச்சின் நேரேயிருக்கும். இதன் செறிவு

$$F = \frac{2Mr}{(r^2 - l^2)^2} \quad (\text{பந்தி } 492)$$

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும்.

எந்த மண்டலத்தையும் புவிமண்டலத்தின் செறிவோடு ஒப்பிடும்போது, காந்தத்தின் காந்தத் திருப்பு திறனாகிய **M** இற்கும், கிடையான புவிமண்டலமாகிய **H** இற்குமிடையே எளிய தொடர்பொன்றைப் பெறமுடியும். எனவே, வெவ்வேறான காந்த மண்டலங்களிரண்டின் மண்டலங்களையும் கிடையான புவிமண்டலத்திேனோடு ஒப்பிட்டுக் காந்தங்களின் திருப்பு திறன்களையே ஒப்பிடலாம்.

காந்தங்களிரண்டின் காந்தத்திருப்புதிறன்களை ஒப்பிடுதற்கான பரிசோதனை முறைகள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.



உருவம் 397.—காந்தத் திருப்புதிறன்களை ஒப்பிடுதல் (அகலப்பக்க நிலை).

அகலப்பக்கநிலை.—காந்தத்தின் மத்திய கோட்டின் நேரேயுள்ள புள்ளியொன்றிலே ஊசியின் மையமிருக்குமாறு தான்சன் காந்தமானி வைக்கப்படும்போது காந்தமானது காந்தமானியின் **அகலப்பக்கநிலையில்** இருக்கின்றதெனக் கருதப்படும். ஊசியின் மையத்தில் அப்போதுள்ள மண்டலமானது

$$F = \frac{M}{(r^2 + l^2)^{3/2}}$$

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும்.

சமதூரமுறை.—காந்தத்திருப்புதிறன்கள் ஒப்பிடப்படவேண்டிய காந்தங்களிரண்டும் வெவ்வேறாக உபயோகிக்கப்படலாம். காந்தமானியானது உபயோகிக்கப்படுங் காந்தத்தின் நேர் வடக்கே அல்லது நேர் தெற்கேயிருத்தல் வேண்டும். காந்தமானது அண்மையிற் கொண்டுவரப்படமுன் காட்டியானது பூச்சியவளவைக் குறிக்குமாறு செப்பஞ் செய்யப்படுதல் வேண்டும்.

காந்தமானியூசிக்குத் தெற்கே r ச.மீ. தூரத்திலுள்ள இடத்திலே வடமுனைவு கிழக்கு நோக்கக் கிழக்கு மேற்காகக் காந்தம் கிடக்கும்போது ஊசியின் திரும்பல் தீர்மானிக்கப்படும் (உருவம் **397**). காட்டியின் இரு முனைகளின் அளவீடும் எடுக்கப்படும்.

இப்போது, காந்தமானியிலிருந்துள்ள **தூரம்** மாறாதிருக்க, வடமுனையானது மேற்கு நோக்கியிருக்குமாறு காந்தம் **மாற்றிவைக்கப்**

படும். நேர்மாறுன இந்த நிலையிலே காந்தமிருக்கும்போது காட்டியின் இரு முனைகளின் அளவீடுந் திரும்பவும் எடுக்கப்படும்.

இப்போது ஊசிக்கு **வடக்கே** r ச.மீ. தூரத்திலுள்ள இடத்தில் முந்தியதைப்போலவே அச்சானது கிழக்கு மேற்காயிருக்குமாறு காந்தம் வைக்கப்பட்டுக் காட்டியின் இரு முனைகளின் அளவீடுந் திரும்பவும் எடுக்கப்படும்.

கடைசியாகக் காந்தமானது இந்த நிலையிலேயே முனைக்கு முனை நேர்மாறுக்கப்பட்டு முந்தியதைப போலவே திரும்பற்கோணந் தீர்மானிக்கப்படும்.

இவ்வகையாகக் காட்டிமுனைகளின் **எட்டு** அளவீடுகளைப் பெற்றுக்கொண்டோம். காந்தமானியானது முழுத் திருத்தமானதாயின், இவ்வளவீடுகளெல்லாஞ் சர்வசமமாயிருத்தல் வேண்டும். இவ்வெட்டு அளவீடுகளின் சராசரியானது காந்தத்தின் மையத்திலிருந்து மத்திய கோட்டின் நேரே r தூரத்திலுள்ள புள்ளியொன்றிலே காந்தத்திஞற் செலுத்தப்படும் மண்டலத்திஞேடொத்த θ இன் பெறுமானமாக உபயோகிக்கப்படும்.

இப்புள்ளியிலுள்ள மண்டலத்திறனை $\mathbf{F}'$ எனவும், θ இன் சராசரிப் பெறுமானததை θ' எனவுங் குறிப்போமாயின்,

$$\mathbf{F}' = \mathbf{H} \text{ தான } \theta'$$

எனப் பெறுகின்றேம். அத்துடன் காந்தத்தின் காந்தத்திருப்புதிறனை $\mathbf{M}'$ எனவும், அதன் நீளத்தை $2l_1$ எனவுங் கொள்வோமாயின்

$$\mathbf{F}' = \frac{\mathbf{M}'}{(r^2 + l_1^2)^{3/2}}$$

எனப் பெறுகின்றேம். எனவே,

$$\frac{\mathbf{M}'}{(r^2 + l_1^2)^{3/2}} = \mathbf{H} \text{ தான் } \theta'$$

r இஞேடு ஒப்பிடப்படும்போது l_1 சிறிதாயிருக்குஞ் சந்தர்ப்பங்களிலே

$$\mathbf{F}' = \frac{\mathbf{M}'}{r^3}$$

எனவெழுதலாம. ஆகவே,

$$\frac{\mathbf{M}'}{r^3} = \mathbf{H} \text{ தான் } \theta'$$

எனப் பெறுகின்றேம்.

இக்காந்தத்திற்குப் பதிலாக காந்தத்திருப்புதிறன் $\mathbf{M}''$ ஐயுடைய இரண்டாவது காந்தமொன்று வைக்கப்பட்டு இதே வகையான அவதானத் தொடரொன்று எடுக்கப்படும்.

இவ்வாறு பெறப்பட்ட எட்டு அளவீடுகளின் சராசரியானது மத்திய கோட்டின் நேரே மையத்திலிருந்து r ச.மீ. தூரத்திலே காந்த மண்டலத்திஞலுண்டாக்கப்படுந் திரும்பலைக் கொடுக்கின்றது.

திரும்பலின் சராசரிப் பெறுமானம் θ'' எனவும், காந்தத்தின் நீளம் $2l_2$ எனவும் கொள்ளப்பட்டால், முந்தியதைப்போலவே

$$\frac{M''}{(r^2+l_2^2)^{3/2}} = H \text{ தான் } \theta''$$

என்னுந் தொடர்பைப் பெறுகின்ரேம். l_2^2 ஐ நிராகரிப்பின்,

$$\frac{M''}{r^3} = H \text{ தான் } \theta''$$

ஆகின்றது.

இப்போது, ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் r ஒரேயளவாகுமாதலின், l_1^2 ஐயும் l_2^2 ஐயும் நிராகரிகக

$$\frac{M'}{M''} = \frac{\text{தான் } \theta'}{\text{தான் } \theta''}$$

எனப் பெறுகின்ரேம்.

l_1^2 ஐயும் l_2^2 ஐயும் நிராகரியாது விட்டாலும், இக்கணியங்கள் சமமாயிருப்பின் அல்லது எறத்தாழச் சமமாயிருப்பின், இதே பேருனது பெறப்படும்.

சமதிரும்பல் முறை.—காந்தமானியூசியிற் சமதிரும்பல்களை உண்டாக்கும் நிலைகளிற் காந்தங்களை வைத்துக் காந்தத்திருப்புதிறன்களை ஒப்பிடலாம்.

ஊசியிலிருந்து r_1 ச.மீ. தூரத்தில் மையமிருக்குமாறு அகலப்பக்க நிலையில் முதலாவது காந்தம் வைக்கப்படும். மேலே விவரிக்கப்பட்ட நான்கு நிலைகளிலும் காந்தத்தை வைத்துத் திரும்பல்கள் அவதானிக்கப்படும். காட்டியின் முனைகளினது எட்டு அளவீடுகளின் சராசரியை θ எனக் கொள்க.

இக்காந்தத்தை அகற்றியபின், கோணம் θ இற்குச் சமமான திரும்பலைக் கொடுக்குமாறு அகலப்பக்க நிலையிலே இரண்டாவது காந்தம் வைக்கப்படும். இப்பருமனுள்ள திரும்பலையுண்டாக்க இரண்டாவது காந்தத்தின் நான்கு நிலைகளுள. இந்நிலைகளிரண்டிலே காந்தமானிக்குத் தெற்கேயுள்ள காந்தமானது முதலில வடமுனை கிழக்கு நோக்கியும், அதனபின் மேற்கு நோக்கியுமிருக்கும். காந்தமானிக்கு வடக்கேயிருககும்போது காந்தமானது இவ்வகையான இரு நிலைகளில் வைக்கப்படும். ஒவ்வொரு நிலையிலும் காந்தத்தின் மையத்திலிருந்து காந்தமானியூசியின் மையத்தினது தூரத்தை அளத்தல் வேண்டும். இவ்வகையாக எடுக்கப்பட்ட நான்கு தூரங்களினதுஞ் சராசரி r_2 எனக் கொள்ளப்படும்.

இப்போது, காந்தவூசியிருந்தவிடத்திலே முதலாவது காந்தத்தின் மண்டலமானது,

$$F = \frac{M'}{r_1^3} = H \text{ தான } \theta$$

என்பதனுற் கொடுக்கப்படும். காந்தவூசியிருந்த விடத்திலே இரண்டாவது காந்தத்தின் மண்டலமானது

$$F' = \frac{M''}{r_2^3} = H \text{ தான் } \theta$$

என்பதனுற் கொடுக்கப்படும்.

ஆகவே, எல்லாச் சந்தர்ப்பங்களிலும் θ ஒரேயளவாதலின் $F = F'$ எனப் பெறுகின்ருேம். எனவே,

$$\frac{M'}{r_1^3} = \frac{M''}{r_2^3}$$

அல்லது $$\frac{M'}{M''} = \frac{r_1^3}{r_2^3}.$$

பூச்சியமுறை.—ஊசியின் வடக்கிலொன்றுந் தெற்கில் மற்றதுமாக இரண்டு காந்தங்களைப் பூச்சியத்திரும்பல் உண்டாகுமாறு ஒழுங்கு செய்து காந்தத் திருப்புதிறன்களை ஒப்பிடலாம். எப்படியெனின், ஊசியிலிருந்து r_1 தூரத்திலே ஒரு காந்தத்திண்மமிருக்க, ஊசியிலிருந்து r_2 தூரத்தில் வைக்கப்பட்ட மற்றக் காந்தம பூச்சியத்திரும்பலை உண்டாக்குமாயின்,

$$F = \frac{M'}{r_1^3} \text{ எனவும்,}$$
$$F' = \frac{M''}{r_2^3} \text{ எனவும் பெறுகின்ருேம்.}$$

அத்துடன, ஒரு காந்தத்திஞலுண்டாக்கப்பட்ட திரும்பலானது மற்றதிஞல் உண்டாக்கப்பட்ட திரும்பலிஞல் நடுநிலையடைகின்றதாதலின் $F = F'$. எனவே, -

$$\frac{M'}{M''} = \frac{r_1^3}{r_2^3}.$$

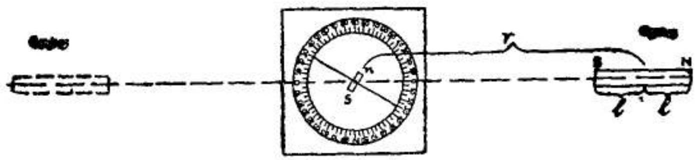
r_1 இன ஒரு பெறுமானத்திற்கு ஊசியிலே காந்தங்கள் ஒன்றையொன்று ஒருநிலைப்படுத்தும் நிலைகளின் நான்கு கூட்டங்கள் பெறப்படும். எனவே, $\frac{r_1^3}{r_2^3}$ இன் நான்கு பெறுமானங்கள் பெறப்படும். இவற்றின் சராசரி $\frac{M'}{M''}$ இன் பெறுமானமாகக் கொள்ளப்படும்.

நீளப்பக்கநிலை.—திருப்புதிறன்கள் ஒப்பிடப்படவேண்டிய காந்தங்கள காந்தமானிக்கு **நீளப்பக்கமாகவும்** உபயோகிக்கப்படலாம்.

சமதூரமுறை.—அகலப்பக்க நிலையிற் செய்ததுபோலக் காந்தமானியூசியிலிருந்து சமதூரங்களில் மையங்கள் இருக்குமாறு காந்தங்கள் வெவ்வேருக உபயோகிக்கப்படலாம்.

ஒவ்வொரு காந்தத்தினதும் அச்சானது கிழக்கு மேற்காகவும் காந்தமானியானது காந்தத்தின் கிழக்கே அல்லது மேற்கே

யிருக்குமாறும் வைக்கப்படுதல் வேண்டும். ஒவ்வொரு காந்தத்திற்கும் இந்நிபந்தனைகள் பூரணமாதற்குரிய நான்கு நிலைகளுள. ஒவ்வொரு நிலையிலும் காந்தத்தின் மையமானது ஊசியிலிருந்து ஒரே தூரத்திலிருக்கும். எனவே, ஒவ்வொரு காந்தத்தினோடும் காட்டியின் முனைகளினது எட்டு அளவீடுகள் பெறப்படும். இவ்வளவீடுகளின் சராசரிகள் ஊசியிலிருந்து குறித்த தூரத்திலிருக்கும்போது காந்த மண்டலங்களோடொத்த திரும்பல்கள் θ', θ'' ஆக எடுக்கப்படலாம் (உருவம் 398).



உருவம் 398.—காந்தத்திருப்புதிறன்களின் ஒப்பீடு (நீளப்பக்கநிலை)

492 ஆம் பந்தியிற் பெறப்பட்ட கோவையிலிருந்து

$$F' = \frac{2M'r}{(r^2 - l_1^2)^2} \text{ எனவும்}$$

$$F'' = \frac{2M''r}{(r^2 - l_2^2)^2} \text{ எனவும் பெறுகின்றோம்.}$$

அத்துடன், $F' = H$ தான் θ',

$F'' = H$ தான் θ''.

எனவே,
$$\frac{\dfrac{M'r}{(r^2 - l_1^2)^2}}{\dfrac{M''r}{(r^2 - l_2^2)^2}} = \frac{\text{தான் } \theta'}{\text{தான் } \theta''}.$$

r இனோடு ஒப்பிடப்படும்போது l_1, l_2 சிறிதாயிருப்பின்,

$$\frac{M'}{M''} = \frac{\text{தான் } \theta'}{\text{தான் } \theta''}$$

என இது சுருங்கும்.

தேவைப்படின் திருத்தக் கோவையாகிய

$$\frac{M'}{M''} = \frac{\text{தான் } \theta'}{\text{தான் } \theta''} \times \left(\frac{r^2 - l_1^2}{r^2 - l_2^2}\right)^2$$

உபயோகிக்கப்படலாம். ஆயினும், இது அருமையாகவே தேவைப்படும்.

சமதிரும்பல் முறை.—ஊசியின் சமதிரும்பல்களை உண்டாக்குந் தூரங்களிலே காந்தங்களை வெவ்வேறாக வைத்துங் காந்தத் திருப்பு திறன்களை ஒப்பிடலாம்.

4—R 1410 (2/62)

ஊசியிலிருந்து மையம் r_1 தூரத்திலிருக்குமாறு நீளப்பக்க நிலையிலே முதலாவது காந்தம் வைக்கப்படும். மேலே விவரிக்கப்பட்ட நான்கு நிலைகளொவ்வொன்றிலுந் திரும்பல் அவதானிக்கப்பட்டு, இத்திரும்பலின் சராசரிப் பெறுமானம் எடுக்கப்படும். இதனை θ எனக் கொள்க.

இப்போது முதலாவதற்குப் பதிலாக இரண்டாவது காந்தம் உபயோகிக்கப்படும். அச்சானது கிழக்கு மேற்காகக் காந்தமானியின் மையத்தை நோக்கியிருக்குமாறு இது வைக்கப்படும். காந்தத்தின் மையத்திலிருந்து காந்தமானியூசியின் மையத்தின் தூரங்கள் ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் ஏறத்தாழச் சமமாயிருக்க, இக்காந்தமானது θ திரும்பலையுண்டாக்கும் நான்கு நிலைகள் காணப்படும். இத் தூரங்கள் அளக்கப்பட்டு அவற்றின சராசரிப் பெறுமானமாகிய r_2 எடுக்கப்படும். மையத்திலிருந்து இத்தூரத்திலே இரண்டாவது காந்தமானது, முதலாவது காந்தம் மையத்திலிருந்து r_1 தூரத்திலுண்டாக்கும் மண்டலத்திறனுக்குச் சமமான மண்டலத்தை உண்டாக்கும்.

எனவே, $$F = \frac{2M'r_1}{(r_1^2 - l_1^2)^2} \text{ எனவும்}$$

$$F = \frac{2M''r_2}{(r_2^2 - l_2^2)^2} \text{ எனவும் பெறுகின்றோம்.}$$

எனவே, $$\frac{M'}{M''} = \frac{(r_1^2 - l_1^2)^2}{(r_2^2 - l_2^2)^2} \times \frac{r_2}{r_1}.$$

r_1^2 இனோடும் r_2^2 இனோடும் ஒப்பிடப்படும்போது l_1^2 உம் l_2^2 உம் நிராகரிக்கப்படக் கூடியனவாயின்,

$$\frac{M'}{M''} = \frac{r_1^3}{r_2^3}$$

என்ற உருவத்திற்கு இது ஏறத்தாழச் சுருங்கும்.

பூச்சியமுறை.—காந்தங்களிரண்டையும் ஊசியின் எதிர்ப்பக்கங்களிலே நீளப்பக்க நிலையில் வைத்து அவற்றின் சேர்ந்த தாக்கத்தினால் ஊசியின் திரும்பல் பூச்சியமாகுமாறு செப்பஞ் செய்யலாம்.

r_1 மாறாதிருக்க, இந்நிகழ்ச்சிக்குரிய நிலைகளின் நான்கு கூட்டங்கள் பெறப்படலாம்.

ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும்

$$F = \frac{2M'}{r_1^3} \left(\text{அல்லது } F = \frac{2M'r_1}{(r_1^2 - l_1^2)^2} \right) \text{ எனவும்}$$

$$F' = \frac{2M''}{r_2^3} \left(\text{அல்லது } F' = \frac{2M''r_2}{(r_2^2 - l_2^2)^2} \right) \text{ எனவும் பெறுகின்றோம்.}$$

இத்துடன் $F = F'$.

எனவே, r_2 இற்குரிய நான்கு பெறுமானங்கள் பெறப்படலாம். ஒவ்வொன்றிற்கும்

$$\frac{M'}{M''}=\frac{(r_1^2-l_1^2)^2\,r_2}{(r_2^2-l_2^2)^2\,r_1}$$

அல்லது, ஏறத்தாழ

$$\frac{M'}{M''}=\frac{r_1^3}{r_2^3}$$

எனப் பெறுகின்றோம்.

பெரும்பாலான தேவைகளுக்கு அண்ணளவான கோவையானது போதியதாகும்.

குறிப்பு.—சமதிரும்பல் முறைகளிலும் பூச்சியமுறைகளிலும் மேலே விவரிக்கப்பட்டதைப் போன்று r_2 இன் சராசரிப் பெறுமானத்தை எடுப்பதினூற் சிறிய வழுவொன்று புகுந்துவிடுகின்றது. r_2 இன் அவதானிக்கப்பட்ட பெறுமானங்கள் 1 தொடக்கம் 2 நூற்று வீதத்திற்குக் கூடுதலாக வேறுபடின, r_2 இன் அவதானிக்கப்பட்ட பெறுமானங்கள் ஒவ்வொன்றிற்கும் ஒன்றாக $\frac{M'}{M''}$ இன் நான்கு பெறுமானங்கள் கணிக்கப்படல் வேண்டும். இவ்விகிதங்களின் சராசரியே $\frac{M'}{M''}$ இன் மெய்யான பெறுமானமாக எடுக்கப்படல் வேண்டும்.

§ 499. **அதிர்வுக் காந்தமானியை உபயோகித்துக் காந்தத் திருப்பு திறன்களை ஒப்பிடுதல்.**—அதிர்வுக் காந்தமானியொன்றிலே, ஊசியின் அதிர்வுத்தளத்திலுள்ள முழு அல்லது விளையுட் காந்தமண்டலத்தின் திசையின் நேரே அவ்வூசியானது விடப்படும். ஊசியினலைவுகள் இவ்விளையுள் மண்டலத்தினூற் செலுத்தப்படும் விசைகளின்கீழ் நிகழ்கின்றன. இக்காரணத்தினால், திருப்தியான எவ்விதமுறையிலாவது புவிமண்டலத்தை நீக்கமுடியாததலின், அதிர்வுக் காந்தமானியைக் கொண்டு அளக்கப்பட வேண்டிய எந்த மண்டலமும், புவியின் கிடையான மண்டலத்திற்குச் சமாந்தரமான திசையிலே வைக்கப்படல் வேண்டும்.

காந்தத்திருப்புதிறன் M′ ஐயுடைய காந்தமொன்று வடமுனையானது வடக்கு நோக்கி வைக்கப்பட்டுள்ளதெனவும், அதன் மையத்திலிருந்து வடக்கே r ச.மீ. தூரத்தில் அதிர்வுக் காந்தமானியொன்று வைக்கப்பட்டுள்ளதெனவுங் கொள்க. இச்சந்தர்ப்பத்திலே ஊசியானது அலைகின்ற மண்டலமானது புவியின் கிடையான மண்டலம் H இனதும் காந்தத்தின் பயனுள மண்டலம் F′ இனதுஞ் சேர்க்கையாற் காந்தத்தின் மையத்திலிருந்து அதனச்சின் நேரே r ச.மீ. தூரத்திலுண்டான மண்டலமாகும். இம் மண்டலங்கள் ஒரே திசையிலுள்ளன. ஆகவே, ஊசியானது அலைகின்ற முழு மண்டலமும், $H'=H+F'$ எனின், H′ இனூற் குறிக்கப்படும்.

இப்போது ஊசியின் அலைவுக்காலம் அவதானிக்கப்படும். இதனை t_1 செக்கனெனக் கொள்க.

497 ஆம் பந்தியிற் கொடுக்கப்பட்ட கோவையிலிருந்து, I என்பது ஊசியின் சடத்துவத் திருப்புதிறனெனவும், M என்பது காந்தத் திருப்புதிறனெனவுங் கொள்ளப்பட்டால்,

$$t_1 = 2\pi \sqrt{\frac{I}{MH'}}.$$

ஆகவே, $$t_1^2 = \frac{4\pi^2 I}{MH'}$$

அல்லது, $$H' = \frac{4\pi^2 I}{M} \times \frac{1}{t_1^2}.$$

இப்போது, M உம், I உம் ஒரே ஊசிக்கு மாறிலிகளாம். ஆகவே,

$$C = \frac{4\pi^2 I}{M}$$

எனவெழுத, $H' = \dfrac{C}{t_1^2}$ எனப் பெறுகின்றோம்.

இம்மண்டலம் H′ இலே அலைவுக் காலங் காணப்பட்டதும், காந்தமானது அகற்றப்பட்டு, அதிர்வுக் காந்தமானியூசியானது புவிமண்டலத்தில் மட்டும் அலையவிடப்படல் வேண்டும். இப்போது இதன் நேரம் t_0 செக். ஆயின்,

$$t_0^2 = \frac{4\pi^2 I}{MH}$$

அல்லது $$H = \frac{C}{t_0^2}.$$

இப்போது $$H' = H + F'$$

அதாவது, $$\frac{C}{t_1^2} = \frac{C}{t_0^2} + F'.$$

எனவே, $$F' = C\left\{\frac{1}{t_1^2} - \frac{1}{t_0^2}\right\}.$$

முதலாவதினேடொத்த இடத்திலே வைக்கப்பட்டுள்ள இரண்டாவது காந்தமானது அதிருமூசியிருக்குமிடத்திலே மண்டலம் F″ ஐச் செலுத்தும். இதன் பயனுனதும் புவியின் கிடையான மண்டலத்தின் பயனுனதுமான சேர்ந்த மண்டலத்திலே ஊசியானது t_2 செக்கன் நேரத்தினேடு அலையும். எனின்,

$$F'' = C\left\{\frac{1}{t_2^2} - \frac{1}{t_0^2}\right\}$$

எனப் பெறுகின்றோம்.

இப்போது $F' = \dfrac{2M'r}{(r^2 - l_1^2)^2}$. இத்துடன் $F'' = \dfrac{2M''r}{(r^2 - l_2^2)^2}$.

எனவே, $$\frac{F'}{F''} = \frac{\dfrac{2M'r}{(r^2-l_1^2)^2}}{\dfrac{2M''r}{(r^2-l_2^2)^2}} = \frac{\dfrac{1}{t_1^2}-\dfrac{1}{t_0^2}}{\dfrac{1}{t_2^2}-\dfrac{1}{t_0^2}}.$$

எனவே, மேலே விவரிக்கப்பட்ட அவதானங்களிலிருந்து $\frac{M'}{M''}$ விகிதத்தைக் கணிக்க முடியும்.

r இனேடு ஒப்பிடப்படும்போது l_1, l_2 சிறியனவாயிருப்பின், அன்றேல், ஏறத்தாழச் சமமாயிருப்பின்,

$$\frac{M'}{M''} = \frac{\dfrac{1}{t_1^2}-\dfrac{1}{t_0^2}}{\dfrac{1}{t_2^2}-\dfrac{1}{t_0^2}}$$

எனப் பெறுகின்றேம்.

§ 500. காந்தங்களைத் தொங்கவிட்டுக் காந்தத்திருப்புதிறன்களை ஒப்பிடுதல்.—காந்தங்களிரண்டை வெவ்வேறுகத் தொங்கவிட்டேனும் ஒருமித்துத் தொங்கவிட்டேனும், ஒரே காந்தமண்டலத்திலே அலைவுக் காலங்களைக் கண்டு அவற்றின் காந்தத் திருப்புதிறன்களை ஒப்பிடலாம்.

வெவ்வேறுகத் தொங்கவிடப்பட்ட காந்தங்கள்.—வேறு காந்தப் பொருள்களில்லாவிடத்திலே புவிமண்டலத்தில் மட்டுங் காந்தமொன்று தொங்கவிடப்படின் அதன் அலைவுக் காலமாகிய t_1,

$$t_1 = 2\pi\sqrt{\frac{I_1}{M_1H}}$$

என்பதனுற் கொடுக்கப்படும். இங்கு, M_1 என்பது காந்தத்தின் காந்தத் திருப்புதிறன் எனவும், I_1 என்பது அதன் சடத்துவத்திருப்புதிறன் எனவுங் கொள்ளப்பட்டது.

இக்காந்தத்தின் அலைவுக் காலந் தீர்மானிக்கப்பட்டதும், முதலாவது காந்தம் இருந்த நிலையிலேயே இரண்டாவது காந்தமானது தொங்கவிடப்பட்டு அலையவிடப்படும்.

இரண்டாவது காந்தத்தின் ஆடல் நேரம் t_2 செக்கனுயின், அதன் காந்தத்திருப்புதிறனை M_2 எனக் கொண்டால்,

$$t_2 = 2\pi\sqrt{\frac{I_2}{M_2H}}$$

எனப் பெறுகின்றேம். இங்கு I_2 என்பது அலைவச்சு பற்றி இக் காந்தத்தின் சடத்துவத்திருப்புதிறனுகும்.

எனவே, $t_1^2 = \frac{4\pi^2 I_1}{M_1 H}$ எனவும்

$t_2^2 = \frac{4\pi^2 I_2}{M_2 H}$ எனவும் பெறுகின்றோம்.

ஆகவே, $\frac{M_1}{M_2} = \frac{t_2^2}{t_1^2} \times \frac{I_1}{I_2}$.

காந்தங்கள் ஒழுங்கான கேத்திரகணித உருவத்தையுடையனவாயின் அவற்றின் அலைவச்சுகளைப்பற்றிய சடத்துவத் திருப்புதிறன்கள் அவற்றின் திணிவுகளையும் அளவுகளையுங் கொண்டு கணிக்கப்படலாம். எனவே, அவற்றின் காந்தத் திருப்புதிறன்களின் விகிதமாகிய $\frac{M_1}{M_2}$ பெறப்படலாம்.

சேர்த்துத் தொங்கவிடப்பட்ட காந்தங்கள்.—காந்தங்களிரண்டினதும் சடத்துவத் திருப்புதிறன்களைத் தீர்மானிக்குந் தேவையைத் தவிர்ப்பதற்காகத் தனித்த விறைப்பான தாங்கியொன்றிலே அவற்றைச் சேர்த்துத் தொங்கவிடலாம்.

முதலிலே அவற்றின் வடமுனைகள் ஒரே திசையை நோக்குமாறு ஏற்றப்படுதல் வேண்டும். அப்போது தொங்கவிடப்பட்ட தொகுதியின் காந்தத் திருப்புதிறன் $(M_1 + M_2)$ இற்குச் சமமாகும்.

இவ்வகையாக ஒழுங்கு செய்யப்பட்ட தொகுதியின் அலைவுக்காலம் t_1 ஆயின்,

$$t_1^2 = \frac{4\pi^2 I}{(M_1 + M_2)H}$$

எனப் பெறுகின்றோம். இங்கு I என்பது அலைவச்சு பற்றி தொங்கவிடப்பட்ட முழுத் தொகுதியினதும் சடத்துவத் திருப்புதிறனாகும்.

இதன்பின் தாங்குஞ் சட்டத்திலே காந்தங்களுளொன்று நேர்மாறுக்கப்படும். இத்தொகுதியின் அலைவுக் காலம் தீர்மானிக்கப்படும். இப்போது தொகுதியின் காந்தத்திருப்புதிறன் M_1 இற்கும் M_2 இற்கு முள்ள **வித்தியாசம்** ஆகும். இதனை $(M_1 \sim M_2)$ எனக் குறிக்கலாம். அலைவுக் காலம் t_2 எனின்,

$$t_2^2 = \frac{4\pi^2 I}{(M_1 \sim M_2)H}$$

எனப் பெறுகின்றோம்.

இரு சந்தர்ப்பங்களிலுந் தொங்கலச்சிலே மையங்களிருக்குமாறு காந்தங்கள் வைக்கப்பட்டால், முந்திய பெறுமானத்தையே I ஆனது பெற்றிருக்கும்.

ஆகவே, $\frac{t_1^2}{t_2^2} = \frac{M_1 \sim M_2}{M_1 + M_2}$

எனப் பெறுகின்றோம்.

M_1 ஆனது M_2 இலும் பெரிதெனக் கொள்வோமாயின்

$$\frac{t_1^2}{t_2^2} = \frac{M_1 - M_2}{M_1 + M_2}.$$

எனவே,
$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{t_2^2 + t_1^2}{t_2^2 - t_1^2}.$$

§ 501. **கிடையான புவிமண்டலத்தின் தனியளவு.**—எந்தவிடத்திலு முள்ள கிடையான புவிமண்டலத்தின் தனிப்பெறுமானத்தை, திரும்பற் பரிசோதனை யொன்றின் விளைவுகளோடு அதேயிடத்திற் செய் யப்படும் அதிர்வுப் பரிசோதனையொன்றிற் பெறப்படும் விளைவுகளைச் சேர்த்துத் தீர்மானிக்கலாம்.

திரும்பற் பரிசோதனை.—இப்பரிசோதனையிலே கிடையான புவிமண்டல மாகிய H ஆனது அளக்கப்படவேண்டிய இடத்திலே மையமிருக்குமாறு தானசன் காந்தமானியொன்று வைக்கப்படும். இதன் பின், அச்சானது ஊசியின் மையத்தை நோக்கியிருக்குமாறு குறுகிய தடிப்பான காந்த மொன்று காந்தமானிக்குக் கிழக்கே அல்லது மேற்கே வைக்கப் படும். காந்த மையத்திற்கும் காந்தமானியின் மையத்திற்கும் இடைத் தூரம் வசதியான பெறுமானம் r ஆயிருக்குமாறு செப்பஞ் செய்யப்பட்ட பின், ஊசியின் திரும்பல் குறிக்கப்படும்.

காந்தத்தை நேர்மாறுக்கியும், காந்தமானியின் மற்றப்பக்கத்திலே சம தூரம் r இற் காந்தத்தை வைத்தும் இவ்வகையான அளவீடுகள் எடுக் கப்படல வேண்டும். இவ்வகையாக ஏறத்தாழச் சமமான நான்கு திரும் பல்கள் பெறப்படும்.

காந்தத்தின் நீளத்தை $2l$ எனவும், அதன் காந்தத்திருப்பு திறனை M எனவுங் கொண்டால், காந்தமானியின் மையத்திலுள்ள மண்டல மானது

$$F = \frac{2Mr}{(r^2 - l^2)^2}$$

என்பதனுற் கொடுக்கப்படும். அத்துடன்

$$F = H \text{ தான் } \theta$$

எனவும் எமக்குத் தெரியும். இங்கு θ என்பது மேலேயுள்ள பரி சோதனையில் அவதானிக்கப்பட்ட சராசரித் திரும்பலாகும். எனவே,

$$\frac{2Mr}{(r^2 - l^2)^2} = H \text{ தான் } \theta,$$

அல்லது,
$$\frac{M}{H} = \frac{(r^2 - l^2)^2}{2r} \text{ தான் } \theta.$$

இச்சமன்பாட்டின் வலப்பக்கக் கணியங்களெல்லாம் பெறப்படலாமாத லின் $\frac{M}{H}$ இற்குரிய பெறுமானம் ச. கி. செ. அலகுகளிற் கணிக்கப்படலாம்.

சமன்பாட்டு வலப்பக்கக் கோவையின் அளவீடுகள் கனவளவின் அளவீடுகளாமென்பது வெளிப்படை. இப் பருமனை A இனற் குறித்து,

$$\frac{M}{H} = A \text{ (க. ச. மீ.)}$$

எனப் பெறுகின்றேம்.

அதிர்வுப் பரிசோதனை.—இப்போது காந்தமானியை அகற்றிவிட்டு முந்திக் காந்தமானியிருந்தவிடத்திலே குறுகிய காந்தமொன்றை அலையவிடுதல் வேண்டும். மண்டலம் H இலே இவ்வாறு அதிருகின்ற காந்தத்தின் அலைவுக்காலம் t ஆயின்,

$$t = 2\pi\sqrt{\frac{I}{MH}}$$

அல்லது $$MH = \frac{4\pi^2 I}{t^2}.$$

காந்தத்தின் சடத்துவத்திருப்புதிறனனது அதன் திணிவிலிருந்தும் அளவுகளிலிருந்துங் கணிக்கப்படலாம். t ஆனது நேரவதானத்தினற் பெறப்படலாமாதலின், இச்சமன்பாட்டின் வலப்பக்கக் கணியமானது ச.கி.செ. அலகுகளிற் கணிக்கப்படலாம். எனவே, இக்கணியத்தை B எனக் குறித்தால்,

$$MH = B \text{ (ச.கி.செ. அலகுகள்)}$$

எனப் பெறுகின்றேம்.

H இன் கணக்கீடு.—இவ்விரு பேறுகளுஞ் சேர்க்கப்படும்போது H இற் குரிய பெறுமானமொன்று கணிக்கப்படலாம். எப்படியெனின்,

$$\frac{M}{H} = A\ ;$$

அத்துடன், $$MH = B.$$

எனவே, $$H^2 = \frac{MH}{\frac{M}{H}} = \frac{B}{A}.$$

அல்லது $$H = \sqrt{\frac{B}{A}}.$$

இவ்வாறு பெறப்பட்ட பேறனது H ஐ ச.கி.செ. தனியலகுகளில், அதாவது, **மூலையலகிற்குரிய தைன்களிற்** கொடுக்கும்.

M இன் கணக்கீடு.—மேலே பெறப்பட்ட பேறுகளிலிருந்து இப்பரிசோதனையில் உபயோகிக்கப்பட்ட காந்தத்தின் காந்தத்திருப்புதிறனையுந் தீர்மானிக்கலாம். எப்படியெனின்,

$$\frac{M}{H} = A,$$

அத்துடன் $$MH = B.$$

எனவே, $M^2 = MH \times \frac{M}{H} = A.B.$

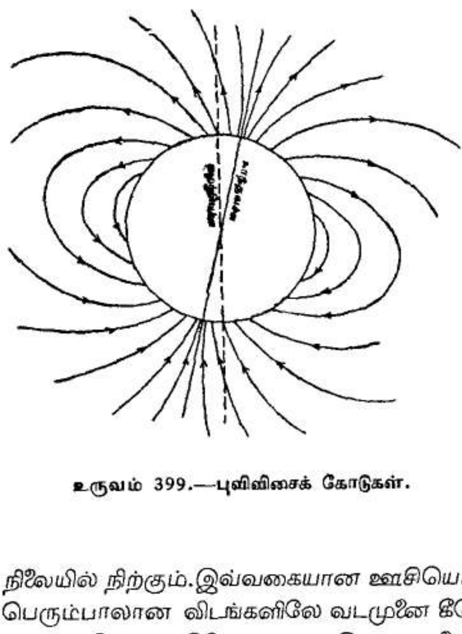
அல்லது $M = \sqrt{A.B.}$

M இற்குரிய இப்பெறுமானமானது ச.கி.செ. அலகுகளில், அதாவது, **மூனைவலகுகள்** × **சதமமீற்றர்கள்** இன் சார்பாயிருக்கும்.

அத்தியாயம் 53

புவிக்காந்தம்

§ 502. **புவியின் விசைக் கோடுகள்.**—திசைகாட்டியூசியொன்று ஓய்வு நிலையடையும் நிலையானது ஊசியின் முனைகளிலே புவியினாற் செலுத்தப் படும் காந்தவிசைகளின் கிடைக்கூறுகளினால் தீர்மானிக்கப்படும். ஆகவே, புவிக்காந்தவிசைக்கோடுகள், ஊசியின் அச்சிற்குச் சமாந்தரமாக இருக்கத் தேவையில்லாத போதிலும், ஊசியினூடு செல்லுகின்ற நிலைத்தளத்தி லிருத்தல வேண்டும்.



உருவம் 399.—புவிவிசைக் கோடுகள்.

குறித்த எந்த விடத்திலே னும் புவிவிசைக்கோடுகள் இருக் கும் நிலைக்குத்துத்தளமானது அவ்விடத்திற்குரிய **காந்தவுச்ச நெடுங்கோடு** எனப்படும். காந்தப் பொருள்களெல்லாம் அயலி லிருந்து அகற்றப்பட்டிருப்பின் திசைகாட்டியூசியானது காந்த வுச்ச நெடுங்கோட்டிலே ஓய்வு நிலையடையும்.

காந்தவுச்ச நெடுங் கோட்டிற் குச் செங்குத்தான அச்சொன்று பற்றிக் கட்டற்றுச் சுழலவிடப்பட் டுப பூரணமாய்ச் சமநிலை யடைந்த ஊசியொன்று, அதன் மையத்தினூடு செல்லும் புவி விசைக் கோட்டின் நேரே ஒரு நிலையில் நிற்கும். இவ்வகையான ஊசியொன்று வடவரைக் கோளத்திலுள்ள பெரும்பாலான விடங்களிலே வடமுனை கீழ்நோக்கியிருக்குமாறு சாயும். தென் னரைக் கோளத்திலே அதன் தென் முனையானது இவ்வகையாகவே சாயும். மத்திய கோட்டினண்மையிலுள்ள இடங்களிலே ஊசியானது ஏறத்தாழக் கிடை நிலையிலிருக்கும்.

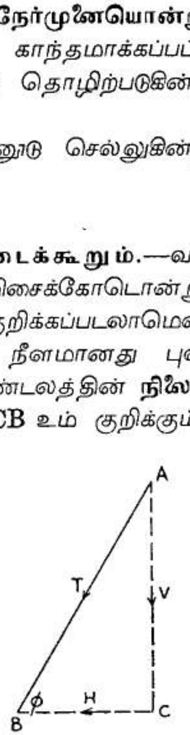
புவிமேற்பரப்பிலே இரண்டிடங்களில் ஊசியானது நிலைக்குத்தாக ஓய்வு நிலையடையும். இவ்விடங்களுளொன்று புவியின் வடமுனைக்கண்மையி லும மற்றது தென்முனைககண்மையிலும் இருக்கின்றது. இவ்விடங்களே **புவிக்காந்தமுனைகள்** ஆகும். புவியியல் முனைகளிலிருந்து வேறுபடுத்து வதற்காக இவற்றை முறையே **காந்தவடமுனை, காந்தத் தென்முனை** எனக் கூறலாம்.

புவியின் விசைக்கோடுகள் ஏறத்தாழ 399 ஆம் உருவத்திலுள்ள வகையி லிருக்கும். **தெற்கு நோக்கிய** அல்லது **எதிர்முனையொன்று** புவியியல்

வடமுனைக்கண்மையிலும், **வடக்கு நோக்கிய** அல்லது **நேர்முனையொன்று** புவியியல் தென்முனைக் கண்மையிலும் இருக்கும் காந்தமாக்கப்பட்ட கோளமொன்றைப் போன்று புவியானது ஏறத்தாழத் தொழிற்படுகின்றதென இதிலிருந்து காணப்படும்.

புவியின் விசைக்கோடுகள் கிடையாயுள்ள விடங்களினூடு செல்லுகின்ற கோடானது **காந்தமத்தியகோடு** எனப்படும்.

§ 503. **புவிமண்டலத்தின் நிலைக்குத்துக்கூறும் கிடைக்கூறும்.**—வடவரைக்கோளத்திலுள்ள ஓரிடத்திலே புவிமண்டலத்தின் விசைக்கோடொன்று AB ஐப் போன்ற (உருவம் 400) கோடொன்றினாற் குறிக்கப்படலாமென முந்திய பந்தியிலிருந்து கண்டோம். இக்கோட்டின் நீளமானது புவிமண்டலத்தின் **முழுச் செறிவையுங்** குறிக்குமாயின், மண்டலத்தின் **நிலைக்குத்துக்கூறையும் கிடைக்கூறையும்** முறையே AC உம் CB உம் குறிக்கும்.



உருவம் 400.—புவிமண்டலத்தின் விசைக்கோடு (வடவரைக்கோளம்).

முழுச்செறிவானது T (முனைவலகொன்றிற்குரிய தைன்கள்) இனாலும், **நிலைக்கூறுங் கிடைக்கூறும்** முறையே V இனாலும் H இனாலும் குறிக்கப்படுவனவாயின்,

$$T^2 = V^2 + H^2$$

என்பது வெளிப்படை.

விசைக்கோடு AB ஆனது கிடைத்தளத்தினோடு கோணம் ϕ இற் சாய்ந்திருக்குமாயின்,

$V = T$ சைன் ϕ எனவும், $H = T$ கோசை ϕ எனவும் பெறுகின்றோம்.

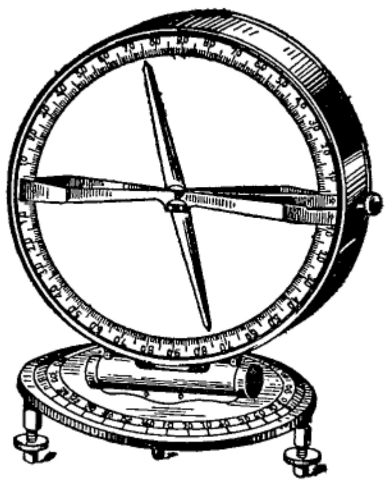
§ 504. **சாய்வுக் கோணம்.**—புவியின விசைக்கோடுகள் கிடைத்தளத்தோடு சாய்ந்திருக்குங் கோணமாகிய ϕ **சாய்வுக்கோணம்** எனப்படும். இது சாய்வுவட்டம் எனபதனால் அளக்கப்படும் (உருவம் 401).

சாய்வு வட்டம்.—இககருவியிலே காந்தவூசியொன்று அதன மையத்தினூடு செல்லும் சுழற்சித்தானமொன்றிற் றொங்க விடப்பட்டிருக்கும். **சுழற்சித்**தானமானது அளவு குறிக்கப்பட்ட நிலைக்குத்தான வட்டமொன்றில் மையத்திலுள்ள கிடையான கத்தியோரங்களிரண்டில் ஓய்ந்திருக்கும். ஊசியானது இவ்வட்டத்தின தளத்தில் சுழலக் கட்டற்றிருக்கும். முழுவட்டமும் அதன் மையததினூடு செல்லும் நிலைக்குத்தச்சொன்றைக கொண்டு சுழற்றப்படலாம். இது சுற்றப்பட்ட கோணமானது கருவியின அடியைச் சுற்றிச் செதுக்கப்பட்டு அளவு குறிக்கப்பட்ட கிடையான வட்டத்திலே வாசிக்கப்படலாம்.

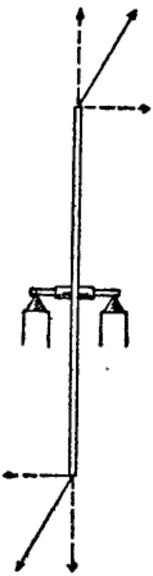
நிலைக்குத்து வட்டமானது காந்தவுச்சநெடுங்கோட்டிலே அதன் தளம் இருக்குமாறு வைககப்பட்டால், புவி மண்டலத்தின விசைக்கோடுகளின்

நேரேயுள்ள நிலையொன்றை ஊசியானது எடுத்துக்கொள்ளும். அப்போது, நிலைக்குத்து வட்டத்திலே ஊசியின் முனைகளிரண்டினது அளவீடுகள் சாய்வுக் கோணத்தைக் கொடுக்கும்.

நிலைக்குத்து வட்டத்தை நிலைநாட்டல்.—அடியிலே வைக்கப்படும் நீர் மட்டமானது ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான நான்கு நிலைகளிலே ஒரேயள வீட்டைக் கொடுக்குமாறு கருவியானது முதலில் மட்டப்படுத்தப்படும்.



உருவம் 401.—சாய்வு வட்டம்.



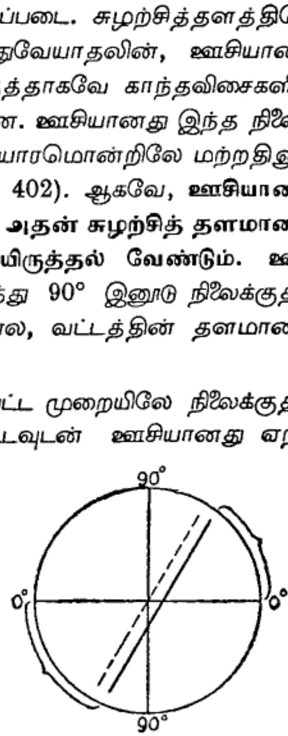
உருவம் 402.—உச்ச நெடுங்கோட்டிற்குச் செங்குத்தான தளத்திலே சுழலவிடப் பட்ட ஊசி மீது தாக்கும் விசைகள்.

நிலைக்குத்துவட்டமானது, அதன்பின், ஊசியின் இரு முனைகளினது சராசரி அளவீடு 90° ஆகுமட்டும், அதன் நிலைக்குத்தைப்பற்றிச் சுழற்றப்படும். அப்போது கிடையான வட்டத்திலே ஒத்த அளவீடு எடுக்கப்படும். இதன் பின்பு, நிலைக்குத்து வட்டமானது அதன் நிலைக்குத்தான விட்டத்தைப் பற்றி 180° இனூடு சுழற்றப்பட்டபின், ஊசியானது நிலைக்குத்தாயிருக்குமாறு அதன் நிலை திரும்பவுஞ் செப்பஞ் செய்யப்படும். கிடையான வட்டத்திலே ஒத்த அளவீடு மீண்டும் அவதானிக்கப்படும். இப்போது பெறப்பட்ட நிலைகளிரண்டின் நடுவே தளமிருக்குமாறு நிலைக்குத்து வட்டஞ் சுழற்றப்படும். எனவே, அதன் தளமானது ஊசி நிலைக்குத்தாயுள்ள எந்த நிலையினோடும் ஏறத்தாழ 90° ஐ ஆக்கும். **நிலைக்குத்து வட்டமானது இப்போது காந்தவுச்சநெடுங்கோட்டிலிருக்கின்றது.**

இவ்வகையான நிலைக்குத்து வட்டத்தை நிலைநாட்டற்குரிய காரணங்கள் பின்வரும் விவாதத்திலிருந்து புலனாகும்:

ஊசியானது புவிமண்டலத்தின் இரு கூறுகளினாலும் தாக்கப்படும். ஊசி நிலைக்குத்தாயிருக்கும்போது நிலைக்குத்துக் கூறினால் மட்டுமே அதன் நிலை தீர்மானிக்கப்படுமென்பது வெளிப்படை. சுழற்சித்தளத்திலே, திருப்புதிறனை உண்டாக்காத சந்தர்ப்பம் இதுவேயாதலின், ஊசியானது சுழலக் கட்டற்றிருக்குந் தளத்திற்குச் செங்குத்தாகவே காந்தவிசைகளின் கிடையான கூறுகள் தாக்கிக்கொண்டிருக்கின்றன. ஊசியானது இந்த நிலையிலிருக்கும்போது கிடையான விசைகள் கத்தியோரமொன்றிலே மற்றதிலும் பார்க்கக் கூடுதலாகத் தாக்குகின்றன (உருவம் 402). ஆகவே, **ஊசியானது நிலைக்குத்தாய் நிற்குமாறு வைக்கப்படுமாயின், அதன் சுழற்சித் தளமானது காந்தவுச்ச நெடுங் கோட்டிற்குச் செங்குத்தாயிருத்தல் வேண்டும்.** ஊசியானது நிலைக்குத்தாய் நிற்கும் நிலையிலிருந்து 90° இனூடு நிலைக்குத்து வட்டத்தைச் சுழற்றி, மேலே குறிப்பிட்டதுபோல, வட்டத்தின் தளமானது உச்சநெடுங் கோட்டிற்குக் கொண்டுவரப்படும்.

சாய்வுக் கோணத்தின் அளவீடு.—விவரிக்கப்பட்ட முறையிலே நிலைக்குத்து வட்டமானது உச்சநெடுங் கோட்டில் விடப்பட்டவுடன் ஊசியானது ஏறத்தாழ புவிவிசைக் கோடுகளின் நேரே நிற்கும். சாய்வுக் கோணத்திற்குரிய திருத்தமான பெறுமானமொன்றைப் பெற பின்வரும் அளவீடுகளின் தொடரொன்று எடுக்கப்படும்.



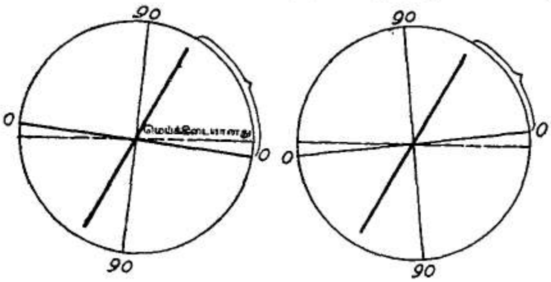
உருவம் 403.—நிலைக்குத்து வட்டத்தின் மையத்தோடு பொருந்தாத சுழற்சித் தானத்திற்குரிய திருத்தம்.

1. ஊசியின் முனைகளிரண்டையும் வாசித்தல் வேண்டும்.—நிலைக்குத்து வட்டத்தின் சரியான மையத்திலே சுழற்சியச்சானது இல்லாததின் பயனை எவ்வித வழுவையும் இது நீக்கும்.

2. நிலைக்குத்து வட்டத்தின் நிலைக்குத்தான விட்டத்தைப் பற்றி வட்டத்தை 180° சுழற்றியபின்பு, ஊசியினது இரண்டு முனைகளையும் வாசித்தல்—கிடையான ஒரே தளத்திலே "பூச்சிய" அளவுக் குறிகள் இல்லாததின் பயனை எவ்வித வழுவையும் இது நீக்கும் (உருவம் 404). ஊசியின் காந்தவச்சானது கேத்திர கணிதவச்சினோடு சாய்ந்திருப்பதன் பயனை வழுக்களையும், ஊசியின் காந்தவச்சுக்குச் செங்குத்தாகச் சுழற்சித்தானத்தினூடு செல்லுங் கோடொன்றின் நேரே ஊசியின் புவியீர்ப்பு மையத்தினது எவ்வித இடப்பெயர்ச்சியையும் இது திருத்துகின்றது.

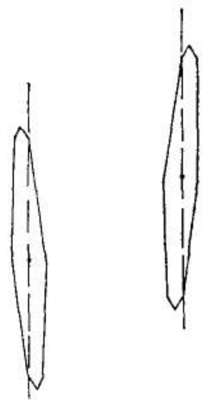
3. தாங்குந் தானங்களிலேயே ஊசியை நேர்மாறாக்கி 1 ஐயும் 2 ஐயும் திரும்பவுஞ் செய்க—காந்தவச்சானது கேத்திரகணிதவச்சினோடு சாய்ந்

திருப்பதன் பயனுன வழுக்களை நீக்கற்குரியதும் (உருவம் 405), காந்த வச்சுக் குச் செங்குத்தாகச் சுழற்சித்தானத்தினூடு செல்லுங் கோடொன்றின் நேரே புவியீர்ப்பு மையத்தின் எவ்வித இடப் பெயர்ச் சியையுந் திருத்துவதற் குரியதுமான (உரு வம் 406) தனித்திருத்த மொன்றை இது கொடுக் கின்றது.

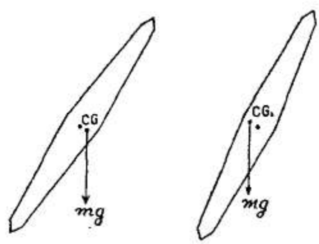


உருவம் 404.—கிடைத்தளத்தோடு பூச்சியக் கோட்டின் சாய்வுக்குரிய திருத்தம்.

4. முனைவுத்தன்மையை நேர்மாருக்குமாறு ஊசியைத் திரும்பவுங் காந்தமாக்கி முன்னைய அவதானங்களெல்லாவற்றையுந் திரும்பவும் எடுக்க.— ஊசியினது காந்தவச்சின நேரே புவியீர்ப்பு மையத்தின எவ்வித இடப்பெயர்ச் சியையும் இது திருத்துகின்றது. முந்திய அளவீடுகளெல்லாவற்றி



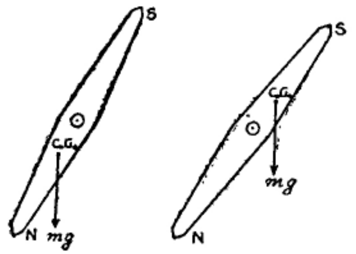
உருவம் 405.—காந்தவச்சானது ஊசியின் கேத்திரகணிதவச்சினேடு பொருந்தாத தற்குரிய திருத்தம்



உருவம் 406.—அச்சிற்குச் செங்குத்தாக ஊசியின் புவியீர்ப்பு மையத்தினது இடப்பெயர்ச்சிக்குரிய திருத்தம்

லும் இவ்வகையான இடப்பெயர்ச்சி ஒரே திசையிலேயே வழுவொன்றை யுண்டாக்கும். எப்படியெனின், முதலாவதாகக் காந்தமாக்கப்பட்டுப் பெற்ற ஊசியின வடமுனைக்குஞ் சுழற்சித்தானத்துக்குமிடையே புவியீர்ப்பு மையமிருப்பின், இதன்பயனுகச் சமநிலைக் குறைவு, 1,2,3 அளவீடுகளை ஆகவுயர்ந்தனவாக்கும்.

புவியீர்ப்பு மையமானது எல்லாச் சந்தர்ப்பத்திலுஞ் சுழற்சித்தானத்திற்குக் கீழேயிருப்பதற்குப் பதிலாக மேலேயிருக்குமாறு ஊசியை நேர்மாறாகக் காந்தமாக்குவதே இதனைத் திருத்துவ தற்குரிய ஒரேயொரு வழியாகும் (உருவம் 407). சராசரிப் பெறுமானத்தை இவ்விளைவுக்காகத் திருத்துவதற்காக முந்திய அளவீடுகளெல்லாந் திரும்பவும் எடுக்கப்படல் வேண்டும்.

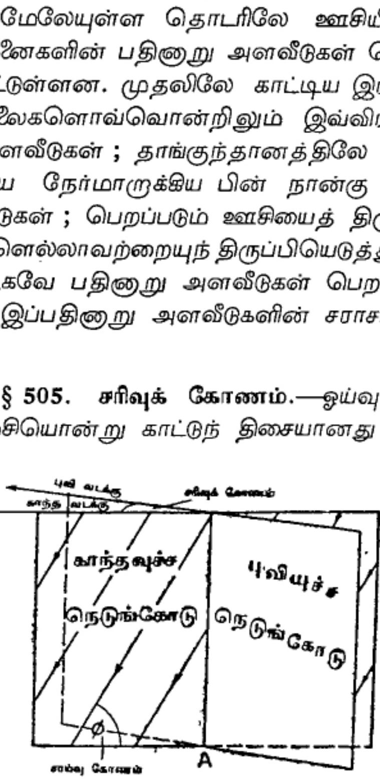


உருவம் 407.—அச்சு வழியே ஊசியின் புவியீர்ப்புமையம் இடம் விலகியிருத்தற்கான திருத்தம்

மேலேயுள்ள தொடரிலே ஊசியினது முனைகளின் பதினாறு அளவீடுகள் பெறப்பட்டுள்ளன. முதலிலே காட்டிய இரண்டு நிலைகளொவ்வொன்றிலும் இவ்விரண்டு அளவீடுகள் ; தாங்குந்தானத்திலே ஊசியை நேர்மாறாக்கிய பின் நான்கு அளவீடுகள் ; பெறப்படும் ஊசியைத் திரும்பவுங் காந்தமாக்கி முந்திய அளவீடுகளெல்லாவற்றையுந் திருப்பியெடுத்துப் பெறப்பட்ட எட்டு அளவீடுகளுடன், ஆகவே பதினாறு அளவீடுகள் பெறப்பட்டன.

இப்பதினாறு அளவீடுகளின் சராசரியே சாய்வுக் கோணமாகும்.

§ 505. சரிவுக் கோணம்.—ஒய்வு நிலையிலிருக்கும்போது திசைகாட்டு மூசியொன்று காட்டுந் திசையானது பொதுவாகப் புவியியலின் மெய்யான வடக்குத் தெற்காகாது. அதாவது, எந்தவிடத்திற்குமுரிய காந்தவுச்ச நெடுங்கோடானது புவியியலுச்ச நெடுங்கோட்டின் தளத்திலே இருக்கவேண்டிய அவசியமில்லை (உருவம் 408).



உருவம் 408.—காந்தவுச்ச நெடுங்கோட்டிற்கும் புவியியலுச்ச நெடுங்கோட்டிற்குமுள்ள தொடர்பு.

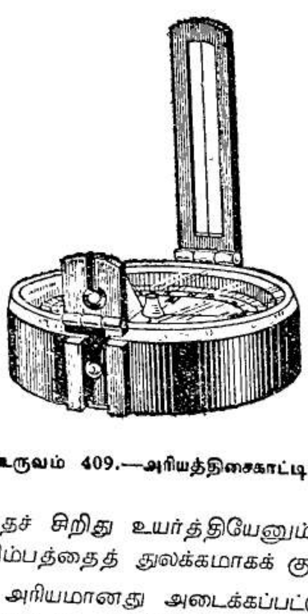
காந்தவுச்ச நெடுங்கோட்டிற்கும் புவியியலுச்ச நெடுங்கோட்டிற்குமிடையேயுள்ள கோணமானது **காந்தச்சரிவு** எனப்படும்.

திசைகாண்பதற்கு, விசேடமாக கப்பலோட்டுந்தேவைகளுக்கு, திசைகாட்டு மூசியை உபயோகிக்கும் போது, இக் கோணம் மிக முக்கியத்துவமுடையதாகும். இத்தனை பாகைகள் கிழக்கே அல்லது மேற்கேயென்று இது குறிக்கப்படுவது வழக்கம். அதாவது, புவியியலுச்ச நெடுங்கோட்டிற்குக் கிழக்கே அல்லது மேற்கே இந்தக் கோணத்தை ஆக்குந் திசையிலே திசைகாட்டு மூசியின் வடமுனையானது நோக்கி நிற்கின்றது என்பதே இதன்

கருத்தாகும். உதாரணமாக, குறித்தவோரிடத்திலே சரிவானது 16° இ. எனக் குறிக்கப்படுமெனின், ஊசியானது அவ்விடத்திலே ஓய்வு நிலையிலிருக்கும்போது மெய்யான புவியியல் வடக்கிற்கு 16° கிழக்கே திசைகாட்டு மூசியின் வடமுனை நோக்கி நிற்கின்றது என்பதே கருதப்படும்.

§ 506. **சரிவினளவு.**—எந்த விடத்திலாவதுள்ள சரிவுக் கோணத்தை அளக்க வேண்டுமாயின், திசைகாட்டு மூசியின் திசையானது மெய்யான புவியியல் வடக்குத் தெற்கிலுள்ள கோடொன்றினோடு ஒப்பிடப்படுதல் வேண்டும். இத்தேவைக்காகப் பொதுவாக **அரியத்திசைகாட்டி**யொன்று உபயோகிக்கப்படும் (உருவம் 409).

அரியத் திசைகாட்டி.—அரியத் திசைகாட்டியொன்றிலே நிலைக்குத்தச் சொன்றைப் பற்றி கட்டற்றுச் சுழலக்கூடியதாகக் காந்தவூசியொன்று சுழலவிடப்படும். பாகைகளின் அளவுச்சட்டஞ் செதுக்கப்பட்டுள்ள வட்டமான காகிதமட்டையொன்று இவ்வூசிக்கு மேலே அதனோடு விறைப்பாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும். கருவியினொரு பக்கத்திலே குறுகிய முகங்களுளொன்று கிடையாயிருக்குமாறு செங்கோணவரியமொன்று ஏற்றப்பட்டுள்ளது. நிலைக்குத்தாயுள்ள மற்றக் குறுகிய முகமானது கருவியின் புறப்பக்கத்தை நோக்கியிருக்கும்.



உருவம் 409.—அரியத்திசைகாட்டி.

குறுகிய குவியத்தூரத்தையுடைய வில்லையொன்று அரியத்தின் கிடையான முகத்தினோடு சேர்த்துப் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. நிலைக்குத்தான முகத்தினண்மையில் வைக்கப்பட்ட கண்ணொன்று அரியத்தின் கீழேயுள்ள வட்டவளவுச் சட்ட பாகத்தினது விம்பமொன்றைக் காண்கின்றது. இவ்விம்பமானது செம்பக்கமுகத்திலே முழுத் தெறிப்பினாற் காணப்படுகின்றது. அரியத்தின் கீழுள்ள வட்டவளவுச் சட்ட அளவீடுகளின் உருப்பெருத்த விம்பமொன்றைக் கண்ணனது காணுமாறு அரியத்தைச் சிறிது உயர்த்தியேனும் பதித்தேனும் அரியத்தினூடு காணப்படும் விம்பத்தைத் துலக்கமாகக் குவிக்கமுடியும்.

அரியமானது அடைக்கப்பட்டுள்ள உலோகவுறை அரியத்தின் நிலைக்குத்தான முகத்தின்மேலே மெல்லிய சமாந்தரத் தட்டாகத் தொடர்ந்திருக்கும். உறையின் நிலைக்குத்தான நீளவிரிவிலே ஒடுங்கிய நிலைக்குத்துப் பிளவொன்று வெட்டப்பட்டுளது. கருவியின் எதிர்ப்பக்கத்திலே மெல்லிய நிலைக்குத்துக் கம்பியொன்றைத் தாங்கி நிற்குஞ் சட்டமொன்றுண்டு. பிளவை நோக்குங் கண்ணனது இக்கம்பியைத் தெளிவாகக் காண

முடியும். நிலைக்குத்துக் கோடுகளைப்பற்றிய வகையில் ஊசித் துளையொன் றைப் போலவே பிளவானது தொழிலாற்றுகின்றது. உதாரணமாக, அரியத் தின் நிலைக்குத்து முகத்திலே பார்க்க அரியத்தினூடு வட்டவளவுச் சட்டத் தின் சிறிய பாகமொன்றினது விம்பங் காணப்படும். இதற்கு நேர்மேலே கருவியின் எதிர்ப்பக்கத்திலுள்ள நிலைக்குத்துக் கம்பியானது பிளவினூடு காணப்படும்.

எந்தப் பொருளிலுங் கம்பியை **அணைத்துப் பார்த்துக்**கொண்டு பிளவி னூடு காணப்படுங் கம்பியினது விம்பத்தின் நேர்கீழேயுள்ள வட்டவளவுச் சட்டத்தின் அளவீட்டை அவதானித்தால், காந்தவுச்ச நெடுங் கோட்டிற்கும் " பார்வைக் கோட்டிற்கு " மிடையேயுள்ள கோணம் உடனே பெறப்படும்.

எந்தவிடத்திலுமுள்ள **சரிவைக் காணவேண்டுமாயின் மெய்யான** நடுப் பகலிலே சூரியனின் நிலையானது அவதானிக்கப்படல் வேண்டும். சிறிது தூரத்திற்கப்பால் ஒன்றுக்கொன்றிருக்குமாறு மெல்லிய கம்பங்கள் இப் போது நாட்டப்படும். இவ்வாறு நாட்டும்போது அவற்றை இணைக்கும் கோடானது இவ்வவதானத்திற் கண்டபடி மெய்யான வடக்குத் தெற்கா யிருத்தல் வேண்டும்.

இனி, அரியத் திசைகாட்டியானது கம்பமொன்றின் முடியிலே வைக்கப் பட்டுப் பிளவினூடு காணப்படும் நிலைக்குத்துக் கம்பியானது மற்றக் கம்பத் தின் நேரே சரியாயிருக்குமாறு பார்க்கப்படும். இதன்பின் நிலைக்குத்துக் கம்பியின் நேர் கீழேயுள்ள திசைகாட்டி அட்டையின் அளவீடு எடுக்கப்படும். மற்றக் கம்பத்திலிருந்தும் அவதானம் திரும்பவும் எடுக்கப்படும். இவ்விரு அளவீடுகளினதுஞ் சராசரியே அவதானங்கள் செய்யப்பட்ட இடத்தின் சரிவாகும்.

§ 507. காந்தமாறல்கள்—புவிமண்டலததின் திசையும் செறிவும் சரி யான மாறிலியாயிருப்பனவன்று. மாறல்கள் வெவ்வேறு ஆவர்த்தன காலங்களையுடைய **சுற்றுக்களாகப்** பிரிக்கப்படலாம். உதாரணமாக, நுண் ணிதாய்த் தொங்கிக்கொண்டிருக்குங் காந்தமொன்றைக் கவனமாய் அவதானித்தால், பகலில் வேறெந்த நேரத்திலும் பார்க்கப் பிற்பகல் 1 மணிக்கு மேற்கே சிறிது கூடுதலாக நோக்கியிருப்பதைக் காணலாம். முற்பகல் 8 மணிக்கு இதன் மேற்கடைந்த சரிவு இழிவுப் பெறுமான மொன்றையுடையதாகும்.

ஊசியின் நாளாந்த இயக்கங்களினது சுவட்டைக் காணும்போது மேலே யுள்ள வகையிலே சரிவு ஒழுங்காக மாறுவதைக் காணலாம். ஆயினும் **நாளுக்கு நாளுள்ள மாறலிலே** சிறிது **நகர்வு** மேற்பொருந்தக் காணப் படும். ஊசியின் சராசரி நிலையானது மிக நுண்ணிய அளவாகவென்றாலும் நாளுக்கு நாள் மாறுகின்றது. வருட முழுவதிலும் சரிவானது மாசியில் உயர்வுப் பெறுமானத்தையும், ஆவணியில் இழிவுப் பெறுமானத்தையு முடையதாகும். **வருடமாறல்** ஏறத்தாழ 2′ 25″ ஆயிருக்கும்.

சூரிய களங்கத்தொழிற்பாட்டிஞேடொப்பப் பதிஞெரு வருட ஆவர்த்தன மாறலொன்றுமுண்டு.

மிகக் குறைவான இயல்பையுடைய இக்குறுகிய ஆவர்த்தனகாலக் குழப்பங்களோடு, முழு ஆவர்த்தன காலமொன்றிற்குப் போதிய அவதானங்கள் குறிக்கப்படாததிஞல், ஒப்புக்கொள்ளமட்டுங் கூடிய ஆவர்த்தன வியல்பையுடைய ஒரு மாறலுமுண்டு. இது **அருமாறல்** எனப்படும். பின்வரும் அவதானங்களிலிருந்து இதனளவை மதிப்பிடமுடியும். 1580 இலே, இங்கிலாந்தில் முதன்முதலாகச் சரிவு காணப்பட்டபோது பெறப்பட்ட கோணம் 11° 20′ கி. ஆகும். இத்திகதியிலிருந்து சிறிது சிறிதாக இது குறைந்து 1659 இலே சரிவானது பூச்சியமாகக் காணப்பட்டது. அதாவது, திசைகாட்டி உண்மையான வடக்கே நோக்கி நின்றது.

1659 தொடக்கம் சரிவானது மேற்கடைந்தது. 1823 இலே உயர்வுப் பெறுமானத்துளொன்றுகிய 24° 30′ மே. ஐ இது அடைந்தது. இத்திகதி தொடக்கம் குறைந்துகொண்டே போகின்றது. 1922 இலே இதன் பெறுமானம் ஏறத்தாழ 15° மே. ஆகும். வருடமொன்றுக்கு 5′ வீதம் இது குறைகின்றது.

இதஞேடொத்த சாய்வுக் கோணத்தின் மாறல்கள் பின்வருமாறு: 1580 இலே சாய்வானது 71°50′. 1580 இற்கும் 1720 இற்குமிடையே இது 74°40′ ஆகவுயர்ந்தது. 1922 இலே இதன் பெறுமானம் 66°50′. வருடமொன்றுக்கு ஏறத்தாழ 1′ வீதம் இது குறைகின்றது.

சிறப்பான எந்த விடத்திற்குமுரிய சரிவினதுஞ் சாய்வினதுஞ் சேர்ந்த மாறல்கள் புவிவிசைக் கோடுகளின் திசையினது முழு மாறல்களைக் குறிக்கக்கூடிய தனிவரிப்படமொன்றிற் குறிக்கப்படலாம். இவ்வாறு பெறப்பட்ட உருவமானது அருமாறலின் ஆவர்த்தனகாலம் ஏறத்தாழ 480 ஆண்டுகளாயிருக்கலாமெனக் காட்டுகின்றது.

§ 508. **காந்தப் புயல்கள்**—புவிமேற்பரப்பின் மிகுந்த பரப்பொன்றிலே முழுவதும் ஒழுங்கற்ற முறையில் இடையிடையே புவிமண்டலத்தின் திசையுஞ செறிவும் மிக்க விரைவாக மாறுகின்றன. இம்மாறல்கள் ஏற்கனவே குறிக்கப்பட்ட நாளுக்கு நாளுள்ள மாறல்களிலும் அருமாறல்களிலுந் தங்கியிருக்கவில்லையெனத் தோற்றுகின்றது. இக்குழப்பங்கள் அற்றுப் போனதும், சிறப்பானவிடத்திற்கும் நாளின் சிறப்பான நேரத்திற்குமொப்ப, மண்டலமானது அதன் நியமநிலையை அடைகின்றது.

ஒழுங்கற்ற இத்திடீர் மாறல்களின் காரணம் விளங்கவில்லை. இவை **காந்தப் புயல்கள்** எனப்படும். இவ்வகையான புயலின்போது புவிமண்டலத்திஞற் ருக்கப்பட்டு அல்லது ஆளப்பட்டுள்ள உணர்திறனையுடைய எவ்வித கருவியும் கொந்தளித்த குழப்பத்தைக் காட்டும். புயலிருக்கும்போது நம்பத்தகுந்த காந்த அவதானங்கள் எதனையும் எடுக்கமுடியாது.

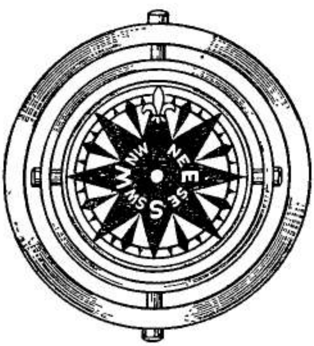
§ 509. **காந்தப் படங்களும் காந்தக் கோட்டுப்படங்களும்**—புவிமண்டலத்தின் காந்தநாடிக் கணித்தல்கள் பல்வேறு யாத்திரிகர்களாற் செய்யப்பட்டுப் புவியிலே இடத்துக்கிடம் மண்டலத்தின் இயல்புகள் எவ்வாறு மாறுகின்றனவென்பதைக் காட்டக் கோட்டுப் படங்கள் தயாரிக்கப்பட்டுள்ளன. மண்டலத்தின் குறித்த இயல்பொன்று சமபெறுமானங்களையுடைய இடங்களினூடாக ஒவ்வொரு கோடுஞ் செல்லுமாறு படமொன்றிலே கோடுகளைக் குறித்தலே இக்கோட்டுப் படங்களைத் தயாரித்தற்குரிய முறையாகும். உதாரணமாக, ஒவ்வொன்றிலும் 15° மே. சரிவையுடைய பலவிடங்கள் காணப்படலாம். இப்புள்ளிகள் படமொன்றிலே குறிக்கப்பட்டபின் அவற்றினூடு கோடொன்று வரையப்படும். இவ்வகையான கோடொன்று **சமசரிவுக் கோடு** எனப்படும். சரிவானது பூச்சியமாயுள்ள புள்ளிகளினூடு செல்லுங் கோடானது **சரிவில் புள்ளிக் கோடு** எனபபடும்.

சாய்வுக்கோணஞ் சம பெறுமானங்களையுடைய புள்ளிகளினூடாக வரையப் படுங் கோடுகள் **சமசாய்வுக் கோடுகள்** எனப்படும். சாய்வுக் கோணம் பூச்சியமான காந்தமத்திய கோடானது **சாய்வில்கோடு** எனப்படும்.

கிடையான செறிவினது சமபெறுமானங்களையுடைய புள்ளிகளினூடு செல்லுகின்ற கோடுகளை வரைந்து இன்னுமொரு கோட்டுப்படத்தைப் பெறலாம். முழுச் செறிவுஞ் சமமாயுள்ள கோடுகளை வரைந்து வேறொன்றைப் பெறலாம்.

செய்முறையிலே சரிவுக் கோட்டுப்படம் கடலோட்டுந் தொழிலிலே உபயோகிக்கப் படவேண்டியது அவசியமாதலின் ஏனையவற்றிலும் அது முக்கியமானதாகும்.

புவிமண்டலத்தினது அருமாறலின் பயனாகக் காலத்துக்குக்காலம் இக்கோட்டுப் படங்கள் திருத்தப்படவேண்டியது அவசியமாகின்றது. ஆகவே, உலகத்தின் எப்பாகத்திலாவது காந்தநாடிக் கணித்தற்கப்பல்கள் இடைவிடாது வேலை செய்து கொண்டேயிருக்கும்.



உருவம் 410.—கப்பலின் திசைகாட்டி.

§ 510. **கப்பலோட்டியின் திசைகாட்டி**—கப்பலினுபயோகிக்கப்படுந் திசைகாட்டுமூசிகளிலே இலேசான பல காந்தங்கள் "திசைகாட்டும் அட்டையின்" கீழ்ப் பட்டு நூல் வலையொன்றிலே ஏற்றப்பட்டுள்ளன. மையத்திலுள்ள சுழற்சித் தானத்திலே இது தாங்கப்பட்டுச் செப்புறையொன்றினுல் மூடப்பட்டிருக்கும். கப்பலின் உருளலினுலும் "இறக்கத்தினுலும்" தாக்கப்படாது கிடை நிலையிலேயே இருக்குமாறு கட்டாத்தாங்கிகளில் உறையானது தொங்க விடப்படும் (உருவம் 410).

திசைகாட்டியானது ஏற்றப்பட்டுள்ள கருவிக்கூடானது கப்பல் பெற்றுக் கொண்ட எவ்வித காந்தத்தையும் (பந்தி 511) நடுநிலையாக்க உபயோ கிக்கப்படும் ஈடுசெய்யுங் காந்தங்களை ஏற்குமாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

§ 511. கப்பல்களும் ஆகாயவிமானங்களும் காந்தமாதலிற்காக ஈடுசெய் தல்—கப்பலிலே திசைகாட்டுமூசியொன்றை உபயோகிக்கும்போது ஊசி யானது நோக்குந் திசையானது கலத்திலுற் பெறப்பட்ட காந்தத்திலுற் பெரும்பாலுந் தாக்கப்படும். கலமானது இவ்வாறு காந்தமாதல் மாறு கின்றது. புவிமண்டலத்திலுல் உண்டாக்கப்படும் இக்காந்தத் தன்மை பிரயாணத்தின்போது மிகுந்த மாற்றமடைதல் கூடும்.

காந்தமாதலின் நிலைக்கூறினது பெரும்பாகம் உருக்குப்பாய்மரங்கள், புகை போக்கிகள், முன்னணியக்கம்பங்கள், பின்பக்கக் கம்பங்கள் முதலான வற்றின் பயனுனதாம். எனினும், கப்பலின் பொதுவான சட்டங்களும் இக்கூறின் மதிக்கத்தக்க விகிதத்திற்குப் பங்கெடுத்துக்கொள்கின்றன. வடவரைக் கோளத்தில்மட்டும் கப்பல் வேலை செய்யுமாயின் காந்தமாதலின் நிலைக்கூறின் பருமன் ஏறத்தாழ மாறிலியாயிருக்கும்.

சட்டத்தின் கிடையான உருக்கு வேலையின் பயனுக, சிறப்பாக ஆதாரத் தளத்தின் பயனுக, கிடையான காந்தமாதலும் உண்டாகின்றது. கப்பலின் பாதை வடக்குத் தெற்காகவேனும் அல்லது கிழக்கு மேற்காகவேனும் இருப்பதற்கிணங்க, அது கப்பலின் நேராகவோ குறுக்காகவோ காந்த மாகும். பாதையை நேர்மாருக்க, காந்தமாதலும் படிப்படியாக நேர் மாருகும்.

கப்பலினது காந்த மாறுதலின் காரணத்திலுல், "திசைகாட்டியின் திருத்தம்" கூடியளவு அடிக்கடி செய்யப்படும். சமுத்திரத்தைக் கடக்கும் வேலையிற் கப்பல் உபயோகிக்கப்பட்டால், துறைமுகத்தை அடையும் ஒவ்வொரு முறையும் திசைகாட்டியானது திருத்தப்படும். வடக்குத் தெற்கு நிலையிலே கப்பலைச் சுழற்றிவிட்டுக்கொண்டு திசைகாட்டுமட்டையின் மையத்திற்கு நிலைக்குத்தாக நேர்கீழே மையமிருக்குமாறும் கப்பலுக்குக் குறுக்கே அச்சு இருக்குமாறுங் காந்தமானது வைக்கப்படும். திசைகாட்டியானது காந்த வடக்கை நோக்குமட்டும் இது செப்பஞ் செய்யப்படும். "கப்பலின் குறுக் கான எவ்வித காந்தமாதலையும் இது ஈடுசெய்கின்றது.

இப்போது கிழக்கு மேற்காகக் கப்பலைச் சுழற்றிவிட்டுக் கொண்டு அச்சா னது முன்பின்னுகவும், மையமானது ஊசியின் நேர்கீழே நிலைக்குத்தாக வும் இருக்கும்படியாக இரண்டாவது காந்தமொன்று திசைகாட்டியின் திசையைத் திரும்பவுந் திருத்தக்கூடிய நிலையிலே வைக்கப்படும். இக் காந்தமானது "முன் பின்னுக" காந்தமாதலை ஈடுசெய்கின்றது.

திசை காட்டுங் கருவிக் கூட்டிற்கு ஒன்று முன்னும் மற்றது பின்னுமாக மெல்லிரும்பின் பாரமான கோளங்களிரண்டை வைத்து நிலைக்குத்தான காந்தமாதலை ஈடுசெய்யலாம். திருத்துங் காந்தங்கள் செப்பஞ்

செய்யப்பட்டபின் இவற்றை நிலையில் வைத்துக்கொண்டு, கப்பலின் எல்லா நிலைகளிலும் திசை காட்டியானது காந்த வடக்குத் திசையை நோக்கு மட்டும், ஊசியை நோக்கி உட்புறமாக இவை இயக்கப்படும்.

இப்பிரச்சினையின் அறிமுறை விளக்கத்தை அறிய வேண்டிய மாணவன் கப்பலோட்டலுக்குரிய நூல்களைப் பார்த்தல் வேண்டும்.

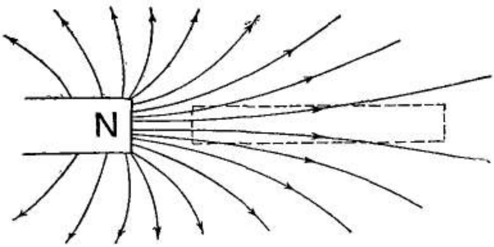
ஆகாய விமானத்திற் செல்லும்போது திசைகாட்டியொன்றின் உபயோகம் இவ்விதக் குழப்பங்களுக்கு ஆளானதேயாம். இக்குழப்பங்கள் உபயோகிக்கப்படும் விமானத்தின் பொறியினதும் மற்றும் உருக்கு வேலைகளினதுங் காந்தமாதலின் பயனுலானவையே.

மேலே விவரிக்கப்பட்டதனேடொத்த வகையிலே விமானத் திசைகாட்டிகளினேடுந் திருத்தக் காந்தங்களை உபயோகிக்கலாம். ஆயினும், “ அளவுத்திருத்த வளைகோடு ” ஒன்றை உபயோகித்து திருப்திகூடிய பேறுகளைப் பெறுவது அரிதன்று. இவ்வளைகோட்டிலிருந்து திசைகாட்டியின் குறித்த அளவீட்டிற்குரிய பறக்குந் திசையை உடனே பெறமுடியும்.

அத்தியாயம் 54

உட்புகவிடுமியல்பும் பேற்றுத்திறனும்

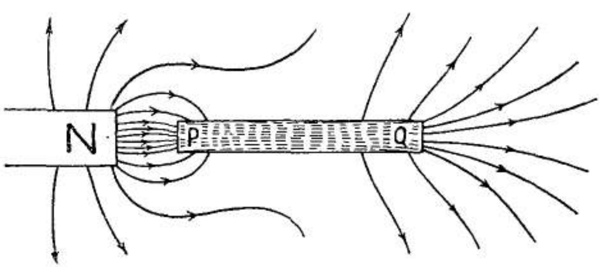
§ 512. இரும்புச் சட்டமொன்றினுல் திரிந்த விசை மண்டலம்.—திசை காட்டூசியொன்றைக்கொண்டு எந்தக் காந்தமண்டலத்தினதும் விசைக் கோடுகளின் சுவட்டைக் கண்டபின், மண்டலத்தின் எவ்விடத்திலும் இரும் புச் சட்டமொன்றை வைத்துக் கோடுகளைத் திரும்பவும் வரைய, இரும்புச் சட்டத்தைச் செலுத்தியதன் பயனுக மண்டலமானது வெகுவாய்த் திரிந் திருக்கக் காணப்படும். காந்தமொன்றின் அச்சின் நேரேயிருக்குமாறு



உருவம் 411.—சட்டக்காந்தமொன்றின் வடமுனைக்கண்மையிலுள்ள விசைமண்டலம்.

இரும்புச் சட்டமொன்றை வைக்கும்போது உண்டாகுந் திரிவின் வகை யானது உருவங்கள் 411 ஐயும் 412 ஐயும் ஒப்பிட்டுக் காணப்படும்.

முதலாவது உருவத்திலே (உருவம் 411) காந்தம் NS இன் வடமுனை N இலிருந்து வெளிப்படுங் கோடுகள் முனையிலிருந்து தூரம் அதிகரிக்க



உருவம் 412.—மெல்லிரும்புச் சட்டத்திருற் பிரிக்கப்பட்ட காந்தமுனையினண்மையிலுள்ள மண்டலம்.

வதிகரிக்க விரைவாய் விரிகின்றன. இரும்புச்சட்டம் PQ ஐச்செலுத்த N இலிருந்து வெளிப்படுங்கோடுகள் தொடக்க விரிவின்பின் மீண்டும் ஒருங்கிச் சட்டத்தின் முனை P இனுட் செல்லுமாறு பலகோடுகள் தெரிந்து காணப்படுகின்றன (உருவம் 412).

சட்டத்தின் மற்றமுனையிலிருந்து பலகோடுகள் வெளிச்செல்கின்றன. Q என்பது காந்தத்தின் வடமுனையாயிருப்பது போலவே இம்முனை Q இலிருந்து கோடுகள் விரைவாக விரிகின்றன. காந்தம் NS இலிருந்து தூரத்திலிருக்கும்போதும் மற்றெல்லாக் காந்தங்களிலிருந்து அப்பாலிருக்கும்போதும், PQ ஆனது முன்பதாகவே பரிசோதிக்கப்படுமாயின், எந்த முனையிலிருந்தும் விசைக்கோடுகள் வெளிவரக் காணப்படா. ஆகவே, N இலிருந்து வரும் விசைக்கோடுகள் P இலே சட்டத்தினுட் சென்று சட்டத்தின் திரவியத்தினூடு சென்றபின்பு Q இலே வளியினுள் வெளிச் செல்கின்றதென்ற முடிவுக்கு நாம் வருகின்றோம்.

சட்டத்தின் **வெளியே**யுள்ள இடங்களிலே மண்டலத்தின் திரிவையும் அவதானித்தல் வேண்டும்.

§ 513. **உட்புகவிடுமியல்பு.**—411 ஆம் உருவத்திலே குற்றிட்ட கோடுகளினுல் வரையப்பட்டுள்ள செவ்வகமானது வளியின் செவ்வகக் "குற்றி" ஒன்றைக் குறிக்கின்றது. வளியின் இக்குற்றியினது வெட்டுமுகவலகொன்றிற்குரிய விசைக்கோடுகளின் சராசரித் தொகையானது H இனுற் குறிக்கப்படலாம். 412 ஆம் உருவத்திலே வளிக்குற்றியானது இரும்புச் சட்டம் PQ இனுற் பிரதியிடப்பட்டுள்ளது. இச்சட்டத்தின் வெட்டுமுகவலகொன்றினூடு செல்லுகின்ற **விசைக்** கோடுகளின் சராசரித் தொகையானது B ஐப் போன்ற ஏதாவதொரு கணியமாகும். இக்கணியம் H இலும் பெரியது. ஆகவே, இரும்பானது வளியிலும் பார்க்க விசைக்கோடுகளைக் கூடுதலாக உட்புகவிடுமியல்பினதாம். வளியின் உட்புகவிடுமியல்பை ஒன்றுகக் கொண்டால், இரும்பின் உட்புகவிடுமியல்பாகிய μ ஆனது

$$\mu = \frac{B}{H}$$

என்பதனுற் குறிக்கப்படலாம்.

குறிப்பு.—மேலே குறிப்பிட்டதைப் போன்ற எந்த எளிய முறையிலும் பெறப்பட்ட μ இன் பெறுமானம் வெட்டுமுகப்பரப்பின் சார்பாய்ச் சட்டம் PQ இன் நீளத்திலும் மற்றுங் காரணிகளிலும் வெகுவாய்த் தங்கியுள்ளது. இப்பந்தியின் நோக்கம் உட்புகுமியல்பினது இலட்சியத்தை அறிமுகப்படுத்தவேயன்றித் திருத்தமாக வரையறுத்து அதனை எவ்வாறு அளக்கலாமெனக் காட்டவன்று. திருத்தங்கூடிய ஆளுகை வேண்டுமாயின் 515 ஆம் 518 ஆம் பந்திகளைப் பார்க்க.

§ 514. **தூண்டலினுற் காந்தமாதல்.**—சட்டம் PQ இன் செலுத்துகையினுற் காந்தம் NS இன் மண்டலத்தினது திரிவு, சட்டமே காந்தமாய் விட்டதென்பதைக் காட்டுகின்றது. முந்திய காந்தம் NS இன் மண்டலத்தை PQ இன் மண்டலமானது எவ்விடத்திலாவது மேற்கொள்ளாதவாறு PQ இலேசாகக் காந்தமாக்கப்படின், திரிந்த மண

டலமானது P வடமுனையாகவும் Q தென்முனையாகவுமுள்ள காந்தமாக PQ இருக்கும்போதுண்டாவதைப் போன்றதேயாகும்.

NS இற்குச் சார்பாக ஒரே நிலையிலே வைக்கப்பட்டிருக்குமட்டும் சட்டம் PQ ஒரு காந்தத்தின் இயல்புகளைக் காட்டுகின்றது. P தென் முனையாயிருப்பது போலவே அதன்கண் சட்டத்தினுள்ளே விசைக்கோடுகள் நுளைகின்றன. Q வடமுனையாயிருப்பது போன்று ஒத்த கோடுகள் சட்டத்தைவிட்டு வெளியே செல்கின்றன. P இனண்மையில் வைக்கப்பட்டுள்ள திசைகாட்டூசியொன்றின் வட முனையானது P ஐ நோக்கிநிற்கும். இது Q இனண்மையில் வைக்கப்பட்டால் தென்முனையானது Q ஐ நோக்கி நிற்கும். இவற்றைப்போற் பிறவுங் காண்க. அன்றியும், இரும்புக்குப் பதிலாகச் சட்டம் உருக்கினாற் செய்யப்பட்டிருப்பின், காந்தம் NS அகற்றப்பட்டபின்பும் முனைத்தன்மையை அச்சட்டம் வைத்துக் கொள்ளும். இப்போது அது தூண்டலினால் நிரந்தரமாகக் காந்தமாக்கப்பட்டுள்ளது.

§ 515. **காந்தத் தூண்டற் கோடுகள்.**—இரும்பு அல்லது உருக்குச் சட்டமொன்று காந்தமண்டலமொன்றிலே வைக்கப்படும்போது அச்சட்டத்தினூடு செல்லுமாறு தொகையான விசைக்கோடுகள் செறிந்து சட்டங் காந்தமாகுமென முந்திய இரண்டு பந்திகளிலுங் கண்டோம். சட்டமானது உருக்கினாற் செய்யப்பட்டதெனின் காந்தமண்டலத்திலிருந்து அகற்றப்பட்ட பின்பும் காந்தவியல்பை வைத்திருக்கும். அதாவது, விசைக்கோடுகள் தென் முனையிலே சட்டத்தினுட் சென்று வடமுனையிலே வெளிச்செல்கின்றன. ஆகவே, காந்தமண்டலத்திலிருந்து சட்டத்தை அகற்றுவதினால் நிலைமைகள் முழுவதும் மாற்றப்பட்டாலன்றி இக்கோடுகள் காந்தத்தினூடாகச் செல்லுகின்றனவென்றே நாம் கொள்ளல் வேண்டும். இக்கொள்கையின்படி, காந்தத்திற்கு வெளியே வடமுனையிலிருந்து தென்முனைக்கும், உள்ளே தென்முனையிலிருந்து வடமுனைக்குந் **தொடர்ச்சியாய் மூடியுள்ள வளை கோடுகளே காந்தத்தின் விசைக்கோடுகளாம்.**

காந்தத்தினுள்ளே இருக்கும் வடமுனையொன்று இயங்குமாறு கட்டற்றிருப்பின் காந்தத்தின் தென்முனையை நோக்கிச் செல்லும். அதாவது, காந்தத்தினுள்ளேயுள்ள "விசைக்கோடுகளின்" எதிர்த்திசையிற் செல்லும். ஆகவே, காந்தத்தினுள்ளேயுள்ள கோடுகளை "விசைக்கோடுகள்" எனவழைத்தல் பொருத்தமானதன்று.எனவே, இவை **காந்தத்தூண்டற் கோடுகள்** எனப்படும். வளியிலாவது வேறெந்தத் திரவியத்திலாவதுள்ள கோடுகளுக்கும் இதே பெயரிட்டழைக்கலாம். காந்தமில்திரவியங்களினூடு செல்லுங் கோடுகளுக்குப் பிரயோகிக்கப்படும் போது "தூண்டற்கோடு" என்பதும் "விசைக்கோடு" என்பதும் ஒன்றேயாம்.

கோடுகளின் திசைக்குச் செங்குத்தான பரப்பலகொன்றினூடு செல்லும் தூண்டற்கோட்டலகுகளின் தொகையே எந்தப் பதார்த்தத்தினூடுமுள்ள **தூண்டல்** என வரையறுக்கப்படும். வளியிலே எந்தவிடத்திற்குமுரிய தூண்டலானது அவ்விடத்தின் காந்தமண்டலச் செறிவுக்குச் சமமாகும்.

எந்தப் பரப்பினூடுமுள்ள **முழுத்தூண்டல்** அல்லது **முழுப்பாயம்** என்பது அப்பரப்பினூடு செல்லும் தூண்டற்கோடுகளின் முழுத்தொகைக்குச் சமமாகும்.

தூண்டல் விசையும் காந்தவிசையும்.—ஒரே சீரான காந்தமண்டலமொன்றிலே வைக்கப்பட்டுள்ள இரும்புச் சட்டமொன்று அவ்விரும்பினூடு செல்லும் தூண்டற் கோடுகள் முந்திய காந்தமண்டலக் கோடுகளின் திசையிலேயே இருக்குமாறு காந்தமாக்கப்படுகின்றது. காந்தமண்டலத்தை உண்டாக்குந் தொகுதியானது, காந்தங்களின் ஒரு தொகுதியாகவோ மின்னோட்டத்தைக் காவுகின்ற ஒரு சுருளாகவோ இருந்தபோதிலும், இரும்பானது மண்டலத்தில் இருந்தாலும் இல்லாவிட்டாலும், எந்தவிடத்திலும் ஒரே காந்தச் செறிவை உண்டாக்கும். எனினும், **இரும்பானது மண்டலத்திலிருக்கும் போது** எந்த இடத்திலுமுள்ள காந்தச்செறிவானது, இரும்பு செலுத்தப்பட முன்பிருந்த செறிவேயாமென்பது இதன் கருத்தல்ல. இரும்பானது காந்தமாய்விட்டதினால் விளையுள் மண்டலமானது முந்திய மண்டலத்தின் மேற் காந்தமாக்கப்பட்ட இரும்பின் மண்டலம் பொருந்தியதின் பயனானதாம். இரும்பின் உள்ளோ வெளியோ எந்தவிடத்திலுமுள்ள மண்டலத்திற்கு இது பிரயோகமாகும்.

H என்பது இரும்புச் சட்டம் வைக்கப்பட்டுள்ள ஒரேசீரான மண்டலத்தின் செறிவைக் குறிக்கின்றதெனக் கொள்க. இம்மண்டலமானது தூண்டப்பட்ட தென்முனையிலிருந்து தூண்டப்பட்ட வடமுனைக்கு இரும்பினூடாகத் தாக்குகின்றது. இரும்புச் சட்டத்தின் கட்டற்றமுனைகளிலே தூண்டப்பட்ட முனைகளின் பயனான மண்டலமானது இதன்மேற் பொருந்தியுள்ளது. வடமுனையொன்று தூண்டப்பட்ட தென்முனையினாற் கவரப்பட்டும் தூண்டப்பட்ட வடமுனையினாற்றள்ளப்பட்டும் இருப்பதனால் இரும்பினுள்ளே இம்மண்டலமானது மண்டலம் H இற்கு எதிராகத்தாக்கும். இரும்பினுள்ளே சிறப்பான, எந்தவிடத்திலுமுள்ள நேர்மாறான இம்மண்டலத்தின் செறிவு H′ ஆயின், இரும்பிலே அந்தவிடத்தில் விளையுள் மண்டலம் $(H - H')$ இற்குச் சமமாகுமென்பது வெளிப்படை.

மண்டலம் H′ ஆனது இரும்பில் தூண்டப்பட்ட காந்தவியல்பினாலான காந்தமகற்றும் மண்டலமாகும்போது, மண்டலம் H சட்டத்தைக் காந்தமாக்கும் மண்டலமாகும். எனவே, இரும்பிலே தாக்குகின்ற காந்தமாக்கும் விசையானது $(H - H')$ இற்குச் சமமாகும். எந்தப் புள்ளியிலுமுள்ள நேர்மாறான மண்டலம் H′ இன் செறிவானது, சட்டத்தின் இருமுனைகளிலுமுள்ள முனைகளின் திறன்களிலும், அப்புள்ளியிலிருந்து முனைகளின் தூரங்களிலுந் தங்கியிருக்கும். ஒரு மெல்லிய நீண்ட சட்டத்தில் இரு முனைகளுக்கும் அண்மையிலுள்ள புள்ளிகளைத் தவிர்ந்த ஏனையவிடங்களில் நேர்மாறான மண்டலம் மிகவும் சிறியதாகும்.

எவ்வித இரும்புமில்லாவிடத்து மண்டலத்திற்குச் செங்குத்தாகவுள்ள பரப்பலகொன்றினூடு செல்லுந் தூண்டலானது காந்தமாக்கும் மண்டலமாகிய

H இற்குச் சமமாகும். இரும்பானது மண்டலத்திலே வைக்கப்படும்போது இரும்பின் வெட்டுமுகவலகினூடு செல்லுந் தூண்டல் ஏதாவது கணியம் B ஆகும். இரும்பின் முனைகளிலே முனைகளின் பயனுன நேர்மாற்று மண்டலமெதுவும் நிராகரிக்கப்படக்கூடிய நிலைமைகளுளவாயின், இரும்பிலே தாக்குகின்ற காந்தமாக்கும் விசையானது H இற்குச் சமமாகும். எனவே, அதே காந்தமாக்கும் விசை H இற்கு இரும்பினூடு செல்லுந் தூண்டலானது வளியினூடு செல்லுந் தூண்டலின் $\frac{B}{H}$ மடங்காகும். ஆகவே. இந்த ஈவானது இரும்பின் உட்புகவிடுமியல்பை அளக்கின்றது. எனின்,

$$\text{உட்புகவிடுமியல்பு} = \frac{\text{தூண்டல்}}{\text{காந்தமாக்கும் விசை}}, \text{ அல்லது } \mu = \frac{B}{H}$$

எனப் பெறுகின்றோம்.

§ **516. காந்தச் சுற்று.**—தூண்டற்கோடொன்றின் முழுப்பாதையும் மூடியவொரு சுற்றாக அமைகின்றது. காந்தமொன்றினுள்ளே காந்தத்தின் பயனுன தூண்டற் கோடுகளெல்லாம் அக்காந்தத்தின் பக்கங்களினுலமைந்துள்ள ஒருவகைக் குழாயினூடு செல்கின்றன. இதனைப் போலவே, கம்பிச்சுருளொன்றினூடு செல்லுகின்ற மின்னேட்டமொன்றினுலுண்டாக்கப்படுந் தூண்டற்கோடுகளெல்லாம் சுருளினூடு செல்கின்றன. ஆகவே, தூண்டற்கோடுகளின் குறித்தவொரு பாகத்தை அடைக்கின்ற ஒருவகைக் குழாயாக இச்சுருளானது அமைகின்றது.

காந்தம் அல்லது சுருளிலிருந்து கோடுகள் வெளிப்பட்டதும் விரிவனவாயினும், காந்தம் அல்லது சுருளின் மற்ற முனையுட் செல்லும்போது மீண்டும் ஒருங்குகின்றன. ஆயினும் மெல்லிரும்பின் திணிவான துண்டொனறினுல் காநதத்தின் முனைகளை இணைத்தேனும், சுருளின முனைகளின் குறுக்கே மெல்லிரும்பின் திணிவான நுகமொன்றைப் பொருத்தியேனும், காந்தத்தின் அல்லது சுருளின் வெளியேயுள்ள கோடுகளின் பாகங்கள் நன்கு வரையறுக்கப்பட்ட எலலைகளுக்குள்ளே ஏறத்தாழ முழுவதும் ஒருங்கச் செய்யப்படலாம். ஆகவே, காந்தம் அல்லது சுருளொன்றினுல் உண்டாக்கப்படும் தூண்டற் கோடுகளெல்லாவற்றினதும் முழு நீளங்களும் அடைக்கப்பட்டுள்ள தொடரான குழாயொன்றைக் கற்பனை செய்து கொள்ளலாம். கற்பனைக்குரிய இக்குழாயானது காந்தத்தின் அல்லது சுருளின் **காந்தச் சுற்று** எனப்படும்.

காநதச் சுற்றென்று வெவ்வேறுன இருபாகங்களாகக் கருதப்படலாம், சுற்றின் குறித்தவொரு பாகத்திலே தொழிற்படுங் காந்தத்தாக்கமொன்றினுல் தூண்டற்கோடுகள் உண்டாக்கப்பட்டன. இக்காந்தத் தாக்கமானது சுற்றின் பாகத்தினூடு விசைக்கோடுகளைச் செலுத்த உதவுகின்றதெனக் கூறலாம். காந்தச் சுற்றினூடு செல்லும் முழுப்பாயமானது, சுற்றிலே

தொழிற்படுகின்ற காந்தத் தாக்கத்தின் அல்லது **காந்தவியக்கவிசை** என்பதிலும், சுற்றைக் கொண்ட திரவியத்தினூடு தூண்டற்கோடுகள் இலகுவாய்ச் செல்லக்கூடிய தன்மையிலுந் தங்கியுள்ளது.

ஏனையவற்றிலும்பார்க்கச் சில திரவியங்களில் மட்டும் தூண்டற்கோடுகள் எளிதாக ஊடு செல்வனவாதலின், விசைக்கோடுகள் ஊடு செல்வதை வெவ்வேறு திரவியங்கள் வெவ்வேறளவுக்கு எதிர்க்கின்றனவென்று நாம் கற்பனை செய்து கொள்ளலாம். மின்தடையினோடு ஒப்பிடும்போது சுற்றொன்றினூடு தூண்டற் கோடுகளைச் செல்லவிடாது தடுக்குந் தடையை **தடை** என்று அழைப்போம்.

காந்தவியக்கவிசையின் அலகுகள்.—தூண்டற்கோடுகள் 1 ச.மீ. ஓரமுள்ள சதுரத்திண்ம வளியினூடு, ஒரு முகத்திலிருந்து சமாந்தரமான எதிர் முகத்திற்குச் செல்வனவாயின், வளியின் இச்சதுரத்தினூடு தூண்டலலகொன்றை உண்டாக்கத் தேவையான காந்தவியக்க விசையே இக்காந்தவியக்க விசையின் அலகாகும்.

நீளவலகொனறிற்கு n முறுக்குகளையுடையதும் a அம்பியர் ஓட்டத்தைக் காவுகின்றதுமான நீண்ட வரிச்சுருளொன்றினுள்ளேயுள்ள மண்டலமானது முனைகளிலிருநது தொலைவிலுள்ள புள்ளிகளிலே ஒரு சீராயுள்ளது. இதன் செறிவு

$$H = \frac{4\pi}{10}\, na \text{ (§604 ஆம் பந்தியைப் பார்க்க)}$$

எனக் காட்டப்படலாம்.

காந்தவியக்க விசை H ஐ ஓட்டம் a இனதும் கம்பிமுறுக்கின் தொகை n இனதுஞ் சார்பாக அளக்க இது உதவுகின்றது. செய்முறையிலே பெரும்பாலும் பிரயோகிக்கப்படும் காந்தவியக்கவிசையின் அலகானது **அம்பியர் முறுக்கு** எனப்படும். இது கம்பியின் தனிமுறுக்கொன்றைச் சுற்றிச் செல்லும் ஓரம்பியர் ஓட்டத்தின் பயனான காந்தவியக்க விசையாகும்.

காந்தத் தடையினலகு—நேராகத் தூண்டற் கோடுகள் செல்லுங் காந்தச் சுற்றொன்றின் எந்தப் பாகத்திலுமுள்ள தடையானது கோடுகளினூற் செல்லப்படும் நீளத்தினோடு நேரான விகிதசமமாகவும், கோடுகள் செங்குத்தாகச் செல்லும் பரப்பினோடு நேர்மாறான விகித சமமாகவுமிருக்கும். சுற்றையாக்குந் திரவியத்தின் உட்புகவிடுமியல்பினோடும் இது நேர்மாறான விகிதசமமாயிருக்கும். தூண்டற் கோடுகளின் செல்லுகைக்கு உட்புகவிடுமியல்பு ஒன்றாயுள்ள வளியின் 1 ச.மீ. ஓரத்தையுடைய சதுரத்திண்மமொன்றினூல் எதிர்ச்சமாந்தர முகங்களுக்கிடையே செலுத்தப்படுந் தடையானது தடையலகாகும். எனவே, l ச.மீ. நீளம், A ச.ச.மீ. வெட்டுமுகப் பரப்பு, μ உட்புகவிடுமியல்பையுயைட திரவியத்தினூற் செய்யப்பட்ட குற்றியொன்றின் ஒரு முனையிலிருந்து மற்றதற்குத் தூண்டற் கோடுகள் செல்லும் போதுள்ள காந்தத் தடையானது $\frac{l}{A\mu}$ என்பதனூற் கொடுக்கப்படும்.

முழுப்பாயம், தடை, காந்தவியக்கவிசை என்பவற்றினிடையேயுள்ள தொடர்பு.—காந்தச் சுற்றொன்றினூடு செல்லும் முழுப்பாயமானது

$$\text{முழுப்பாயம்} = \frac{\text{காந்தவியக்க விசை}}{\text{காந்தத் தடை}}$$

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும்.

ஆகவே, சுற்றொன்றிலே தாக்குகின்ற காந்தவியக்கவிசையொன்றி லிருந்து அச்சுற்றினூடு கூடியளவு பாயத்தைப் பெறவேண்டுமாயின், (அ) சுற்றைக் கூடியளவுக்குக் குறுக்குதல் வேண்டும், (ஆ) பாயஞ் செல்லு கின்ற வெட்டுமுகமானது கூடியளவு பெரிதாயிருத்தல் வேண்டும், (இ) சுற்றடங்கலும் கூடியளவுக்கு உட்புகவிடுமியல்பு உயர்வாயுள்ள திரவியங்களை உபயோகித்தல் வேண்டும். வளியினிடைவெளிகளேனும் பித்தளையைப் போன்ற உட்புகவிடுமியல்பு குறைந்த வேறு திரவியங்களினால் நிரப்பப் பட்டுள்ள இடைவெளிகளேனும் தவிர்க்கப்படல் வேண்டும். அன்றேல், இவ்வகையான இடைவெளிகள் சுற்றிலே சேர்க்கப்பட வேண்டியது அவசிய மாயின், அவற்றினூடு செல்லும் பாயத்தின் திசையிலே அவை கூடியளவு குறுகியிருப்பதுடன் பாயமானது வளியிடைவெளியின் உட்புகுந்து வெளி வரும் காந்தத் திரவியத்தின் பெரிய மேற்பரப்புகளிற் சூழப்பட்டிருத்தல் வேண்டும்.

நிலையான காந்தமொன்றின் காந்தச்சுற்று.—நிலையான காந்தமொன் றின் காந்தச் சுற்றிலுள்ள காந்தவியக்கவிசையானது காந்தத்தின் நிலை யான காந்தத்திலிருப்பதுடன் காந்தத்திலுள்ள உருக்கின் திணிவிலும் உருக்கினது காந்தமாக்கற் செறிவிலுந் தங்கியுள்ளது. காந்தத்தினூடான தூண்டலானது, பெரும்பாலும் கருதப்படுவதுபோல, எல்லா நிலைமைகளி லும் மாறாதிருப்பதில்லை. ஆனால், காந்தத்தின் வெளியேயுள்ள காந்தச் சுற்றினியல்பிலே தங்கியுள்ளது. உதாரணமாக, மெல்லிரும்புக் குற்றி யொன்று பரியிலாடக் காந்தமொன்றின் முனைகளின் குறுக்கே வைக்கப்படு மாயின் காந்தத்தினூடான பாயம் அதிரிக்கும். காந்தத்தின் மத்திய பாகத்தைதைச் சுற்றியுள்ள "துருவு சுருள்" ஒன்றினால் இதனைக் காட்ட லாம். இச்சுருளின் முனைகள் கல்வனோமானியொன்றினோடு இணைக்கப் பட்டிருத்தல் வேண்டும். முனைகளின் குறுக்கே இரும்பை வைத்தால் கல்வனோமானியானது கணநேரத்திற்குத் திரும்பும் இச்சுருளிலே தூண்ட லோட்டமொன்று உண்டானதை இது காட்டும். ஆகவே, சுருளினூடு செல்லும் பாயமானது மாற்றமடைந்துள்ளதென்பதை இது குறிக்கின்றது. இரும்பை அகற்றும் போது சுருளினூடு எதிர்த்திசையிலே தூண்டலோட்டமொன்று பாயும். காந்தத்தை விட்டுச் சுருளை வழுக்கும்போது முனைகளிலிருந்து இரும்பை அகற்றும் போதுண்டான திசையிலேயே திரும்பல் உண்டாகின்றது. எனவே, இரும்பை அகற்றுதல் சுருளினூடான பாயத்தைக் குறைக்கின்ற தென இது காட்டுகின்றது. (**குறிப்பு.**—காந்தத்தை விட்டுச் சுருளை **மிக்க**

ஆறுதலாகவே வழுக்குதல் வேண்டும். அன்றேல் கல்வனோமானியின் கொந்தளிப்புத்திரும்பலினுற் பழுதடைதல் கூடும்.)

§ 517. பேற்றுத்திறன்.—இரும்புச்சட்டமொன்று அதன் நீளத்துக்குச் சமாந்தரமான திசையிலுள்ள ஒரு சீரான காந்தமண்டலத்தில் வைக்கப்படுமாயின், இரு முனைகளிலும் முனைகளையுடைய காந்தமாகின்றது. காந்தமாக்கற் செறிவு I ஆனது, சட்டமடங்கலும் ஒரு சீராகக் காந்தமாக்கப்பட்டுள்ளதெனக் கொண்டு, சட்டத்தின் முனையினது பரப்பலகொன்றிற்குரிய முனையலகுகளின் தொகையினுலேனும், கனவளவலகுக்குரிய இரும்பின் காந்தத் திருப்புதிறனுலேனும் (490 ஆம் பந்தியைப் பார்க்க) குறிக்கப்படலாம்.

$\frac{\text{I}}{\text{H}}$ ஆகிய ஈவானது இரும்பு எளிதாகக் காந்தமாக்கப்படக்கூடியதன் அளவாகும். இது k என வரையறுக்கப்படும். எனவே

$$\textbf{பேற்றுத்திறன்} = \frac{\textbf{காந்தமாக்கற் செறிவு}}{\textbf{காந்தமாக்கும் விசை}}$$

எனப் பெறுகின்ருேம்.

அல்லது

$$k = \frac{\text{I}}{\text{H}}.$$

இம்முறையாகப் பேற்றுத்திறனைக் குறிப்பதிலே, காந்தமாக்கும் விசை H இன் தாக்கத்தின் கீழ் வைக்கப்படமுன்பு திரவியமானது சற்றேனுங் காந்தமாயில்லை யெனக் கொள்ளப்பட்டது.

உட்புகவிடுமியல்புக்கும் பேற்றுத்திறனுக்குமுள்ள தொடர்பு.—மண்டலம் H இல் வைக்கப்படும்போது இரும்புச்சட்டத்தின் காந்தமாக்கற் செறிவானது I ஆகும். அதாவது, சட்டமுனையின் அல்லது சட்டத்திரவியத்தினது கற்பனையான எந்த வெட்டுமுகப் பரப்பின் ஒவ்வொரு சதுர சதமமீற்றரிலும் I முனையலகுகள் இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு முனையலகும் 4π கோட்டலகுகளை எழச்செய்கின்றன (பந்தி 483). ஆகவே, சட்டத்தின் முனைகளிலே ஒவ்வொரு சதுர சதமமீற்றரிலினும் $4\pi\text{I}$ விசைக் கோடுகள் உட்புகவேனும் வெளிச்செல்லவேனுஞ் செய்கின்றன. அதாவது, சட்டத்தின் குறுக்காகக் கற்பனையான எந்த வெட்டுமுகத்தினதும் ஒவ்வொரு சதுர சதமமீற்றரினூடும் $4\pi\text{I}$ தூண்டற் கோடுகள் செல்லுகின்றன. இக்கோடுகள் தொடக்கத்து மண்டலத்தின் பயனுன கோடுகளோடு மேலதிகமாயுள்ளன.

ஆகவே, சட்டத்தின் வெட்டுமுகவலகொன்றிற்குரிய தூண்டலாகிய B பின் வருவனவற்றைக் கொண்டதாகக் கருதப்படலாம்.

(அ) தொடக்க மண்டலத்தின் பயனுக சதுர சதமமீற்றரொன்றிற்குரிய கோடுகள் ;

(ஆ) இரும்பின் காந்தமாக்கலின் பயனுக சதுர சதமமீற்றரொன்றிற்குரிய $4\pi I$ கோடுகள்.

அதாவது, $B = 4\pi I + H$.

எனவே, $\frac{B}{H} = 4\pi \frac{I}{H} + 1$

அல்லது $\mu = 4\pi k + 1$.

§ 518. **உட்புகவிடுமியல்பினதும் பேற்றுத்திறனினதும் அளவீடு**— இரும்பானது நீண்ட மெல்லிய தண்டாகவேனும் கம்பியாகவேனும் இருக்குமெனின் அவ்விரும்பினது மாதிரியொன்றின் பேற்றுத்திறன் உடனடியாகவே அளக்கப்படலாம். சதம மீற்றருக்குத் தெரிந்த தொகையான முறுக்குகளினுல் ஒரு சீராகச் சுற்றப்பட்டுள்ள **வரிச்சுருள்** எனப்படும் நீண்ட நேரான கம்பிச் சுருளின் அச்சின் நேரே தண்டானது வைக்கப்படும். சுருளானது இரும்புத்தண்டிலும் பார்க்கச் சிறிது நீண்டிருத்தல் வேண்டும். சுருளினுள்ளே தண்டு வைக்கப்படும்போது அச்சுருளானது தண்டிலும் பார்க்க ஒவ்வொரு முனையிலும் இரண்டொரு சதம மீற்றர் நீண்டிருத்தல் வேண்டும்.

இச்சுருளினூடாக மின்னோட்டமொனறு செலுத்தப்படுமாயின் சுருளினுள்ளே அதனச்சுக்குச் சமாந்தரமான காந்தமண்டலமொன்று உண்டாக்கப்படும். இம்மண்டலமானது சுருளின் முனைகளுக்கண்மையிலன்றி ஒரு சீரான செறிவுடையதாயிருக்கும். சுருளினூடு பாயும் ஒட்டமானது a அம்பியரெனவும், சுருளின் நீளப்பாட்டிலே சதமமீற்றரொன்றுக்குரிய கம்பி முறுக்குகளின் தொகையானது n எனவுங் கொள்ளப்படுமாயின், இச்செறிவு $\frac{4\pi}{10} na$ இற்குச் சமமாகும் (பந்தி 604).

சுருளினூடு தெரிந்ததிறன் a ஐயுடைய ஒட்டமொனறைச் செலுத்திக கொண்டு, முதலிற் சுருளினுள்ளே இரும்பு இல்லாதபோதும், பின்பு இரும்பின மாதிரி உரியவிடத்தில் வைக்கப்பட்டபோதும், சுருளினூடான தூண்டலானது அளக்கப்படும். இங்கு நாமெடுத்தாளமுடியாத தூண்டலோட்டங்களின (எழுபத்தோராம் அத்தியாயம்) அளவுகளைக்கொண்ட தூய மின்முறையொன்றிலேனும், தான்சன் காந்தமானியொன்றை உபயோகித்துக்கொண்டு சுருளினுள்ளே இரும்பானது இருக்கும்போதும் இல்லாத போதும் அச்சுருளின் காந்தத்திருப்புதிறனை அளந்தேனும், இதனைச் செய்யலாம்.

சுருளினுள்ளே இரும்பில்லாதபோது, பயன்படும் காந்தத்திருப்புதிறன் M_1 எனவும், இரும்பானது உரியவிடததிலுளளபோது காந்தத்திருப்புதிறன் M எனவுங் கொள்ளப்பட்டால், இரும்பின் காநதத்திருப்புதிறனுகிய M ஆனது $(M_2 — M_1)$ இற்குச் சமமாகும். இரும்பின் நீளம் l ச.மீ. எனவும் அதன்

வெட்டுமுகப்பரப்பு A ச. ச.மீ. எனவும் கொள்ளப்படுவனவாயின், இரும்பின் காந்தமாக்கற் செறிவு I ஆயிருக்கும்போது

$$M_2 - M_1 = M = IAl.$$

காந்தமாக்கும் மண்டலம் H ஆனது $\frac{4\pi}{10}na$ இற்குச் சமமாதலின், இரும்பின் பேற்றுத்திறனாகிய k என்பது $\frac{I}{H}$ ஈவாக உடனே தீர்மானிக்கப்படலாம்.

k இன் இப்பெறுமானத்தைக் கொண்டு

$$\mu = 4\pi k + 1$$

என்னுந் தொடர்பை உபயோகித்து இரும்பின் உட்புகவிடுமியல்பாகிய μ அனுமானிக்கப்படலாம்.

வரிச்சுருளினூடாக வெவ்வேறு திறன்களையுடைய ஓட்டங்களைச் செலுத்தி, தெரிந்த வெவ்வேறு செறிவுகளைக் கொண்ட காந்தமாக்குமண்டலங்களை உண்டாக்கி, I இன் ஒத்த பெறுமானங்களைப் பெறமுடியும்.

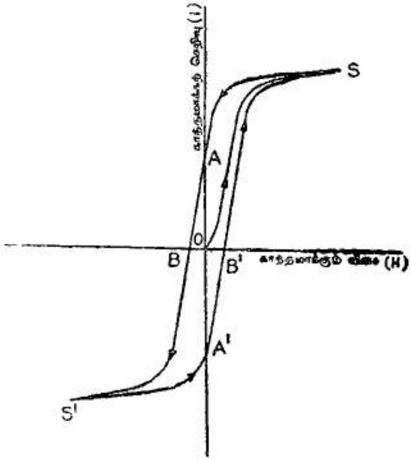
§ 519. **பின்னிடைவு — காந்தம் பற்றுதிறன்.** — மெல்லிரும்புக்கம்பியொன்று படிப்படியாகக் கூடும் காந்தவிசைக்கு ஆளாகுமாயின் காந்தமாக்கற் செறிவு I ஆனது வளைகோடு OS இற் குறிக்கப்பட்டிருப்பது போல (உருவம் 413) மண்டலம் H இனோடு மாறக் காணப்படும்.

முதலிலே காந்தமாதலானது காந்தமாக்கும் மண்டலத்தினோடு ஏறத்தாழ நேர்விகிதசமமாக அதிகரிக்கும், ஆனால் சிறப்பான பெறுமானமொன்றை இது அடைந்த பின்பு வளைகோடானது திடீரென மேனோக்கிச் செல்லும். காந்தமாக்கும் மண்டலமானது குறித்த மாறுநிலைப் பெறுமானமொன்றின் மேலே சிறிதளவேனும் அதிகரிக்கப்படுமாயின் காந்தமாதல் திடீரென மிக்க விரைவாய் அதிகரிக்குமென இது காட்டுகின்றது.

ஈவினின் கொள்கையின்படி (பந்தி 476), மூடிய மூலக்கூறுச் சங்கிலிகளின் கூறுநிலையெல்லையைக் குறிக்கும் பெறுமானத்தைக் காந்தமாக்கும் விசையானது கடக்கும்போதே இத் திடீரதிகரிப்பு நிகழும். வளைகோடானது திடீரென நிலைக்குத்தாக எழத்தொடங்கும் H இன் பெறுமானமே இரும்பைக் காந்தமாக்கற்குரிய காந்தநீக்குவிசையின் ஓரளவாகும் (கீழேயும் பார்க்க).

உயர்சாய்வான எழுச்சி நிகழ்ந்த பின்பு, காந்தமாக்கும் மண்டலமானது அதிகரிக்கப்படக் காந்தமாக்கற் செறிவானது சார்பாக ஆறுதலாகவே அதிகரிக்கும். காந்தமாக்கும் மண்டலத்தின் நேரே கிடக்குமாறு மூலக் கூறுகளெல்லாம் ஏறத்தாழச் சுழற்றப்பட்டுள்ள நிலைமையோடு இது ஒத்ததாகும். இப்போது இரும்பானது **நிரம்பல்** நிலைமை அடைவதாகக் கருதப்படும்.

சிறப்பான எந்தக் காந்தமாக்கன் விசையின் கீழும் இரும்பினது பேற்றுத்திறன், வளைகோட்டிலே ஒத்த புள்ளியின் நிலைத்தூரத்தோடு கிடைத்தூரத்தின் விகிதத்திஞற் கொடுக்கப்படும். இது, **H** இன் அச்சிஞேடு, வளைகோட்டைக் குறித்த புள்ளியிற் சந்திக்க உற்பத்தியிலிருந்து வரையப்பட்டுள்ள கோடொன்றிஞல் ஆக்கப்படுங் கோணத்தின் தான்சன் ஆகும்.



உருவம் 413.—மெல்லிரும்புக்குரிய பின்னிடைவு வளைகோடு.

S இஞற் குறிக்கப்பட்ட நிலைமையில் இரும்பானது வந்தபின்பு காந்தமாக்கும் மண்டலம் படிப்படியாகக் குறைக்கப்பட்டால், முந்தி அதிகரித்த வகையிலே இப்போது காந்தவியல்பு குறைவதில்லை. படிப்படியான மண்டலக் குறைவோடொத்த வளைகோடானது **SA** ஐப் போன்ற கோடொன்றைப் பின்பற்றும். மண்டலமானது பூச்சியமாகக் குறைக்கப்பட்ட பின்பும் காந்தவியல்பிற் சிறிதளவை இரும்பு வைத்திருக்கும். இரும்பானது வைத்திருக்குங் காந்தமாக்கற் செறிவை நிலைத்தூரமாகிய **OA** குறிக்கின்றது.

வரிச்சுருளிலுள்ள ஓட்டமானது இப்போது நேர்மாருக்கப்படுமாயின், இரும்பிலே தாக்குகின்ற காந்தமண்டலமும் நேர்மாருகும். இந்தத்திசையிலே ஓட்டமானது படிப்படியாக அதிகரிக்கப்படக் காந்தமாதல் **AS′** வளைகோட்டிஞற் காட்டப்பட்டிருப்பதுபோலக் காந்தவிசையோடு நேர்மாறுகின்றது.

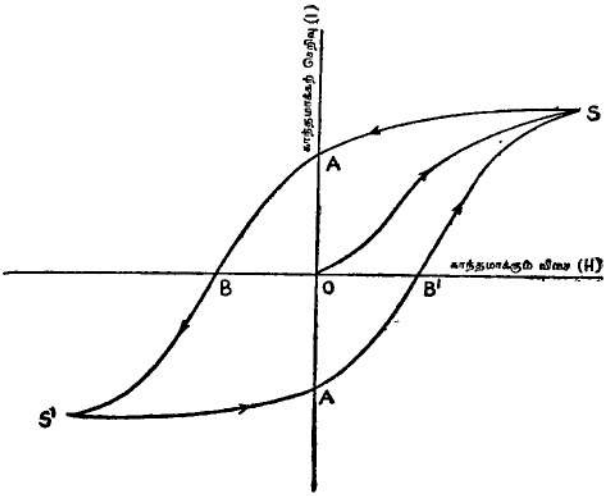
மீண்டும் மண்டலத்தைப் பூச்சியமாகக் குறைக்கும்போது இரும்பானது **OA′** இஞற் குறிக்கப்பட்டுள்ள காந்தவியல்பைக் கொண்டதாயிருக்கும். இது **OA** இற்குச் சமமாயும் எதிர்த்திசையிலுமிருக்கும். முந்திய காந்தமாக்கும் மண்டலததைப் பெறுமாறு நேர்மாருன ஓட்டத்தைத் திரும்பவும் நேர்மாருக்கக் காந்தமாக்கற் செறிவானது **A′S** இஞற் காட்டப்பட்டுள்ள வகையிலே மாறும்.

மாதிரியை முழுவதுங் காந்தமற்றதாக்கிப் புதிதாக அவதானங்கள் முழுவதையும் எடுக்கத் தொடங்கிஞலன்றி, எந்தமுறையிலும் முந்திய வளைகோடு **OS** ஐத் திரும்பவும் பெறமுடியாது.

வளைகோடு **SAS′A′S** என்பது மாதிரி செய்யப்பட்டுள்ள திரவியத்திற்குரிய **பின்னிடைவு வளைகோடு** எனப்படும். நிலைத்தூரம் **OA** ஆனது திரவியத்தின் **காந்தம்பற்றுதிறன்** என்பதற்குரிய ஓரளவாகும்.

புள்ளி **S** இஞற் குறிக்கப்படும் நிலைமையில் வந்தபின்பு சட்டத்தை முற்றிலுங் காந்தமாக்கத் தேவையான காந்தமாக்கும் விசையானது

கோடு OB இனாற் குறிக்கப்பட்டுளது. S' இன் நிலைத்தூரத்தினாற் குறிக்கப்பட்ட அளவுக்குக் காந்தமாக்கப்பட்டபின்பு சட்டத்தைக் காந்தமற்றதாக்கத் தேவையான விசையானது இவ்வகையாகவே OB' இனாற் குறிக்கப்படும். OB, OB' தூரங்கள் சமமாயுள்ளன. இரும்பின் மூலக்கூறுகளைச் சுழற்றத் தேவையான காந்த நீக்கு விசையை இவற்றுளொவ்வொன்றும் அளக்கின்றன. காந்தநீக்கு விசையை அளத்தற்குரிய இம்முறையானது மேலே கருதப்பட்ட முறையிலும் வரையறை கூடியதாகும்.



உருவம் 414.—உருக்கிற்குரிய பின்னிடைவு வளைகோடு.

உருக்கிற்குரிய ஒத்தவளைகோடுகள் 414 ஆம் உருவத்திற் காட்டப்பட்டுள்ளன. உருக்கிற்குரிய காந்த நீக்கு விசையானது இரும்பிற்குரியதிலும் பார்க்க உயர்வு கூடியதென்பதை அவதானிக்கலாம். OA இனாற் குறிக்கப்பட்டுள்ள காந்தம் பற்றுதிறனும் அவ்வாறே. வளைகோடு முழுவதும் இரும்பிற்குரியதிலும் பார்க்க உருக்குக்குரிய அகலங் கூடியதாயிருக்கும். உருக்கின் காந்தவியல்புகள் இரும்பினியல்புகளிலும் பார்க்கக் குறைவாகவே மாற்றமடைகின்றனவென்பதை இது காட்டுகின்றது.

ஆறும் பாகம்

நிலைமின்னியல்

அத்தியாயம் 55

எளிய தோற்றப்பாடுகள்

§ 520. **உரோஞ்சலினுல் மின்னருட்டல்.**—அம்பர், குங்கிலியம், கந்தகம் போன்ற திரவியங்கள், பட்டு, பூனைத்தோல் என்பவற்றிஞேடொத்த திரவியங்களினுல் உரோஞ்சப்படும்போது, உரோஞ்சப்பட்ட மேற்பரப்பிலுண் டான "மின்னின்" பயனுனவையெனக் கருதப்படும் இயல்புகளைக் காட்டு கின்றன. இவ்வியல்புகளின் காரணமாகச் சிறிய காகிதத்துண்டுகள், மயிர் முதலியவற்றை இவை எடுக்கக் காணப்படுகின்றன.

மின் என்ற சொல்லானது கிரேக்கமொழியிலே அம்பரைக் கருதும் ஒரு சொல்லிலிருந்து பெறப்பட்டது. அம்பரானது இம்முறையாக மின் னேற்றப்படக்கூடிய பொருள்களுட் சிறப்பான திரவியமாகும்.

பட்டுநூலொனறினுற் றெங்கவிடப்பட்ட ஈரமறற சோற்றிக் குண்டொன் றினண்மையிலே வலுவாக மின்னேற்றப்பட்ட தண்டொன்று கொண்டுவரப் படுமாயின், சோற்றிக் குண்டானது தண்டை நோக்கிக் கவரப்படும். போதி யளவு அண்மையிற் றண்டைக் கொண்டுவந்து குண்டானது அதனைத் தொடச் செய்யலாம். குண்டானது தண்டைத் தொட்டபின்பு அக்குண்டு விரை வாகத் தள்ளுப்படுதலைக் காணலாம். அப்போது தள்ளுவிசையானது முன் னைய கவர்ச்சி விசையிலும் மிகவும் பெரிதாயிருக்கும்.

§ 521. **மின்னேற்றப்பட்ட பொருள்களின் தள்ளுகையும் கவர்ச்சியும்.**— வற்கனேற்றின் இரு தண்டுகள் முறையே "ஒரேயுரோஞ்சி" யினுல் உரோஞ் சப்பட்டபின் ஒரு தண்டைக் கம்பியேநதி யொன்றில வைத்துப் பட்டுநூலி னுற் றெங்கவிட்டால், மறறத்தண்டின் உரோஞ்சிய முனையைத் தொங்கு கின்ற தண்டின் உரோஞ்சிய முனைக்கண்மையிற் கொண்டுவர அம்முனை யானது தள்ளுப்படும். சூடான பட்டுத்தண்டொன்றினுல் உரோஞசப்பட்ட, நன்றுக ஈரமற்ற கண்ணுடித் தண்டுகளோடு இப்பரிசோதனை திருப்பிச் செய்யப்படுமாயின் இதனைப் போன்ற விளைவே பெறப்படும். இதிலிருந்து, **ஒரே தன்மையாக மின்னேற்றப்பட்ட பொருள்கள் ஒன்றையொன்று தள்ளு கின்றன** என்ற முடிவுக்கு நாம் வருகின்றோம்.

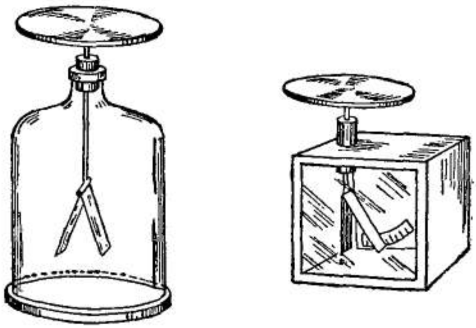
பட்டினுல் உரோஞ்சப்பட்ட கண்ணுடித் தண்டொன்று கம்பளியினுல் உரோஞ்சப்பட்டுத் தொங்கவிடப்பட்ட வற்கனேற்றுத் தண்டொன்றுக்கண் மையிற் கொண்டுவரப்படுமாயின், மின்னேற்றப்பட்ட வற்கனேற்றுத் தண் டின் முனையானது கண்ணுடித் தண்டை நோக்கிக் கவரப்படும்.

ஒரே தன்மையாக மின்னேற்றப்பட்ட பொருள்கள் ஒன்றையொன்று தள்ளுவனவாயினும் ஒன்றையொன்று கவரக்கூடியதாக இரு பொருள் களில் மின்னேற்ற முடியுமாதலின், வெவ்வேறு வகைகளிற் பொருள் களில் மின்னேற்ற முடியுமென்று இப்பரிசோதனைகள் காட்டுகின்றன. இவ்விருவகை மின்னேற்றல்களும் **கண்ணுடி மின்னேற்றல்** என்றும்

குங்கிலிய மின்னேற்றல் என்றுஞ் சில சமயங்களிற் குறிப்பிடப்படும். எனினும், வற்கனேற்றுப்போன்ற பொருள்களிலே கண்ணடி மின்னேற்றலை உண்டாக்கலாமாதலாலும், பொருத்தமான திரவியங்களைக்கொண்டு உரோஞ்சிக் கண்ணடிக்குக் குங்கிலிய மின்னேற்றலைக் கொடுக்கலாமாதலாலும், இப்பெயர்கள் முற்றிலும் பொருத்தமானவையல்ல.

மேலே விவரிக்கப்பட்டுள்ள விளைவுகளிலிருந்து பின்வரும் பொது விதியை நாம் அனுமானிக்க முடியும். **ஒத்தவேற்றங்கள் ஒன்றையொன்று தள்ளுகின்றன ; ஒவ்வாவேற்றங்கள் ஒன்றையொன்று கவருகின்றன.**

§522. **பொன்னிலை மின்காட்டி.**—மின்னேற்றலைக் கண்டுபிடித்தற்குரிய மிக்க வசதியான ஆய்கருவியொன்று **பொன்னிலை மின்காட்டி** எனப்படும் (உருவம் 415.)



உருவம் 415.—பொன்னிலை மின்காட்டிகளின் வகைகள்.

முந்திய வகையிலே, கீழ்முனையிற் பொன்னிலைகளிரண்டு ஏற்றப்பட்டுள்ள உலோகத்தண்டொன்றினுற் றுங்கப்பட்டுள்ள தட்டையான உலோகத்தட்டொன்றை இது கொண்டதாகும். தண்டானது மணிச்சாடியொன்றின் கழுத்திற் பொருத்தப்பட்டுள்ள இறப்பரடைப்பொன்றினூடு செலுத்தப்பட்டுத் தாங்கப்பட்டுளளது. ஆகவே, தட்டானது மணிச்சாடியின் மேலும் பொன்னிலைகள் மணிச்சாடியினுள்ளிருப்பதனுற் காற்ருேட்டத்திலிருந்து பாதுகாக்கப்பட்டுமுள்ளன.

இக்கால வகைகளிலே தனிப்பொன்னிலையொன்று பொதுவாக உபயோகிக்கப்படும். இதன் மேன் முனையானது, குறுகிய விறைப்பான பித்தளைத் தண்டொன்று ஒட்டப்பட்டுள்ள மெல்லிய பித்தளைத் தட்டொன்றின் முடியிலே ஒட்டப்பட்டிருக்கும். செவ்வகவுலோக மூடியொன்றின் முடியிலுள்ள வற்கனேற்றுக் குற்றியொன்றினூடு தண்டானது செல்லுகின்றது. மூடிக்கு வெளியே, தண்டின் மேன்முனையிலே, உலோகத் தட்டொன்று ஏற்றப்பட்டுள்ளது. பொன்னிலையின் நிலையானது மூடியின் ஒரு பக்கமாக

அமைந்துள்ள யன்னலொன்றினூடு அவதானிக்கப்படலாம். கருவிகள் சில வற்றிலே பொனனிலைக்குப் பின்புறமாக பாகைகளின் அளவுச்சட்டமொனறு ஏற்றப்பட்டுள்ளது. இவ்வகையான கருவியைக் கொண்டு அளவு குறிக்கப் பட்ட சட்டத்திலே பொன்னிலையின் நிலையை அவதானித்துப் பருமட்டான கணியவளவுகள் எடுக்கப்படலாம்.

மின்னேற்றிய பொருளொன்று மின்காட்டித் தட்டினண்மையிற்கொண்டு வரப்படுமாயின் இலைகள் விரியும். கருவியானது தனியிலை வகையாயிருப் பின் மெல்லிய பித்தளைத் தட்டிலிருந்து ஒரு கோணத்திலே இலையானது பிரிந்து நிற்கும். பொருளானது தட்டைத் தொடவிட்ப்படாதுவிட்டால், மின் னேற்றிய பொருளை அகற்றியதும் இலைகள் மீண்டும் ஒருங்கிவிடுகின்றன.

மின்னேற்றாப் பொருளொன்று தட்டினண்மையிற் கொண்டுவரப்படும் போது விரிவுண்டாகாதாதலின், மின்காட்டித் தட்டொன்றினண்மையிற் பொருளொன்றைக் கொண்டுவந்து அப்பொருள் மின்னேற்றப்பட்டுள்ளதா, அன்றாவெனப் பரிசோதிக்க மின்காட்டி உபயோகிக்கப்படலாம்.

மின்னேற்றிய பொருளானது தட்டைத் தொடவிடப்படுமாயின், பொருளை அகற்றிய பின்பு இலைகள் ஓரளவுக்கு நிலையாய் விரிந்திருக்கும். மின்னேற் றிய பொருளிலிருந்து மின்காட்டியானது குறித்தவோரளவு மின்னைப் பெற்றுவிட்டது. நிலையான விரிவினால் இலைகள் இதனைக் காட்டுகின்றன. மின்காட்டி ஏற்றப்பட்டுள்ள மின்னானது அதனைத் தொட்ட பொருளி லுள்ள வகையேயாமென்பது வெளிப்படை.

மேலே குறிப்பிட்ட வகையிற் **றொடுகையினால் மின்னேற்றப்பட்ட** மின் காட்டியொன்று அதனண்மையிற் கொண்டுவரப்படும் பொருளொன்று பெற்றிருக்கும் **மின்னேற்ற வகையைக்** காண உபயோகிக்கப்படலாம். அதி கரித்த விரிவானது மின்காட்டி ஏற்றப்பட்டுள்ள அதேவகையான மின்னைக் கொண்டு பொருளானது ஏற்றப்பட்டுள்ளதனெக் காட்டும். குறைந்த விரி வானது மின்காட்டியிலுள்ளதிலும் வேறான மின்னைக்கொண்டு பொரு ளானது ஏற்றப்பட்டுள்ளது என்பதைக் காட்டக்**கூடுமாயினும்** இது முடி வானதல்ல. மின்னேறறப்படாத பொருளொன்றை மின்காட்டியினண்மை யிற் கொண்டுவரும்போதும் குறைந்த விரிவு பெறப்படலாம். மின் காட்டித்தட்டிலே தொடாது அண்மையிற் கையை வைத்து இதனை இலகு வாய்க் காட்டலாம்.

§ 523. மின்னேற்றலின் இருவகைகளும் நேரெதிரான இயல்புடையன.— கம்பளியினால் உரோஞ்சப்பட்ட வற்கனேற்றுத் தண்டொன்று மின்னேற்றப் படா மின்காட்டித் தட்டொன்றினண்மையில் நிலையாகத் தாங்கப்படுமாயின் இலைகளை விரும்பிய அளவுக்கு விரியச் செய்யலாம். இப்போது பட்டினால் உரோஞ்சப்பட்டு மின்னேற்றப்பட்ட கண்ணாடித் தண்டொன்று அண்மை யிற் கொண்டுவரப்படுமாயின் இலைகள் ஒருங்கிவிடும். பொருத்தமான நிலை யிலே கண்ணாடித்தண்டை வைத்துக்கொண்டு விரிவைப் பூச்சியமாக வைத் துக்கொள்ளலாம்.

எந்தத் தண்டையும் மின்காட்டிக்குக் கூடுதலான அண்மையில் இயக்கச் சிறிய விரிவொன்று மீண்டும் பெறப்படலாம். ஆயினும், மற்றத்தண்டை யும் முறையாக அண்மையிற் கொண்டுவந்து இவ்விரிவை எப்போதும் பூச்சியமாக்கலாம்.

ஆகவே, தண்டுகளிரண்டிலுமுள்ள மின்னேற்றங்கள் ஒன்றின் விளைவை மற்றது நடுநிலையாக்கக் கூடியதாயிருக்கும். எனவே, இவை வேறான வகைகள் மட்டுமன்றி **எதிரான இயல்பையுடையனவாயுமிருத்தல்** வேண்டும். இக்காரணத்தினால் **கண்ணாடிமின், குங்கிலியமின்** ஆகிய முந்திய பெயர்களுக்குப் பதிலாக இப்போது **நேர்மின், எதிர்மின்** என்ற பெயர்கள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன.

கண்ணாடிமின் நேராகவும், ஆகவே **குங்கிலியமின் எதிராகவும்** கருதப் படும்.

§ 524. உரோஞ்சி அருட்டலினால் எதிர்மின்னேற்றங்கள் எப்போதும் உண்டாக்கப்படுகின்றன.—உரோஞ்சலினால் மினனேற்றும்போது தண்டிலுண்டாககப்பட்ட மின்னைப்பற்றி மட்டுமே இதுவரை கருதினோம். ஆயினும், தண்டானது அருட்டப்பட்டபின்பு "உரோஞ்சி" ஆராயப்படுமாயின் தண்டிலுண்டாக்கப்பட்ட மின்வகையின் எதிரான ஏற்றததை அது பெற்றிருககக காணப்படும்.

எனவே, கண்ணாடித் தண்டொன்றைப் பட்டினால் மின்னேற்றியவுடனே மின்னேற்றப்படாத மின்காட்டியின் தட்டிலே படடுரோஞ்சியானது விழவிடப் பட்டுள்ளதென இது காட்டுகின்றது.

மின்னேற்றிய கண்ணாடித் தண்டானது மின்காட்டியின் அண்மையிற் கொண்டுவரப்படும்போது இலைகள் ஏறததாழ முற்றாக ஒருங்கிவிடும். பட்டிலுண்டாக்கப்பட்ட மின்னேற்றமானது கண்ணாடியிலுண்டாக்கப்பட்டதன் எதிர்க்குறியையுடையதென இவ்விளைவு காட்டுகினறது.

வறகனேற்றையுங கம்பளியையுங் கொண்டு இதனைப்போன்ற பரிசோதனையொன்று செய்யப்படலாம். இதிற் சித்தியடைய வேண்டுமாயின், கண்ணாடி அல்லது வற்கனேற்றுக் கைபிடியொன்றிலே தாங்கப்பட்டுளள மரத்தட்டொன்றிலே கம்பளித் தட்டொனறை ஏற்றுவது புத்தியானதாகும். வசதிக்காக, வற்கனேற்றுத் தட்டொனறும் இதனைப்போன்ற கைபிடியிற்றாங்கப்பட்டு இரு தட்டுகளும் உரோஞ்சப்படலாம்.

எநதத் தட்டையும் மின்காட்டியொன்றின் முடியிலே வைக்கும்போது மதிககக்கூடிய விரிவு பெறப்படும். ஆனால், மின்காட்டியின் மேலே பக்கம் பககமாகத் தட்டுகள் பிடிக்கப்பட்டால் இலைகள் எள்ளளவேனும் விரியா. தட்டுகள எதிரான வகைகளிலே மினனேறறப்பட்டுள்ளன வென்று இது காட்டுகின்றது. மின்காட்டியின் முடியிலிருந்து சமதூரங் களில் வைக்கப்படும்போது ஒன்றன் விளைவை மற்றதன் விளைவு நடு நிலைப்படுததுமாதலின், அவற்றினேற்றங்கள் ஏறத்தாழச் சமமென்பதையும் இது காட்டுகின்றது.

§525. **கடத்திகளும் கடத்தலிலிகளும் (காவலிகள்).**—உலோகத்தண் டொன்றைக் கையிலே பிடித்துக்கொண்டு பட்டினுல் அல்லது கம்பளி யினுல் உரோஞ்சியபின் பரிசோதிக்க அத்தண்டானது மின்னேற்றத்தின் எவ்வித அறிகுறியையுங் காட்டாது. முற்காலத்திலே உலோகத்தைப் போன்ற திரவியங்களை உரோஞ்சலினுலேனும் வேறு வகையாலேனும் மின் னேற்ற முடியாதெனக் கருதப்பட்டது. ஆகவே, பதார்த்தங்கள் **மின் பொருள்கள்** எனவும் **மின்னில் பொருள்கள்** எனவும் இரு வகைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டன. முதல் வகையானது கையினுற் பிடிக்கப்படும்போது உரோஞ் சலினுல் மின்னேற்றப்படக்கூடிய திரவியங்களெல்லாவற்றையும் அடக்கி யுள்ளது. இரண்டாவது வகையானது இவ்வகையாக மின்னேற்றப்படமுடி யாத பதார்த்தங்களை அடக்கியுள்ளது.

பித்தளைப் பந்து அல்லது தண்டைப்போன்ற "மின்னில் பொரு ளொன்றை" வற்கனேற்றுத் தண்டைப்போன்ற "மின்பொருளொன் றின" கைபிடியிலேற்றி வைத்தால், ஈரமற்ற பட்டுத் துண்டினுல் இலே சாகத் தட்டி அதற்கு எளிதில் மின்னேற்றலாம். உரோஞ்சலினுல் மின் னில் பொருள்களுக்கு மின்னேற்ற முடியாதென்ற பழைய கொள்கையை இது உறுதியற்றதாக்குகின்றது. ஆகவே, மின்பொருளெனவும் மின்னில் பொருளெனவுஞ் சொல்லப்படும் பொருள்களின் வித்தியாசங்களைத் தெளி வாக்க வேறேதாவது விளக்கங் கொடுக்கப்படல்வேண்டும்.

"மின்பொருளொன்றைக்" கையிற் பிடித்துக்கொண்டு மின்னேற்றப் பட்ட அதன் பாகத்தின் மேற்பரப்பைத் தொடாதிருக்குமட்டும் ஏற்றத்தை அது வைத்துக்கொள்ளும். ஆயினும், பலவிடங்களிற் ளெட்டு அதனேற் றத்தை நன்ருகக் குறைக்கலாம். உள்ளங் கையினுற்றடவ ஏறத்தாழ மின்னேற்றம் முழுவதும் அற்றுப்போகின்றது. ஆகவே, "மின்பொரு ளொன்றின்" மேற்பரப்பிலே எந்தவிடத்திலுங் கையினுற் ளெட்டு மின்னை அகற்றலாமெனத் தோற்றுகின்றது. மேற்பரப்பின் எஞ்சிய பாகம் அதன் மின்னேற்றத்தை வைத்துக் கொள்வது, மின்பொருளின் மேற்பரப்பி லேனும் திரவியத்தினூடேனும், மின்னனது இயங்கக் கட்டற்றில்லையென் பதைக் காட்டுகின்றது.

இப்போது, "மின்னில் பொருளொன்றின்" கைபிடியிலே தாங்கப் பட்டு மின்னேற்றப்பட்டுள்ள மின்னில்பொருளானது தொடப்படுமாயின் அதன் முழுவேற்றமும் உடனே அற்றுப்போய்விடுகின்றது. ஆகவே, மின்னில்பொருளொன்றில் மேற்பரப்பிலேனும் திரவியத்தினூடேனும் ஏற்றமானது இயங்கமுடியுமென இது காட்டுகின்றது. எனவே, **எந்த** விடத்திற் ளெட்டாலும் **முழுவேற்றமும்** வெளியேறுகின்றது.

வேறு விதமாகக் கூறின, "மின்னில்பொருளானது" ஒரு **மின்கடத்தி** ஆகும். "மின்பொருள்" ஒரு **கடத்தலிலி** ஆகும்.

கடத்தியொன்று கண்ணுடி அல்லது வற்கனேற்றைப் போன்ற கடத்தலிலிக் கைபிடியொன்றிலே தாங்கப்பட்டிருப்பின், மின்னனது செல்ல முடியாத திரவியமொன்றினுல் மற்றும் பொருள்களிலிருந்து பிரிக்கப்பட்டிருக்கும்.

ஆகவே, கடத்தியிலே உரோஞ்சலினுல் உண்டாக்கப்படும் எவ்வித மின்னும் கடத்தியிலேயிருக்கும். கடத்தியை மின்காட்டியை நோக்கிக் கொண்டு வந்து இதனைக் காட்டலாம்.

கடத்தலிலிக் கைபிடியிலே தாங்கப்பட்டுள்ள "கடத்தியை" மற்றெல்லாக் கடத்திகளிலுமிருந்து பிரிக்கும் காவற்றெழிலானது கடத்தலிலிக்குக் **காவலி** என்ற பெயரைக் கொடுத்துள்ளது. இப்பெயரானது **கடத்தலிலி** என்ற பெயருக்குச் சமமான வேறொரு பெயராக உபயோகிக்கப்படும்.

மைக்கா, வற்கனேற்றைப் போன்ற சில திரவியங்கள் ஏறத்தாழப் பூரணமான கடத்தலில்லாவியல்புகளைக் கொண்டுள்ளன. மரம், பஞ்சுத் துணியைப் போன்ற மற்றுந் திரவியங்கள் ஓரளவுக்கு மின்னைக் கடத்துவனவாயினும், உலோகங்களைப்போல உயர்ந்தபடியிலே அவற்றின் கடத்தலியல்பில்லை.

மிக மெல்லிய ஈரப்படலமொன்று எந்தத் திரவியத்தினதும் காவலியல்புகளை அழிக்கப்போதியதாகும். பெரும்பாலான கண்ணுடி வகைகள், ஈரங்காட்டுமியல்பின் பயனுக, ஈரமற்றதாக்குமாறு வெப்பமாக்கப்பட்டாலன்றி, எப்போதும் பகுதிக் கடத்திகளாயுள்ளன.

§526. **நேர்மின், எதிர்மின் திரவியங்கள்.**—திரவியமொன்றில் அருட்டப்பட்ட மின்னேற்றமானது திரவியத்தினியல்பிலும் அதனையுரோஞ்சிய திரவியத்தினியல்பிலுந் தங்கியிருக்கின்றது. சோடிகளாகச் சேர்த்து உரோஞ்சிப் பல திரவியங்களைப் பரிசோதித்து ஓரட்டவணையைத் தயாரிக்கலாம். இவ்வட்டவணையிலுள்ள திரவியங்களிரண்டைச் சேர்த்து உரோஞ்சினுல் அட்டவணையில் மேலேயுள்ள திரவியம் நேர்மின்னையும் கீழேயுள்ளது எதிர்மின்னையும் பெற்றிருக்குமாறு இவ்வட்டவணை தயாரிக்கப்பட முடியும். இவ்வகையாக ஒழுங்கு செய்யப்பட்ட சிறப்பான பதார்த்தங்களின அட்டவணையொன்று பின்வருமாறு :—

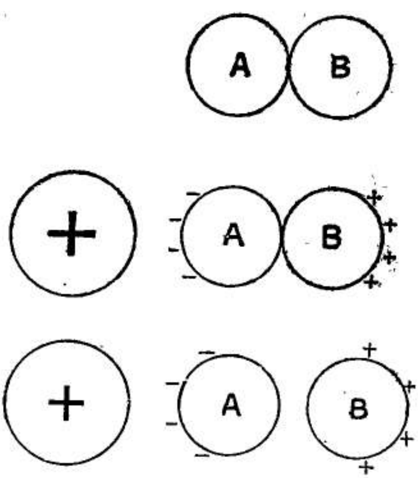
பூனைத்தோல்	கந்தகம்	இந்தியவிறப்பர்
கண்ணுடி	கம்பளி	குங்கிலியம்
பட்டு	பஞ்சு	கட்டாப்பேச்சா
மரம்	வற்கனேற்று	உலோகங்கள்

கண்ணுடியானது பூனைத்தோலினுல் உரோஞ்சப்படும்போது "எதிர்மின்னேற்றத்தைப்" பெறக் காணப்பட்டாலும், பட்டினுல் உரோஞ்சப்படும்போது நேர்மின்னேற்றத்தைப் பெறுகின்றது. இதனைப்போலவே வற்கனேற்றுத்தண்டொன்று பட்டினுல் அல்லது கம்பளியினுல் உரோஞ்சப்படுமாயின் எதிர்மின்னேற்றத்தைப் பெறுகின்றது. ஆனுல் இந்தியவிறப்பரினுல் உரோஞ்சப்படும்போது "நேர்மின்னேற்றத்தைப்" பெறுகின்றது.

அத்தியாயம் 56

மின்றூண்டல்

§ 527. **மின்னை வேருக்கல்**—தொடக்கத்திலே ஒன்றையொன்று தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் A,B ஆகிய (உருவம் 416) கடத்திக் கோளங்களிரண்டு காவலித் தாங்கிகளிலே தாங்கப்பட்டிருக்கின்றனவென்றும் சற்றேனும் மின்னேற்றப்படாதிருக்கின்றனவென்றுங் கொள்க. ஒன்றையொன்று தொட்டுக் கொண்டே A உம் B உம் இருக்கும்போதே A இனண்மையில் நேரான மின்னேற்றப்பட்ட பொருளொன்று கொண்டுவரபபட்டபின், இப்பொருளானது உருவத்திற் காட்டப்பட்டுள்ள நிலேயிலிருக்கும் போதே, A உம் B உம் வேருக்கப்படுகின்றனவென்று கற்பனே செய்து கொள்க.



உருவம் 416.—சேர்ந்த கடத்தியிலே மின்னேற்றங்களின் தூண்டல் (மின்னே வேருக்கல்)

இப்போது மின்னேற்றப்பட்ட பொருளானது அகற்றப்பட்டதும், A உம் B உம் வெவ்வேருக மின்னேற்றலின் அறிகுறிக்காகப் பரிசோதிக்கப்படும். இதனைச் செய்யும்போது A ஆனது எதிர்மின்னேற்றத்தையும் B ஆனது நேர் மின்னேற்றத்தையும் பெற்றிருக்கக் காணப்படும்.

இந்நிகழ்ச்சியின்போது, A,B ஆகிய கடத்திகள் மின்னேற்றப்பட்ட எவ்வித பொருளிஞலுந் தொடப்படவில்லே. இவற்றுள் எதுவேனும் உராய்விஞல் மின்னேற்றப்படக் கூடியதாக உரோஞ்சப்படவுமில்லே. ஆகவே, இவை பெற்றுள்ள மின்னேற்றங்கள் நேரான மின்னேற்றத்தையுடைய பொருளின் மின்னேற்றத்தினது ஏதாவது வகையான தாக்கத்தின் பயனுனதாயிருத்தல் வேண்டும். இவை **தூண்டலிஞல் மின்னேற்றப்பட்டுள்ளன** அல்லது **தூண்டலேற்றங்களேக்** கொண்டுள்ளனவென்று சொல்லப்படும்.

மின்னேற்றங்களின் இவ்வகையான தூண்டல் பின்வரும் ஒப்புக்கோளேக் கொண்டு விளக்கப்படும் :

எல்லாப் பொருள்களும் நேர்மின்னேயும் எதிர்மின்னேயும் பெருமளவுக்குக் கொண்டுள்ளன. இவற்றின் கணியங்கள் சமமாயிருக்கும்போது அவற்றின் புற விளேவுகளேக் கருதுமிடத்து ஒன்றையொன்று நடுநிலேயாக்கி

யுள்ளன. அப்போது பொருளானது மின்னேற்றமின்றி அல்லது நடுநிலையில் இருக்கின்றது என்று சொல்லப்படும்.

அண்மையிலுள்ள நேர்மின்னேற்றமொன்றின் தாக்கத்தின்கீழ் நடுநிலையிலுள்ள கடத்தி AB இலுள்ள நேர்மின்னேற்றங்களும் எதிர்மின்னேற்றங்களும் ஒரளவுக்கு வேருக்கப்படுகின்றன. அண்மையிலுள்ள நேர்மின்னேற்றமானது AB இலுள்ள நேர்மின்னேற்றத்தைத் தள்ளி எதிர்மின்னேற்றத்தைக் கவருகினறது. நேர்மின்னேற்றப்பட்ட பொருளினண்மையிலுள்ள இக்கடத்தியின் பாகம் எதிர்மின்னை மிகுதியாகவும், தூரவுள்ள பாகம் நேர்மின்னை மிகுதியாகவும் பெறுகின்றன.

அண்மையிலுள்ள மின்னேற்றத்தின் தாக்கத்தின் கீழிருக்கும்போதே கடத்தி AB இன கூறுகளை வேருக்க, A இனுலும் B இனுலுங் காவப்பட்டுள்ள மிகுதியேற்றங்கள் ஒன்றுக்கொன்று நிலையாக வேருக்கப் பட்டுள்ளன. இதன்பின்பு இப்பாகங்களைப பரிசோதிக்கும்போது A இலுள்ள வேற்றம் எதிராகவும் B இலுள்ளது நேராகவுங் காணப்படும்.

A இலும் B இலுமுள்ள மின்னேற்றங்கள் எதிர்க் குறியையுடையனவாயிருந்தபோதிலும் சமவளவுகளையுடையனவாம். மின்னேற்றப்பட்டபொருளை அகற்றிய பின்பு இவற்றை மீண்டுந் தொடவிட்டு இதனை இலகுவிற் காட்டலாம். தொட்டபின்பு இவற்றுளெதுவும் மினனேற்றத்தின் எவ்வித அறிகுறியையுங் காட்டமாட்டாது.

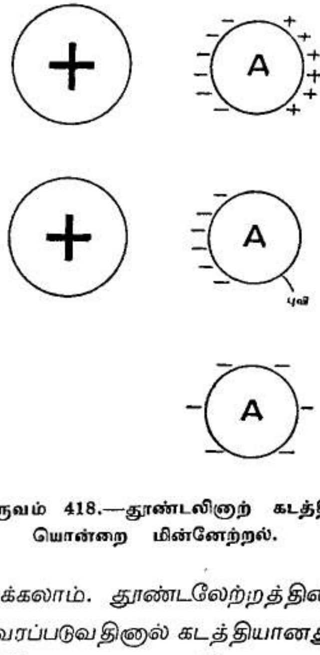
கடத்தலிலியிலுள்ள மின்னேற்றங்கள் அதன் திரவியத்தினூடாகவேனும் மேற்பரப்பிலேனும் இயங்க முடியாதனவாதலின், கடத்தலிலிகளிலே, மின்னை வேருக்கல் முடியாது.

உருவம் 417.— சோதனைத்தளம்

§528. சோதனைத் தளமொன்றை உபயோகிக்கும் முறை— கடத்தியொன்றின் மேற்பரப்பின் மேலே மின்பரவலை ஆராயத் தேவையான சந்தர்ப்பங்களிலே **சோதனைத்தளம்** என்ற எளிய ஆய்கருவியொன்று வசதியாக உபயோகிககப்படலாம் (உருவம் 417). சோதனைத்தளமெனபது காவலிக் கைபிடியொன்றிற் ருங்கப்பட்டுள்ள பித்தளை அலலது வேறு உலோகத்தின சிறிய தட்டாகும். சோதனைத்தளத்தை உபயோகிக்கும்போது பரிசோதிக்க வேண்டிய அல்லது நிறுவ வேண்டிய மின்னேற்றத்தையுடைய பொருளின் மேற்பரப்பிலே அதனைத் தொடவைத்தல் வேண்டும். ஆகவே சோதனைத்தளமானது தோற்றத்திலே பொருளின் மேற்பரப்பினது ஒரு பாகமாதலின் அதனை நேர் கீழேயுள்ள மேற்பரப்பினுல் முன்னரே காவப்பட்டுள்ளதைப் போன்ற மின்னேற்றத்தைப் பெறுகின்றது. சோதனைத் தளத்தை அகற்றும்போது மேற்பரப்பிற் ரெட்டுக்கொண்டிருக்கையிற் பெற்ற மின்னேற்றத்தையுங் கொண்டு செல்கின்றது. இவ்வேற்றத்தினியல்பை மின்காட்டியொன்றைக்கொண்டு பரிசோ

திக்கலாம். இம்முறையாகப் பொருளினது மேற்பரப்பின் பலவிடங்களைச் சோதனைத் தளத்தைக் கொண்டு பரிசோதித்து, மேற்பரப்பிலே மின்னேற்றங்களின் பரவலை எளிதில் ஆராயலாம்.

§529. தூண்டலினுல் மின்னேற்றல்—காவலிட்டு மின்னேற்றப்படாத கடத்தி A இனண்மையில் (உருவம் 418) நேரான மின்னேற்றத்தையுடைய பொருளொன்று கொண்டுவரப்படுமாயின் இவ்வேற்றத்தினண்மையிலுள்ள A இன் மேற்பரப்பு எதிராகவும் மற்றப்பக்கம் நேராகவும் மின்னேற்றப்பட்டிருக்கும். A இன் மேற்பரப்பைச் சோதனைத்தளமொன்றைக் கொண்டு பரிசோதித்து இதனை எளிதிற் காட்டலாம். அண்மையிலுள்ள நேரேற்றத்தின் தாக்கத்தின் கீழிருக்கும் போதே கடத்தி A ஆனது எந்தவிடத்திலேனுங் கையினுற் றொடப்படுமாயின், பிற்பாடு பரிசோதிக்கும்போது பெருமளவான எதிர்மின்னேற்றத்தைப் பெற்றிருக்கக் காணப்படும்.



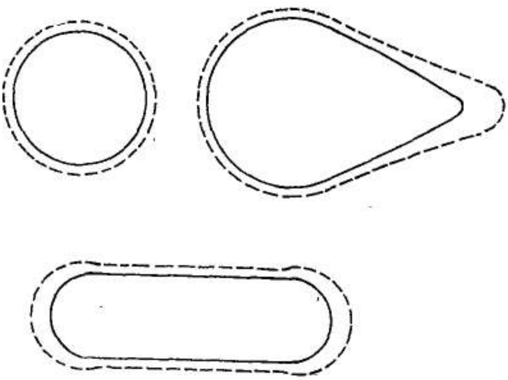
உருவம் 418.—தூண்டலினுற் கடத்தியொன்றை மின்னேற்றல்.

இம்முறையானது **தூண்டலினுல் மின்னேற்றுதல்** எனப்படும்.

ஏற்கனவே விவாதிக்கப்பட்ட (பந்தி 527) மின்னை வேருக்கலின் கொள்கையைக் கொண்டு, கடத்தியொன்றைத் தூண்டலினுல் மின்னேற்றும் முறையை எளிதில் விளக்கலாம். தூண்டலேற்றத்தின் எதிர்க்குறி மின்னுனது இவ்வேற்றத்தினுற் கவரப்படுவதினுல் கடத்தியானது "புவியினேடிணைக்கப்படும்போது" அது வெளியேற முடியாது. இக்காரணத்தினுற் "கட்டுண்டவேற்றம்" எனச் சில சமயங்களில் இது பெயரிடப் பெறும். தூண்டலேற்றத்தின் குறியையுடைய மின்னுனது இவ்வேற்றத்தினுற் றள்ளப்படுவதினுல் அதிலிருந்து கூடியளவு தூரத்திற்கு வெளியேயியங்கும் கடத்தியானது புவியினேடிணைக்கப்படும்போது தள்ளுப்பட்ட ஏற்றமானது "புவித்தொடுப்பின் வழியாய்" வெளியே பாய, தூண்டியவேற்றத்திற்கு எதிரான வகை மின்னைக்கொண்டு கடத்தியானது ஏற்றப்பட்டுள்ளது.

தூண்டலினுல் வேறு ஏற்றங்களை உண்டாக்க உபயோகிப்பதனுல் தூண்டியவேறறத்தின் அளவானது எவ்வகையாகவேனும் மாருதிருக்கும். ஆகவே, தூண்டும் ஒரு தனியேற்றத்திலிருந்து பல தூண்டலேற்றங்களை இம்முறையினுற் பெறமுடியும்.

§530. கடத்தியொன்றிலே மின்னேற்றப் பரவல்—மின்னேற்றப்பட்ட கடத்தியொன்றின் மேற்பரப்பிலே ஏற்றமானது பரந்திருக்கும் வகையைச் சோதனைத் தளமொன்றைக் கொண்டு தீர்மானிக்கலாம். கடத்தியின் மேற்பரப்பினது குறித்தவெந்தவிடத்திலும் சோதனைத் தளத்தைத் தொட



உருவம் 419.—கடத்தியொன்றின் மேற்பரப்பிலே மின்னேற்றத்தின் பரவல்.

விடவேண்டும். பின்பு அதனையெடுத்து மின்னேற்றப்படாத பொன்னிலை மின்காட்டியின் தட்டிலே வைத்தல் வேண்டும். மேற்பரப்பிலுள்ள பலவிடங்களில் இம்முறையைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்து ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் இலைகள் விரிகின்ற அளவை அவதானித்துப் பரிசோதிக்கப்பட்ட பல்வேறிடங்களில் மேற்பரப்பின சம பரப்புகளினூற் காவப்படும் மின்னேற்றங்களின் சார்பான பருமன்களினது மதிப்பைப் பெறமுடியும்.

மின்னேற்றப்பட்டுள்ள கடத்தியொன்று மற்றும் பொருள்களெல்லாவற்றிலுமிருந்து அகலவிருக்குமாயின் மேற்பரப்பின் தட்டையான பாகங்களிலும் பார்க்கக் கூர்மையாய் வளைந்த பாகங்களிலே மின்னேற்றமானது, வலுக் கூடுதலாய்ச் செறிந்திருக்கக் காணப்படும். அதாவது, **மேற்பரப்பிலேயுள்ள மின்செறிவு மேற்பரப்பின் வளைவினேடு அதிகரிக்கும்.**

மேற்பரப்பின் ஒவ்வோரிடத்திலும் பரப்பலகொன்றிற்குரிய மின்னேற்றத்திற்கு விகிதசமமான தடிப்பையுடைய படலமாக மின்னைக் குறிப்போமாயின், வெவ்வேறுருவங்களில் மேலுள்ள மின்னேற்றப்பரவலானது **419** ஆம் உருவத்திற் காட்டப்பட்டுள்ளது போன்றிருக்கும்.

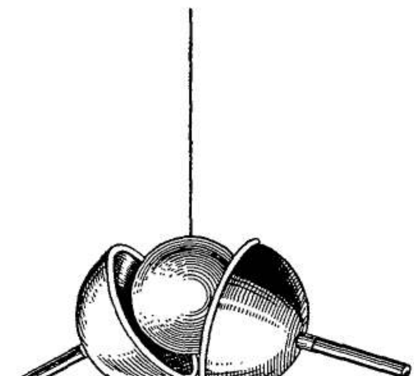
வேறு கடத்திகள் அண்மையிலிருக்கும்போது கடத்தியொன்றின் மின்னேற்றப் பரவலானது வெகுவாக மாறியிருக்கும்.

§531. கடத்தியொன்றின் உட்புறத்திலுள்ள மின்னேற்றம்—உட்குழிவான கடத்தியொன்றின் உட்பரப்பிலே மின்னேற்றம் இருக்குமா இல்லையாவென்பது மிக்க முக்கியமானதொரு பிரச்சினையாகும். வெவ்வேறு வகையான

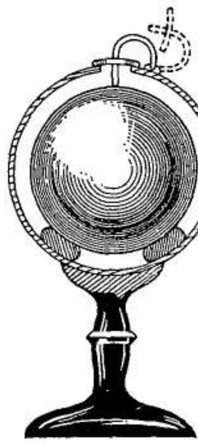
ஆய்கருவிகளை உபயோகித்துப் பல பரிசோதனையாளர் கவனமாக இதனை ஆராய்ந்துள்ளனர்.

பரடேயின் வண்ணத்திப்பூச்சி வலை—மைக்கேல் பரடே என்பவர் பஞ்சு நூலினூற் செய்யப்பட்ட வண்ணத்திப்பூச்சிவலையொன்றை உபயோகித்தார். வலையின் முனையிலே இணைக்கப்பட்ட பட்டுநாடாக்களினூல் உட்புறம் வெளியே வருமாறு இதனை இழுத்துக்கொள்ளமுடியும். காவலித் தாங்கியொன்றிற் பித்தளைவளையமொன்று தாங்கப்பட்டுள்ளது. இப்பித்தளை வளையத்திலே, வலையானது ஏற்றப்பட்டுள்ளது. இது கூடியளவு திறனைக் கொண்டதாக மின்னேற்றப்பட்டுள்ளது. இதன்பின் சோதனைத் தளமொன்றைக்கொண்டு, வலையின் புறப்பாகத்தையும் உட்பாகத்தையும் இவர் பரிசோதித்துப் புறப் பக்கத்தில் மட்டுமே மின்னேற்றம் இருக்கக் கண்டார்.

இதன்பின் உட்புறம் புறத்தேவருமாறு இழுக்கப்பட்டதும் மீண்டும் உட்பக்கம் மின்னேற்றமற்றதாகவும் புறப்பக்கமே திறம்பட ஏற்றமுடைய தாகவுங் காணப்பட்டது.



உருவம் 420.—பியோவின் பரிசோதனை.



உருவம் 421.—கவண்டிசுப் பரிசோதனை.

வலையானது எவ்வகையாக உபயோகிக்கப்பட்டபோதும் பரிசோதனை செய் யப்பட்ட களத்திலே புறத்தேயிருந்த மேற்பரப்பிலேயே எப்போதும் மின் னூனது இருக்கக் காணப்பட்டது. வலையின் உட்பக்கத்திலே எப்போதாவது எவ்வித மின்னேற்றமுங் காணப்படவில்லை.

பியோவின் பரிசோதனை—பரடேயினதிலும் பார்க்க உணர்வு கூடிய பரிசோதனையொன்றை **எம். பியோ** என்னும் பிரான்சிய பௌதிக நூலறி ஞர் செய்தார்.

பியோவின் பரிசோதனையிலே காவலிட்ட பட்டு நாணொன்றிற் றொங்க விடப்பட்ட பெரிய செப்புக் கோளமொன்று திறமையாக மின்னேற்றப் பட்டது. ஒவ்வொன்றும் காவலிட்ட கைபிடியிலேற்றப்பட்ட செப்பின் சம மான அரைக் கோளங்களிரண்டு மின்னேற்றப்பட்ட செப்புக் கோளத்தை முற்றாகச் சூழவைக்கப்பட்டன (உருவம் 420). அவற்றினால் மூடப்பட்டுள்ள செப்புக் கோளத்தைத் தொடுமாறு அரைக்கோளங்களிரண்டும் உயர்த்தப் பட்டன.

தொட்டுக்கொண்டிருந்தபோது முழுத்தொகுதியும் தனிக்கடத்தியாகின் றது. மின்னேற்றப்பட்ட கோளமானது இக்கடத்தியின் உட்பாகமாக அமைந் துள்ளது. அரைக் கோளங்களிரண்டையும் அகற்ற உட்கோளமானது முற் றிலும் மின்னேற்றமற்றுக் காணப்பட்டது.

கவண்டிசுப் பரிசோதனை—பியோவின் தத்துவத்தையே உபயோகித்துக் **கவண்டிசு** என்பவர் தனியாக ஒரு பரிசோதனையைச் செய்தார்.

ஆய்கருவியானது உள்ளே செப்புக்கோளமொன்றையும், அதனைச் சுற்றி அதன் மையத்தையே கொண்ட உட்குழிவான கோளமொன்றையுங் கொண் டுள்ளது. இக்கோளங்கள் காவலித் திரவியத்தின் வளையமொன்றினால் வேறாக்கப்பட்டுள்ளன (உருவம் 421). புறக்கோளத்தின் முடிவிலுள்ள சிறிய துவாரமொன்றினூடு செல்லுகின்ற கம்பியொன்றினூடாக உட்கோள மானது திறம்பட மின்னேற்றப்பட்டது. இக்கம்பியானது அகற்றப்பட்டபின் புறக்கோளத்தினூடு பிணைக்கப்பட்டுள்ள வேறொரு கம்பியின்மூலம், இரு கோளங்களுக்குமிடையே தொடுகை உண்டாக்கப்பட்டது. இக்கம்பியானது தொடுகையுண்டாகும்போது புறக்கோளத்திலுள்ள துளையை முற்றாக மூடக் கூடிய சிறிய செப்புத் தடடொன்றைக் காவிநின்றது.

இணைக்குங் கம்பியைப் பிற்பக்கமாகத் திருப்பி முந்திய நிலையில் வைத்துக்கொண்டு நுண்ணுணர்வான மின்காட்டியொன்றைத் தொடுத்துக் கோளத்தின் உட்பக்கத்திலுள்ள எஞ்சிய மினனேற்றமானது பரிசோதிக்கப் பட்டது. எவ்வித மின்னேற்றமுங் காணப்படவில்லை.

மூடிய கடத்தியொன்றின் உட்பக்கத்திலே எவ்வித மின்னேற்றமும் இருக்க முடியாது என இப்பரிசோதனைகள் காட்டுகின்றன.

குறிப்பு—மினனியற் கருத்திலே கடத்தியொன்றின் உட்பக்கமென்று சொல்லும்போது மின்னேற்றப்பட்ட மற்றெல்லாப் பொருள்களிலுமிருந்து கடத்தியின் திரவியமானது திரையிட்டு வேறாக்கப்பட்ட மேற்பரப்பின் பகுதி யாகும். கவண்டிசுப் பரிசோதனையிலே புறக்கோளத்தின் உட்பரப்பானது, **இரு கோளங்களுக்குமிடையே தொடுப்புண்டாகுமட்டும்,** பெருமளவான மின்னேற்றத்தைக் காவுகின்றது. இவ்வேகமானது உட்கோளத்தின் மின் னேற்றத்தினாலுண்டாக்கப்பட்ட தூண்டலேற்றமாகும்.

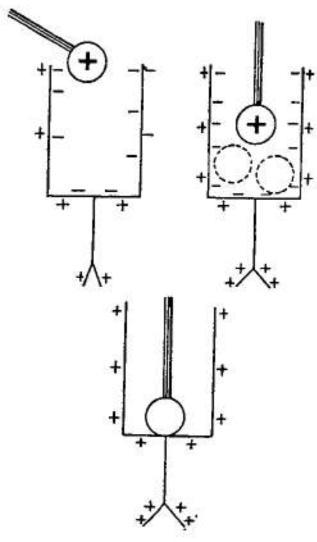
§532. பரடேயின் பனிக்கட்டிக் குவளேப் பரிசோதனே—மைக்கேல் பரடே யிஞற் செய்யப்பட்ட மிக்க விசேடமானவொரு பரிசோதனே பனிக்கட்டிக் குவளேப் பரிசோதனே எனப்படும்.

பரடேயென்பவர் முடியிலே சிறிய துவாரமொன்றைக் கொண்ட உட்குழிவான கடத்தியாகப் பனிக்கட்டிக் குவளேயொன்றை உபயோகித்தார். இத்துவாரமானது மின்னேற்றப்பட்ட பொருள்களே உள்ளே செலுத்தப் போதியளவு பெரிதாயிருந்தபோதிலும் பரிசோதனேயை உறுதியற்றதாக்கக் கூடிய அளவுக்குப் பெரிதாயிருக்கவில்லே. திருத்தமாகக் கூறும்போது கலமானது முற்ருக மூடப்பட்டிருத்தல் வேண்டும். உயரமானது விட்டத்தின் ஒன்றரை மடங்கு தொடக்கம் இரண்டு மடங்குவரையிருக்குமாயின் ஒரு முனேயில் மூடப்பட்டுள்ள செப்புருளேயொன்று பனிக்கட்டிக் குவளேக்குப் பதிலாகத் திருப்திகரமாக உபயோகிக்கப்படலாம்.

காவலித்தாங்கியொன்றிலே வைக்கப்பட்ட உருளேயானது கம்பியொன்றிஞற் பொனனிலே மின்காட்டியொனறிஞேடு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மின் காட்டியானது உருளேயின் நிறையைத் தாங்கக்கூடிய அளவுக்குப் பெலமுடையதாயின் மின்காட்டித் தட்டிலே அவவுருளேயைத் தாங்கவிடுதல் வசதியாயிருக்கும்.

காவலித்தண்டொன்றில் ஏற்றப்பட்டுள்ள பித்தளேப் பந்தொன்றில் நேர்மின்னேற்றப்பட்டுள்ளதெனக் கொள்க. குவளேயைத தொடாதிருககுமாறு மின்னேற்றப்பட்ட பந்தானது அதனுள் வைக்கப்பட்டு, மினகாட்டியிலேகளின் விரிவானது கவனமாக அவதானிக்கப்படும.

பந்தானது உட்செலுத்தப்படும்போது குவளேயினுள்ளே அப்பந்து நன்ருக உட்செல்லுமட்டும் இலேகளின் விரிவு அதிகரித்துக்கொண்டு போகும். அப்போது இலேகள் நிலேயாய் நிற்கும். நன்ருகக் கலத்தினுள்ளே பந்தானது இருக்குமாறு அதனே எவ்விதமாக இயக்கியபோதிலும் இலேகளின் விரிவிலே மாற்றமிராது.



உருவம் 422.—பரடேயின் பனிக்கட்டிக் குவளேப் பரிசோதனே.

சோதனேத் தளமொன்றைக் கொண்டு குவளேயின் உட்பரப்புப் பரிசோதிக்கப்படுமாயின் பந்தின் ஏற்றத்திற்கு எதிரான மின்னேற்றத்தை அது பெற்றிருக்கக் காணப்படும். நாம் கருதிய சந்தர்ப்பத்திலே அது மிகுந்த எதிர்மின்னேற்றத்தைப் பெற்றிருக்கும். இதனேப்போலவே, குவளே

யின் வெளிப்புறத்தைப் பரிசோதிக்க, பந்தின் வகையான மின்னேற்றத்தையே அது பெற்றிருக்கக் காணப்படும் (உருவம் 422).

பந்தை அகற்றும்போது, அப்பந்தானது குவளையைத் தொடாதிருக்குமாயின், மின்காட்டியின் இலைகள் முற்றுக ஒருங்கிவிடும். பந்தானது முந்தியவேற்றம் முழுவதையும் வைத்திருக்கக் காணப்படும்.

இப்போது பந்தானது குவளையினுள்ளே மீண்டுஞ் செலுத்தப்படும். ஆனல் இம்முறை குவளையின் அடியை அது தொடவிடப்படும். பந்தானது உட்செல்லும்போது முந்தியதைப் போலவே இலைகள் விரிகின்றன. பந்து குவளையினுள்ளே முற்றுக இருக்கும்போதே விரிவு உயர்ந்த பெறுமானத்தையடையும். குவளையினுள்ளே இன்னுங் கீழே பந்தானது செல்லச் செல்ல இலைகளின் விரிவு மாருதிருக்கும். **குவளையின் அடியைப் பந்தானது தொடும்போதும் இலைகளின் விரிவு மாற்றமடைவதில்லை.**

பந்து குவளையைத் தொட்டபின்பு குவளையின் உட்பரப்புச் சோதனைத் தளத்தைக் கொண்டு பரிசோதிக்கப்படுமாயின் அங்கு எவ்வித மின்னேற்றமுங் காணப்படாது. தொட**முன்பிருந்த** மின்னேற்றம் முற்றுக அற்றுப் போய்விடும்.

குவளையிலிருந்து பந்தானது அகற்றப்படும்போது இலைகளின் விரிவு எவ்வகையாகவுந் தாக்கப்படுவதில்லை. இதற்குப்பின் பந்து பரிசோதிக்கப்படுமாயின், அதன் மின்னேற்றத்தை முற்றுக இழந்து காணப்படும்.

§ 533. **பரடேயின் பனிக்கட்டிக் குவளைப் பரிசோதனையிலிருந்து பெறும் அனுமானங்கள்**—மின்னேற்றப்பட்ட பந்தானது குவளையினுள்ளேயிருக்கும்போது அதனுட்புறத்திலும் வெளிப்புறத்திலுமிருக்கின்ற மின்னேற்றங்கள் குவளையினுள்ளே உண்டாக்கப்பட்ட மின்வேருக்கலிலிருந்து விளைவான தூண்டலேற்றங்களாம். பந்தானது முற்றுகக் குவளையினுள்ளேயிருக்கும்போது இத்தூண்டலேற்றங்கள் மாருப் பெறுமானமொன்றைக் கொண்டிருக்கும். உட்பரப்பைப் பந்தானது தொட்டவுடன் இப்பரப்பிலுள்ள மின்னேற்றமும் பந்திலுள்ள மின்னேற்றமும் மறைந்துவிடுகினறன. **ஆயினும் குவளையின் புறத்தேயுள்ள மின்னேற்றம் மாருதிருக்கின்றது.** ஆகவே **பந்தானது முற்றுகக் குவளையினுள்ளிருக்கும்போது குவளையினுட்பரப்பிலுள்ள தூண்டலேற்றமானது பந்திலுள்ள ஏற்றத்திற்குச் சமமாகவும் எதிராகவுமிருக்கும்,** என நாம் முடிவு செய்யலாம்.

இப்போது, பந்தானது குவளையைத் தொட்டாலன்றிப் பந்தையகற்றும்போது குவளையானது மின்னேற்றமற்றிருக்கின்றதாதலின், குவளையின் உள்ளும் புறமுமுள்ள தூண்டலேற்றங்கள் சமமாகவும் எதிராகவுமிருக்கும். எனவே, **மின்னேற்றப்பட்ட பொருளொன்று உட்குழிவான கடத்தியொன்றினல் முற்றுக மூடப்பட்டிருக்குமெனின், கடத்தியின் உள்ளும் புறமுந் தூண்டப்பட்ட ஏற்றங்கள் மூடப்பட்டுள்ள பொருளின் ஏற்றத்தின் பருமனுயிருக்கும்.**

இப்பரிசோதனையிலிருந்து பெறப்படக்கூடிய இன்னுமொரு முடிவு யாதெனின் **கடத்தியொன்றின் புறத்தேயுள்ள மின்னேற்றத்தின் பரவலானது அக்கடத்தியின் உட்புறத்திலிருக்கும் எவ்வித மின்னேற்றங்களினதும் பருமனிலும் நிலையிலுந் தங்கியிருக்கவில்லை** என்பதேயாம். பனிக்கட்டிக் குவளையானது ஓய்வு நிலையிலிருக்கும் மின்காட்டியிலைகளின் விரிவானது, குவளையினுள்ளே மின்னேற்றப்பட்ட பித்தளைப் பந்தை அங்குமிங்கும் இயங்கவிடும்போது தாக்கப்படாததினாலும், பந்தை உட்பரப்பிற் றொடவிட்டுப் பந்திலுங் குவளையினுள்ளிலுமுள்ள மின்னேற்றங்களை மறையச் செய்யும்போது மாருததினாலும், இது தெளிவாகும்.

உள்ளிலே மின்னேற்றப்பட்டுக் காவலிட்ட எப்பொருளுமில்லாதபோது கடத்தியொன்றின் உட்புறத்திலே எவ்வித மின்னேற்றமும் இருக்கமுடியாது எனவும் இப்பரிசோதனை காட்டுகின்றது.

§534. உரோஞ்சலினாலேனும் தூண்டலினாலேனும் உண்டாக்கப்பட்ட மின்னேற்றங்கள் எப்போதும் சமமாகவும் எதிராகவுமிருக்கின்றன—வற்கனைற்றுத் தட்டொன்றும் கம்பளித் தட்டொன்றும் காவலிக் கைபிடிகளில் ஏற்றப்பட்டுப் பனிக்கட்டிக் குவளையினுள்ளே வைத்து உரோஞ்சப்பட்டால், குவளையினோடிணைக்கப்பட்டுள்ள பொன்னிலை மின்காட்டியொனறு விரிவைக் காட்டாது. எதாவதொரு தட்டை வெளியே எடுத்தவுடன் விரிவுண்டாகும். குவளையினுள்ளே "ஒருமித்திருந்தபோது" எவ்வித விளைவையும் உண்டாக்காத போதிலும் தட்டுகள் உரோஞ்சலினால் மின்னேற்றப்பட்டுள்ளனவென்று இது காட்டுகின்றது.

குவளையின் புறத்தே தூண்டப்பட்டுள்ள ஏற்றமானது கலத்தினுள் அடைக்கப்பட்டுள்ள பொருள்களின் மின்னேற்றம் முழுவதுக்குஞ் சமமாகும். இரண்டு தட்டுக்களும் உள்ளேயிருக்கும்போது விளைவொன்றும் அவதானிக்கப்படாததினால் **அவற்றின் மின்னேற்றங்கள் சமமாயும் எதிராயுமுள்ளன.**

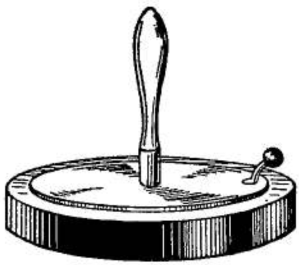
ஆகவே, **உராய்வு முறைகளினால் உண்டாக்கப்படும் மின்னேற்றங்கள் சமமாயும் எதிராயுமுள்ளன.**

தூண்டலினால் உண்டாக்கப்படும் மின்னேற்றங்கள் ஒன்றுக்கொன்று சமமாயும் எதிராயுமுள்ளனவென்று ஏற்கனவே கண்டோம் (பந்தி 527). எனவே, பின்வருமாறு நாங் கூறலாம்: **உராய்வருட்டினாலேனும் தூண்டலினாலேனும் உண்டாக்கப்பட்ட மின்னேற்றங்கள் எப்போதும் ஒன்றுக்கொன்று சமமாகவும் எதிர் குறியையுடையனவாகவுமிருக்கும்.**

§535. **மின்தூண்டி**—தனித் தூண்டலேற்றமொன்றிலிருந்து பல தூண்டலேற்றங்களை வசதியாகப் பெறக்கூடிய ஓராய்கருவியே மின்றூண்டியாகும்.

அரக்கு அல்லது வற்கனைற்றைப் போன்ற காவலித் திரவியமொன்றின் தட்டொன்றையும், காவலிக்கைபிடியிலேற்றப்பட்ட உலோகத்தட்டொன்றை

யும் இவ்வாய்கருவி கொண்டதாகும் (உருவம் 423). தட்டானது உராய் விஞல் மின்னேற்றப்பட்டபின் உலோகத் தட்டானது அதன்மேல் வைக்கப் பட்டுக் கணநேரத்துக்குப் புவியிஞேடிணைக்கப்படும். உலோகத்தட்டை வெளியேயெடுக்கக் காவலித் திரவியத்தின் தட்டிலே முன்னமே யருட்டப்பட்டதற்கு எதிரான மின்னேற்றத்தை உலோகத்தட்டானது பெற்றிருக்கக்காணப்படும்.



உருவம் 423.—மின்தூண்டி.

காவலித் தட்டிலுள்ள மின்னேற்றமானது மேலேயுள்ள செய்கையிஞற் கணிப்புக்குரிய அளவுக்குக் குறைந்திராது. ஈரமற்ற காலநிலையிலே பெறப்பட்ட மின்னேற்றத்தில் குறிப்பான குறைவேதுமின்றி உலோகத் தட்டிலே பலமுறை மின்னேற்ற முடியும்.

மின்றூண்டியின் தொடர்ந்த தொழிற்பாடானது, மின்னேற்றப்பட்ட தட்டிஞேடு சிலவிடங்களில் மட்டுமே உலோகத் தட்டானது தொடுகின்றது எனபதைக் கொண்டு விளக்கப்படலாம். ஆகவே, உலோகத் தட்டானது காவலித் தட்டின்மேல் வைக்கப்படும்போது திறம்பட மின்னேற்றப்பட்டுள்ள பொருளொன்றை மெய்யாகத் **தொடாது** அண்மையில் வைக்கப்பட்ட கடத்தியாகக் கருதப்படலாம். தட்டைப் புவியிஞேடிணைக்கும்போது 529 ஆம் பந்தியில் விவரிக்கப்பட்டபடி தூண்டலிஞல் இத்தட்டு மின்னேற்றப்படுகின்றது.

ஈரலிப்பான காலநிலையிலே உலோகத் தட்டிலே அடுத்தடுத்துப் பெறப்படும் மின்னேற்றங்கள் படிப்படியாகப் பெலங் குறைகின்றன. மின்னேற்றப்பட்ட தட்டிலுள்ள ஏற்றமானது அதன் மேற்பரப்பிலிருந்து படிப்படியாக ஒழுகுவதிஞலேயே இவ்வாறு நிகழுகின்றது. உலோகத் தட்டானது மின்னேற்றப்படும் ஒவ்வொரு முறையும் தொடுபுள்ளிகளிலுள்ள மின்னேற்றமானது உலோகத்தட்டிற்குக் கொண்டு செல்லப்பட்டு அதிலே தூண்டப்பட்ட மின்னேற்றத்திஞல் நடுநிலைப்படுத்தப்படும். ஆகவே, மின்னேற்றப்பட்ட தட்டிலுள்ள ஏற்றமானது சிறிது சிறிதாய் அகற்றப்படுகின்றது.

அத்தியாயம் 57

மின்விசையின் விதி — மின்னழுத்தம்

§ 536. மின்விசையின் விதியைப்பற்றிய கூலோமின் ஆராய்ச்சி--மின்னேற்றங்களுக்கிடையேயுள்ள விசையின் விதியைக் **கூலோமென்பவர்** காந்த முனைவுகளுக்கிடையேயுள்ள விசையின் விதியை ஆராய்ந்தபோது அவர் பிரயோகித்ததைப் போன்ற (பந்தி 479) முறுக்கற்றராசொன்றை உபயோகித்து ஆராய்ந்தார்.

காந்தப் பரிசோதனைகளிலே பிரயோகிக்கப்பட்ட காந்தங்களுக்குப் பதிலாக முனைகளிலே பொன் பூச்சிடப்பட்ட சிறிய சோற்றிக் குண்டுகளை யேற்றியுள்ள இலேசான காவலித் தண்டுகளை உபயோகித்தார். ஒரு தண்டு வெள்ளிக் கம்பியிலே தொங்கவிடப்பட்டது. இக்கம்பியானது, ஆய் கருவியின் உறையாய் அமைந்துள்ள கண்ணாடியுருளையைச் சுற்றி அளவு குறிக்கப்பட்ட அளவுச் சட்டத்திலே பூச்சியத்திற்கெதிராகத் தண்டின் முனையானது வருமாறு, முறுக்கப்பட்டது. இன்னுமொரு தண்டானது ஆய்கருவியின் முடியினூடாகச் செலுத்தப்பட்டு நிலைக்குத்தாகத் தாங்கப் பட்டுள்ளது. தொங்கவிடப்பட்ட தண்டின் முனையிலிருந்து குறித்த தூரத்திலே அதனோடு மட்டமாகக் கீழ்முனையிருக்குமாறு இத்தண்டின் நிலையானது செப்பஞ் செய்யப்பட்டுள்ளது.

இதன்பின்பு இத்தண்டுகளின் அடுத்துள்ள முனைகளிலுள்ள பொன் பூசிய கோளங்களிலே அளக்கப்பட்ட சணியங்களின் மின்னேற்றப்பட்டன. மின்னேற்றப்பட்ட கோளங்களிரண்டுக்குமிடையே செலுத்தப்பட்ட மின்விசைகளின் கீழ் தொங்கவிடப்பட்ட தண்டைப் பூச்சிய நிலையிலிருந்து இது விலகச் செய்தது. தண்டைத் திரும்பவுந் தொடக்க நிலைக்குக் கொண்டுவர வெள்ளிக்கம்பியை முறுக்கவேண்டியிருந்தது.

தொங்கவிடப்பட்ட தண்டைத் திரும்பவும் பூச்சியத்திற்குக் கொண்டு வரக் கம்பியை முறுக்கவேண்டிய கோணமானது மின்னேற்றங்களிரண்டிற்கு மிடையேயுள்ள மின்விசையின் அளவாகக் கொள்ளப்பட்டது.

மின்னேற்றங்கள் கற்பனைக்குரிய அலகுகளிலேயே அளக்கப்பட்டனவாதலின் அவற்றின் பருமன்கள் திருத்தமாகத் தெரியப்படவில்லை. இக்காரணத்தினால் தனிப்பட்ட பேறுகள் திருத்தத்தின் மிக்கவுயர்ந்த படியிலிருக்கவில்லை. ஆயினும், e, e' ஆகிய மின்னேற்றங்களிரண்டும் d தூரத்தினால் வேறுக்கப்பட்டிருப்பின் ஓரேற்றம் மற்றதிற் செலுத்தும் விசையானது

$$f \propto \frac{ee'}{d^2}$$

உருவத்தின் கோவையினாற் கொடுக்கப்படுமெனப் பேறுகளின் பொது வியல்பு காட்டியது.

பரிசோதனைகளின் பயனாகக் **கூலோமினாற்** பிரசுரிக்கப்பட்ட இம் முடிவானது **கூலோமின் விதி** என வழங்கப்படும்.

§ 537. மின்விசையின் நேர்மாறு வர்க்க விதி—மின்விசையானது

$$f = \frac{ee'}{d^n}$$

உருவத்திலிருப்பதாகக் கவண்டிசினுற் கொள்ளப்பட்டது.

இவ்வொப்புக்கோளைக்கொண்டு வேலைசெய்து n இன் பல்வேறு பெறுமானங்களுக்கு உட்குழிவான மூடிய கோளமொன்றினுள்ளே இருக்கக் கூடிய மின்னேற்றத்தை இவர் கணித்தார். n ஆனது 2 இலிருந்து மிகச் சிறிய அளவொன்றினுல் வேறுபட்டாலும் கோளத்தின் உட்பரப்பிலே கணிப்புக்குரிய மின்னேற்றம் அங்கிருத்தல் வேண்டுமென இவர் கண்டார்.

இதன் பின்பு 531 ஆம் பந்தியில் விவரிக்கப்பட்ட பரிசோதனையை இவர் செய்தார். உட்கோளத்திலே மின்னேற்றம் ஏதாவது இருக்குமாயின், பெறக்கூடிய உணர்ச்சிமிக்க மின்காட்டியைக் கொண்டுங் காணமுடியாது அவ்வளவு சிறிதாயிருந்தது. இதன்பின் அவர் கண்டுபிடிக்கக்கூடிய ஆகச் சிறிய மின்னேற்றத்தை மதிப்பிட்டுக் கண்டுபிடிக்கக்கூடிய அளவு மின்னேற்றம் இல்லாதிருக்க n இருக்க வேண்டிய எல்லைகள் கணிக்கப் பட்டன.

இக்கணித்தல்களின் பேருக எஞ்சிய மின்னேற்றமானது கண்டுபிடிக்க முடியாத அளவுக்குச் சிறிதாயிருப்பதற்கு n ஆனது 1·99995 இற்கும் 2·00005 இற்கு மிடையேயிருத்தல் வேண்டுமென்று அவர் கண்டார். ஆகவே, மேலே குறித்த எல்லைகளுக்கிடையே **நேர்மாறு வர்க்கவிதி** மெய்யாயிருக்கலாமென்றும், முற்றுக மெய்யாயிருத்தலுங் கூடுமென்றும் இவர் முடிவு செய்தார்.

கவண்டிசின் பரிசோதனையானது கூலோமின் விளைவுகளினுற் பெறப்பட்ட திலும் பார்க்க முடிவு கூடுதலான நிறுவலை நேர்மாறு வர்க்க விதிக்குக் கொடுக்கின்றது.

§ 538. மின்னின் அலகுக் கணியம்—நேர்மாறு வர்க்கவிதியின் உண்மையை ஏற்றுக்கொள்வோமாயின் மின்கணியவலகொன்றின் வசதியான வரைவிலக்கணத்தை எம்மாற் கூறமுடியும்.

கூலோமின் விதியானது

$$f = k\frac{ee'}{d^2}$$

உருவத்தில் எழுதப்படலாம். இங்கு k ஒரு மாறிலியாகும்.

e, e' என்னும் மின்னேற்றங்களை வேருக்கும் ஊடகத்தினியல்பைக் கொண்டு கணியம் k ஆனது வித்தியாசமான பெறுமானங்களைக் கொண்டிருக்குமெனப் பின்னுற் காண்போம். ஆயினும், வளியைப் போன்ற சிறப்பான ஊடகமொன்றிற்கு இது மாறிலியாயிருக்கும். அவதானங்கள் பெரும்பாலும் எடுக்கப்படுகினற ஊடகத்திஞல் மின்னேற்றங்கள் வேருக்கப் பட்டிருக்குங்கால் மின்னலகை வரையறுக்கும்போது k ஐ ஒன்றிற்குச் சமமாக்கும் அலகைத் தெரிவது வசதியாயிருக்கும் என்பது வெளிப்படை.

இக்காரணத்தினுல், மின்கணியத்தின் அலகானது பின்வருமாறு வரையறுக்கப்படும்.

மின்னேற்றங்கள் வளியினுல் முற்ருக வேருக்கப்பட்டிருக்கும்போது ஒரு சதம மீற்றர் தூரத்திலிருந்து அதனேடு சரியாயொத்த கணியத்தை ஒரு தைன் விசையினேடு தள்ளுகின்ற மின்கணியமே ஒரு மின்னேற்ற வலகாகும்.

§539. மின்னழுத்தம்—நேர்மின்னேற்றவலகொன்று மற்றும் மின்னேற்றங்களின் அயலிலே எங்காவதிருக்குமாயின், மற்ற இவ்வேற்றங்களினுல் செலுத்தப்படும் மின்விசைகளுக்கு அது ஆளாகின்றது. மின்னேற்றவலகை இவ்விசைகளின் தாக்கத்தின்கீழ் இயங்கவிட்டால், தொகுதியிலிருந்து வேலை பெறப்படும். ஆகவே, நேர்மின்னேற்றவலகானது இருந்த நிலையின் பயனுக் குறித்தவோரளவு நிலைப்பண்புச் சத்தியைத தொகுதியானது பெற்றிருத்தல் வேண்டும்.

மின்னேற்றவலகானது தொகுதியின் எஞ்சியவற்றிலிருந்து முடிவில்லாத் தூரத்துக்கு அகற்றப்படுமாயின் அதனைத் தாக்கும் விசையானது பூச்சியமாகும். அப்போது இவ்வேற்றத்தின் நிலைப்பண்புச் சத்தியும் பூச்சியமாகும். ஆகவே, நேர் மின்னேற்ற வலகொனறு தொகுதியின் எஞ்சியவற்றிலிருந்து முடிவிலாத் தூரத்திற்கு இயங்க விடப்படுமாயின், இவ்வியக்கத்தின்போது தொடக்கத்திலுள்ள அதன நிலைப்பண்புச் சத்தி முழுவதும் வேலையாக மாறிவிடும்.

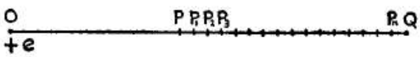
முடிவிலியை நோக்கி இயங்கும்போது மின்னேற்ற வலகொன்றிற்ருக்கும் விசைகள் தொகுதியின் எஞ்சிய பாகத்திலுள்ள மின்னேற்றங்களின் பருமன்களினுலும் பரவலினுலுந தீர்மானிக்கப்படும். ஆகவே, மின்னேற்றவலகின் தொடக்கத்திலுள்ள நிலைப்பண்புச் சத்தியானது ஏனைய மின்னேற்றங்களின் சார்பாக இந்த மின்னேற்றத்தின் தொடக்க நிலையிலே மட்டுந் தங்கியிருக்கும். **ஆகவே, மின்னேற்றங்களின் எந்தத் தொகுதியினதும் அயலிலுள்ள மின்னேற்றவலகொன்றின் நிலைப்பண்புச் சத்தியானது மின்னேற்றவலகானது இருக்கின்ற நிலையினதும், தொகுதியிலுள்ள மின்னேற்றங்களின் பருமன்களினதும் பரவலினதும் தன்னியல்பாகும்.** இக்கணியமானது **மின்னேற்றவலகானது இருக்கின்ற இடத்தின் மின்னழுத்தம்** என வரையறுக்கப்படும்.

மின்னழுத்தத்தின் வரைவிலக்கணம் பொதுவாகப் பின்வருமாறு கொடுக்கப்படும். **எந்த விடத்திலுமுள்ள மின்னழுத்தமானது, முடிவிலாத் தூரத்திலுள்ள ஓரிடத்திலிருந்து இவ்விடத்திற்கு நேர் மின்னேற்றவலகொன்று கொண்டு வரப்படும்போது மின்விசைகளுக் கெதிராகச் செய்யப்பட வேண்டிய வேலையாகும்.** இந்த வரைவிலக்கணமானது மேலே கொடுக்கப்பட்டதற்குச் சரிசமமாகும்.

சில சந்தர்ப்பங்களிலே முடிவிலியிலுள்ள நேர்மின்னேற்றமொன்று மின்விசைகளின் தாக்கத்தின்கீழ்க் குறித்தவோரிடத்தை **நோக்கி** இயங்க

முயலும். இவ்வியக்கத்தின்போது தொகுதியினுல் வேலை செய்யப்படும் இவ்வகையான இடத்திலுள்ள அழுத்தமானது, அவ்விடத்திற்கு இயங்கும் போது நேர்மின்னேற்றவலகானது நிலைப்பண்புச் சத்தியை **இழக்கின்ற** தாதலின், **எதிரழுத்த**மாகும்.

§ 540. **தனிப்புள்ளி மின்னேற்றமொன்றின் பயனுன அழுத்தம்**— $+e$ அங்கு நேர்மின்னேற்றமொன்று மின்னேற்றங்களெல்லாவற்றிற்கு மப்பால் O இலிருக்கின்ற தென்றும், முடிவிலாத் தூரமொன்றிலிருந்து புள்ளி P இற்கு நேர்மின்னேற்ற வலகொன்று கொண்டுவரப்படுகின்ற தென்றுங் கொள்க (உருவம் 424). இந்த மின்னேற்ற வலகைக் கொண்டு வரும்போது O இலுள்ள $+e$ நேர் மின்னேற்றத்தினுல் அது அளக்கப்



உருவம் 424.—தனிப்புள்ளி மின்னேற்றத்தின் பயனுன அழுத்தம்.

பட்டுள்ள தள்ளுமின்விசையை மேற்கொள்ள அதன்மேல் விசைகள் செலுத் தப்படல் வேண்டும். இந்த மின்விசைக் கெதிராகச் செய்யப்படும் வேலை யானது P இலிருக்கும்போது மின்னேற்ற வலகின் நிலைப்பண்புச் சத்தி யாகச் சேமிக்கப்பட்டுள்ளது. இதுவே O இலிருக்கும் மின்னேற்றத்தின் பயனுன P இலுள்ள அழுததமாகும். மின தள்ளுகையின் தாக்கத்தின் கீழ் P இலிருந்து மின்னேற்றவலகை வெளியே இயங்கவிட இந்நிலைப் பண்புச்சத்தி முழுவதும் மின்னேற்ற வலகிற்கும் மின்விசையினுற் செயயப் படும் வேலையாக மீண்டுந் தொகுதியிலிருந்து பெறப்படும்.

P இலே மின்னேற்ற வலகிற்ருக்கும் விசையானது f இனுற் குறிக்கப் படக்கூடும். இங்கு

$$f=\frac{e}{OP^2}.$$

மின்னேற்றவலகானது P_1 இற்கு இயங்கியதும் இவ்விசையானது $\frac{e}{OP_1^2}$ ஆகிய பெறுமானத்திற்குக் குறைக்கப்படும். P இலிருந்து P_1 இறகு இயங்கும்போது அதன்மேற் செலுத்தப்படும் **சராசரி** விசையானது $\frac{e}{OP^2}$ இற்கும் $\frac{e}{OP_1^2}$ இற்குமுள்ள பெருக்கலிடையாகக் கொள்ளப்படலாம்.

அதாவது, P இற்கும் P_1 இற்குமிடையேயுள்ள சராசரி விசை $=\frac{e}{OP.OP_1}$.

மின்னேற்றவலகை P இலிருந்து P_1 இற்கு இயக்குங்கால், மின்னேற்ற விசையினுற் செய்யப்படும் வேலையானது பின்வருமாறு எழுதப்படலாம்.

$$\mathbf{P} \text{ இற்கும் } \mathbf{P}_1 \text{ இற்குமிடையே செய்யப்படும் வேலை} = \frac{e}{\mathrm{OP.OP_1}} \times \mathrm{PP_1},$$
$$= \frac{e}{\mathrm{OP.OP_1}}\left\{ \mathrm{OP_1} - \mathrm{OP} \right\},$$
$$= e\left\{ \frac{1}{\mathrm{OP}} - \frac{1}{\mathrm{OP_1}} \right\}.$$

பாதையானது பிரிக்கப்பட்டுள்ளதாகக் கருதப்படும் P_1P_2, P_2P_3, P_3P_4 முதலியவற்றைப் போன்ற நுண்ணளவான படிகள் ஒவ்வொன்றின் நேராகவும் மின்னேற்றத்தின் இயக்கத்திற்காக இதனைப்போன்ற கோவைகள் பெறப்படும்.

எனவே,

P	இற்கும்	P_1	இற்குமிடையே	செய்யப்படும் வேலை	$= e\left\{ \frac{1}{\mathrm{OP}} - \frac{1}{\mathrm{OP_1}} \right\}$
P_1	,,	P_2	,,	,,	$= e\left\{ \frac{1}{\mathrm{OP_1}} - \frac{1}{\mathrm{OP_2}} \right\}$
P_2	,,	P_3	,,	,,	$= e\left\{ \frac{1}{\mathrm{OP_2}} - \frac{1}{\mathrm{OP_3}} \right\}$
		.	.	.	. . .
P_n	,,	Q	,,	,,	$= e\left\{ \frac{1}{\mathrm{OP}_n} - \frac{1}{\mathrm{OQ}} \right\}$

அல்லது, P இற்கும் Q இற்குமிடையே

செய்யப்பட்ட முழுவேலை $= e\left\{ \frac{1}{\mathrm{OP}} - \frac{1}{\mathrm{OQ}} \right\}.$

இப்போது Q என்பது ஆரை OP இன் நீட்சியிலுள்ள ஏதாவதொரு புள்ளியாகும். நாம் விரும்பினுல் O இலிருந்து Q ஆனது முடிவிலாத் தூரத்திலுள்ளதாகக் கருதலாம். இச்சந்தர்ப்பத்திலே மின்னேற்ற அலகானது P இலிருந்து Q இற்கு இயங்கும்போது செய்யும் வேலை புள்ளி P இலுள்ள அழுத்தததிற்குச் சமமாகும். அத்துடன் $\frac{1}{\mathrm{OQ}}$ ஆகிய ஈவு பூச்சியமாகின்றது. எனவே,

O இல் $+e$ மின்னேற்றத்தின் பயனுக P இனழுத்தம் $= \frac{e}{\mathrm{OP}}.$

தூரம் OP ஆனது r இனுற் குறிக்கப்படுமாயின் இவ்விளைவைப் பின்வருமாறு பொதுவுருவத்தில் நாமெழுதலாம் : **பருமன் $+e$ ஐயுடைய தனிப்புள்ளி மின்னேற்ற மொன்றிலிருந்து r ச.மீ. தூரத்திலுள்ள புள்ளியொன்றின் அழுத்தம் V ஆனது**

$$V = \frac{e}{r}$$

எனபதனுற் கொடுக்கப்படும்.

இவ்விளைவிலிருந்து எந்தக் கடத்தியினதும் அழுத்தம் நேராக மின்னேற்றப்பட்ட பொருளொன்றின் அண்மையிற் கொண்டுவரப்படும்போது உயர்த்தப்படுமென உடனே நாம் அனுமானிக்கலாம்.

குறிப்பு.—தொகையீட்டு நுண்கணியத்தைக் கொண்டு இப்பேற்றை எளிதாக அனுமானிக்கலாம்.

O இலுள்ள $+e$ அலகுகளின் மின்னேற்றத்திலிருந்து r தூரத்திலுள்ள நேர்மின்னேற்ற வலகொன்றிற் ருக்கும் விசையானது

$$f=\frac{e}{r^2}$$

என்பதனுற் கொடுக்கப்படும்.

மின்னேற்ற வலகானது $+e$ மின்னேற்றத்திலிருந்து ஆரையின் நேராக வெளிப்புறத்தே dr தூரம் இயங்குமாயின், தொகுதியினுற் செய்யப்படும் வேலை fdr இற்குச் சமமாகும். ஆகவே, நேர்மின்னேற்றவலகானது **P** இலிருந்து முடிவிலிக்கு இயங்கும்போது செய்யப்படும் முழுவேலை **V** இற்குச் சமமாகும். இந்த **V** ஆனது

$$V=\int_{OP}^{\infty} fdr=\int_{OP}^{\infty}\frac{e}{r^2}dr$$

இனுற் கொடுக்கப்படும். எனவே,

$$V=\frac{e}{OP}.$$

§ **541. கடத்தியொன்றின் அழுத்தம்**—மற்றெல்லாப் பொருள்களிலுமிருந்து அகன்றிருக்குங் கடத்தியொன்றின் அழுத்தமானது அக்கடத்தியிலுள்ள மின்னேற்றத்திலும், இன்னும் நாம் அறியவிருக்கும் அதன் பருமனிலுந் தங்கியிருக்கின்றது. கடத்தியொன்றின் எப்பாகத்திலுமுள்ள மின்னேற்றமானது அதனேடொத்த மற்றும் மின்னேற்றங்கள் அண்மையிலிருப்பதனுல், இவ்வேற்றங்கள் செலுத்தும் தள்ளுவிசைகளினுல் இது தாக்கப்படும். **கடத்தியொன்றின் அழுத்தமானது நேர்மின்னேற்றவலகொன்று கடத்தியின் மேற்பரப்பிற்கு மிக்க வண்மையிலுள்ள புள்ளியொன்றிற்குக் கொண்டுவரப்படும்போது செய்யப்படும் வேலைக்குச் (ஏக்குகளில்) சமமாகும்.**

ஒரு கடத்தியானது மற்றென்றிலும் பார்க்க உயர்வு கூடிய அழுத்தத்தில் இருக்கக் கடத்துந் திரவியத்தின் கம்பியொன்றினுல் அவை இணைக்கப்பட்டிருப்பனவாயின் அக்கடத்திகளுக்கிடையே மின்னேற்றங்கள் பாய்வதற்குரிய வழியொன்றுண்டாக்கப்படும். உயர்வு கூடிய அழுத்தத்தையுடைய கடத்தியிலிருந்து குறைந்த அழுத்தத்தையுடைய கடத்தியை நோக்கி நேர்மின்னேற்றமொன்று பாயுமெனின் தொகுதியின் நிலைப்பண்புச் சத்தியானது குறைக்கப்படும்.

இப்போது, எந்தத் தொகுதியினதும் நிலைப்பண்புச் சத்தியானது எப்போதும் ஆகக் குறைந்த பெறுமானத்தையே பெறமுயலும். எனவே, **வேறான அழுத்தங்களையுடைய கடத்திகள் இணைக்கப்பட்டிருப்பின், உயர்வு கூடிய வழுத்தக் கடத்தியிலிருந்து குறைந்த வழுத்தக் கடத்தியை நோக்கி நேர்மின்னனது பாயும்.**

கடத்திகளிரண்டினதும் அழுத்தங்கள் வெவ்வேறு பெறுமானங்களைக் கொண்டிருக்கும்வரை இப்பாய்ச்சலானது தொடர்ந்து நிகழும்.

இவ்விளைவிலிருந்து மின்னனது ஒய்ந்திருக்கும் எந்தக் கடத்தியிலுமுள்ள புள்ளிகளெல்லாவற்றிலும் அழுத்தம் ஒரு சீராயிருக்கும் என நாம் முடிவு செய்யலாம்.

§ 542. பொன்னிலை மின்காட்டியொன்று தன்னழுத்தத்தைக் குறிக்கும்—மின்காட்டியொன்றின் இலைகளின் விரிவானது மின்காட்டியழுத்தத்தின் பருமனை அளக்க உபயோகிக்கப்படலாம்.

மின்னேற்றப்படாத மின்காட்டி—நேர்மின்னேற்றப்பட்ட கண்ணடித் தண்டொன்று மின்காட்டித் தட்டினண்மையிற் கொண்டுவரப்படும்போது இலைகள் விரியும் (உருவம் 425, I). மின் வேறுதலின் கொள்கையைக் கொண்டு இதனை விளக்கலாம் (பந்தி 527). மின்காட்டியினுள்ள எதிர் மின்னனது தட்டை நோக்கிக் கவரப்பட நேர்மின்னனது இலைகளை நோக்கித் தள்ளப்படுகின்றன. ஆகவே, இலைகளிரண்டும் ஒத்தவேற்றங்களைப் பெற்று அவ்வாறு பெற்றுள்ள மின்னேற்றங்களின் பருமனுக்கிணங்க ஒன்றையொன்று தள்ளுகின்றன.

தட்டினுள்ள எதிர்மின்னேற்றமானது இலைகளினுள்ள நேர்மின்னேற்றத்திற்குச் சமமாகுமாதலின், மின்காட்டி முழுவதும் ஏற்றமற்றிருப்பதாகக் கருதுக. ஆகவே, மின்காட்டியை **ஒன்றாகக் கருதும்போது** எல்லாவற்றாலும் மின்னேற்றப்பட்டுள்ளதென இலைகளின் விரிவு குறியாது.

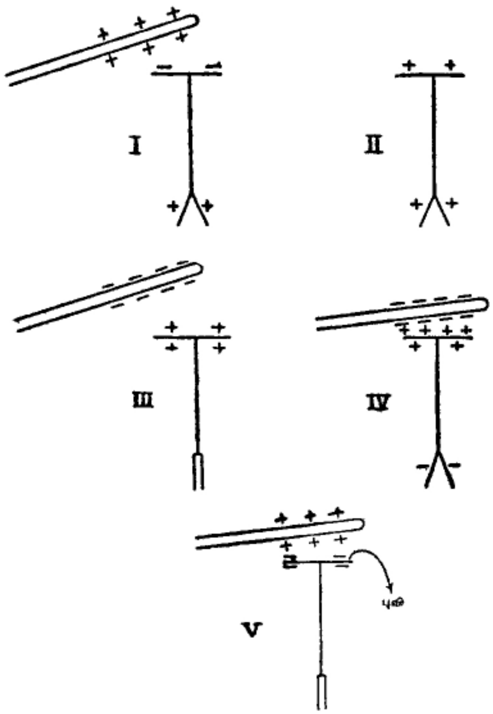
கண்ணடித் தண்டிலே நேர்மின்னேற்றத்தின் தாக்கத்தின்கீழ் மின்காட்டியினழுத்தமானது, அம்மின்காட்டி நேர்மின்னேற்றப்பட்ட பொருளொன்றின் அண்மையிலிருப்பதினால், உயர்த்தப்படும் (பந்தி 540). மின்காட்டியின் விரிவானது அதனேற்றத்திலும் பார்க்க **அழுத்தத்தினாலேயே** தீர்மானிக்கப்படுமென இதனாற் றெளிவாகும்.

மின்னேற்றப்பட்ட மின்காட்டி—மின்காட்டியொன்று நேர்மினனேற்றப்பட்டு மின்னேற்றப்பட்ட மற்றும் பொருள்களெல்லாவற்றிலுமிருந்து தொலைவிலிருக்குமாயின் அதனிலைகள விரியும். இந்த நிலைமையிலே மின்காட்டியானது தான் காவுகின்ற நேர்மின்னேற்றத்தின் பயனாக நேரழுத்தத்தைக் கொண்டுள்ளதாகும் (உருவம் 425, II).

எதிர்மின்னேற்றிய பொருளொன்றை மின்காட்டியினண்மையில் கொண்டுவந்து இலைகளைச் சரியாயொடுங்கச் செய்யலாம் (உருவம் 425, III). மின்காட்டி இப்போதும் நேர்மின்னேற்றத்தையே பெற்றிருக்கின்றதாயினும் அதனழுத்தம் பூச்சியமாகக் குறைக்கப்பட்டுள்ளது. அதன் நேர்மின்னேற்றத்

தின் பயனாக நேரழுத்தமானது, அதனண்மையிலுள்ள எதிர்மின்னேற்றிய பொருளினாலுண்டாக்கபபட்ட எதிரமுக்கத்தினாற் சரியாய் நடுநிலைப்படுத்தப் பட்டுள்ளது.

எதிர் மின்னேற்றிய பொருளானது மின்காட்டிக்கு இன்னும் அண்மை கூடியதாய்க் கொண்டுவரப்படுமாயின், இலைகள் திரும்பவுஞ் சிறிதளவு விரியும் (உருவம் 425, IV). மின்காட்டியானது இன்னும் நேர்மின்னேற்றப்பட்டிருப்பினும் அதனழுத்தம் எதிர்ப் பெறுமானத்தைக் கொண்டதாகும். எதிர் மின்னேற்றிய பொருளினாற்றூண்டப்பட்ட அழுத்தமானது அதன் சொந்த நேரேற்றத்தினால் மட்டும் உண்டான நேரழுத்தத்திலும் பெரிதாயிருக்கும்.



உருவம் 425.—வெவ்வேறு நிலைகளில் கடத்தியொன்றின் அழுத்தம்.

புவியினோடிணைக்கப்பட்ட மின்காட்டி— மின்காட்டியொன்று புவியினோடிணைக்கப்படுமாயின் தட்டினண்மையில் எவ்விதமான மின்பொருள்கள் கொண்டுவரப்பட்டாலும் இலைகள் ஒடுங்கியிருக்கும் (உருவம் 425, V). ஆயினும் மின்காட்டியின் ஏற்றமானது அதனண்மையிற் கொண்டுவரப்படும் மின்னேற்றங்களின் இயல்புக்கேற்பப் பலவகைகளில் மாறக்கூடும். ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் அதனண்மையிற் கொண்டுவரப்படும் மின்னேற்றிய பொருளுக் கெதிர்வகையான மின்னினால் மின்காட்டியானது தூண்டலினால் மின்னேற்றப்படும். புவித்தொடுப்பானது மினகாட்டியைப் **பூச்சிய வழுத்தத்தில்** வைத்துக் கொள்ளும். ஆகவே, **மின்காட்டியின் அழுத்தமானது பூச்சியப் பெறுமானம் ஒன்றைப் பெற்றிருக்கும்போது அதிலுள்ள மின்னேற்றம் எவ்வகையாயிருப்பினும் இலைகள் விரியமாட்டா.**

இவ்விளைவுகள் பின்வரும் அட்டவணையிற் றொகுத்துக் காட்டப்பட்டுள்ளன. இவ்வட்டவணையிலே I, II முதலியவற்றிற் குறிக்கப்பட்ட நிலைமைகள்

மேலே விவரிக்கப்பட்டுள்ள நிலைமைகளோடும் 425 ஆம் உருவத்திற் காட்டிய இலக்கமிடப்பட்ட வரிப்படங்களோடும் ஒத்தனவாம்.

மின்காட்டியின் நிலைமை	மின்காட்டியிலுள்ள மின்னேற்றம்	மின்காட்டியின் அழுத்தம்	இலைகளின் விரிவு (அத்துடன் இலைகளின் மின்னேற்றமும்)
I	பூச்சியம்	நேர்	விரிந்தன (நேர்மின்னேற்றம்)
II	நேர்	நேர்	விரிந்தன (நேர்மின்னேற்றம்)
III	நேர்	பூச்சியம்	பூச்சியம் (பூச்சியம்)
IV	நேர்	எதிர்	விரிந்தன (எதிர்மின்னேற்றம்)
V	மாறி	பூச்சியம்	பூச்சியம் (பூச்சியம்)

இலைகளின் விரிவானது மின்காட்டி **முழுவதினதும்** மின்னேற்றத்தின் பொது வகையினோடு எவ்விதமாகவும் ஒத்ததல்லவென்பது மேலேயுள்ள அட்டவணையிலிருந்து காணப்படும். ஆயினும், மின்காட்டியின் அழுத்தத்தினோடு இது சரியொத்ததாகும்.

§543. **மின்விசைக் கோடுகள்**—மின்னேற்றிய பொருளொன்றினண்மையில் எங்காவது வைக்கப்பட்டுள்ள சிறிய மின்னேற்ற மொன்றிற் செலுத்தப்படும் விசைகள், நீண்ட காந்தமமொன்றின் முனையினண்மையில் வைக்கப்பட்டுள்ள சிறிய காந்தமுனையொன்றிற் செலுத்தப்படும் விசைகளைத் தீர்மானிக்கும் விதிகளோடு சரியொத்த விதிகளினால் தீர்மானிக்கப்படும். காந்த மண்டலத்தினோடுள்ள ஒப்புமையினால், சிறிய மின்னேற்றமொன்று வைக்கப்பட்டு மின்விசைகளினாற்றாக்கப்படும் இடத்திற்கு மின்மண்டலம் என்று நாம் பெயரிடலாம்.

இதனைப்போலவே, இந்த மின்விசைகள் வரையறையான கோடுகளின் நேரே தொழிற்படுவனவாக நாம் கருதலாம். காந்தவிசைக் கோடுகளினோடு ஒப்புமையின்படி இவற்றை மின்விசைக்கோடுகள் எனவும் நாம் பெயரிட்டழைக்கலாம் (பந்தி 477 ஐப் பார்க்க). பின்வரும் வரைவிலக்கணங்கள் மின் மண்டலத்தினதும் மின்விசைக் கோடுகளினதும் இயல்புகளை வரையறுப்பனவாம் :

எந்தப் புள்ளியிலுமுள்ள மின்மண்டலமொன்றின் செறிவானது அப் புள்ளியில் வைக்கப்பட்ட மின்னேற்றவலகொன்றிற் செலுத்தப்பட்ட தைனிலளக்கப்படும் விசைக்குச் சமமாகும்.

எந்தப் புள்ளியிலுமுள்ள மின்மண்டலத்தின் திசையானது அப்புள்ளியில் வைக்கப்பட்ட நேர்மின்னேற்றமொன்றிற் செலுத்தப்படும் விசையின் திசையாகும்.

மின்விசைக் கோடொன்றின் பாதையானது, மின்னேற்றத்தின் இயக்கம் மின்விசைகளினுல் மட்டும் உண்டாக்கப்படுமெனின், கோட்டில் எந்தப் புள்ளியிலாவது வைக்கப்பட்ட நேர்மின்னேற்றமானது செல்லும் பாதையாகும்.

எந்தப் புள்ளியிலுமுள்ள மின்மண்டலத்தின் திசையானது அப்புள்ளியினூடு செல்லும் மின்விசைக் கோட்டுத் தொடுகோட்டின் திசையாகும்.

காந்தவிசைக் கோடுகள் நேர்முனைவுகளிலிருந்து உற்பத்தியாகி எதிர் முனைவுகளில் முடிவனவாகக் கருதப்படுவது போலவே, மின்விசைக் கோடுகளும் நேர்மின்னேற்றங்களில் உற்பத்தியாகி எதிர்மின்னேற்றங்களில் முடிவனவாகக் கருதப்படும்.

இதனைப் போலவே, **நேர்மின்னேற்றவலகொன்று விசைக்குழாயலகொன்றை அல்லது 4π விசைக்கோட்டலகுகளை** *வெளியிடுவதாகக் கருதப்படும்.* **மின்மண்டலமொன்றின் செறிவானது மண்டலத்திசைக்குச் செங்குத்தான பரப்பலகினூடு செல்லுகின்ற கோட்டலகுகளின் தொகை, அல்லது இப்பரப்பலகினூடு செல்லுகின்ற குழாயலகுகளின் தொகையினது 4π மடங்காகும்.**

விசைக்கோடுகளின் குறிக்கப்பட்ட கூட்டமொன்று முடிவடையும் எதிர் மின்னேற்றங்கள் சேர்ந்து இக்கோடுகள் உற்பத்தியாகும் நேர்மின்னேற்றத்திற்குப் பருமனிற சமமாகுமெனப் **பரடேயின்** *பனிக்கட்டிக் குவளைப் பரிசோதனையிலிருந்து நாம் உடனே காணமுடியும். மின்னேற்றப்பட்ட கடத்தியொன்று குவளையினுள்ளே முற்றுக வைக்கப்படும்போது பனிக்கட்டிக் குவளையின உட்புறத்திலே தூண்டப்படும் மின்னேற்றமானது கடத்தியின் மின்னேற்றத்திற்குச்* **சமமாகவும் எதிராகவும்** *இருப்பதிலிருந்து இதனைக் காட்டலாம். கடத்தியானது இந்த நிலையிலிருக்கும்போது அதன் மின்னேற்றத்திலிருந்து உறபத்தியாகும் கோடுகள் முழுவதும் குவளையின் உட்பரப்பிலே முடிவடையும்.*

ஆகவே, விசைக்கோடுகள் முடிவடைகின்ற மின்னேற்றம் முழுவதும் இக்கோடுகள் உற்பத்தியாகும் மின்னேற்றத்திற்குச் சமமாகவும் எதிராகவுமிருக்கும்.

§ 544. **கடத்தியொன்றின் உட்புறத்திலுள்ள மண்டலம்**—*மின்னேற்றிய கடத்தியொன்றிலுள்ள மின்னனது ஓய்வுநிலையிலிருக்குமாயின், கடத்தியின் திரவியத்திலிருக்கும் எந்தப் புள்ளியிலுமுள்ள மின்மண்டலமானது பூச்சியச் செறிவுடையதாயிருத்தல் வேண்டும். அன்றேல், கடத்தியிலுள்ள மின்னேற்றங்கள் கடத்தியின் திரவியத்தினூடு அவற்றை இயக்கும் மின் விசைகளின் தாக்கத்தின் கீழிருக்கும்.*

கடத்தியானது உட்குழிவானதாய் மின்னேற்றிக் காவலிட்ட எப்பொருளை யுந் தன்னுளடைக்காதிருப்பின், உட்பரப்பின் ஒரு பாகத்தில் உற்பத்தியாகி அதே பரப்பின் மற்றொரு பாகத்திற்குச் சென்றாலன்றி, அடைக்கப்பட்டுள்ள வெளியினுள்ளே எந்த விசைக்கோடும் இருக்க முடியாது. விசைக்கோட்டின் எந்தப் புள்ளியிலேனும் வைக்கப்பட்டால் நேர்மின்னேற்றமொன்று உட்பக்கத்தின் ஒரு பாகத்திலிருந்து மற்றொன்றுக்குச் செல்லவேண்டுமாதலின், உட்பக்கத்தின் ஒரு பாகத்திலும் மற்றப்பாகமானது உயர்வு கூடிய அழுத்தத்திலிருக்கவேண்டுமென இந்த நிலைமை காட்டும் இப்போது, கடத்தியானது காவுகின்ற மின்னேற்றங்கள் ஒய்வு நிலையிலிருப்பதால் கடத்தி முழுவதும் ஒரு சீரான அழுத்தத்திலிருக்கின்றது. ஆகவே, **கடத்தியின் உட்புறத்திலே மின்னேற்றிக் காவலிட்ட பொருளெதுவும் இல்லாதிருப்பின், மின்னுனது ஒய்வு நிலையிலுள்ள மூடிய கடத்தியொன்றின் பரப்பினுட்புறத்திலுள்ள மண்டலமானது எங்கும் பூச்சியச் செறிவை யுடையதாயிருத்தல் வேண்டும்.**

§ 545. கடத்தியொன்றின் உட்புறத்திலுள்ள மின்னேற்றங்கள்—திரவியத்திலுள்ள எந்த மின்னேற்றமும் அத்திரவியத்தினூடு செல்லுகின்ற மின்விசைக் கோடுகளை உண்டாக்குமாதலின், மின்னுனது ஒய்வு நிலையிலிருக்கும் கடத்தியொன்றின் திரவியத்தினுள்ளே எவ்வித மின்மண்டலமுமில்லாமை, கடத்தியின் திரவியத்திலே எவ்வித மின்னேற்றமுமில்லாமையையே குறிக்கும்.

இதனைப்போலவே, மின்னேற்றிக் காவலிட்ட எப்பொருளையும் கடத்தியானது அடைக்காதிருப்பின், அடைக்கப்பட்ட வெளியினுள்ளே எவ்வித விசைக்கோடுமிருக்க முடியாது. ஆகவே, கடத்தியின் உட்பரப்பிலே மின்னேற்ற மெதுவும் இருக்க முடியாது.

ஆகவே, **மின்னேற்றிய கடத்தியொன்றின் மின்னுனது ஒய்வுநிலையிலிருக்க, மின்னேற்றிக் காவலிட்ட எப்பொருளுங் கடத்தியின் உட்புறத்தில் அடைக்கப்பட்டில்லாதிருப்பின், மின்னேற்றம் முழுவதும் கடத்தியின் புறப்பரப்பிலேயே யிருக்கும்.**

§ 546. கடத்தியொன்றின் மேற்பரப்பினண்மையிலுள்ள மண்டலம்—மின்னுனது ஒய்வு நிலையிலிருக்கின்ற கடத்தியொன்றின் உட்பரப்பினுள்ளேயுள்ள மண்டல மடங்கலும் பூச்சியச் செறிவையுடையதென 544 ஆம் பந்தியிற் கண்டோம். ஆகவே, கடத்தியிலுள்ள மின்னேற்றங்களினுலுண்டாக்கப்பட்ட விசைக்கோடுகள் முழுவதும் கடத்தியின் மேற்பரப்பிலிருந்து வெளியே செல்லல் வேண்டும்.

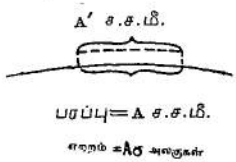
இப்போது, விசைக்கோடுகள் கடத்தியின் மேற்பரப்பினேடு சரிந்திருப்பனவாயின், மேற்பரப்பினண்மையிலுள்ள மண்டலமானது மேற்பரப்பிற்குத் தொடு தளத்தின் நேரே செறிவுக் கூறென்றையுடையதாயிருத்தல் வேண்

டும். இக்கூறின் தாக்கத்தின் கீழ் கடத்தி மேற்பரப்பின் நேரே மின்னேற்றங்கள் இழுக்கப்படுவனவாதலின், கடத்தியிலுள்ள மின்னேற்றமானது ஒய்வு நிலையிலிராது. ஆகவே, **மின்னுனது ஓய்வு நிலையிலிருக்கின்ற கடத்தியொன்றின் மேற்பரப்பினண்மையிலுள்ள விசைக்கோடுகள் மேற்பரப்புக்குச் செங்குத்தான திசைகளின் நேரே மேற்பரப்பிலிருந்து வெளிப்புறமாகச் செல்லல் வேண்டும்.**

கடத்தியொன்றின் மேற்பரப்பினெருபாகம் **பரப்பலகொன்றிற்கு σ அலகுகள் நேர்மின்னேயுடைய** மின்னேற்றமொன்றைக் காவுகின்றதெனக் கொள்வோமாக. அதாவது,

மின்னேற்றலின் மேற்பரப்படர்த்தி $= +\sigma$.

மேற்பரப்பின் இப்பாகத்தின் A ச.ச.மீ. பரப்பையுடைய சிறிய மூலகமொன்றிலேயுள்ள மின்னேற்றமானது $+A\sigma$ அலகுகளாம் (உருவம் 426). ஒவ்வோரலகும் 4π விசைக்கோட்டலகுகளை உண்டாக்கும். எனவே,



சிறிய பரப்பு A இலிருந்து உற்பத்தியாகும் கோட்டலகுகளின் தொகை $= 4\pi A\sigma$.

உருவம் 426.—கடத்தியொன்றின் மேற்பரப்பினண்மையிலுள்ள மின்செறிவு.

இக்கோடுகளெல்லாம் செங்குத்தாக மேற்பரப்பை விட்டுச் செல்கின்றன. ஆகவே, A இற்குச் சரிமேலாகக் கடத்தியின் வெளியேயுள்ள இரண்டாவது சிறிய மேற்பரப்பு A′ இனூடு செல்கின்றன. எனவே,

A′ இன் எந்தப் புள்ளியிலுமுள்ள மண்டலச் செறிவு $= \dfrac{4\pi A\sigma}{A'}$ எனப் பெறுகின்றேம்.

இப்போது, A′ ஆனது A இற்கு மிக்கவண்மையிலிருப்பின், A, A′ என்பன சமமாயிருக்குமாதலின்

பரப்பினண்மையிலுளள செறிவு $= 4\pi\sigma$ எனப் பெறுகின்றேம்.

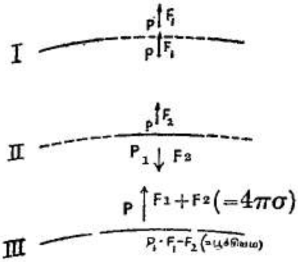
ஆகவே, **மின்னேற்றலின் பரப்படர்த்தி σ ஆயிருக்கும் கடத்தியொன்றினண்மையிலுள்ள மின் மண்டலத்தின் செறிவானது, மின்னேற்றவலகொன்றிற்கு $4\pi\sigma$ தைன்களுக்குச் சமமாகும்.**

§ 547. **கடத்தியொன்றின் மேற்பரப்பினது பரப்பலகொன்றிற் செலுத்தப்படும் விசை**—கடத்தியொன்றின் மேற்பரப்பினது சிறியவொரு மூலகம் கடத்தியின் எஞ்சிய பாகத்திலிருந்து எடுக்கப்பட்டு மேற்பரப்பின் மற்றப் பாகத்தின் சார்பாய்த் தன்னியல்பான நிலையிலிருக்கின்றதெனக் கற்பனை

செய்து கொள்க. எனின், மின்னேற்றத்தின் பரப்படர்த்தியானது $+\sigma$ ஆயின் முந்திய பந்திகளிலிருந்து

(அ) மேற்பரப்பிற்குச் சரிவெளியேயுள்ளவொரு புள்ளி P இல் மண்டலச் செறிவானது $4\pi\sigma$ இற்குச் சமமாய் மேற்பரப்பிற்குச் செங்குத்தாக வெளிப்புறமாகத் தாக்குகின்றதெனவும்,

(ஆ) மேற்பரப்பின் சரியுள்ளேயுள்ளவொருபுள்ளி P_1 இல் மண்டலச் செறிவானது பூச்சியமாகுமெனவும்,



உருவம் 427.—கடத்தியொன்றின் திரவியத்தினது சரியுள்ளும் புற முமுள்ள மின்செறிவு.

அறிந்தோம்.

P இலும் P_1 இலுமுள்ள மண்டலங்கள் மூல கத்தின் மின்னேற்றத்தினதும் கடத்தியின் எஞ்சிய பாகத்தினதும் பயனுனவையெனக் கருதப்படலாம். வெவ்வேருகத் தாக்கும் இவ்வேற்றங்களின் பயனுன செறிவுகளேக் கணிக்க வேண்டுமாயின், மின்னேற்றப் பரவலே மாற்ருது கடத்தியின் எஞ்சிய பாகத்திலிருந்து மூலகம் எடுக்கப்பட்டுள்ளதெனக் கருதுவோமாக.

கடத்தியின் எஞ்சிய பாகத்திலுள்ள மின்னேற்றங்களின் பயனுன செறிவு—மூலகம் அகற்றப்பட்டுள்ளதெனக் கருதப்படுமாயின், கடத்தியின் எஞ்சிய பாகத்திலுள்ள மின்னேற்றங்களின் பயனுக P இலும் P_1 இலுமுள்ள மண்டலங்கள் சமமாயும் ஒரே திசையின் நேரே தாக்குவனவாயுமுள்ளன (உருவம் 427,I). P, P_1 புள்ளிகள் மிக்கவண்மையிலிருப்பதனுல் இவ்வாறு நிகழும். ஆகவே, இவ்விரு புள்ளிகளொவ்வொன்றிலுமுள்ள செறிவானது F_1 பருமனுடையதாயும் செங்குத்துக் கோட்டின் நேரே வெளிப்புறமாய்த் தாக்குவதாயுங் குறிக்கப்படலாம்.

மூலகத்திலுள்ள மின்னேற்றத்தின் பயனுன செறிவு—புள்ளிகள் P, P_1 என்பன மூலகத்தின் எதிர்ப்புறங்களிலே சமச்சீராயிருக்கின்றன. எனவே, மூலகத்தில் மட்டுமுள்ள மின்னேற்றத்தின் பயனுக இப்புள்ளிகளிலுள்ள மண்டலங்கள் சமச்சீராயுஞ் சமமாயுமிருக்கும். ஒவ்வொரு மண்டலத்தின் செறிவையும் F_2 எனக் குறிப்போமாயின், P இலே மூலகத்தின் பயனுக மண்டலமானது செங்குத்துக் கோட்டின் நேரே **வெளிப்புறமாகத்** தாக்குவதாகவும், P_1 இலே இம்மண்டலமானது அதே செங்குத்துக் கோட்டின் நேரே **உட்புறமாகத்** தாக்குவதாயுங் கருதப்படலாம் (உருவம் 427, II).

P இலும் P_1 இலுமுள்ள முழுச் செறிவு— P இலுள்ள மண்டலத்தின் முழுச் செறிவு $4\pi\sigma$ ஆகும். இது செங்குத்துக் கோட்டின் நேரே வெளிப்புறமாகத் தாக்கும். இப்போது கருதப்பட்ட பகுதி மண்டலங்களிரண்டினதுஞ் சேர்ந்த விளேவாக இதனேக் கருதுவோமாயின்,

$$F_1 + F_2 = 4\pi\sigma \quad (\text{உருவம் 427, III})$$

எனப் பெறுகின்ரேம்.

P_1 இலே மண்டலத்தின் செறிவு பூச்சியமாகும். எனவே,

$$F_1 - F_2 = 0 \quad (\text{உருவம் } 427, \text{ III}).$$

அல்லது $F_1 = F_2$ எனப் பெறுகின்றோம்.

இவ்விரு விளைவுகளையுஞ் சேர்க்கும்போது F_1 இனதும் F_2 இனதும் திசைகள் ஏற்கனவே மேலே ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டவையைப் போன்றதே எனவும்,

$$F_1 = F_2 = 2\pi\sigma$$ எனவும் நாம் முடிவு செய்யலாம்.

மூலகத்திலே செலுத்தப்படும் விசை—மூலகத்தின் பரப்பானது A ச.ச.மீ. இற்குச் சமமாயிருப்பின் மூலகத்திலுள்ள மின்னேற்றமானது $+A\sigma$ அலகுகளாம். இவ்வேற்றமானது கடத்தியிலே மின்னேற்றத்தின் எஞ்சிய பாகத்தினுற் செலுத்தப்படும் மண்டலம் F_2 இலிருப்பதால், கடத்தியின் எஞ்சிய பாகத்திலே மேற்பரப்பிலிருந்து மூலகத்தை வெளியே செலுத்த முயலும் விசையொன்று மூலகத்திற் செலுத்தப்படும். இவ்விசையின் பருமன்,

மூலகத்திற் செலுத்தப்படும் விசை $= A\sigma F_2 = 2\pi\sigma^2 A$ தைன்கள் என்பதனுற் கொடுக்கப்படும்.

இதிலிருந்து

மின்னேற்றப்பட்ட கடத்தியின் மேற்பரப்பலகொன்றிற் றுக்கும் விசை $= 2\pi\sigma^2$ தைன்கள் என உடனே பெறுகின்றோம்.

§ 548. புள்ளிகளின் தாக்கம்—துடைப்பவிறக்கம்—கூர்மை கூடியதாக வளைந்த கடத்தியின் மேற்பரப்புப் பாகங்களிலே தட்டையான பாகங்களினும் பார்க்க மின்னேற்றத்தின் மேற்பரப்படர்த்தி மிகக் கூடியதாயிருக்கும். கருதப்பட்ட பாகத்தின் வளைவினேடு செறிவானது அதிகரிக்கும் (பந்தி 530).

கடத்தியின் மேற்பரப்பானது ஒரு புள்ளியில் முடிவடையுமெனின், அப்புள்ளியின் அந்தமுனையின் வளைவானது அறிமுறையில் முடிவிலியாயிருக்கும். ஆகவே, புள்ளியினண்மையிலுள்ள மின்னேற்றத்தின் மேற்பரப்படர்த்தியானது மிகப் பெரிதாகவேயிருக்கும். இப்போது, மேற்பரப்பின் பரப்பலகொன்றிற் செலுத்தப்படும் விசையானது மின்னேற்றத்தின் மேற்பரப்படர்த்தியின் வர்க்கத்தினேடு விகிதசமமாகும். ஆகவே, புள்ளிகளினயலிலே கடத்தியின் மேற்பரப்பிலும் புள்ளியைச் சுற்றிச் செறிந்துள்ள மின்னேற்றங்களிலும் பாரிய விசைகள் செலுத்தப்பட்டிருத்தல் வேண்டும்.

கடத்தியின் கணிப்புக்குரிய எப்பாகமும் முற்றுகப் பிரித்தெடுக்கப்பட முடியாது அதன் திரவியம் பொதுவாகப் பெலமுள்ளதாயிருந்த போதிலும் புள்ளியிலுள்ள மின்னேற்றமானது எளிதில் வெளியேறமுடியும். இதன் விளைவு யாதெனின், கூரிய கடத்தியொன்று திறம்பட மின்னேற்றப்படுமாயின், கடத்தியிற் செலுத்தப்படும் பாரிய விசைகளினுல் அக்கடத்தியிலிருந்து மின்னனது வெளியே தள்ளப்பட, கடத்தியிலுள்ள புள்ளியிலிருந்து அம்மின்னனது விரைவாக வெளியே பாயும்.

இவ்வாறு வெளியேறுகின்ற மின்னுனது புள்ளியைச் சூழ்ந்துள்ள வளி அல்லது மற்றும் வாயுக்களின் மூலக்கூறுகளினுல் வெளியே காவிச் செல்லப்படுகின்றது. புள்ளியிற் றெடுகையினுல் இவை மின்னேற்றப்பட்டு மிகுந்த விசையினேடு புள்ளியிலிருந்து வெளியே தள்ளுப்படுகின்றன. இவ்வாறுண்டாக்கப்பட்ட வளியினேட்டமானது புள்ளியினண்மையில் வைக் கப்படும் மெழுகுதிரிச் சுவாலையொன்றைத் திருப்பப் போதியதாகும். சில சமயங்களில் " மின்காற்று " என இது குறிக்கப்படும்.

கடத்தியொன்றிலுள்ள ஒரு புள்ளியிலிருந்து நிகழும் இவ்விறக்கமானது பெரும்பாலும் அமைதியாயிருக்கும். புள்ளியைச் சுற்றி வளியிலே சிறிது தூரத்திற்குப் பரந்திருக்கும் ஊதாவொளியின் இலேசாக ஒளிருந் " துடைப்பத்தையும் " இது எழச் செய்கின்றது. " பொறி " இறக்கத்தி லிருந்து இக்காரணங்களினுல் இது வேறுபடுகின்றது. ஆகவே, **அமைதி யிறக்கம்** அல்லது **துடைப்பவிறக்கம்** என இது பெயர் பெறும்.

கூரிய கடத்தியொன்றின் இவ்வியல்பானது **மின்னற்கடத்தி**யில் உபயோகிக்கப்படும். மின்பொறிகளின் பல வகைகளினுல் உண்டாக்கப்படும் மின்னைச் சேர்ப்பதற்கும் இது உபயோகிக்கப்படும். பொறியிற் பிறந்த மின்னேற்றமானது கூரிய கிளைகளைக் கொண்ட " சீப்பு " ஒனறினுற் சேர்க்கப்படும். இக்கிளைகள் மின்னேற்றத்தைச் சேர்க்க வேண்டிய மேற் பரப்பை நோக்கி விடப்படும். இந்த மின்னேற்றமானது எதிர்க்குறியுள்ள மின்னேற்றமொன்றைச் சீப்பின் புள்ளிகளிற் றூண்டும். தூண்டப்பட்ட இம்மின்னேற்றமானது புள்ளிகளிலிருந்து மின்னேற்றப்பட்டுள்ள மேற் பரப்பிற்கு எளிதிற் பாய்ந்து இம்மேற்பரப்பிலுள்ள மின்னேற்றத்தை நடுநிலைப்படுத்தும். ஆகவே, மின்னேற்றப்பட்டுள்ள மேற்பரப்பிலே தொடக் கத்திலிருந்த மின்னேற்றத்துக்கு ஏறத்தாழ பருமனிற் சமமானதும் அதே குறியையுடையதுமான தூண்டலேற்றமொன்று சீப்பில் விடப்பட்டிருக்கும்.

§ 549. **விசைக்கோடுகளின் நேரேயுள்ள இழுவிசை**—மின்னேற்றப்பட்ட கடத்தியொன்றின் சரிவெளியேயுள்ள மண்டலத்தின் செறிவானது

$\mathrm{F}=4\pi\sigma$ (பந்தி 546) என்பதனுற் கொடுக்கப்படும்.

கடத்தியின் மேற்பரப்பினது பரப்பலகொன்றிற் செலுத்தப்படும் விசை யானது,

பரப்பலகொன்றிற்குரிய விசை $=2\pi\sigma^2$ (பந்தி 547)

ஆகுமெனவுங் காட்டினேம்.

இப்போது கடத்தியொன்றின் மேற்பரப்பிலுள்ள விசையானது மேற் பரப்பை விட்டகலும் விசைக்கோடுகளினுற் செலுத்தப்படும் இழுவிசை அல்லது இழுவையின் பயனுனதெனக் கருதப்படலாம்.

கருதப்பட்ட மேற்பரப்பின் பரப்பலகொன்றிலிருந்து மேற்பரப்பிற்குச் செங் குத்தான திசைகளின் நேரே வெளியேறுகின்ற F விசைக்கோட்டலகு களுள்ளன. இப்பரப்பிற் செலுத்தப்படும் விசையானது $2\pi\sigma^2$ இற்குச்

சமமாகும். அல்லது, மேற்பரப்பின் பரப்பலகொன்றை விட்டகலும் கோடு களின் தொகையினது சார்பிலே குறிக்கப்படும்போது

பரப்பலகொன்றிற்குரிய விசை $=\frac{F^2}{8\pi}$ எனப் பெறுகின்றோம்.

ஒவ்வொரு விசைக்கோட்டின் நேராகவும் இவ்விசையானது சமமான இழுவிசைகளிறைற் செலுத்தப்படுமாயின், இக்கோடுகளொவ்வொன்றின் நேராகவும் தாக்குகின்ற இழுவிசையானது $\frac{F}{8\pi}$ இற்குச் சமமாகுமெனக் காண்கின்றோம். எனவே, எந்த விசைக் கோட்டின் நேராகவுமுள்ள இழு விசையானது மாறியெனக் காணப்படுகின்றது. மண்டலத்தின் முழுச்செறிவு மதிகரிக்கக் **கோட்டலகொன்றிற்**குரிய இழுவிசையுமதிகரிக்கும்.

ஆகவே, **செறிவு F ஐயுடைய மண்டலமொன்றிலே விசைக்கோடுகளின் அங்கமொவ்வொன்றின் நேராகவுமுள்ள இழுவிசையானது $\frac{F}{8\pi}$ தைன் களுக்குச் சமமாகும்.**

§ 550. சமவழுத்த மேற்பரப்புகள்—எந்த மின்மண்டலத்திலும் அழுத் தங்களெல்லாம் ஒரே பெறுமானத்தைக் கொண்ட பல புள்ளிகள் தெரிந் தெடுக்கப்படலாம். இவ்வகையான புள்ளிகளின் தொடரொன்றினூடு செல் லுமாறு மேற்பரப்பொன்றை வரையச் **சமவழுத்த மேற்பரப்பு** ஒன்றைப் பெறுகின்றோம்.

எந்த மின்மண்டலத்திலும் இவ்வகையான மேற்பரப்புகள் பலவற்றை வரையக்கூடும். இவ்வாறு வரையப்படும் மேற்பரப்பொவ்வொன்றும் அழுத் தத்தின் வெவ்வேறன பெறுமான மொன்றினூடு ஒத்ததாகும். **மேற் பரப்பின் எந்தப் புள்ளியிலுமுள்ள அழுத்தமானது அதே மேற்பரப்பின் வேறெந்தப் புள்ளியிலுமுள்ள அழுத்தத்திற்குச் சமமாகும்** என்பதே இவ்வகையான மேற்பரப்பொனறை வரையறுக்கும் இயல்பாகும்.

இவ்வகையான மண்டலங்களின் உதாரணங்களாகத் தனிப்புள்ளி மின் னேற்றமொன்றின் பயனுன மண்டலங் கருதப்படலாம். இந்த மின் னேற்றத்திலிருந்து சம தூரங்களிலே அழுத்தமானது சமமான பெறு மானங்களை யுடையதாதலின், தனிப் புள்ளி மின்னேற்றத்தைச் சூழவுள்ள சமவழுத்த மேற்பரப்புக்கள் புள்ளி மின்னேற்றத்தை மையமாகக்கொண்டு வரையப்பட்ட ஒருமையமுள்ள கோணங்களின் ஒரு தொடராகும்.

எந்தப் புள்ளியிலுமுள்ள மின் மண்டலமானது அப்புள்ளியினூடு செல் லும் சமவழுத்த மேற்பரப்பிற்குச் செங்குத்தாகத் தாக்கல் வேண்டும். அன்றேல், சமவழுத்த மேற்பரப்பின் நேரே தாக்குகின்ற செறிவின் கூறென்றிருத்தல் வேண்டும். ஆயின், மின்னேறறவலகொன்றை இம் மேற்பரப்பின் மேலே இயங்கவிடும்போது மின் மண்டலத்தினுல், அல்லது மின்மணடலத்தில், வேலை செய்யப்படல் வேண்டும். மேற்பரப்பின் நேரே

அழுத்தமானது ஒரு சீராயுள்ளதாதலின் இது முடியாது. **ஆகவே, சம வழுத்த மேற்பரப்பின் தொடுதளத்தின் நேருள்ள மின் செறிவானது பூச்சியமாகும்.** *இம்முடிவானது வேறு விதமாகப் பின்வருமாறு கூறப் படலாம் :* **விசைக் கோடுகள் சமவழுத்த மேற்பரப்புகளைச் செங்குத்தாக வெட்டல் வேண்டும்.**

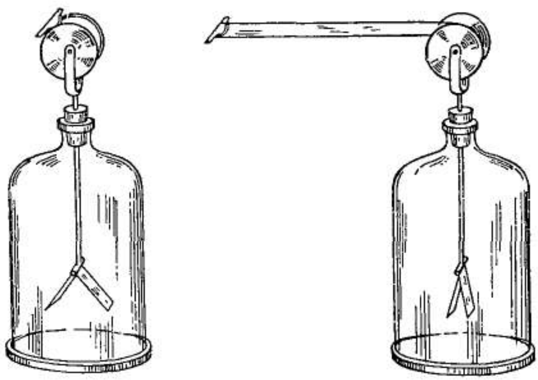
மின்னுனது ஒய்வு நிலையிலிருக்கும் கடத்தியொன்றின் மேற்பரப்பானது, ஒரு சமவழுத்த மேற்பரப்பாகவே யிருத்தல் வேண்டும்.

அத்தியாயம் 58

கொள்ளளவு—ஒடுக்கிகள்

§ 551. பருமனேடு குறித்தவொரு மின்னேற்றத்திற்குரிய அழுத்தத்தின் மாறல்—கடத்தியொன்றிற்கு மின்னேற்றமொன்று கொடுக்கப்படும்போது அக்கடத்தியினுற் பெறப்பட்ட அழுத்தமானது, கடத்தி ஏற்றுக்கொண்ட மின்னேற்றத்திலும் அக்கடத்தியின் பருமனிலுந் தங்கியுள்ளது.

இதனை விளக்க வெள்ளீயத் தகட்டின் கீலமொன்று மின்காட்டியொன்றின் முடியில் இணைக்கப்படும். கீலத்தின் மற்றமுனையானது வசதியான எந்தத் திரவியத்தினதும் குறுகிய தண்டொன்றிேைடு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இப்போது பட்டு நாணென்று இத்தட்டியோடு இணைக்கப்பட்டு, இறுக்கமான உருளையாகுமாறு தண்டிலே வெள்ளீயத் தகடு சுற்றப்படும்.



உருவம் 428.—மின்னேற்றத்தை மாறிலியாய் வைத்துக்கொண்டு பருமனை அதிகரிக்கச் செய்வதனுற் கடத்தியொன்றின் அழுத்தக்குறைவு.

இப்போது வெள்ளீயத் தகட்டிற்கு மின்னேற்றமொன்று கொடுக்கப்படும். இம்மினனேற்றமானது வெள்ளீயத் தகட்டிற்கும் மின்காட்டிக்குமிடையே பங்கிடப்படுகின்றதாதலின், பொன்னிலைகளின் விரிவானது இச்சேர்க்கைக் கடத்தியினுற் பெறப்பட்ட அழுத்தத்தின் அளவாகக் கொள்ளப்படலாம்.

இப்போது, வெள்ளீயத் தகட்டின் கீலத்தினது சுருளகற்றுமாறு பட்டு நாணை இழுத்துக் கடத்தியின் பருமன் அதிகரிக்கப்படும். இது மின்காட்டியின் இலைகளை மிகுந்த அளவுக்கு ஒருங்கச் செய்யும். கடத்தியின் மின்னேற்றம் மாறுதிருந்தபோதிலும் அதனழுத்தமானது வெகுவாகக் குறைந்துள்ளதென இது காட்டுகின்றது.

உருவத்திற் காட்டப்பட்டிருப்பதுபோல (உருவம் 428), வில்லுருளையொன்றில் வெள்ளீயத் தகடானது ஏற்றப்பட்டிருக்குமாயின், பட்டு நாணை

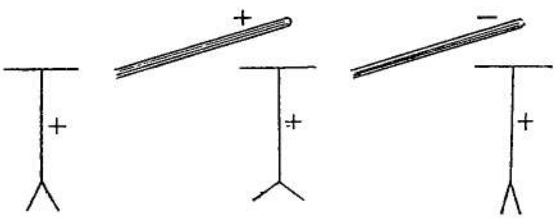
விட்டதும் அது திரும்பவுஞ் சுருண்டு கொள்ளும். உருளையிலே வெள்ளியத் தகடானது திரும்பவும் முற்றுகச் சுருண்டதும் மின்காட்டியின் இலைகள் முந்திய அளவுக்கே திரும்பவும் விரியக் காணப்படும். பரிசோதனையின் போது எவ்வித மின்னேற்றமும் இழக்கப்படவில்லையென இது காட்டு கின்றது.

§ 552. **கடத்தியொன்றின் அழுத்தத்திலே அயலிலுள்ள மின்னேற்றங் களின் விளைவு**—மின்னேற்றப்பட்ட கடத்தியொன்றினண்மையிலே மின் னேற்றிய வேறு பொருள்களைக் கொண்டுவந்து அக்கடத்தியினழுத்தமானது அதன் மின்னேற்றத்தை மாற்றுமலே, மாற்றப்படலாம்.

இவ்விளைவுகளை வசதியாகக் காட்டவேண்டுமாயின், பொன்னிலை மின் காட்டியொன்று மின்னேற்றப்பட்ட கடத்தியாக உபயோகிக்கப்படலாம். மின் னிலைகளின் விரிவானது மின்காட்டியின் அழுத்தத்தைக் குறிப்பதாகக் கருதப்படலாம்.

மின்காட்டியானது மற்றெல்லாப் பொருள்களிலுமிருந்து மிகுந்த தூரத் திலிருப்பதாகவும், அது நேராக மின்னேற்றப்பட்டுள்ளதாகவுங் கருதுக. இந்நிலைமைகளின் கீழ் மின்காட்டியின் இலைகள் குறித்த விரிவொன்றைக் காட்டும். இவ்விரிவானது தனித்த மின்காட்டியின் நேரழுத்தத்தின் அள வாகக் கருதப்படலாம் (உருவம் 429).

மின்காட்டியி னண்மையிலே நேர்மின்னேற்றிய பொருளொன்று கொண் டுவரப்பட இலைகளின் விரிவானது அதிகரிக்கும். **நேர்மின்னேற்றமொன்று**



உருவம் 429.—அயலிலுள்ள மின்னேற்றப் பொருள்களினண்மையின் பயனுன கடத்தி யொன்றின் அழுத்த மாற்றம்.

கடத்தியினண்மையிற் கொண்டுவரப்பட அக்கடத்தியின் அழுத்தமானது உயர்த்தப்பட்டுள்ளது என இது காட்டுகின்றது.

எதிர்மின்னேற்றிய பொருளொன்று மின்காட்டியினண்மையிற் கொண்டு வரப்பட இலைகளின் விரிவு குறைகின்றது. **ஆகவே, எதிர்மின்னேற்ற மொன்று கடத்தியினண்மையிற் கொண்டுவரப்பட அக்கடத்தியினழுத்த மானது குறைகின்றது.**

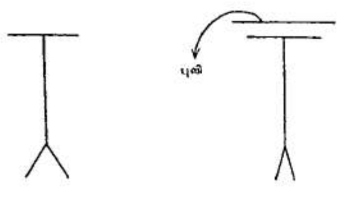
பொருளொன்று தூண்டலினுல் மின்னேற்றப்படும்போது நிகழுகின்ற (பந்தி 529) அழுத்த மாற்றங்களைக் கருதி இவ்விளைவுகளின் சரி பிழையை எளிதாகப் பார்க்கலாம்.

மின்னேற்றப்படாத கடத்தியானது புவியினோடிணைக்கப்படுங் கணத்திலே தூண்டும் மின்னேற்றத்தின் குறியையுடைய மின்னேற்றத்தைப் புவிக்கு இழந்துவிடுகின்றது. ஆகவே, புவியினோடிணைக்கப்படுமுன் மின்னேற்றப் படாக் கடத்தியொன்றின் அழுத்தமானது தூண்டும் மின்னேற்றத்தைக் காவுகின்ற பொருளின் அழுத்தத்தினது குறியையே கொண்டுள்ளதாயிருத் தல் வேண்டும். அதாவது, தூண்டல் மின்னேற்றமானது நேராயிருப்பின், இவ்வேற்றத்தினண்மையினால் மின்னேற்றப்படாத கடத்தியினழுத்தமானது உயர்த்தப்படும். இதன் நேர்மாறான கூற்றும் உண்மையேயாம்.

§ 553. மின்னேற்றப்பட்ட கடத்தியொன்றி னண்மையிலே புவியினோ டிணைக்கப்பட்ட கடத்திகளின் விளைவு—புவியினோடிணைக்கப்பட்ட கடத்தி யொன்று மின்னேற்றிய கடத்தியொன்றி னண்மையிற் கொண்டுவரப் படுமாயின், புவியின் அழுத்தத்தினோடு ஏறத்தாழச் சமமாகுமாறு இத னழுத்தம் மாறுகின்றது.

மின்னேற்றிய பொன்னிலை மின்காட்டியொன்றின் தட்டின் மேலே கையைக் கொண்டுவந்து இதனைத் தெளிவாய்க் காட்டலாம். இவ்வாறு செய்யும்போது இலைகளின் விரிவு குறைகின்றது. மின்காட்டிக்கும் புவிக்கு மிடையேயுள்ள அழுத்த வித்தியாசம் குறைக்கப்பட்டுள்ளதென இது காட்டு கின்றது (உருவம் 430).

மின்காட்டித் தட்டின்மேலே மைக்காத் தாளொன்றை வைத்து மைக் காவின் மேலே பித்தளைத் தட்டொன்றை வைப்பதனால் இவ்விளைவைத் துலக்கமாகக் காட்டலாம். மின்காட்டியில் மின்னேற்ற வழக்கம்போல இலைகள் விரி யும். ஆனால் மேற்றட்டானது புவியினோ டிணைக்கப்படுமாயின் இலைகள் ஏறத்தாழ முற்றிலும் ஒருங்கிவிடுகின்றன.



உருவம் 430.—புவியினோடிணைக்கப்பட்ட தட்டொன்றினண்மையின் பயனாக மின் னேற்றிய கடத்தியொன்றின் அழுத்த மாற்றம்.

இப்போது மைக்காத் தாளோடு சேர்த் துயர்த்திப் பித்தளைத் தட்டானது அகற்றப் படுமாயின் முதலிலுள்ள அளவுக்கு இலை கள் திரும்பவும் விரியும். பித்தளைத் தட் டானது புவியினோடிணைக்கப்படும்போது அழுத்தமானது ஏறத்தாழப் பூச்சியமாகக் குறைக்கப்படுமாயினும், மின்காட்டியிலிருந்து எவ்வித மின்னேற்றமும் இழக்கப்படவில்லையென இது காட்டுகின்றது.

மேலேயுள்ள வகையிலே பித்தளைத் தட்டொன்றினோடு ஒழுங்கு செய்யப் பட்ட மின்காட்டியொன்று **ஒடுக்கு மின்காட்டி** எனப்படும். சாதாரண மின்காட்டியொன்றின் இலைகளைத் தாக்க ஆகச் சிறிய அழுத்த வித்தி யாசங்களைக் கண்டுபிடிக்க ஒடுக்கு மின்காட்டியானது இடையிடையே உப யோகிக்கப்படும் (பந்தி 580 ஐப் பார்க்க).

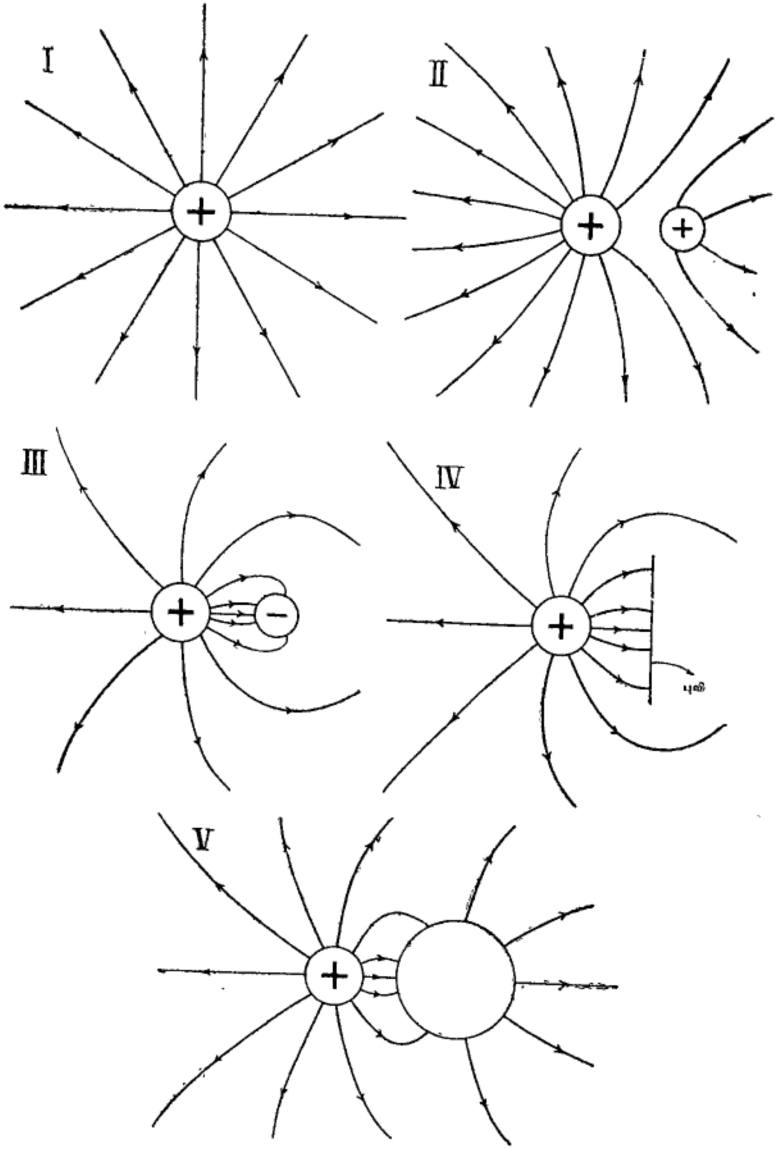
§554. மண்டலத்தில் வைக்கப்பட்ட கடத்திகளினால் விசை மண்டலத்தின் மாற்றம்—கடத்தியொன்றின் அழுத்தமானது அதனைச் சூழ்ந்துள்ள மின் விசையின் மண்டலத்தினால் தீர்மானிக்கப்படும். ஆகவே, கடத்தியொன்றின் எவ்வித அழுத்தமாற்றமும் சூழவுள்ள மண்டலத்தின் ஒத்த மாற்றங்களோடு இணைந்திருக்கும். உண்மையில், இம்மண்டலங்களின் மாற்றங்களே கடத்தியின் அழுத்தத்தை மாறச் செய்கின்றன.

மண்டலமொன்றிலே வெவ்வேறு கடத்திகளைச் செலுத்தும்போது உண்டாக்கப்படும் அம்மண்டலத்தின் மாறலைக் கருதும்போது, கருதப்பட வேண்டிய மண்டலத்தின் ஆக வெளிய வகையானது நேர்மின்னேற்றத்தைக் காவுகின்ற தனிககடத்தற் கோளமொன்றைச் சூழ்ந்துள்ளதேயாகும். இவ்வகையான கோளமொன்றைச் சூழ்ந்துள்ள மண்டலமானது அக்கோளத்தின் மையத்திலிருந்து சமச் சீராகக் கதிர் வீசுகின்ற விசைக்கோடுகளைக் கொண்டதாகும். குழப்பப்படாத விசைமண்டலமானது உருவம் 431, I இற் காட்டப்பட்டுள்ளது.

நேர்மின்னேறறிய பொருளொன்று மின்னேற்றிய கோளத்தினண்மையிற் கொண்டுவரப்படுமாயின், இப்பொருளிலிருந்தும் உற்பத்தியாகும் விசைக்கோடுகளினாற் சூழவுள்ள மண்டலமானது பெலப்படுத்தப்படும். ஆகவே, சேர்ந்த இம்மண்டலத்திலுள்ள விசைக்கோடுகள் முந்திய மண்டலத்திலுள்ள விசைக்கோடுகளிலும் நெருங்கக் கூடியனவாகச் சேர்ந்திருக்கும். எனவே, முடிவிலியிலிருந்து நேர்மின்னேற்றவலகொன்றைக் கடத்திக்குக் கொண்டுவரக் கூடுதலாக வேலை செய்யப்படல் வேண்டும். ஆகவே, நேர்மின்னேறறிய பொருளொன்று கடத்தியினண்மையில் வைக்கப்பட அக்கடத்தியினழுத்தம் உயர்த்தப்படும் (உருவம் 431, II).

எதிர்மின்னேற்றிய பொருளொன்றைக் கடத்தியினணமையிற் கொண்டுவரக் கோடுகளிற் சில ஆரையின் நேரே விரிந்து செல்வதற்குப் பதிலாக இப்பொருளிலே முடிவடைகின்றன (உருவம் 431, III). இதன்பின் எதிர்மின்னேற்றிய பொருளிலே இப்போது முடிகின்ற கோடுகளிருந்தவிடத்தை மற்றக்கோடுகள் பரந்து நிரப்புகின்றன. எனவே, பெரும்பாலான புள்ளிகளிலே விசைமண்டலமானது குறைந்த செறிவையுடையதாயிருக்கும். இவ்வாறு மண்டலத்தின் செறிவு குறைவதன் காரணத்தினால், எதிர்மின்னேற்றிய பொருளைக் கடத்தியினண்மையாகக்கொண்டுவர அக்கடத்தியினழுத்தமானது குறைக்கப்படுகின்றது.

மின்னேற்றிக் காவலிட்ட கடத்தியினண்மையில் வைக்கப்பட்ட புவியினோடிணைக்கப்பட்டுள்ள கடத்தியானது, அதே நிலையில் வைக்கப்பட்டுள்ள எதிர்மின்னேற்றிய கடத்தியொன்றினால் உண்டாக்கப்படும் விளைவினோடொத்த விளைவையே உண்டாக்கும். மின்னியற் கருத்திலே புவியினோடிணைக்கப்பட்டுள்ள கடத்தியானது புவியின் ஒரு பாகமாய் அமைகின்றது. காவலிட்ட கடத்தியிலிருந்து புவியினோடிணைக்கப்பட்டுள்ள கடத்திக்குச் செல்லும்போது விசைக்கோடுகள் புவிக்குச்செல்ல ஆகக் குறுகிய பாதையை எடுக்கின்றன. பலகோடுகள் இவ்வகையாகச் செல்கின்றன.



உருவம் 431.—வெவ்வேறு கடத்திகள் அண்மையிற் கொண்டுவரப்படும்போது மின்னேற்றிய கோளமொன்றைச் சூழ்ந்துள்ள மண்டலத்தின் திரிவு.

ஆகவே, புவியிணேடிணைக்கப்பட்டுள்ள கடத்தியைக் கொண்டுவருவதினுல் மண்டலத்தின் வெளிப்புறத்திலுள்ள பாகங்கள் மிகவும் பலவீனப்படு கின்றன. ஆகவே, மின்னேற்றிக் காவலிட்ட கடத்தியின் அழுத்தமானது குறைக்கப்படுகின்றது (உருவம் 431, IV).

புவியிணேடிணைக்கப்பட்டுள்ள கடத்தியிலிருந்து காவலிட்ட கடத்தியை நோக்கி மின்னேற்றவலமொன்று கொண்டுவரப்படும்போது செய்யப்படும் வேலையானது ஒத்த மின்னேற்றமொன்றைப் புவியிலிருந்து மண்டலத்தின் வெளிப்பாகத்தினூடு கொண்டுவரும்போது செய்யப்படும் வேலைக்குச் சம மாகுமென்பது வெளிப்படை. ஒரு சந்தர்ப்பத்திலே சார்பாகக் குறுகிய தூரத்தினூடு பெரிய விசையொன்றை மேற்கொள்ளல் வேண்டும்; மற்றச் சந்தர்ப்பத்திலே பெரிய தூரமொன்றினூடு சிறிய விசையொன்றை மேற் கொள்ளல் வேண்டும்.

மின்னேற்றுது காவலிட்ட பெரிய கடத்தியொன்றை மின்னேற்றிக் காவ லிட்ட கடத்தியொன்றினண்மையிற் கொண்டு வந்தால் பினனையதன் அழுத் தம் ஓரளவுக்குக் குறைக்கப்படும். இச்சந்தர்ப்பத்திணேடொத்த விசைமண் டலமானது உருவம் 431, V இற் காட்டிய பொதுவுருவத்தையுடைய தாகும்.

நேர்மின்னேற்ற வலமொன்றைக் கொண்டுவர மின்னேற்றுத கடத்தி னூடு செல்லும் பாதையொன்று தெரியப்படலாம். கடத்தியின் எல்லாப் பாகங்களும் ஒரேயழுத்தத்திலிருப்பதினுல் எவ்வித வேலையுஞ் செய்யாது மின்னேற்ற வலமானது இக்கடத்தியினூடு செல்லும். எனவே, எவ்வித வேலையையுஞ் செய்யாது அதன் பாதையின் குறித்தவொரு பாகத்தினூடு ஏற்றமானது செல்லுகின்றது. ஆகவே, மின்னேற்ற வலமைக் கொண்டு வரச் செய்யவேண்டிய முழு வேலையும் மின்னேற்றுக் கடத்தியானது மண்டலத்தில் வைக்கப்பட முன்பிருந்ததிலும் இப்போது குறைவாயிருக்கும்.

§555. கடத்தியொன்றின் கொள்ளளவு—மின்னேற்றம் $+Q$ ஆனது கடத்தியொன்றிற்குக் கொடுக்கப்படுமாயின் அக்கடத்தியினழுத்தம் உயர்த் தப்படும். இம்மின்னேற்றத்தினுல் உண்டாக்கப்படும் அழுத்தத்தின் மெய் யான ஏற்றமானது கடத்தியின் பருமனிலும் அயலிலுள்ள கடத்திகளின் சார் பான அதன் நிலையிலுந் தங்கியிருக்கின்றது. இக்கடத்திகள் காவலிடப் பட்டுள்ளனவா புவியிணேடிணைக்கப்பட்டுள்ளனவா என்பதிலுந் தங்கியிருக் கின்றது (552 ஆம் 553 ஆம் பந்திகளைப் பார்க்க).

நிலைமைகளின் எந்தச் **சிறப்பான** கூட்டத்தின் கீழும் மின்னேற்றம் Q ஆனது கடத்தியினழுத்தத்தை Q இணேடு விகிதசமமான அளவு V இனலுயர்த்தும். எனவே,

$$\frac{Q}{V} = \text{ஒரு மாறிலி } (\textbf{உறுதியான நிலைமைகளின் கீழ்})$$

என வெழுதலாம்.

இம்மாறிலியானது வரையறுக்கப்பட்ட நிலைமைகளின்கீழ்க் குறித்துள்ள இக்கடத்தியின் விசேட இயல்பாகும். இருக்கின்ற நிலைமைகளின்கீழ் இது **கடத்தியின் கொள்ளளவு** எனப்படும். இக்கணியத்தை C இனுற் குறிப் போமாயின்

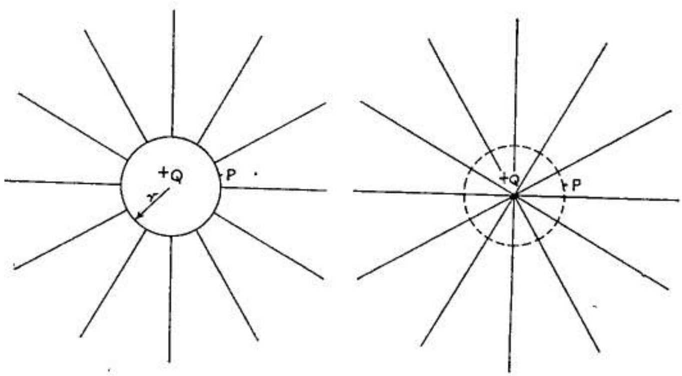
$$\text{கொள்ளளவு} = \frac{\text{மின்னேற்றம்}}{\text{அழுத்தம்}}$$

அல்லது $C = \frac{Q}{V}$ எனப் பெறுகின்றேம்.

இத்தொடர்பிலிருந்து **கடத்தியொன்றின் கொள்ளளவானது அக் கடத்தியை அழுத்தவலகிற்கு உயர்த்தத் தேவையான மின்னேற்றத்திற்குச் சமமாகும், அல்லது கடத்தியினழுத்தத்தை அலகளவு உயர்த்தத் தேவையான மின்னேற்றமாகும்** என்பது வெளிப்படை.

குறிப்பு—கடத்தியொன்றின் கொள்ளளவானது அது வைத்திருக்கக் கூடிய மின்னினளவன்று.

§556. தனிக்கோளக் கடத்தியொன்றின் கொள்ளளவு— Q அலகுகள் நேர் மின்னேற்றமொன்றைக் காவுகின்றதும் ஆரை *r* ஐ யுடையதுமான தனிக்கோளக் கடத்தியொன்றிருக்கின்றதெனக் கொள்வோமாக.



உருவம் 432.—மின்னேற்றிய தனிக்கோளமொன்றின் அழுத்தம்.

மின்னேற்றப்பட்ட இக்கோளத்தின் மண்டலமானது அதன் மேற்பரப் பிலிருந்து சமச்சீராகவும் ஆரையின் நேராகவும் பரவுகின்ற $4\pi Q$ விசைக் கோட்டலகுகளைக் கொண்டதாகும். ஆகவே, கோளத்தின் வெளியேயுள்ள புள்ளிகளைப் பொறுத்தவரையில், மண்டலமானது கோளத்தின் மையத் திலிருக்கும் புள்ளியிலுள்ள தனிப்புள்ளி மின்னேற்றம் Q இனுலுண் டாக்கப்படுவதினேடு சரியொத்ததாகும் (உருவம் 432).

முதலாவது சந்தர்ப்பத்தில், முடிவிலியிலிருந்து கோளமையத்தின் தூரத்திலுள்ள புள்ளி P இற்கு, (அதாவது கோளமேற்பரப்பிலுள்ளது), நேர்மின்னேற்றவலகொன்றைக் கொண்டுவரும்போது செய்யப்படும் வேலையையும், இரண்டாவது சந்தர்ப்பத்தில், புள்ளிமின்னேற்றம் Q இலிருந்து r தூரத்தில் அவ்வாறேயுள்ள புள்ளி P இற்கு நேர்மின்னேற்றவலகைக் கொண்டுவரும்போது செய்யப்படும் வேலையையுங் கருதுக.

பாதைகளிரண்டும் ஒத்தனவாயிருப்பின் இப்பாதைகளிலுள்ள புள்ளிகளெல்லாவற்றிலும் மின்விசைகள் சர்வசமமாயுள்ளன. எனவே, நேர் மின்னேற்றவலகைப் புள்ளி P இற்குக் கொண்டுவரும்போது செய்யப்படும் வேலை இரு சந்தர்ப்பங்களிலும் ஒன்றுகவேயிருக்கும்.

அதாவது, P இலுள்ள அழுத்தம் $=\dfrac{Q}{r}$,

அல்லது, மின்னேற்றிய கோளத்தின் அழுத்தம் $=\dfrac{Q}{r}$.

கோளத்தின் அழுத்தத்தை V இனுற் குறிப்போமாயின், கோளத்தின் கொள்ளளவு வரைவிலக்கணத்தின்படி

$$C=\frac{Q}{V}$$ என்பதனுற் கொடுக்கப்படும்.

ஆகவே, $$V=\frac{Q}{r}=\frac{Q}{C}.$$

எனவே, $C=r$.

அதாவது, **தனிக்கோளக் கடத்தியொன்றின் கொள்ளளவானது சதம மீற்றரில் அதனுரைக்கு எண்ணளவிற் சமமாகும்.**

§557. மின்னெடுக்கிகள்—மின்னெடுக்கியொன்று, ஒன்றுக்கொன்று சார்பாக வரையறுக்கப்பட்ட நிலைகளிலே ஒழுங்கு செய்யப்பட்டுள்ள கடத்திகளின் இரு கூட்டங்களின் ஒரு தொகுதியாகுமென விவரிக்கப்படலாம். இக் கூட்டங்களிரண்டும் ஒன்றுக்கொன்று காவலிடப்பட்டுள்ளன. ஒரு கூட்டம் புவியிஞேடிணைக்கப்படும்போது மற்றக் கூட்டத்தின் கொள்ளளவானது, இக்கூட்டத்தின் கடத்திகள் தனிக்கடத்திகளாயிருக்கும்போதிலும் பார்க்கப் பெரிதாயிருக்குமாறு அக்கடத்திகள் ஒழுங்கு செய்யப்பட்டுள்ளன.

ஒடுக்கியொன்றின் கொள்ளளவு—கடத்திகளின் ஒரு கூட்டம் புவியிஞேடிணைக்கப்பட்டிருக்க மற்றக் கூட்டத்தின் அழுத்தத்தை அலகுப் பெறுமானமொன்றிற்கு உயர்த்தத் தேவையான மின்னேற்றமே ஒடுக்கியொன்றின் கொள்ளளவாகும்.

வேறுமொரு வரைவிலக்கணம் பின்வருமாறு கொடுக்கப்படலாம் : ஒடுக்கியிலுள்ள கடத்திகளின் இரு கூட்டங்களுக்குமிடையே அழுத்த **வித்தியாசத்தை** அலகளவொன்றினுலுயர்த்தக் கடத்திகளுளொன்றிற்குக் கொடுக்க வேண்டிய மின்னேற்றமே அவ்வொடுக்கியின் கொள்ளளவாகும்.

§ 558. ஒருமையமுள்ள கோளவொடுக்கி— r_1 ஆரையையுடைய கடத்திக் கோளமொன்று அதே மையமுள்ளதும் r_2 ஆரையையுடையதுமான கடத்திக் கோளவோடொன்றினுள்ளே ஏற்றப்பட்டுள்ளதெனவும் இரு கோளங்களும் ஒன்றிலிருந்து மற்றது வளியினுற் காவலிடப்பட்டுள்ளதெனவுங் கொள்க. உட்கோளமானது $+Q$ மின்னேற்றத்தைக் காவுகின்றதெனவும் வெளிக்கோளம் புவியினேடிணைக்கப்பட்டுள்ளதெனவுங் கொள்க (உருவம் 433).

உட்கோளத்திலுள்ள மின்னேற்றம் Q ஆனது $4\pi Q$ விசைக்கோட்டலகுகளை வெளிவிடும். இவை வெளிக் கோளத்தின் உட்பரப்புக்குச் செல்லும். முழுத்தொகுதியும் ஆரையின் நேரே சமச்சீராயுள்ளதாதலின், இக்கோடுகள் உட்கோளத்தைச் சுற்றி ஒரு சீராய்ப் பரவி இரு கோளங்களையும் வேறுக்கும் வெளியினூடாக ஆரையின் நேரே செல்லும்.

இப்போது, **தனிப்புள்ளி மின்னேற்றத்தைச்** சூழ்ந்துள்ள மண்டலமானது ஆரையின் நேராகவும் சமச்சீராகவு மிருக்கும். மின்னேற்றமானது Q அலகுகளுக்குச் சமமாயின் மண்டலமானது $4\pi Q$ கோட்டலகுகளைக் கொண்டதாகும். ஆகவே, புள்ளி மின்னேற்றம் Q ஐ மையமாகவும், முறையே r_1, r_2 ஐ ஆரையாகவுங் கொண்டு இரு கோள மேற்பரப்புகள் வரையப்பட்டுள்ளனவாகக் கற்பனை செய்வோமாயின், இம்மேற்பரப்புகளுக்கிடையேயுள்ள மண்டலமானது மேலே கருதப்பட்ட (உருவத்தைப் பார்க்க) ஒரு மையமுள்ள கோளங்களிரண்டினுமிடையேயுள்ள மண்டலத்தினேடு சர்வ சமமாகும்.

ஏற்கனவே விவரிக்கப்பட்டுள்ள ஒருமையமுள்ள கோளங்களிரண்டினுமிடையேயிருக்கும் P_1, P_2 ஆகிய இரு புள்ளிகளைக் கருதுக. P_1 ஆனது உட்கோள மேற்பரப்பிற்கு மிக்க அணமையாயிருப்பதாகவும், P_2 ஆனது வெளிக்கோளத்தின் உட்பரப்பிற்கு மிக்க அண்மையிலிருப்பதாகவும் கொள்க (இடப்பக்கவுருவம்).

இவ்விரு புள்ளிகளுக்குமிடையேயுள்ள அழுதத **வித்தியாசமானது** அவற்றைப் பிரிக்கும் விசைமண்டலத்தினல் தீர்மானிக்கப்படுமாதலின், புள்ளி மின்னேற்றம் Q ஐச் சூழ்ந்துள்ள மண்டலத்தின் ஒத்த நிலைகளிலிருக்கும் P_1, P_2 புள்ளிகளினிடையேயுள்ள அழுத்த வித்தியாசம் இதற்குச் சமமாகும் (வலப்பக்கவுருவம்).

புள்ளிமின்னேற்றம் Q ஐச் சூழ்ந்துள்ள மண்டலத்திலே P_1,P_2 புள்ளிகளின் அழுத்தங்கள்:

$$P_1 \text{ இலுள்ள அழுத்தம்} = V_1' = \frac{Q}{r_1}$$

என்பதனுலும்,

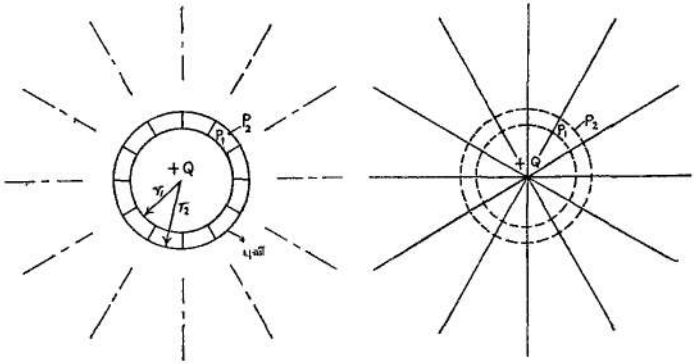
$$P_2 \text{ இலுள்ள அழுத்தம்} = V_2' = \frac{Q}{r_2}$$

என்பதனுலும் கொடுக்கப்படும்.

ஆகவே, P_1, P_2 களினிடையேயுள்ள அழுத்த வித்தியாசம்

$$V_1' - V_2' = Q\left\{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right\}$$

என்பதனுற் கொடுக்கப்படும்.



உருவம் 433.—ஒருமையமுள்ள கோளவொடுக்கியொன்றின் கொள்ளளவு.

ஒருமையமுள்ள கோளக் கடத்திகளிரண்டினிடையேயுள்ள மண்டலத்திலே P_1, P_2 புள்ளிகளினழுத்தங்கள் முறையே V_1, V_2 களினுற் குறிக்கப்படலாம். இவை, V_1' இற்கும் V_2' இற்குஞ் சமமாயில்லாதபோதிலும் இவற்றின் வித்தியாசம் V_1' இனதும் V_2' இனதும் வித்தியாசத்திற்குச் சமமாகும்.

எனவே, $$V_1 - V_2 = V_1' - V_2' = Q\left\{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right\}$$

எனப் பெறுகின்ருேம். அல்லது, கோளங்களினிடையேயுள்ள அழுத்த வித்தியாசத்திற்காக V ஐ எழுதுவோமாயின்,

$$V = Q\left\{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right\}$$

எனப் பெறுகின்ருேம். ஆகவே,

$$\frac{Q}{V} = \frac{r_1 r_2}{r_2 - r_1}.$$

இந்த ஈவானது, வெளிக்கோளம் புவியினேடிணைக்கப்பட்டிருக்கும்போது தொகுதியின் கொள்ளளவாகும். ஆகவே, கொள்ளளவை C இனுற் குறித்தால்

$$C = \frac{r_1 r_2}{r_2 - r_1}$$

எனப் பெறுகின்ருேம்.

குறிப்பு—உட்கோளம் புவியிணேடிணைக்கப்பட்டு **வெளிக்கோளத்திற்கு** மின்னேற்றம் Q கொடுக்கப்படுமாயின், இம்மின்னேற்றமானது வெளிக் கோளத்தின் உட்பரப்பிற்கும் வெளிப்பரப்பிற்குமிடையே பிரிக்கப்படும்.

உள்மண்டலமும் வெளிமண்டலமும் ஒன்றிலொன்று தங்கியிராது. ஒடுக்கியின் முழுக் கொள்ளளவும்

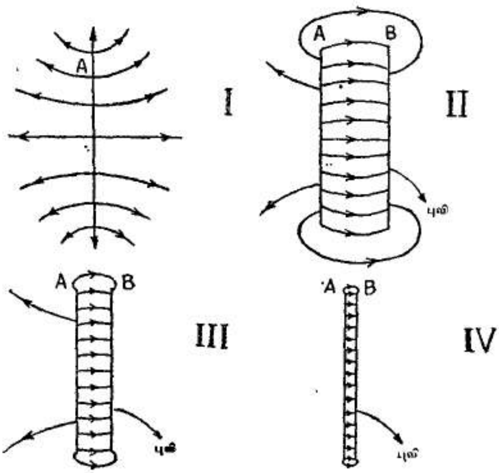
$$C = \frac{r_1 r_2}{r_2 - r_1} + r_2$$

என்பதனுற் கொடுக்கப்படும்.

எனவே, $$C = \frac{r_2^2}{r_2 - r_1}.$$

சமாந்தரத் தட்டொடுக்கி

§559. மின்னேற்றிக் காவலிட்ட தட்டொன்றிற்கும் புவியிணேடிணைக் கப்பட்டுள்ள சமாந்தரத் தட்டொன்றிற்குமிடையேயுள்ள விசை மண்டலம்— A என்பது மின்னேற்றம் + Q ஐக் காவுகின்ற கடத்தித் தட்டொன்றெனக்



உருவம் 434.—புவியிணேடிணைக்கப்பட்ட சமாந்தரத்தட்டு **B** ஐ அண்மையிற் கொண்டு வருவதன் பயனுக மின்னேற்றப்பட்ட தட்டு **A** ஐச் சூழவுள்ள மண்டல மாறல்.

கொள்க. இத்தட்டானது மற்றெல்லாக் கடத்திகளுக்கும் மின்னேற்றிய பொருள்களுக்கும் அப்பாலிருக்குமாயின், மின்னேற்றம் Q இன் பயனுன மண்டலமானது தட்டைச் சுற்றிச் சமச்சீராயிருக்கும். இது, உருவம் 434, I இற் காட்டப்பட்டிருப்பதுபோலப் பரப்பப்பட்டு $4\pi Q$ விசைக் கோட்டலகுகளைக் கொண்டதாகும்.

புவியினேடிணைக்கப்பட்ட தட்டு B ஐ, தட்டு A இனண்மையிற் கொண்டு வரும்போது, பலவிசைக் கோடுகள் B இல் முடிவடையுமாறு இவ்விசைக் கோடுகள் திரிகின்றன. தட்டு B ஆனது A இன் பருமனையும் உருவத்தை யுங் கொண்டதாய், தட்டுகளிரண்டும் ஒன்றுக்கொன்று சமாந்தரமாயிருக்கு மாறு A இற் கெதிரே ஏற்றப்பட்டிருக்குமாயின், B ஐ A இற்கு அண்மை கூடுதலாய்க் கொண்டு வருவதன் விளைவானது காட்டியுள்ளது போல (உருவம் 434, II, III, IV) மண்டலத்தின் உருவத்தைப் படிப்படியாக மாற்றுவதேயாகும். B ஆனது ஏறத்தாழ A ஐத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும்போது பெரும்பாலும் எல்லா விசைக்கோடுகளும் A இலி ருந்து B இற்கு நேராகச் செல்கின்றன (உருவம் 434, IV).

தட்டுகளின் நீளவளவுகளோடு ஒப்பிடப்படும்போது A இற்கும் B இற்கு மிடையேயுள்ள தூரம் மிகச் சிறிதாயின், A இற்கும் B இற்குமிடையே யுள்ள மண்டலமானது A இலிருந்து உற்பத்தியாகும் $4\pi Q$ கோடுகள் ஏறத்தாழ முழுவதையுங் கொண்டிருக்கும். **ஆகவே, A இற்கும் B இற்கு மிடையேயுள்ள மண்டலமானது $4\pi Q$ கோட்டலகுகளைக் கொண்டதாக எடுக்கப்படலாம். ஒவ்வொரு கோடும் தட்டுக்களிரண்டையும் வேறுக்கும் வெளியினூடு நேராகச் செல்லும்.** உண்மையைக் கூறுமிடத்து, தட்டுக் களின் ஓரங்களினண்மையிலுள்ள சில கோடுகள் சிறிதளவு வெளிப்புறமாக வளைகின்றன. B இனப்பாலுள்ள A இன் பக்கத்திலே மிகப் பெலமற்ற கட்டில்லா மண்டலமொன்றும் இருத்தல் கூடும்.

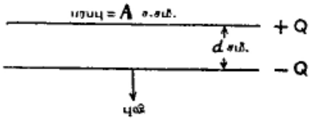
A இற்கும் B இற்குமிடையேயுள்ள தூரங் குறைக்கப்படத் தட்டு A இன் அழுத்தம் விரைவாகக் குறைகினறது. ஆகவே, அத்தட்டுகளிரண்டும் ஓரொ டுக்கியாயமைகின்றன. அமைக்கப்பட்ட வகையைக் கொண்டு இதற்குத் **தனிச்சமாந்தரத் தட்டொடுக்கி** எனப் பெயரிடலாம்.

§ 560. தனிச்சமாந்தரத் தட்டொடுக்கியொன்றின் கொள்ளளவு—ஒவ் வொன்றும் A ச. ச.மீ. பரப்பையுடைய ஒத்த தட்டுகளிரண்டு ஒன்றிலிருந்து மற்றது d ச.மீ. சீரான தூரத்திலே ஒன்றுக்கொன்றெதிராக வைக்கப்பட் டுள்ளனவெனக் கொள்க. தட்டுகளுளொன்று காவலிடப்பட்டு மற்றது புவியினேடிணைக்கப்பட்டிருப்பின் தொகுதியானது தனிச் சமாந்தரத் தட் டொடுக்கியொன்ருயமையும் (உருவம் 435).

காவலிட்ட தட்டினூற் காவப்படும் மின்னேற்றம் $+Q$ ஆனது $4\pi Q$ விசைக்கோட்டலகுகளை உண்டாக்கும். தூரம் d ஆனது மிகச் சிறிதா யிருப்பின், இக் கோட்டலகுகளொவ்வொன்றும் ஒரு தட்டிலிருந்து மற்றதுக்கு நேராகச் செல்லும்.

இப்போது விசைக்கோடுகள் ஒன்றுக்கொன்று சமாந்தரமாயிருக்கின்றன வாதலின், மண்டலச் செறிவு, தட்டுக்களிரண்டையும் வேறுக்கும் வெளியினூடாக நேராக வரையப்படுஞ் சிறப்பான எந்தக் கோட்டின்

நேராகவும் ஒரு சீராயிருக்கும். இக்கோட்டின் எந்தப் புள்ளியிலுமுள்ள மண்டலச் செறிவானது **F** இனாற் குறிக்கப்படலாம். நேர்மின்னேற்வல கொன்றை இக்கோட்டின் நேரே ஒரு தட்டிலிருந்து மற்றதுக்குக் கொண்டு செல்லும்போது செய்யப்படும் வேலையானது $\mathbf{F} \times \boldsymbol{d}$ ஏக்குகளாம். ஆகவே, தட்டுகளிரண்டினுக்குமிடையேயுள்ள அழுத்த வித்தியாசம் $\mathbf{F}\boldsymbol{d}$ இற்குச் சமமாகும். மின்னேற்றவலகை ஒரு தட்டிலிருந்து மற்றதுக்கு தட்டுக்களுக்குச் செங்குத்தான வேறெந்தப் பாதையின் நேராகவும் கொண்டு செல்லும் போது, இப்பாதைகளொவ்வொன்றிற்கும் $\boldsymbol{d}$ ஒரே அளவாயிருக்க இப்பாதைகளொவ்வொன்றிற்குமுரிய **F** இன் பெறுமானம் ஒன்றேயாமாதலின், முன்னைய அளவு வேலையே செய்யப்படுதல் வேண்டும்.



உருவம் 435.—தனிச்சமாந்தரத் தட்டொடுக்கி.

தட்டுக்களிரண்டையும் வெவ்வேறுக்கும் வெளியினூடுள்ள மின்மண்டலச் செறிவு ஒரு சீரானதென இவ்விளைவு காட்டுகின்றது. ஆகவே, **மின்னேற்றம் Q ஆனது காவலிட்ட தட்டின் மேற்பரப்பிலே ஒரு சீராய்ப் பரவியிருத்தல் வேண்டும்.**

ஆகவே, **காவலிட்ட தட்டிலே மின்னேற்றத்தின் மேற்பரப்படர்த்தியானது**

$$\text{மேற்பரப்படர்த்தி} = \sigma = \frac{\mathrm{Q}}{\mathrm{A}}$$

என உடனே பெறப்படும்.

எனவே, தட்டின் பரப்பலகொவ்வொன்றிலுமிருந்து $4\pi\sigma$ விசைக் கோட்டலகுகளைப் பெறுகின்றோம். இவ்விசைக்கோட்டலகொவ்வொன்றும் புவியினோடிணைக்கப்பட்ட தட்டிற்கு நேராகச் செல்கின்றது. ஆகவே, **தட்டுக்களிரண்டினுக்குமிடையேயுள்ள மண்டலச் செறிவானது,**

$$\text{மண்டலச்செறிவு} = \mathbf{F} = 4\pi\sigma$$

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும்.

இது, தூரம் $\boldsymbol{d}$ இலே தங்கியிருக்கவில்லையென்பது அவதானித்தற்குரியது.

தட்டுக்களிரண்டினிடையேயுள்ள அழுத்த வித்தியாசமானது $\mathbf{F}\boldsymbol{d}$ இற்குச் சமமாகுமென ஏற்கனவே காட்டப்பட்டுள்ளது. இக்கணியத்தை **V** எனக் குறிப்போமாயின்

$$\text{தட்டுக்களிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசம்} = \mathbf{V} = \mathbf{F}\boldsymbol{d},$$

அல்லது,

$$\mathrm{V} = 4\pi\sigma d$$

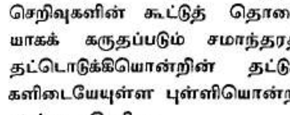
எனப் பெறுகின்றோம்.

ஒடுக்கியின் கொள்ளளவு C எனக் குறிக்கப்படலாம். வரைவிலக்கணத்தின்படி C இன் பெறுமானம் $\frac{Q}{V}$ இற்குச் சமமாகும்.

எனவே, $$C=\frac{Q}{V}=\frac{A\sigma}{4\pi\sigma d},$$

அல்லது $$C=\frac{A}{4\pi d}.$$

§561. **சமாந்தரத் தட்டொடுக்கியொன்றின் தட்டுக்களினிடையேயுள்ள கவர்ச்சி**—சமாந்தரத் தட்டொடுக்கியொன்றின் தட்டுக்களிடையேயிருக்கும் நேர் மின்னேற்றவலகொன்று $4\pi\sigma$ தைன் விசையொன்றினுற் றுக்கப்படும். இங்கு σ என்பது காவலித் தட்டிலுள்ள மின்னேற்றத்தின் மேற்பரப்படர்த்தியாகும். இப்போது இரு தட்டுக்களும் மின்னேற்றங்களைக் காவுகின்றன. புவியிணைப்பையுடைய தட்டிலுள்ள மின்னேற்றமானது காவலித் தட்டினண்மையிலிருந்து தூண்டப்பட்ட மினனேற்றமாகும். **காவலித் தட்டிலிருந்து வருங் கோடுகளெல்லாம் புவியிணைப்பையுடைய தட்டிற்குச் சென்று அங்கு முடிவடைவதினுல், தட்டுகளிரண்டிலுமுள்ள மின்னேற்றங்கள் ஒன்றுக்கொன்று சமமாகவும் எதிராகவுமுள்ளன.** ஆகவே, தட்டுக்களுக்கிடையே யிருக்கும் நேர்மின்னலகொன்றிற் செலுத்தப்படும் விசையானது, **பாதி** காவலித் தட்டிலுள்ள மின்னேற்றம் $+Q$ இன் பயனுனதாகவும், **பாதி** புவியிணைப்புத் தட்டிலுள்ள மின்னேற்றம் $-Q$ இன் பயனுனதாகவும் கருதப்படலாம் (உருவம் 436).



உருவம் 436.—தட்டுக்கள் வேருக்கப்படுவதன் பயனுன பகுதிச் செறிவுகளின் கூட்டுத் தொகையாகக் கருதப்படும் சமாந்தரத் தட்டொடுக்கியொன்றின் தட்டுக்களிடையேயுள்ள புள்ளியொன்றிலுள்ள செறிவு.

அதாவது, தனிமையாக எந்தத் தட்டினதும் பயனுன மண்டலம் $=\frac{1}{2}F=2\pi\sigma$.

இப்போது எந்தத் தட்டிலுமுள்ள மின்னேற்றமானது மற்றத் தட்டின் முற்பக்கத்திலிருக்கும் மின்னேற்றமாகக் கருதப்படலாம். ஆகவே, எந்தத் தட்டிலுமுள்ள மின்னேற்ற வலகொவ்வொன்றும் மற்றத் தட்டை நோக்கி $\frac{1}{2}F$ தைன் விசையொன்றினுற் கவரப்படுகின்றது. ஆகவே, ஒவ்வொரு தட்டும் Q பருமனுள்ள மின்னேற்றமொன்றைக் காவுவதனுல், எந்தத் தட்டும் மற்றதிற் செலுத்தும் முழு விசையும் $\frac{1}{2}F\times Q$ தைன்களுக்குச் சமமாகும்.

ஆகவே,

தட்டுக்களினிடையேயுள்ள கவர்ச்சி $=\frac{1}{2}F.Q$ தைன்கள்.

F ஐயும் Q ஐயும் வெவ்வேறு வகையிற் குறித்து இதனைப் பல உருவங்களில் எழுதலாம்.

ஆகவே,

$$\left.\begin{aligned} F &= 4\pi\sigma, \\ Q &= A\sigma, \\ V &= Fd, \end{aligned}\right\} \text{(560 ஆம் பந்தியைப் பார்க்க).}$$

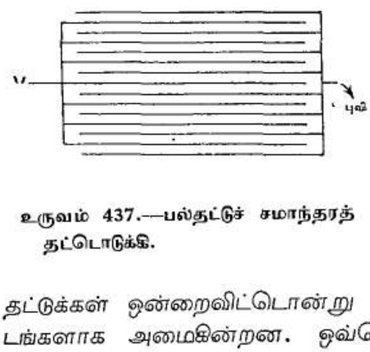
எனவே, தட்டுக்களிடையேயுள்ள கவர்ச்சி $= 2\pi\sigma^2 A,$

$$= \frac{V^2 A}{8\pi d^2},$$

$$= \frac{2\pi Q^2}{A}.$$

ஆகவே, ஒரு தட்டின் **பரப்பலகொன்றிலே** மற்றத் தட்டின் கவர்ச்சியானது $2\pi\sigma^2$ இற்காவது, $\frac{V^2}{8\pi d^2}$ இற்காவது, பிறவற்றிற்காவது சமமாகும்.

§562. **பல் சமாந்தரத் தட்டொடுக்கி**—மற்றெந்தவகை யொடுக்கிகளிலும் பார்க்கச் சமாந்தரத் தட்டொடுக்கிகள் மிகவதிகமாக உபயோகிக்கப்படுகின்றன. மிகப்பெரிய கொள்ளளவுள்ள ஒடுக்கியொன்று தேவைப்படும்போது பல தட்டுக்கள் உபயோகிக்கப்படும். இவை ஒன்றுக்கு மேலொன்றாக ஒழுங்கு செய்யப்பட்டிருக்கும். ஒவ்வொரு தட்டும் அதற்கடுத்து நேர் மேலேயுள்ள தட்டிலிருந்து ஏதாவது காவலித் திரவியத்தின் மெல்லிய படையொன்றினுற் காவலிடப்படும். சிலவுருவங்களிற் றட்டுக்கள் வளியினுலேயே வேருக்கப்பட்டிருப்பினும், மைக்காத் தாளினுலும் உருக்கிய பரபின்மெழுகு தோய்த்த காகிதத் தாளினுலேனும் தட்டுக்கள் வேருக்கப்படுவது பெரும்பாலும் வழக்கமாகும்.



உருவம் 437.—பல்தட்டுச் சமாந்தரத் தட்டொடுக்கி.

தட்டுக்கள் ஒன்றைவிட்டொன்று தொடுக்கப்பட்டுக் கடத்திகளின் இரு கூட்டங்களாக அமைகின்றன. ஒவ்வொரு கூட்டமும் மிகப்பெரிய மேற்பரப்பைக் கொண்டு மற்றக் கூட்டத்திலிருந்து காவலித் திரவியமொன்றினுல் வேருக்கப்பட்டுள்ளது (உருவம் 437).

இவ்வகையாக ஒழுங்கு செய்யப்படும்போது கடத்தும் மேற்பரப்புகளின் அடுத்துள எந்தச் சோடியும் ஒரு தனிச் சமாந்தரத் தட்டொடுக்கியாய் அமைகின்றது. ஒடுக்கித் தட்டுகளின் சமமான பரப்பானது கடத்திகளின் எந்தத் தொகுதியினதும் முழு **மேற்பரப்புக்குச்** சமமாகும். ஒடுக்கியின் முடியிலும் அடியிலுமுள்ள தட்டுக்களின் வெளிமேற்பரப்புக்கள் இதிலிருந்து தவிர்க்கப்படும்.

ஒடுக்கியின் இவ்வகையானது மிக்க எளிதில் அமைக்கப்படலாம். வேறெந்த வகை யொடுக்கியிலுஞ் செய்யக்கூடாதபடி குறித்தவொரு கன வளவுக்குப் பெரிய கொள்ளளவைக் கொண்டதாக இதனைச் செய்யலாம். முக்கியமாக இக்காரணங்களினலேயே இவ்வகை யொடுக்கியானது வேறு வகைகளிலும் பார்க்கக் கூடுதலாக உபயோகிக்கப்படுகின்றது.

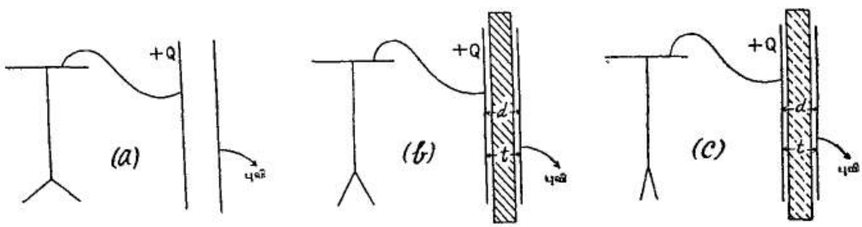
அத்தியாயம் 59

தற்றூண்டற் கொள்ளளவு

§563. வளியைத் தவிர்ந்த மின்கோடுபுகுவூடகங்களினூடாகத் தூண்டல்— சமாந்தரத் தட்டொடுக்கியொன்றின் காவலிட்ட தட்டானது மின்காட்டியொன்றிேனுடு இணைக்கப்படுமாயின, இத்தட்டின் அழுத்தமானது மின் காட்டியிலைகளின் விரிவை அவதானித்து மதிப்பிடலாம் (உருவம் 438 (a)).

இலைகள் வசதியான அளவுக்கு விரியுமட்டும் இவ்வகையான வொடுக்கியொன்று மின்னேற்றப்படலாம். இதன்பின் இரண்டு தட்டுகளையும் வேருக்கும் வெளியினுள்ளே வேறு பதார்த்தத் தட்டுக்களைச் செலுத்துவதன் விளைவானது மின்காட்டியைக் கொண்டு அவதானிக்கப்படலாம்.

மெழுகு, எபனைற்றுப் போன்ற திரவியங்களின் தட்டுக்களைச் செலுத்தும் போது எல்லாச் சந்தர்ப்பங்களிலும் இலைகள் குறையாக ஒருங்குகின்றன (உருவம் 438 (b)). சில சநதர்ப்பங்களிலே ஏனையவற்றிலுங் கூடுதலாக



உருவம் 438.—ஒடுக்கியொன்றின் தட்டுக்களினிடையே (b) காவலிப் பதார்த்தத்தட்டையேனும் (c) கடத்தும் பதார்த்தத் தட்டையேனும், செலுத்துவதன் விளைவு.

இவ்விளைவு காணப்படுகினறது. தட்டுக்களை அகற்றியவுடன் இலைகள் மீண்டும் முனையை நிலைகளுக்கு விரிவதனுல், தட்டுக்களைச் செலுத்தும் போது ஒடுக்கியில் எவ்விதமான மின்னேறறக் குறைவும் உண்டாவதில்லை.

பித்தளையைப் போன்ற கடத்துந் திரவியத்தின் தட்டொன்று செலுத்தப் படுமாயின் இவ்வொருங்கல் ஆகக் கூடுதலாகக் காணப்படும். இவற்றைச் செலுத்தும்போது கடத்தித் திரவியமானது ஒடுக்கியின் எந்தத் தட்டையுந் தொடக்கூடாது [உருவம் 438 (c)].

தட்டுக்கள் முற்றுக வளியினுல் வேருக்கப்பட்டிருக்கும்போது தட்டுக் களிடையேயுள்ள அழுத்த வித்தியாசமானது

$$V = Fd,$$

என்பதனுற் கொடுக்கப்படும். இங்கு F என்பது தட்டுக்களினிடையே வளி யிலுள்ள மண்டலச் செறிவாகும்.

தட்டுக்களின் செலுத்துகையானது அவற்றிலுள்ள மின்னேற்றங்களின் மேற்பரப்படர்த்தியை மாற்றுது. எனவே, தட்டின் இருபுறமுமுள்ள வளி வெளிகளிலுள்ள மண்டலமானது முன்னையதைப்போலவே செறிவு F ஐ உடையதாயிருக்கும். எனினும், தட்டினுள்ளே மண்டலமானது வேறு செறிவைக் கொண்டதாகும். இதனை F′ எனக் கொள்க. தட்டின் தடிப்பை t குறிக்குமாயின், இத்தட்டுகளினிடையேயுள்ள அழுத்த வித்தியாசமானது, இப்பொழுது,

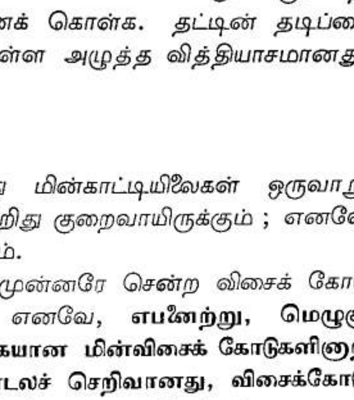
$$V' = F(d-t) + F't.$$

என்பதனுற் கொடுக்கப்படும்.

இப்போது தட்டைச் செலுத்தும்போது மின்காட்டியிலைகள் ஒருவாறு ஒருங்குவதினுல் V′ என்பது V இலுஞ் சிறிது குறைவாயிருக்கும் ; எனவே F′ என்பது F இலுங் குறைவாயிருக்கும்.

தட்டுக்கள் இடம்பெயர்த்த வளியினூடு முன்னரே சென்ற விசைக் கோடுகளே தட்டுக்களினூடு செல்லுகின்றன. எனவே, **எபனைற்று, மெழுகு போன்ற திரவியங்களிலே குறித்த தொகையான மின்விசைக் கோடுகளினுற் பரப்பலகொன்றில் உண்டாக்கப்படும் மண்டலச் செறிவானது, விசைக்கோடுகள் வளியினூடு சென்றபோதிலும் பார்க்கக் குறைவாயிருக்கும்.**

செறிவுகள் F இனதும் F′ இனதும் விகிதமானது குறித்த எந்தத் திரவியத்திற்கும் மாறிலியாயிருக்கும். இம்மாறிலியானது திரவியத்தின் **தற்றூண்டற் கொள்ளளவு** எனப்படும்.



உருவம் 439.—காவலித் திரவியமொன்றின் தற்றூண்டற் கொள்ளளவு.

தட்டுக்களிரண்டினுமிடையே கடத்தித் தட்டொன்று வைக்கப்படும்போது அதனுள்ளேயுள்ள மண்டலம் F′ ஆனது பூச்சியமாகுமாதலின் அழுத்தவித்தியாசம் $F(d-t)$ பெறுமானத்திற்குக் குறைக்கப்படும். கடத்தியொன்று வைக்கப்படும் மண்டலத்தின் செறிவு எவ்வாறிருப்பினும் அக்கடத்தித் திரவியத்தினுள்ளேயுள்ள மண்டலம் பூச்சியமாகுமாதலின், அக்கடத்தியானது தற்றூண்டற் கொள்ளளவு முடிவிலியாயுள்ள ஒரு திரவியமாகக் கருதப்படலாம்.

காவலித் திரவியமொன்றின் தற்றூண்டற் கொள்ளளவானது ஒன்றின் தட்டுக்கள் வளியினுலும் மற்றதிற் காவலித்திரவியத் தாளொன்றினுலும் வேருக்கப்பட்டுள்ள ஒத்த சமாந்தரத் தட்டொடுக்கிகளிரண்டின் கொள்ளளவுகளை ஒப்பிட்டுத் தீர்மானிக்கப்படலாம் (உருவம் 439).

இவ்வொடுக்கிகளின் காவலித்தட்டுகளுக்குச் சமமான பல மின்னேற்றங்கள் கொடுக்கப்பட்டு விளைவான அழுத்த வித்தியாசங்கள் மின்மானியின்

ஏதாவது வகையொன்றில் அளக்கப்படும் (576 ஆம் 577 ஆம் பந்திகள்). வளியொடுக்கியின் தட்டுக்களிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசம் V ஆனது, மற்றவொடுக்கியின் தட்டுக்களிடையேயுள்ள அழுத்த வித்தியாசம் V′ இலும் பார்க்க எப்போதும் பெரிதாயிருக்கக் காணப்படும். ஒடுக்கிகளின் தட்டுக்களிலுள்ள மின்னேற்றம் Q இன் பருமன எவ்வாறிருப்பினும் $\frac{V}{V'}$, விகிதமானது ஒரே பெறுமானத்தைக் கொண்டதாகவும் காணப்படும்.

வளியொடுக்கியின் மண்டலச் செறிவை F எனவும், மற்றவொடுக்கியினதை F′ எனவுங் கொண்டால்,

$$V = Fd \quad \text{எனவும்} \quad V' = F'd$$

எனவும் பெறுகின்றோம். இங்கு d என்பது ஒடுக்கிகளிரண்டிலும் ஒடுக்கித் தட்டுகளை வேறாக்குந் தூரமாகும். எனவே,

$$\frac{V}{V'} = \frac{F}{F'}.$$

இப்போது, ஒடுககிகள் சமமின்னேற்றங்களைக் காவுகின்றனவாதலினாலும், அவற்றின் தட்டுக்கள சமபரப்புக்களைக் கொண்டனவாதலினாலும், தட்டுக்களின் சோடிகளிரண்டையும் வேறாக்கும் வெளிகளின் சமபரப்புக்களினூடு செல்லுங் கோடுகளின் தொகைகள் ஒவ்வோரொடுக்கியிலும் ஒன்றாகவேயிருக்கும். ஆகவே, $\frac{F}{F'}$ விகிதமானது இரண்டாவது ஒடுக்கியில் உபயோகிக்கப்பட்ட காவலித் திரவியத்தின் தற்றூண்டற் கொள்ளளவாகும். இதனை K எனக் குறிப்போமாயின்,

$$K = \frac{F}{F'} = \frac{V}{V'}$$

எனப் பெறுகின்றோம்.

வளியொடுக்கியின் கொள்ளளவு C எனவும், மற்றதன் கொள்ளளவு C′ எனவுங் கொள்ளப்பட்டால்,

$$C = \frac{Q}{V} \quad \text{எனவும்} \quad C' = \frac{Q}{V'} \quad \text{எனவும் பெறுகின்றோம்.}$$

ஆகவே, $$\frac{C'}{C} = \frac{V}{V'} = K.$$

திரவியமொன்றின் தற்றூண்டற் கொள்ளளவு என்பது **ஒன்றிலே தட்டுக்கள் திரவியத்தினாலும் மற்றதிலே வளியினாலும் வேறாக்கப்பட்டுள்ள சரியொத்த வொடுக்கிகளிரண்டின் கொள்ளளவுகளினது விகிதம்** என வரையறுக்கப்படலாம்.

இக்கணியமானது திரவியத்தின் **மின்கோடுபுகுவூடக மாறிலி** எனவும் அழைக்கப்படும்.

§564. **மின்றூண்டலின் சார்பிலே மண்டலத்தின் செறிவு**—மின்மண்டலமொன்றிலே காவலித் திரவியமொன்று வைக்கப்படுமாயின், இத்திரவியத்

தினுள்ளேயிருக்கும் மண்டலச் செறிவானது திரவியம் வளியினுற் பிரதியிடப்படும் போதிலும் பார்க்கக் குறைவாயிருக்குமென 563 ஆம் பந்தியிற் கண்டோம். இரு சந்தர்ப்பங்களிலும் மண்டலத்தினூடாகச் செல்லும் பரப்பலகொன்றிற்குரிய கோட்டலகுகளின் ருெகை N இற்குச் சமமாயின், வளியிலே மண்டலச் செறிவானது

$$F = N$$

என்பதனுற் கொடுக்கப்படும். காவலிக்கடத்தியிலுள்ள மண்டலச்செறிவானது

$$F = \frac{N}{K}$$

என்பதனுற் கொடுக்கப்படும். இங்கு K என்பது திரவியத்தின் தற்றூண்டற் கொள்ளளவாகும்.

கணியம் N ஆனது திரவியத்திலுள்ள **மின்றூண்டல்** எனப்படும். " விசைக் "கோடுகள் வளியைத் தவிர்ந்த வேறெந்தத் திரவியத்தினூடுஞ் செல்லும்போது **தூண்டற்கோடுகள்** எனப்படும்.

ஆகவே,

$$\text{எந்தத் திரவியத்திலும் மின்மண்டலத்தின் செறிவு} = \frac{\text{மின்றூண்டல்}}{\text{திரவியத்தின் தற்றூண்டற் கொள்ளளவு}}$$

எனப் பெறுகின்ருேம்.

§565. மின்கோடு புகுவூடகமெதனிலும் புள்ளி மின்னேற்றங்களிரண்டினுக்கிடையேயுள்ள விசை—மின்கோடுபுகுவூடகமெதனிலும் பதிந்துள்ள மின்னேற்றம் $+e$ ஆனது, வளியினுல் அது சூளப்பட்டிருக்கும்போது போலவே $4\pi e$ தூண்டற் கோட்டலகுகளை வெளிவிடும். இக்கோடுகளெல்லாம் புள்ளி மின்னேற்றத்தை மையமாகவும் r ஐ ஆரையாகவுங் கொண்டு வரையப்பட்ட கோள மேற்பரப்பினூடு செங்குத்தாகச் சென்று இம்மேற்பரப்பிலே ஒரு சீராய்ப் பரந்திருக்கும். ஆகவே, இந்த மேற்பரப்பிலுள்ள எந்தப் புள்ளியிலும் தூண்டல் N ஆனது மேற்பரப்பிற்குச் செங்குத்தாயிருப்பதோடு

$$N = \frac{4\pi e}{4\pi r^2} \quad \text{அல்லது} \quad N = \frac{e}{r^2}$$

இனுற் கொடுக்கப்படும்.

மின்கோடுபுகுவூடகத்தின் தற்றூணடற் கொள்ளளவானது K இற்குச் சமமாகுமாயின் கோள மேற்பரப்பிலுள்ள எந்தப் புள்ளியிலும் மண்டலச் செறிவானது

$$F = \frac{N}{K},$$

அல்லது $$F = \frac{1}{K}\cdot\frac{e}{r^2}$$ இனுற் கொடுக்கப்படும்.

ஆகவே, புள்ளி மின்னேற்றம் e இலிருந்து தூரம் r இலே வைக்கப் பட்டுள்ள மின்னேற்றம் e' ஆனது $\mathbf{F}e'$ தைன் விசையொன்றினுற் ருக்கப்படும். ஆகவே, மின்னேற்ற மெதனினுலும் மற்றதிற் செலுத்தப் படும் விசையானது

$$f = \mathbf{F}e',$$

அல்லது $$f = \frac{1}{\mathrm{K}}\cdot\frac{ee'}{r^2}$$ தைன்கள் (538 ஆம் பந்தியையும் பார்க்க)

என வெழுதப்படலாமெனக் காண்கின்ரேம்.

§566. தற்றூண்டற் கொள்ளளவை அளக்கும் முறைகள்—மின்கோடு புகுவூடகமொன்றின் தற்றூண்டற் கொள்ளளவை அளக்கும் முறையானது 563 ஆம் பந்தியிலே ஏற்கனவே காட்டப்பட்டது. ஒடுக்கிகளிரண்டிற்குங் கொடுக்கப்படும் மின்னேற்றங்கள் சரிசமமாயிருத்தல் வேண்டுமென்பதை உறுதியாக்குவதே இந்த முறையிலுள்ள முக்கியமான சங்கடமாகும்.

ஆயினும், ஒத்த வொடுக்கிகளின் ஒரே சோடியைச் சமமான அழுத்த வித்தியாசங்களுக்கு மின்னேற்றிப் பெறப்பட்ட மின்னேற்றங்களிரண்டையும் ஒப்பிட்டு உபயோகிக்கலாம். மின்கோடுபுகுவூடகங்களைத்தவிர ஒடுககிகள் சரியொத்தனவாயிருத்தலினுல், உபயோகிக்கப்பட்ட மின்கோடுபுகுவூடகங்களி ரண்டினதுந் தற்றூண்டற் கொள்ளளவுகளுக்கு ஒடுக்கிகளின் மின்னேற்றங் கள் விகிதசமமாகு மென்பது வெளிப்படை. மின்கோடுபுகுவூடகங்களு ளொன்று வளியாயிருக்கின்றதாதலின், சமவழுத்த வித்தியாசங்களுக்கு மின்னேற்றப்படும்போது ஒடுக்கிகளிரண்டினுலுங் காவப்படும் மின்னேற்றங் களின் விகிதமே தேவையான தற்றூண்டற் கொள்ளளவாகும்.

மின்னேற்றங்களை ஒப்பிடுதற்குரிய ஆகவெளிய முறையானது கல்வஞோ மானியொனறினூடு ஒடுக்கிகளின் மின்னையிறக்குவதேயாம் (மின்ஞேட்ட வியலைப் பார்க்க).

ஒடுக்கிகளின் ஒரே சோடியை உபயோகித்து, வெவ்வேறு அழுத்த வித்தியாசங்களுக்கு அவற்றில் மின்னேற்றி, மின்னேற்றங்களைக் " கலப்பதே " வேறெரு முறையாகும். ஒடுக்கிகளிரண்டினதும் எதிராக மின்னேற்றிய தட்டுக்களைச் சேர்த்திணைத்து இதனைச் செய்யலாம். இதன்பின் ஒடுக்கிகளைப் பரிசோதித்து எவற்றிலாவது எஞ்சிய மின்னேற்ற முண்டோவெனப் பார்த்தல் வேண்டும்.

ஒடுக்கிகள் ஏற்றபபட்ட அழுத்த வித்தியாசங்களின் விகிதத்தை மாற்றி எவ்வொடுக்கியிலாவது எச்சமின்னேற்றமில்லாது ஒழுங்கு செய்யலாம். ஒடுக் கிகளிரண்டினதுங் கொள்ளளவுகள் மின்னேற்றங்கள் கலக்கப்படமுன்பு தட்டுக்கள் ஏற்றப்பட்டுள்ள அழுத்த வித்தியாசங்களோடு நேர்மாறு விகித சமமுடையனவாயுள்ளன.

மின்கோடுபுகுவூடகமொன்றின் தற்றூண்டற் கொள்ளளவை அளக்க வேறுபல முறைகளும் உபயோகிக்கப்படலாம். இவற்றின் விபரங்களைச் செய் முறைப் பௌதிக நூலொன்றிற் காணலாம்.

§ 567. **இலேடன்சாடி**—நிலைமின்னியற் பரிசோதனைகளிலே சாதாரணமாக உபயோகிக்கப்படும் ஒடுக்கியின் வகையொன்று உள்ளும் புறமும் வெள்ளீயப் பூச்சிடப்பட்ட கண்ணடிச் சாடியொன்றைக் கொண்டதாகும். வெள்ளீயப் பூச்சுக்கள் சாடியின் அடியிலிருந்து மேற்புறமாக அரைவாசிவரை ஏறத்தாழ இருப்பது வழக்கம். எனவே, சாடியானது கடத்திகளிரண்டைக் கொண்டதாகும். ஏறத்தாழப் பெரிய பரப்பையுடைய இக்கடத்தியொவ்வொன்றும் மற்றதிலிருந்து காவலியூடகமொன்றினல் வேருக்கப்பட்டிருக்கும்.

உருவம் 440.—இலேடன் சாடி.

வெள்ளீயத்தின் உட்பூச்சானது சாடியின் மேலே ஏற்றப்பட்டுள்ள பித்தளைக் குண்டொன்றிளேடு இணைக்கப்பட்டிருக்கும். குண்டைத் தாங்குகின்ற பித்தளைத் தட்டின் கீழ் முனையிலே இணைக்கப்பட்டுள்ள பித்தளைச் சங்கிலி யொன்றின் மூலம் தொடுப்புண்டாக்கப்படும். சாடியின் கழுத்திலே பொருத்தப்பட்டுள்ள மரமூடியொன்றினூடு தண்டானது செலுத்தப்பட்டுத் தாங்கப்பட்டிருக்கும் (உருவம் 440).

சாடியை உபயோகிக்கும்போது வெள்ளீயப் பூச்சின் வெளிப்படையானது புவியிளேடிணைக்கப்பட்டிருப்பது வழக்கம். பித்தளைக் குண்டினூடாக உட்பூச்சுக்கு மின்னேற்றுவதினுற் சாடியானது மின்னேற்றப்படும்.

இவ்வகையான ஒடுக்கியானது ஒல்லாந்திலுள்ள இலேடனிலே முதலிற் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு அமைக்கப்பட்டதினுல் அதன் பெயரைப் பெற்றது.

அத்தியாயம் 60

மின்னேற்றப்பட்ட கடத்தற்ருெகுதிகளின் சத்தி

§ 568. கடத்தியொன்றை மின்னேற்றும்போது செய்யப்படும் வேலே— ஒவ்வொன்றிலும் சிறிய மின்னேற்றம் q ஐ முடிவிலியிலிருந்து கொள்ளளவு C இற்குச் சமமான கடத்தியொன்றிற்குக் கொண்டு வருவதான செய்கைகள் தொடர்ச்சியாகச் செய்யப்படுகின்றனவெனக் கருதுக.

முதலாவது செய்கையின் தொடக்கத்திலே கடத்தியின் அழுத்தமானது பூச்சியமாகும். ஆனல் இச்செய்கையின் முடிவிலே அழுத்தமானது $\frac{q}{C}$ இற்குச் சமமாகும். ஆகவே மின்னேற்றத்தைக் கொண்டு வரும்போது கடத்தியின் அழுத்தமானது படிப்படியாக உயர்த்தப்பட்டுக் குறித்தவோரளவு வேலே செய்யப்படுதல் வேண்டும். இச்செய்கையின்போது தேவையான வேலேயின் திருத்தமான அளவைத் திடீரெனத் தீர்மானித்தல் முடியாது. ஆனல், எவ்விதத்திலும் இது பூச்சியத்திற்குக் குறைவாகவேனும், $\left(q \times \frac{q}{C}\right)$ இற்குக் கூடுதலாகவேனும் இருக்கமுடியாது.

ஆகவே, முதலாவது செய்கையிற் செய்யப்படும் வேலே > 0 ஆகவும் $< \frac{q^2}{C}$ ஆகவுமிருக்கும்.

இதனைப்போலவே, இரண்டாவது மின்னேற்றம் q ஐக் கொண்டுவரும் போது தொடக்கவழுத்தம் $= \frac{q}{C}$ எனவும் முடிவழுத்தம் $= \frac{2q}{C}$ எனவும் பெறுகின்ருேம். எனவே, இரண்டாவது செய்கையிற் செய்யப்படும் வேலே $> \frac{q^2}{C}$ ஆகவும் $< \frac{2q^2}{C}$ ஆகவுமிருக்கும்.

அடுத்தடுத்த செய்கைகளிற் செய்யப்படும் வேலேயானது அடுத்த பக்கத்திலுள்ள அட்டவணையிற் காட்டப்பட்டிருக்கின்றது.

n செய்கைகளிற் செய்யப்படும் முழு வேலேயும், நிரல் IV இலுள்ள முதலாவது உபநிரலின் கூட்டுத் தொகையிலும் பெரிதாகவும், இரண்டாவது உபநிரலின கூட்டுத் தொகையிலுஞ் சிறிதாகவுமிருக்கும். இந்த வேலேயானது **கடத்தியிலே மின்னேற்றத்தின் சத்தி** ஆகச் சேமிக்கப்படும். இக்கணியமானது E இனுற் குறிக்கப்படுமாயின்

$$E > \frac{n}{2}(n-1)\frac{q^2}{C} \text{ ஆகவும்} < \frac{n}{2}(n+1)\frac{q^2}{C} \text{ ஆகவுமிருக்கும்.}$$

n ஆனது மிகப் பெரிதாயிருப்பின், இது

$$E = \frac{1}{2}\frac{n^2q^2}{C}$$ எனவெழுதப்படலாம்.

செய்கைத் தொகை.	தொடக்க வழுத்தம்.	முடி வழுத்தம்.	அடுத்தடுத்த செய்கைகளிற் செய்யப்படும் வேலை.	
1	0	$\frac{q}{C}$	>0	$<\frac{q^2}{C}$
2	$\frac{q}{C}$	$\frac{2q}{C}$	$>\frac{q^2}{C}$	$<\frac{2q^2}{C}$
3	$\frac{2q}{C}$	$\frac{3q}{C}$	$>\frac{2q^2}{C}$	$<\frac{3q^2}{C}$
. .	. . .	. . .	. . .	. . .
$n-1$	$\frac{(n-2)q}{C}$	$\frac{(n-1)q}{C}$	$>\frac{(n-2)q^2}{C}$	$<\frac{(n-1)q^2}{C}$
n	$\frac{(n-1)q}{C}$	$\frac{nq}{C}$	$>\frac{(n-1)q^2}{C}$	$<\frac{nq^2}{C}$

முடிவு மின்னேற்றம் nq ஆனது Q இற்குச் சமமாகவும், கடத்தியின் முடிவழுத்தம் V இற்குச் சமமாகவுமிருப்பதினால், கடைசியாக

$$E = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2}CV^2$$

எனப் பெறுகின்றோம் (143 ஆம் பக்கத்தைப் பார்க்க).

§569. **மின்னேற்றிய சமாந்தரத் தட்டொடுக்கி யொன்றின் சத்தி**— இரண்டு தட்டுக்களைக்கொண்ட சமாந்தரத் தட்டொடுக்கியொன்றைக் கருதுக. ஒவ்வொன்றும் A பரப்பையுடைய தட்டுக்கள் தற்றூண்டற் கொள்ளளவு K ஐயுடைய மின்கோடுபுகுவூடகத்தினால் ஒன்றுக்கொன்று d ச.மீ. தூரத்தி லிருக்குமாறு வேறுக்கப்பட்டுள்ளனவெனக் கொள்க. தட்டொன்று புவியிறேடிணைக்கப்பட்டு மற்றதற்கு மின்னேற்றம் $+Q$ கொடுக்கப் படுமாயின் தொகுதியின் சத்தி E ஆனது $\frac{1}{2}QV$ இற்குச் சமமாகும். இங்கு V என்பது தட்டுக்களிடையேயுள்ள அழுத்த வித்தியாசமாகும்.

560 ஆம் 561 ஆம் பந்திகளில் உபயோகிக்கப்பட்ட குறியீடுகளைக்கொண்டு

$Q = A\sigma$ எனவும் $V = Fd$ எனவும் எழுதலாம்.

ஆகவே, $E = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2}F\sigma Ad$.

இப்போது F உம் σ உம் தட்டுக்களினிடைத் தூரமாகிய d இலே தங்கியிருக்கவில்லை. **ஆகவே, தொகுதியின் சத்தியானது d இனேடேனும், தட்டுக்களினிடையேயுள்ள மின்கோடுபுகுவூடகத்தின் கனவளவாகிய Ad இனேடேனும் விகிதசமமாயிருக்கும்.**

மின்கோடுபுகுவூடகத்தின் கனவளவலகிற்குரிய சத்தி—தொகுதியின் சத்தியானது விகாரச் சத்தியின் இயல்பையொத்து மின்கோடுபுகுவூடகத்தில் மெய்யாக விருக்கின்றதெனக் கருதப்படலாம். இவ்வொப்புக்கோளின்படி

மின்கோடுபுகுவூடகத்தின் கனவளவலகொன்றிற்குரிய சத்தி $= \dfrac{E}{Ad} = \dfrac{\frac{1}{2}F\sigma.Ad}{Ad} = \frac{1}{2}F\sigma.$

இப்போது, $F = \dfrac{4\pi\sigma}{K}$ ஆதலின்,

$$\tfrac{1}{2}F\sigma = \tfrac{1}{2}F.\frac{KF}{4\pi}.$$

எனவே, மின்கோடுபுகுவூடகத்தின் கனவளவலகிற்குரிய சத்தி $= \dfrac{KF}{8\pi}$ எக்குகள்.

§ 570. **மின்கோடுபுகுவூடகமெதனிலும் கனவளவலகிற்குரிய மண்டலத்தின் சத்தி**—முந்திய பந்தியிற் பெறப்பட்ட விளைவானது எந்த மண்டலத்திற்கும் பிரயோகிக்கப்படக்கூடியதாய்ப் பொதுப்படுத்தப்படலாம்.

மின்கோடுபுகுவூடகமொன்றிலே குறித்தவொரு புள்ளியைச் சுற்றியுள்ள **மின்றூண்டல்** N இற்குச் சமமெனக் கருதுக. அதாவது, இப்புள்ளியிலே மண்டலத்திற்குச் செங்குத்தான பரப்பலகொன்றினூடு செல்லுந் தூண்டற் கோட்டலகுகளின் றொகை N ஆகும் (பந்தி 564).

இப்புள்ளியிலுள்ள மண்டலச் செறிவாகிய F ஆனது

$$F = \frac{N}{K}$$

என்பதனுற் கொடுக்கப்படும். இங்கு K என்பது மின்கோடுபுகுவூடகத்தின் தற்றூண்டற் கொள்ளளவாகும்.

ஆகவே, மண்டலத்தின் கனவளவலகொன்றிற்குரிய சத்தியானது $\dfrac{KF^2}{8\pi}$ இற்குச் சமமாகும். இதனை N இன் சார்பாய் எழுதுவோமாயின்,

$$\text{சத்தியினடர்த்தி} = \frac{N^2}{8\pi K}$$ எனப் பெறுகின்றோம்.

§571. **சமாந்தர நிலையிலுந் தொடர்நிலையிலுமுள்ள ஒடுக்கிகள்**—ஒவ்வோரொடுக்கியினதும் ஒரு தட்டானது புவியினோடும் காவலிட்ட தட்டுக்களெல்லாஞ் சேர்த்தும் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்போது ஒடுக்கிகளின் கூட்டமானது சமாந்தர நிலையில் இணைக்கப்பட்டதாகக் கருதப்படும் (உருவம் 441).

காவலிட்ட தட்டுக்களினிடையே மின்னேற்றம் Q ஐ பரவிப் பொது வழுத்தம் V இற்கு இத்தட்டுக்கள் உயர்த்தப்பட்டால், முழுத்தொகுதியினதுங் கொள்ளளவாகிய C ஆனது

$$C = \frac{Q}{V}$$

என்பதனூற் கொடுக்கப்படும்.

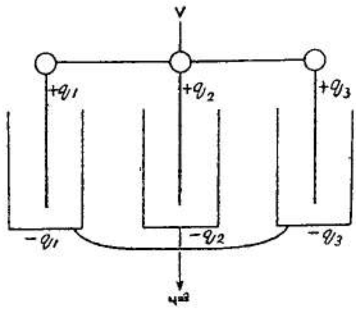
தனியொடுக்கிகளிலுள்ள மின்னேற்றங்கள் q_1, q_2, q_3 முதலியவற்றிற்குச் சமமாகும். இவற்றின் கூட்டுத்தொகை Q இற்குச் சமமாகும். அதாவது,

$$Q = q_1 + q_2 + q_3 + \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

ஒவ்வோரொடுக்கியினதும் காவலித் தட்டிலுள்ள மின்னேற்றமானது பொதுப் பெறுமானம் V இற்கு அதனழுத்தத்தை ஏற்றப் போதியதாகும். ஆகவே, தனியொடுக்கிகளின் கொள்ளளவுகள் c_1, c_2, c_3 ....முதலியனவாயின்

$$q_1 = c_1V, \quad q_2 = c_2V, \quad q_3 = c_3V,$$

இவற்றைப்போற் பிறவற்றையும் பெறுகின்றோம்.



உருவம் 441.—சமாந்தர நிலையில் இணைக்கப்பட்ட ஒடுக்கிகள்.

சமன்பாடு (1) இலே இப்பெறுமானங்களைப் பிரதியிட்டு அதே சமன்பாட்டில் Q இற்குப் பதிலாக CV ஐ எழுதுவோமாயின்

$$CV = c_1V + c_2V + c_3V + \ldots\ldots\ldots\ldots,$$

எனப் பெறுகின்றோம். அல்லது முடிவிலே

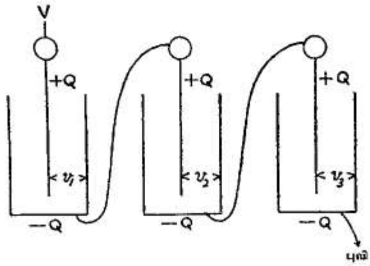
$$C = c_1 + c_2 + c_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

எனப் பெறுகின்றோம்.

அதாவது, **பலவொடுக்கிகள் சமாந்தரநிலையிலே இணைக்கப்பட்டிருப்பனவாயின் தொகுதியின் சேர்ந்த கொள்ளளவானது உபயோகிக்கப்பட்ட தனியொடுக்கிகளினது கொள்ளளவுகளின்** கூட்டுத்தொகைக்குச் சமமாகும்.

உருவத்திற் காட்டப்பட்டிருப்பது போலச் (உருவம் 442) சேர்த்திணைக்கப்பட்டிருக்கும்போது ஒடுக்கிகளின் கூட்டமொன்று **தொடர்நிலையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது** எனப்படும். ஒரொடுக்கியின் ஒரு தட்டு மட்டுமே புவியினோடிணைக்கப்பட்டுள்ளதென உருவத்திலிருந்து காணப்படும். தொகுதியின் மிச்சப்பாகம் முற்றிலும் காவலிடப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வோரொடுக்கியிலும் வழக்கமாகப் புவித்தொடுப்பையுடைய தட்டானது காவலிடப்பட்டு, தொடரிலே அதற்கு நேர்கீழேயுள்ள காவலித்தட்டினோடு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. ஆகவே, முதலாவது ஒடுக்கியின் ஒரு தட்டு தொகுதியின் மிச்சப்பாகத்திலிருந்து முற்றிலுந் தொடர்பற்றதாயும், கடைசி யொடுக்கியின் ஒரு தட்டு புவியினோடிணைக்கப்பட்டுமுள்ளது.இடையிலுள்ள தட்டுக்களெல்லாம் மேலே விவரிக்கப்பட்ட வகையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

முதலாவதொடுக்கியின் முதற்றட்டுக்குக் கொடுக்கப்படும் மின்னேற்றம் $+\mathbf{Q}$ ஆனது இவ்வொடுக்கியின் மற்றத் தட்டிலே மின்னேற்றம் $-\mathbf{Q}$ ஐத் தூண்டி., இரண்டாவதொடுக்கியின் காவலித்தட்டிற்கு $+\mathbf{Q}$ மின்னேற்றத்தைத் தள்ளும். தொடரின் நேரே இது திரும்பத் திரும்ப நிகழுமாதலின், ஒவ்வோரொடுக்கியிலும் ஒரு தட்டில் $+\mathbf{Q}$ அலகுகளும் மற்றத் தட்டில் $-\mathbf{Q}$ அலகுகளும் மின்னேற்றப்பட்டிருக்கும். கடைசியொடுக்கியின் இரண்டாவது தட்டிற் றூண்டப்பட்டுள்ள நேர்மின்னேற்றமானது புவிக்குச் செல்கின்றது.



உருவம் 442.—தொடர்நிலையில் இணைக்கப்பட்டுள்ள ஒடுக்கிகள்.

எந்தத் தனியொடுக்கியினதுந் தட்டுகளினிடையேயுள்ள அழுத்த வித்தியாசமானது மின்னேற்றம் $\mathbf{Q}$ இன் பருமனினாலும் ஒடுக்கியின் கொள்ளளவினாலுந் தீர்மானிக்கப்படும். கொள்ளளவுகள் c_1, c_2, c_3 முதலியவற்றினாற் குறிக்கப்படுவனவாயின், அழுத்தமானது v_1, v_2, v_3 போன்ற படிகளின் தொடரொன்றிலே விழுகின்றது. இவை

$$v_1 = \frac{Q}{c_1},\ v_2 = \frac{Q}{c_2},\ v_3 = \frac{Q}{c_3}$$ போன்றனவற்றினாற் கொடுக்கப்படுகின்றன.

தொகுதியிலே அழுத்த வீழ்ச்சி முழுவதும் இத்தனிப்படிகளின் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமமாகும். இக்கூட்டுததொகைக் கணியம் $\mathbf{V}$ ஆனது

$$V = v_1 + v_2 + v_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும்.

தொகுதியிலுள்ள முதலாவது தட்டின் அழுத்தம் இதுவேயாகும். தொகுதியின் கொள்ளளவானது

$$C = \frac{Q}{V}$$

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும். எனவே,

$$V = \frac{Q}{C}.$$

$\mathbf{V}, v_1, v_2, v_3$ முதலியவற்றின் பெறுமானங்களைச் சமன்பாடு (2) இலே பிரதியிட

$$\frac{Q}{C} = \frac{Q}{c_1} + \frac{Q}{c_2} + \frac{Q}{c_3} + \ldots\ldots\ldots$$

அல்லது

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} + \frac{1}{c_3} + \ldots\ldots\ldots$$

எனப் பெறுகின்றோம்.

ஆகவே, தொகுதியின் சேர்ந்த கொள்ளளவானது தொடரிலுள்ள ஆகச்சிறிய ஒடுக்கியினதிலும் பார்க்கச் சிறிதாயிருக்கும்.

§568 ஆம் பந்தியைப்பற்றிய குறிப்பு.

கடத்தியை மின்னேற்றும்போது செய்யப்படும் வேலை—கடத்தியொன்றை மின்னேற்றும்போது செய்யப்படும் வேலையைக் காண்பதற்குரிய வேறொரு முறை கீழே கொடுக்கப்பட்டிருக்கின்றது.

$C =$ கடத்தியின் கொள்ளளவெனவும்,

$q =$ சிறப்பான ஏதாவதொரு கணத்திலே கடத்தியிலுள்ள மின்னேற்ற மெனவுங் கொள்க.

எனின், அந்தக் கணத்திற் கடத்தியின் அழுத்தம் v ஆனது

$$v = \frac{q}{C}$$

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும்.

இப்போது மின்னேற்றமானது மிகச் சிறியவளவு dq இனால் அதிகரிக்கப் படுமாயின், சிறிய இம்மின்னேற்றத்தைக் கொண்டுவரச் செய்யப்படவேண் டிய வேலையானது $v\,dq$ இற்குச் சமமாகும்.

கடத்தியிலே தொடக்கத்திலுள்ள மின்னேற்றத்தைப் பூச்சியமாகக்கொண்டு முழு மின்னேற்றம் Q ஐக் கொண்டுவரச் செய்யப்படும் வேலை E ஆனது

$$E = \int_0^Q v\,dq = \int_0^Q \frac{q}{C}\,dq = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$$

எனவெழுதப்படலாம்.

கடத்தியின் முடிவழுத்தத்தை V இனாற் குறிப்போமாயின், **மின்னேற் றிய கடத்தியின் சத்தியானது**

$$E = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2}CV^2$$

எனப் பெறப்படுகின்றது.

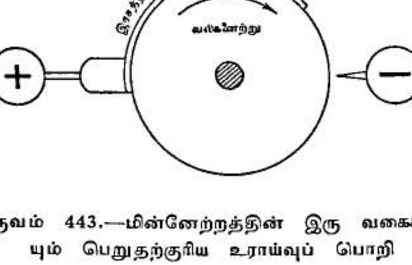
அத்தியாயம் 61

மின்பொறிகள்

§ 572. உராய்வுப் பொறிகள்—கண்ணுடி அல்லது எபனேற்றுத் தட்டொனறை உரோஞ்சுவதிலும் பார்க்க, மிக வசதியான முறைகளைகொண்டு பெரிய மின்னேறறங்களைப் பெறும் நோக்கததுடன் பொறிகளின் பல வகைகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

இப்பொறிகளின் ஆக முற்கால வகைகளிலே கண்ணுடி அல்லது வேறு திரவியத்தினுலாய சுழலுமுருளையொன்றினெதிரே நிலைத்த "இறப்பர்" ஒன்றினுல் உராய்வு உண்டாக்கப்பட்டது. "சேர்க்குஞ்சீப்பு" ஒனறைக் கொண்டு உருளையிலிருந்து மின்னேற்றஞ் சேர்க்கப்பட்டது.

சேர்க்குஞ் சீப்பானது பலவுலோககூர்கள் புறப்பட்டுள்ள உலோகத் தட்டொனறைக் கொண்டதாகும். சுழலுமுருளையை எறத்தாழத் தொடுமாறு இககூாகள ஏறறப்பட்டுள்ளன. கூர்களைக் கடந்து உருளையானது சுழலும்போது அதிலுளள மினனேற்றமானது 548 ஆம பந்தியில் விவரிக்கப்பட்டுள்ள முறையைக்கொணடு "சேர்க்கப்படும்". சேர்க்குங் கூர்களைக் காவுகின்ற உலோகத்தண்டின் நேரே எங்காவது பித்தளைக் குண்டொன்று அல்லது வேறு மினவாயானது" ஏறறப்பட்டிருப்பது வழக்கம்.



உருவம் 443.—மின்னேற்றத்தின் இரு வகைகளையும் பெறுதற்குரிய உராய்வுப் பொறி

பொறிகளில் சில வகைகளிலே "உரோஞ்சியிற்" பிறந்த மின்னேற்றமுஞ் சேர்க்கப்பட்டது. உரோஞ்சியின் வெளிப்பரப்பைக் கடத்தியாக்கக் கலப்பு லோகத்திலுலேனும் வெள்ளீயத்தினுலேனும் அது மூடிப் பூசப்பட்டிருக்கும். இந்த முறையாக மின்னின் எந்த வகையையும் உண்டாக்குதற்குத் தனிப்பொறியொனறே உபயோகிக்கப்படலாம்.

நேர்மின்னுனது உரோஞ்சியிலிருந்தும் எதிர்மினனுனது உருளையிலிருந்தும் அல்லது **இதன் நேர்மாருகவும்** பெறப்படும். இவ்வகையான உராய்வுப பொறியொனறு வரிபபடமாக 443 ஆம் உருவத்திலே குறித்துக் காட்டப்பட்டிருககின்றது. மின்பொறிகளின் இவ்வகைகள் முற்றிலும் வழக்கிறந்துபோயின. சரித்திரநயத்திறகாகவே இங்கு கூறப்பட்டுளளன.

தூண்டற்பொறிகள்

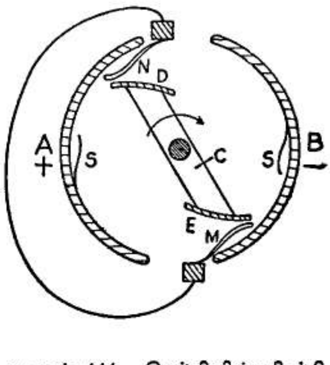
இக்கால மின்பொறிகளெல்லாவற்றிலும், தூண்டலினுல் மின்னேற்றங்கள் பிறப்பிக்கப்படுகின்றன. ஒன்றுக்கொனறு சாாபாய்த் தொடர்நது இயக்

கப்படக்கூடிய கடத்திகளின் இரு தொகுதிகளை இப்பொறிகள் கொண்டுள்ளன. இத்தொகுதிகளுளொன்றிற்குச் சிறிய தொடக்க மின்னேற்றமொன்று கொடுக்கப்படும். இதிலிருந்து தொகுதிகளிரண்டினதுஞ் சார்பான இயக்கத்திலுல் நேர்மினனேற்றங்களும் எதிர்மின்னேற்றங்களும் தூண்டப்படுகின்றன. இவ்வகையான பொறிகள் **தூண்டற்பொறிகள்** எனப்படும். இவற்றுள் முக்கியங் கூடியவற்றைத் தெரிந்து கீழே கொடுக்கின்றேம்.

§ 573. **கெல்வினின் நிரப்பி**—தனது கால்வட்டமின்மானியினது (576 ஆம் பந்தியைப் பார்க்க) ஊசியினழுத்தத்தை மாருதிருக்கச் செய்யுமாறு கெல்வின் துரையானவர் மிகச் சிறிய பருமனையுடைய தூண்டற்பொறியொன்றை அமைத்தார். இவ்வகைப் பொறியானது **கெல்வினின் நிரப்பி** எனப்படும். இதன் சிறிய பருமனின் காரணத்திலுல் சில சமயங்களிலே இதனைக் **கெல்வினின் சுண்டெலியந்திரம்** என்றுஞ் சொல்வதுண்டு.

இடையிலே குறுகிய காவலிக் கை C ஆனது ஏற்றப்படடுள்ள A, B ஆகிய அரையுருளைகளிரண்டை இப்பொறியானது கொண்டதாகும். ஒடுங்கியவுலோகக்கீலங்கள் D, E களைக் காவுகின்ற இப்புயமானது அரையுருளைகளிரண்டினதும் அச்சின் நேரேயிருககும் கதிர்க்கோலொன்றிலே ஏற்றப்பட்டுள்ளது (உருவம் 444).

S, S ஆகிய சிறிய வில்லுகள் அரையுருளைகள் ஒவ்வொன்றினதும் மையத்தோடு இணைக்கப்பட்டுள்ளன. புயம் C ஆனது சுழற்றப்படும் போது கீலங்கள் D, E களோடு கணத்தொடுப்பு இருக்குமாறு இவை பொருத்தப்பட்டுள்ளன.



உருவம் 444.—கெல்வினின் நிரப்பி அல்லது சுண்டெலி யந்திரம்.

N, M ஆகிய வேறிரண்டு வில்லுகள் அரையுருளைகளின் இடைவெளிகளுக்கிடையே செல்லுகின்றன. எந்தக் கீலமாவது அரையுருளை A இன் உள்ளிலேனும் வெளியிலேனுஞ் செல்லுகையில் இவ்வில்லைக் கடக்கும்போது N ஐத் தொடுமாறும், அதே நேரத்திலே மற்றக் கீலமானது வில் M ஐத்தொடுமாறும் இவ்வில்லுகள் ஒழுங்கு செய்யப்பட்டுள்ளன. அரையுருளைகளின் வெளிப்புறத்திலே செல்லுங் கம்பியொன்றிலுல் இவ்வில்லுகளிரண்டுந் தொடுக்கப்பட்டுள்ளன. சில சமயங்களிலே இவ்வில்லுகள் **நடுநிலையாக்குந் துடைப்பங்கள்** என்று சொல்லப்படும்.

அரையுருளை A ஆனது நேர் மின்னேற்றப்பட்டுள்ளதெனவும், புயம் C ஆனது அம்புக்குறியுற் காட்டப்பட்டுள்ள திசையிலே சுழலுகின்றதெனவுங் கொள்க (உருவத்தைப் பார்க்க).

காட்டப்பட்டுள்ள நிலையிலே, கீலம் D ஆனது A இனுள்ளிருந்து வெளியே செல்லும் தறுவாயிலிருக்கின்றது. ஆகவே, D இலே தூண்டலேற்றங்கள் உண்டாக்கப்படும். இவற்றுள் எதிர்மின்னேற்றம் D இலிருக்கவும் நேர்மின்னேற்றம் D இலிருந்து கூடியளவு அப்பாற் செல்லவும் முயலுகின்றன. இக்கணத்திலே D ஆனது நடுநிலைப்படுத்துந் துடைப்பம் N இனோடு கணத்தொடுப்புடையதாயும், அதே நேரத்திலே E ஆனது மற்ற துடைப்பம் M இனோடு தொடுப்புடையதாயுமுள்ளன. எனவே, D இற் றூண்டப்பட்ட நேர்மின்னேற்றமானது நடுநிலையாக்குந் துடைப்பங்களினூடாக E இற்குச் சென்று D ஐ எதிர்மின்னேற்றமுடையதாக விடுகின்றது.

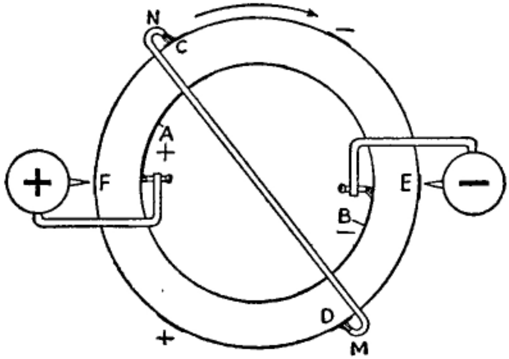
எனவே, எதிரான அரையுருளைகளினுள்ளே கீலங்கள் செல்லும்போது சிறிய மின்னேற்றங்களைக் காவுகின்றன. D என்பது சிறிய எதிர்மின்னேற்றத்தையும், E என்பது சிறிய நேர்மின்னேற்றத்தையுங் காவும். S, S வில்லுகளையடையும்போது ஒவ்வொரு கீலமும் உட்குழிவான கடத்தியொன்றின் உட்பரப்பினோடு கணத்தொடுப்புடையதாகின்றது. ஆகவே இக் கடத்திக்கு மினனேற்ற முழுவதையும் அது கொடுக்கின்றது. எனவே, S, S களினோடு தொடுப்புடையதாயிருக்கும்போது, கீலம் D ஆனது அதன் எதிர்மின்னேற்றத்தை அரையுருளை B இற்கும் கீலம் E ஆனது அதன் நேர்மின்னேற்றத்தை அரையுருளை A இற்குங் கொடுக்கின்றன. எனவே, அரையுருளை B ஆனது சிறிய எதிர்மின்னேற்றத்தைப் பெற A இலுள்ள நேர்மின்னேற்றஞ் சிறிது அதிகரிக்கப்படுகின்றது.

ஒவ்வோரரைச் சுழற்சியின்போதும் இம்முறையானது திரும்பவும் செய்யப்படுவதினால், A ஆனது உறுதியாக அதிகரித்துக்கொண்டிருக்கும் நேர் மின்னேற்றமொன்றையும் B ஆனது அதேவிதமாக அதிகரித்துக் கொண்டிருக்கும் எதிர்மின்னேற்றமொன்றையும் பெறுகின்றன.

புயம் C இன் சுழற்சித்திசையானது நேர்மாறாக்கப்படுமாயின், கீலங்களிலே மின்னேற்றங்கள் முந்தியதைப்போலவே இன்னுந் தூண்டப்படும். ஆயினும், துடைபபம் N இன கீழே ஒவ்வொரு கீலமுஞ் செல்லும்போது அதிற்றூண்டப்படும் எதிர்மின்னேற்றமானது அரையுருளை A இனுள்ளே கொண்டுசெல்லப்பட்டுக் கீலமானது வில் S ஐத் தொடும்போது இவ்வரையுருளைக்குக் கொடுக்கப்படுகின்றது. இதனைப்போலவே, மற்றக் கீலத்திற் றூண்டப்பட்டுள்ள நேர்மின்னேற்றமானது B இனுள்ளே கொண்டு செல்லப்பட்டு மற்றவில் S இனூடாக B இற்குக் கொடுக்கப்படும். எனவே, பொறியானது எதிர்த்திசையில் ஓடும்போது A இலும் S இலுமுள்ள மின்னேற்றங்கள் உறுதியாகக் குறைக்கப்படுகின்றன.

§574. உவோசுப்பொறி (தொப்பிளர்ப்பொறி)—உவோசுப்பொறியானது ஒன்றுக்கொன்று சிறிது தூரத்திலே ஒரேயச்சிலேற்றப்பட்டுள்ள கண்ணாடி அல்லது எபனைற்றுத் தட்டுக்களிரண்டைக் கொண்டதாகும். இத்தட்டுக்களுளொன்று நிலையானதாயும், மற்றது அதன் மையத்தினூடாக அச்சொன்றைப்பற்றி அதன் சொந்தத் தளத்திலேயே சுழலக்கூடியதாயுமுள்ளன.

வரிப்படக் குறிப்பின் தேவைகளுக்காகத் தட்டுக்கள் ஓரச்சுருளேகளினூற் பிரதியிடப்பட்டனபோன்று இங்குள்ள உருவம் வரையப்பட்டுள்ளது. உருளே யுருவத்தில் மெய்யாகப் பொறியானது அமைக்கப்பட்டபோதிலும், தட்டுக் களினூற் காவப்பட்டுள்ள கடத்திகளின் சார்பானவியக்கம் மாற்றமடையாது.



உருவம் 445.—உவோசுப்பொறி அல்லது தொப்பிளர்ப்பொறி (வரிப்படம்)

இந்த வகையிலேனும் அல்லது வழக்கமான தட்டுவகையிலேனும் அமைக் கப்பட்டபோதிலும் பொறியானது ஒரே வகையாகவே திருத்தமாகத் தொழிற் படும்.

சுழலுந்தட்டானது அதன் மையத்தைக்கொண்டு வரையப்பட்டுள்ள வட்ட மொன்றைச் சுற்றி ஒரு சீராய்ப் பரவியுள்ள ஆறு அல்லது எட்டுப் பித்தளேத் தெறிகளேக் கொண்டுள்ளது. இத்தட்டின் குறுக்காக விட்டத்தின் நேரே செல்லுகின்ற நிலேயான புயமொன்று, " நடுநிலேயாக்குந் துடைப்பங்க ளின் " சோடியொன்றைக் காவுகின்றது. இத்துடைப்பங்களின் கீழ்ச் செல்லுந் தெறிகளின் எதிர்ச்சோடிகளேத் துடைப்பங்கள் தொடுகின்றன (உருவம் 445).

நிலேயான தட்டானது வெள்ளீயத்தகட்டின் கீலங்களிரண்டைக் கொண் டுள்ளது. இக்கீலங்களுளொன்ருகிய A இடைத்தள விட்டமொன்றின் ஒரு முனேயிலிருந்து மேற்புறமாகத் தட்டின் மையத்திலே ஏறத்தாழ 60° கோணத்தை அமைக்கக்கூடியதாகப் பரவுகின்றது. மற்றக்கீலம் B ஆனது இடைத்தளவிட்டமொன்றின் மற்ற முனேயிலிருந்து கீழ்ப்புறமாக ஒத்த தூரத்திற்குப் பரவுகின்றது.

சுழலுந் தட்டின் இடையான விட்டமொன்றின் எதிர் முனேகளிலே சேர்க்குஞ் சீப்புகள் வைக்கப்பட்டுள்ளன. தட்டுச் சுழலும்போது பித்தளேத் தெறிகளிலிருந்து மின்னேற்றங்களேச் சீப்புகள் சேர்க்கின்றன.

கீலம் A ஆனது நேர்மின்னேற்றப்பட்டுள்ளதெனவும், சுழலுந்தட்டானது அம்புக்கூரினூற் குறிக்கப்பட்ட திசையிற் சுழலுகின்றதெனவுங் கொள்க (உருவத்தைப் பார்க்க).

C இன் நிலையிலுள்ள தெறியானது A இலுள்ள மின்னேற்றத் தாக்கத்தின் கீழ் இருக்கின்றது. நடுநிலையாக்குந் துடைப்பங்கள் N இனூடும் M இனூடும் D இலுள்ள தெறியினோடு இது கணத்தொடுப்புடைய தாயிருக்கின்றது. இக்காரணத்தினால் C இலுள்ள தெறியிலே எதிர் மின்னேற்றமொன்று தூண்டப்படுகின்றது. அத்துடன், சமமான நேர் மின்னேற்றமொன்று C இலிருந்து தள்ளப்பட்டு D இலுள்ள தெறியை அடைகின்றது.

எதிர்மின்னேற்றிய தெறியானது C இலிருந்து E இற்குச் சென்று அங்கு சேர்க்குஞ் சீப்பு ஒன்றின் கீழ் வருகின்றது. எதிர்மின்னேற்றத்தை அது இங்கு கொடுக்க அம்மின்னேற்றமானது எதிர்மின்வாய்க்கும் கிலம் B இற்குமிடையே பங்கிடப்படுகின்றது.

இதற்கிடையில் நேர்மின்னேற்றிய தெறியானது D இலிருந்து F இற்கு இயங்கிவிடுகின்றது. இதன் நேர்மின்னேற்றமானது மற்றச் சேர்த்தற் சீப்பி னூற் சேர்க்கப்படுகின்றது. இம்மின்னேற்றம் நேர்மின்வாய்க்கும் கிலம் A இற்குமிடையே பங்கிடப்படுகின்றது. எனவே, A இலுளள நேர்மின் னேற்றமானது சிறிது அதிகரிக்கின்றது.

எதிரேயிருக்குந் தெறிகளின் ஒவ்வொரு சோடியும் C, D நிலைகளி னூடாக இயங்கும்போது இந்நிகழ்ச்சியானது திரும்பத்திரும்ப நிகழும். நேர்மின்னனது A இற் சேமிக்கப்பட, A இன் தூண்டற் றெழிலாலது உறுதியாக அதிகரிக்கும். B இற் சேரும் எதிர்மின்னேற்றத்தின் தொழிற் பாட்டினால் இத்தொழிற்பாட்டிற்கு உதவியுண்டு. ஆகவே, தெறி பதிக்கப் பட்ட தட்டானது சுழலும்போது பொறியானது தொடர்ந்து அதிகரிக்கும் வீதத்திலே இருவகையான மின்களையும் உண்டாக்குகின்றது.

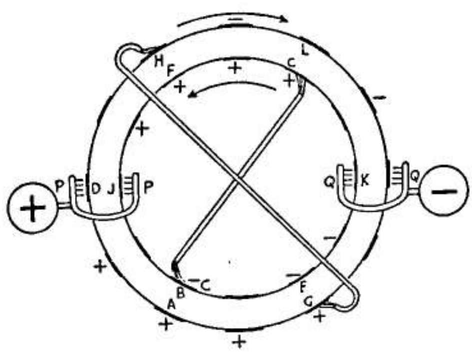
§575. **உவிம்மேசுப்பொறி**—பெரும்பாலுஞ் சதாரண வழக்கத்திலிருக்குந் தூண்டற்பொறியின் வகையொன்று **உவிம்மேசினல்** அமைக்கப்பட்டதாகும். உருளையுருவத்திலேனுந் தட்டுருவத்திலேனும் இப்பொறியை அமைக்கலாம். ஒரு வகையிலே ஒன்றினுளொன்றாக உருளைகள் ஓரச்சில் ஏற்றப்பட்டுள்ளன. மற்றவகையிலே ஒன்றுக்கொன்று சிறிது தூரத்திற் சமாந்தர முகங்களை யுடைய சமவளவுத் தட்டுகளிரண்டு கிடையான ஒரேயச்சில் ஏற்றப்பட்டுள்ளன. குறியீட்டின் சுகத்திற்காக இங்குள்ள வரிப்படத்திலே (உருவம் 446) உருளையுருவமே காட்டப்பட்டுள்ளது. ஆயினும், கீழே கொடுக்கப்பட்ட விவர ணம் வழக்குக்கூடிய தட்டுவகைப் பொறியையே சிறப்பாகக் கருதுகின்றது. இரண்டு வகைகளுஞ் சரியாய் ஒரே மாதிரியாகவே தொழிற்படுகின்றனவாத லின், கொடுபட்ட விவரமானது சிறிது சொன்மாற்றங்களுடன உருளை வகைக்குப் பிரயோகிக்கப்படலாம்.

தட்டுவகைப் பொறியிலே தட்டுகளிரண்டும் அவற்றின் பொதுவச்சைப் பற்றி எதிர்த்திசைகளிலே சமவேகங்களுடன் சுழற்றப்படலாம். ஒவ்வொரு தட்டினதும் வெளிப்பரப்பிலே **இரட்டை**யெண்ணின் தொகையான வெள் ளீயத்தகட்டின் கீலங்கள் உள்ளன. இக்கீலங்கள் தட்டுக்களின் விளிம்பு

களினண்மையிலே சமச்சீராய் ஒழுங்குசெய்யப்பட்டுள்ளன. தட்டுக்களிரண்டும் இக்கீலங்களின் சமத்தொகைகளையுடையன.

தட்டுக்களின கிடையான விட்டமொன்றின் எதிர்முனைகளிலே சேர்த்தற்சீப்புகள் P, Q ஏற்றப்பட்டுள்ளன. இச்சீப்புகள், தட்டுக்களின ஓரங்களைச் சுற்றி வளைந்து கீலங்களின் இரு கூட்டங்களிலுமிருந்து மின்னேற்றங்களைச் சேர்க்கின்றன. ஒவ்வொரு சீப்பும் பொறியின் மின்வாயொன்றினோடு, இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

நடுநிலையாக்குந் துடைப்பங்களின் இரு கூட்டங்கள் பொறியில் ஏற்றப்பட்டுள்ளன. தட்டுக்களின வெளிப்பரப்புக்களிலே கிடைத்தளத்தினோடு ஏறத்தாழ 45° சாய்ந்துள்ள விட்டங்களின நேரே இவை ஒழுங்கு செய்யப்பட்டுள்ளன. துடைப்பங்கள் எதிர்த்திசைகளிலே சாய்ந்து ஒன்றுக்கொன்று ஏறத்தாழ 90° இலுள்ளன. இத்துடைப்பங்களின் ஒரு கூட்டமானது தட்டுக்களுளொன்றிலே எதிராயுள்ள கீலங்கள் துடைப்பங்களின கீழ் வரும்போது அவற்றைத் தொடுக்கின்றன. மற்றக் கூட்டமானது மற்றத்தட்டிலுள்ள கீலங்களுக்கு இவ்வகையாகவே உதவுகின்றது.



உருவம் 446.—உவிம்மேசுப்பொறி (வரிப்படம்).

நிலை A இலுள்ள கீலமொன்று சிறிய நேர்மின்னேற்றமொன்றைக் கொண்டுளதெனக் கொள்க. இதற்கு நேரெதிரே மற்றத்தட்டில் நடுநிலையாக்குந் துடைப்பங்களின கூட்டமொன்றின் ஒரு முனையின நேர் கீழே B இல் ஒரு கீலமிருக்கின்றது. A இலுள்ள மின்னேற்றமானது C இலுள்ள கீலத்தின் குறுக்கே நேரேற்றத்தைத் தள்ளியும் B இலுள்ள கீலத்திலே தூண்டப்பட்ட எதிர்மின்னேற்றத்தை வைத்தும், B இலுள்ள கீலத்திலே நேர்மின்னேற்றங்களையும் எதிர்மின்னேற்றங்களையும் தூண்டுகின்றது.

தட்டுக்கள் சுழலும்போது, இப்போது A இலுள்ள கீலமானது D இன் நிலைக்கு இயங்கும். இங்கு சேர்த்தற்சீப்பு P இன் கீழே வந்தவுடன்

அதன் மின்னேற்றத்தைச் சீப்புக்குக் கொடுத்தபின் மின்னேற்றமில்லாக் கடத்தியாக D ஐ விட்டுச் செல்லுகின்றது. எனவே, சீப்பு P ஆனது இக்கீலத்திலிருந்து சிறிய நேர்மின்னேற்றமொன்றைப் பெறுகின்றது. இவ்வாறு பெற்ற மின்னேற்றத்தை P ஆனது இணைக்கப்பட்டுள்ள மின்வாயினோடு பிரித்துக்கொள்கின்றது.

இதற்கிடையிலே, B இலிருந்த கீலமானது E நிலைக்கு இயங்கிவிடும். இதற்கெதிரேயிருந்த கீலமானது C இலிருந்து F இற்கு இயங்கிவிடும். இந்த நிலைகளில், மற்றத் தட்டிலே G இலும் H இலுமுள்ள கீலங்களுக்கெதிராக இவை இருக்கின்றன. G இலும் H இலுமுள்ள கீலங்கள் அந்தக் கணத்திலே நடுநிலையாக்குந் துடைப்பங்களின் கீழ்ச் செல்வதினால் அவற்றினூடு கணத்தொடுப்புடையனவாயுள்ளன. ஆகவே, G இலுள்ள கீலத்திலே நேர்மின்னேற்றமொன்றும், H இலுள்ள கீலத்திலே சமமான எதிர்மின்னேற்றமொன்றுந் தூண்டப்படும். E இலும் F இலுமுள்ள கீலங்களிலுள்ள மின்னேற்றங்களின் சேர்ந்த தாக்கத்தினால் இவ்வேற்றங்கள் தூண்டப்படுகின்றன.

தட்டுக்களின் தொடர்ந்த சுழற்சியானது இப்போது E இலுள்ள கீலத்தை K இன் நிலைக்கு இயக்கும். அங்கு இதன் எதிர்மின்னேற்றமானது சீப்பு Q இனுற் சேர்க்கப்படும். இதனைப்போலவே, F இலுள்ள நேர் மின்னேற்றிய கீலமானது J இன நிலைக்கு இயங்கி, அங்கு இதன் மின்னேற்றத்தைச் சேர்க்குஞ்சீப்பு P இற்குக் கொடுக்கின்றது. இதற்கிடையிலே, G இன் நிலையினூடாகச் செல்லும்போது நேர்மின்னேற்றத்தைப் பெற்ற கீலமானது A இன் நிலைக்கு இயங்கிவிடும்.

ஆகவே, நாம் தொடங்கியதுபோலவே A இல் நேர்மின்னேற்றிய கீலமொன்று இப்போது மிருக்கின்றது. எனவே, முழு நிகழ்ச்சியும் மேலே விவரிக்கப்பட்டதுபோலவே திரும்பவும் நிகழும். ஆயினும், இப்புதிய மின்னேற்றத்தின் தொழிற்பாடு H இலிருந்து L இற்கு இயங்கிய கீலத்திலுள்ள எதிர்மினனேற்றத்தினால் உதவப்பெறும். ஆகவே, தொழிற்பாடானது முதலிலிருந்ததிலும் பார்க்கச் சிறிது பெலங்கூடியதாயிருக்கும்.

பொறியானது மின்னைத் தொடர்ந்து பிறப்பிப்பதேனென்றும், தொடர்ந்த தொழிற்பாட்டினோடு பிறப்பித்தலின் வீதம் அதிகரிப்பதேனென்றுங் கருதும்போது, கவர்ச்சிக்குரிய காரணமொன்று புலனாகின்றது.

எந்த மின்னேற்றத்தினதும் தூண்டற்றொழிற்பாட்டின் பயனாகப் பெறப்பட்ட தூண்டலேற்றமானது, தூண்டலேற்றம் பெறப்படுங் கடத்தியினுள்ளே தூண்டும் மின்னேற்றமானது முற்றாக அடைக்கப்பட்டிருந்தாலன்றி, தூண்டும் மின்னேற்றத்திலும்பார்க்க எப்போதுங் குறைந்திருக்கும். ஆகவே, நடுநிலையாக்குந் துடைப்பங்களின்கீழ்ச் செல்லுகின்ற கீலமொன்றின் தூண்டற்றொழிற்பாடானது, அதற்கு நேரெதிரான **தனிக்**கீலத்திலுள்ள மின்னேற்றத்தின் பயனானதாக மட்டுமிருப்பின், கீலங்களிற் றூண்டப்பட்ட மின்

னேற்றங்கள் படிப்படியாகக் குறையுமாதலின், பொறியானது ஒருபோதும் மின்னேற்றங்களைச் "சேர்த்துக்கொள்ள" முடியாது. இக்காரணத்தினால், எந்தக் கீலத்திலுமுள்ள தூண்டற்றொழிற்பாடானது, நடுநிலையாக்குந் துடைப்பங்களின் கீழிருக்கும்போது, மற்றத்தட்டிலே இதற்கெதிராயுள்ள பல கீலங்களின் சேர்ந்த தொழிற்பாடேயாகுமெனக் கருதுதல் வேண்டும். தூண்டல்மின்னேற்றமானது, கீலங்களின் இக்கூட்டத்திலுள்ள முழு மின்னேற்றத்திலுங் குறைவாயிருப்பினும், அவற்றுள் மின்னேற்றத்திலும் பார்க்கப் பெரிதாயிருத்தல் கூடும்.

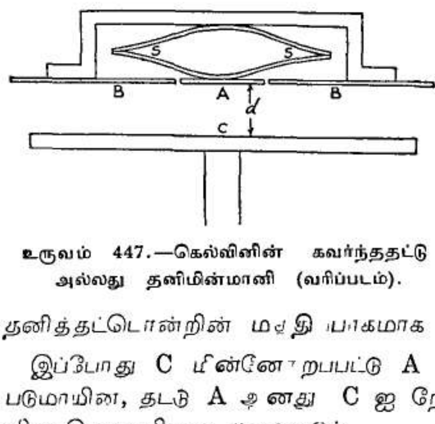
அத்தியாயம் 62

மின்மானிகள்

§ 576. **கவர்ந்ததட்டுமின்மானி**—சமாந்தரத் தட்டுக்களிரண்டினிடையே யுள்ள கவர்ச்சி விசையை அளந்து ஒரு தட்டிலுள்ள **மின்னேற்றத்தின் தனிப் பெறுமானத்தையேனும், தனியலகுகளிலே தட்டுக்களிடையேயுள்ள அழுத்த வித்தியாசத்தையேனும்** தீர்மானிக்கமுடியும்.

இத்தேவைக்காக உபயோகிக்கப்படுங் கருவியானது கெல்வின் துரையினால் அமைக்கப்பட்டுக் **கவர்ந்ததட்டுமின்மானி** என்றழைக்கப்படும். கருவியின் இரண்டு வகைகள் அமைக்கப்பட்டன. **கெல்வினின் தனிமின்மானி** என்றும் **கெல்வினின் கொண்டுசெல்லத்தக்க மின்மானி** என்றும் இவை பெயர்பெறும்.

கெல்வினின் தனிமின்மானி—தனிமின்மானியிலே "கவருந்தட்டானது" இடையான உலோகத்தட்டு C ஆகும். இதற்குமேலே ஏறத்தாழ C இன் புறவிட்டத்திற்குச் சமமான விட்டத்தையுடைய காப்பு வளையம் B உண்டு. கவர்ந்த தட்டாகிய A ஆனது இவ்வளையத்தின் மையத்திலே ஏற்றப் பட்டிருக்கும் (உருவம் 447).



உருவம் 447.—கெல்வினின் கவர்ந்ததட்டு அல்லது தனிமின்மானி (வரிப்படம்).

தட்டு A ஆனது விற்கள் S களின் தொகுதி யொன்றினாற் றூக்கப்பட்டிருக்கும். தட்டைக் காப்பு வளையம் B இன தளத்திலேயே வைத்திருக்குமாறு விற்களைச் செப்பஞ்செய்து கொள்ளலாம். A இற்கும் B இற்குமிடையேயுள்ள வெளியானது மிக்க ஒடுக்கமாயிருக்குமாதலின், A உம் B உஞ் சேர்ந்துண்டான தனித்தட்டொன்றின் மத்தி பாகமாக A ஆனது கருதப்படலாம்.

இப்போது C மின்னேற்றப்பட்டு A உம் B உம் புவியினோடிணைக்கப் படுமாயின், தட்டு A ஆனது C ஐ நோக்கி வரையறையான பருமனுடைய விசையொன்றினால் கவரப்படும்.

தட்டு C உம், A உம் B உஞ் சேர்ந்த தட்டுஞ் சமாந்தரத்தட்டொடுக்கியொன்றின் இரு தட்டுக்களாக அமைகின்றன. ஆகவே, எந்தத் தட்டும் மற்றதன் பரப்பலகொன்றிலே செலுத்துங் கவர்ச்சி விசையானது $\frac{V^2}{8\pi d^2}$ இற்குச் சமமாகும். இங்கு V என்பது தட்டுக்களிடையேயுள்ள அழுத்த வித்தியாசமெனவும், d என்பது சதமமீற்றரிலே தட்டுக்கள் வேறாக்கப்பட்டுள்ள தூரமெனவுங் கொள்ளப்பட்டது (பந்தி 561).

தட்டு A ஆனது தட்டுக்களொன்றின் மத்திய பாகமாக அமைகின்றது. ஆகவே, A இல் முடிவடைகின்ற விசைக்கோடுகள் C இலிருந்து நேராகவே A இற்குச் செல்லுதல் வேண்டும். B இனதும் C இனதும் வெளி விளிம்புகளை நோக்கி மண்டலமானது சிறிது வளைந்திருக்கும். ஆயினும், C இற்கும் A இற்குமிடையேயுள்ள மண்டலபாகத்திற்குமட்டும் பிர யோகிக்கப்படும்போது மேலேயுள்ள கோவையின திருத்தத்தை இது பாதிக் காது. இக்காரணத்தினால், கங்கணம் B ஆனது **காவல்வளையம்** என அழைக்கப்படுவது வழக்கம்.

கவர்ந்த தட்டின் பரப்பானது A இனாற் குறிக்கப்படுமாயின், இத்தட்டிற் செலுத்தப்பட்ட விசையானது,

தட்டிற் செலுத்தப்பட்ட விசை$=\frac{AV^2}{8\pi d^2}$ தைன்கள்

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும்.

ஆகவே, இவ்விசையானது அளக்கப்படக்கூடுமாயின், A உம் d உம் தெரிந்துள்ளனவாதலின், V இன் தனிப்பெறுமானந் தீர்மானிக்கப்பட லாம்.

C இனாற் செலுத்தப்படுங் கவர்ச்சிவிசையினால் தட்டு A ஆனது காவல் வளையம் B இன் தளத்தின கீழே இழுக்கபபடும். இத்தளத்திற்குத் திரும்பவும் இதனைக் கொண்டுவரவேணடுமாயின், தொங்கவிடப்பட்ட மேற் புள்ளியை உயர்த்தி விற்சுருதி முற்றிலும் உயர்த்தப்படும்.

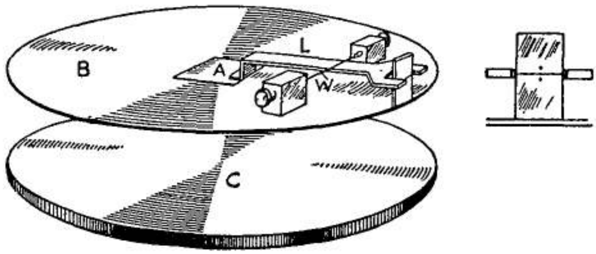
A ஆனது B இன் தளத்திற்குத் திரும்பவுங் கொண்டுவரப்பட்டபின்பு ஆய்கருவி முற்றாக மின்னிறக்கப்படும். இதன விளைவாக A ஆனது இப்போது காவலவளையத்தின் தளத்தின் மேலேயுள்ள ஒரு நிலைக்கு இழுக் கப்படும். இபபோது A இன் மேற்பககததிலே படிகள் வைக்கப்பட்டு, B இன் தளததிற்குத் தட்டைத் திருமபவுங் கொண்டுவருமாறு பிரயோகிக் கப்படும் நிறையானது செப்பஞ்செய்யபபடும். இதனைச் செய்யத் தேவை யானது தட்டு C இனால் முந்தியே செலுத்தப்பட்ட கவர்ச்சிவிசைக்குச் சமமாகுமென்பது வெளிப்படை. எனவே, இநத நிறையானது W தைன் களுக்குச் சமமாயின்,

$$W=\frac{AV^2}{8\pi d^2} \quad \text{தைன்கள்}$$

எனப் பெறுகின்றோம். இங்கு V ஐத் தவிர மற்றெல்லாந் தெரிந்துள்ளன.

கெல்வினின் கொண்டுசெல்லத்தக்க மின்மானி—கொண்டு செல்லத்தக்க மின்மானியிலே கவரப்படுந் தட்டு A ஆனது நீண்ட நெம்புகோல L இன் முனையொன்றிலே காவப்படும். நெம்புகோலுக்குச் செங்குத்தாயிருப்பதும் ஈர்க்கப்பட்டுக் கிடையாயுள்ளதுமான கம்பி W இனால் நெம்புகோலானது தாங்கப்பட்டிருக்கும் (உருவம் 448). நெம்புகோலின் கவருடைய மற்ற முனையானது கிடையான மெல்லிய கம்பியொன்றைக் காவுகின்றது. கவ ரின் பக்கங்களுக்கிடையே இரு குற்றுக்கள் செதுக்கப்பட்டுள்ள குறுகிய

நிலைக்குத்தான தூணொன்றுண்டு. குற்றுக்களின் மத்தியிலே மெல்லிய கம்பியானது இருக்கும்போது கவரப்படுந் தட்டானது காவல்வளையத்தின் தளத்திலிருக்குமாறு குற்றுக்கள் அமைந்துள்ளன.



உருவம் 448.—கெல்வினின் கொண்டுசெல்லத்தக்க கவர்ந்த தட்டுமின்மானி.

தட்டு C ஆனது மின்னேற்றப்படும்போது, தட்டு A இற் செலுத்தப்படுங் கவர்ச்சியின் பயனாக நெம்புகோலின் கவர்முனை எழுகின்றது. இதனைத் திருதத்தக் கம்பி W ஆனது முறுக்கப்படும். இவ்வாறு முறுக்கும்போது குறிப்புள்ளிகளுக்கிடையே சரியான மத்தியநிலையில் மெல்லிய கம்பியைத் திரும்பவுங் கொண்டுவர அது செப்பஞ்செய்யப்படும்.

கவரபபடுந் தட்டிற்குந் தட்டு C இற்குமிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசத்தின் தனிப் பெறுமானத்தைத் தீர்மானிக்கவேண்டுமாயின், கருவியில் மின்னையிறக்கியபின் கவரப்பட்ட தட்டிலே தெரிந்த படிகளைக் கொண்டு பாரமேறறுதல் வேண்டும். கம்பி W இலுள்ள முறுக்கலானது மாருதிருக்க, நிலைக்குத்துத் தூணிலுள்ள குற்றுக்களின் மத்தியிலே மெல்லிய கம்பியானது மீண்டும் வருமட்டும் தட்டிலே வைக்கப்பட்ட திணிவானது செப்பஞ் செய்யப்படும். இதனைப் பெறவேண்டிய திணிவானது M கிராமாயின், கவரப்பட்ட தட்டிலே முந்தியே செலுத்தப்பட்ட விசையானது Mg தைன்களுக்குச் சமமாயிருந்திருக்கவேண்டும். எனவே,

$$Mg = \frac{AV^2}{8\pi d^2}.$$

A உம் d உம் தெரிந்தனவெனக் கொண்டு, V இன் பெறுமானத்தை இதிலிருந்து கணிக்கலாம்.

விரும்பி, மேலேயுள்ள முறையில், அளக்கப்பட்ட கவர்ச்சி விசையிலிருந்து எந்தவகைக் கருவியினதுங் கவரப்பட்ட தட்டிலுற் காவப்படும் மின்னேற்றம் Q உம் கணிக்கப்படலாம். Q இன் பெறுமானமானது,

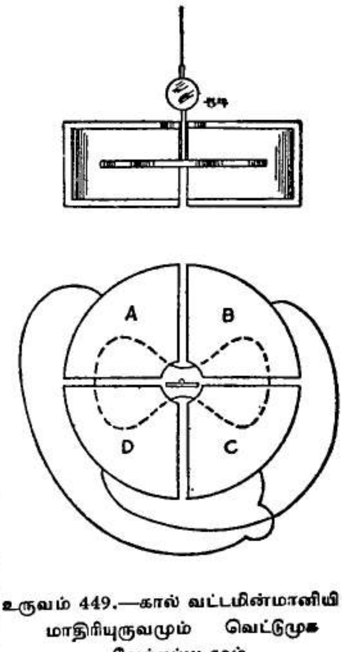
$$\text{விசை} = \frac{2\pi Q^2}{A} \text{ தைன்கள் (பந்தி 561)}$$

என்ற தொடர்பிலிருந்து பெறப்படலாம்.

§577. **கால்வட்டமின்மானி**—அழுத்த வித்தியாசங்களை ஒப்பிடுதற்காகக் **கெல்வின்** துரையென்பவர் **கெல்வினின் கால்வட்டமின்மானி** எனப்படுங் கருவியை அமைத்து உபயோகித்தார். ஒப்பீட்டளவுகளுக்கு மட்டும் இக் கருவியானது பொதுவாக உபயோகிக்கப்படும். ஆயினும், தேவையாயின் தனிமின்மானியொன்றின் அளவீடுகளிேைடு ஒப்பிட்டு இதனை நியமமாக்க லாம் (பந்தி 576). ஆகவே, அளக்கப்பட்ட அழுத்தங்களின் தனிப்பெறு மானத்தை இதிலிருந்து பெறமுடியும்.

ஒவ்வொன்றுங் காவலித்தண்டொன்றில் ஏற்றப்பட்டுள்ள A, B, C, D ஆகிய நான்கு கால் வட்டங்களை இது கொண்டதாகும் (உருவம் 449). எல்லாப் பக்கங்களிலும் ஏறத்தாழ மூடப்பட்டிருக்கும் உட்குழிவான உருளைப் பெட்டியொனருயமையுமாறு இந்த நான்கு கால்வட்டங்களுஞ் சேர்த் தடுத்து வைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு கால்வட்டமும் அதற்கடுத்த கால் வட்டங்களிலிருந்து ஏறத்தாழ 1 மி.மீ. அகலமான ஒடுங்கிய வளிவெளி யினுல் வேறுக்கப்பட்டுள்ளது. ஒன்றுவிட்ட சோடிகளாகிய A, C கால் வட்டங்களும் B, D கால்வட்டங்களும் சேர்த்திணைக்கப்பட்டுள்ளன.

கால்வட்டங்களினுல் மூடப்பட்டுள்ள வெளியின் நடுவிலே அகன்ற தட்டையான ஊசியொன்று தொங்க விடப்பட்டிருக்கும். "துடுப்புருவமுடையதென" இதனை விவரிப்பது வழக்கம். கால்வட்டங்களின் மூலைகள் வெட்டியெடுக்கப்பட்ட "கால்வட்டப்பெட்டியின்" முடியினது மையத்திலுள்ள துளையொன்றினூடு செல்லுகின்ற கம்பியொன்றினுல் இது தாங்கப்பட்டுள்ளது. உருவத்திற் காட்டப்பட்டிராத இலேசான கம்பிச்சங்கிலியொன்று ஊசியின் கீழ்ப்பக்கத்திலிருந்து கீழே தொங்குகின்றது. கீழ்முனைகள் வெட்டியெடுக்கப்பட்ட கால்வட்டங்களின் மையத்திலுள்ள துளையினூடாக இக்கம்பியானது செல்லுகினறது.



உருவம் 449.—கால் வட்டமின்மானியின் மாதிரியுருவமும் வெட்டுமுக வேற்றப்படமும்

தொங்கவிடுங் கம்பியானது மீள்சத்தியுள்ள எந்தத் திரவியத்தைக் கொண்டுஞ் செய்யப்படலாம். சில சந்தர்ப்பங்களிலே வெள்ளி அல்லது பொசுபர் வெண்கலக் கம்பிகள் உபயோகிக்கப்படும். வேறு சிலவற்றில் ஊசியானது படிகக்கன்ஞரினுற் றெங்கவிடப்படும்.

ஊசியிலிருந்து கீழே தொங்குங் கம்பிச் சங்கிலியானது வெளியிலே வெள்ளீயப் பூச்சிடப்பட்ட கண்ணுடிக்கலமொன்றில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் வலுவான சல்

பூரிக்கமிலத்திற் றேய்ந்திருக்கும். ஆகவே, அமிலமானது இலேடன் சாடியொன்றின் உடபூச்சாக அமைகின்றது. ஆகவே, ஊசியானது பெரிய கொள்ளளவையுடைய கடத்தியொன்றினோடு நிலையாக இணைக்கப்பட்டிருத் தலினால் எவ்விதமான சிறியவொழுக்கும் அதனழுத்தத்தைப் பெருமள வுக்குத் தாக்காது. ஆய்கருவியின் உட்புறத்திலே ஈரப்படலங்கள் உண்டாவ தைத் தடுக்கின்ற ஈரமகற்றுங் காரணியாகவும் அமிலமானது தொழிற்படு கின்றது. எனவே மேற்பரப்பொழுக்குகள் குறைக்கப்படுகின்றன.

ஊசியும் அமிலமும் உயர்ந்த நேர் அழுததம் V இற்கு மின்னேற்றப்பட்டுள் ளனவெனவும், கால்வட்டங்கள் நான்கும் சேர்த்திணைக்கப்பட்டிருக்கும்போது அவற்றினிடையே ஊசியானது சமச்சீராகக் கிடக்குமாறு தொங்கவிடும் நாரானது செப்பஞ்செய்யப்பட்டுள்ளதெனவுங் கருதுக (உருவம் 449).

இப்போது கால்வட்டங்கள் A உம் C உம் அழுத்தம் v_1 இற்கும், கால்வட்டங்கள் B உம் D உம் அழுத்தம் v_2 இறகும் உயர்த்தப்பட்டால், ஊசியானது சமநிலையிலிராது குறைந்தவழுத்தத்திலுள்ள கால்வட்டங் களினுள்ளே அதன் முனைகள் **முழுவதும்** இருக்கக்கூடிய நிலைக்குச் சுழல முயலுகின்றது. இந்தத் திசையிலே ஊசியைச் சுழற்றமுயலும் இணைவிசையானது $V(v_1 - v_2)$ இனோடு விகிதசமமானதெனக் காட்டமுடியும். முழுவதுந் திருப்தியான எளிய நிறுவலைக் கொடுக்க முடியாததாதலின் இதனை விளககுவது இந்நூலுக்கப்பாற்பட்டதாகும். சுழற்றும் இவ்வியல் பானது ஏதாவதொரு கோணம் θ இனூடு ஊசியை ஆடச் செய்கிறது. அப்போது, திரும்பலிணைவிசையினதும் தொங்கவிடுங் கம்பியின் முறுக் கலினாலுண்டான இணைவிசையினதுஞ் சேர்ந்த திருப்புதிறன்களின்கீழ் ஊசியானது இருக்கின்றது. தொங்கவிடுங் கம்பியினாற் செலுத்தப்படும் இணைவிசையானது θ இனோடு விகிதசமமாகும். எனவே, இந்த நிலையிலே ஊசியானது ஓய்வுநிலையடையுமெனின்,

$$V(v_1 - v_2) \propto \theta$$

எனப் பெறுகினறோம்.

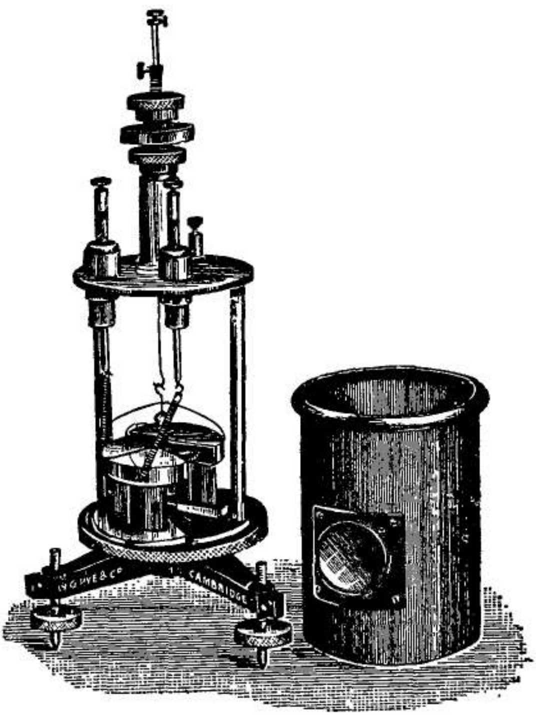
ஆகவே, V மாறிலியாயிருக்குமாயின், ஊசி சுழலுங் கோணமானது காலவட்டங்களின் சோடிகளிரண்டினுக்குமிடையேயுள்ள அழுத்த வித்தி யாசத்தினோடு விகிதசமமாகும்.

கருவியின உணாதிறனானது ஊசியினழுத்தத்தினோடு விகிதசமமாகு மாதலின ஒப்பீட்டளவுகளின் எந்தத் தொடரின்போதும் V ஐ மாறிலி யாய் வைத்திருத்தல் வேண்டும்.

இதனைப் பெறுதற்காகக் **கெல்வினென்**பவர் கருவியினோடு கொண்டு செல்லததக்க வகையான (பந்தி 576) சிறிய கவர்ந்த தட்டுமின்மானி யொன்றைச் சோத்துககொண்டார். இதன் கவருந் தட்டானது **இலேடன்** சாடியினுள்ள சல்பூரிக்கமிலத்தினோடு இணைக்கப்படுவதன்மூலம் மினமானி யூசியினோடும் இணைக்கப்பட்டுளளது. கருவியினுளளே சிறிய நிரப்பியொன் றும் (பநதி 573) பொருத்தப்பட்டுள்ளது. அரையுருளையொன்று சல்பூரிக் கமிலததினோடும், மற்றது இலேடன்சாடியின் வெளிபபூச்சினோடும் இணைக்

கப்பட்டுள்ளன. ஒரு திசையிலே நிரப்பியைச் சுழற்றிச் சாடியிலுள்ள மின்னேற்றத்தைப் படிப்படியாக அதிகரிக்கச் செய்யலாம். சுழற்சியின் திசையை நேர்மாறுக்கிச் சாடியிலுள்ள மின்னேற்றத்தைக் குறைக்கலாம். கவர்ந்த தட்டுமின்மானியானது ஊசியினழுத்தத்திலே ஏதாவது மாற்றத்தைக் காட்டுமாயின், மின்மானியின் நெம்புகோலிலுள்ள குறுக்குக்கம்பியானது குறிக் குற்றுக்களின் நடுவே திரும்பவும் வருமட்டும் நிரப்பியானது தேவையான திசையிலேயே சுழற்றப்பட்டது.

இந்த முறையிலே ஊசியினழுததமானது மாருது வைக்கப்பட்டதினல், மின்மானியின் மாருவுணர்திறன் உறுதிப்படுத்தப்பட்டது.



உருவம் 450.—தொலிசலக்குமின்மானி.

இக்காலக்கால்வட்ட மின்மானிகளிலே கூடவுள்ள கவர்ந்த தட்டுமின்மானியாவது, நிரப்பியாவது, இலேடன் சாடியாவது இருப்பதில்லை. சிறிய மாரு மின்கலவடுக்கொன்றின் ஒரு முனையிலேயிணைத்து ஊசியானது மின்னேற்றப்படும். பரிசோதனையின்போது இவ்விணைப்பானது அவ்வாறே வைக்

கப்பட்டிருக்கும் (மின்னேட்டவியலைப் பார்க்க). கால்வட்டமின்மானியானது தொடக்கத்தில் அமைக்கப்பட்டபோது பெறக்கூடியதாயிருந்த முறைகளிலும் பார்க்க ஊசியை மாருவழுத்தத்தில் வைத்துக்கொள்வதற்குரிய இம் முறையானது மிக்க எளிதானதும் வசதிகூடியதுமாகும்.

தொலிசலக்குமின்மானியென்பது மின்கலவடுக்கொன்றிஞேடு இவ்வாறு உபயோகிக்கப்படும். இக்கருவியானது 450 ஆம் உருவத்திலே காட்டப் பட்டுள்ளது. **கெல்வின் மின்**மானியின் தத்துவமே இக்கருவியின் தத்து வமுமாகும்.

குறிப்பு.—ஒன்றுவிட்ட கால்வட்டங்களின் ஒரு சோடியானது ஊசியோடும் கால்வட்டங்களின் மற்றச்சோடி புவியிஞேடும் இணைக்கப்பட்டிருக்க, இக் காலத்து மின்மானியொன்று உபயோகிக்கப்படலாம். கருவியானது இவ் வாறு இணைக்கப்பட்டிருக்கும்போது மேலேயுள்ள கோவையிலே v_2 இன் பெறுமானம் பூச்சியமாகவும், v_1 இன் பெறுமானம் V ஆகவும் எப் போதுமிருக்கும். எனவே, திரும்பற்கோணம் θ ஆனது V^2 இஞேடு மாறுகின்றது.

நிலைமின்னியலுவோற்றுமானிகளின் சில வகைகளிலும் மின்மானி யொன்றை இணைக்கும் இந்த முறையானது உபயோகிக்கப்படும்.

ஏழாம் பாகம்

ஓட்டமின்னியல்

அத்தியாயம் 63

எளிய தோற்றப்பாடுகள்—மின்கலங்கள்—மின்சுற்று

§ 578. மின்னிறக்கமொன்று நிகழும்போது அவதானிக்கப்படுந் தோற்றப்பாடுசள்—இதுவரை ஓயவு நிலையிலுள்ள மின்னேற்றங்களினுற் காட்டப்படுந் தோற்றப்பாடுகளைக் கருதினேமேயனறி, ஒரு கடத்தியிலிருந்து மற்றென்றுக்கு மினனேற்றஙகள் இயங்கும்போதுண்டாகுந் தோற்றப்பாடெதனையும நாம் கருதவில்லை. இந்தப் பாகத்திலே மின்னேற்றங்களின் இயக்கத்தினுலுண்டாக்கப்படுந் தோற்றப்பாடுகளை ஆராய்வதே எமது நோக்கமாகும்.

இலேடன்சாடியொன்றுக்கு ஓரளவு பெரிய மின்னேற்றத்தைக் கொடுத்த பின் உட்பூச்சையும் வெளிப்பூச்சையுஞ் சேர்த்திணைத்து மினனிறக்கப்படுமாயின், தொடுக்குங்கம்பியானது பூச்சுக்களிரண்டிறகு மிடையே தொடுப்பை முற்றுக்குவதற்குச் சிறிது முன்பாகவே துலக்கமான பொறி யொன்றுண்டாகும. பொறியின் துலக்கமும் பொறியுண்டாகும்போது காலப்படுங் கூர்மையான ஒலியும பொறியிலே பெருமளவான வெப்பம் பிறப்பிக்கப் படுகினறதெனக் காட்டுகின்றது. எனவே, மின்னிறக்கமானது **வெப்பம் வெளிப்படுதலோடு** சேர்ந்து உடனிகழுகின்றது.

மாப்பொருளினதும் பொற்றுசியமயடைட்டினதுங் கரைசலொனறிற் றேய்க்கப்பட்ட காகிதமொன்றினூடாகப பொறியைச் செல்லவிடலாம். அன்றேல், ஒவ்வொரு பூச்சிேேடும் ஒவ்வொன்ருக இணைக்கபபட்டுள்ள கம்பிகளிரண்டின் முனைகளினிடையே துடைப்பமினனிறகக மொன்றைச் செல்லவிடலாம். மின்னிறக்கப்பாதையிலே காகிததநதைப் பிடித்துககொள்ளல் வேண்டும். காகிதத்திலே நீலக்கறை யொன்றை இது உண்டாக்கும். மின்னிறக்கத்தின் தாக்கத்தினுற் பொற்றுசியமயடைட்டிலிருந்து சுயாதீனமான அயடீனனது வெளிவிடப்பட்டுளளதென இது காட்டுகினறது. எனவே, **இரசாயனப் பிரிகையை** மினனிறக்கமொன்று உண்டாககக்கூடும்.

தையலூசியொன்று செலுத்தப்பட்டுள்ள சிறிய கம்பிச்சுருளொனறைச் சுற்றி மினனிறககமானது செலலவிடப்பட்டால், தையலூசியைக காந்தமாக்கலாம். நுணணிதாய்ச் சமநிலையில் விடபபட்ட திசை காட்டு மூசியொன்றிறகுமேலே, ஊசியினச்சுக்குச் சமாநதரமாகப் பிடிக்கப்பட்ட கம்பியொனறினூடாக மின்னிறக்கமானது செலலவிடப்பட்டால், அவ்வூசியைத் திருப்ப முடியும். மினனிறக்கஞ்சென்ற பின்பு ஊசியானது சிறிது ஆடி முநதிய நிலையிலேயே திருமபவும் ஓய்வு நிலையடையும். இவ்வாறுக, மினனிறக்கமொன்று அந்த மின்னிறக்கம் நிகழும்போது கணிப்புக்குரிய **காந்த விளைவுகளை** உணடாககுகினறது.

மின்னிறக்கமொன்று உயிரிழையங்களினூடாகச் செலுத்தப்படும்போது தசைகளின் தன்னியல்பான சுருககத்தை உணடாக்குகினறது. மினனேற்றிய பித்தளைகுணடொன்றைத் தொட்டு நாமாகவே இதனை உணர

முடியும். அன்றேல், ஆயத்தப்படுத்திய மண்டூகத்தின் காலொன்றினூடாக மின்னிறக்கத்தைச் செலுத்திப் பரிசோதனைமூலம் இதனைக் காட்டலாம். எனவே, உயிரிழையத்தினூடாக மினனிறக்கம் நிகழும்போது **நரம்புவிளைவுகள்** உண்டாக்கப்படுகின்றன.

§ 579. அமுத்தவித்தியாசத்தின் இரசாயன உற்பத்திகள்—தொடுகையமுத்தவித்தியாசம்—ஏறத்தாழ 1790 இலே **கல்வானி** (Galvani) என்பவர், உலோகங்களிரண்டு ஏறத்தாழ எந்த உப்பினதுங் கரைசலினால் வேறாக்கப் பட்டிருக்கும் போது, அவ்வுலோகங்களிரண்டினுக்குமிடையே சிறிய அமுத்த வித்தியாச மொன்று உண்டாக்கப்படுகின்றதெனக் கண்டார்.

இதனைத் தற்செயலாகவே அவர் கண்டுபிடித்தார். ஆயத்தப்படுத்திய மண்டூகத்தின காலொன்று இரும்புக்கொளுக்கியொன்றிலே தொங்கவிடப் பட்டிருந்தது. கொளுக்கியின் கீழே தற்செயலாகச் செப்புத்தட்டொன்றிருந்தது. மண்டூகத்தின் காலானது அதன் நிறையின் காரணமாகப் படிப் படியாக நேராகிக் கடைசியாகச் செப்புத்தகட்டைத் தொட்டது. இது நிகழ்ந்தவுடன் கால் சடுதியாகச் சுருங்கியது. இதன்பின் படிப்படியாக முந்தியதைப்போலவே நீண்டது. காலானது " உயிராயிருந்தமட்டும் ", பாதஞ் செப்புத்தட்டைத் தொட்ட ஒவ்வொருமுறையுஞ் சுருக்கமுண்டானது.

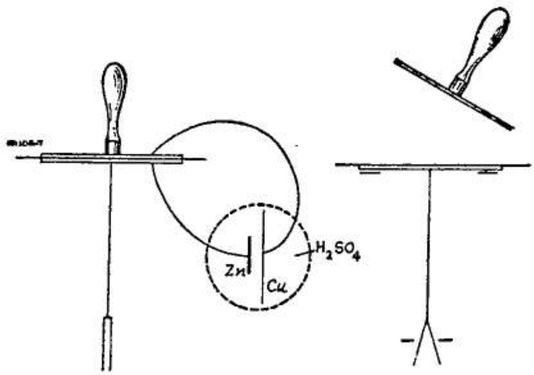
இரும்புக்கொளுக்கியுஞ் செப்புத்தட்டும் வெவ்வேறு அமுத்தத்தில் இருத்தல்கூடுமென இவ்விளைவிலிருந்து **கல்வானி** கருதினார். ஆகவே, வெவ் வேறு நிலைமைகளிலே உலோகத் தட்டுக்களின் மின்னிலைமைகளை இவர் ஆராய்ந்து, ஏறத்தாழ எந்தவுப்பினதுங் கரைசலொன்றிலே வைக்கப்படும் போது எந்தவுலோகங்களிரண்டினுக்குமிடையே சிறிய அமுத்தவித்தியாச மிருக்குமெனக் காட்டினார். இவ்வமுத்த வித்தியாசத்தின் அளவானது உலோகங்களிரண்டினதும், உலோகங்கள் வைக்கப்பட்டுள்ள கரைசலினதும் இயல்பிலே தங்கியுள்ளது.

ஒன்றின்மேலொன்றாக வைக்கப்பட்டுள்ள உலோகத்தட்டுக்க ளிரண்டி னிடையேயும் சிறிதளவு அமுத்தவித்தியாசம் இருக்கின்றதெனக் காட்ட லாம். இவ்வாறு காணும் அமுத்தவித்தியாசமானது தொட்டுக்கொண்டி ருக்கும் உலோகங்களிரண்டினதும் இயல்பைப் பொறுத்ததாகும். இந்த உலோகங்களுக்கிடையேயுள்ள **தொடுகையமுத்த வித்தியாசம்** என இது சொல்லப்படும். அட்டவணையிற் கீழேயுள்ள எந்தவுலோகத்திற்கும் மேலே யுள்ளது நேர்மின்னாயிருக்குமாறு ஓரட்டவணை தயாரிக்கப்படலாம்.

§ 580. உவோற்றாவின் (Volta) கலம்.—கல்வானியோடு சேர்ந்து வேலை செய்த **உவோற்றா** என்பவர் ஐதான சல்பூரிக்கமிலக் கரைசலொன்றிலே தோய்ந்துள்ள செப்புத்தட்டொன்றையும் நாகத்தட்டொன்றையுங்கொண்ட கலமொன்றை அமைத்தார். இவ்வகையான கலமொன்று **எளியகலம்** எனப்படும்.

எளியகலமொன்றின் செப்புத்தட்டுக்கும் நாகத்தட்டுக்குமிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசமானது சாதாரணமின்காட்டியொன்றின் இலைகளிலே எவ்வித விரிவையுமுண்டாக்கப் போதியதன்று. ஆயினும், மின்காட்டிகளின் இக்காலவகைகள் சிலவற்றிலே, இது கணிப்புக்குரிய விரிவை யுண்டாக்கும். ஆயினும, ஒடுக்குமின்காட்டியொன்றை உபயோகித்து அழுத்தவித்தியாசமானது பின்வருமாறு கண்டுபிடிக்கப்படலாம்.

சாதாரணமான பொன்னிலைமின்காட்டியொன்று உபயோகிக்கப்படும். ஓரளவுக்குப் பெரிய தட்டையுடைய மின்காட்டியொன்று விரும்பத்தக்கதாகும். தட்டிலே, அதனை முற்றிலும் மூடியிருக்குமாறு, மெல்லியமைக்காத்தாளொன்று வைக்கப்படும். இந்த மைக்காத்தாளின்மேலே ஏறத்தாழ மின்காட்டித்தட்டின் விட்டத்தையேயுடைய பித்தளைத்தட்டொன்று வைக்கப்படும். வசதிக்காக இத்தட்டினோடு காவலிக்கைபிடியொன்று பொருத்தப்பட்டிருக்கும் (உருவம 451).



உருவம் 451.—எளியகலமொன்றின் தட்டுக்களினிடையேயுள்ள அழுத்தவேறுபாட்டைக்காட்ட உபயோகிக்கபபடும ஒடுககு மினகாட்டி.

இபபோது எளியகலத்தின் செப்புத்தட்டினோடு செப்புக்கம்பியொன்று இணைககப்படும். நாகத்தட்டினோடும் இவ்வகையான கம்பியொன்றுஇணைக்கப்படும். இக்கம்பிகளொனறின் கட்டற்ற முனையானது மைக்காத்தாளின் மேற் கிடக்கும் பித்தளைத்தட்டினோடு இணைக்கப்படும். இததட்டானது கையினாற்றொட்டு புவியினோடிணைக்கப்படும். இதன்பின் மற்றக்கம்பியின் கட்டற்ற முனையானது வற்கனைற்றுத்தண்டொன்றைச்சுற்றி இரண்டொரு முறை முறுக்கிய பின், இத்தண்டினாற் றாங்கப்பட்ட இக்கம்பியானது மின்காட்டித்தட்டைத் தொடுமாறு கணநேரத்திற்குப் பிடிக்கப்படும்.

இதனைச் செய்தவுடன் மின்காட்டியிலைகள் கணிப்புக்குரிய அளவுககு விரியாவாயினும் மேலேயுள்ள பித்தளைத்தட்டை அகற்றியதும் கணிபபுக்குரிய விரிவு அவதானிக்கப்படும்.

செப்புத்தட்டுக்கும் நாகத்தட்டுக்குமிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசமா னது மின்காட்டியில் நேராகப் பிரயோகிக்கப்படும் போது, மின்காட்டியிலை களின் விரிவையுண்டாக்கப் போதியதன்று. ஆயினும், தட்டின் மேலே புவியிணைப்பையுடைய தகடொன்றைவைத்து மின்காட்டியின் கொள்ளளவை அதிகரிக்கச் செய்யின், மின்காட்டிக்குக் கொடுக்கப்படும் மின்னேற்றமானது கணிப்புக்குரிய அளவையுடையதாயிருக்கும். புவியிணைப்பையுடைய தகட்டை யகற்றுவதால், மின்னேற்றத்தை எவ்வகையாகவேனும் மாற்றாது மின்காட் டியின் கொள்ளளவானது அதன நியமப் பெறுமானத்திற்குக் குறைக் கப்படும். இவ்வகையாக மினகாட்டியினழுத்தமானது முந்திய பெறுமா னத்திலும் பலமடங்கு உயர்த்தப்பட இலைகளின் கணிப்புக்குரிய விரிவு போதியளவு பெரிதாகின்றது.

நாகத்தட்டானது மைக்காத்தாளிற்கிடக்கும் பித்தளைத் தட்டினோடு இணைக் கப்பட்டிருக்க, செப்புத்தட்டானது மினகாட்டியோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கும் போதே இப்பரிசோதனை முதலிற செய்யப்படும். இதன்பின்பு மின்னேற் றிய வறகலைறநுத் தண்டொன்றைக் கொண்டு மின்காட்டியானது பரி சோதிக்கப்பட்டால, அது நேர்மினனேற்றத்தைப பெற்றிருக்கக் காணப்படும்.

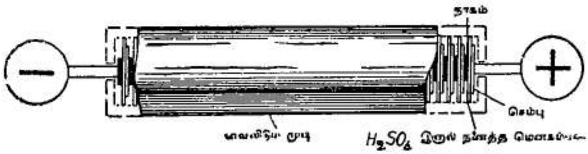
இநதப் பரிசோதனையிலே நாகத்தட்டானது புவியினோடிணைக்கப்பட்டிருத் தலினறு பூச்சியவழுத்தத்திலிருக்கின்றது. எனவே, **நாகத்தட்டானது புவியினோடிணைக்கப்பட்டிருக்கும்போது, செப்புத்தட்டானது நேரழுத்தத் தைப் பெற்றிருக்கும்.**

மைக்காவின் மேலே புவியிணைப்பையுடைய பித்தளைத்தட்டினோடு செப் புத்தட்டானது இணைக்கப்பட்டிருக்க, நாகத்தட்டை மினகாட்டியோடிணைத்துப் பரிசோதனை திருப்பிச் செய்யப்படுமாயின் மின்காட்டியிலுள்ள மின்னேற்ற மானது எதிராயிருக்கக் காணப்படும். எனவே, **செப்புத்தட்டானது புவியி னோடிணைக்கப்பட்டிருக்கும்போது நாகத்தட்டு எதிரழுத்தத்தைக் கொண்ட தாயிருக்கும்.**

இருசந்தர்ப்பங்களிலும் பெறப்பட்ட விரிவுகள் சமவளவுகளைக் கொண்டன. ஆகவே, **தட்டுக்களிரண்டினதும் மெய்யானவழுத்தங்கள் கலத்திற்குப் புறத் தேயுள்ள நிலைமைகளினுற் றீர்மானிக்கப்படுமாயினும், தட்டுக்களிடையே யுள்ள அழுத்தவித்தியாசமானது தட்டுக்களினதும் அவை தோய்ந்திருக் கும் கரைசலினதும் இயல்பினுல்மட்டுந் திர்மானிக்கப்படும்,** என்ற முடி வுக்கு நாம் வரலாம்.

§ 581. **உவோற்றுவினடுக்கு**—முந்திய பந்தியிற் குறிப்பிடப்பட்ட விளை வானது அழுதத வித்தியாசம அதிகமாகக் கொடுக்கக்கூடிய ஆய்கருவி யொன்றை அமைக்க **உவோற்றுவினுல்** உபயோகிககப்பட்டது. இவ்வாய்கருவி **உவோற்றுவினடுக்கு** எனப்படும். எளிய கலங்களின் " ஒரடுக்கு " அமையு மாறு வெவவேறு திரவியங்களின் தொகையான தட்டுக்களை ஒன்றின்மே லொன்ருக வைத்து இது அமைக்கப்பட்டது.

தட்டுக்கள் நாகத்தினாலுஞ் செம்பினாலுஞ் செய்யப்பட்டுள்ளன. இவை சல்பூரிக்கமிலத்தினால் ஈரமாக்கப்பட்ட ஒற்றுத்தாள் அல்லது கம்பளியைப் போன்ற ஏதாவது உறிஞ்சுந் திரவியத்தின் தட்டுக்களினால் வேறாக்கப் பட்டுள்ளன. தட்டுக்களின் ஒழுங்கு பின்வருமாறு :—நாகம், கம்பளி அல்லது ஒற்றுத்தாள், செம்பு, நாகம், கம்பளி, செம்பு, இவற்றைப் போற் பிறவும் (உருவம் 452).



உருவம் 452.—“ஏற்றுங்கோலாக” ஒழுங்குசெய்யப்பட்ட உவோற்றாவினடுக்கு.

தனிமூலகமொன்று நாகம், கம்பளி, செம்பு ஆகிய மூன்று தட்டுக்களைக் கொண்டதாகும். இவை மூன்றுஞ்சேர்ந்து ஒரு தனிக்கலமாகும். இரண்டாவது மூலகத்தின் நாகத்தை முதலாவது மூலகத்தின் செம்பினோடு தொடவிட்டு ஒவ்வொரு கலத்தினதும் நேர்முனைவானது அடுத்த மூலகத்தின் எதிர் முனைவினோடு இணைக்கப்படும். இவ்வகையான நூறு மூலகங்களின் அடுக்கொன்று, தனிக்கலமொன்றினாற் கொடுக்கப்படும் அழுத்த வித்தி யாசத்தின் நூறு மடங்கு அழுத்தவித்தியாசத்தை அதன் முனைகளுக் கிடையே கொடுக்கின்றது. காவலித்திரவியத்தின் காவற்குழாயொன்றைக் கொண்டு முழுவடுக்கும் மூடப்படலாம். வசதிக்காக முனைப்பிலுள்ள மூல கங்களின் வெளித்தட்டுக்களொவ்வொன்றினோடும் பித்தளைக்குண்டொன்று இணைக்கப்பட்டிருக்கும் (உருவத்தைப் பார்க்க).

எந்தக் குறியையுமுடைய மின்னேற்றத்தைப்பெற ஆய்கருவியானது இப் போது உபயோகிக்கப்படலாம். ஆய்கருவியானது சரியாக அமைக்கப்பட்டி ருக்குமாயின் வரையறையற்ற நீண்ட காலத்துக்கு இவ்வகையான மின் னேற்றங்களைக் கொடுத்துக்கொண்டேயிருக்கும். நேர்மின்னேற்றமொன் றைப் பெறவேண்டுமாயின் நாகத்தட்டு முனையினோடிணைக்கப்பட்ட குண்டைக் கையிற் பிடித்துக்கொண்டு, மின்னேற்றப்படவேண்டிய மின்காட்டியோடு அல்லது வேறு ஆய்கருவியினோடு மற்றக்குண்டைத் தொடவைக்க. செப் புத்தட்டினோடிணைக்கப்பட்ட குண்டைக் கையிற்பிடித்துக்கொண்டு, நாகத்தி னோடிணைக்கப்பட்ட குண்டினால் மின்காட்டியைத் தொட்டால் எதிர்மின் னேற்றமொன்று பெறப்படும்.

இவ்வகையாக ஒழுங்குசெய்யப்பட்ட **உவோற்றாவினடுக்கொன்று** சில சம யங்களில் **ஏற்றுங்கோல்** எனப்படும்.

§ 582. **தொடர்ந்த மின்னிறக்கமொன்றை உண்டாக்கல்.**—மின்னிறக்கத்தின் போது நிகழுந் தோற்றப்பாடுகளை வசதியாக ஆராயவேண்டுமாயின், **இலேடன்**சாடியொன்றிலிருந்து பெறப்படும் மின்னிறக்கத்தின் காலமானது ஆகக்குறுகியதாகும். ஆயினும், முன்னரே விவரிக்கப்பட்டதுபோல, இவ் வகையான மின்னிறக்கத்தின் விளைவுகள் இத்தோற்றப்பாடுகளைப்பற்றிய சிறிதளவு அறிவைக்கொடுக்க உதவும் (பந்தி 578).

எளிய கலமொன்றின் தட்டுகளுக்கிடையே **மின்பாய்ச்சலொ**ன்றை நிகழவிடுவோமாயின், இத்தோற்றப்பாடுகளை ஆறுதலாக ஆராயமுடியும். கலத்தினுள்ளே நிகழும் இரசாயனத் தாக்கத்தின் பயனாக, இக்கலத்தின் தட்டுகளுக்கிடையே கணிப்புக்குரிய அழுத்தவித்தியாசம் **நிலைத்திருக்கின்றது.** செப்புக்கம்பித் துண்டொன்றினாற் றட்டுக்களைச் சேர்த்திணைத்து ஒரு தட்டிலிருந்து மற்றதுக்கு மின்னைத் **தொடர்ந்து பாயச் செய்யலாம்.**

இணைக்குங்கம்பியைத் திசைகாட்டுமூசியின் மேலே, ஊசியின் நீளப்பாட்டின் நேரேயிருக்குமாறுவைத்து இதனை எளிதிற் காட்டலாம். இவ் வகையாயுள்ள கம்பியொன்றினூடாக இலேடன் சாடியொன்று மின்னிறக்கப்பட்டபோது நிகழ்ந்ததுபோலவே ஊசியானது ஓய்வு நிலையிலிருந்து திருப்பப்படும். **ஆயினும், இந்தச்சந்தர்ப்பத்திலே, கலத்தின் தட்டுகளிரண்டினோடுங் கம்பியானது இணைக்கப்பட்டிருக்குமட்டும் ஊசியானது திரும்பியபடியேயிருக்கும்.**

இதிலிருந்து, மின்னிறக்கமொன்று கம்பியினூடாகத் தொடர்ந்து செல்லுகின்றதென்றேனும், தொடர்ந்த மின்னோட்டமொன்று கம்பியினூடாகப் பாய்கின்றதென்றேனும், நாம் முடிவு செய்யலாம்.

மின்னோட்டமொன்றைக் கண்டுபிடித்தல்.—ஒரு கம்பியினூடாக மின்னோட்டமொன்று பாயும்போது அக்கம்பியைச் சுற்றியுள்ள வெளியிலே காந்த மண்டலமொன்றிருக்கின்றதென மேலே பெறப்பட்ட விளைவிலிருந்து காண்கின்றோம். **ஆகவே, காந்தவூசியொன்றின் திசையின் நேரே அதன் மேலே கம்பியொன்று பிடிக்கப்படும்போது அவ்வூசி திரும்புமாயின், அக் கம்பியினூடாக மின்னோட்டமொன்று பாய்கின்றதென நாம் முடிவுசெய்யலாம்.**

§ 583. **எளியகலமொன்றின் முனைவாக்கம்.**—செப்புக்கம்பியொன்றை எளிய கலமொன்றின் தட்டுக்களிரண்டினோடுமிணைத்து, அக்கம்பியினொரு பாகத்தைத் திசைகாட்டுமூசியொன்றுக்குச் சமாந்தரமாக வைத்து, ஊசியின் திரும்பற்கோணத்திலிருந்து கம்பியினூடு பாயும் மின்னோட்டத்தின் திறனை மதிப்பிடலாம்.

கலமானது புதிதாக ஆயத்தஞ்செய்யப்பட்டதாயின் முதலிலே ஊசியானது பெரிய கோணத்தினூடு திரும்பும். ஆனால் காலம்போகப்போக இத் திரும்பல் விரைவாகக் குறைந்துவிடும். ஆகவே, கம்பியினூடு பாயும் மின்

னேட்டமானது தொடக்கத்தில் உயர்ந்த பெறுமானத்தையுடையதென் பதும், விரைவாக அதன் திறன் குறையுமென்பதும் வெளிப்படை.

இப்போது செப்புத்தட்டை அகற்றிச் சுத்தப்படுத்தியபின் திரும்பவும் அதனை அமிலத்துக்குள்ளே வைக்க மீண்டுந் தொடக்கத்திலிருந்த உயர்வுப் பெறுமானத்தையே காட்டுமெனினும், முந்தியதைப் போலவே விரைவாக மின்னேட்டத்தின் திறன் குறைகின்றது. மின்னேட்டத்திறனின் இந்த வீழ்ச்சியானது செப்புத்தட்டிலே ஐதரசனின் குமிழிகளுண்டாதலோடு எப் போதுஞ் சம்பந்தப்பட்டுள்ளது. செப்புத் தட்டானது முற்றுகக் குமிழி களினுல் மூடப்பட்டிருக்கும்போது மின்னேட்டமானது மிகக்குறைந்த பெறு மானத்திற்கு விழுந்துவிடும்.

கடைசியாகப்பெறப்பட்ட சிறிதளவான எச்சமின்னேட்டத்திலுங் கூடுத லான மின்னேட்டத்தைக் கொடாது நிறுத்தியவுடன் கலமானது **முனைவாக் கப்பட்டுள்ள**தென்று சொல்லப்படும்.

§ 584. தனிக்கலமொன்றினுள்ளேயுள்ள இரசாயனத்தாக்கம்—இடத் தாக்கம்—சிறிதுநேரத்திற்கு உபயோகத்திலிருந்த எளிய கலமொன்றி லிருந்துபெற்ற கரைசலைப் பரிசோதிக்கும்போது கணிப்புக்குரிய நாகச்சல் பேற்றின் அளவை அது பெற்றிருக்கக் காணப்படும். ஆகவே, நாகமானது அமிலக்கரைசலிலே

$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + 2H$$

என்ற இரசாயனச் சமன்பாட்டிற்கிணங்கக் கரைந்திருக்கவேண்டும்.

இப்போது, பூரணமாகச் சுத்தமான நாகத்தண்டொன்றை ஐதான சல்பூரிக்கமிலமுள்ள கலமொன்றினுள்ளே தனியே வைககப்படும்போது கரையாது. ஆகவே, எளிய கலத்திலே கரைதலின் நிகழ்ச்சியானது மின்னேட்டத்தின் பாய்ச்சலோடு சம்பந்தப்பட்டிருத்தல்வேண்டும்.

தூய செப்புத்தண்டையுந் தூய நாகத்தண்டையுங்கொண்ட கலமொன் றையாக்கி, இதனைப் பரிசோதிக்கலாம். எவ்விதமாகவேனுந் தொடுக்கப் படாது சல்பூரிக்கமிலத்திலே இவற்றைத் தனியாகத் தொங்கவிட்டால் இர சாயனத் தாக்கமெதனையும் அவதானிக்கமுடியாது. கலத்திற்கு வெளியே கம்பியொன்றினுற் றண்டுகளைச் சேர்த்திணைக்கும்போது உடனே இரசா யனத்தாக்கந் தொடங்கும். ஆனுல், மெய்யாகக் கரைவது நாகத்தண்டே யாயினும் **ஐதரசனுனது செப்புத்தண்டிலேயே வெளிவரும்.**

கம்பியிலிருந்து தண்டுகளைக் கழற்றியபின் செப்புத்தண்டை நாகத் தண்டினேடு அமிலககரைசலி**னுள்ளேயே** தொடவிட்டால், உடனே நாகந் திரும்பவுங் கரையத்தொடங்கி, முந்தியதைப்போலவே செம்பிலே ஐதரசன் குமிழிகளுண்டாகின்றன.

இடத்தாக்கம்—ஐதான சல்பூரிக்கமிலத்தில் வைக்கப்படும்போது **அசுத்த மான** நாகம் ஏன் கரைகின்றதென இப்போது பெறப்பட்ட விளைவானது விளக்குகின்றது. நாகத்திற் படிந்துள்ள அசுத்தங்கள் சிறிய " இடத்துக்

குரிய " எளிய கலங்களின் நேர்த்தட்டுகளாகத் தொழிற்படுகின்றன. ஆகவே, அசுத்தத்திற்கும் அதனைச் சூழவுள்ள நாகத்திற்குமிடையே மின்னோட்ட மொன்று உண்டாகின்றது. அசுத்ததிற்கும் நாகத்திற்குமிடையேயுள்ள மின்தாக்கத்தினாலேயே நாகமானது அமிலத்திற் கரைகின்றது. உண்டாக் கப்பட்ட ஐதரசனானது அசுத்தத்தின் மேற்பரப்பிலேயே வெளிவருகின்ற தேயன்றி நாகத்தின் மேற்பரபபிலன்று.

இவ்வகையான "இடத்தாக்கத்தைத் தவிர்க்கவேண்டுமாயின்" மின் கலங்களிலே உபயோகிக்கப்படும் நாகத்தண்டுகள் பெறக்கூடிய அளவுக் குத் தூய்மையாயிருத்தல்வேண்டும். அன்றேல், அசுத்தங்களுக்கும் நாகத் திற்குமிடையேயுள்ள இடத்தாக்கமானது, கலத்திலிருந்து மின்னோட்டம் எடுக்கப்படாத நேரங்களிலுங்கூட நாகத்தைக் கரையச் செய்யும்.

நாகத்தின் மேற்பரப்பிற்கு இரசத்தைப் பூசுவதினால் இடத்திற்குரிய அசுத் தங்களின விளைவு குறைக்கப்படலாம். இவவகையாக உண்டாக்கப்பட்ட இரசக் கலவையானது அசுத்தங்கள் முழுவதையும் மூடி, ஒருசீரான சேர்க்கையின் மேற்பரப்பானது அமிலக்கரைசலின் தாக்கத்திற்குக் கொடுக்கப்படுகின்றது. ஏதாவது பயனைப் பெறவேண்டுமாயின் இந்நிகழ்ச்சியானது காலத்துக்குக் காலம் திருப்பிச் செய்யப்படல் வேண்டும். அன்றேல், நாகங் கரைநது போகச் சிற்றுருண்டைகளாக நாகத்திலே இரசஞ் சேர்கின்றது. இவ்விளைவா னது நயம் பயப்பதற்குப்பதிலாகத் தீங்கையே விளைவிக்கும்.

§ 585. **முனைவழிகருவிகள்**—எளிய கலமொன்றின்முனை வாக்கமானது கலத்தின் **நேர்த்தட்டாய்** அமைந்துள்ள செப்புத்தட்டின் மேற்பரப்பிலிருக் கும் ஐதரசன் குமிழிகளின் படையொன்றுண்டாதலினோடு சம்பந்தப்பட்ட தாகும். இவ் ஐதரசன் படையினது தாக்கமானது இருவகைத்தாம். செம்பை இது ஏறத்தாழ முற்றுகமூடித் தூய பொறிமுறைத்தடையினாற் செம்பை அமிலத்திலிருந்து வேறாக்குவதோடு நாகத்திற்கு எதிரான தட்டா கவும் அது தொழிற்படுகின்றது. பின்னைய இத்தாக்கத்தின் பயனாகத் தொடுக்குங் கம்பியினூடு நாகத்திலிருந்து ஐதரசன்தட்டுக்கு மின்னோட்ட மொன்று பாயமுயலுகின்றது. அதாவது, செம்பிலிருந்து நாகத்துக்குப் பாய்வதன் எதிர்த்திசையிலே மின்னோட்டமொன்று பாய முயலுகின்றது.

ஐதரசன்படை யுண்டாவதைத் தடுக்கும் எந்தபபதார்த்தமும் முனைவாக் கத்திற்குத் தடையாக உதவுமாதலின, **முனைவழிகருவி**யென இது வழங்கப் படும். அதிகஞ் சாதாரணவகைக் கலங்களிலே உபயோகிக்கப்படும் முனைவழி கருவிகள் பின்வரும் பந்தியிலே விவரிக்கப்படும்.

§ 586. **சாதாரணவகைக் கலங்கள்**—"முனைவாக்கக்குறை"களற்ற மின் னோட்டத்தின் இரசாயன உற்பததியொன்றைப் பெறுதற்காக வெவ்வேறு ஆராய்சசியாளரினாற் பலவகையான கலங்கள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. சில சந் தர்ப்பங்களிலே முனைவழிகருவியானது உபயோகிக்கப்படுங் கரைசலிலே கரைக் கபபட்டுள்ளது. வேறு வகைகளிலே முனைவழிகருவியானது, நேர்த்தட்டை

மட்டுஞ் சூழ்ந்துள்ள வேறுன கலமொன்றில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. கலத்தினுள்ள கரைசலிலே முனைவழிகருவியானது சேர்ந்திருக்கும் போது அக்கலமானது **தனிப்பாய்பொருட்கலம்** எனப்படும். முனைவழிகருவியானது நேர்த்தட்டைமட்டும் சூழ்ந்திருக்கின்ற வேறுன கலமொன்றிலுள்ளபோது **இரட்டைப்பாய்பொருட்கலங்கள்** எனப்படும்.

முனைவழிகருவியானது, கலத்தின் எதிர்த்தட்டிலே நேரான தாக்கத்தைக் கொடுக்கக்கூடிய சந்தர்ப்பங்களிலேயே, அதற்கு வேறுன கலத்தை உபயோகிக்க வேண்டிய சந்தர்ப்பம் அவசியமாகின்றது. இவ்வகையான சந்தர்ப்பங்களிலே, தலைக்கரைசலைக் கொண்டுள்ள கலத்தினுள்ளேயே பெரும்பாலும் முனைவழிகருவியைக் கொண்டுள்ள கலமானது இருப்பது வழக்கம். இதன் புறச்சுவர்கள் தலைக்கரைசலைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும். முனைவழிகருவியைக் கொண்டுள்ள கலமானது நுண்டுளையுடையதாய், அதனதுளைகளிற் கரைசல்களிரண்டும் ஒன்றையொன்று தொட்டுக்கொண்டிருக்குமாறிருத்தல்வேண்டும்.

தனிப்பாய்பொருட்கலங்கள்

குரோமிக்கமிலக்கலம்—சாதாரணமான தனிப்பாய்பொருட்கலங்களுள் வலுக்கூடியது குரோமிக்கமிலக் கலமாகும். இதிலே நேர்த்தட்டானது அமுக்கப்பட்ட காபனைக்கொண்டும் எதிர்த்தட்டானது நாகத்தைக்கொண்டுஞ் செய்யப்பட்டுள்ளது. மத்தியிலுள்ள நாகத்தட்டின் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் ஒவ்வொரு காபன்தட்டிருக்குமாறு நேர்த்தட்டானது இரட்டையாயிருப்பது வழக்கம். இந்தக் கலத்தில் உபயோகிக்கப்படுங் கரைசலானது ஓரளவு குரோமிக்கமிலம் (CrO_3) சேர்க்கப்பட்டுள்ள ஐதான சல்பூரிக்கமிலமாகும்.

$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + 2H$$

என்ற சமன்பாட்டிற்கிணங்க நாகமானது சல்பூரிக்கமிலத்திற் கரைகின்றது.

இவ்வாறு வெளிவிடப்பட்ட தோன்றுநிலை ஐதரசனனது காபன்தட்டுக்களிலே வெளிவந்தவுடனே

$$6H + 2CrO_3 + 3H_2SO_4 = 6H_2O + Cr_2(SO_4)_3$$

என்ற சமன்பாட்டிற்கிணங்கக் குரோமிக்கமிலத்தைத் தாழ்த்துகின்றது.

கரைசலிலுள்ள $Cr_2(SO_4)_3$ ஆனது சல்பூரிக்கமிலத்தினதுங் குரோமிக்கமிலத்தினதுஞ் செங்கரைசலைக் காலங்கடந்த பச்சை நிறமுடையதாகச் செய்கின்றது.

இருகுரோமேற்றுக்கலம்—இப்போது விவரிக்கப்பட்ட கலத்திலே உபயோகிக்கப்பட்ட குரோமிக்கமிலத்திற்குப் பதிலாகச் சல்பூரிக்கமிலத்தினேடு பொற்றுசியமிருகுரோமேற்று பெரும்பாலும் உபயோகிக்கப்படும்.

பொற்றுசியமிருகுரோமேற்றிலே சல்பூரிக்கமிலத்தின் தாக்கம் யாதெனின், அதிலிருந்து குறித்த வோரளவு குரோமிக்கமிலத்தை வெளிவிட்டு, பொற்றுசியஞ்சல்பேற்றையாக்குவதேயாம். கட்டற்ற இக்குரோமிக்கமிலமானது மின்னேட்டத்தின் பாய்ச்சலினுல் வெளிவிடப்பட்ட தோன்றுநிலை ஐதரசனை முன்னரே கொடுக்கப்பட்ட சமன்பாட்டிற் கிணங்கத் தாக்குகின்றது.

தொழிற்பாட்டளவிலே குரோமிக்கமிலக்கலமாகும் இக்கலமானது ஏறத்தாழ முன்னரே விவரிக்கப்பட்டுள்ள வகையைப்போன்ற திறனைக் கொண்டதாயுள்ளது. கலமானது சிறிதுகாலத்துக்கு உபயோகிக்கப்பட்டபின்பு குரோம் படிகாரப் பளிங்குகள் ($K_2SO_4.Cr_2(SO_4)_3.24H_2O$) பெருந் தொகையாகக் கரைசலிலிருந்து படிவுவீழ்ச்சியைப் பெறுகின்றதென்பதே இதற்கெதிரான தடையாகும். இக்காரணத்தினால், குரோமிக்க மிலத்திற் றேவைப்படுவதிலும் பார்க்கக் கூடுதலாக அடிக்கடி சுத்தமாக்குதலுந் திருப்பி மின்னேற்றுதலும் இதற்குத் தேவைப்படும்.

பெரிக்குக்குளோரைட்டுக் கலம்—இவ்வகையான கலம் அரிதாகவே காணப்படும். இதன் நேர்த்தட்டு அமுக்கிய காபனைக்கொண்டும் எதிர்த்தட்டு இரும்புத்தாளைக்கொண்டுஞ் செய்யப்பட்டுள்ளது. உபயோகிக்கப்படுங் கரைசலானது பெரிக்குக்குளோரைட்டின் கரைசலாகும்.

கலத்திலுள்ள இரசாயனத் தாக்கமானது

$$Fe + 2FeCl_3 = 3FeCl_2$$

என்பதனாற் குறிக்கப்படும்.

ஐதரசன் வெளிவிடப்படுவதில்லை. ஆயினும், இரும்பானது பெரிக்குக்குளோரைட்டிற் கரைந்து பெரசுக்குளோரைட்டை ஆக்குகின்றது.

இரட்டைப் பாய்பொருட்கலங்கள்

பன்சன்கலம்—ஐதான சல்பூரிக்கமிலத்தினாற் சூழப்பட்ட நாகத்தட்டொன்றையும் வன்மையான நைத்திரிக்கமிலத்தினாற் சூழப்பட்ட காபன்தட்டொன்றையும் இக்கலமானது கொண்டுள்ளது. நைததிரிக்கமிலமானது, சல்பூரிக்கமிலத்தில் நிற்கும் நுண்டுளைக்கலமொன்றிலே கொள்ளப்பட்டுள்ளது. அமிலங்களிரண்டும் நுண்டுளைக் கலத்திலுள்ள துளைகளிலே ஒன்றையொன்று தொடுகின்றன.

கலத்தினூடு மின்னோட்டமொன்று பாயும்போது நாகங்கரைய, காபன் தண்டிலே ஐதரசன் வெளிவிடப்படுகின்றது. இவ்வைதரசனானது நைத்திரிக்கமிலத்தைத் தாழ்த்தி வழக்கமான "கபிலப்புகைகளை" வெளிவிடுகின்றது.

இக்கலமானது மிக்க வலுவுள்ளதாயினும் வெளிவிடப்படுங் கபிலப்புகைகளின் காரணத்தினால் இதன் உபயோகந் தவிர்த்தற்குரியதாகும்.

குரோவுக்கலம்—இக்கலத்தினமைப்பானது **பன்சன்**கலத்தின் அமைப்பைப் போன்றதேயாம். **பன்சன்**கலத்தில் உபயோகிக்கப்படுங் காபன்தண்டிற்குப் பதிலாகப் பிளாற்றினத் தகட்டின் தாளொன்று நேர்த்தட்டாயுபயோகிக்கப்பட்டிருப்பதே இதிலுள்ள வித்தியாசமாகும். **குரோவுக்**கலமொன்றின் தாக்கம் **பன்சன்**கலமொன்றின் தாக்கத்தினோடு சரியாய் ஒத்திருக்கும். இவை சமமான வலுவையுடையன. உபயோகத்திலிருக்கும்போது இரண்டுங் கபிலப் புகைகளைக் காலுகின்றன.

தானியற்கலம் (Daniell)—**தானியற்**கலமொன்றின் நேர்த்தட்டானது அக் கலத்தில் உபயோகிக்கப்படும் கரைசல்களைக் கொள்ளுகின்ற உருளையான வொரு செப்புக்கலமாக அமைந்திருப்பது வழக்கம். செப்புக்கலத்தின் நடு விலே உருளை வடிவான நுண்டுளைக்கலமொன்றுளது. இக்கலத்தினுள்ளே மின்கலத்தின் எதிர்த்தட்டாகத் தொழிற்படும் நாகத்தணடொன்று வைக்கப் பட்டுள்ளது. ஐதான சல்பூரிக்கமிலத்தைக் கொண்டுள்ள நுண்டுளைக்கல மானது செப்புச் சல்பேற்றின் நிரம்பிய கரைசலொன்றினுற் சூழப்பட்டுள்ளது.

கலத்தினூடாக மின்னேட்டமொன்று பாயும்போது செப்புக்கொள்கலத் தின் உட்பரப்பிலே ஐதரசன் வெளிவிடப்படுகின்றது. இவ்வைதரசனனது செப்புச்சல்பேற்றுக் கரைசனுடன்

$$2H + CuSO_4 = H_2SO_4 + Cu$$

என்ற சமன்பாட்டிற்கிணங்கத் தாக்குகின்றது.

இவ்வாறு வெளிவிடப்பட்ட செம்பானது செப்புக்கொள்கலத்தின் உட்பரப் பிலே படிகின்றது.

செப்புச்சல்பேற்றுக் கரைசலின் செறிவை மாறுது வைத்திருப்பதற்காகச் செப்புருளையிலிருந்து கீழ்ப்புறமாக எறியப்பட்டுள்ள சிறிய தட்டொன்றிலே செப்புச்சல்பேற்றுப்பளிங்குகள் வைக்கப்பட்டுள்ளன. கரைசலினுள்ள செப்புச் சல்பேற்று பிரிக்கப்படும் போது கரைசலை நிரம்பியதாய் வைத்திருக்குமாறு இப்பளிங்குகள் கரைகின்றன.

தானியற்கலமானது அதன் தட்டுக்களினிடையே ஏறத்தாழ மாறுவழுத் தவித்தியாசத்தைக் கொடுககின்றது. உபயோகத்திலிருக்கும்போது எவ்வித புகைகளையும் அது காலுவதில்லை. **பன்சன்** கலம் அல்லது குரோமிக்க மிலக்கலம் என்பவற்றிலும்பார்க்க இது மிகக்குறைந்த வலுவையுடைய தாகும்.

இலக்கிளாஞ்சிக்கலம்—இக்கலத்திலே திண்ம முனைவழிகருவியொன்று உபயோகிக்கப்படும். முன்னரே விவரிக்கப்பட்ட இரட்டைப் பாய்பொருட் கலங்களில் உபயோகிக்கப்பட்ட திரவ முனைவழி கருவிகளைப்போலவே இக் கருவியானது தொழிற்படுகின்றது.

மங்கனீசீரொட்சைட்டினதும் கரியினதுங் கலவையொன்றினுற் சூழப் பட்டுள்ள நேர்த்தட்டாகிய அமுக்கப்பட்ட காபனனது நுண்டுளைக்கலமொன் றிலே கொள்ளப்பட்டுள்ளது. இக்கலமானது அமோனியங்குளோரைட்டின் கரைசலொனறிலே ஒய்ந்திருக்கும். இக்கரைசலினுள்ளே நாகத்தண்டொன் றும் வைக்கப்பட்டிருக்கும்.

கலத்திலிருந்து மின்னேட்டமொன்றை எடுக்கும்போதே நாகத்திற்கும் அமோனியங்குளோரைட்டிற்குமிடையே இரசாயனத்தாக்கம் நிகழுகின்றது. அப்போது நிகழுந்தாக்கத்தின் இயல்பானது

$$Zn + 2NH_4Cl = ZnCl_2 + 2NH_3 + 2H$$

என்ற சமன்பாட்டினுற் குறிக்கப்படலாம்.

அமோனியா (NH_3) ஆனது கரைசலினுள்ள நீரிற்கரைய, ஐதரசனனது காபன் தட்டிலே வெளிவிடப்படும். தோன்றுநிலை ஐதரசனனது தட்டைச்

சூழவுள்ள மங்கனீசீரொட்சைட்டைத் தாழ்த்தி மங்கனீசின் குறைந்த வொட்சைட்டொன்று உண்டாக்குகின்றது. இத்தாக்கமானது பெரும்பாலும்

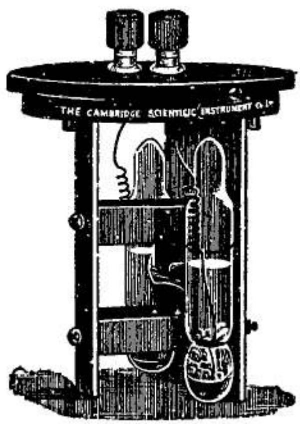
$$4H + 3MnO_2 = Mn_3O_4 + 2H_2O$$

என்ற சமன்பாட்டினாற் குறிக்கப்படலாம்.

மங்கனீசீரொட்சைட்டின் முனைவழிவுத் தொழிற்பாடானது குரோமிக்கமிலத்தைப்போன்ற திரவமுனைவழிகருவியொன்றினதிலும் பார்க்க விரைவுகுறைவாகவேயிருக்கும். ஆகவே, நீண்ட காலத்திற்குத் தொடர்பாய் உபயோகிக்கப்படும்போது இக்கலமானது முனைவாக்க முயலும். ஆயினும், உபயோகியாதிருக்கும்போது கணிப்புக்குரிய "இடத்தாக்கம்" இல்லாததினால் விரைவாகச் சீர்ப்படும். எனவே, மின்மணிகள், சிறிய தொலைபன்னி நிலையங்கள் என்பனவற்றைப்போன்று இடையிடையே செய்யப்படும் வேலைகளுக்கு இது மிகப் பொருத்தமானதாகும்.

இவ்வகைக்கலத்திலே முனைவழிவுத்தொழிற்பாட்டின் விரைவை அதிகரிக்கச் செய்ய முந்தியவமைப்பிற் பல மாற்றங்கள் செய்யப்பட்டுள்ளன. இவையெல்லாம் மேலே குறிப்பிடப்பட்ட வழியிலேயே வேலை செய்கின்றனவாதலின், அவற்றைப்பற்றி நாம் இங்கே ஆராயவேண்டியதில்லை.

ஈரமில்கலம் எனப்படுவது **இலக்கிளாஞ்சிக்** கலத்தின் ஒரு திரிபேயாகும். இதிலே அமோனியங் குளோரைட்டானது மெய்யான கரைசலாயிருப்பதற்குப் பதிலாகப் பசையுருவத்தில் உபயோகிக்கப்படும்.



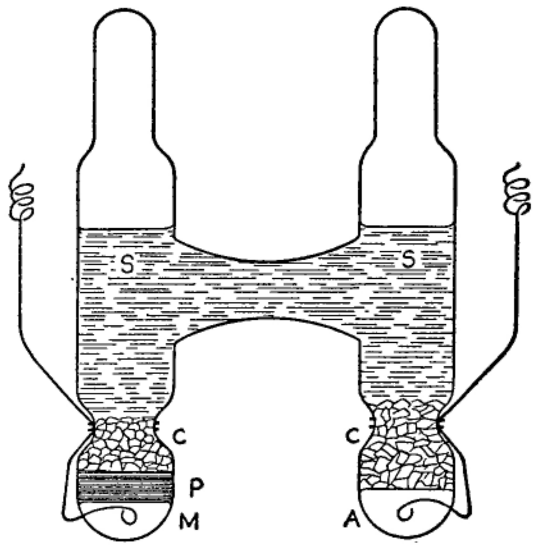
உருவம் 453.—மாறுக்கலமொன்றின் பொதுவுருவம (வெளிமூடி அகற்றப்பட்டுளளது).

§ 587. **மாறுக்கலங்கள்**—தட்டுக்களினிடையே மாறுவழுத்த வித்தியாசத்தையுடைய கலமொன்று மின்னோட்டத்தின் உற்பத்தியாக உபயோகிப்பதற்குத் தேவைப்படாதபோதிலும் சில தேவைகளுக்கு அவசியமானது. மேலே விவரிக்கப்பட்டுள்ள சாதாரண கலங்களிலே இத்தேவைகளுக்கு ஆகப் பொருத்தமானது **தானியற்** கலமேயாம். ஆயினுந் திருத்தங்கூடிய வேலைகளுக்காகக் கீழே விவரிக்கப்பட்டுள்ளவற்றைப் போன்ற விசேடகலங்கள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன.

இலற்றிமகிளாக்கர்க்கலம்—**இலற்றிமகிளாக்கரினால்** அமைக்கப்பட்ட மாறுக்கலமானது H – குழாயொன்றினுருவத்திற் செய்யப்பட்டிருப்பது வழக்கம் (உருவம் 453). இக்குழாயின் ஒரு கிளையிலே இரசாயனமுறைப்படி தூய நாகத்தின் தண்டொன்று வைக்கப்பட்டுள்ளது. தூய நாகச்சல்பேற்றின்

பசையானது இதனைச் சூழ்ந்திருக்கும். அதற்குமேலே அசேதயுப்பின் நிரம்பிய கரைசலொன்றிருக்கும். மற்றக்கிளையினடியிலே இரு முறை வடிகட்டியெடுத்த ஓரளவு தூயவிரசமுண்டு. இதற்குள்ளே பிளாற்றினக் கம்பியொன்றின் முனையானது வைக்கப்பட்டிருக்கும். பிளாற்றினக் கம்பியானது கீழ்முனை இரசமேற்பாபபின் கீழே தோய்ந்துள்ள ஒடுங்கிய கண்ணாடிக்குழாயொன்றினுள்ளே மூடப்பட்டுள்ளது. இக்குழாயானது இரசத்தின் மேற்பரப்பின்மேலுள்ள மேக்குரசுச்சல்பேற்றின் பசையொன்றினூடாக H—குழாயின கிளையினுள்ளே மேற்புறமாகச் செல்லும. இரசமே கலத்தின நேர்த்தட்டாகத் தொழிற்படுகின்றது.

தூயவிரசாயனப் பொருள்களைக்கொண்டு கவனமாகக் கலமானது செய்யப்படுமாயின் இரசத்திற்கும் நாகத்திற்குமிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசமானது 15°C இலே 1·433 உவோற்றுக்களாம். (உவோற்றின் வரைவிலக்கணத்தை 609 ஆம் பந்தியிற்காண்க). அழுத்தவித்தியாசமானது 1°C வெப்பநிலையேற்றத்தின்போது ஏறத்தாழ −0·0011 உவோற்றுக்கள் மாறும்.



உருவம் 454.—உவெத்தன் நியமககலம்.

கடமியக்கலம் அல்லது உவெத்தன் நியமக்கலம்—இலர்றிமக்ளாக்**கரின்** கலமொன்றினது மாறுவியல்பைப்பற்றிச் சில சந்தேகங்கள் எழுந்துள்ளன. அதன பெரிய வெப்பநிலைக் குணகமுங்கூட ஒரு பாரதூரமான குறையாகும். இக்காரணங்களினால் அண்மைக்காலங்களிலே **நியமக்கடமியக்கலம்** அல்லது **உவெத்தன் நியமக்கலம்** அதனிடத்தைப் பெரும்

பாலும் எடுத்துக்கொண்டது. இவ்வகைக்கலமானது 454 ஆம் உருவத் திற் காட்டியுள்ளவாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

கலத்தின் நேர்த்தட்டானது தூயவிரசம் M ஐக்கொண்டதாகும். கட மியத்தினதும் இரசத்தினதும் ஒரு கலவையானது எதிர்த்தட்டு A ஆகத் தொழிற்படும். இரசத்தின் மேற்பரப்பானது மேக்குரசுச்சல்பேற்றின் பசை P இனால் மூடப்பட்டுள்ளது. இதற்குமேலே கடமியஞ்சல்பேற்றின் நிரம்பிய கரைசல் S உளது. H – குழாயின் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் கடமியஞ்சல் பேற்றுப்பளிங்குகள் C ஆணவை வைக்கப்பட்டுக் கடமியஞ்சல்பேற்றுக்கரைச லானது நிரம்பியதாகச் செய்யப்படும்.

நியமக்கடமியக் கலமொன்றினாற் கொடுக்கப்படும் அழுத்தவித்தியாச மானது 15°C இற்கு 1·018 உவோற்றுக்களாகும். 1°C ஏற்றத்திற்குரிய அழுத்தவித்தியாசத்தின் மாற்றம் –0·00004 உவோற்றுக்களுக்குச் சம மாகும்.

§ 588. **சேமிப்புக்கலன்கள்**—பெரும்பாலாக உபயோகிக்கப்படும் கலத்தின் வகையொன்று **சேமிப்புக்கலன்** எனப்படும். இவ்வகைக்கலத்திலே, வேறே தாவது உற்பத்தியிலிருந்து அதனூடாக மின்னோட்டமொன்றைச் செலுத்தித தட்டுக்களில் மின்னேற்றப்படும். இதன்பின் தட்டுக்களின் மின்னிறக்கப் படுமட்டும் மின்னோட்டத்தின் ஓர் உற்பத்தியாக இக்கலமானது உபயோகிக்கப் படலாம். கலமானது கவனமாக உபயோகிக்கப்படுமெனின், மின்னேற்றப் படுவதும் இறக்கப்படுவதுமான இந்நிகழ்ச்சிகள் எத்தனைமுறை வேண்டு மாயினும் திருப்பித்திருப்பிச் செய்யப்படலாம்.

வேறோருற்பத்தியிலிருந்து அதனூடாக மின்னோட்டத்தைச்செலுத்தி, மின்னேற்றியபின்பே மின்னோட்டமொன்றைக் கொடுக்கும் இவ்வகைக்கல மொன்று, முந்திய பந்திகளிலே விவரிக்கப்பட்டுள்ள வகையான **முதற் கலங்**களிலிருந்து வேறுபடுத்துவதற்காகச் சிலசமயங்களிலே **துணைக்கலம்** எனப்படும்.

ஈயச்சேமிப்புக்கலன்—சேமிப்புக்கலனின் மிகச்சாதாரணவகையிலே ஈய வொட்சைட்டாகிய PbOஇன் பசையொனறு பூசப்பட்ட ஈயத்தட்டுக்கள் உப யோகிக்கப்படும். இத்தட்டுக்கள் ஐதான சல்பூரிக்கமிலத்திலே அமிழ்த்தப் பட்டுள்ளன.

ஒருதிசையாற் கலத்தினூடு மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தும்போது மின் னோட்டமானது கலத்தை விட்டுச்செல்லுந் தட்டுக்களிலே ஐதரசனும், அம் மின்னோட்டங் கலத்தினுட்செல்லுந் தட்டுக்களிலே ஒட்சிசனும், வெளி விடப்படுகின்றன. "தோன்றுநிலையில்" வெளிவிடப்படும் இவ்வாயுக்கள் தட்டுக்களிலுள்ள PbO ஐத் தாக்குகின்றன. எதிர்த்தட்டிலுள்ள PbO ஆனது வெளிவிடப்பட்ட ஐதரசனினாற் கடற் பஞ்சுபோன்றவீயமாகத் தாழ்த் தப்படுகின்றது. நேர்த்தட்டிலே PbO ஆனது அங்கு வெளிவிடப்பட்ட ஒட்சிசனினால் ஒட்சியாக்கப்பட்டு ஈயவீரொட்சைட்டாகிய PbO_2 உண்டா

கின்றது. இந்நிகழ்ச்சியானது " தட்டுக்களினமைவு " எனப்படும். இக் காலச் செய்கைமுறைகளிலே எதிர்த்தட்டில் PbO ஐயும், நேர்த்தட்டில் Pb_3O_4 அல்லது சிலநேரங்களில் PbO_2 ஐயும் " பூசி " இவ்வமைவின் வேகம் வளர்க்கப்படுகின்றது.

தட்டுக்கள் அமைக்கப்பட்டு " மின்னேற்றும் " ஓட்டமானது நிறுத்தப் படடதும் கலமானது மின்னோட்டத்தின் ஓர் உற்பத்தியாக இப்போது உபயோகிக்கப்படலாம். PbO_2 பூசிய தட்டானது நேர்த்தட்டாகத் தொழிற் படுகின்றது. எனவே, மின்னிறக்கத்தின்போது இத்தட்டிலிருந்து மின் னோட்டமானது கலத்தைவிட்டு **வெளியேசென்று**, இப்போது கடற்பஞ்சைப் போன்றவீயம் பூசப்பட்டுள்ள மற்றத்தட்டின் வழியாய்க் கலத்தினுள்ளே செல்லுகின்றது. மின்னிறக்கத்தின்போது கலத்தினுள்ளே நிகழும் இர சாயனத்தாக்கமானது, கலத்தி " னமைவின் " போது அல்லது மின்னேற் றத்தின்போது நிகழ்வதற்கு எதிரானதாகும். ஆனல், PbO_2 ஆனது PbO ஆக மாறக்கூடிய அளவுக்கு மின்னிறக்கம் நிகழவிடக்கூடாது.

ஈயச்சேமிப்புக்கலன்களின் செய்கையிற் பிரயோகிக்கப்படும் பொறிமுறை களைப்பற்றியேனும், " சல்பேற்றுக்கம் " அல்லது ஈயச்சல்பேற்றை உண்டாக் கலின் காரணமாயுள்ள கலத்தில் நிகழுந் துணைத்தாக்கங்களைப்பற்றியேனும், இங்கு நாம் எடுத்தாள முடியாது. கவனமாகக் கையாளப்படுமாயின் ஈயச்சேமிப்புக்கலனானது மிக்கவுபயோகமுள்ளதுந் திருபதியானதுமான மினனோட்டத்தின் ஒருற்பத்தியாகுமென மட்டும் இங்கு கூறுதல் போது மானது. மின்னேற்றலும் இறக்கலுங் கலத்தினோடு கொடுக்கப்படுங் குறிப்புக்களுக்கிணங்கச் செய்யப்படல் வேண்டும. அது கொடுப்பதற்கென அமைந்த உயர்வுப் பெறுமானத்தின மின்னோட்டத்திலுங் கூடுதலான மினனோட்டத்தை அதிலிருந்து பெற்றேனும், ஏறத்தாழ 1·8 அல்லது 1·85 உவோற்றுக்களிற்கு அழுத்தவித்தியாசமானது குறைநதபின்பும் மின்னிறக்குவதினாலேனும், மிதமிஞ்சிய சுமையை அதற்குக் கொடுத்தல் கூடாது.

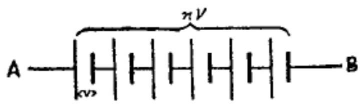
எடிசன் சேமிப்புக்கலன்—அண்மைக்காலங்களிலே நிக்கலையும் உருக்கை யுந் தட்டுக்களாயுள்ள கலமொன்று உபயோகததில் வந்துள்ளது. கலத் தின் நேர்த்தட்டின் பாகமாயமைந்துள்ள மெல்லிய உருக்குத்தாளினால் வெளிமூடியானது செய்யப்பட்டுள்ளது. நேர்த்தட்டின் எஞ்சிய பாகமானது மெல்லிய உருக்கின் நெய்யரியைக் கொண்டதாகும். நெய்யரியின் இடை வெளிகளுக்குள்ளே நுண்ணிய இரும்புப்பொடியின் பசையானது செலுத்தப் பட்டுள்ளது. எதிர்த்தட்டுக்கள் நிக்கற்பரவொட்சைட்டின் பசை செலுத்தப் பட்டுள்ள நிக்கலின் நெய்யரிகளாம். எரிபொற்றசின் 20% கரைசலே கலத்திலுள்ள கரைசலாகும்.

சாதாரணமான ஈயச்சேமிப்புக்கலனினுற் கொடுக்கப்படும் 2 உவோற்றுக் களினோடு ஒப்பிடப்படும்போது, **எடிசன்**கலமொனறின் அழுத்தவித்தியாச மானது ஏறத்தாழ 1 உவோற்றாகும். குறித்தவொரு மின்னேற்றக்

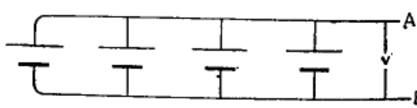
கொள்ளளவிற்கு **எடிசன்**கலமானது ஈயச்சேமிப்புக்கலமொன்றின் நிறை யினது ஏழத்தாழ அரைவாசியாகும். எனவே, குறித்தவொரு சத்திக் கொள்ளளவிற்கு **எடிசன்**மின்கலவடுக்கொன்று சமமான ஈயச்சேமிப்புக் கலவடுக்கொன்றின் நிறைக்கு ஏறத்தாழச் சமமாகும்.

எடிசன்சேமிப்புக்கலமொன்றின் வலிமையே அதன் பிரதானமான நய மாகும். உபயோகத்தின்போது சாதாரணமாயுள்ள கவனக்குறைவின்போது கலங்கள் ஏறத்தாழ அழிவற்றனவாம்.

§ 589. தொடர்நிலையிலுஞ் சமாந்தரநிலையிலுமுள்ள கலங்கள்—பல கலங்களைத் தொடர் நிலையிலிணைக்கும்போது (உருவம் 455) அந்தலைத் தட்டுக்களினிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசமானது தனிக்கலங்களினாற் பிறப்பிக்கப்படும் அழுத்தவித்தியாசங்களின் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமமாகும். எனவே, விளக்கியுள்ள சந்தர்ப்பத்திலே, கலங்களெல்லாம் ஒரே மாதிரியான வையாய் ஒவ்வொன்றும் அழுத்தவித்தியாசம் V ஐ உருவாக்குமாயின் A இற்கும் B இற்குமிடையேயுள்ள n கலங்கள், A இற்கும் B இற்கு மிடையே nV இற்குச் சமமான மொத்த அழுத்தவித்தியாசத்தைக் கொடுக் கின்றன.



உருவம் 455.—தொடர்நிலையில் ஒழுங்கு செய்யப்பட்ட கலங்களினடுக்கு.

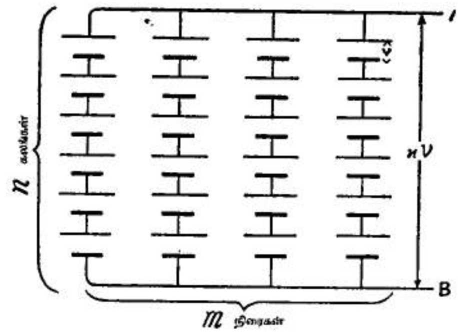


உருவம் 456.—சமாந்தரநிலையில் ஒழுங்குசெய்யப் பட்டுள்ள கலங்கள்.

ஒத்தகலங்கள் பலவற்றைச் சமாந் தரநிலையில் இணைத்தால் (உருவம் 456), தனிக்கலமெதுவுங் கொடுக் கக்கூடியதிலும்பார்க்க மிகப்பெரிய மொத்தமின்னோட்டத்தைப் பெற லாம். எனவே, பழுதடையாது, எந்தக் கலமுங் கொடுக்கக்கூடிய உயர்வுமின்னோட்டம் c ஆயின், காட் டியபடி சமாந்தரநிலையில் இணைக் கப்பட்டுள்ள n கலங்களின் கூட்ட மொன்றிலிருந்து nc அளவான மின்னோட்டமொன்றைப் பெறலாம். உருவத்திலே A, B புள்ளிகளுக் கிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாச மானது கலங்களுளொன்றினாற் பிறப்பிக்கப்படும் அழுத்தவித்தியாசத்திற்கே சமமாகும். இம்மாதிரிச் சமாந்தரநிலையில் இணைக்கப்படுங் கலங்களெல்லாம் ஒருவகையினவாயிருத்தல் வேண்டும். வெவ்வேறு வகைக்கலங்கள் சமாந் தரநிலையில் இணைக்கப்படும்போது கூடியஅழுத்தவித்தியாசத்தைக் கொடுக் குங்கலங்கள் குறைந்தவழுத்திவித்தியாசங்களைக் கொடுப்பனவற்றினூடாகத் தொடர்ந்து மின்னிறக்கிக்கொண்டிருக்கும்.

கலங்களின் கூட்டங்கள்—பாரிய மின்னோட்டந் தேவைப்படும் விசேட சந்தர்ப்பங்களிலும், தனிக்கலமொன்றினாற் கொடுக்கப்படுவதிலும்பார்க்கப்

பெரிதான அழுத்தவித்தியாசங்கள் தேவைப்படும் நேரங்களிலும், பல கலங்கள் ஒத்த வரிசைகளிற் சேர்க்கப்பட்டு அவ்வரிசைகளின் முனைகள் சமாந்தர நிலையில் இணைக்கப்படும் (உருவம் 457).



உருவம் 457.—பெரிய மின்னோட்டத்தையும் அதிகமான அழுத்தவித்தியாசத்தையுங் கொடுக்குமாறு சேர்க்கப்பட்ட கலங்கள்.

ஒவ்வொருநிரையும் *n* கலங்களைக்கொண்ட *m* நிரைகளையுடைய கூட்டமொன்று புள்ளிகள் A இற்கும் B இற்குமிடையே (உருவத்தைப்பார்க்க) *n*V இற்குச் சமமான அழுத்தவித்தியாசத்தைக் கொடுக்கும். இங்கு V என்பது தனிக்கலமொன்றினுற் பிறப்பிக்கப்படும் அழுத்தவித்தியாசமாகும். எந்தத்தனிக்கலத்திலிருந்தும் பழுதின்றி எடுக்கப்படக்கூடிய உயர்வுமின்னோட்டம் *c* ஆயின், கலங்களின் கூட்டத்திலிருந்து எடுக்கப்படக்கூடிய மின்னோட்டம் *mc* ஆகும்.

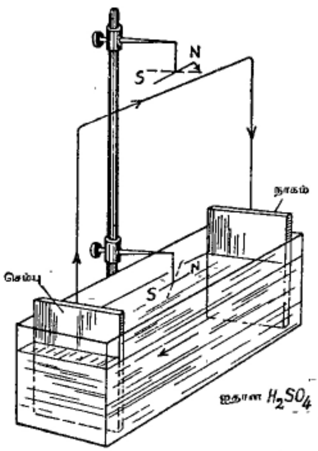
கலங்களைச் சேர்க்கும்போது தனிக்கலன்கள் ஒரே வகையினவாயிருத்தல் வேண்டும்.

§ 590. கலமொன்றினுள்ளேயுள்ள மின்னோட்டம்–கலமொன்றின்வெளியேயுள்ள ஒரு கம்பியைக்கொண்டு அக்கலத்தின் தட்டுக்கள் இணைக்கப்பட்டிருப்பின், நேர்த்தட்டிலிருந்து எதிர்த்தட்டிற்கு நேர்மின்பாய்ச்சலொன்று தொடர்ந்து நிகழுமாயினும், இத்தட்டுக்களின் அழுத்தங்கள் மாருதிருக்கின்றன. இது நிகழவேண்டுமாயின், இணைக்குங்கம்பியின்மூலம் வெளியேறுகின்ற மின்னை வேறேதாவது பாதையிலே நேர்த்தட்டானது திருப்பிப்பெறுதல்வேண்டும். ஆகவே, கலத்தினுள்ளே திரவத்தினூடாக எதிர்த்தட்டிலிருந்து நேர்த்தட்டிற்கு மின்னோட்டமொன்று பாய்தற்குரிய அத்தாட்சியை நாங்காணவேண்டும்.

ஒடுங்கி நீண்ட கலமொன்றை உபயோகித்து அக்கலத்தின் தட்டுக்களை உருவம் 458 இற் காட்டியவாறு வளைக்கப்பட்ட விறைப்பான கம்பியொன்றைக்கொண்டு தொடுத்து இதனைச்செய்யலாம்.

பொருத்தமான தாங்கியொன்றிலிருந்து திசைகாட்டூசிகளிரண்டு தொங்கவிடப்பட்டுள்ளன. இவற்றுளொன்று கம்பியின் கிடையான பாகத்தின் மேலும், மற்றது கலத்திலுள்ள திரவத்தின்மேலும் இருத்தல்வேண்டும். தட்டுக்களைத் திரவத்திலே தோயவிடமுன்பு, இணைக்குங்கம்பியின் கிடையான பாகமானது திசைகாட்டூசிகளின் காந்தவச்சுக்களுக்குச் சமாந்தரமாயிருக்குமாறு ஆய்கருவிமுழுவதுஞ் சுழற்றப்படும்.

தட்டுக்கள் திரவத்திலே வைக்கப்படும்போது திசைகாட்டூசிகளிரண்டுந் திரும்புமாயினும், இத்திரும்பல்கள் ஒன்றுக்கொன்று **எதிர்த்திசை**யிலிருக்கும். திரவத்தினூடுங் கம்பியினூடும் மின்னோட்டமொன்று பாய்கின்றதென்று இதிலிருந்து நாம் முடிவு செய்யலாம். அன்றியும், மின்னோட்டங்களிரண்டினலும் ஊசிகள் எதிர்த்திசைகளிலே திருப்பப்பட்டதினல் மின்னோட்டங்கள் இரண்டினதுந் திசைகள் ஒன்றுக்கொன்று எதிராயிருத்தல் வேண்டும்.



உருவம 458.—கலத்தினுளளே யுள்ள மினனோட்டமானது வெளியே யுள்ள மினனோட்டத்தின் எதிர்த்திசையிற்பாயும்.

ஆகவே, **தட்டுகளிரண்டையுஞ் சேர்த்திணைக்கின்ற கம்பியொன்றினூடாக மின்னோட்டமொன்று பாயும்போதெல்லாம், எதிர்த் தட்டிலிருந்து நேர்த்தட்டிற்குக் கலத்தினுள்ளேயும் மின்னோட்டமொன்று பாயும்** எனக் காண்கினறேம.

§ 591. **கலமொன்றின் மின்னியக்கவிசை**—கலத்திலுள்ள திரவத்தினூடாக எதிர்த்தட்டிலிருந்து நேர்த்தட்டிற்குப் பாயும் மின்னோட்டமானது இத்தட்டுக்களினிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசத்திற் **கெதிராகப்** பாய்கின்றதென்பது வெளிப்படை. ஆகவே, கலத்திலுள்ள இரசாயனத்தாக்கமானது கரைசலினூடாக நாகத்தட்டிலிருந்து நேர்த்தட்டிற்கு நேர்மின்னை இயக்கக்கூடுமென நாங்கருதல் வேண்டும். அதாவது, **இரசாயனத்தாக்கத்தின் பயனுகக் கலமானது மின்னியக்கவிசையொன்றைச் செலுத்துகின்றது** எனக் கருதல் வேண்டும். கலத்தினுள்ளே எதிர்த்தட்டிலிருந்து நேர்த்தட்டிற்கு நேர்மின்னைச் செலுத்துமாறு இம்மின்னியக்கவிசையானது தொழிற்படுகின்றது. ஆகவே, இத்தட்டுக்களிரண்டினுக்குமிடையேயுள்ள அழுத்தவிததியாசததிற்கு இது சமமாயாதல் இருத்தல் வேண்டும்.

இப்பிரச்சினையானது 635 ஆம் பந்தியிலே கூடிய விரிவாக விவாதிக்கப்படும்.

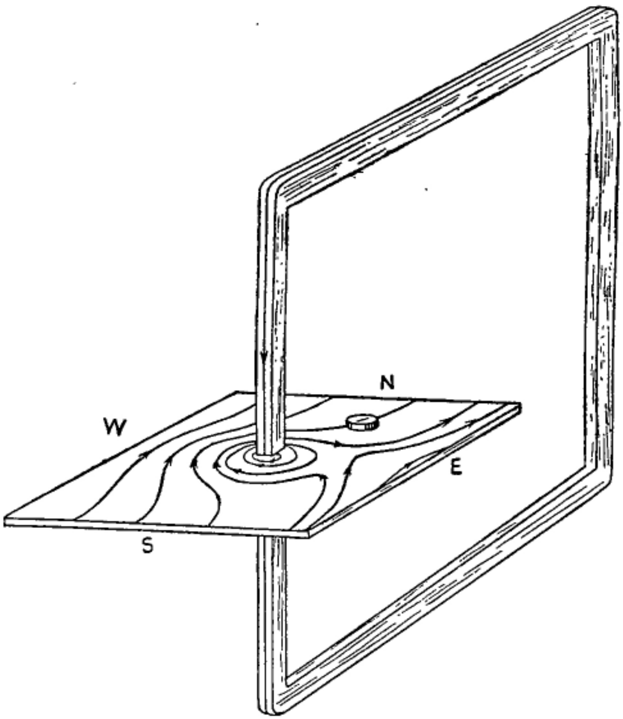
§ 592. **மின்சுற்று**—கலமொன்றின் எதிர்த்தட்டிலிருந்து நேர்த்தட்டிற்கு அக்கலத்திலுள்ள திரவத்தினூடாகப் பாயும் மின்னேட்டமானது, வெளியிலுள்ள இணைக்குங்கம்பியினூடாக நேர்த்தட்டிலிருந்து எதிர்த்தட்டிற்குப் பாயும் மின்னேட்டத்திற்குச் சமமாயிருத்தல்வேண்டும். இவ்வாறில்லா விட்டால் ஒரு தட்டிலேனும் இரண்டு தட்டுகளிலேனும் நிலையான சேமிப்பு நிகழ, அவற்றினழுத்தங்கள் மாறிலிகளாயிரா.

நேர்த்தட்டைவிட்டு இணைக்குங்கம்பியினூடாக எதிர்த்தட்டிற்குச்செல்லும் நேர்மின்னேற்றமானது கலத்திலுள்ள திரவத்தினூடாக எதிர்த்தட்டிலிருந்து நேர்த்தட்டிற்குத் திரும்புதல் வேண்டும். **ஆகவே, மின்னானது அதன் பாதையின் ஒவ்வொரு பாகத்தையும் ஒருமுறை கடந்தபின் அதனுற்பத்திக்குத் திரும்புகின்றதாதலின் ஒரு முழுச்சுற்றில் இயங்குகின்றது. மின்னேட்டமானது சுற்றிலுள்ள எல்லாப்புள்ளிகளிலும் ஒரு சீரான பெறுமானமொன்றைக் கொண்டதாயிருத்தல்வேண்டும்.**

அத்தியாயம் 64

மின்னோட்டமொன்றின் காந்தத்தாக்கம்

§593. மின்னோட்டமொன்றைக் காவுகின்ற கடத்தியொன்றைச் சூழவுள்ள காந்தமண்டலம்—*நீண்ட நேரான கடத்தியொன்றினூடாகப்பாயும் மின்னோட்டமொன்றின் பயனுன காந்தமண்டலமானது* 459 *ஆம் உருவத்திற் காட்டிய ஆய்கருவியைக்கொண்டு வசதியாய் ஆராயப்படலாம்.*



உருவம். 459—*புவிமண்டலத்திலே நிலைக்குத்தான மின்னோட்டமொன்றைச் சூழவுள்ள காந்தமண்டலம்.*

செப்புக்கம்பியின் சில சுற்றுக்கள் சுற்றப்பட்டுள்ள செவ்வக மரச்சட்டமொன்றை இவ்வாய்கருவி கொண்டதாகும். சட்டத்தின் ஒரு பக்கத்தின் மத்தியிலே தட்டையான பலகையொன்று பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இத்தட்டின் தளமானது அது பொருத்தப்பட்டுள்ள பக்கத்திற்குச் செங்குத்தாயிருத்தல்வேண்டும். நிலைக்குத்தான தளத்திலே சட்டமானது வைக்கப்படும்போது, இப்பலகையானது நிலைக்குத்தான கடத்தியொன்றைச் சுற்றிக் கிடையாகப் பரந்துள்ளது. ஆகவே மின்னோட்டமொன்றைக் காவுகின்ற

கடத்தியொன்றிற்குச் செங்குத்தான ஒரு தளத்திலுள்ள காந்தமண்டல மானது பலகையோடிணைக்கப்பட்டுள்ள காகிதத்தாளொன்றிற் குறிக்கப் படலாம்.

இந்தவகையாகப் பெறப்படும் மெய்யான மண்டலமானது, நிலைக்குத் தான மின்னோட்டத்தின் பயனான மண்டலத்தைப் புவிமண்டலத்தின் கிடைக்கூற்றிேைடு மேற்பொருத்திப் பெற்றதாகும். சட்டத்தின் மற்ற மூன்று பக்கங்களிலும் பாயும் மின்னோட்டமும் ஓரளவுக்கு இம்மண் டலத்தைப் பாதிக்கும். ஆயினுஞ் சட்டத்தைப்போதியளவு பெரிதாக்கிப் பலகையினால் மூடப்பட்ட பரப்பிலே இம்மூன்று பக்கங்களினதும் பயனான காந்த மண்டலத்தை நிராகரிக்கக்கூடிய செறிவுடையதாக்கலாம். இவ்வா றாக, இங்கு பெறப்பட்ட மண்டலமானது புவியின் கிடையான மண்டலத்தி னோடு நிலைக்குத்தான நீண்ட கடத்தியொன்றிற் பாயும் மின்னோட்டத்தின் பயனானதெனக் கருதப்படலாம்.

இச் சேர்ந்த மண்டலத்தின் அமைப்பானது உருவத்திற் காட்டப்பட்டுள்ளது. கம்பியை அடுத்துள்ளவிடங்களிலே விசைக்கோடுகள் ஏறத்தாழ வட்டமா யுள்ளன. ஆனால், விசைக்கோடுகளைக் கம்பியிலிருந்து தூரத்தூரக் குறிக்கும்போது வட்டங்கள் கூடக்கூடத் திரிவடைவதைக் காணலாம். கடை சியாகக் கம்பியைச்சுற்றி இக் கோடுகள் மூடிய வளைகோடுகளாயில்லாது வருமட்டும் இவ்வாறு திரிவடைகின்றன. புவியின கிடையான மண்டலத் தின் பயனாகவும், கம்பியிலிருந்து தூரம் அதிகரிக்கப்பட மண்டலத்தின் பயனான மின்னோட்டமானது உறுதியாகக் குறைந்துகொண்டு போகின்ற காரணத்தினாலும் இத்திரிவு உண்டாகின்றது.

கம்பியிலே மின்னோட்டமானது **கீழ்னோக்கிப்** பாயும்போது விசைக்கோடுகள் கம்பியைச்சுற்றி **மேலேயிருந்து பார்க்கையில் வலஞ்சுழியாகச்** சுற்று வதை அவதானிக்கலாம். இவ்வாறாக, கம்பியின் நேர்மேற்கேயுள்ள புள்ளிகளிலே மின்னோட்டத்தின் பயனான மண்டலமானது புவிமண்டலத் தின் திசையிலேயேயிருக்கும். அன்றியும், இப்பாகத்திலுள்ள விசைக் கோடுகள் மற்றெப்பாகத்திலுள்ளவற்றிலும்பார்க்க நெருக்கமாகவுமிருக் கும். கம்பிக்குக் கிழக்கேயுள்ள புள்ளிகளிலே மின்னோட்டத்தின் பயனான மண்டலமானது புவிமண்டலத்தின் எதிர்த்திசையிலிருக்கும். ஆகவே, கம்பியிலிருந்து கிழக்குப்புறமாக வரையப்படுங் கோடொன்றின்நேரே விசைக்கோடுகள் அகன்று வேறுக்கப்பட்டிருப்பதோடு இக்கோட்டினுள்ள ஏதாவதொரு புள்ளியிலே நடுநிலைப்புள்ளியொன்றுங்காணப்படும்.

மின்னோட்டமானது கம்பியிலே **மேனோக்கிப்** பாயும்போது விசைக்கோடுகள் **மேலேயிருந்து பார்க்கையில் இடஞ்சுழியாகச்** சுற்றுகின்றன. இப்போது மண்டலமானது கம்பியிலிருந்து கிழக்குப்புறமாக வரையப்பட்டுள்ள கோ டொன்றின்நேரே செறிவுகூடியிருப்பதோடு, கம்பிக்கு நேர்மேற்கே நடுநிலைப்புள்ளியொன்று காணப்படும்.

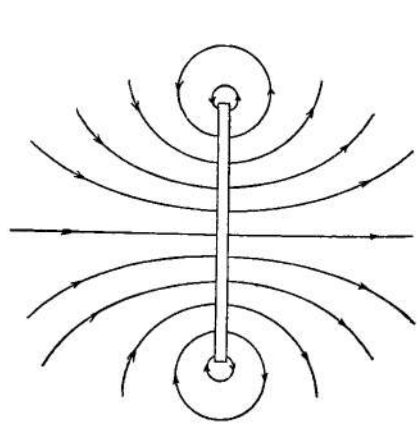
ஆகவே, நீண்டு நேராயுள்ள மின்னேட்டமொன்றின் பயனுன காந்த விசைக்கோடுகள் மின்னேட்டத்தைக் காவுகின்ற கம்பியை மையமாய்க் கொண்ட ஒரு தொடரான வட்டங்களாகும். இவ்வட்டங்களின் தளங்கள் மின்னேட்டத்தின் திசைக்குச் செங்குத்தாயுள்ளன. மின்னேட்டம் பாய் கின்ற திசையின்நேரே பார்க்குங் கண்ணுக்கு விசைக்கோடுகள் மின்னேட் டத்தை வலஞ்சுழியாகச் சுற்றக் காணப்படுகின்றன.

§ 594. அம்பியரின் விதியும் மாட்சுவெல்லின் விதியும்.—*மின்னேட்ட மொன்றின் திசைக்கும் அதனுலுண்டாக்கப்படுங் காந்தமண்டலங்களின் திசைக்குமிடையேயுள்ள தொடர்பானது* **அம்பியரினுலும் மாட்சுவெல்லி னுலும்** *பின்வருமாறு பொதுவாகக் கூறப்பட்டது.*

அம்பியரின் விதி—அவதானிப்பவர் தனது முகத்தைத் திசைகாட்டு மூசியொன்றைநோக்கி வைத்துக்கொண்டு மின்னேட்டம்பாயுந் திசையிலே கடத்தியில் நீந்துகின்றுரெனக் கற்பனைசெய்துகொள்ளல்வேண்டும். அப் போது ஊசியின் வடமுனையானது நீந்துபவரின் இடக்கையை நோக்கித் திரும்பும்.

மாட்சுவெல்லின் விதி—அவதானிப்பவர் சாதாரணத் தக்கைத்திருகாணி யொன்றை மின்னேட்டம் பாயுந்திசையிலேயே கடத்தியின்நேராக அதன் முனைசெல்லுமாறு திருகுகின்றுரெனக் கற்பனைசெய்து கொள்ளல்வேண் டும். அப்போது காந்தவிசைக்கோடுகள் தக்கைத்திருகாணி திருகப்படுந் திசையிலேயே கடத்தியைச் சுற்றும்.

§ 595. மூடிய எந்தச்சுற்றிலும் பாய்கின்ற மின்னேட்டத்தின் பய னுன காந்தமண்டலம்—சமவ லுக்காந்தவோடு—*மூடிய எந்தச் சுற்றினூடாகவும் பாய்கின்ற மின் னேட்டமொன்று உண்டாக்குங் காந்த மண்டலமானது, ஒவ் வொன்றுஞ் சுற்றை ஒரு முறை "கோத்துள்ள" விசைக்கோடுக ளைக் கொண்டதாகும். விசைக் கோடுகளும் மூடிய வளைகோடுக ளேயாம். மினனேட்டத்தைககா வுகின்ற கடத்தியை ஒவ்வொன் றும் முற்றுகச் சுற்றிச்செல்கின்ற சங்கிலிக் குண்டுகள் அல்லது "தடங்களின் தொடர்" ஒன்றை இவை ஒத்தன (உரு. 460).*



உருவம் 460.—*மினனேட்டச்சுற்றென்று அல்லது அதன் சமவலுககாநதவோட்டின் பயனுன விசைக் கோடுகள்.*

மின்னோட்டமொன்று பாய்கின்ற வட்டக்கம்பிச்சுருளொன்றின் பயனுன காந்தமண்டலத்தைக் குறித்து இதனை எளிதிற்காட்டலாம். சுருளானது மரவளையமொன்றிலே சுற்றப்பட்டிருக்குமாயின், சுருளினூடாகவும் வெளியிலும் கோடுகள் வரையப்படலாம். அப்போது, விசைக்கோடொவ்வொன்றும் சுருளினூடாக ஒருமுறை இணைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு மூடிய வளைகோடாகக் காணப்படும். அத்துடன் விசைக்கோடொவ்வொன்றினதுந் தளமானது சுருளின் தளத்திற்குச் செங்குத்தாயுமிருக்கும்.

ஆகவே, மூடிய சுற்றொன்றிற் பாய்கின்ற மின்னோட்டமொன்றின் பயனுன காந்தமண்டலமானது, மின்னோட்டம் பாய்கின்ற சுற்றினோடு விளிம்பு அல்லது சமநிலைக்கோடு பொருந்தியுள்ள காந்தவோட்டினுலுண்டாக்கப் படும் மண்டலத்தினோடொத்ததாகும். காந்தவோட்டின் பயனுன "விசைக் கோடுகள்" ஓட்டினூடாகத் "தென்" முகத்திலிருந்து "வட" முகத்திற்குச் செல்லுகையிற் காந்தத் திரவியமொன்றினூடாகச் செல்லவேண்டு மென்பதனுல், இரண்டு மண்டலங்களும் ஓரளவுக்கு வித்தியாசப்படுகின்றன. ஆயினும், ஓட்டிற்கு வெளியேயுள்ள புள்ளிகளிலெல்லாம் மண்டலங்களிரண்டுந் திருத்தமா யொத்தனவாயுள்ளன. காந்தவோடானது பொருத்தமான திறனையுடையதாயின், ஓட்டிற்கு வெளியிலே ஒத்துளள புள்ளிகளிலெல்லாம் மண்டலங்களிரண்டினதுஞ் செறிவுகள் சரிசமமாயுள்ளன.

காந்தச்செறிவுக்குப்பதிலாகக் காந்தத்தூண்டலைக் கருதுவோமாயின், எந்தப் புள்ளியிலும் மினனோட்டச்சுற்றின் பயனுன தூண்டலானது அதே புள்ளியிற் காந்தவோட்டின் பயனுன தூண்டலுக்குச் சரிசமமாயிருககும்.

இப்படியாக, எந்த மின்னோட்டச்சுறறிற்கும், **சமவலுக்காந்தவோடொன்றை எதாவது புள்ளியிலுள்ள காந்தத்தூண்டலானது மின்னோட்டச்சுற்றின் பயனுன மண்டலத்திலே அதே புள்ளியிலுள்ள தூண்டலுக்குச் சரிசமமாயிருக்கக்கூடிய மண்டலமொன்றையுண்டாக்கக்கூடியவாறு** தெரிந்துகொள்ளலாம். **இவ்வோட்டின் கோடானது சுற்றின் வளைகோடாகவேயிருக்கும். ஓட்டின் திறனுனது சுற்றினூடு பாயும் மின்னோட்டத்திறனினுற்றீர்மானிக்கப்படும்.**

§ 596. மின்னோட்டவலகின் வரைவிலக்கணம்.—மின்னோட்டச்சுற்றொன்றினதும் சமவலுக்காந்தவோட்டினதும் காநதமண்டலங்களின் சர்வசமத்துவவியல்பானது, மின்னோட்டமுண்டாக்கும் காந்தமண்டலத்தின் சார்பிலே மின்னோட்டத்தின் அலகொன்றை வரையறுக்க உதவுகின்றது. மின்னோட்டத்திறனின் முந்திய வரைவிலககணததிலே மின்னோட்டமொனறின் திறனுனது சமவலுக்காந்தவோட்டின் திறனினது சார்பிலே நேராகவரையறுக்கப்பட்டது. இவ்வரைவிலக்கணம் பின்வருமாறு கூறப்படலாம்:

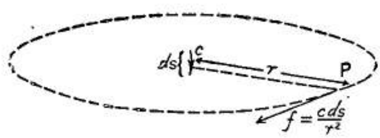
சமவலுக்காந்தவோட்டின் சார்புபற்றிய மின்னோட்டத்திறன்—சுற்றொன்றினூடு பாயும் மின்னோட்டமானது மின்னோட்டச்சுற்றினோடு சமவலுவை

யுடைய காந்தவோட்டின் திறனுக்கு எண்ணளவிற் சமமாகும். ஆகவே, சமவலுக்காந்தவோட்டின் திறனானது ϕ இற்குச் சமமாயின், சுற்றினூடாகப் பாய்கின்ற மின்னோட்டம் c ஆனது

$c = \phi$ என வரையறுக்கப்படும்.

மின்னோட்டத்திறனின் இவ்வரைவிலக்கணமானது **மின்னோட்டத்தின் மின் காந்தவலகைச்** சந்தேகமற வரையறுக்கின்றது.

இப்போது கொடுக்கப்பட்ட வரைவிலக்கணத்திலிருந்து எளிமைகூடியவரைவிலக்கணங்கள் பலவற்றை அனுமானிக்கலாம். இவ்வரைவிலக்கணங்கள், வரையறையான உருவத்தையுடைய கடத்தியொன்றிலே மின்னோட்டமானது பாயும்போது, சிறப்பான ஏதாவது புள்ளியில் அது உண்டாக்குங் காந்தமண்டலத்தின் பெயரில், மின்னோட்டத்தைப் பொதுவாக வரையறுக்கின்றன. மேலேயுள்ள அடிப்படையான வரைவிலக்கணத்திலிருந்து, இவற்றைப் பெறுதற்குரிய கணிதவியல்மாற்றங்களைப்பற்றி இங்கு கூறவேண்டிய தேவையில்லை. எளிமை கூடிய இவ்வரைவிலக்கணங்களில் அதிகம் முக்கியமானவை கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.



உருவம் 461.—குறுகிய மின்னோட்ட மூலகமொன்றின் பயனுன மண்டலம்.

குறுகிய மின்னோட்டமூலகமொன்றின் பயனுன மண்டலம்.—மின்னோட்டத்தின் குறுகிய மூலகமொன்றிற்குச் செங்குத்தான ஒரு தளத்திலுள்ள காந்தமண்டலமானது, மூலகத்தின் அச்சைச்சுற்றி வரையப்பட்ட வட்டமான விசைக்கோடுகளைக் கொண்டதாகும். மூலகத்திற்குச் செங்குத்தாக அதன் மத்தியபுள்ளியினூடாகச் செல்லுந் தளத்திலுள்ள ஒரு புள்ளி P இலே (உருவம் 461) காந்தமண்டலத்தின் செறிவானது

$$f = \frac{cds}{r^2}$$

என்பதனுற் கொடுக்கப்படும். இங்கு, ds என்பது மூலகத்தின் நீளமாகவும், r என்பது மூலகத்திலிருந்து புள்ளி P இன் தூரமாகவும் இருக்கின்றன.

குறிப்பு.—P ஐ மூலகத்தினேடு இணைக்குங்கோடானது மூலகத்தினேடு கோணம் θ ஐ ஆக்குமாறு அப்புள்ளி P ஆனது தெரியப்படுமாயின், P இலுள்ள செறிவானது

$$f = \frac{cds}{r^2} \text{ சைன் } \theta$$ என்பதனுற் கொடுக்கப்படும்.

வட்டமின்னோட்டமொன்றின் பயனுன மண்டலம்.—நீளம் l ஐயும் ஆரை r ஐயுமுடைய வட்டவில்லொன்றின் மையத்திலுள்ள மண்டலம், இவ்வில்

லானது பிரிக்கப்பட்டிருப்பதாகக் கருதப்படும் பல்வேறு குறுகிய மூலகங்களினுலுண்டாக்கப்படும் மண்டலங்களின் சேர்க்கையெனக் கருதப்படலாம் (உருவம் 462). ஒவ்வொரு மூலகமும் வட்டவில்லின் அச்சின் நேரே தாக்குகின்ற மண்டலமொன்றை உண்டாக்குகின்றது. வில்லின் மையத்திலுள்ள முழு மண்டலமாகிய F ஆனது

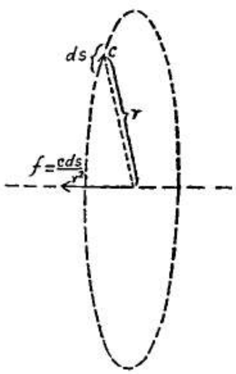
$$\mathbf{F}=\Sigma\frac{cds}{r^2}$$

என்பதனுற் கொடுக்கப்படும். அதாவது,

$$\mathbf{F}=\frac{c}{r^2}\,\Sigma ds.$$

இப்போது, $\Sigma ds = l,$

எனவே, $\mathbf{F}=\frac{cl}{r^2}$ ஆகும்.



உருவம் 462.—மின்னோட்டத்தின் குறுகிய மூலகமொன்றின் பயனுன வட்ட மின்னோட்டத்தின் மையத்திலுள்ள மண்டலம்.

ஆகவே, 1 ச.மீ. ஆரையையுடைய வில்லாக வளைக்கப்பட்ட 1 ச.மீ. கம்பியினூடு பாய்கின்ற மின்னோட்டவலகானது, வில்லின் மையத்திலே ஒரு அலகு செறிவான காந்தமண்டலமொன்றை உண்டாக்குகின்றது.

§ 597. முனையலகொன்று மின்னோட்டமொன்றைச் சூழவுள்ள மூடிய பாதையைச்சுற்றி ஒருமுறை செல்லும்போது செய்யப்படும் வேலை.— மின்னோட்டமொன்று பாயும் எந்தக்கடத்தியும் மூடிய மின்சுற்றொன்றின் பாகமாகவமையுமென 592 ஆம் பந்தியிற் கண்டோம். ஆகவே, மின்னோட்ட மொன்று பாயுங் கடத்தியொன்றைச்சுற்றி காந்தமுனையலகொன்று ஒரு முறை கொண்டு செல்லப்படுமாயின், முனை செல்லுகின்ற பாதையானது மின்சுற்றை ஒருமுறை "கோக்க" வேண்டும்.

இப்போது, சுற்றின் காந்தமண்டலமானது காந்தவோட்டுப் பதார்த்தத்திற்கு வெளியேயுள்ள புள்ளிகள் கருதப்படுமிடத்துக் காந்தவோட்டின் மண்டலத்திற்குச் சர்வசமமாகும். ஆகவே, முனையலகை அதன் மூடிய பாதையிற் கொண்டுசெல்லும்போது செய்யப்படும் வேலையானது, ஓட்டின் விளிம்பைச்சுற்றிச் செல்லுகின்ற பாதையொன்றின்நேரே காந்தவோட்டின் ஒரு முகத்திலிருந்து மற்றதுக்கு, அதே முனையைக் கொண்டுசெல்லும் போது செய்யப்படும் வேலைக்குச் சமமாகும்.

ஓட்டின் திறன் ϕ ஆயின் (பந்தி 490), காந்தவோடொன்றின் எதிர்ப்பக்கங்களிலே நுண்ணிதாயருகிலுள்ள புள்ளிகளிரண்டினிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசமானது $4\pi\phi$ இற்குச் சமமாகும். இக்காரணத்தினுல் ஓட்டின் ஒருமுகத்திலிருந்து மற்றதற்கு முனையைக்கொண்டுசெல்லும்போது செய்

யப்படும் வேலையானது $4\pi\phi$ எக்குகளுக்குச் சமமாகும். ஆனால், ஒடானது மின்னோட்டச்சுற்றினோடு காந்தச்சமவலுவுடையதாதலின், மின்னோட்டம் பாய்கின்ற கடத்தியைச்சுற்றி முனைவலகானது ஒருமுறை கொண்டுசெல்லப்படும்போது செய்யப்படும் வேலையும் இதுவேயாகும். வரைவிலக்கணத்தின்படி

$$c = \phi$$

ஆதலின்,

திறன் c ஐயுடைய மின்னோட்டமொன்றைச்சுற்றி ஒருமுறை முனையலகொன்றைக் கொண்டுசெல்லும்போது செய்யப்படும் வேலை $= 4\pi c$ **எக்குகள்,**

எனப் பெறுகின்றோம்.

காந்தவோட்டின் வகையிலே முனையானது ஓட்டினூடாகச் செல்லாததினால், அது முற்றிலும் மூடிய பாதையிற் செல்வதில்லை. ஆயினும், ஒடானது நுண்ணளவு மெல்லியதாய்க் கருதப்படுமாயின் பாதையிலுள்ள "முறிவு" நுண்ணளவாகக் குறைக்கப்படலாம். மின்சுற்றின் பயனுறு மண்டலத்திலே இக்குறுகிய தூரத்தைச் செல்லும்போது செய்யப்படும் வேலையினளவானது, மண்டலந் தொடர்ந்திருக்கின்றதாதலின், நுண்ணளவானதேயாகும். எனவே, பெறப்பட்ட பேறானது எவ்விதத்திலும் உறுதியற்றதாகாது.

குறிப்பு.—தொகுதியிலுள்ள சத்தியில் எவ்விதமாற்றமும் நிகழாமலேயே இவ்வேலையானது செய்யப்பட்டு அல்லது உறிஞ்சப்பட்டுள்ளதென முதலில் தோற்றக்கூடும். சத்திக்காப்பின் தத்துவத்திற்கு இது மாறாயுள்ளதென்பது வெளிப்படை. முனையொன்று மின்சுற்றொன்றைக் நோக்கும்போது, தொகுதியின் சத்தி மாறும் வகையானது **664** ஆம் பந்தியிலே ஆராயப்படும்.

§598. **மின்சுற்றொன்றைக் காவுகின்ற முடிவற்றுநீண்ட நேரான கடத்தியொன்றின் பயனுறு காந்தமண்டலத்தின் செறிவு.**—நீண்ட நேரான மின்னோட்டமொன்றின் பயனுறு மண்டலமானது மின்னோட்டத்தின் அச்சிலே மையத்தையுடைய வட்டமான விசைக்கோடுகளாக அமைந்துள்ளது (பந்தி 593). ஆகவே, மின்னோட்டத்தின் அச்சிலிருந்து r ச.மீ. தூரத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள காந்தமுனையலகொன்று, காந்தவிசைகளின் தாக்கத்தினகீழ்மட்டும் இயங்குமாறு கட்டற்றிருப்பின், அவ்வச்சைச்சுற்றிய வட்டப் பாதையொன்றிற் செல்லும்.

மின்னோட்டத்தைச்சுற்றி ஒருமுறை செல்லும்போது முனையானது, மின்னோட்டவச்சிலிருந்து r தூரத்திலுள்ள மண்டலச்செறிவாகிய **F** தைன்

களின் விசையொன்றினது தாக்கத்தின்கீழ், $2\pi r$ தூரத்தினூடாகவியங்கும். ஆகவே, முனையலகிற் செய்யப்படும் வேலை W ஆனது

$$W = F \times 2\pi r \text{ எக்குகள்}$$

என்பதனுற் கொடுக்கப்படும்.

இப்போது, கடத்தியைச்சுற்றி ஒருமுறை இயங்கும்போது முனையலகிற் செய்யப்படும் வேலையானது $4\pi c$ எக்குகளுககுச் சமமாகும். இங்கு, c என்பது கடத்தியினூடு பாயும் மின்னோட்டமாகும். எனவே,

$$W = 4\pi c \text{ எக்குகள்}$$

எனப் பெறுகின்றோம்.

இச்சமன்பாடுகளிரண்டையுஞ் சேர்க்க

$$F \times 2\pi r = 4\pi c$$

எனப்பெறுகின்றோம்.

எனவே, $F = \frac{2c}{r}$.

குறுகிய மூலகங்கள் பலவற்றைக் கொண்டதாகக் கம்பியை எடுத்தாண்டு இபபேற்றை நேராகவும் பெறலாம் (596 ஆம் பந்தியிற் குறிப்பைப்பார்க்க). ஆயினும், இந்தமுறையானது தொகையீட்டு நுண்கணிதத்தின் உபயோகத்தைக்கொண்டதாதலின், இங்கு அதனை எடுத்தாளத் தேவையில்லை.

§ 599. **வட்டச்சுருளொன்றின் மையத்திலுள்ள மண்டலம்.**—நீளம் ஐயுடையதும் ஆரை r ஐ உடைய வட்டவில்லாக வளைக்கப்பட்டுள்ளதுமான கம்பியொன்றினூடாகப் பாயும் மின்னோட்டம் c ஆனது வில்லின் மையத்திலே யுண்டாக்குங் காந்தமண்டலம் F ஆனது

$$F = \frac{lc}{r^2} \text{ (பந்தி 596)}$$

என்பதனுற் கொடுக்கப்படும்.

இபபேறுனது, l இன் அளவு எவ்வாறிருந்தபோதிலும், வட்டவுருவான எந்தக்கடத்திக்கும் பொருத்தமாகும். ஆகவே, வட்டத்தின் **முழுவட்டமொன்றை** எடுத்துக்கொண்டு, அதனைச்சுற்றி மின்னோட்டம் c ஆனது பாய்கின்றதெனக் கருதுவோமாயின், வட்டத்தின் மையத்திலுள்ள மண்டலச்செறிவானது

$$F = \frac{2\pi r.c}{r^2}$$

ஆகும். அல்லது, $$F = \frac{2\pi c}{r}.$$

சராசரியாரை r ஐயுடைய n சுற்றுக்களைக்கொண்ட **மெல்லிய சுருளொன்றை**ச்சுற்றி மின்னோட்டம் c ஆனது பாயுமாயின், இதனைப்போலவே

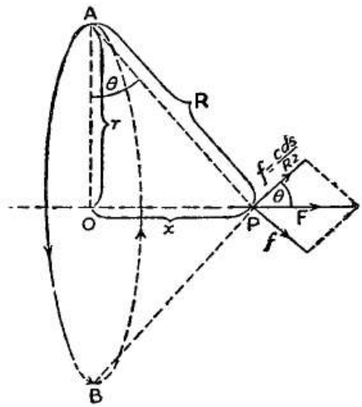
சுருளின் மையத்திலே அச்சுக்கு நேராகத் தாக்கும் மண்டலம் F ஐ அது உண்டாக்கும். இந்த F ஆனது

$$F = \frac{2\pi nc}{r}$$

என்பதனுற் கொடுக்கப்படும்.

சுற்றுக்களெல்லாம் ஒரேதளத்திலிருப்பனவாகக் கருதப்படக்கூடிய அளவுக்குச் சுருளானது அவ்வளவு மெல்லியதாயிருந்தால்மட்டுமே இக்கோவை மெய்யானதாகும்.

தக்கைத்திருகாணியொன்றைச் சுழற்றுந்திசையானது அதன் முனையினியக்கத்திசையினேடு எவ்வாறு தொடர்புடையதாயுள்ளதோ, அவ்வாறே சுருளைச்சுற்றிய மின்னேட்டப்பாய்ச்சலின் திசையானது சுருளினது அச்சின் நேரான மண்டலத்திசையினேடு தொடர்புடையதாயிருக்குமென மாட்சுவெல்லின் விதியிலிருந்து நாம் அனுமானிக்கலாம்.



உருவம் 463.—வட்டமின்னேட்டமொன்றினச்சிலே புள்ளியொன்றிலுள்ள மண்டலம்.

§ 600. வட்டச்சுருளொன்றின் அச்சின் நேரேயுள்ள புள்ளியொன்றில் மண்டலம்.—வட்டச்சுருளொன்றின் அச்சிலே புள்ளி P இலுள்ள காந்தமண்டலமானது, சுருளானது பிரிக்கப்பட்டுள்ளதாகக் கருதப்படுந் தனிமூலகங்களினுலுண்டாக்கப்பட்ட மண்டலங்களின் அச்சு நேர்க்கூறுகளைச் சேர்த்துக்கூட்டிப் பெறப்படும்.

சுருளிலே எந்தப்புள்ளியிலும் எடுக்கப்பட்டுள்ள ds நீளத்தையுடைய கம்பியின் மூலகமொன்று புள்ளி P இலிருந்து R ச.மீ. தூரத்திலிருக்கின்றது (உருவம் 463). ஆகவே, இவ்வகையான மூலகமொன்றினூடு பாய்கின்ற மின்னேட்டம் c இன் பயனுன P இலுள்ள மண்டலமானது f இற்குச் சமமாகும். இந்த f ஆனது

$$f = \frac{cds}{R^2}$$

என்பதனுற்கொடுக்கப்படும்.

இம்மண்டலத்தின் திசையானது மூலகத்தின் மையத்தைப் புள்ளி P இனேடு இணைக்குங் கோட்டிற்குச் செங்குத்தாயிருப்பதுடன், மூலகத்தின் மையத்தினூடு செல்வதும் சுருளின் அச்சைக்கொண்டுள்ளதுமான ஒரு தளத்திலே கிடக்கின்றது.

மண்டலம் f ஆனது சுருளினச்சினேடு கோணம் θ இற் சாய்ந்துள்ளது. ஆகவே, அதனச்சுநேர்க்கூறனது,

$$\text{அச்சுநேர்க்கூறு} = f \text{ கோசை } \theta$$

என்பதனற் கொடுக்கப்படும்.

அச்சிற்குச் செங்குத்தான கூறனது fசைன்θ இற்குச் சமமாகும். ஆயினும், இக்கூறனது நாங்கருதும் மண்டலத்தையுடைய மூலகத்திற்கு விட்டவெதிரான மூலகத்தினல் நடுநிலையாக்கப்படும். எனவே, A இலுள்ள மூலகம் ds ஆனது P இலே மண்டலமொன்றை உண்டாக்கும். அச்சிற்குச் செங்குத்தான இம்மண்டலத்தின் கூறனது, A இலிருந்து சுருளின் எதிர்ப்பக்கத்திலுள்ள B இலே ஒத்த மூலகம் ds இனலுண்டாக்கப்படும் மண்டலத்தின் ஒத்த கூறினல் நடுநிலையாக்கப்படும். ஆயினும், மண்டலங்களிரண்டினதும் அச்சுநேர்க்கூறுகள் ஒன்றையொன்று பலப்படுத்திக் கொள்ளுகின்றன. ஆகவே, விட்டமொன்றின் எதிர்முனைகளிலே சமமான **எந்த** மூலகங்களிரண்டினலும் உண்டாக்கப்படுந் தொகு விளைவான மண்டலமானது மூலகங்கள் இரண்டினதும் பயனை மண்டலங்களின் அச்சுநேர்க்கூறுகளின் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமமாவதோடு அச்சின் நேராகவுந் தாக்கும்.

இப்போது, கோணம் θ ஆனது கோணம் PAO இற்குச் சமமாகும். சுருளினரை r ஆயின்,

$$\text{கோசை } \theta = \frac{r}{R}$$

எனப் பெறுகின்றேம்.

ஆகவே, எந்த மூலகம் ds இனதும் பயனுக அச்சுநேர்க்கூறு $= f\frac{r}{R}$,

$$= \frac{cds}{R^2}\cdot\frac{r}{R},$$

$$= cds\,\frac{r}{R^3}.$$

ஆகவே, முழுச்சுருளினதும் பயனை P இலுள்ள மொத்தச்செறிவானது F இற்குச் சமமாகும். இங்கு,

$$F = \frac{cr}{R^3}\Sigma ds$$

அல்லது, சுருளிலுள்ள கம்பியின் முழுநீளமும் l ஆயின்,

$$F = \frac{cr}{R^3}l$$

எனப் பெறுகின்றேம்.

சுருளின் மையத்திலிருந்து P இன் தூரம் x ஆகவும், சுருளிலுள்ள கம்பியின் சுற்றுக்களின்றொகை n ஆகவுமிருப்பின்,

$$R^2 = r^2 + x^2$$

$$l = 2\pi nr$$

எனவும் பெறுகின்றோம். ஆகவே,

$$F = \frac{2\pi ncr^2}{(r^2 + x^2)^{3/2}}$$

§ 601. **தான்சன் கல்வனேமானி.**— 599 ஆம் பந்தியிலே பெறப்பட்ட பேறானது மின்னேட்ட மொன்றை அளத்தற்குரிய ஆய்கருவியொன்றை அமைக்க உதவுகின்றது.

சராசரியாரை r ஐயுடையதும் கம்பியின் சுற்றுக்கள் n ஐக்கொண்டதுமான சுருளொன்றை எடுப்போமாயின், அச்சுருளைச்சுற்றிப் பாய்கின்ற மின்னேட்டம் c இன் பயனாக, சுருளின் மையத்திலுள்ள மண்டலமானது

$$F = \frac{2\pi nc}{r}$$

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும்.

இம்மண்டலமானது சுருளினது அச்சின்நேரே தாக்கும். ஆகவே, சுருளானது, கிழக்கு மேற்காக அதனச்சுக் கிடையாயிருக்குமாறு வைக்கப்படுமாயின், மண்டலம F ஆனது புவியின் கிடையான மண்டலம் H இனோடு **தான்சன்** காந்தமானியொன்றைக்கொண்டு (பந்தி 495) ஒப்பிடப்படலாம்.

மையத்திலே காந்தமானியூசியொன்று ஏற்றப்பட்டு இந்த நிலையிலே சுருளானது வைக்கப்படுமாயின், சுருளைச்சுற்றி மின்னேட்டம் பாயாதிருக்கும்போது ஊசியினச்சானது சுருளின் தளத்திலிருக்கும். சுருளைச் சுற்றி மின்னேட்டம் c ஆனது பாயுமாயின், இம்மின்னேட்டத்தின் பயனான மண்டலத்தினால் ஊசியானது திருப்பப்பட்டுச் சுருளின் தளத்தினோடு கோணம் θ இற் சரிந்திருக்கும் நிலையிலே கடைசியாக அது ஓய்வுநிலையடையும். திரும்பற்கோணமானது

$$F = H \text{ தான் } \theta$$

என்னுந் தொடர்பினாற் றீர்மானிக்கப்படும்.

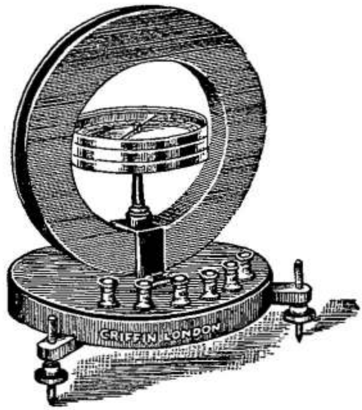
F இற்குப் பெறப்பட்ட இரண்டு கோவைகளையுஞ் சேர்க்க

$$F = \frac{2\pi nc}{r} = H \text{ தான் } \theta$$

எனப் பெறுகின்றோம். எனவே,

$$c = \frac{rH}{2\pi n} \text{ தான் } \theta .$$

இபபோது c ஐத்தவிர்ந்த வீனய கணியங்களெல்லாம் தெரிந்தோ, தீர் மானிக்கப்படக்கூடியதாகவோ இருக்கின்றனவாதலின, 596 ஆம் பந்தியில் வரையறுக்கப்பட்டுள்ள அலகுகளிலே இம்முறையாக c ஆனது அளக்கப்ப டலாம்.



உருவம் 464.—தான்சன் கல்வஞேமானி.

மையத்திலேற்றப்பட்டுள்ள காந்த மானி யொன்றுடன நிலைகுத்து நிலை யில் வைக்கப்படும் ஆய கருவியானது **தான்சன் கல்வஞேமானி** எனப்படும், (உருவம் 464).

குறிப்பு—காந்தவுச்சநெடுங்கோட்டில் சுருளின் தளமாகது இருக்குமாயின், மின்னேட்டத்தின் அளவுக்குமட்டும் தான்சன்கல்வஞேமானி உபயோகிககப் படலாம்.

தான்சன்கல்வஞேமானியொன்றின் செப்பஞ்செய்கைகளுக்கும் உபயோகத் துக்குமுரிய முழு விவரங்களுக்குச் செய்முறைப்பௌதிக நூலொன்றைப் பார்த்தல்வேண்டும்.

§602. கல்வஞேமானியின் மாற்றுக்காரணி—

$$c = \frac{Hr}{2\pi n} \text{ தான் } \theta \text{ என்னுங் கோவையானது}$$

$$c = K \text{ தான் } \theta$$

என்ற உருவத்தில் எழுதப்படலாமென்பது தெளிவாகும். இங்கு K என்பது **புவிமண்டலத்திலே குறித்தவோரிடத்தில் உபயோகிக்கப்படும்போது** கல்வ ஞேமானிக்கு ஒரு மாறிலியாகும்.

புவிமண்டலத்தின் கிடைக்கூறுகிய H ஆனது தெரிந்திருக்குமாயின், கல்வஞேமானிச் சுருளிலுள்ள சுற்றுக்களின் தொகையை எண்ணி n ஐப்பெறலாமாதலாலும், அவற்றின் சராசரியாரையாகிய r ஐ அளக்கலா மாதலாலும், K இன பெறுமானங் கணிக்கப்படலாம். இக்கணியம் K ஆனது கல்வஞேமானியின் **மாற்றுக்காரணி** எனப்படும்.

$$\text{மாற்றுக்காரணி} = K = \frac{Hr}{2\pi n}$$

H உம் மாறிலியாயிருந்தாலன்றிக் கல்வஞேமானிக்குரிய மாற்றுக்கா ரணியானது மாறிலியாயிராது

கல்வனேமானி மாறிலி:—கணியம் K ஆனது

$$K = \frac{H}{G}$$

என்ற உருவத்தில் எழுதப்படலாம். இங்கு,

$$G = \frac{2\pi n}{r}$$

ஆகும்.

இக்கணியம் G ஆனது சுருளினூடாக மின்னேட்டவலகொன்று பாயும் போது அச்சுருளின் மையத்திற் செலுத்தப்படும் மண்டலமாதலின், கல்வனேமானிக்குரிய ஒரு தனி மாறிலியாகும். இது **கல்வனேமானி மாறிலி** எனப்படும்.

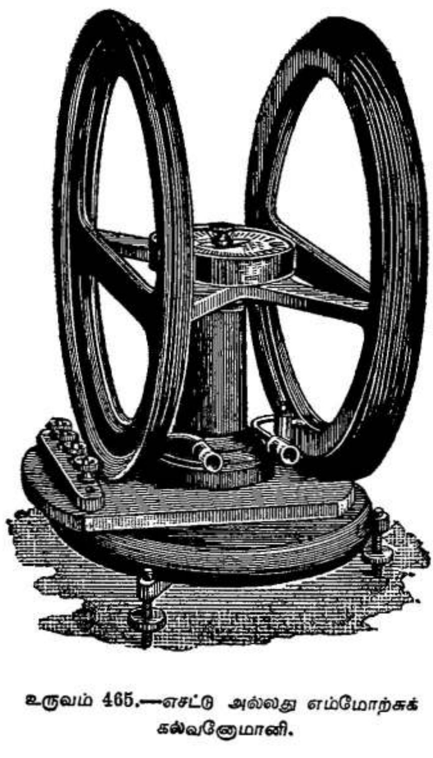
c ஐ H, G, θ களின் சார்பாயெழுத,

$$c = \frac{H}{G} \text{ தான் } \theta$$

எனப் பெறுகின்றேம்.

இதிலிருந்து G ஆனது பெரிதாயிருக்குமாயின், குறித்தவொரு மின்னேட்டத்திற்கு θ உம் பெரிதாயிருத்தல் வேண்டுமெனக் காணப்படும். எனவே, **G ஆனது அதிகரிக்கக் கல்வனேமானியின் உணர்திறனும் அதிகரிக்கின்றது.**

§ 603. எசட்டுத்தான்சன் கல்வனேமானி.— தனிவட்டச்சுருளொன்றின் அச்சின்நேரேயுள்ள மண்டலமானது சுருளிலிருந்து தூரம் அதிகரித்துக் கொண்டு போக விரைவாக மாறுகின்றது. இக்காரணத்தினுற் சாதாரணத் தான்சன்கல்வனேமானி யொன்றில் உபயோகிக்கப்படும் காந்தமானியூசியானது மிகவுங் குறுகியிருத்தல்வேண்டும். அன்றேல், ஊசியின் முனைவுகள் ஒருசீரான திறனையுடைய மண்டலமொன்றில் எப்போதும் இருக்கமாட்டா. அதனுல் தான்சன்விதியுந் திருத்தமாகப் பின்பற்றப்படமாட்டாது.



உருவம் 465.—எசட்டு அல்லது எம்மோற்சுக் கல்வனேமானி.

சர்வசமமாயொத்த சுருள்களிரண்டை அவற்றின் பொதுவாரைக்குச் சமமான தூரத்தில் ஏற்றிவைத்து, அச்சுருள்களிரண்டினுமிடையேயுள்ள மண்டலமானது அச்சின்நேரே வெகுதூரத்திற்கு ஏறத்தாழ மாறிலியாக வைக்கப்படலாம். **எசட்டுத்தான்சன் கல்வனோமானி** எனப்படுங் கல்வனோ மானியொன்றை அமைப்பதற்கு இவ்வியல்பை **எசட்டு** உபயோகித்தார் (உருவம் 465).

இவ்வகையான அமைப்பொன்று **எம்மோற்சி**னுலுங் கருதப்பட்டதாதலின், இக்கருவியானது சிலநேரங்களில் **எம்மோற்சுத்தான்சன்கல்வனோமானி** எனவும் வழங்கப்படும். இவ்வகையான கருவியொன்றிலே காந்தமானியூசியானது தனிச்சுருள்வகைக் கல்வனோமானியொன்றில் இருக்கவேண்டியதிலும்பார்க்க மிகநீளமாயிருக்க முடியும்.

எசட்டுக்கல்வனோமானி யொன்றிற்குரிய மாற்றுக்காரணியானது 600 ஆம் பந்தியிற் பெறப்பட்ட கோவையிலிருந்து கணிக்கப்படலாம்.

ஒவ்வொரு சுருளிலுமுள்ள சுற்றுக்களின் தொகை n ஆகவும், அவற்றின் சராசரியாரை r ஆகவுமிருப்பின், சுருள்களினிடையிலுள்ள மத்திய புள்ளியிலே **எந்தச்** சுருளினதும் பயனுள மண்டலமானது,

$$F' = \frac{2\pi ncr^2}{\left(r^2+\frac{r^2}{4}\right)^{3/2}}$$

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும்.

முழுமண்டலமும் இதனிருமடங்கிற்குச் சமமாகுமாதலின், அதனை

$$F = 2F' = \frac{4\pi nc}{r}\left\{\frac{r^2}{5r^2/4}\right\}^{3/2}$$

எனவெழுதலாம். அல்லது,

$$F = 4\pi\left\{\frac{4}{5}\right\}^{3/2}\frac{nc}{r}.$$

ஆகவே, இவ்வகையான கல்வனோமானிக்குரிய கல்வனோமானி மாறிலியானது,

$$G = 4\pi\left\{\frac{4}{5}\right\}^{3/2}\frac{n}{r}$$

எனப் பெறப்படும். அல்லது,

$$G = 8{\cdot}99\,\frac{n}{r}.$$

ஆகவே, இரு சுருள்களினூடாகவும் பாயும் மின்னோட்டம் c ஆனது திரும்பல் θ ஐயுண்டாக்கும். இது

$$c = \frac{Hr}{8{\cdot}99n}\text{ தான் }\theta$$

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும்.

§ 604. **வரிச்சுருளொன்றினுள் மண்டலம் :—வரிச்சுருள்** என்பது அதன் நீளப்பாட்டிற்கு ஒருசீராகச் சுற்றப்பட்டுள்ள பெருந்தொகையான சுற்றுக் களைக்கொண்ட கம்பியின் ஒரு நீண்ட சுருளாகும். சுருளைச் சுற்றி ஓடுகின்ற மின்னோட்டம் **c** இன் பயனுன வரிச்சுருளின் உள்மண்டலமானது பின்வரு மாறு கணிக்கப்படலாம்.

வரிச்சுருளொன்று அதன் நீளம் l ச.மீ. இலே ஒருசீராகப் பரவியுள்ள கம்பியின் N சுற்றுக்களைக் கொண்டுள்ளதெனவும், காந்தமுனையல் கொன்று வரிச்சுருளி**னூடாக** ஒரு முனையிலிருந்து மற்றதற்குக கொண்டு செல்லப்பட்டுச் சுருளுக்கு முற்றிலும் **வெளியேயுள்ள ஒரு** பாதையின்வழி யே அதன் தொடக்கப்புள்ளிக்குத் திரும்புகின்றதெனவுங் கற்பனை செய்து கொள்க. காந்தமுனையானது இப்பாதையைச்சுற்றிச்செல்லும்போது சுருளின் N சுற்றுக்களொவ்வொன்றையும் முற்ருகச்சுற்றி இச்சுற்றுக்களொவ்வொன் றிற்கும் வெளியேயுள்ள பாதையின் வழியாகத் திரும்புகின்றது. ஆகவே, ஒவ்வொன்றிலும் மின்னோட்டம் c ஆனது பாய்கின்ற N கடத்திகளையும் அது முற்ருகச் சுற்றுகின்றது.

காந்தமுனையலகொன்று மின்னோட்டம் c ஐக்காவுகின்ற கடத்தியொன் றைச்சுற்றி ஒருமுறை செல்லும்போது செய்யப்படும் வேலையானது $4\pi c$ இற்குச் சமமாகும் (பந்தி 597). எனவே, விவரிக்கப்பட்ட பாதையைச்சுற்றி முனையலகானது ஒருமுறை செல்லும்போது, செய்யப்படும் வேலையானது $4\pi Nc$ ஏக்குகளுக்குச் சமமாகும்.

இப்போது வரிச்சுருளானது மிக்க நீண்டதாயிருக்குமாயின், வரிச்சுருளின் **உள்**மண்டலத்திஞேடு ஒப்பிடப்படும்போது **வெளியில்** எந்தப்புள்ளியிலு முள்ள காந்தமணடலமானது மிகப் பலமற்றதாகவேயிருக்கும். ஆகவே, அதன பாதையைச்சுற்றி முனையை இயக்கும்போது செய்யப்படும் வேலை யின ஏறத்தாழ முழுவதும் முனையை வரிச்சுருளினுள்ளே இயக்கும் போதே செய்யப்படுவதாகும்.

வரிச்சுருளின் நீளம் l ஆகவும், அதனுள்ளேயுள்ள காந்தமண்டலத்தின் சராசரிச்செறிவு F ஆகவுமிருப்பின்,

$$Fl = 4\pi Nc \text{ (ஏறத்தாழ)}$$

எனப்பெறுகின்ருேம். அல்லது,

$$F = 4\pi c\frac{N}{l}.$$

சுருளின் **நீளவலகிற்குரிய சுற்றுக்களின்தொகை** n என எழுதப்படுமா யின், இது

$$F = 4\pi nc$$

எனச்சுருங்குகின்றது.

இப்போது வரிச்சுருளினூடாக **ஒருமுறை** செல்லுகின்ற முழுச்சுற்றெதனை யுஞ்சுற்றி முனையானது இயங்கும்போது செய்யப்படும் வேலை அதுசெல்லும் பாதையிலே தங்கியிருக்கவில்லை. அத்துடன், இவ்வகையான சுற்றெத னிலும் முனையானது வரிச்சுருளினுள்ளிருக்கும்போதே ஏறத்தாழ வேலை

முழுவதுஞ் செய்யப்படும். **ஆகவே, வரிச்சுருளினுள் மண்டலமானது எல்லாப்புள்ளிகளிலும் ஒருசீரான செறிவையுடையதாயிருத்தல்வேண்டும்.**

காந்த விசைக்கோடுகள் சுருளின முனைகளிலே சிறிதளவு வெளியே பரவு கின்றனவாதலின இப்பேறுனது முற்றிலும் மெய்யாயிராது. ஆயினும், நன் ருகச் சுருளினுள்ளேயிருக்கும் புள்ளிகளிலே மண்டலமானது கூடியளவு ஒரு சீராயிருப்பதோடு அதன் செறிவும் மேலேயுள்ள F இற்குரிய கோவையினுற் கொடுக்கப்படும். அதன் விட்டத்திஞேடு விகிதசமமாகச் சுருளின் நீளம் அதி கரிக்க, மேலேயுள்ள பேறுனது கூடிய திருத்தத்துடன் பிரயோகிக்கப்படலாம்.

நேரான வரிச்சுருளொன்றின் முனைகளுக்கண்மையிலே விசைக்கோடுகள் பரவுவதன்பயனுன வழுக்கலைத் தவிர்ப்பதற்காகச் சிலசமயங்களில் சுரு ளானது வளையவுருவத்திற் சுற்றப்பட்டிருக்கும். அப்போது அது **வளைய வரிச்சுருள்** எனப்படும்.

மின்ஞேட்டமொன்றின் காந்தவிளைவுகளைப்பற்றிய எளிய பிரயோகங்கள்

§605. **மின்காந்தங்கள்.**— கமபிச்சுருளொனறு சுற்றப்பட்டுள்ள மெல் லிரும்புத் துண்டொன்று சுருளினூடாக மின்ஞேட்டமொன்று செலுத்தப் படும்போது திறம்படக் காந்தமாக்கப்படுகினறதாயினும் மின்ஞேட்டத்தை நிறுத்தும்போது காநதவியலபின் பெரும்பகுதியை இழந்துவிடுகின்றது. இவ்வகையான ஆய்கருவியானது **மின்காந்தம்** எனப்படும்.

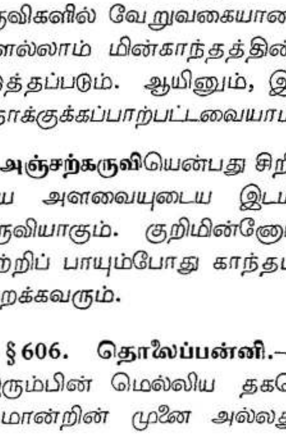
மின்காந்தங்கள் பல வகைகளில் உபயோகப்படும். இரும்பு, உருக்கு முதலியனவற்றின் பாரமேற்றுவதற்கும் இறக்குவதற்கும் ஆடற்பாரந் தூக்கியொன்றின் கம்பிவடத்தினது முனையிலே மின்காந்தமொனறு உப யோகிக்கப்படலாம். வார்ப்பிரும்பு அல்லது தீராந்தியொன்று எவ்வித கொளுக்கியேனுந் தட்டமேனுமினறி இவ்வகையாக உயர்த்தப்படலாம். ஆட்டி நிலைக்குக் கொண்டுவந்தபின்பு அருட்டிய மின்ஞேட்டத்தை நிறுத் தியவுடன் அதனை விழவிடலாம்.

சாதாரண மின்மணியொனறிலே வில்லொன்றிலேற்றப்பட்டுள்ள மெல லிரும்பின் ஆமேச்சரொன்றை மின்காந்தங் கவருகினறது. நியமநிலையி லே ஆமேச்சரானது தொடுகைத்திருகாணியொன்றினெதிரே ஓய்வுநிலை யிலுள்ளதெனினும், ஆமேச்சரானது மின்காநதத்திஞற் கவரப்படும்போது தொடுகைத்திருகாணியிலிருந்து அகலவியங்கிச் சுற்றைநிறுத்திவிடும். இதன் பின் ஆமேச்சரானது ஆளும்வில்லிஞற் ருெடுகைததிருகாணியைநோக்கிக் கொண்டுவரப்பட்டதும், சுற்றுனது திரும்பவும் முற்றுகி ஆமேச்சர் மின் காந்தத்தை நோக்கித் திரும்பவுங் கவரப்படும். இவ்வகையாக ஆமேச்ச ரானது தொடர்ந்த அதிர்வைப் பெறுகினறது. எனவே, அது முனஞேக்கி இழுக்கப்படும் ஒவ்வொரு முறையும் மணி அல்லது சேமக்கல மொன்றை அடிக்கவிட்டுச் செவிப்புலஞகும் ஒலியொன்றைப் பிறப்பிக்க முடியும்.

தந்திவேலையிலே மின்காந்தமொன்றின் முனைகளுக்கிடையே காந்தவூசியொன்று தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. காந்தச்சுருள்களைச்சுற்றிக் குறிகாட்டு மின்னோட்டமானது செலுத்தப்படும் வகைக்கேற்ப, ஊசியானது ஒரு முனையையோ மற்றமுனையையோ நோக்கித் திரும்பும். இத்திரும்பல்களின் பல்வேறு வகைகள் அரிவரியிலுள்ள பல்வேறெழுத்துக்களைக் குறிக்க உபயோகிக்கப்பட்டுக் குறிகளைக்கொண்டு செய்திகளை எழுதமுடியும். தந்திக் கருவிகளில் வேறுவகையானவைகளும் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. இவைகளெல்லாம் மின்காந்தத்தின் ஏதாவது வகையொன்றினாலேயே தொழிற்படுத்தப்படும். ஆயினும், இவற்றின் விரிவான விவரணங்கள் இந்நூலின் நோக்குக்கப்பாற்பட்டவையாம்.

அஞ்சற்கருவியென்பது சிறிய குறிமின்னோட்டமொன்றைக்கொண்டு விரும்பிய அளவையுடைய இடமின்னோட்டமொன்றைப் பொருத்தற்குரிய ஒரு கருவியாகும். குறிமின்னோட்டமானது மின்காந்தமொன்றின் சுருள்களைச் சுற்றிப் பாயும்போது காந்தமானது இடச்சுற்றை மூடுகின்ற ஆமேச்சரொன்றைக்கவரும்.

§ 606. **தொலைப்பன்னி.**— தொலைப்பன்னியொன்றிலே மென்மையான இரும்பின் மெல்லிய தகடொன்றினது மையமானது நிலையான காந்தமொன்றின் முனை அல்லது முனைகளுக்கெதிரே அண்மையிலிருக்குமாறு


உருவம் 466.—தொலைப்பன்னி.

உருவம் 467.— நுணுக்குப்பன்னி.

கவ்விப்பிடிக்கும் வளையமொன்றிலே, அத்தகடானது ஏற்றப்பட்டிருக்கும். காந்தமுனையைச்சுற்றிக் கம்பிச்சுருளொன்று சுற்றப்பட்டிருக்கும். காந்தத்தின் காந்தமாக்கற்செறிவானது இச்சுருளைச் சுற்றிப் பாய்கின்ற மின்னோட்டத்தின் திசைக்கேற்ப அதிகரித்தேனுங் குறைந்தேனுமிருக்கும் (உருவம் 466). சுருளினூடாக ஏற்றவிறக்க மின்னோட்டமொன்றைப் பாயச்செய்து, தகட்டிற்குறுகுங் கவர்ச்சி விசையை மின்னோட்டம் மாறுகின்ற வகையோடொப்ப ஏற்றவிறக்கமுடையதாகச் செய் யலாம். இந்த விசையின்கீழ்த் தகடானது அதிர்ந்து சுருளிலுள்ள மின்னோட்ட வேற்றவிறக்கங்களுக்கொப்ப அதிர்வெண்களையுடைய ஒலியைக்காலும்.

பேச்சுச்செய்தியொன்றைச் செலுத்தவேண்டுமாயின் **நுணுக்குப்பன்னி**யொன்று உபயோகிக்கப்படும். நுணுக்குப்பன்னியினூடு செல்லும் மின்

னேட்டமானது தொலைப்பன்னிக்குச் செலுத்தப்படத் தொலைப்பன்னியானது பேச்சொலிகளை மீட்கும். நுணுக்குப்பன்னியொன்றின் தொழிற்பாடானது காபன்துண்டுகளிரண்டு இளக்கமாய்த் தொட்டுக்கொண்டிருக்கும்போதிலும்பார்க்க இறுகநெருக்கப்பட்டிருக்கும்போது கூடிய எளிதில் மின்னேட்டத்தைப் பாயவிடும் என்னும் உண்மையிலே தங்கியுள்ளது.

நுணுக்குப்பன்னியின் பெரும்பாலான வகைகளிலே, பேச்சொலிகள் தகடொன்றினல் ஏற்கப்படும். இத்தகட்டின்பின்னல் பென்சிற்கரியின் மணிகள் பலவற்றைக்கொண்ட வளையக்கூடிய கலமொன்றுண்டு (உருவம் 467). தகடானது அதற்குட் பேசப்படும் ஒலிகளினேடொத்த அதிர்வுகளை எடுத்துக்கொள்ளும்போது, தகட்டின் அதிர்வுகளுக்கேற்ப மாறுகின்ற அமுக்கமொன்றினற் பென்சிற்கரி மணிகள் சேர்த்து அமுக்கப்படுகின்றன. நுணுக்குப்பன்னியானது சிறிய மின்கலவடுக்கொன்றினேடும் தொலைப்பன்னியொன்றினேடுந் தொடர்நிலையிலிருக்குமாயின், ஏற்ற விறக்க மின்னேட்டமொன்று தொலைப்பன்னியினூடாகப்பாயும். நுணுக்குப் பன்னியினுள்ளே பேசப்படும் ஒலிகளினேடொத்த அதிர்வெண்களை மின்னேட்டத்தின் ஏற்றவிறக்கங்கள் பெறுகின்றன. தொலைப்பன்னியிலுள்ள மென்தகடானது மின்னேட்டத்தினல் அதனதிர்வெண்களையொத்த ஆடல்களைப் பெற்றுள்ளதாதலின், முந்தியே நுணுக்குப்பன்னியினல் ஏற்கப்பட்ட ஒலிகளைமீட்கின்றது.

குறிப்பு.—செலுத்துகையின் எளிய இம்முறையானது பெருந்தூர வேலைக்காகத் திருத்தியமைக்கப்படும்.

மின்னலகுகள் — ஓமின்விதி — தடை

§ 607. **மின்னோட்டத்தின் செய்முறையலகு—அம்பியர்—** 596 ஆம் பந்தியிலே வரையறுக்கப்பட்டுள்ள மின்னோட்டத்தின் மின்காந்தவலகானது சற்றே பெரிதானதாதலின் இவ்வலகிற் குறிக்கப்படும் மின்னோட்டங்கள் ஏறத்தாழ எல்லாச் சந்தர்ப்பங்களிலும் தசமபின்னமாகவே கூறப்படவேண்டியிருக்கின்றது. இது அவசியமற்ற வசதியீனமாகுமாதலின், **செய்முறைத்தேவைகளுக்காக, முன்னரே விவரிக்கப்பட்டுள்ள தனியலகின் பத்திலொன்று ஓரலகாகத் தெரியப்படும்.**

மின்னோட்டத்தின் செய்முறையலகானது அம்பியர் எனப்படும்.

தான்சன்கல்வனோமானியொன்றினூடாக C அம்பியர் மின்னோட்டமொன்று பாயும்போது உண்டாக்கப்படுந் திரும்பல் θ ஆனது, C=10c ஆயின், மின்காந்தத் தனியலகுகளின் மினனோட்டமொன்றினூலுண்டாககபபடுந் திரும்டல் c இற்குச் சமமாகுமெனபது வெளிப்படை.

ஆகவே, தான்சனகல்வனோமானியொன்றி லுண்டாக்கப்படுந் திரும்பலின சார்பாய் மினனோட்ட மொன்றை அம்பியரிற் குறிக்கவேண்டுமாயின்,

$$C = 10\frac{Hr}{2\pi n} \text{ தான் } \theta \text{ அம்பியர்கள்}$$

எனவெழுதல்வேண்டும்.

§ 608. **மின்கணியத்தின் அலகுகள்.**—கடத்தியொன்றிலே குறித்தவொரு புள்ளியைக்கடந்து மின்னோட்டமொன்று பாயும்போது, கொடுக்கப்பட்ட நேரமொன்றிலே மின்னின் குறித்தவொரு கணியம் அப்புள்ளியைக் கடந்து செல்லும். **கடத்தியொன்றினூடாகப் பாயும் மின்னோட்டத்தின் திறனானது ஒரு செக்கனிலே கடத்தியிலுள்ள கொடுக்கப்பட்ட புள்ளியொன்றைக் கடந்து செல்லும் மின்னின் கணியமெனக்** குறிப்பிடலாம்.

எனவே, t செக்கனிலே Q மின்னலகுகள், கொடுக்கப்பட்ட புள்ளியொன்றைக் கடந்து பாயுமெனின், அப்புளளியைக் கடந்து பாயும் மின்னோட்டம் c ஆனது

$$c = \frac{Q}{t}$$

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும்.

மினனோட்டவலகுகளை ஏற்கனவே வரையறுத்துள்ளோமாதலின் மின்கணியத்தினலகுகளை வரையறுக்க இத்தொடர்பை நாம் உபயோகிக்கலாம். எனவே,

மின்கணியவலகானது கடத்தியினூடு மின்னோட்டவலகொன்று பாயும்போது அக்கடத்தியிலுள்ள ஏதாவதொரு புள்ளியைக்கடந்து ஒரு செக்கனிலே பாயும் மின்னேற்றமாகும்.

கணியத்தின் தனிமின்காந்தவலகானது கடத்தியொன்றினூடாக **மின்னோட்டத்தின் தனிமின்காந்தவலகொன்று** பாயும்போது அக்கடத்தியிலுள்ள எந்தப்புள்ளியையாவது கடந்து **ஒரு செக்கனிலே** பாய்கின்ற மின்னேற்றமாகும்.

கணியத்தின் செய்முறையலகானது கடத்தியொன்றினூடாக **ஒரு அம்பியர்** மின்னோட்டமொன்று பாயும்போது அக்கடத்தியிலுள்ள ஏதாவதொரு புள்ளியைக்கடந்து **ஒரு செக்கனிலே** பாய்கின்ற மினனேற்றமாகும்.

கணியத்தின் செய்முறையலகானது ஒரு கூலோம் எனப்படும்.

§ 609. **மின்னியக்கவிசையும் அழுத்தவித்தியாசமும்**—மின்னை இயக்க முயலுங் காரணங்கள் பலவுள. இவை **மின்னியக்கவிசைகள்** என்ற பெயரினகீழ் பொதுவாகச் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. **மின்னியக்கவிசை (மி.இ.வி.) என்பது, மின்னை இயக்கச்செய்வது என வரையறுக்கப்படலாம்**

மின்னானது உயாவழுத்தப் புள்ளியொன்றிலிருந்து தாழ்ந்தவழுத்தப் புள்ளியொன்றைநோக்கி இயங்குமாதலின், **அழுத்தவித்தியாசமானது மின்னியக்கவிசையின் சிறப்பான ஒரு வகையாகும்.**

ஆயினும், **மின்னியக்கவிசையென்பது அழுத்தவித்தியாசமன்று** என்பதை உணர்ந்துகொள்ளல் வேண்டும். எத்தனையோ சந்தர்ப்பங்களிலே அழுத்த வித்தியாசமொன்றிற் **கெதிராக** மினனானது பாய்கின்றது. இவ்வழுத்த வித்தியாசத்திலும்பார்க்க எவ்வளவோ வலுக்கூடியதாகிய மி.இ.வி. ஒன்றினது தாக்கத்தின கீழேயே இவ்வாறு நிகழும்.

மி.இ.வி. ஒன்றை அளக்கவேண்டுமாயின், அதனைத தெரிந்த அ.வி. ஒன்றினோடு சமநிலையாக்குவது வழக்கம். அப்போது, எந்தத் திசையிலும் மின்பாய்ச்ச லில்லாதிருக்குமட்டும் அழுதத வித்தியாசமானது செப்பஞ் செய்யப்படும். எனின், மி.இ.வி. ஆனது அதனோடு சமநிலையாக்கப்பட்ட அ.வி. இற்குச் சமமெனக் கூறப்படும்.

அழுத்தவித்தியாசத்தின் அலகுகள் – மின்கணியவலகொன்றைத் தாழ்ந்த வழுத்தமுடைய புள்ளியொன்றிலிருந்து உயர்வழுத்தப் புள்ளியொன்றிற்குக் கொண்டுசெல்லும்போது வேலையலகொன்று செய்யப்படுமாயின் அவ்விரு புள்ளிகளுக்குமிடையே அழுத்த வித்தியாச அலகொன்றிருப்பதாகக் கொள்ளப்படும்.

ச.கி.செ. அளவுமுறையிலே அழுத்தவித்தியாசத்தின் அலகானது பின் வருமாறு வரையறுக்கப்படும்.

ஒரு புள்ளியிலிருந்து மற்றொன்றுக்குத் தனிமின்காந்த மின்னலகொன்று கொண்டுசெல்லப்படும் போது ஓரேக்கு வேலை செய்யப்படுமாயின், அவ்விரு புள்ளிகளுக்குமிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசமானது தனிமின்காந்தவலகொன்றிற்குச் சமமாகும்.

இவ்வகையாக வரையறுக்கப்பட்ட அழுத்தவித்தியாசத்தின் அலகானது மிகச்சிறியதாகும். இது, எளிய கலமொன்றின் தட்டுக்களுக்கிடையேயுள்ள

அழுத்தவித்தியாசத்தின் ஏறத்தாழ $\frac{1}{100,000,000}$ ஆகும். ஆகவே, செய் முறைத் தேவைகளுக்காக இதனிலும் பெரிய அலகொன்று உபயோ கிக்கப்படும்.

அழுத்தவித்தியாசத்தின் செய்முறையலகு.—வேலையின் செய்முறையலகு **ஒரு சூல்** எனவும், மின்கணியத்தின் செய்முறையலகு **ஒரு கூலோம்** என வுங் கண்டோம். இவ்வலகுகளின் சார்பாக வரையறுக்கப்படும் அழுத்த வித்தியாசத்தின் செய்முறையலகு **ஒரு உவோற்று** எனப்படும்.

உவோற்றின் வரைவிலக்கணம்—ஒரு புள்ளியிலிருந்து மற்றொன்றிற்கு ஒரு கூலோம் மின்னைக்கொண்டுசெல்லும்போது ஒரு சூல் வேலை செய்யப்படு மாயின், அவ்விரு புள்ளிகளுக்குமிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசமானது ஒரு உவோற்ருகும்.

§ 610. உவோற்றுக்கும் அ.வி. இன் தனிமின்காந்தவலகுக்குமிடையே யுள்ள தொடர்பு— Q கூலோங்களை V உவோற்றுக்களின் அழுத்தவித்தி யாசத்தினூடாக கொண்டுசெல்லும்போது செய்யப்படும் வேலை QV சூல் களுக்குச் சமமாகும்.

மின்கணியத்தின் q தனியலகுகளை v தனியலகுகள் கொண்ட அழுத்த வித்தியாசத்தினூடாகக் கொண்டு செல்லும்போது செய்யப்படும் வேலை qv ஏக்குகளுக்குச் சமமாகும்.

இரண்டு சந்தர்ப்பங்களிலும் அழுத்தவித்தியாசங்கள் சமமாயிருப்பதுடன் ஒரே கணியமின்னனது கொண்டு செல்லப்படுமாயின், செய்யப்பட்ட வேலையா னது, சூலிலளக்கப்பட்டாலும், ஏக்கிலளக்கப்பட்டாலும், ஒரே பெறுமானத் தையுடையதாயிருக்கும். ஆகவே,

$$QV \text{ சூல்கள்} = qv \text{ ஏக்குகள்}$$

என்னுந் தொடர்பை நாம் பெறக்கூடியதாயிருக்கின்றது. அல்லது, **எண் ணளவாக,**

$$QV \times 10^7 = qv.$$

ஒரு கூலோம் என்பது கணியத்தின் தனியலகொன்றினது பத்திலொன்ரு தலின், எணணளவில்,

$$Q = 10q$$

எனப் பெறுகின்ருமே. ஆகவே, Q இற்கும் q இற்குமிடையே எண்ணள வான தொடர்பொன்றைப் பெறமுடியும்.

எண்ணளவான இத்தொடர்புகளைச் சேர்க்க,

$$10q.V \times 10^7 = qv$$

என அல்லது,

$$V \times 10^8 = v$$

எனப் பெறுகின்ருேம்.

ஆகவே, அழுத்தத்தின் கொடுபட்ட வித்தியாசத்தைக் குறிக்கும் தனியலகுகளின்றொகையானது அதேயழுத்தவித்தியாசத்தை உவோற்றிற் குறிக்கும் தொகையின் 10^8 மடங்கிற்குச் சமமாகும். ஆகவே, அலகுகள் பின்வருந் தொடர்பை யுடையனவாம்.

ஒரு உவோற்று $= 10^8$ அ.வி. இன் தனியலகுகள்

உவோற்றனது தீர்மானிக்கப்படும் முறையானது இங்கு எடுத்தாளப்பட முடியாத அளவுகளைக் கொண்டதாகும். அழுத்தவித்தியாசங்களின் செய்முறை அளவுகளில் **உவோற்றுமானி** எனப்படுங் கருவியொன்று உபயோகிக்கப்படும். அளவுகுறிக்கப்பட்ட அளவுச்சட்டமொன்றின்மேலே காட்டியொன்றின் இயக்கத்தைக்கொண்டு அழுத்தவித்தியாசங்களை நேராக உவோற்றுக்களில் அளக்குமாறு இக்கருவிகளில் அளவு கோடுகள் வரையப்பட்டுள்ளன.

§ 611. **ஓமின் விதி.**— எளிய கடத்திக்கம்பியொன்றின் முனைகளுக்குக் குறுக்கே அழுத்தமாறிலியாய் வித்தியாச மாறிலியொன்று பிரயோகிக்கப்படும்போது, கம்பியின் பொதுவான பௌதிகநிலை மாறாதிருப்பின், அக்கம்பியினூடாக மாறாமின்னோட்டமொன்று பாயும். கம்பியின் முனைகளுக்கிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசமானது மாறுமாயின், மின்னோட்டத்தின் பெறுமானமும் மாறும். **இந்த அழுத்த வித்தியாசத்தினோடு நேரான விகிதசமமாக மின்னோட்டம் அதிகரிக்கும்.**

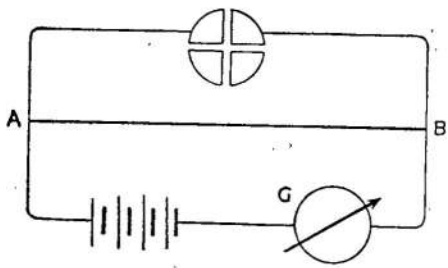
1827 ஆம் ஆண்டிலே ஓம் என்பவரினால் இது முதலில் அவதானிக்கப்பட்டு, ஏறத்தாழப் பின்வரும் உருவத்திற் பிரசுரிக்கப்பட்டது.

ஓமின் விதி – நேர்கோட்டுக் கடத்தியொன்றினூடாக மின்னோட்டமொன்று பாயும்போது, கடத்தியின் பௌதிகநிலை மாறாதிருக்குமாயின், அக்கடத்தியின் முனைகளுக்கிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசத்தை, பாயும் மின்னோட்டத்தினால் வகுக்க, மாறாத ஈவொன்று பெறப்படும்.

கடத்தியின் முனைகளுக்கிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசத்துடன் அக்கடத்தியிலே வேறு மின்னியக்கவிசைகளும் இருத்தல் வேண்டும். இவ்வகையான சந்தர்ப்பத்திலே, குறிப்பிட்ட வேறு மின்னியக்கவிசைகள் மின்னோட்டப்பாய்ச்சலைத் தடுக்கவேனும் அதற்கு உதவவேனுங் கூடும். மின்னோட்டத்தின் பெறுமானமானது, இம்மின்னியக்கவிசைகளின் அளவிலுந் திசையிலுந் தங்குவதோடு, கம்பியின் முனைகளுக்கிடையேயுள்ள அழுத்த வித்தியாசத்திலுந் தங்கியிருக்கும்.

இவ்வகையான சந்தர்ப்பங்களுக்குப் பிரயோகிக்கவேண்டுமாயின், **ஓமின்** விதியானது, கடத்தியிலுள்ள **மி.இ.வி.** ஐச் சேர்த்துக்கொள்ளுமாறு, முந்திய உருவத்திலிருந்து சிறிது மாற்றப்படுதல் வேண்டும். திருத்தப்

பட்ட விதியானது பின்வருமாறு கூறப்படலாம். **நேர்கோட்டுக் கடத்தியெதனூடும் பாய்கின்ற மின்னோட்டமானது, அக்கடத்தியின் பௌதிகநிலை மாறாதிருப்பின், அக்கடத்தியிற்றொழிற்படும் மின்னியக்கவிசைகளெல்லாவற்றினதும் அட்சரகணிதக் கூட்டுத்தொகைக்கு நேரான விகிதசமமாயிருக்கும்.**



உருவம் 468.—எளிய கடத்தியைக்கொண்டு ஓமின்விதியைச் சரிபார்த்தல்.

இவ்விதியானது பினவருமாறு கூறப்படலாம் :—

$$\frac{\text{கடத்தியிலே தாக்குகின்ற முழு மி. இ. வி.}}{\text{கடத்தியினூடு பாய்கின்ற மின்னோட்டம்}} = \text{ஒருமாறிலி}$$

கடத்தியின் முனைகளுக்கிடையேயுள்ள **அ.வி.** ஆனதுமட்டுமே தொழிற்பாட்டிலுள்ள **மி.இ.வி.** ஆகுஞ் சிறப்பான சந்தர்ப்பத்தையும் இக்கூற்றுனது அடக்கியுள்ளது. எனவே, மின்னியக்கவிசைகளின் எந்தத்தொகுதியினுலும் தொழிற்படுத்தப்படும் கடத்தியொன்றிற்கு இதனைப் பிரயோகிக்கலாம்.

ஓமின் விதியை வாய்ப்புப் பார்த்தல்.—தான்சன் கல்வனோமானியொன்றையுங் கால்வட்டமின்மானியொனறையுங்கொண்டு எளிதாக **ஓமின்** விதியைச் சரிபார்க்கலாம்.

சேமிப்புக்கலன்களினடுக்கொன்று நீண்ட மெல்லிய கம்பி AB இனோடும் தான்சன் கல்வனோமானி G இனோடும் தொடர்நிலையில் இணைக்கப்பட்டுளளது (உருவம் 468). AB இன் முனைகளினிடையேயுள்ள அழுத்த வித்தியாசத்தை அளக்குமாறு, அக்கம்பியின் முனைகளின் குறுக்கே கால்வட்டமின் மானியொன்றுவது உவோற்றுமானியொன்றுவது இணைக்கப்பட்டுள்ளது. அடுக்கிலே சேமக்கலன்களின் தொகையைக் கூட்டியோ குறைத்தோ A இற்கும் B இற்குமிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசமானது யாற்றப்படலாம்.

கல்வனோமானித்திரும்பல் θ ஆயின், மின்னோட்டம் c ஆனது தான் θ இனோடு நேரான விகித சமமுடையதாயிருக்கும். கம்பி AB இன் முனை

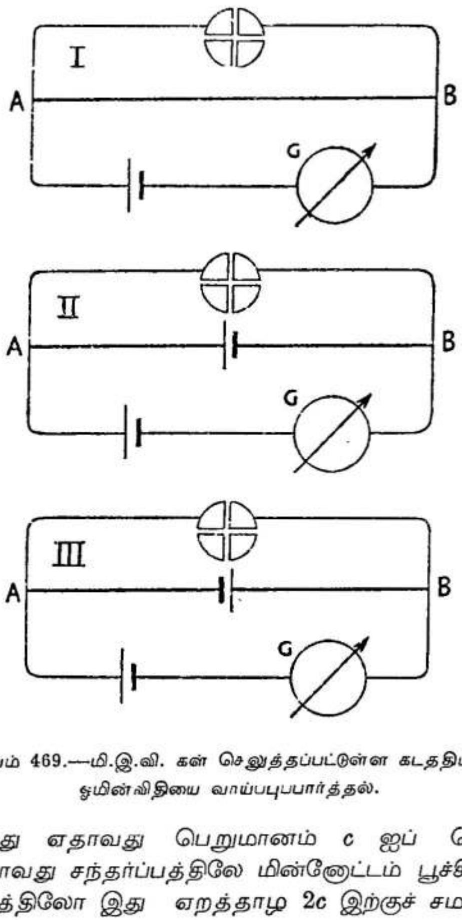
களுக்கிடையேயுள்ள அ வி. ஆனது, மின்மானியூசியின் திரும்பலாகிய δ இனேடு நேரான் விகிதசமமுடையதாயிருக்கும்.

அதாவது, $\frac{V}{c} = \frac{\delta}{\text{தான்}\,\theta}$.

δ/தான் θ என்பது ஒரு மாறிலியெனக் காணப்படும்.

கம்பி AB ஐ வெட்டி உண்டாக்கப்பட்ட வெளியிலே சேமிப்புக்கலனென்றைச் செலுத்திக் கடத்தியிலே மி.இ.வி. யின் விளைவை ஆராயலாம்.

469 ஆம் உருவத்திற் காட்டப்பட்டுள்ள மூன்று சந்தர்ப்பங்களிலும் கம்பியின் முனைகளுக்கிடையேயுள்ள அ. வி. ஆனது ஏறத்தாழ ஒன்றுகவேயிருக்கும் (ஏறத்தாழ 2 உவோற்றுகும்). முதலாவது சந்தர்ப்பத்திலுள்ள



உருவம் 469.—மி.இ.வி. கள் செலுத்தப்பட்டுள்ள கடத்தியிலே ஓமின் விதியை வாய்ப்புப்பார்த்தல்.

மின்னேட்டமானது ஏதாவது பெறுமானம் c ஐப் பெற்றிருக்கலாம். ஆனல், இரண்டாவது சந்தர்ப்பத்திலே மின்னேட்டம் பூச்சியமாகும். மூன்றுவது சந்தர்ப்பத்திலோ இது ஏறத்தாழ 2c இற்குச் சமமாகும்.

முதலாவது சந்தர்ப்பத்திலே, **அ.வி.** மட்டுமே கம்பியிற்றுக்கும் **மி.இ.வி.** ஆகுமாதலின், மின்னேட்டமானது 2 உவோற்றிற்கு விகிதசமமாயிருக்கும்.

இரண்டாவது சந்தர்ப்பத்திலே A இற்கும் B இற்குமிடையேயுள்ள **அ.வி.** ஆனது AB இலுள்ள கலத்தின் **மி.இ.வி.** இனல் எதிர்க்கப்படும். **மி.இ.வி.** ஆனது **அ.வி.** இற்குச் சமமாகவும் எதிராகவுமிருக்குமாதலின், மின்னேட்டம் பாயாது.

மூன்றுவது சந்தர்ப்பத்திலே A இற்கும் B இற்குமிடையேயுள்ள **அ.வி.** ஆனது AB இலுள்ள கலத்திறல் உதவப்பெறுமாதலின், **கம்பியிற்றுழிற்படும் முழு மி.இ.வி.** களும் 4 உவோற்றுக்குச் சமமாகும். ஆகவே, மின்னேட்டமானது முதலாவது சந்தர்ப்பத்தில் அவதானிக்கப்பட்டதிலும் இருமடங்காகும்.

குறிப்பு.—இப்பரிசோதனையிலே ஏறத்தாழ 10 மீற்றர் நீளமுள்ளதும் 0·7 மி.மீ. விட்டமுள்ளதுமான (22 S.W.G.) ஓமல் அல்லது மங்கனின் கம்பித்துண்டொன்றை கம்பி AB ஆக உபயோகிக்கப்படுதல் வேண்டும்.

§ 612. **மின்றடை.**—கடத்தியொன்றிற்றுக்கும் **மி.இ.வி.** ஆனது அக்கடத்தியினூடு பாயும் மின்னேட்டத்திறல் வகுக்கப்பட்டுப் பெறப்படும் ஈவானது அக்கடத்தியினெரு தன்னியல்பாகும். இது **தடை** எனப்படும்.

கடத்தியொன்றிற்றுக்கும் முழு மி. இ. வி. ஆனது அதனூடுபாயும் மின்னேட்டத்திறல் வகுக்கப்பட்டுப் பெறப்பட்ட ஈவு அக்கடத்தியின் தடையெனப்படும்.

மற்றும் மின்னியக்கவிசைகள் தொழிற்படாதிருக்குமாயின், கடத்தியின் முனைகளுக்கிடையேயுள்ள **அ.வி.** இன் தாக்கத்திறல் மின்னேட்டம் பாயுமெனின், தடையாகிய R,

$$\frac{V}{C} = R$$

என்பதறற் குறிக்கப்படலாம். இங்கு V என்பது கடத்தியின் முனைகளுக்கிடையேயுள்ள அ. வி. எனவும், C என்பது அக்கடத்தியினூடு பாயும் மின்னேட்டமெனவும் கொள்ளப்பட்டது.

முனைகளுக்கிடையேயுள்ள **அ.வி.** இனேடு E அளவான **மி.இ.வி.** ஒன்றும் கடத்தியிலிருக்குமாயின், அதனையுங் கணக்கிலெடுத்துக் கொள்ளல் வேண்டும். முனைகளுக்கிடையேயுள்ள **அ.வி.** இற்கு **எதிராக மி.இ.வி.** ஆனது தாக்குஞ் சந்தர்ப்பங்களிலே

$$\frac{V-E}{C} = R$$

எனப் பெறுகின்றேம்.

இவ்வாறல்லாது, கடத்தியிலுள்ள **மி.இ.வி.** ஆனது முனைகளுக்கிடையே யுள்ள அழுத்தவித்தியாசத்தின் பயனாக **அதே** திசையிலேயே கடத்தியினூடாக மின்னோட்டத்தைச் செலுத்த முயலுமாயின்.

$$\frac{V + E}{C} = R$$

எனப்பெறுகின்றோம்.

§ 613 **தடையின் அலகுகள்.**—*தனியலகுகளிலே கம்பியொன்றின் தடையானது, கம்பியிலே தாக்குகின்ற* **மி.இ.வி.** *ஐ, அக்கம்பியினூடாகப் பாயும் மின்னோட்டத்தினால் வகுத்துப் பெறப்படும்.* **மி.இ.வி.** *உம் மின்னோட்டமுந் தனியலகுகளிலே அளக்கப்படும்.*

எனவே, கம்பியின் முனைகளுக்கிடையே V *தனியலகுகள்* **அ.வி.** *இருக்கும்போது அக் கம்பியினூடு* C *தனியலகுகள் மின்னோட்டம் பாயுமெனின், தனியலகுகளிலே கம்பியின் தடையானது*

$$\frac{V}{C} \; \frac{(\text{தனியலகுகள்})}{(\text{தனியலகுகள்})} = R \; (\text{தனியலகுகள்})$$

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும்.

தடையின் தனிமின்காந்தவலகானது, கம்பியின் முனைகளுக்கிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசம் ஒரு மின்காந்தவலகாயிருக்கும்போது, ஒரு மின்காந்த வலகின் மின்னோட்டம் ஊடாகப்பாயுங் கம்பியின் தடையாகும்.

தடையின் செய்முறையலகு—*முனைகளுக்கிடையே* V *உவோற்றுக்களின் அழுத்தவித்தியாச மிருக்கும்போது கம்பியொனறு* C *அம்பியர்களின் மின்னோட்டமொன்றைக் கொண்டிருக்குமாயின், செய்முறையலகுகளிலே அக்கம்பியின் தடையானது* V/C *என்னும் ஈவினாற் கொடுக்கப்படும். தடையின் செய்முறையலகானது* **ஓம்** *ஆகுமாதலின், கம்பியின் தடை* R *ஓமிற்குச் சமமாகும். இது,*

$$\frac{V \; (\text{உவோற்று})}{C \; (\text{அம்பியர்})} = R \; (\text{ஓம்})$$

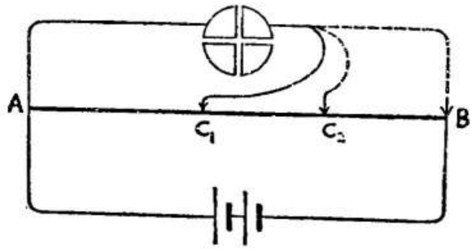
என்பதனாற் கொடுக்கப்படும்.

ஓமின் வரைவிலக்கணம்—**கம்பியொன்றின் முனைகளுக்கிடையே ஒரு உவோற்றின் அழுத்தவித்தியாசமிருக்கும்போது அக்கம்பியினூடாக ஓரம்பியரின் மின்னோட்டமொன்று பாயுமாயின், அக்கம்பியானது ஒரு ஓம் தடையையுடையதாகும்.**

ஒரு ஓம் $= 10^9$ தடையின் தனியலகுகள்.

§ 614. **திரவியமொன்றின் தற்றடை**—*கம்பியொன்றின் தடையானது அதன் நீளத்திலும் வெட்டுமுகப்பரப்பிலுந் தங்கியிருப்பதோடு, கம்பியானது செய்யப்பட்டுள்ள திரவியத்திலுந் தங்கியிருக்கின்றது.*

நீளத்திஞேடு தடையின் மாறறம்—நீண்ட ஒரு சீரான கம்பி AB இனூடு மின்ஞேட்டமொன்று செலுததபபட்டுளளதென்றும், முனே A இற்கும்



உருவம் 470.—நீளத்தோடு தடையின்மாற்றம்.

கம்பியிலுள்ள C_1, C_2, முதலிய ஏதாவதொரு புள்ளிக்குமிடையிலே (உருவம் 470) கால்வட்ட மின்மானியொன்ருவது உவோற்றுமானியொன்ருவது இணைக்கப்படலாமென்றுங் கொளக.

மின்மானியின் திரும்பலானது, அது இணைக்கப்பட்ட கம்பியின் நீளத்திஞேடு விகிதசமமாயிருக்கக் காணப்படும். எனவே, கம்பியிலுள்ள இரண்டு புள்ளிகளுக்கிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசமானது, அப்புள்ளிகளிடையேயுள்ள நீளத்திஞேடு விகிதசமமாயிருக்கும். ஆஞல், மின்ஞேட்டமானது முழுக்கம்பியிலும் ஒரேசீரான பெறுமானத்தையுடையதாதலின், எந்த இரு புள்ளிகளுக்குமிடையேயுள்ள அ.வி. ஆனது அப்புள்ளிகளுக்கிடையேயுளள கம்பியின் தடையிஞேடு விகிதசமமாகும். எனவே, **ஒரு சீரான கம்பிெ ான்றின் தடையானது, கம்பியின் நீளத்திஞேடு நேரான விகிதசமமாயிருக்கும்.**

வெட்டுமுகப்பரப்பிஞேடு தடையின் மாற்றம்—வெவ்வேறு விட்டங்களைக் கொண்டனவும் ஒரே திரவியததிஞற் செய்யப்பட்டனவுமான கம்பியின் மூன்று சமநீளங்களாகிய AB, BC, CD மின்கலவடுக்கொன்றிஞேடு தொடர்நிலையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளனவாயின, (உருவம் 471), எநதக்கம்பியினது முனேகளுககுமிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசம் அக்கம்பியின் தடையிஞேடு விகிதசமமாயிருக்கும். எனவே, இத்தடைகள் முறையே AB, BC, CD களின குறுக்கே இணைக்கப்பட்டுள்ள மின்மானியொன்றின் திரும்பல்களோடு விகிதசமமாயிருக்கும்.

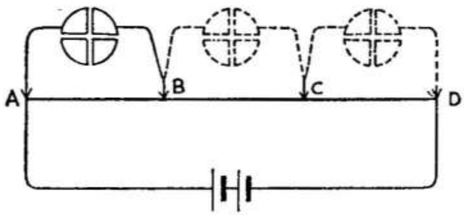
திரும்பல்கள் மூன்றும் முறையே δ_1, δ_2, δ_3 ஆகவும், கம்பிகள் மூன்றினதும் வெட்டுமுகப் பரப்புகள முறையே A_1, A_2, A_3 ஆகவுமிருப்பின்,

$$\delta_1 A_1 = \delta_2 A_2 = \delta_3 A_3$$

எனக் காணப்படும். அல்லது,

$$\delta_1 : \delta_2 : \delta_3 = \frac{1}{A_1} : \frac{1}{A_2} : \frac{1}{A_3}.$$

அதாவது, ஒரே திரவியத்தைக் கொண்டு செய்யப்பட்ட கம்பியின் சமநீளங்களினது தடைகள், அக்கம்பிகளினது வெட்டுமுகப் பரப்புக்களுக்கு நேர்



உருவம் 471.—வெட்டுமுகப்பரப்பினோடு தடையின் மாற்றம்.

மாறுவிகிதசமமுடையன. அல்லது கம்பித்துண்டொன்றின் தடையானது அக்கம்பியின் வெட்டுமுகப்பரப்பிற்கு நேர்மாறாக மாறும்.

ஆகவே, நீளம் l உம், வெட்டுமுகப்பரப்பு A உமுள்ள கம்பியொன்றின் தடையானது பெறுமானம் R ஐ யுடையதாகும். இது,

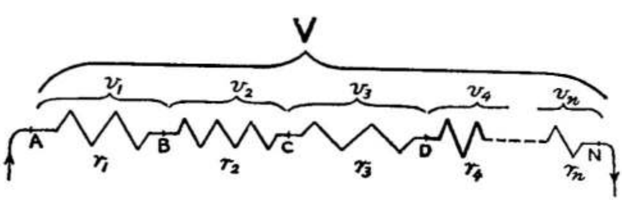
$$R \propto \frac{l}{A}$$

என்பதனூற் கொடுக்கப்படும். அல்லது,

$$R = \sigma \frac{l}{A},$$

இங்கு σ என்பது கம்பி செய்யப்பட்டுள்ள திரவியத்திலே தங்கியுள்ள ஒரு மாறுப்பெறுமானமாகும்.

கணியம் σ என்பது **திரவியத்தின் தற்றடை** *எனப்படும். இது,* **1 சமீ. நீளமும் 1 ச.சமீ. வெட்டுமுகப்பரப்புமுள்ள துண்டொன்றின் ஒரு முனையிலிருந்து மற்றதுக்கு* மின்னேட்டம் பாயும்போது, அத்துண்டின் தடையாகும்.**



உருவம் 472.—தொடர்நிலையில இணைக்கப்பட்டுள்ள கடத்திகளின் சேர்ந்த தடை.

§ 615. தொடர் நிலையில் இணைக்கப்பட்டுள்ள தடைகள்—AB, BC, CD, *போன்ற பல கம்பிகள் தொடர் நிலையிலே சேர்த்திணைக்கப்பட்டுள்ளன*

*குறிப்பு —இது கம்பியின் கனவளவலகிற்குரிய தடையன்று.

வென்றும், (உருவம் 472), தொகுதியின் ஒரு முனையாகிய A இல் உட்செல்லும் மின்னோட்டமொன்று ஒவ்வொரு கடத்தியினூடாகவுஞ் சென்று, தொகுதியின் மற்றமுனையாகிய N வழியாய் வெளியேறுகின்றதெனவுங் கொள்க.

AB, BC, CD முதலியவற்றின் தடைகள் r_1, r_2, r_3, முதலியனவாகவும், கடத்திகளினூடு பாயும் மின்னோட்டம் c ஆகவுமிருக்குமாயின், A இற்கும் B இற்குமிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசம் v_1 ஆகவும், B இற்கும் C இற்குமிடையேயுள்ளது v_2 ஆகவும், C இற்கும் D இற்குமிடையேயுள்ளது v_3 ஆகவும், இவற்றைப் போற் பிறவுமிருக்கும். இவை,

$$v_1 = cr_1,\ v_2 = cr_2,\ v_3 = cr_3$$

என்பனவற்றாற் கொடுக்கப்படும்.

இப்போது, A இற்கும் N இற்குமிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசம் முழுவதும் V ஆயின், A இற்கும் N இற்குமிடையேயுள்ள கடத்திகள் முழுவதினதும் பயன்படு தடையானது ஏதாவது கணியம் R இற்குச் சமமாகும். இது,

$$V = cR$$

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும்.

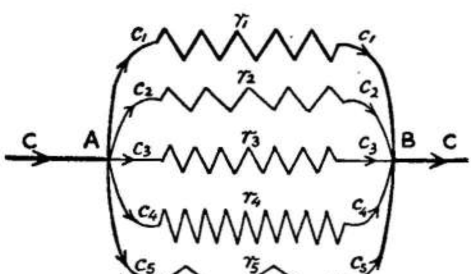
முழுவழுத்தவித்தியாசமாகிய V ஆனது, v_1, v_2, v_3, முதலியவற்றின் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமமாகும். அதாவது,

$$V = v_1 + v_2 + v_3 + \ldots\ldots.$$

எனவே, $$cR = cr_1 + cr_2 + cr_3 + \ldots.$$

அல்லது, $$R = r_1 + r_2 + r_3 + \ldots\ldots.$$

ஆகவே, **தொடர்நிலையிற் சேர்த்திணைக்கப்பட்டுள்ள பல கடத்திகளின் முழுத்தடையும், தனிக்கடத்திகளின் தடைகளினது கூட்டுத்தொகைக்குச் சமமாகும்.**



உருவம் 473.—சமாந்தரநிலையில் இணைக்கப்பட்டுள்ள கடத்திகளின் சேர்ந்த தடை.

§ 616. சமாந்தரநிலையில் இணைக்கப்பட்டுள்ள தடைகள்—A, B, ஆகிய புள்ளிகளிரண்டினிடையே பல கம்பிகள் சமாந்தரநிலையில் இணைக்கப்பட்டுள்

ளனவென்றும் (உருவம் 473), அவ்விரு புள்ளிகளுக்குமிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசம் V எனவுங்கொள்க.

இவ்வழுத்தவித்தியாசத் தாக்கத்தின்கீழ் ஒவ்வொரு கடத்தியினூடாகவும் மின்னோட்டமொன்று பாயும், தொகுதியிலே A இலுட்புகுந்து B இல் வெளிசசென்று பாயும் மின்னோட்டமுழுவதும் A இற்கும் B இற்குமிடையே இணைக்கப்பட்டுள்ள தனிக்கடத்திகளினூடாகப் பாயும் மின்னோட்டங்களின் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமமாகும்.

தொகுதியினூடாகப்பாயும் மின்னோட்டம்முழுவதும் **C** ஆயின், தொகுதியின் சமவலுத்தடையானது

$$R=\frac{V}{C}$$

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும் ஏதாவதொரு கணியம் R ஆகும். அல்லது,

$$C=\frac{V}{R}.$$

தனிக்கடத்திகளினூடுபாயும் மின்னோட்டங்கள் c_1, c_2, c_3, முதலியவற்றினாலும், அக்கடத்திகளின் தடைகள் r_1, r_2, r_3, முதலியவற்றினாலும் முறையே குறிக்கப்படுவனவாயின்,

$$c_1=\frac{V}{r_1},\quad c_2=\frac{V}{r_2},\quad c_3=\frac{V}{r_3},$$ முதலியவற்றை எழுதலாம்.

ஆனால், $$C=c_1+c_2+c_3+\ldots\ldots$$

எனவே, $$\frac{V}{R}=\frac{V}{r_1}+\frac{V}{r_2}+\frac{V}{r_3}+\ldots\ldots$$

அல்லது, $$\frac{1}{R}=\frac{1}{r_1}+\frac{1}{r_2}+\frac{1}{r_3}+\ldots\ldots$$

எந்தக்கடத்தியினதுந் **தடையின் தலைகீழ்க் கணியமானது** அக்கடத்தியின் **கடத்துதிறன்** எனப்படும். இந்த விளைவானது பின்வருமாறு கூறப்படலாம்.—**சமாந்தர நிலையில் இணைக்கப்பட்டுள்ள கடத்திகளின் ஒரு தொகுதியினது கடத்துதிறன் முழுவதும் தனிக்கடத்திகளின் கடத்துதிறன்களினது கூட்டுத்தொகைக்குச் சமமாகும்.**

சமாந்தர நிலையில் இணைக்கப்பட்டுள்ள தடைகளினூடாக மின்னோட்டத்தின் பரவல்— 473 ஆம் உருவத்திற் காட்டப்பட்டுள்ளதைப் போன்ற சுற்றொன்றின் பல்வேறு கிளைகளிலுமுள்ள மின்னோட்டங்களுக்கிடையேயுள்ள தொடர்புகள்,

$$c_1r_1=c_2r_2=c_3r_3=\ldots\ldots=V$$

எனவெழுதப்படலாம். அத்துடன்,

$$C=c_1+c_2+c_3+\ldots\ldots=c_1+c_1\frac{r_1}{r_2}+c_1\frac{r_1}{r_3}+\ldots\ldots$$

எனவே, $$\frac{C}{c_1}=1+\frac{r_1}{r_2}+\frac{r_1}{r_3}+\ldots\ldots$$

இம்மாதிரியாகவே C/c_2, C/c_3, முதலியவற்றிற்குரிய ஒத்த கோவைகள் பெறப்படலாம்.

சமாந்தர நிலையிலுள்ள இரண்டு கம்பிகள்—சுற்றுனது இரண்டு கிளைகளை மட்டுங் கொண்டிருக்குமாயின்,

$$\frac{C}{c_1} = 1 + \frac{r_1}{r_2} = \frac{r_1 + r_2}{r_2}$$

எனப் பெறுகின்றோம். அல்லது,

$$\frac{c_1}{C} = \frac{r_2}{r_1 + r_2}; \text{ இதனைப்போலவே, } \frac{c_2}{C} = \frac{r_1}{r_1 + r_2}.$$

சமாந்தர நிலையிலுள்ள மூன்று கம்பிகள்—முக்கிளைச் சுற்றொன்றிலே

$$\frac{C}{c_1} = 1 + \frac{r_1}{r_2} + \frac{r_1}{r_3} = \frac{r_2 r_3 + r_1 r_3 + r_1 r_2}{r_2 r_3}$$

அல்லது, $$\frac{c_1}{C} = \frac{r_2 r_3}{r_1 r_2 + r_1 r_3 + r_2 r_3},$$

$\frac{c_2}{C}$ இற்கும் $\frac{c_3}{C}$ இற்குமுரிய ஒத்த கோவைகள் பெறப்படலாம்.

இவற்றிலும் பெருந்தொகையான கிளைகளைக்கொண்ட சுற்றுக்கள் சரியாக இம்முறையாகவே எடுத்தாளப்படலாம்.

§ 617. கடத்திகளின் எந்தத் தொகுதியினூடாகவும் மின்னோட்டத்தின் பரவல்—எவ்வகைக்கடத்திகளினதும் வலைவேலையினூடாக உறுதியான மின்னோட்டமொன்று பரவும்போது, வலைவேலையின் எந்தப் பாகத்தினூடும் பாயும் மின்னோட்டமானது பின்வரும் விதிகளைப் பிரயோகித்துத் தீர்மானிக்கப்படலாம் :—

கேச்சோவின் விதிகள்.

1. வலைவேலையின் எந்தப்புள்ளியையாவது நோக்கிப்பாயும் மின்னோட்டங்களின் அட்சரகணிதக் கூட்டுத்தொகை பூச்சியமாகும்.

2. மூடிய எந்தச் சுற்றிலாவது அல்லது வலைவேலையின் "வலைக்கண்ணிலாவது", மின்னோட்டத்தினதும் வலைக்கணணைச் "சுற்றி" எடுக்கப்படும வலைக் கண்ணின் தடையினதும் பெருக்கங்களின் அட்சரகணிதக் கூட்டுத்தொகையானது, அதே திசையிலே வலைக்கண்ணைச் சுற்றித்தாக்கும் மின்னியக்க விசைகளின் அட்சரகணிதக் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமமாகும்.

எளிய எந்தச் சுற்றிலும் முதலாவது விதியானது சுற்றடங்கலும் மின்னோட்டம் ஒரு சீராயுள்ளது என்ற ஒப்புக்கோளில் அடங்கியுள்ளது. 473 ஆம் உருவத்திற் காட்டப்பட்டுள்ளது போன்ற கிளைப்பட்ட சுற்றிலே **கேச்சோவின்** முதலாவது விதியானது புள்ளி A இற்குப் பிரயோகிக்கப்படும்போது

$$C - c_1 - c_2 - c_3 - \ldots\ldots = 0$$

என்ற தொடர்பைக் கொடுக்கின்றது. முன்னரே 616 ஆம் பந்தியிற் பிரயோகிக்கப்பட்ட தொடர்பும் இதுவும் ஒன்றேயாம்.

473 ஆம் உருவத்திலே A ஐயும் B ஐயும் இணைக்குங் கம்பிகளின் எந்தச் சோடியும் எளிய வலைக்கண்ணொன்றை ஆக்குகின்றது. 1 ஆம் 2 ஆம் கம்பிகளினால் உண்டாக்கப்படும் வலைக்கண்ணைச் சுற்றி வலமாக வருவோமாயின், மின்னோட்டத்தினதுந் தடையினதும் பெருக்கங்களின் அட்சரகணிதக் கூட்டுத்தொகையானது $c_1r_1 - c_2r_2$ இற்குச் சமமாகும். 1 ஆம் 4 ஆம் கம்பிகளினால் உண்டாக்கப்படும் வலைக்கண்ணுக்குரிய ஒத்த கூட்டுத் தொகை $c_1r_1 - c_4r_4$ ஆகும். இவற்றைப்போற் பிறவுங் காண்க.

ஒவ்வொரு கம்பியிலுந்தாக்கும் மின்னியக்கவிசையானது அதன் முனைகளுக்கிடையேயுள்ள அழுத்த வித்தியாசமாகிய V ஆகுமாதலின், வலமாகத் தனிவலைக்கண்ணொதனைச்சுற்றியுந் தாக்கும் மின்னியக்கவிசைகளின் அட்சரகணிதக் கூட்டுத்தொகையானது V – V இற்குச் சமமாகும். இது பூச்சிய மாகும்.

எனின், **கேச்சோவின்** இரண்டாவது விதியின்படி,

$$c_1r_1 - c_2r_2 = 0,\ c_1r_1 - c_4r_4 = 0,\ c_2r_2 - c_3r_3 = 0$$

போன்ற சமன்பாடுகளைப் பெறுகின்றோம். அல்லது,

$$c_1r_1 = c_2r_2 = c_3r_3 = c_4r_4 = c_5r_5.$$

இத்தொடர்பை முந்திய பந்தியிலே உபயோகித்துள்ளோம்.

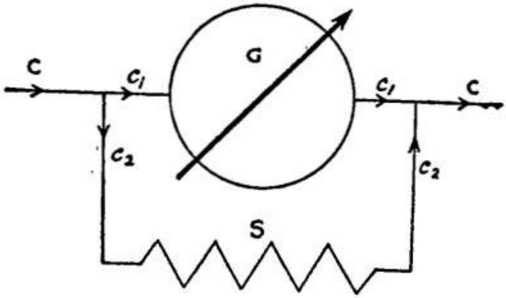
ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்போது 473 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோன்ற எளிய சுற்றுக்களிலே **கேச்சோவின்** விதிகளை நேராக உபயோகியாது மின்னோட்டத்தின் பரவலானது அறியப்படலாமெனத் தோற்றும். ஆயினும், மின்சுற்றுக்களைப்பற்றி நாங்கருதிய இடங்களிலெல்லாம் உபயோகித்த முறைகளிலே, இவ்விதிகள் அடங்கியுள்ளனவென முன்பு கூறியதிலிருந்து புலனாகும். சிக்கல்கூடிய வகைச் சுற்றுக்களை எடுத்தாளும்போது, சிறப்பாக மின்கலங்களைப்போன்ற இடத்திற்குரிய உற்பத்திகளை அடக்கியுள்ள கிளைகள் சிலவற்றைக்கொண்ட சுற்றுக்களை எடுத்தாளும்போது, மின்னோட்டம் பரவியிருத்தற்குரிய எளியதும் நேரானதுமான முறையை கேச்சோவின் விதிகள் மட்டுமே கொடுக்கின்றன.

§618. **கல்வனோமானித் திருப்பிகள்**—கல்வனோமானியொன்றினூடு முழு மின்னோட்டமுஞ் செலுத்தப்படுமாயின் அக்கல்வனோமானி பழுதடையக்கூடிய நிலைமைகளிலே அதனை உபயோகிக்கவேண்டிய தேவை பெரும்பாலும் உண்டாகின்றது. இவ்வகையான சந்தர்ப்பங்களிலே திருப்பி (உருவம் 474) எனப்படும் வசதியான தடையையுடைய கம்பியொன்று கல்வனோமானியின் முடிவிடங்களோடு இணைக்கப்பட்டு, இக்கம்பியினூடாக மின்னோட்டத்தின் ஒரு பாகந் "திருப்பப்படும்."

கல்வனோமானியின் தடை G ஆகவும், திருப்பியினது S ஆகவுமிருப்பின், முழுமின்னோட்டம் C ஆனது c_1, c_2 ஆகிய இரண்டு பாகங்களாகப்

பிரிக்கப்படும். இவற்றுள் c_1 ஆனது கல்வனோமானியினூடும் c_2 ஆனது திருப்பியினூடும் பாயும். C, c_1, c_2, ஆகியவற்றினிடையேயுள்ள தொடர்பானது $\frac{c_1}{C} = \frac{S}{S+G}$ என்பதனாலும் $\frac{c_2}{C} = \frac{G}{S+G}$ என்பதனாலும் கொடுக்கப்படும் (§616 ஆம் பந்தியைப் பார்க்க).

வசதிக்காக S ஆனது கல்வனோமானித்தடை G இனது ஏதாவது வரையறையான பின்னமாக்கப்படும்.



உருவம் 474.—தடையொன்றைக்கொண்டு திருப்பப்பட்டுள்ள கல்வனோமானி.

உயர்வான உணர்திறனையுடைய கல்வனோமானிகளுடன் வழக்கமாக வழங்கப்படும் திருபபுப்பெட்டிகளிலே பொதுவாக மூன்று தடைகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இவற்றில் முறையே $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{99}$, $\frac{1}{999}$, என்ற குறிப்புக் காணப்படும். இது ஒத்த தடைகள் முறையே கல்வனோமானித்தடையின் இப்பின்னங்களுக்குச் சமமாகுமென்பதை காட்டுகின்றது.

எனின், $\frac{1}{9}$ எனக்குறிக்கப்பட்ட திருப்பி உபயோகிக்கப்படும்போது

$$S = \frac{1}{9} G$$

எனப் பெறுகின்றோம். ஆகவே, $\frac{c_1}{C} = \frac{\frac{1}{9} G}{\frac{1}{9} G + G}$ அல்லது $c_1 = \frac{1}{10} C$.

$\frac{1}{99}$ எனவும் $\frac{1}{999}$ எனவுங் குறிக்கப்பட்ட திருப்பிகள் உபயோகிக்கப்படும் போது இவ்வகையாகவே, கல்வனோமானியின்னோட்டமானது பாய்கின்ற முழுமின்னோட்டத்தின் $\frac{1}{100}$ பங்கிற்கும் $\frac{1}{1000}$ பங்கிற்கும் சமமாகும்.

ஆகவே, பாய்கின்ற முழுமின்னோட்டமானது மாறுவளவையுடையதாயின், திருப்பிச் சுருள்களை உபயோகித்துக் கல்வனோமானியின் திரும்பலை அதன் நியமப்பெறுமானத்தின் $\frac{1}{10}$ ஆகவோ $\frac{1}{100}$ ஆகவோ $\frac{1}{1000}$ ஆகவோ குறைக்கலாம்.

கல்வனோமானியின் முடிவிடங்களுக்கிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசமானது மாறுவளவையுடையதாயின் அக்கல்வனோமானியின் திரும்பலைக் குறைப்பதற்காகத் திருப்பியை உபயோகிக்க வேண்டியதில்லை.

§ 619. **மின்னோட்டமொன்றினாற் செலவான சத்தி**—அழுத்தங்கள் V அளவினால் வேறுபடுகின்ற புள்ளிகளிரண்டினுக்கிடையே மின்னோட்டம் C ஆனது பாயும்போது, மின்னோட்டம் பாய்கின்ற கடத்தியிலே நிலையான சத்திச்செலவுண்டு.

t செக்கனிலே மின்கணியம் Q ஆனது கடத்தியினூடு பாயுமெனின், Q இன் பெறுமானம்

$$Q = Ct$$

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும்.

மின்னின் இக்கணியமானது அழுத்தவித்தியாசம் V இனூடு பாய்கின்றதாதலின், கடத்திக்கு வழங்கப்படுஞ் சத்தியானது QV இற்குச் சமமாகும் (பந்தி 609). அல்லது,

$$\text{வழங்கப்பட்ட சத்தி} = VCt.$$

இச்சத்தியானது குறிக்கப்படும் அலகுகள் V உம் C உம் அளக்கப்படும் அலகுகளிலே தங்கியிருக்கின்றது. எனின் **V உம் C உம் தனியலகுகளில் அளக்கப்படுவனவாயின்,**

$$\text{வழங்கப்பட்ட சத்தி} = VCt \text{ எக்குகள்.}$$

எனப் பெறுகின்றோம்.

அன்றேல், V ஆனது **உவோற்றுக்களிலும்,** C ஆனது **அம்பியர்களிலும்** அளக்கப்படுவனவாயின், சத்தியானது **சூல்களிற்** குறிக்கப்படும். அதாவது,

$$\text{வழங்கப்பட்ட சத்தி} = VCt \text{ சூல்கள்.}$$

கடத்தியிலே இச்சத்தியானது உபயோகிக்கப்படும் வகையானது, கடத்தியில் மின்னியக்கவிசைகள் எவையேனும் உள்ளனவா, அன்று, என்பதிலே தங்கியிருக்கின்றது.

முதலாவது சந்தர்ப்பம்—கடத்தியிலே மி.இ.வி. இல்லாதபோது— கடத்தியினூடு மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தும் அழுத்தவித்தியாசத்தைத் தவிர அக்கடத்தியிலே எந்த **மி.இ.வி.** உந் தொழிற்படாதிருக்குமாயின்,

மின்னோட்டம் C ஆனது அழுத்தவித்தியாசம் V இனாலும், கடத்தியின் தடை R இனாலுந் தீர்மானிக்கப்படும். இச்சந்தர்ப்பத்திலே,

$$C = \frac{V}{R} \text{ (ஓமின் விதிப்படி)}$$

எனவே,

$$\text{வழங்கப்பட்ட சத்தி} = VCt = \frac{V^2t}{R} = C^2Rt.$$

இச்சத்தி முழுவதும் கடத்தியின் தடையை மேற்கொள்ள உபயோகிக்கப்படும்.

இரண்டாவது சந்தர்ப்பம்—கடத்தியிலுள்ள மி.இ.வி. ஒன்றிற்கெதிராக மின்னோட்டம் பாயும் போது—கடத்தியிலே "எதிர்" அல்லது "பின்" மி.இ.வி. ஒன்று இருக்குமாயின், கடத்தியின் முனைகளுக் கிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசமானது இவ்வெதிர் **மி.இ.வி.** ஐ மேற்கொள்ளுதல் வேண்டும். இந்த **மி.இ.வி.** இற்கெதிரே மின்னோட்டத்தைச் செலுத்த வேலை செய்யப்படுதல் வேண்டும்.

கடத்தியின் தடையானது முந்தியதைப் போல R ஆயிருக்க எதிர், மி.இ.வி. இனளவை E எனக்கொள்க.

இப்போது கடத்தியிற்குக்கும் முழு **மி.இ.வி.** உம் (V − E) இற்குச் சமமாகும். கடத்தியினூடு பாயும் மின்னோட்டம் C ஆனது

$$C = \frac{V - E}{R}$$

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும். எனவே,

$$CR = V - E.$$

இப்போது t செக்கனிலே சுற்றுக்கு வழங்கப்படுஞ் சத்தியானது VCt இற்குச் சமமாகும். இதிற் கணியம் EQ அல்லது ECt ஆனது கடத்தியிலுள்ள எதிர் **மி.இ.வி.** இற்கெதிராக மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தும் போது உறிஞ்சப்படும். எனின்,

$$\textbf{வழங்கப்பட்ட சத்தி} = VCt.$$

அத்துடன், எதிர் மி.இ.வி. இற்கெதிராகச் செய்யப்படும் வேலை $= ECt$.
எனவே, **தடையை மேற்கொள்ளச் செலவான சத்தி** $= VCt - ECt$.

$$= (V - E)\,Ct.$$

இப்போது கணியம் (V − E) ஆனது மேலே காட்டியவாறு CR இற்குச் சமமாகும். எனவே,

$$\textbf{தடையை மேற்கொள்ளச் செலவான சத்தி} = C^2Rt.$$

இரண்டு சந்தர்ப்பங்களிலுந் தடையை மேற்கொள்ளச் செலவான சத்தியானது C^2Rt இற்குச் சமமாயுள்ளதென்பது அவதானிக்கபடலாம். ஆகவே t செக்கனிற் கடத்தியினூடாக மின்னோட்டம் C ஆனது பாயும்போது **கடத்தி**

யிற் செலவான சத்தியை இக்கணியங் குறிக்கின்றது. இச்சத்திமுழுவதும் கடத்தியினுள்ளே வெப்பமாக மாறுகின்றதாதலின்,

$$\text{கடத்தியிலே வெப்பமாகச் செலவான சத்தி} = C^2Rt$$

எனவெழுதலாம்.

C உம் R உம் தனியலகுகளிற் குறிக்கப்பட்டால், இச்சத்தி எக்குகளிற் கொடுக்கப்படும்.

C அம்பியரிலும், R ஓமிலும் அளக்கப்பட்டால், வெப்பமாகச் செலவான சத்தி சூலிற் கொடுக்கப்படும்.

§ 620. **வலுவினதும் சத்தியினதும் செய்முறை அலகுகள்**— C அம்பியரின் மின்னோட்டமொன்று V உவோற்றுக்களால் அழுத்தங்கள் வேறுபடும் புள்ளிகளிரண்டினிடையே பாயுமாயின், மின்னோட்டம் C ஊடாகப் பாயுங் கடத்திக்கு வழங்கப்படுஞ் சத்தியானது வரைவிலக்கணத்தின்படி VCt சூல்களுக்குச் சமமாகும். இங்கு, t என்பது மின்னோட்டம் பாய்கின்ற காலமாகும்.

செக்கனென்றில் வழங்கப்படுஞ் சத்தியானது கடத்திக்கு வழங்கப்படும் **வலு** எனப்படுமாதலின், **வழங்கப்படும் வலு=செக்கனென்றுக்கு VC சூல்கள்.**

வலுவினலகானது உவாற்று ஆகும். இது, **செக்கனென்றிற்கு ஒரு சூல்** என்பதனுற் குறிக்கப்படும் **சத்திவழங்கல் வீதமாகும்.**

எனவே, பின்வருந் தொடர்புகளைப் பெறுகின்றோம்.

1 சூல் = 1 உவோற்று–அம்பியர்–செக்கன்.

1 உவாற்று = செக்கனென்றுக்கு 1 சூல் = 1 உவோற்று–அம்பியர்.

1 கிலோவுவாற்று = 1,000 உவாற்றுகள் = 1,000 உவோற்று–அம்பியர்கள்.

சிலநேரங்களிலே ஒரு கிலோவுவாற்று என்பது ஒரு **கிலோ–உவோற்று.–அம்பியர்** எனப்படும். இது **கி.உ.அ.** என எழுதப்படும்.

சாதாரண மின்வழங்கு மானிகளிலே சத்தியானது அளக்கப்படும் அலகானது **வர்த்தகச் சங்க அலகு** எனப்படும். இது, **1 வ.ச. அலகு** என எழுதப்படும்.

1 வ. ச. அலகு=1 கிலோவுவாற்று – மணி,

அல்லது **1 வ. ச. அலகு=3,600,000 சூல்கள்.**

அத்தியாயம் 66

தடையினளவு

§ 621. நியமத் தடைகள்.—பொருளொன்றின் திணிவைத் தீர்மானிப்பதற்குத் தெரியாத்திணிவை நியமத் திணிவுகளோடு ஒப்பிடுவதுபோலத் தடைகளை அளப்பதற்குத் தெரியாத் தடைகளை நியமத்தடைகளோடு ஒப்பிடுகின்றோம்.

ஓமின் பெறுமானமானது பரிசோதனையாளர் பலரினால் தீர்மானிக்கப்பட்டுள்ளது. ஓமின் இத்தீர்மானம், பொதுவாக, முன்னரே குறிப்பிடப்பட்ட உவோற்றின் தீர்மானத்திேனாடு சேர்த்துப் பெறப்படும். இத்தீர்மானங்களைப் பற்றி இங்கு நாம் எடுத்தாளப் போவதில்லை.

பெருநதொகையான தீர்மானங்களின் சராசரிப் பேறாக, மெய்யான ஓமானது, 0°C இலே 106 3 ச.மீ. நீளமும் 1 சது.மி.மீ. வெட்டுமுகமுமுள்ள இரசநிரலொன்றின் தடையாக விவரிக்கப்படலாம். இந்நிரலின் நிறை 14·4521 கி. ஆகும்.

ஓமிற்குரிய வேறு பல பெறுமானங்களும் வரையறுக்கப்பட்டுள்ளன. உதாரணமாக **முறையான ஓமானது** மேலேயுள்ளதினோடொத்தது, ஆனால் நீளம் மட்டும் 106 ச.மீ. ஆன, இரசநிரலொன்றின் தடையாக வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது. ஆனால், **பி.ச. ஓமென்பது** பிரித்தானியச் சங்கத்தின் நிருவாகிகளால் ஆயத்தப்படுத்தப்பட்ட குறித்த கம்பித்துண்டொன்றின் தடையாகும். இது, இப்போது விவரிக்கப்பட்டதைப்போன்றதும், நீளம்மட்டும் 104·87 ச.மீ. உடையதுமான, இரசநிரலொன்றின் தடைக்குச் சமமாகும்.

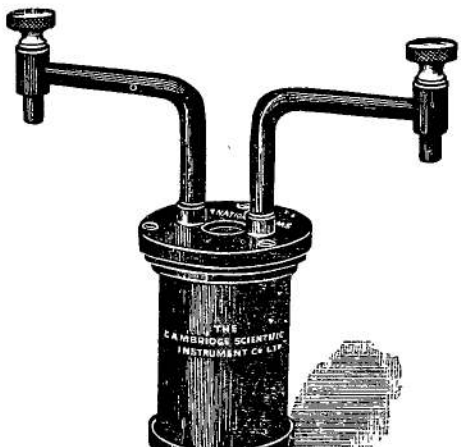
இதுகாறும பெறப்பட்ட மெய்யான ஓமிற்குரிய ஆகக்கிட்டிய பெறுமானமாக 106·3 ச மீ. நீளமான நிரலின் தடையே விஞ்ஞானத் தேவைகளுக்காக எடுத்துக்கொள்ளப்படும.

சாதாரண உபயோகத்திற்குரிய நியமத் தடைகள் ஓமல் அல்லது மங்கனின்[1] கம்பியினாற் செய்யப்படுவது வழக்கம். வரையறுக்கப்பட்ட ஏதாவது வெப்பநிலையிலே மெய்யான ஓமிற்கு அல்லது ஓமின் ஏதாவது மடங்கு அல்லது உபமடங்கிற்கு, இவற்றின் தடைகள் ஏறத்தாழச் சமமாயிருக்குமாறு இக்கம்பிகள் செப்பஞ் செய்யப்பட்டுள்ளன. எமது தேவைகளுக்காக இத்தடைகள் திருததமுடையனவாகக் கொள்ளப்படல் வேண்டும்.

[1] இத்திரவியஙகள ஏறத்தாழ 85 நூறறுவீதஞ் செம்பையும் 10 நூறறுவீதம் மங்கனீசையும் 3 தொடககம் 4 நூறறுவீதம் மட்டும நிககலையுங கொண்ட செம்பு–நிககல–மஙகனீசுக் கலப்புலோகஙகளாம். மங்கனீசில அழுககாகப் பிரதானமாயுள்ள சிறிதளவு இரும்பையும் இவை கொணடுளளன.

இணைக்கம்பிகளின் தடையானது நிராகரிக்கப்படக்கூடியதாக மிகத்தடிப்பான செப்பிணைக் கம்பிகளோடு மங்கனின் கம்பியானது பித்தளையால் மூடப்பட்டேனும் வன்பற்றுசுபிடிக்கப்படடேனுமிருக்கும். கம்பியானது மத்தியபுள்ளியிலே அதன் நேரிலேயே திருப்பி மடிக்கப்பட்டு ஏதாவது காவலித்திரவியமொன்றின் நூற்கட்டையிலே இரட்டைச் சுருளியாகச் சுற்றப்பட்டிருப்பது வழக்கம். தடைச்சுருளின் **தற்றூண்டலை** நிராகரிக்கக்கூடிய பெறுமானத்திற்குக் குறைப்பதே இவ்வமைப்புக்குரிய காரணமாகும் (பந்தி 672).

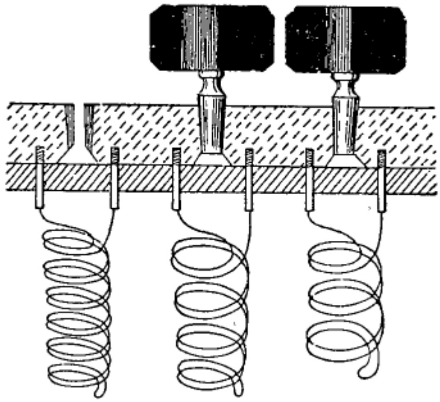
மெழுகினுலேனும் எண்ணெயினுலேனும் நிரப்பப்படக்கூடிய பாதுகாப்பு மூடியொன்றினுள்ளே முழுச்சுருளும் வைக்கப்படும். உயாவுமிக்க திருத்தந் தேவையான வேலைகளிலே, பத்திலட்சத்தின இரணடொரு பாகத்தினுள்ளே சுருளின் தடையை அறிவதற்காக அச்சுருளின் வெப்பநிலையை அறியவேண்டியது அவசியமாகின்றது. இவ்வகையான வேலைகளுக்காக உபயோகிக்கப்படுஞ் சுருள்கள் வெப்பமானியொன்று வைக்கப்பட்டுள்ள எண்ணெயினுற் சூழப்பட்டுள்ளன (உருவம் 475).



உருவம் 475.—*நியமத்தடை.*

§ 622. **தடைப்பெட்டி**—தடைச்சுருள்கள் பலவற்றைத் தனிமூடியொன்றிலே ஒன்றுகச் சேர்த்து **தடைப்பெட்டி** ஒன்றை அமைக்கலாம். ஒவ்வொரு சுருளினதும் இரண்டுமுனைகளும் பாரிய பித்தளைக் கப்பிகளினேடு இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இக்கப்பிகளினிடையே விறைப்பான பித்தளைச் செருகியொன்று செலுத்தப்படலாம். செருகி செலுத்தப்பட்டதும் பெட்டியினூடு

பாயும் மின்னோட்டமானது செருகியினூடும் பாயும். அப்போது மின்னோட்டச் செலவுக்கெதிரான தடையானது நிராகரிக்கப்படலாம் (உருவம் 476). செருகியையெடுத்தவுடன் மின்னோட்டமானது குற்றிகளின் குறுக்கே இணைக்கப்பட்டுள்ள தடைச்சுருளினூடாகச் சென்று ஒரு கப்பியிலிருந்து மற்றதுக்கு மட்டும் பாய்கின்றது.



உருவம் 476.—தடைப்பெட்டியொன்றிலே தடைச்சுருள்கள் ஒழுங்கு

தடைப்பெட்டிகளின் இக்கால வகைகள் சிலவற்றிலே அடுத்துள்ள கப்பிகளுக்கிடையே செருகித் தொடுப்பு இருப்பதில்லை. சுருளை உபயோகிக்கத் தேவையில்லாதபோது பித்தளைக் கப்பிகளின் குறுக்கே இணைப்பதற்குரிய சுழலுமாளியொன்று உபயோகிக்கப் படும்.

§ 623. **அம்பியர்மானியினதும் உவோற்றுமானியினதும் முறையைக் கொண்டு கம்பியொன்றின் தடையையளத்தல்**—கம்பியொன்றின் முனைகளுக்கிடையே அழுத்தவித்தியாசம் V ஐப் பிரயோகித்து அக்கம்பியினூடு மின்னோட்டம் C ஆனது செலுத்தப்படும்போது, வரைவிலக்கணப்படி, ஈவு $\frac{V}{C}$ ஆனது கம்பியின் தடைக்குச் சமமாகும். கம்பியின் தடையைத் தீர்மானிக்க இதனை உபயோகிக்கலாம்.

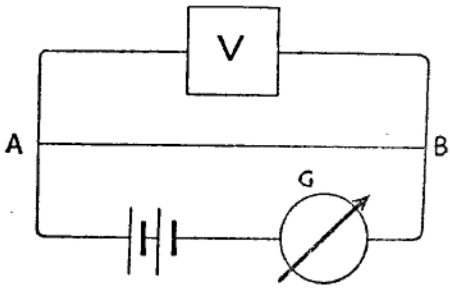
கம்பி AB ஆனது தான்சன் கல்வனோமானியொன்றினோடு தொடர்நிலையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. சேமிப்புக்கலனொன்றைப்போன்ற மாறுக்கலமொன்று கம்பியினூடும் கல்வனோமானியினூடும் மின்னோட்டமொன்றைச் செலுத்த உபயோகிக்கப்படும். இம்மின்னோட்டத்தின் திறன் C ஆனது கல்வனோமானியில் உண்டாக்கப்படுந் திரும்பலிலிருந்து தீர்மானிக்கப்படும்.

கம்பியின் முனைகளுக்கிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசம் V ஆனது உவோற்றுக்களிலே நேராய் அளக்கப்படுமாறு, கம்பி AB இன் முனைகளின் குறுக்கே **உவோற்றுமானி**யொன்று இணைக்கப்பட்டுள்ளது (உருவம் 477).

C ஆனது அம்பியரிற் கொடுக்கப்படுமாயின், கம்பியின் தடை R ஆனது

$$R = \frac{V}{C} \text{ ஓம் என்பதனாற் பெறப்படும்.}$$

விரும்பினுல், தான்சன் கல்வனேமானியொன்றிற்குப் பதிலாக **அம்பியர் மானியொன்றை** உபயோகிக்கலாம். இது, பாயும் மின்னேட்டத்தின் திறனை



உருவம் 477.—அம்பியர்மானியையும உவோற்றுமானியையும் கொண்டு கம்பியின தடையை அளத்தல்.

நேராக அம்பியரிற் கொடுக்குமாறு, அளவு குறிக்கப்பட்ட ஒருவகைக் கல் வனே மானியாகும் (710 ஆம் பந்தியைப் பார்க்க).

இந்த முறையானது **திரும்பல்முறை** ஆகும். AB இன் தடைக்குரிய பருமட்டான பெறுமானமொன்று தேவைப்படும்போதே இம்முறை உப யோகப்படும்.

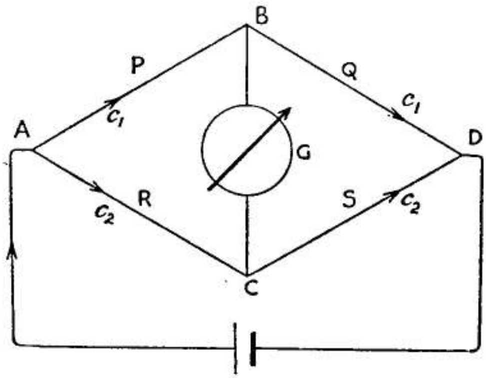
§624. **பிரதியீட்டினுற்றடையையறிதல்.**—பிரதியீட்டு முறையொன்றினுற் கம்பியொன்றின் தடைக்குரிய அண்ணளவுப் பெறுமானமொன்றைப் பெற முடியும். ஆயினும், தெரியாத்தடையின் பெறுமானமானது 25 தொடக்கம் 30 ஓமிற்குக் குறையாதிருக்குமெனத் தெரிந்தாலன்றி இம் முறையை உபயோகித்தல் கூடாது.

கம்பியானது தான்சன் கல்வனேமானியொன்றினேடு தொடர்நிலையில் இணைக்கப்பட்டபின், மாருக்கலமொன்றிலிருந்து கம்பியினூடாகவுங் கல்வ னேமானியினூடாகவும் மின்னேட்டமொன்று செலுத்தப்படுதல் வேண்டும். கல்வனேமானியின் திரும்பல் அவதானிக்கப்பட்டதும், உபயோகிக்கப்பட்ட கம்பிக்குப்பதிலாகச் சுற்றிலே தடைப்பெட்டியொன்று செலுத்தப்படுதல் வேண்டும். இதன்பின் முந்திய அளவுக்கே கல்வனேமானியானது திரும்பு மட்டும் பெட்டியிலுள்ள தடையானது செப்பஞ்செய்யப்படுதல் வேண்டும். பின்பு, பெட்டியிலிருந்து செருகிகள் எடுக்கப்பட்ட வெளிகளுக்கெதிரே யுள்ள தடைகளின் பெறுமானங்களைக் கூட்டி இச் செப்பஞ்செய்கைக்குத் தேவையான தடையானது தீர்மானிக்கப்படும். முந்தி உபயோகித்த கம்பி யின் தடைக்கு இது சமமாயிருக்கவேண்டுமென்பது வெளிப்படை.

மீண்டும் இந்த முறை ஒரு **திரும்பல்முறை** ஆகும். பெறப்பட்ட பேருனது கம்பியின் மெய்யான தடையின் ஓர் அண்ணளவுப் பெறுமானமேயாகும்.

§625. **உவீந்தன்பாலம்**—திருத்தத்தின் உயர்வுப்படியிலே ஏறத்தாழ எல்லாவிதக் கடத்தியினதுந் தடையைத் தீர்மானித்தற்குரிய தடைகளி னொழுங்கொன்றை **உவீந்தன்** அமைத்தார். தடைகள் முதலியவற்றின் முழுவொழுங்கும் **உவீத்தன்பாலம்** எனப்படும்.

உவீந்தன் பாலத்தின் தத்துவம்.—உவீத்தன்பாலமொன்றிலே நாற் கோணம ABCD இன் நான்கு பக்கங்களாய் அமையுமாறு P, Q, R, S ஆகிய நான்கு கடத்திகள் சேர்த்திணைக்கப்பட்டுள்ளன (உருவம் 478).



உருவம் 478.—**உவீத்தன்பாலம்.**

A, D மூலைகளிரண்டும் கலமொன்றின் முடிவிடங்களினோடு இணைக்கப் படடிருப்பதினால் மின்னோட்டமானது நாற்கோணத்தினுள்ளே A இற் புகுந்து D இல வெளியேறுகின்றது. மின்னோட்டமானது A இற்பிரிநது, ஒரு பாகம P, Q கடத்திகளினூடாக ABD வழியாகவும், மற்றப்பாகம் R, S களினூடாக ACD வழியாகவுஞ் செல்லும்.

பாதை ABD வழியாக A இலிருந்து D இற்குச் செல்லும்போது P, Q கடததிகளின வழியே அழுத்தவீழ்ச்சியொன்றிருத்தல் வேண்டும். ஆகவே, B இலுள்ள அழுத்தமானது A இனகீழும் D இனமேலுமா யிருக்கும். ACD இன நேராகவும் இவ்வகையான அழுத்தவீழ்ச்சியொன் றிருககும்.

B இலுள்ள அழுத்தத்தையேயுடைய ஏதாவது புள்ளியொன்று ACD இன நேரிலும் இருத்தல் வேண்டுமென்பது வெளிபபடை. C எனபது இவ்வகையான ஒரு புள்ளியெனக் கருதுவோமாக. அதாவது, C இலுள்ள அழுத்தமானது B இலுள்ள அழுத்தத்திற்குச் சமமாகும். இப்போது B உம் C உஞ் சேர்த்திணைக்கப்பட்டால், இணைகருங்கம்பியின் முனைகள் சமவழுத்தங்களிலிருத்தலினால், இககம்பியின் நேரே எந்தத்திசையிலும் மினனோட்டம் பாயாது. காட்டியபடி பொருத்தப்பட்டுள்ள கல்வனோமானி G இலே எவ்விதத் திரும்பலுங் காணப்படாது. ஆகவே, AB இற் பாய்கின்ற

மின்னேட்டம் c_1, ஆனது BD இனூடு நேராகப் பாயும். இதனைப்போலவே, A இலே கடத்தி R இனுட்புகும் மின்னேட்டம் c_2 ஆனது கடத்தி S இனூடு சென்று இக்கடத்தியைவிட்டு D இலே வெளியேறும்.

A, B, C, D களினமுத்தங்கள் V_A, V_B, V_C, V_D களாற் குறிக்கப்பட்டால், நாற்கோணத்தின் வெவ்வேறு புயங்களின் முனைகளுக்கிடையேயுள்ள அமுத்தவித்தியாசங்கள் $V_A - V_B$, $V_B - V_D$, $V_A - V_C$, $V_C - V_D$ எனவெழுதப்படலாம். பாலத்தின் நான்கு புயங்களினதுந் தடைகள் P, Q, R, S ஆயின், **ஓமின்** விதியின்படி,

$$V_A - V_B = c_1 P \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$
$$V_B - V_D = c_1 Q \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$
$$V_A - V_C = c_2 R \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$
$$V_C - V_D = c_2 S \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

எனப் பெறுகின்றேம்.

நாங்கருதும் இச் சந்தர்ப்பத்தில் $V_B = V_C$ ஆதலின்

$$V_A - V_B = V_A - V_C$$

அல்லது, $$c_1 P = c_2 R \quad , \quad . \quad . \quad (5)$$

அத்துடன், $$V_B - V_D = V_C - V_D$$

அதாவது, $$c_1 Q = c_2 S \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

(5) ஐ (6) ஆல் வகுக்க

$$\frac{c_1 P}{c_1 Q} = \frac{c_2 R}{c_2 S}$$

எனப் பெறுகின்றேம். அல்லது,

$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{S} \quad . \quad . \quad . \quad (7).$$

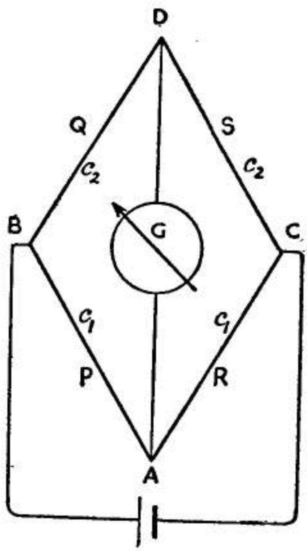
B இலும் C இலுமுள்ள அமுத்தங்கள் சமமாயிருக்கவேண்டுமாயின் P, Q, R, S தடைகளினுல் நிறைவேற்றப்படவேண்டிய நிபந்தனைகளை, இச்சமன்பாடு கொடுக்கின்றது. இந்த நிபந்தனை நிறைவேற்றப்பட்டதும், A, D புள்ளிகளின் குறுக்கே இணைக்கப்பட்டுள்ள கலத்தின் **மி.இ.வி.** எதுவாயிருந்தபோதிலும், B இற்கும் C இற்குமிடையே இணைக்கப்பட்டுள்ள எந்தக் கடத்தியினூடும் மின்னேட்டம் பாயாது.

479 ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பதுபோல, கல்வனேமானியானது A இற்கும் D இற்குமிடையிலும் மின்கலவடுக்கானது B இற்கும் C இற்குமிடையிலும் இணைக்கப்படலாம். இவ்வகையாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும்போது, P, Q, R, S ஆகிய தடைகள்

$$\frac{P}{R} = \frac{Q}{S}$$

என்னுந் தொடர்பிலிருக்குமாயின், கல்வனேமானியினூடாக எவ்வித மின்னேட்டமும் பாயமாட்டாதென்பது தெளிவாகும்.

இந்த நிபந்தனை மேலே (7) ஆவது சமன்பாட்டிற் கொடுக்கப்பட்டுள்ளதே யாம். எனவே, **உவீத்தன்**பாலமொன்றின் தடைப்புயங்களின் தடைகள் (7) ஆவது சமன்பாடு நிறைவேறுமாறு செப்பஞ்செய்யப்பட்டால், புயம் BC இன் எந்த **மி.இ.வி** இன் பயனுகவும் புயம் AD இனூடாக எவ்வித மினவோட்டமும் பாயாது. அன்றியும் AD இலுள்ள **மி.இ.வி.** ஆனது புயம் BC இனூடு எவவித மின்னோட்டத்தையும் பாயச்செய்யாது.



உருவம் 479.—மினகலவடுக்கும் கல்வனோமானியும் இடமாறறஞ்செய்யபபட்டுளள உவீத்தன் பாலம்.

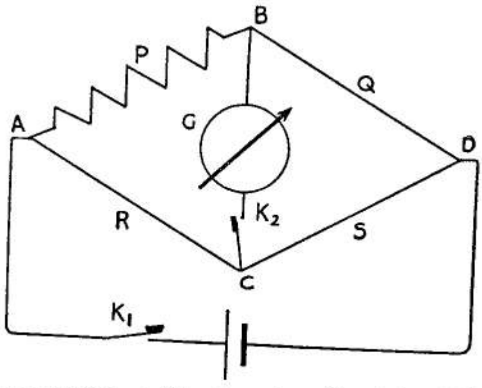
இணைக்கடத்திகள்—கடத்திகளின் எந்த வலைவேலையிலும், ஒரு கிளையிலுள்ள அல்லது செலுத்தப்பட்ட **மி.இ.வி.** ஆனது மின்னோட்டமெதனையும் மற்றக் கிளையினூடாக பாயவிடாதிருக்குமாறு இரு கிளைகள் ஒழுங்கு செய்யப்பட்டுளவாயின, இக்கிளைகளாயமைந்த கடததிகள் **இணைக்கடத்திகள்** எனப்படும். **உவீந்தன்** பாலமொன்றிலே தடைப்புயங்களிலுள்ள தடைகள்

$$\frac{P}{Q}=\frac{R}{S}$$

என்ற நிபந்தனையை நிறைவேற்றுவனவாயின், அதன் "மின்கலவடுக்குப் புயமும்" "கல்வனோமானிபபுயமும்" இணைக்கடத்திகளாம்.

§ 626. உவீந்தன்பாலமொன்றைக்கொண்டு ஒரு கம்பியின் தடையையறிதல்—உவீந்தன்பால முறை

யைக்கொண்டு கம்பியொன்றின் தடையைத் தீர்மானிக்க வேண்டுமாயின், நாற்கோணத்தில் ஒரு புயமாகக் கம்பியை அமைத்துககொண்டு ஒரு பாலம் அமைக்கப்படும். கம்பியானது தடைப்புயம் P ஆகத் தொழிற்படுமாறு A, B, புள்ளிகளின் குறுக்கே இணைக்கபபட்டுள்ளதெனக் கொள்க (உருவம் 480). புயம் Q ஆனது தடைப்பெட்டியொன்றைப்போன்று தெரிந்



உருவம் 480.—உவீத்தன்பாலத்தைக்கொண்டு கம்பியொன்றின் தடையையறிதல.

ததுஞ் செப்பஞ்செய்யப்படக்கூடியதுமான ஒரு தடையாயமைந்துள்ளது. R உம் S உம் ஒன்றுக்கொன்று வரையறையாகத் தெரிந்த விகிதத்தைக் கொண்டனவாயின அத்தடைகளை அறிய அவசியமில்லை.

கல்வனேமானியும் மின்கலவடுக்கும் காட்டியபடி இணைக்கப்படலாம். அன்றேல், விரும்பினுல் அவற்றின் நிலைகளை இடமாற்றிக்கொள்ளலாம். மின்கலவடுக்குப்புயத்திலும் கல்வனேமானிப்புயத்திலும் "தட்டுஞ்சாவிகள்" K_1, K_2 இணைக்கப்பட்டிருப்பின் வசதியாயிருக்கும். அவதானங்கள் செய்யப்படும் போதன்றிச் சுற்றின் கிளைகளை "அறுக்க" இவை வசதியாயுள்ளன.

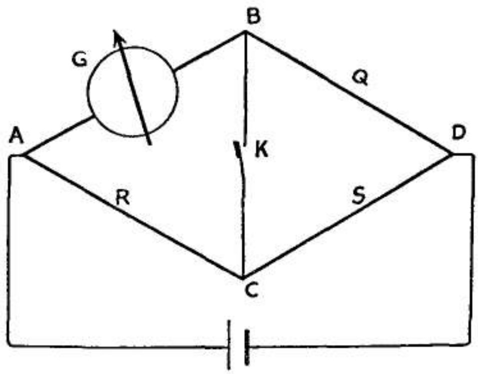
இதனபின்பு, சாவிகள் K_1, K_2 களை மூடும்போது கல்வனேமானியிலே திரும்பலில்லாதிருக்குமட்டும் தடைகள் Q, R, S செப்பஞ்செய்யப்படும். எனின்,

$$P = Q\frac{R}{S}$$

எனப் பெறுகின்றேம்.

குறிப்பு.—தற்றூண்டலின் பயனுன குழப்பங்களைத் தவிர்க்கவேண்டுமாயின், **மின்கலவடுக்குப்புயமானது முதலில் மூடப்பட்டுக் கடைசியாய்த் திறக்கப்படுதல் வேண்டும்.**

§627. உவீத்தன்பாலத்தினுல் கல்வனேமானியொன்றின் தடையை யறிதல்—கல்வனேமானி யொனறின் சுருள்களை ஒரு சாதாரணத் தடையாகக் கொண்டு அச்சுருள்களின் தடையை முந்திய பந்தியில் விவரிக்கப்பட்ட முறை



உருவம் 481.—**உவீத்தன்பாலத்தைக்கொண்டு கல்வனேமானியின் தடையையறிதல்** (தொம்சனின் முறை).

யினுற் காணலாம். இதனைச் செய்யும்போது கல்வனேமானியானது பாலத்தின் தடைப் புயங்களுளொன்றுயமையுமாறு இணைக்கப்படுதல்வேண்டும். கல்வனேமானிப்புயம் BC இலே இரண்டாவது கல்வனேமானியொன்று உபயோகிக்கப்படுதல் வேண்டும்.

ஆயினும், கெல்வின்துரையாகிய **சேர் உவில்லியம் தொம்சன்** என்பவர் புயம் BC இலே இரண்டாவது கல்வனோமானியை உபயோகிக்கத்தேவையில்லையென்றும், தடைப்புயத்திலுள்ள கல்வனோமானியின் திரும்பலே பாலஞ் சரியாய்ச் "சமநிலையாக்கப்பட்டதைக்" காட்ட உபயோகிக்கப்படலாமென்றுங் காட்டியுள்ளார். இது செய்யப்படும் முறையானது கீழே விவரிக்கப்பட்டுள்ளது. இது **தொம்சன்முறை** எனப்படும்.

நாற்கோணத்தின் ஒரு புயமாக அமையுமாறு கல்வனோமானி G ஆனது இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மின்கலவடுக்கானது நாற்கோணத்தின் ஒரு மூலைவிட்டத்தின்குறுக்கே நிலையாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மின்கலவடுக்குப் புயத்திலே சாவியானது செலுத்தப்படுவதில்லை. கல்வனோமானியானது வழக்கமாக இணைக்கப்பட்டிருக்கும் மற்ற மூலைவிட்டமானது தட்டுஞ்சாவி K செலுத்தப்பட்டுள்ள செப்புக்கம்பி யொன்றினால்மட்டும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது (உருவம் 481). பாலமானது இவ்வாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கும்போது பரிசோதனையின் போதெல்லாம் கல்வனோமானியினூடு மின்னோட்டமொன்று பாய்வதினால், அக்கல்வனோமானி முழுநேரமும் ஒரு திரும்பலைக் காட்டும்.

இப்போது B ஆனது C இலும் வேறான அழுத்தத்திலிருக்குமாயின் சாவி K ஆனது அழுத்தப்படும போது BC இனூடு மின்னோட்டமொன்று பாயும். இந்த மின்னோட்டமானது நாற்கோணத்தின் புயங்களிலுள்ள மின்னோட்டப் பரவலை மாற்றிக் கல்வனோமானித் திரும்பலில் "மாற்றமொன்றை" உண்டாக்கும். காட்டியபடி பாலமானது இணைக்கப்பட்டிருக்கும்போது, கல்வனோமானித் திரும்பலின் அதிகரிப்பானது, C இலும்பார்க்க B ஆனது உயர்வுகூடிய அழுத்தததிலுள்ளதெனக் காட்டும். ஆகவே, Q இன் பெறுமானங் குறைக்கப்படுதல் வேண்டும். அதாவது, விகிதம் $\frac{R}{S}$ ஆனது அதிகரிக்கப்படுதல்வேண்டும். K ஆனது அழுத்தப்படும்போது, குறைந்த திரும்பல், Q ஆனது அதிகரிக்கப்படுதல் வேண்டும் என்பதைக் காட்டும. அதாவது, $\frac{R}{S}$ குறைக்கப்படுதல் வேண்டும்.

K ஆனது திறந்தாயினும் மூடியாயினும் இருக்கும்போது கல்வனோமானித திரும்பலானது மாறாதிருக்குமாயின, B உம் C உஞ்சேர்த்திணைக்கப்பட்டோ படாதோ இருந்தபோதிலும், B இனதும் C இனதும் அழுத்தங்கள் சமமாயிருத்தல்வேண்டும. எனவே, கல்வனோமானித் தடையை G குறிககுமாயின,

$$\frac{G}{Q}=\frac{R}{S}$$

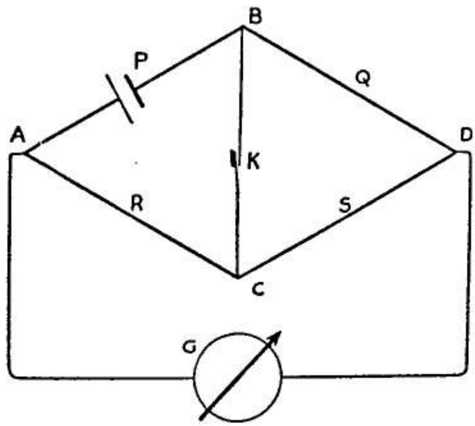
எனப் பெறுகின்றோம். இதிலிருந்து உடனே G கணிக்கப்படலாம்.

குறிப்பு.—தடைகள Q, R, S, மாற்றப்படும் ஒவ்வொரு முறையும் கல்வனோமானியின் நிலையான திரும்பலும் மாற்றமடையும். சாவி K ஐ

மூடுவதற்குச் சற்றுமுன்பிருந்த உறுதியான திரும்பலானது, சாவியை மூடும்போது மாறுதிருக்கும்போது பாலமானது சரியான சமநிலையிலிருக்கும்.

§628. உவீத்தன்பாலத்தைக்கொண்டு மின்கலவடுக்கொன்றின் தடையை யறிதல் (மாஞ்சின்முறை) உவீத்தன்பாலததைக்கொண்டு மினகலவடுக் கொன்றின் தடையைத் தீர்மானித்தற்குரிய முறையொன்று **மாஞ்சினுல்** **(Mance)** அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இது **மாஞ்சின்முறை** எனப்படும். இம முறையின் அடிப்படையான தத்துவமானது, இணைக்கடத்திகளின் இயல்பு களிலே தங்கி யுள்ளது (பந்தி 625).

மின்கலவடுக்கானது உவீத்தன்பாலமொன்றின் தடைப்புயங்களுளொன் ருயமையுமாறு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. எஞ்சிய மூன்று தடைபபுயங்களும் செப்பஞ்செய்யப்படக்கூடிய சதாரணத் தடைகளைக் கொண்டவை. கல்வனே



உருவம் 482.—உவீத்தன் பாலத்தைக்கொண்டு மின்கலவடுக்கின் தடையையறிதல (மாஞசினமுறை).

மானியொன்று பாலத்தின் மூலைவிட்டமொன்றின் குறுக்கே இணைக்கப்பட் டுள்ளது. மறறப்புயமானது தட்டுஞ்சாவி K ஆனது செலுததபபட்டுள ள தனிச் செப்புக்கம்பியொன்றைக் கொண்டது. பாலததின கல்வனோமானிப் புயத்திலே தட்டுஞ்சாவி சேர்க்கப்பட்டிருப்பதிலலை (உருவம் 482).

தடைப்புயங்கள்

$$\frac{P}{Q}=\frac{R}{S} \quad \text{(பந்தி 625)}$$

என்ற தொடர்பிலிருப்பின், கல்வனோமானிப்புயம் AD உம், B ஐயும் C ஐயும் இணைக்கும் செப்புக் கம்பியும் வலைவேலையின இணைப்புயங்களாம்.

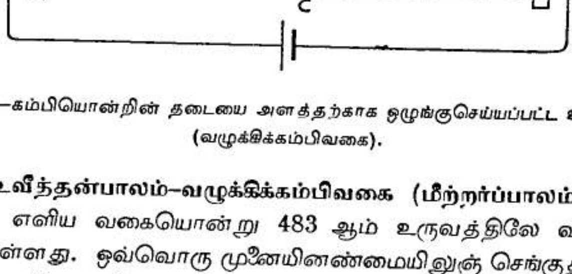
இந்தச்சந்தர்ப்பத்திலே, மூலைவிட்டம் BC இற் செலுத்தப்பட்ட எந்த மி.இ.வி. உம் கல்வனோமானியினூடாகப் பாயும் மினனோட்டத்தில் எவ்வித விளைவையும் உண்டாக்காது.

மெய்யான செய்முறையிலே மேலேயுள்ள நிபந்தனையானது பூர்த்தியானதா அல்லவா என்பதைப் பரிசோதிக்கப் புயம் BC இலே கலமொன்றைச் செலுத்துவது அவசியமற்றதாகக் காணப்படும். தட்டுஞ்சாவி K ஐ மூடித் தடைப்புயங்களின் செப்பஞ்செய்கை பரிசோதிக்கப்படலாம். புயம் BC இலே நுண்ணளவான மி.இ.வி. உள்ள கலமொன்றைச் செலுத்துவதற்குச் சிலவழிகளில் இது சமமாகும்.

பரிசோதனையின்போதெல்லாம் கல்வனோமானிப்புயத்தினூடாக மின்னோட்டமொன்று பாய்கின்றது. இம்மின்னோட்டமானது புயம் P இலுள்ள மின்கலவடுக்கினால் உண்டாக்கப்பட்டது. தடைப்புயங்கள் மேலேயுள்ள நிபந்தனையை நிறைவேற்றினாலன்றி, சாவி K ஐ மூடுவதன் விளைவு கல்வனோமானித் திரும்பலை மாற்றுவதேயாம். ஆனால், **இந்த நிபந்தனை நிறைவேறியிருக்கும்போது சாவியை மூடக் கல்வனோமானியின் திரும்பல் தாக்கப்படமாட்டாது.**

சாவி K ஆனது மூடப்படும்போது கல்வனோமானித் திரும்பலில் எவ்வித மாற்றமு முண்டாகாதிருக்குமட்டுந் தடைகள் செப்பஞ்செய்யப்படுதல்வேண்டும். அப்போது P, Q, R, S தடைகள் மேலேயுள்ள நிபந்தனையை நிறைவேற்றுகின்றன. மின்கலவடுக்கின் தடை P ஆகுமாதலின,

$$\text{மின்கலவடுக்கின் தடை} = Q\frac{R}{S} \quad \text{எனப் பெறுகின்றோம்.}$$



உருவம் 483.—கம்பியொன்றின் தடையை அளத்தற்காக ஒழுங்குசெய்யப்பட்ட உவீத்தன்பாலம் (வழுக்கிக்கம்பிவகை).

§629. **உவீத்தன்பாலம்–வழுக்கிக்கம்பிவகை (மீற்றர்ப்பாலம்)–உவீத்தன்** பாலத்தின் எளிய வகையொன்று 483 ஆம் உருவத்திலே வரிப்படமாகக் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வொரு முனையிலண்மையிலுஞ் செங்குத்தாக வளைக்கப்பட்டுக் குறுகிய முனைகள் ஒன்றுக்கொன்று சமாந்தரமாயுள்ள தடித்த

செப்புச் சட்டத்தை இது கொண்டதாகும். P இலும் Q இலும் வெளிக ளிருக்குமாறு இரண்டிடங்களிலே சட்டத்தின் நேர்ப்பாகங் குறுக்காக வெட்டப் பட்டுள்ளது (உருவத்தைப் பார்க்க).

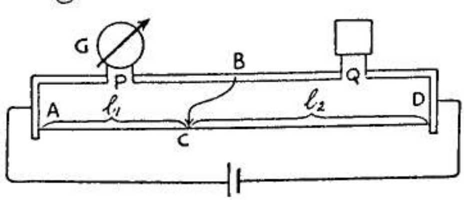
சட்டத்தின குறுகிய சமாந்தரப் பாகங்கள் **வழுக்கிக்கம்பி** எனப்படும் ஒருசீரான நேர்க்கம்பியொன்றினால் இணைக்கப்படும். இக்கம்பியானது 1 மீற்றர் நீளத்தைக்கொண்டிருப்பது வழக்கம். அப்போது அது ஒரு **மீற்றர்ப் பாலம்** எனப்படும். அளவுகுறிக்கப்பட்ட அளவுச்சட்டமொன்று வழுக்கிக் கம்பிக்குச் சமாந்தரமாயிருக்குமாறு அடிப்பலகையிற் பொருத்தப்பட்டுள் ளது. இவ்வளவுச்சட்டத்தின் நேரே வழுக்கி C ஆனது இயக்கப்படலாம். இவ்வழுக்கியி லேற்றப்பட்டுள்ள சிறிய தட்டுஞ்சாவி யொன்றை அழுத்திக் கம்பியின் நீளப்பாட்டிலே எந்தப் புள்ளியிலாவது தொடுகையை உண் டாக்கலாம்.

வழுக்கிக்கம்பிப் பாலமொன்றினாற் கம்பியொன்றின் தடையயறிதல்—கம்பி P இன் தடையைத் தீர்மானிக்கவேண்டுமாயின், வழுக்கிக்கம்பிப் பாலமானது காட்டியபடி இணைக்கப்பட்டுள்ளது (உருவம் 483). எனின், இது ஒரு உவீத்தன்பாலமாக அமைகின்றது. இதில், P, Q இடைவெளி களிலுள்ள தடைகள், P, Q தடைப்புயங்களோடு ஒத்தனவாகும். A இற்கும் C இற்குமிடையேயுள்ள அழுத்திக்கம்பியின் பாகம் தடைப்புயம் R ஐயும், C இற்கும் D இற்குமிடையேயுள்ள கம்பியானது தடைப்புயம் S ஐயும் ஒத்தனவாகவுமுள்ளன (உருவத்தைப் பார்க்க).

இப்போது வழுக்கிக்கம்பியானது ஒரு சீரான வெட்டுமுகத்தையுடைய தாதலின், AC இனதும் CD இனதுந் தடைகள் அவற்றின் நீளங்க ளோடு நேரான விகிதசமமுடையனவாயுள்ளன. ஆகவே, புள்ளி C இற் சாவியை அழுத்தும்போது கல்வனோமானியிலே திரும்பலுண்டாகாதிருப் பின்,

$$\frac{P}{Q}=\frac{l_1}{l_2}$$ (உருவத்தைப் பார்க்க).

எனவே, Q ஆனது தெரிந்திருக்க, நீளங்கள் l_1, l_2 அளக்கப்படலா மாயின், P இன் பெறுமானம் உடனே கணிக்கப்படலாம்.



உருவம் 484.—வழுக்கிக்கம்பிவகை உவீத்தன்பாலத்தைக்கொண்டு கல்வனோமானியின் தடையயறிதல்.

வழுக்கிக்கம்பிப் பாலத்தைக்கொண்டு கல்வனோமானியொன்றின் தடையை யறிதல்—பாலமானது காட்டியபடி இணைக்கப்பட்டுள்ளது. கல்வனோமானி

G ஆனது வெளி P இன் குறுக்காகவும், செப்புக் கம்பித்துண்டொன்று B இலிருந்து C இற்கும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன (உருவம் 484).

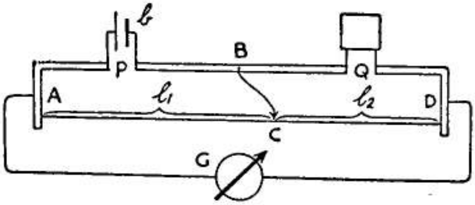
தட்டுஞ்சாவியானது புள்ளி C இல் அழுத்தப்படும்போது கல்வனோமானித் திரும்பல் மாறுதிருகுமாறு வழுக்கிக்கம்பியிலே அப்புள்ளி கண்டுபிடிக்கப் படும். 627 ஆம் பந்தியிற கொடுக்கப்பட்ட விவாதத்திலிருந்து கல்வனோ மானியின் தடை G ஆனது

$$\frac{G}{Q}=\frac{\text{A இற்கும் C இற்குமிடையேயுள்ள வழுக்கிக்கம்பியின் தடை}}{\text{C இற்கும் D இற்குமிடையேயுள்ள வழுக்கிக்கம்பியின் தடை}}$$

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும் என்ற முடிவுக்கு வருகின்றோம். அதாவது,

$$\frac{G}{Q}=\frac{l_1}{l_2}$$

அல்லது, $$G=Q\frac{l_1}{l_2}.$$



உருவம் 485.—வழுக்கிக்கம்பிவகை உவீத்தன்பாலத்தைககொண்டு மின்கலவடுககின் தடையையறிதல்.

வழுக்கிக்கம்பிப்பாலத்தைக்கொண்டு மின்கலவடுக்கொன்றின் தடையையறிதல்—வழுகிக்கமபிப்பாலமொன்றைக்கொண்டு மின்கலவடுக்கொன்றின் தடையைத் தீர்மானிக்கவேண்டுமாயின், மேலே கல்வனோமானியொன்றின தடையைத் தீர்மானித்தற்காக விவரிக்கப்பட்ட அதேமாதிரி ஏறத்தாழச் சரியாக இணைக்கப்படுதல வேண்டும். இணைப்புக்களிற் செய்யப்படவேண்டிய ஒரேயொரு மாற்றம் மின்கலவடுக்கினதுங் கல்வனோமானியினதும் நிலைகள் இடம் மாறுவதேயாம் (உருவம் 485).

வழுக்கிச்சாவிக்கும் வழுக்கிக்கம்பியிலுள்ள ஏதாவதொரு புள்ளிக்குமிடையே தொடுகை உண்டாகும்போது, கல்வனோமானியின நிலையான திரும்பல் மாறுதிருக்குமாறு வழுகிககம்பியிலே அப்புள்ளி C இன் நிலை காணப்படும். 628 ஆம் பநதியிலே காணப்பட்ட முடிவிலிருந்து மினகலவடுக்கின் தடையாகிய b ஐ

$$\frac{b}{Q}=\frac{l_1}{l_2}$$

என்ற சமன்பாட்டிலிருந்து கணிக்கலாம். அதாவது,

$$b=Q\frac{l_1}{l_2}.$$

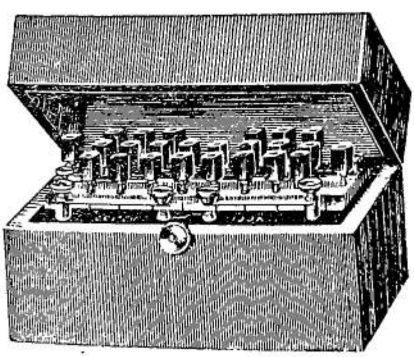
குறிப்பு 1.—இப்பரிசோதனைகளிலே வழுக்கிக்கம்பியானது செப்புச் சட்டத்தில் இணைக்கப்பட்டுள்ள புள்ளிகளிலே பூரணமான தொடுகை உண்டெனக் கொள்ளப்பட்டது. இத்தொடுகைகளிலே எதாவது தடையிருப்பின் அதன் விளைவு கம்பியின் ஒவ்வொரு முனையிலுஞ் சிறிது நீளவதிகரிப்புக்குச் சமமாகும். இக்காரணத்திற்காக, திருத்தமான பேறுகளைப் பெறவேண்டுமாயின் கம்பிக்குரிய முனைத்திருத்தங்கள் எனப்படுந் திருத்தங்களைத் துணிதல் வேண்டும்.

முனைத்திருத்தங்களைத் தீர்மானித்தற்குரிய முறைகளை அறியச் செய்முறைப் பௌதிக நூலொன்றைப் பார்க்க.

குறிப்பு 2.—வழுக்கிக்கம்பிப்பாலமொன்றைக்கொண்டு எவ்விதத்தடையும் அளக்கும்போது C இன் நிலையைத் தீர்மானிக்கும்போதுண்டாகும் அவதானவழுவேதேனும், l_1 உம் l_2 உம் கூடியளவு பெரிதாயிருக்கும்போது இழிவுவிளைவைக் கொண்டதாயிருக்கும். ஆகவே, நடுநிலைப்புள்ளி C ஆனது வழுக்கிக்கம்பியின் நடுவிலிருக்கும்போதே வழுவின நூற்று வீதம் ஆகக் குறைந்திருக்கும். ஆகவே, அவதான வழுக்களின் விளைவைக் குறைக்க வேண்டுமாயின், வழுக்கிக்கம்பியை "மூன்றாகப்பிரித்த நடுப்பாகத்திலே" நடுநிலைப்புள்ளி C ஆனது இருக்குமாறு Q இன் பெறுமானஞ் செப்பஞ் செய்யப்படுதல் வேண்டும்.

குறிப்பு 3.—உயர்வான திருத்தம் தேவைப்படுகின்ற வேலையிலே, வழுக்கிக்கம்பியின் சிறப்பான எந்த நீளத்தினதுந் தடையானது தெரிந்திருக்கக் கூடியதாய் அக்கம்பியானது அளவுகோடுவரையப்பட்டிருத்தல் வேண்டும். கம்பியின் விட்டவேறுபாட்டின் காரணத்தினால், நீளவலகொன்றிற்குரிய தடையானது பொதுவாக ஒருசீராயிராது. அளவுகோடு வரை முறைகளை அறியச் செய்முறைப் பௌதிக நூலொன்றைப் பார்க்க வேண்டும்.

§ 630. **அஞ்சலகப்பெட்டி**—மிக்கவுபயோகமுள்ளதும், திருத்தத்தின் உயர்வுப்படியிலே தடைகளை அளக்கக் கூடியதுமான **உவீத்தன்**பாலத்தின் வகையொன்று **அஞ்சலகப் பெட்டி** எனப்படும் (உருவம் 486). சுருக்கமாயுங் கொண்டுசெல்லக் கூடியதாயுஞ் செய்யப்பட்ட இப் பெட்டியானது, தந்திகம்பிகளிலுந் தொலைப்பன்னிக்கம்பிகளிலுமுள்ள "வழுக்களைக்" கண்டுபிடிக்க உபயோகிக்கப்படும். இதன் பெயருக்கு இவ்வுபயோகமே காரணமாகும்.



உருவம் 486.—அஞ்சலகவுவீத்தன் பாலம் (அஞ்சலகப்பெட்டி).

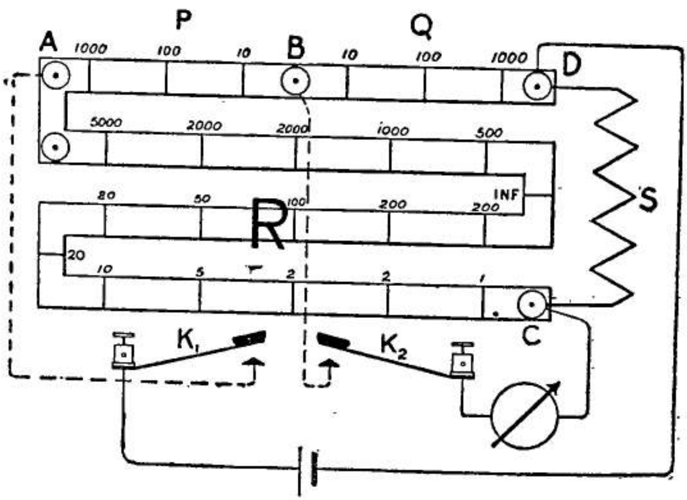
அஞ்சலகப்பெட்டியானது சாதாரணமான தடைப்பெட்டியைப்

போலவே அமைக்கப்பட்டுள்ளதாயினும், தடைகள் வேறு விதமாக ஒழுங்கு செய்யப்பட்டுள்ளன. தடைகளைவிட, பெட்டியின் முடியிலே மூடியினகீழே தட்டுஞ் சாவிகளிரண்டு ஏற்றப்பட்டிருப்பது வழக்கம்.

வழக்கமான ஒழுங்கிலே தடைகளின் நிரையாகிய AD ஆனது (உருவம் 487)

1 000, 100, 10, 10, 100, 1,000

என்ற ஒழுங்கிலே ஆறு தடைச்சுருள்களைக் கொண்டுள்ளது. இவ்வெண்கள், சுருள்களின தடைகளை ஓமிற்குறிப்பனவாம். இந்நிரையின நடுவிலே 10-ஓம் சுருள்களுக்கிடையே முடிவிடத்திருகாணி B ஆனது மத்திய பித்தளைக்கப்பியில் ஏற்றப்பட்டுள்ளது. இக்கப்பியானது தட்டுஞ்சாவிகளுளொன்றாகிய K_2 இனோடு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இணைக்குங் கம்பியானது பெட்டியினுள்ளே மூடப்பட்டுள்ளது.



உருவம் 487.—கம்பியொனறின் தடையை அளப்பதறகாக ஒழுஙகுசெய்யபபட்ட அஞ்சலகப பெட்டி.

மற்ற நிரைகளிலுள்ள தடைகளெல்லாம் தொடர்நிலையில் இணைக்கப்பட்டுளளன. ஓரோம்படிகளாக 1 தொடக்கம் 10,000 ஓம் மட்டும எந்தத் தடையையும் பெறப்படககூடியதாக இவை ஒழுங்கு செய்யப்பட்டுள்ளன. ஒரு முனையிலே தடைகளின் இக்கூட்டமானது, அத்தடைகளின் மேல்வரியிலுள்ள புள்ளி A இனோடு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இக்கூட்டத்தின மற்ற முனையானது முடிவிடத்திருகாணியொன்று ஏற்றப்பட்டுள்ள கப்பி C இலே முடிவடையும்.

தட்டுஞ்சாவி K_1 ஆனது பெட்டியின் மேல் நிரையிலுள்ள புள்ளி A இனோடு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இணைக்குங்கம்பியானது தடைச்சுருள்களைக் கொண்டுள்ள உட்பெட்டியினது மூடியின்கீழே அடைக்கப்பட்டுள்ளது.

அஞ்சலகப்பெட்டியை **உவீத்தன்**பாலமாக உபயோகிக்கும்போது, தடைகளின் மேலேயுள்ள நிரையானது A இற்கும் B இற்குமிடையேயுள்ள பாகம் தடைப்புயம் P ஆகவும், B இற்கும் D இற்குமிடையேயுள்ள பாகம் தடைப்புயம் Q ஆகவும் பாலத்தின் **இரண்டு** புயங்களாகத் தொழிற்படுகின்றது. தடைகளின் மேலேயுள்ள நிரையின் பாதிகளிரண்டும் பாலத்தின் " விகிதப்புயங்கள் " எனப்படும்.

பெட்டியின் எஞ்சிய தடைகளில் A இற்கும் C இற்குமிடையேயுள்ள தடைகள் பாலத்தின் மூன்றாவது புயமாக அமைந்து, உவீத்தன்பாலமொன்றிலே தடை R இனோடொத்திருக்கும். நான்காவது தடைப்புயமானது அளக்கப்படவேண்டிய தடையைக் கொண்டதாகும். முடிவிடங்கள் C இற்கும் D இற்குமிடையே இணைக்கப்பட்டுள்ள இத்தடையானது பாலத்தின் புயம் S ஆக அமைந்துள்ளது.

புள்ளிகள் A இற்கும் D இற்குங்குறுக்கே மின்கலமொன்றை இணைத்துப் பெட்டியினுள்ளே மினனோட்டத்தைப் பாயவிடலாம். அன்றேல் தட்டுஞ்சாவிகள் உபயோகிக்கப்படவேண்டுமாயின், மின்கலத்தின் ஒரு முடிவிடம் சாவி K_1 இனோடும், மற்றமுடிவிடம் புள்ளி D இனோடும் இணைக்கப்படலாம்.

கல்வனோமானியானது, B, C என்ற புள்ளிகளின்குறுக்கே இணைக்கப்பட்டிருக்கும். அன்றேல், கல்வனோமானியின் முடிவிடங்களை K_2 இனோடும் C இனோடும் இணைத்துத் தட்டுஞ்சாவி K_2 கல்வனோமானிப் புயத்திலே சேர்க்கப்படலாம்.

§631. **அஞ்சலகப்பெட்டியைக்கொண்டு கம்பியொன்றின் தடையையறிதல்**—கம்பியின் தடை S ஆனது தீர்மானிக்கபபடவேண்டுமாயின், 487 ஆம் உருவத்திற் காட்டியபடி, C இற்கும் D இற்கு மிடையே அக்கம்பியானது இணைக்கப்படுதல் வேண்டும். மின்கலவடுக்கினதுங் கலவனோமானியினதும் இணைப்புக்கள் மேலே 630 ஆம் பந்தியில் விவரிக்கப்பட்டதுபோலச் செய்யப்படுதல்வேண்டும். இப்பரிசோதனையிலே உணர்ச்சிமிக்க ஆடிக்கல்வனோமானியொன்று உபயோகிக்கப்படல்வேண்டும்.

விகிதப்புயங்கள் சமமாயிருக்குமாறு P, Q, ஒவ்வொன்றும் 10 ஓமிற்குச் சமமாயிருக்க, முதலாவது தீர்மானஞ் செய்யபபடும்.

இதன்பின், பெட்டியின் **தடைப்புயம்** எனச் சிலநேரங்களிற் சொல்லப்படும் புயம் R ஆனது, கல்வனோமானித்திரும்பல்கள் பூச்சியத்தின் எதிர்ப்பக்கங்களிலிருக்க ஓரோமினால்மட்டும் வேறுபடும் பெறுமானங்களிரண்டைப் பெறுமட்டும், செப்பஞ்செய்யப்படும். எனின், திருத்தமான நடுநிலையைக் கொடுக்கும் R இன் பெறுமானமானது இவ்விரு பெறுமானங்களுக்குமிடையேயிருக்கும். ஆனால் 1 ஓம் படிகளில் மட்டும் R ஆனது செப்பஞ்செய்யப்படக்கூடுமாதலின், திருத்தமான நடுநிலையை முதலாவது இந்தத் தீர்மானத்திலிருந்து பெறமுடியாது.

இப்போது, Q ஐ முந்திய பெறுமானமாகிய 10 ஓமில் வைத்துக்கொண்டு, விகிதப்புயம் P ஐ 100 ஓமிற்குச் சமமாக்குதல்வேண்டும். **விகிதப்புயங்களின் தடைகள் இப்போது 10 : 1 விகிதத்திலுள்ளன.**

கல்வனோமானித் திரும்பல்கள் பூச்சியத்தின் எதிர்ப்பக்கங்களிலிருக்க, 1 ஓமினால் மட்டும் வேறுபடும் R இன் பெறுமானங்களிரண்டு மீண்டுங் காணப்படும். இப்பெறுமானங்கள் முதலாவது தீர்மானத்தின் போது காணப்பட்ட R இன் பெறுமானங்களிரண்டிலும் பார்க்க ஏறத்தாழ 10 மடங்காயிருத்தல் வேண்டுமென்பது வெளிப்படை.

இப்போது Q ஐ மாறாதுவைததுக்கொண்டு, புயம் P இன் தடையை 1,000 ஓமிற்குச் சமமாக்குதல் வேண்டும். இதனால், **விகிதப்புயங்களின் தடைகளினது விகிதம் 100 : 1 ஆகின்றது.** இப்போது, R = 100S ஆக, பாலஞ் சமநிலையடையும்.

கல்வனோமானியின் திரும்பல்கள் எதிர்ப்புறத்திலிருக்க, 1 ஓமினால் மட்டும் வேறுபடும் பெறுமானங்களிரண்டிற்குத் தடை R ஆனது மீண்டுஞ் செப்பஞ்செய்யப்படும். இப்பெறுமானங்கள், முதலாவது தீர்மானத்திற் பெறப்பட்ட பெறுமானங்களிரண்டிலும் பார்க்க ஏறத்தாழ 100 மடங்காயிருக்கும்.

இப்பெறுமானங்களிரண்டுங் காணப்பட்டதும், R ஆனது இப்பெறுமானங்களொவ்வொன்றிற்கும் முறையே சமமாகும்போது கல்வனோமானியின் உறுதியான திரும்பல்களை அவதானிக்கக்கூடியதாய்ச் சாவிகள் K_1 உம் K_2 உம் அழுத்திவைக்கப்படும். உறுதியான இத்திரும்பல்களிலிருந்து **விகித சமக்கூறுகளின் முறையைக்கொண்டு** (பந்தி 8) S இன பெறுமானம் மூன்று தசமவிடத்திற்குச் சரியாக **மதிப்பிடப்படலாம்.**

உதாரணம்— P = 100Q ஆயிருக்க, கீழே குறிக்கப்படும் பெறுமானங்களுக்கு R ஆனது செப்பஞ் செய்யப்பட்டபோது, பின்வருந்திரும்பல்கள் அவதானிக்கப்பட்டதெனக் கொள்க.—

R = 2,473 ஓம் ஆகும்போது திரும்பல் = **வலமாக** 3 மி.மீ.
R = 2,474 ஓம் ஆகும்போது திரும்பல் = **இடமாக** 4 மி.மீ.

எனின், திருத்தமான நடுநிலையைக் கொடுக்கவேண்டுமாயின், R ஆனது 2,473 ஓமிற்கும் 2 474 ஓமிற்குமிடையேயிருத்தல் வேண்டும். ஆகவே, S இன் பெறுமானம் 24·73 ஓமிற்கும் 24·74 ஓமிற்குமிடையேயிருத்தல் வேண்டும்.

இப்போது, R இன் பெறுமானத்திலே 1 ஓம் **மாற்றமானது**, பூச்சியத்தின் ஒரு பக்கத்தில் 3 மி மீ. நிலையிலிருந்து மற்றப்பக்கத்தில் 4 மி.மீ. நிலைக்கு ஒளிப்பொட்டை இயக்குகின்றது. ஆகவே, R ஐ 1 ஓமினால் அதிகரிக்க, இடமாக 7 மி.மீ. இயக்கம் உண்டாகின்றது.

ஆகவே, 3 மி.மீ. இயக்கமொன்றை உண்டாக்க R ஆனது $\frac{3}{7}$ ஓமினால் அதிகரிக்கப்படுதல் வேண்டும்.

ஆகவே, $R = 2,473$ ஓம் ஆனபோது ஒளிப்பொட்டானது பூச்சியத்திற்கு **வலமாக** 3 மி.மீ. தூரத்திலிருக்கின்றதாதலின், $R = 2,473\frac{3}{7}$ ஆக்கினால் அவ்வொளிப்பொட்டைச் சரியாய்ப் பூச்சியத்திற்குக் கொண்டுவரலாம்.

ஆகவே, திருத்தமான நடுநிலைக்கு,

$$R = 2,473{\cdot}4 \text{ ஓம்}$$

எனப் பெறுகின்றோம். எனவே, S இன் பெறுமானம்

$$S = 24{\cdot}73(4) \text{ ஓம்} \quad \text{எனப் பெறப்படும்.}$$

குறிப்பு 1—விகிதப்புயங்கள் சமமாயிருக்கும்போது R இன் முதலாவது தீர்மானத்தை எடுக்கையில், திருப்பியொன்றைக்கொண்டு (பந்தி 618) கல்வனோமானியின் உணர்திறனைக் குறைப்பது வசதியாயிருக்கும். ஆயினும், R இன் கடைசித்தீர்மானத்தை எடுக்கும்போது, அதாவது $P = 100Q$ ஆகும்போது, கல்வனோமானியானது கூடியளவுக்கு உணர்ச்சியுடையதா யிருத்தல் வேண்டும்.

குறிப்பு 2—புயம் R இலே பெறப்படக்கூடிய 10,000 ஓமினும்பார்க்க முழுத்தடையுங் கூடுதலாயுள்ள தடைகளைத் தீர்மானிககவேண்டுமாயின், $Q = 10P$ என, அல்லது $Q = 100P$ எனவுங் கூட, P இனதும் Q இனதுந் தடைகளின் விகிதத்தை நேர்மாறுக்குதல் வேண்டும். உதாரணமாக, $Q = 100P$ ஆக்கியே 906,325 ஓம் தடையொன்றை அளக்கமுடியும். அப்போது R இன் பெறுமானம் $R = 9,063$ ஓம் எனப் பெறப்படும்.

இது, $S = 906,300$ ஓம் எனக்கொடுக்கும். இவ்விளைவை,

$$S = 9{\cdot}063 \times 10^5 \text{ ஓம்}$$

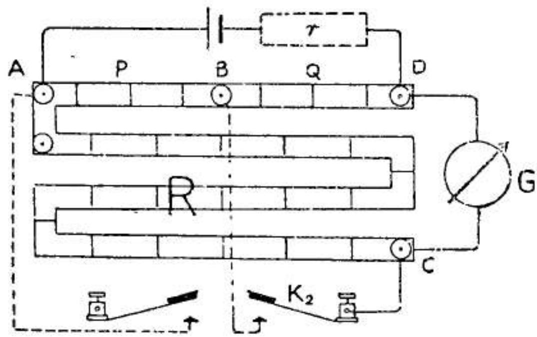
எனக் குறித்தல் வேண்டும்.

S ஐ இவ்வாறு குறிப்பதினால், அவதானத்திற்குரிய திருத்தத்தின்படி யானது காட்டப்படும் (பந்தி 9).

குறிப்பு 3—விரும்பினால், மின்கலவடுக்கினதும் கல்வனோமானியினதும் நிலைகளை இடம் மாற்றிக் கொள்ளலாம். இச்சந்தர்ப்பத்திலே, கல்வனோமானிப் புயம் மூடப்படுமுன் பாலத்திலே மின்னோட்டம் நிலைத்திருக்குமாறு K_2 ஐ K_1 இலும் முன்பாக அழுத்தல்வேண்டும்.

§ 632. அஞ்சலகப்பெட்டியைக்கொண்டு கல்வனோமானியொன்றின் தடையையறிதல்—தடையானது தீர்மானிக்கப்படவேண்டிய கல்வனோமானியின் உணர்திறனைக் கூடியளவுக்குக் குறைத்துக்கொண்டு, C இற்கும் D இற்குங் குறுக்காக அதனை இணைத்தல் வேண்டும். (இப்பரிசோதனையின் நோக்கம் கல்வனோமானியின் தடையைத் தீர்மானிப்பதாதலின், இங்கு கல்வனோமானியின் உணர்திறனைத் திருப்பியைக்கொண்டு எக்காரணத்தினாலுங் குறைத்தல்கூடாது.) இதன்பின், மின்கலவடுக்கானது A இற்கும் D இற்குங் குறுக்கே இணைக்கப்படுதல்வேண்டும். பாலத்தின் கிளைகளெல்லாம் மின்

ணோட்டத்தைக் குறைந்த பெறுமானத்தில் வைத்திருப்பதற்காக வலேவேலேயின் இக்கிளேயிலே தடை r சேர்க்கப்படலாம். r ஆனது 10,000 ஓம்வரை செப்பஞ்செய்யப்படலாம் (உருவம் 488).



உருவம் 488.—அஞ்சலகப்பெட்டியைக்கொண்டு கல்வனோமானியின் தடையையறிதல்.

பாலத்தின் புயங்களினூடு மின்னோட்டத்தின் பெரும்பாகத்தைப் பாயச் செய்யுமாறு விகிதப்புயங்களொவ்வொன்றும் 10 ஓமிற்குச் சமமாக்கப் பட்டுள்ளது. இது கல்வனோமானித் திரும்பலேச் சிறியதாய் வைத்துக் கொள்ளும். C இற்கும் K_2 இற்கும் குறுக்காகச் செப்புக்கம்பியொன்று இணைக்கப்பட்டுள்ளது. K_2 ஆனது அழுத்தப்படும்போது B உம் C உம் இக்கம்பியினுல் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

கல்வனோமானியின் உறுதியான திரும்பல் அவதானிக்கப்பட்டபின், K_2 ஐ அழுத்தும்போது திரும்பலானது கணிப்புக்குரிய அளவுக்கு மாருதிருக்கும் பெறுமானமொன்றிற்கு தடை R செப்பஞ்செய்யப்படும். கல்வனோமானியின் தடையை 1 ஓமிற்குச் சரியாக இது கொடுக்கின்றது.

P ஐ 100 ஓமிற்கு மாற்றிக்கொண்டு இவ்வகையாகவே செய்யக் கல்வனோமானியின் தடையை $\frac{1}{10}$ ஓமிற்குச் சரியாகப் பெறமுடியும். இவற்றைப் போற் பிறவுங்காண்க.

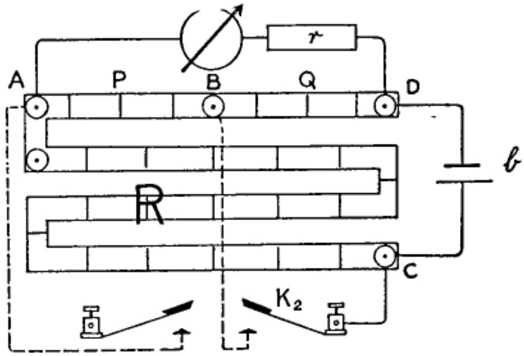
கல்வனோமானியின் தடை G ஆனது

$$G = R.\frac{Q}{P}$$ என்ற சமன்பாட்டினுற் கொடுக்கப்படும்.

இன்னுந் தேவையான செய்முறை விவரங்களுக்குச் செய்முறைப் பௌதிக நூலொன்றைப் பார்க்க.

§ 633. அஞ்சலகப்பெட்டியைக்கொண்டு மின்கலவடுக்கொன்றின் தடையை யறிதல்.—மின்கலவடுக்கானது C இற்கும் D இற்குங் குறுக்கே இணைக்கப் பட்டுப் பாலத்தின் தெரியாத புயம் S ஆக அமைகின்றது. இதன்பின்

கல்வனோமானியானது A இற்கும் D இற்குங் குறுக்கே இணைக்கப்படும். **தொடர்நிலையிலுள்ள** தடை r ஆனது இக்கிளையிற் சேர்க்கப்படும்.



உருவம் 489.—அஞ்சலகப்பெட்டியைக்கொண்டு மின்கலவடுக்கின் தடையையறிதல்.

இதன்பின் முடிவிடங்கள் C உம் K_2 உம் செப்புக்கம்பியொன்றினால் இணைக்கப்படுதல் வேண்டும். இப்போது, K_2 ஐ அழுத்த B உம் C உம் இக்கம்பியினூடாகச் சேர்த்திணைக்கப்படும் (உருவம் 489). இவ்விணைப்புக்கள் முந்திய பரிசோதனையில் விவரிக்கப்பட்டதுபோலவேயுள்ளன. ஆனால், மின்கலவடுக்கும் கல்வனோமானியும் மட்டும் இடம் மாற்றப்பட்டுள்ளன.

இப்போது தடைகள் P, Q, ஒவ்வொன்றும் 10 ஓமிற்குச் சமமாக்கப்பட்டபின், சாவி K_2 ஐ அழுத்தக் கல்வனோமானியின் உறுதியான திரும்பல் மாறாதிருக்கும் பெறுமானமொன்றிற்கு R ஆனது செப்பஞ்செய்யப்படும். மின்கலவடுக்கின் தடையை 1 ஓமிற்குச் சரியாக இது கொடுக்கும்.

Q ஐ 10 ஓமிற்குச் சமமாக வைத்துக்கொண்டு P ஐ 100 ஓமிற்கு அதிகரித்து மின்கலவடுக்குத்தடையானது 0·1 ஓமிற்குச் சரியாக அறியப்படலாம். இதனைப்போற் பிறவுங்காண்க.

பரிசோதனை தொடங்கியபின் மின்கலத்தைக் குழப்பாது கவனமாயிருத்தல் வேண்டும். தட்டுக்களின் எவ்விதவியக்கமும் மின்கலத்தின் தடையை வெகுவாக மாற்றக்கூடுமாதலின் பெறப்படும் விளைவுகள் உறுதியற்றனவாகும். இக்காரணத்தினால், தட்டுக்களின் நிலைகளுக்கும் கரைசலின் திறனுக்குமேற்ப வெவ்வேறு நேரங்களில் வெவ்வேறு பெறுமானங்களைத் தடையானது பெறுகின்றது ; ஆதலின் மின்கலவடுக்கொன்றின் தடையை 0·1 ஓமிற்குங் கிட்டுதலாய்க் காண்பது பிரயோசனமற்றதாகும்.

மின்கலவடுக்குத்தடை b ஆனது

$$b = R.\frac{Q}{P}$$ என்பதனாற் கொடுக்கப்படும்.

§ 634. பக்கவழிப்படுத்திக் கல்வனோமானியொன்றின் தடையையறிதல்.— கல்வனோமானியின் முடிவிடங்களின்குறுக்கே தெரிந்த தடையையுடைய திருப்பியொன்றை இணைத்து அதன் திரும்பல் எவ்வளவுக்குக் குறைகின்றதென்பதைக் காண்பதனால் (உருவம் 474), அக்கல்வனோமானியின் தடையைத் தீர்மானித்தல் கூடும்.

கல்வனோமானியின் தடையானது G இற்குச் சமமெனவும், கல்வனோமானியானது E இற்குச் சமமான மாறா மி.இ.வி. ஐக்கொடுக்கும் மின்கலமொன்றினோடும் தடை R இனோடும் தொடர்நிலையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளதெனவுங் கொள்க. இந்த நிலைமைகளின்கீழ்க் கல்வனோமானியின் திரும்பலானது ஏதாவது கணியம் δ ஆகவிருக்கும். R ஐப் பொருத்தமாகச் செப்பஞ்செய்து, வசதியான இக்கணியம், அளவையுடையதாக ஆக்கப்படலாம். இத்திரும்பலை உண்டாக்கும் மின்னோட்டமானது

$$C=\frac{E}{R+G} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும்.

இப்போது தடை S ஐயுடைய திருப்பியொன்று கல்வனோமானியின் முடிவிடங்களுக்குக் குறுக்கே இணைக்கப்படும். இதன்பெறுமானம், கல்வனோமானியின் திரும்பல் முந்திய பெறுமானத்தின் ஏறத்தாழ அரைவாசிக்குக் குறையுமட்டுஞ் செப்பஞ்செய்யப்படும். திரும்பலின் புதிய பெறுமானம் δ_1 எனக் கொள்க.

இப்போது, முழுச்சுற்றிலும் பாய்கின்ற மின்னோட்டம் C' இற்குச் சமமாயின், அது,

$$C'=\frac{E}{R+\frac{GS}{S+G}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும்.

இந்த மின்னோட்டத்திலே கல்வனோமானியினூடாகப் பாயும் பாகமாகிய "c'" என்பது

$$\frac{c'}{C'}=\frac{S}{S+G} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும்.

இப்போது **அண்ணளவின் முதலாவது படியிலே**

$$C'=C \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

எனக் கொள்ளலாம்.

ஆகவே, திரும்பல்கள், கல்வனோமானியினூடு பாய்கின்ற மின்னோட்டங்களினோடு விகிதசமமுடையனவாயிருப்பின், (3) இலும் (4) இலுமிருந்து

$$\frac{\delta_1}{\delta}=\frac{c'}{C}=\frac{S}{S+G}$$ எனப் பெறுகின்றோம்.

δ, δ_1, S களின் தெரிந்த பெறுமானங்களிலிருந்து G இற்குரிய **அண்ணளவான** பெறுமானமொன்று உடனே கணிக்கப்படலாம்.

இவ்வாறு பெறப்பட்ட பெறுமானத்தின் திருத்தமானது R இனதும் G இனதுஞ் சார்பான அளவுகளிலே தங்கியிருக்கின்றது. G இற்குப் பெறப்பட்ட அண்ணளவுப் பெறுமானம் R இன் 2 அல்லது 3 நூற்று வீதத்திலும் பெரிதாயில்லாவிட்டால், இப்பெறுமானம் பெரும்பாலான தேவைகளுக்குப் போதிய திருத்தமுள்ளதாக பொதுவாகக் கொள்ளப்படலாம்.

திருத்தங்கூடிய பெறுமானந் தேவைப்படுஞ் சந்தர்ப்பங்களிலும், திரும்பல்களின் பெறுமானங்கள் 1 நூற்றுவீதத்தின் பின்பாகத்தினுள் நம்பத் தகுந்தனவாயுள்ள சந்தர்ப்பங்களிலும், மேலேயுள்ள சமன்பாடுகள் மூன்றையுஞ் சேர்த்து G இன் பெறுமானம் பெறப்படுதல் வெண்டும்.

எனின், C, C′, c'/C' களுக்குரிய பொருத்தமான பெறுமானங்களை

$$\frac{\delta_1}{\delta}=\frac{c'}{C'}\times\frac{C'}{C}$$

என்ற சமன்பாட்டிற் பிரதியிட்டு G இன் பெறுமானத்தைத் தீர்மானித்தல் வேண்டும்.

குறிப்பு.—கல்வஞேமானித்திரும்பல்கள் கல்வஞேமாணியினூடு பாயும் மின்னேட்டங்களினேடு விகித சமமாயில்லாவிட்டால், விகிதம் c'/C ஆனது, மின்னேட்டத்திற்குந் திரும்பலுக்குமிடையேயுள்ள சரியான தொடர்புக்கேற்பத் திரும்பல்களின் சார்பாய்க் குறிக்கப்படுதல் வேண்டும். உதாரணமாக, தான்சன் கல்வஞேமானியொன்றிலே,

$$\frac{c'}{C}=\frac{\text{தான்}\,\delta_1}{\text{தான்}\,\delta}.$$

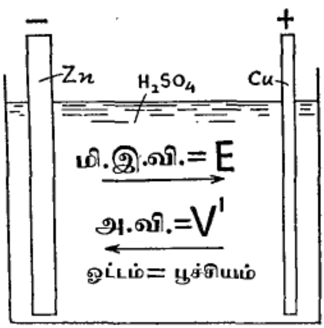
§ 635. மின்கலவடுக்கொன்றின் தடை—மின்கலமொன்றின் உட்டடை— மின்கலமொன்றின் தட்டுக்கள் கம்பியொன்றிஞற் சேர்த்திணைக்கப்பட்டிருக்கும்போது, நேர்த்தட்டிலிருந்து எதிர்த்தட்டுக்கு இக்கம்பியினூடாக மின்னேட்டமொன்று பாயும். எதிர்த்தட்டிலிருந்து நேர்த்தட்டுக்கு மின்கலத்தினூடாகவும் சமமான மின்னேட்டமொன்றும் பாயும். மின்கலத்தினூடாகப் பாயும் மின்னேட்டமானது மற்றெந்தக் கடத்தியினூடாகவும் பாயும்போது எதிர்க்கப்படுவது போலவே, தடையொன்றிஞல் எதிர்க்கப்படும். இத்தடையானது மின்கலத்தினுள்ளேயுள்ள திரவத்திஞற் செலுத்தப்படுவதாம். இது, **மின்கலத்தின் உட்டடை** எனப்படும்.

மின்கலமொன்றின் உட்டடையானது கீழே விவரிக்கப்பட்டுள்ள முறையொன்றிஞல் மிக்க எளிய வகையில் அளக்கப்படலாம். ஆயினும், இந்த முறையின் கொள்கையை விளங்கவேண்டுமாயின், கலமொன்று தொழிற்படும் வகையை எளிய முறையில் விவாதிக்கவேண்டியது அவசியமாகின்றது.

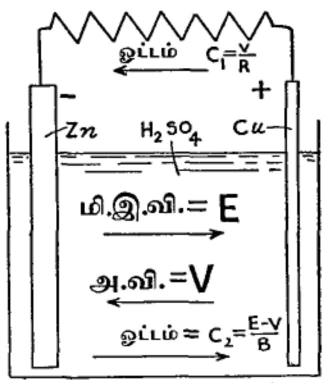
மின்கலமொன்றின் தொழிற்பாட்டினது எளிய கொள்கை—மின்கலமொன்றின் எதிர்த்தட்டிலிருந்து நேர்த்தட்டுக்குப் பாயும் மின்னோட்டமானது **தட்டுக்களிரண்டினுக்குமிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசத்திற்கு எதிராகப்** பாய்கின்றது. **ஆகவே, மின்கலத்தினுள்ளே எதிரான நாகத் தட்டிலிருந்து நேரான செப்புத் தட்டிற்கு நேர்மின்னைச் செலுத்தக்கூடியதாகத் தாக்குகின்ற மி.இ.வி. ஒன்றிருத்தல் வேண்டும்.** மின் கலத்தினது இரசாயன அமைப்பின் பயனான இந்த **மி.இ.வி.** ஆனது **இரசாயனத் தாக்கத்தின் பயனான மி.இ.வி.** எனப்படும்.

" திறந்தசுற்றிலுள்ள " மின்கலம்—நாகத்தட்டொன்றும் செப்புத்தட்டொன்றும் ஐதான சல்பூரிக்கமிலத்திலே வைக்கப்படும்போது, **சல்பூரிக்கமிலத்தினூடு நாகத்திலிருந்து செம்புக்கு** நோமின் பாய்ச்சல் உடனடியாக நிகழுகின்றது. இந்த மின்னானது மின்கலத்தின் இரசாயன **மி.இ.வி** இனற் செலுத்தப்படும். எனவே, செம்பானது நேர்மின்னேற்றமொன்றையும் நாகமானது எதிர்மின்னேற்றமொன்றையும் பெறுகின்றது. இம்மின்னேற்றங்கள் செம்பினழுத்தத்தை நாகத்தினதிலும்பார்க்க மேலே எழச்செய்கின்றது. **ஆகவே, மின்கலத்தின் தட்டுக்களிடையே உண்டாக்கப்பட்ட அ.வி. ஆனது மின்கலத்தின் இரசாயன மி.இ.வி. இன் பயனாதாம்.**

மின்கலத்தினுள்ளே நேர்மின்னேற்றமொன்று இப்போது இரண்டு விசைகளினாற்றாக்கப்படும். இரசாயன **மி.இ.வி.** இனல் இது நாகத்திலிருந்து செம்பைநோக்கி உந்தப்படும். ஆனால், இந்த **மி.இ.வி.** பிறப்பித்த **அ.வி.**



உருவம் 490.—" திறந்தசுற்றிலுள்ள " மினகல மொன்றினுள் நிலைமைகள்.



உருவம் 491.—" மூடியசுற்றிலுள்ள " மின்கலம்.

இனல் எதிர்த்திசையில் உந்தப்படும். **மி.இ.வி.** ஆனது, எதிர்க்கும் **அ.வி.** இனும்பார்க்கப் பெரிதாயிருக்குமட்டும் பாய்ச்சலானது நாகத்திலிருந்து செம்புக்கு நிகழும். ஆகவே, **அ.வி.** ஆனது மின்கலத்தின் இரசாயன **மி.இ.வி.** இற்குச் சமமாகுமட்டும் தொடர்ந்து எழுகின்றது. இந்த நிலைமை நிலை

நாட்டப்பட்டதும் மின்கலத்தினூடு எந்தத் திசையிலும் பாய்ச்சல் நிகழாது (உருவம் 490). **அ.வி.** ஐ V' இனுலும், **மி.இ.வி.** ஐ E இனுலுங் குறிப்போமாயின், **மின்கலமானது திறந்தசுற்றிலிருக்கும்போது,**

$$V' = E$$

எனக் காண்கின்றோம். அதாவது, **திறந்தசுற்றிலுள்ள மின்கலமொன்றின் தட்டுக்களிடையேயுள்ள அ.வி. ஆனது அக்கலத்தின் மி.இ.வி. இற்குச் சமமாகும்.**

"மூடியசுற்றிலுள்ள" மின்கலம்—மின்கலத்தின் தட்டுக்கள் இப்போது தடை R ஐயுடைய கம்பியொன்றைக்கொண்டு இணைக்கப்பட்டுள்ளனவெனக் கொள்க.

இவ்விணைப்புச் செய்யப்பட்டவுடன், செப்புத்தட்டிலிருந்து நாகத்தட்டுக்கு நேர்மின்னுனது கம்பியினூடு பாயத் தொடங்குகின்றது. தட்டுக்களிரண்டினுக்குமிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசத்தை இது விழச் செய்யும். எந்தக் கணத்திலும் தட்டுக்களிடையேயுளள **அ.வி.** ஆனது V ஆயின், செம்பிலிருந்து நாகத்திற்குக் கம்பியினூடு பாயும் மின்னேட்டமானது C_1 ஆகும். இது,

$$C_1 = \frac{V}{R} \quad \text{என்பதனுற் கொடுக்கப்படும்.}$$

மின்கலத்தினுள்ளே **மி.இ.வி.** ஆனது இன்னுந் தொழிற்பட்டுக்கொண்டேயிருக்கும். முனைவாக்கம் முதலியவற்றினுல் மின்கலத்தின் இரசாயன வமைப்பு மாருதிருக்குமாயின், இந்த **மி.இ.வி.** இனளவு மாருதிருக்கும். இந்த **மி.இ.வி.** ஆனது V அளவுள்ள **அ.வி.** ஒன்றினுல் இப்போது எதிர்க்கப்படுகின்றதாதலின், மின்கலத்தினுள்ளே $(E - V)$ இற்குச் சமமான தேறிய **மி.இ.வி.** ஒன்றிருக்கும். இது நாகத்தட்டிலிருந்து செப்புத் தட்டிற்கு மின்னேட்டமொன்றைச் செலுத்தமுயலும் (உருவம் 491).

மின்கலத்தின் உட்டடையானது B இற்குச் சமமாயிருக்குமாயின், மின் கலத்தினுள்ளே நாகத்திலிருந்து செம்புக்கு மின்னேட்டம் C_2 ஆனது இப்போது பாயும். இந்த மின்னேட்டத்தினளவு

$$C_2 = \frac{E - V}{B} \quad \text{என்பதனுற் கொடுக்கப்படும்.}$$

ஒவ்வொருதட்டுஞ் சமவீதங்களில் மின்னைப் பெற்றும் இழந்துமிருக்கும் போது, அதாவது

$$C_1 = C_2$$

ஆகும்போது, தட்டுக்களிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசம் உறுதியானதாகும்.

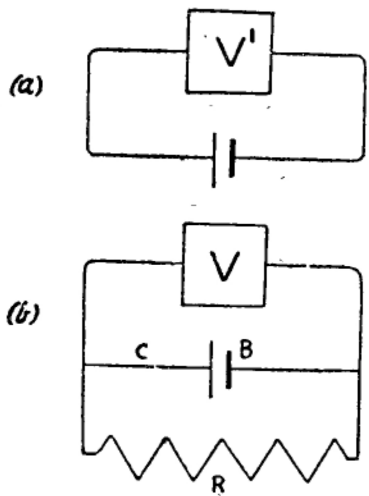
ஆகவே, V ஆனது

$$\frac{V}{R} = \frac{E - V}{B}$$

என்ற சமன்பாட்டை நிறைவாக்கும்போது, V இன் இப்பெறுமானத்திலே அ.வி. மாருதிருக்கும்.

ஆகவே, அ.வி. இன் உறுதியான பெறுமானமானது, மின்கலத்தின் முடிவிடங்களின் குறுக்கே இணைக்கப் பட்டுள்ள புறத்தடை R இலும் மின் கலத்தின் உட்டடை B இலுந் தங்கியிருக்கின்றது.

சுற்ருனது "திறந்திருந்தாலென்ன" "மூடியிருந்தாலென்ன" எறத்தாழக் கணநேரத்துக்குட் தட்டுக்கள் உறுதியான அழுத்தங்களைப் பெற்று விடுகின்றன என்பதை உணர்ந்துகொள்ளல் வேண்டும்.



உருவம் 492.—மின்கலமொன்றின் உட்டடையை அளத்தல்.

மின்கலமொன்றின் உட்டடையை அளத்தல்—முதலிலே மின்கலமானது உவோற்றுமானியொன்றிேைடுநேராக இணைக்கப்பட்டு (உருவம் 492 (a)) உவோற்றுமானியின் அளவீடு எடுக்கப்படும். உவோற்றுமானி மின்னேட்டம் தவிர்க்கப்படக்கூடிய அளவையுடையதாகும். இவ்வகையாக அளக்கப் பட்ட அ.வி. ஆனது திறந்தசுற்றிலுள்ள அ.வி. ஆகிய V′ இற்குச் சமமாகுமாதலின், மின்கலத்தின் மி.இ.வி. ஆகிய E இற்குஞ் சமமாகும்.

இப்போது தடை R ஆனது மின்கலத்தின் அந்தலைகளின் குறுக்கே இணைக்கப்பட்டு உவோற்றுமானியின் அளவீடு திரும்பவும் எடுக்கப்படும் (உருவம் 492 (b)). புறத்தடை R ஐக் கொண்டு சுற்ருனது மூடப்பட்டுள்ள போது தட்டுக்களிடையேயுள்ள அ.வி. ஆகிய V ஐ இது கொடுக்கின்றது. எனவே,

$$\frac{V}{R} = \frac{V' - V}{B}$$

ஆதலின், $$B = \frac{V' - V}{V} R.$$

சுற்றை முழுவதாக எடுத்தாண்டும் இப்பேற்றைப் பெறமுடியும். சுற்றிலுள்ள முழு மி.இ.வி. உம் E எனவும், முழுத்தடையும் (R + B) எனவும் காண்கின்ருேம். எனவே, சுற்றினூடு பாய்கின்ற மினேட்டம் C ஆனது

$$C = \frac{E}{R + B}$$ என்பதனுற் கொடுக்கப்படும்.

இப்போது புறக்கம்பியிற்ருக்கும் **மி.இ.வி.** ஆனது கம்பியின் முனைகளுக் கிடையேயுள்ள **அ.வி.** ஆகிய V ஆகும். கம்பியின் தடையானது R ஆதலின், கம்பியினூடுபாயும் மின்னோட்டம் C ஆனது,

$$C = \frac{V}{R}$$

என்பதனுற் கொடுக்கப்படும். ஆகவே,

$$\frac{V}{R} = \frac{E}{R+B}.$$

எனவே, $$B = R.\ \frac{E-V}{V}.$$

கணியம் (E − V) ஆனது, கலத்தினூடு மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தும் போது செலவாகும் மின்கலத்தின் **மி.இ.வி.** இனது பாகமாகும். சிலசமயங்களில் இது **“ செலவான உவோற்றுக்கள் ”** எனப்படும். இக்கணியத்தின் அளவானது.

செலவான உவோற்றுக்கள் $= E - V = CB$

என்பதனுற் கொடுக்கப்படும் என்பது வெளிப்படை.

கணியம் V ஆனது புறச்சுற்றிலே வேலைசெய்வதற்கு உபயோகிக்கப்படக் கூடிய **மி.இ.வி.** இன் பாகத்தைக் குறிக்கின்றது. சில நேரங்களில் இது **“ பெறப்படக்கூடிய உவோற்றுக்கள் ”** எனப்படும்.

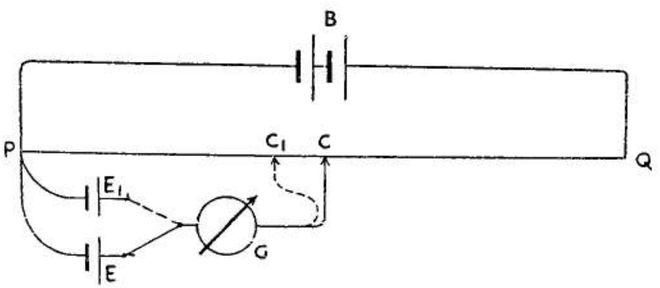
மின்கலமொன்றிலிருந்து எவ்வளவு கூடுதலாக மின்னோட்டம் எடுக்கப் படுகின்றதோ “ செலவாகும் உவோற்றுக்களின் ” அளவும் அவ்வளவுக்குக் கூடுதலாயிருக்கும். புறச்சுற்றிலே உபயோகமுள்ள வேலைக்காகப் பெறப் படக்கூடிய உவோற்றுக்களின் அளவும் அவ்வளவுக்குக் குறைவாயிருக்கும்.

அத்தியாயம் 67

மின்னியக்க விசைகளின் ஒப்பீடு

§636. **அழுத்தமானி**—மின்னியக்கவிசைகளின் திருத்தமான ஒப்பீட்டிற்கு அழுத்தமானி எனப்படும் ஆய்கருவியொன்று வசதியாக உபயோகிக்கப்படலாம்.

ஆய்கருவியானது, சீரான விட்டத்தையுடையதும், சதமமீற்றருக்குரிய தடையானது நீளமடங்கலும் ஒருசீரான பெறுமானத்தைக் கொண்டதுமான இந்நீண்ட கம்பி PQ ஐக்கொண்டதாகும். மாறா மின்னோட்டமொன்று இக்கம்பிக்கூடாகப் பாயும்போது கம்பியிலுள்ள எந்தவிரண்டு புள்ளிகளுக்குமிடையே அழுத்தவேறுபாடானது அவற்றினிடையேயுள்ள நீளத்தினோடு விகிதசமமாயிருக்கும். சாவியொன்றை அழுத்தும்போது, அழுத்தமானிக் கம்பியின் நீளத்திலுள்ள எந்தப்புள்ளியிலும் தொடுகையுண்டாக்குமாறு வழுக்குந்தொடுகையொன்று ஆய்கருவியினோடு பொருத்தப்பட்டுள்ளது. புள்ளி P இற்கும் இந்த வழுக்குந் தொடுகைக்குமிடையேயுள்ள அழுத்த வித்தியாசமானது, பூச்சியத்திற்கும், P, Q, களுக்குமிடையேயுள்ள முழு அழுத்தவித்தியாசத்திற்குமிடையில் எந்தப் பெறுமானத்தையும் உடையதாக்கப்படலாம்.



உருவம் 493.—அழுத்தமானி முறையைக்கொண்டு மி.இ.வி. களை ஒப்பிடுதல்.

PQ என்பது ஒருசீரான நீண்ட கம்பியொன்றெனவும், B என்பது கம்பியினூடு உறுதியான மின்னோட்டமொன்றைச்செலுத்தும் சேமிப்புக்கலன்களின மின்கலவடுக்கொன்றெனவுங் கொள்க (உருவம் 493). உருவத்திற் காட்டியபடி, புள்ளி P ஆனது மின்கலவடுக்கு B இன் எதிர் அந்தலையினோடு இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

மின்கலம் E இன் எதிர்த்தட்டானது புள்ளி P இனோடும் **இணைக்கப்பட்டுள்ளதெனவும்** அதன் நேர்த்தட்டானது நுண்ணிய கல்வனோமானி G இனூடாக வழுக்குந் தொடுகையினோடும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது எனவுங் கொள்க.

இம்மின்கலத்தின் **மி.இ.வி.** ஆனது E உவோற்றுக்களாயின், மின்கலத்தின் நேர்த்தட்டானது புள்ளி P இனழுத்தத்திலும்பார்க்க E உவோற்

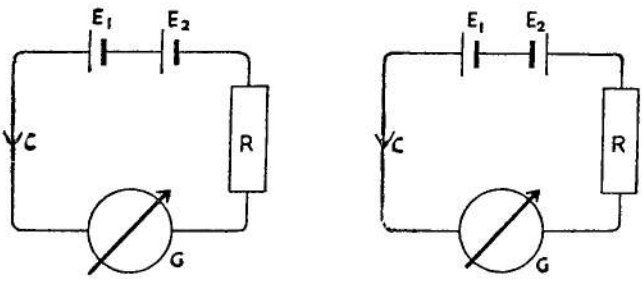
றுக்கள் உயர்வுகூடிய அழுத்தத்திலிருக்கும். இப்போது, P இலிருந்து Q ஐநோக்கிக் கம்பியின் வழியே நாம் இயங்கும்போது அழுத்தமானது உறுதியாக எழுகின்றது. எனவே, P இற்கும் Q இற்குமிடையேயுள்ள முழுவழுத்த வித்தியாசமும் E உவோற்றுகளிலும் பெரிதாயிருக்குமாயின, மின்கலத்தின் நேர்த்தட்டினது அழுத்தத்திற்குச் சமமான ஏதாவதொரு புள்ளி C, கம்பியிலியிருக்கும். புள்ளி C இலே சாவியானது அழுத்தப்படும்போது, கல்வனோமானியின் இரு பக்கங்களிலும் அழுத்தங்கள் சமமாயுள்ளனவாதலின், **எந்தத் திசையிலுங் கல்வனோமானியிலே திரும்பல் நிகழாது.**

கம்பியின் **நீளப்பாட்டிலுள்ள** புள்ளிகள் P, C. களுக்கிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசமானது P, C களுக்கிடையேயுள்ள கம்பியின் நீளத்தினோடு விகிதசமமாயுள்ளது. தொடுகைச்சாவியானது C இலே அழுத்தப்படும்போது மினகலத்தினூடாக எந்தந் திசையிலும் மின்னோட்டம் பாயாததலின், **மின்கலத்தினூடாக** P, C களுக்கிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசமானது மின்கலத்தின் **மி.இ.வி.** ஆகிய E இற்குச் சமமாகும். எனவே, P, C களுக்கிடையேயுள்ள கம்பியின் நீளமானது l ஆயின்,

$$E \propto l$$

எனப் பெறுகின்றோம்.

மின்கலம் E இற்குப் பதிலாக இப்போது இரண்டாவது மின்கலம் E_1 இணைக்கப்படலாம். இது செய்யப்பட்டபின்னர், தொடுகைச்சாவியானது C_1 ஐப்போன்ற ஏதாவது புள்ளியில் அழுத்தப்படும்போது கல்வனோமானித்



உருவம் 494.—கூட்டற, கழித்தல் முறையினால மி.இ.வி. களின் ஒப்பீடு.

திரும்பல் பூச்சியமாகக் காணப்படும். கம்பியின் **நீளப்பாட்டிலே** P, C_1, புள்ளிகளுக்கிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசமானது இப்போது இரண்டாவது மின்கலத்தின் **மி.இ.வி.** இற்குச் சமமாகும். இந்த **மி.இ.வி.** ஐ E_1 உவோற்றுக்களினாலும், கம்பி PC_1 இன் நீளத்தை l_1 இனாலுங் குறிப்போமாயின

$$E_1 \propto l_1$$

எனப் பெறுவோம்.

இதனை முந்தியே பெறப்பட்ட பேற்றிஞேடு சேர்க்க

$$\frac{E}{E_1}=\frac{l}{l_1}$$

எனக் காண்கின்ருேம். இதிலிருந்து E இனதும் E_1 இனதும் பெறுமானங் களை நேரடியாக ஒப்பிடலாம்.

§ 637. கூட்டல், கழித்தல் முறையினல் மி.இ.வி. களின் ஒப்பீடு.— இந்த முறையிலே, **மி.இ.வி.** களோடு ஒப்பிடப்படவேண்டிய மின்கலங்கள், செப்பஞ்செய்யப்படக்கூடிய தடை R இஞேடும் கல்வஞேமானி G இஞேடுந் தொடர்நிலையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன (உருவம் 494).

பரிசோதனையின் முதற்பாகத்திலே (இடதுபக்கவுருவம்) மின்கலங்கள் ஒன் றுக்கொன்றுதவுமாறு இணைக்கப்பட்டுள்ளன. தடை R ஆனது வசதியான கல்வஞேமானித் திரும்பலொன்றைக் கொடுக்குமாறு செப்பஞ்செய்யப்பட் டுள்ளது.

மின்கலங்களிரண்டினதும் **மி.இ.வி.** கள் E_1, E_2 எனவும், கல்வஞே மானியினூடுபாயும் மின்ஞேட்டம் C_1 ஆனது அவதானித்த திரும்பலாகிய δ_1 இஞேடு விகிதசமமானதெனவுங் கொள்க.

எனின், $c_1=k\delta_1$.

இங்கு k ஒரு மாறிலியாகும். அத்துடன்,

$$c_1=\frac{E_1+E_2}{R'}$$

இங்கு R′ ஆனது முழுச்சுற்றினதும் **மொத்தத்தடை**யாகும்.

மின்கலங்களிலொன்று இப்போது தொடுப்புப்பிரிக்கப்பட்டு, முந்திய தொடுப்புகள் நேர்மாருக்கப்பட்டபின், திரும்பவுஞ் சுற்றில் வைக்கப்படும் (வலதுபக்க உருவம்). மின்கலங்களிரண்டும் இப்போது ஒன்றுக்கொன்று எதிராயுள்ளனவாயினும் சுற்றின் **முழுத்தடை**யும் மாருதிருக்கும்.

மி.இ.வி. E_2 ஐக்கொண்ட மின்கலம் நேர்மாருக்கப்பட்டதெனவும், E_2 ஆனது E_1 இலும் பார்க்கக் குறைந்ததெனவுங் கொள்க. கல்வஞேமானி யின் திரும்பல் இப்போது δ_2 ஆயிருக்கும். சுற்றினூடு பாய்கின்ற மின் ஞேட்டம் c_2 ஆனது

$$c_2=k\delta_2$$

என்பதனுற் கொடுக்கப்படும். அத்துடன்,

$$c_2=\frac{E_1-E_2}{R'}$$

எனவும் பெறுகின்ருேம். எனவே,

$$\frac{c_1}{c_2}=\frac{E_1+E_2}{E_1-E_2}$$

அல்லது, $$\frac{E_1}{E_2}=\frac{c_1+c_2}{c_1-c_2}=\frac{\delta_1+\delta_2}{\delta_1-\delta_2}$$ ஆகும்.

அத்தியாயம் 68

மின்வெப்பவிளைவுகளும் வெப்பமின்விளைவுகளும்

மின்தோற்றப்பாடுகள் பல, சுற்றிலுள்ள வெப்பநிலையிலும் மற்றும் வெப்பநிலைமைகளிலும் நெருங்கிய தொடர்புடையனவாம். இவ்வத்தியாயத்திலே இவ்விளைவுகள் சிலவற்றைப்பற்றி ஆராய்வோம்.

§ 638. **மின்னோட்டமொன்றின் வெப்பவிளைவு**—தடை R ஓமையுடைய கடத்தியொன்றினூடாக C **அம்பியரளவு** மின்னோட்டமொன்று பாயுமெனின், அக்கடத்தியின் தடையை மேற்கொள்ள உபயோகிக்கப்படும் சத்தியானது **செக்கனுக்கு C^2R சூல்களாகும்** (பந்தி 619). இச்சத்தி முழுவதும் கடத்தியிலுள்ள வெப்பமாகச் செலவாகும். எனவே, t செக்கனிலே கடத்தியிற் பிறப்பிக்கப்படும் வெப்பமானது C^2Rt சூல்களின் **வெப்பச்சமவலு** ஆகும்.

இப்போது,

$$1 \text{ கலோரி} = 4{\cdot}2 \text{ சூல்கள் (ஏறத்தாழ)}$$

என நாமறிவோம். எனவே, மின்னோட்டம் C ஆனது தடை R இனூடு பாயும்போது, t செக்கனிலே உண்டாக்கப்படும் வெப்பமானது—

$$H \text{ கலோரி} = \frac{C^2Rt}{4{\cdot}2}.$$

அல்லது, சூலுக்குங் கலோரிக்குமிடையேயுள்ள தொடர்பை

$$1 \text{ கலோரி} = J \text{ சூல்கள்}$$

எனக் குறிப்போமாயின்

$$H = \frac{C^2Rt}{J} \text{ கலோரிகள்}$$

எனப் பெறுகின்றேம்.

J என்பது **சூலின்சமவலு** அல்லது **வெப்பத்தின் பொறிமுறைச்சமவலு** இற்குரிய குறியீடாகும்.

C உம் R உந் தனிமின்னலகுகளில் அளக்கப்படுவனவாயின் இச்சமன்பாடானது இன்னும் உபயோகிக்கப்படலாம். ஆனால், J ஆனது **கலோரி ஒன்றிற்குரிய ஏக்கின் தொகையை**, அதாவது $J = 42{,}000{,}000$ ஏக்கு–கலோரி (ஏறத்தாழ) ஐக் குறிப்பதாக எடுக்கப்படுதல் வேண்டும்.

$$H = \frac{C^2Rt}{J}$$

என்ற சமன்பாடு மின்னோட்டமொன்றின் வெப்பவிளைவிற்குரிய **சூலின்விதி** எனப்படும்.

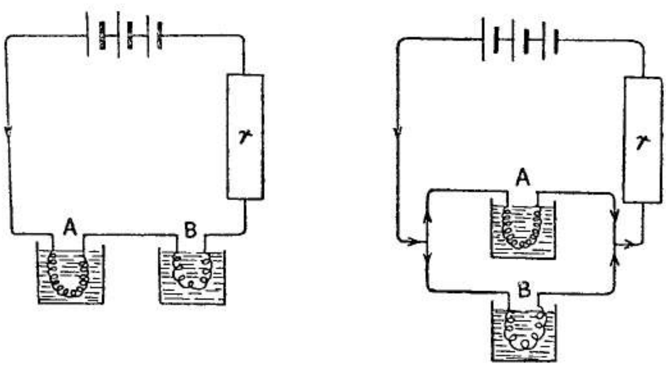
§ 639. **சூலின் விதியைச் சரிபார்த்தல்**—எளிய பரிசோதனையொன்று, ஒரு மின்னோட்டத்தின் வெப்பவிளைவானது பாய்கின்ற மின்னோட்டத்தின்

திறனிலும் அம்மின்னோட்டமானது ஊடாகப் பாய்கின்ற கடத்தியின் தடையிலும் எவ்வாறு தங்கியுள்ளதென்பதைக் காட்ட உதவும்.

ஒரே திரவியத்தினுற் செய்யப்பட்டுள்ளனவும் சமமான வெட்டுமுகப் பரப்புக்களைக் கொண்டனவுமான இரண்டு கம்பிகள் எடுக்கப்படும். ஆனல், அவற்றுள் ஒரு கம்பி A, மற்றக்கம்பி B இலும்பார்க்க இருமடங்கு நீளமுடையதாயிருத்தல் வேண்டும்.

கம்பிகளிரண்டும் இளக்கமான சுருள்களாகச் சுற்றப்பட்டபின், சமதிணிவையுடைய வெவ்வேறு கலோரிமானிகளிற் கொள்ளப்பட்டுள்ள சம திணிவுடைய நீரினுள்ளே அமிழ்த்தப்பட்டுள்ளன.

தொடர்நிலையிற் சேர்த்திணைக்கப்பட்ட கம்பிகளிரண்டினூடாகச் சேமிப்புக் கலமொன்றிலிருந்து ஒரு மின்னோட்டம் இப்போது செலுத்தப்படும் (உருவம் 495 இன் இடதுபக்கம்). இதன்பின் கலோரிமானிகள் இரண்டிலுமுள்ள நீரின் வெப்பநிலைகள் ஒழுங்கான இடைவேளைகளிலே அவதானிக்கப்படும். கம்பி A ஐக்கொண்டுள்ள கலோரிமானியிலுள்ள நீரின் வெப்பநிலையானது மற்றக்கலோரிமானியிலுள்ள நீரின் வெப்பநிலையிலும்பார்க்க **இருமடங்கு** விரைவாக எழுவதைக் காணலாம்.



உருவம் 495.—சூலின் விதியைச் சரிபார்த்தல்.

இரண்டு கம்பிகளுந் தொடர்நிலையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளனவாதலின், A இனூடுபாயும் மின்னோட்டமும் B இனூடு பாயும் மின்னோட்டமும் ஒரேயளவையுடையனவாம். ஆயினும், A இன் தடையானது B இனதின் இருமடங்காகும். எனவே, **மின்னோட்டமொன்று பாய்கின்ற கடத்தியிலே வெப்பம் பிறப்பிக்கப்படும் வீதமானது கடத்தியின் தடையினோடு விகிதசமமானதாகும்.**

தொடக்க நிலைமைகளெல்லாம் முந்தியதைப் போலவும், ஆனல், A உம் B உஞ் **சமாந்தரநிலையிலுமிருக்க,** இப்போது பரிசோதனையானது திரும்பச் செய்யப்படும் (வலதுபக்க உருவம்).

இப்போது சுருள் B ஐக்கொண்டுள்ள கலோரிமானியின் வெப்பநிலை யானது மற்றக் கலோரிமானியின் வெப்பநிலையிலும் பார்க்க **இருமடங்கு** விரைவாக எழக்காணப்படும். ஆகவே, கம்பி B இலே வெப்பவாக்க வீதமானது A இலேயுள்ளதிலும்பார்க்க **இருமடங்காயிருத்தல் வேண்டும்.**

கம்பி B இனூற் காவப்படும் மின்னோட்டமானது கம்பி A இனூடு பாயும் மின்னோட்டத்தின் **இருமடங்காகும்.** ஆயினும், கம்பி A ஆனது கம்பி B இலும் இருமடங்கு நீளமுடையதாதலின், கம்பி B யினூற் பிறப்பிக்கப்படும் வெப்பமானது கம்பி A இன் **சமநீளத்தில்** உருவாக்கப் படும் வெப்பத்தின் **நான்கு மடங்காகும்.** ஆனால், இரண்டு சுருள்களினதுஞ் சமநீளங்களின் தடைகள் சமமாகும்.

எனவே, **கொடுக்கப்பட்ட தடையையுடைய கடத்தியொன்றிலே வெப்பமாக் கலின் வீதமானது, அக்கடத்தியினூடாகப் பாயும் மின்னோட்ட வர்க்கத் தினூடு விகிதசமமாயிருக்கும்.**

§ 640. வெப்பத்தின் பொறிமுறைச்சமவலுவினது மின்முறைத் தீர்மானம்— மின்னோட்டமொன்றின் வெப்பவிளைவானது வெப்பத்தின் பொறிமுறைச் சமவலுவினது தீர்மானத்திற்காக அவதானிப்போர் பலரினூற் பிரயோகிக்கப் பட்டுள்ளது. இந்த ஆராய்ச்சிகளிலெல்லாம் முன்னரே விவரிக்கப்பட்டுள்ள கலோரிமானி முறைகளுளொன்றைக் கொண்டு வெப்பமானது அளக்கப் பட்டது. வெப்பமாக மாற்றப்பட்ட சத்தியானது மின்முறையாக வழங்கப் பட்டதுடன், அதன் அளவீட்டிற்கும் மின்முறைகளே உபயோகிக்கப்பட்டன.

கலண்டபாணிசரினூற் பிரயோகிக்கப்பட்ட முறையிலே, கம்பிச்சுருளொனறு உள்ளே சுற்றப்பட்டுள்ள ஒடுக்கமான குழாயொன்றினூடு நீரின் உறுதியான அருவிப்பாய்ச்சலொனறு செலுத்தப்பட்டது. தெரிந்த மின்னோட்ட மொன்றைக் கம்பியினூடாகச் செலுத்திப், பரிசோதனையின்போது இடை யிடையே அக்கம்பியின் தடையும் தீர்மானிக்கப்பட்டது. இவ்வகையாக, செக்கனொன்றிலே கம்பிக்கு வழங்கப்பட்ட மின்சத்தியானது எந்தக் காலத் திலும் பெறப்படலாம்.

வெப்பமாக்கலின் வீதமானது, செக்கனொன்றிலே குழாயினூடு பாய் கின்ற நீரின் திணிவைத் தீர்மானித்தும் உள்ளேசெல்லும் நீரினதும் வெளி யேபாயும் நீரினதும் வெப்பநிலைகளை அவதானித்தும் பெறப்பட்டது. உதா ரணமாக, உட்பாய்ச்சலின் வெப்பநிலை θ_o ஆகவும் வெளிப்பாய்ச்சலின் வெப்பநிலை θ_1 ஆகவுமிருக்கும்போது, t செக்கனிலே குழாயினூடு பாயும் நீரின்திணிவு Q கி. ஆயின், செக்கனொன்றில் மின்னோட்டத்தினூல் உண் டாக்கப்படும் வெப்பமானது

$$H = \frac{Q}{t}(\theta_1 - \theta_o) \text{ கலோரியாயிருந்தது.}$$

செக்கனொன்றில் வழங்கப்பட்ட மின்சத்தியானது C^2R சூல்களுககுச் சமமா கும். இங்கு, C என்பது **அம்பியரில்** மின்னோட்டத்தின் திறனெனவும்,

R என்பது, **ஓமில்** வெப்பமாக்குஞ் சுருளியின் தடையெனவுங் கொள்ளப் பட்டது. எனவே,

$$H = \frac{C^2R}{J}.$$

H, C, R, தெரியப்பட்டுள்ளனவாதலின், இதிலிருந்து **J** ஆனது கணிக் கப்படலாம்.

§ 641. **வெள்ளொளிர்விழை விளக்குகள்**—மெல்லிய இழையொன்றை வெளளொளிர்வாக்கக் கூடிய வெப்பநிலைக்கு உயர்த்த மினேட்டமொன் று உபயோகிப்பதினல் அம்மினேட்டத்தின் வெப்பவிளைவானது ஒளித் தலைமுதலாக உபயோகிக்கப்படலாம்.

சாதாரணமான **வெள்ளொளிர்விழை விளக்கானது,** பவனம் பெரும்பா லும் அகற்றபபட்ட கண்ணுடிக்குமிழொன்றினுள்ளே அடைக்கப்பட்டுள்ள மெல்லிய கடத்தியிழையொனறைக் கொண்டதாகும். பொருத்தமான அழுத்தவித்தியாசததினூடாக இணைக்கப்பட்டுள்ளபோது இழையினூடாகப் பாயும் மினேட்டமானது, இழையை வெள்ளொளிர்வாக்குகினறது. இழை கள் காபன் அல்லது தங்குதனினுற் செய்யப்படுவது வழக்கம்.

காபனிழைகள் தங்குதனிழைகளினுமபார்க்க மலிவாயிருபபதோடு முரட் டுப் பாவ்பபினபோதும் முறிவது குறைவாயிருக்கும.

விளக்கொன்றின் " வினைத்திறனானது "

$$\text{" வினைத்திறன் "} = \frac{\text{உறிஞ்சப்பட்ட உவாற்றுகள்}}{\text{மெழுகுதிரிவலு}}$$

எனக் குறிக்கப்படுவது வழக்கம்.

" வினைததிறன் " என்ற சொல்லின் சாதாரண கருத்திலே இக்கணிய மானது விளக்கின மெய்யான வினைத்திறனின தலைகீழ்ப்பினனமாகும.

சாதாரணமான காபனவிளக்கொன்றுக்கு, அது அமைக்கப்படடுள்ள **உவோற்றளவில்** வேலைசெய்யும்போது, **மெழுகுதிரிக்கு** 3·5 தொடக்கம் 4 **உவாற்றுகள்** வரை தேவைப்படும். தங்குதனிழைவிளக்கொனறு ஏறத் தாழ 1 2 உவாற்றுக்கு ஒரு மெழுகுதிரிவலுவைக் கொடுத்தல்வேண்டும்.

விளக்குக் குமிழை நைதரசனினல் நிரப்பி, இழையினது ஒடிவின் பயனை அபாயததை அதிகரிப்பியாது சதாராணமான விளக்கிலும்பார்க்கத் தங்கு தனிழைய வெப்பங் கூடச் செய்யலாம். நைதரசனினல் நிரப்பப்பட்ட தங்குதனிழையைக்கொண்ட விளக்கொன்று அமைக்கப்பட்ட உவோற்றள வில் ஓடும்போது உவாற்றொன்றுக்கு ஏறததாழ இரண்டு மெழுகுதிரிவலு வைக்கொடுக்கும். இந்த விளக்குகள் " அரையுவாற்று " விளக்குகள் எனப் படும்.

§ 642. **மின்வில்** — 100 தொடக்கம் 200 உவோற்று அழுத்தவித்தியாச மொன்றைக் கொண்டுள்ள வழங்கன்முதற்கம்பிகளோடு கடத்தித்தண்டு களிரண்டை இணைத்து, ஒளிவின் செறிவுமிக்க முதலிடமொன்றைப் பெற

முடியும். தண்டுகளின் முனைகளைக் கணநேரத்திற்குத் தொடவிட்டபின்பு விரைவாக அவற்றைச் சிறிது தூரத்தில் வேருக்கல் வேண்டும். இதன் பின்பு தண்டுகளினிடையேயுள்ள வெளியினூடாக தொடர்ச்சியான மின்னிறக்கமொன்று நிகழும். இந்த மின்னிறக்கமானது **மின்வில்** எனப்படும்.

மின்னிறக்கத்தின் இந்த வகையின்கீழ்த் தண்டுகளிரண்டினதும் முனைகள் மிதமிஞ்சிய வெப்பத்தைப் பெற்று, செறிவுமிக்க வெள்ளொளியைக் காலுகினறன. விளக்கின் இந்த வகையிலே தண்டுகளின் முனைகளிலிருந்து பெறப்படும் ஒளியே ஒளிர்வின் முக்கியமான முதலிடமாகும்.

வில்லிலிருந்தே, அதாவது, கடத்தித்தண்டுகளின் இடைவெளியிலுள்ள வாயு அலலது ஆவியிலிருந்தே ஒளியின் குறித்தவோரளவு பெறப்படும். வில்லிலிருந்து வருமொளியானது கடத்தித்தண்டுகளான திரவியங்களின் நிறமாலை நிறங்களைக்கொண்டதாகும். ஆகவே, இதன் பொதுவான நிறமானது இத்திரவியங்களின் இயல்பிலே தங்கியுள்ளது.

சாதாரணமான ஒளித்தேவைகளுக்காக இத்தண்டுகள் அமுக்கப்பட்டுள்ள காபனினுற் செய்யப்பட்டுள்ளன. காபன்வில்லொன்றிலிருந்து பெறப்படும் ஒளியின் பெரும்பகுதி காபனின் நேர்முனையிலுண்டான பதிவொன்றிலிருந்து காலப்படும். இப்பதிவானது **நேர்க்கிண்ணக்குழி** எனப்படும். இக்குழியிலுள்ள வெப்பநிலையானது 2000° C இற்கும் 3500 °C இற்குமிடையே பல பெறுமானங்களையுடையனவாக மதிக்கப்பட்டுள்ளன.

விளக்கெரியும்போது காபன்கள் ஒட்சியாகி ஓரளவுக்கு எளிதில் ஆவியாகின்றன. நேர்க்காபனுனது எதிர்க்காபனிலும் பார்க்கக் கூடிய விரைவாய்த் தேய்ந்து போகின்றது. இக்காரணத்தினுல் நேர்க்காபனுனது அதனேடு உபயோகிக்கப்படவுள்ள எதிர்க்காபனிலும் ஏறத்தாழ ஒன்று அல்லது ஒன்றரைமடங்கு தடிப்புடையதாய்ச் செய்யப்பட்டிருப்பது வழக்கம்.

காபன்களின் இத்தேய்வினுல், இடைவெளியானது மிதமிஞ்சி நீண்டிராவண்ணம் குறுகிய காலவிடைகளிலே தண்டுகள் செப்பஞ்செய்யப்படுதல் வேண்டும். இச்செப்பஞ்செய்கையானது கையினுற் செய்யப்படலாம். அன்றேல், விளக்கைச் செப்பஞ்செய்து வைத்திருக்கக்கூடிய தானுகவியங்கும் பொறிமுறையொன்று உபயோகிக்கப்படலாம்.

உறுதியாய்த் தொழிற்படவேண்டுமாயின், வழங்கல்முதற்கம்பிகளுக்கிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசமானது வில்லைத் தொழிற்படச் செய்வதிலும் பார்க்கப் பெரிதாயிருத்தல் வேண்டும். முதற் கம்பிகளின் குறுக்கே வில்லினேடு **தொடர் நிலையில்** தடையொன்றை உபயோகித்தல்வேண்டும். முதற்கம்பிகளின் குறுக்கே தொடர் நிலையிற் சேர்த்திணைக்கப்பட்டுள்ள இரண்டு அல்லது பல விற்களும் ஒன்றையொன்று உறுதியாக்க உதவும்.

கடத்துந் தண்டுகளுக்கிடையேயுள்ள **அ.வி.** ஆனது குறித்த இழிவுப் பெறுமானமொன்றைக் கடந்தாலன்றி வில்லானது " பற்ருது ". அவ்விழிவு **அ.வி.** ஆனது தண்டுகளின் இயல்பிலே தங்கியுள்ளது. காபன் தண்டுகளுக்கு இப்பெறுமானம் ஏறத்தாழ 50 உவோற்றுக்களாம்.

மின்வில்லொன்றிலே பெறப்படும் உயர்ந்த வெப்பநிலையானது வர்த்தக சமபந்தமாக வெப்பமளிக்காதபொருள்கள் முதலியவற்றை உருக்கப் பிரயோகிக்கபபடும். வெப்பமளிக்காதபொருளானது மூடப்பட்டுள்ள தீக்களிமண்ணுலையொனறினுள்ளே வில்லானது பற்றவைக்கப்பட்டு அப்பொருள் நேராக வில்லிஞல் வெப்பமாக்கபபடும். இவ்வகையான ஒழுங்கொன்று **மின்வில் லுலே** எனப்படும்.

மின்வில்லானது நிறமாலேகளே ஆராய்வதற்கும் உபயோகிக்கப்படலாம. இயலுமாயின், நிறமாலே ஆராயப்பட வேண்டிய திரவியத்திஞற் செய்யப் பட்ட கடத்தித்தண்டுகளுக்கிடேயே வில்லானது பற்றவைக்கப்படும். இது முடியாவிட்டால், வில்லேப் பற்றவைக்கமுன், விசேடமாகச் செய்யப்பட்ட தூய காபன்சண்டின் நேர்க்குழியினுள்ளே திரவியத்தின் மாதிரியொன்று செலுத்தபபடலாம். இதனபினபு நிறமாலேகாட்டியானது தண்டுகளுக்கிடையேயுள்ள வெளியை நோக்கி வைக்கப்படும். இதஞல், நிறமாலேகாட்டியினுள்ளேசெல்லும் ஒளியானது வில்லிலிருந்தேவரும் ஒளியாகும். திரவியக்கனவளவொன்றிலே அழுக்குகளாகவிருப்பனவாகச் சந்தேகிக்கப்படும் திரவியங்களின் மிக்கவரிதான சுவடுகளேக்காண இநத முறையானது உபயோகிக்கப்படலாம்.

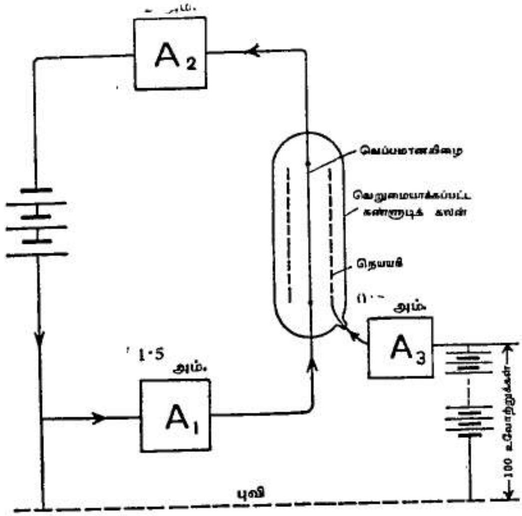
§ 643. **உயர்ந்த வெப்பநிலேகளிலே இலத்திரக் காலல்**—உலோகக் கம்பியொன்று வெள்ளொளிர்வாகும்போது மேற்பரப்பிலிருந்து எதிர்மின்னேற்றப்பட்ட நுணணிய துணிக்கைகளே அது காலுகின்றது.

இத்துணிக்கைகளிற் காவப்படும் மின்னேற்றங்கள் ஒரேயளவையுடையனவெனக் காட்டப்பட்டுள்ளன. துணிக்கைகளின திணிவுகளும் ஒன்றுக்கொனறு சமமாகும். ஒவ்வொரு துணிக்கையும் ஐதரசனணுவொன்றின் திணிவினது $\frac{1}{1845}$ பங்கு திணிவை ஏறத்தாழவுடையதாகும்.

இவ்வகையான துணிக்கையொனறின் திணிவானது மிகமிகச் சிறிதாயிருப்பதிஞலே இத்துணிக்கையானது திடப்பொருளோடு எவ்வித சம்பந்தமுமினறி எதிர்மின்னேமட்டுங் கொண்டதாகக் கருதப்படலாம். மின்றுணிக்கையொன்று உயர்நத வேகத்துடன இயஙகும்போது விசைவேகத்தையும் திடப்பொருளின் குறிப்பான வேறு இயல்புகளேயுங் கொண்டிருக்கக் காணப்படும். மேலே கூறப்பட்டுளள காரணங்களிஞல், இத்துணிக்கைகள் **மின்னணுக்கள்** எனக் கூறபபட்டன. ஆயினும், **எதிர்ச்சிறுதுணிக்கைகள்** அல்லது **இலத்திரன்கள்** என இவை பொதுவாக வழங்கப்படுகின்றன.

இழையின் அழுத்தத்திலும் பெரிதான அழுத்தத்தையுடைய கம்பிவலேயொன்றைக்கொண்டு வெப்பமான இழையொனறைச் சூழவிட்டு, இழையிலிருந்து கம்பிவலேக்கு இலத்திரன்களேக் கவரப்படச் செய்யலாம். இழையிலிருந்து கம்பிவலேக்குப் பாயும எதிர்மினனின அருவிப்பாய்ச்சலானது, கம்பிவலேயிலிருந்து இழையைநோக்கிப் பாயும் நேர்மின்னேட்டத்திற்குச் சமமாகும். இது அம்பியாமானியொன்றைக்கொண்டு அளக்கப்படலாம்.

இழைக்குங் கம்பிவலைக்குமிடையே பாய்கின்ற "பொசிவோட்டத்தை" அளக்கவேண்டுமாயின், 496 ஆம் உருவத்திற் காட்டியபடி பரிசோதனை யொன்று ஒழுங்குசெய்யப்படலாம் மின்கலவடுக்கு B இலிருந்து இழை F இனுள்ளேபாயும் மின்னோட்டமானது அம்பியர்மானி A_1 இனால் அளக் கப்படும். ஆனால், இழையிலிருந்து மின்கலவடுக்குக்குத் திரும்பிப்பாயும் மின்னோட்டம் அம்பியர்மானி A_2 இனால் அளக்கப்படும். 100 உவோற்றுக் களைக் கொடுப்பதாகக் கொள்ளப்படும் மின்கலவடுக்கொன்றின் நேர்



உருவம் 496.—வெறறிடத்திலே வெப்பவிழைகளும் நேரான நெய்யரிக்குமிடையேயுள்ள வெப்ப வயனோட்டத்தைக்காட்டும் பரிசோதனை.

முனைவினோடு கம்பிவலை G ஆனது இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த மின் கலவடுக்கின எதிர்முனைவானது மின்கலவடுக்கு B இன் ஒரு முடிவிடைத் தைப்போலவே, புவியினோடிணைக்கப்பட்டுள்ளது. கம்பிவலையை 100-உவோற்று மின்கலவடுக்கின் நேர்முனைவினோடிணைக்கும கம்பியிலே அம்பி யர்மானி A_3 செலுததப்பட்டுள்ளது. அனறேல், விரும்பினால், இந்த அம்பியர்மானியை இம்மின்கலவடுக்கின் எதிர்முனைவைப் புவியினோடிணைக் குங் கம்பியினுஞ் செலுத்தலாம்.

இழையானது வெள்ளொளிரவாகும்போது, A_1, A_2 ஆகிய அம்பியர் மானிகளின் அளவீடுகள் சமமற்றிருக்கக்காணப்படும். ஆனால், இவற்றின் அளவிடங்களுக்கிடையேயுள்ள வித்தியாசத்திற்குச் சமமான மினனோட்ட மொனறு அம்பியர்மானி A_3 இலே குறிக்கப்படும். இழையின் வெப்பநிலை அதிகரிக்க A_1, A_2 களின் அளவீடுகளுக்கிடையேயுள்ள வித்தியாசமும் அதிகரிக்கப்படும். இதனோடொத்த அதிகரிப்பானது A_3 இனூடு பாய்கின்ற

மின்னோட்டத்திலும் அவதானிக்கப்படும். இவ்வகையான ஒழுங்கொன்றைக் கொண்டு இழைச்சுற்றினூடு பாய்கின்ற முழுமின்னோட்டத்தினதும் 25 நூற்றுவீதவளவான பொசிவுமின்னோட்டமொன்றைப் பெறமுடியும் (உருவத்தைப் பார்க்க).

இழைக்கும், கம்பிவலைக்குமிடையேயுள்ள இலத்திரன்களின் கட்டற்ற பாய்ச்சலைப் பெறவேண்டுமாயின், இவற்றை மூடியுள்ள குழாயானது மிகக்குறைந்த அமுக்கத்திலிருக்குமாறு வெற்றிடமாக்கப்படுதல்வேண்டும்.

வெப்பவுலோகங்களிலிருந்து இலத்திரன்களின் காலலானது **கூலிச்சுக்** குழாய்களையும் மற்றும் வெப்பவெதிர்மின்வாய் X – கதிர்க்குழாய்களையுஞ் செய்ய உபயோகிக்கப்பட்டுள்ளது (பந்தி 725). கம்பியில்லாத்தந்திக்கும் சாதாரணத் தந்திக்குமுரிய வாயில்களையும் ஒலிபெருக்கிகளையுஞ் செய்வதற்கும் இது உபயோகிக்கப்படும்.

பொயின்றலேற்று விளக்கின் தொழிற்பாடும் வெப்பக்கம்பியொன்றிலிருந்து இலத்திரன்களின் காலலிலே தங்கியுள்ளது.

வெப்பமின்னோட்டங்கள்

§ 644 **வெப்பவிணை**—ஒவ்வாவுலோகங்களிரண்டின் கம்பிகளிலிரண்டு ஒரு பூரணசுற்றுருகுமாறு முனைகள் சேர்த்திணைக்கப்பட்டுள்ளனவாயின், அவ்விரண்டு உலோகங்களினதுஞ் சந்திகளுளொன்று மற்றச் சந்தியினதிலும் பார்க்க வேருன வெப்பநிலையிலிருக்குமாயின், அச்சுற்றினூடு மின்னோட்டமொன்று பாயும். சுற்றிலே தேறிய **மி.இ.வி.** ஒன்று இருத்தல்வேண்டுமென இது காட்டுகின்றது. சந்திகளிரண்டுக்குமிடையே வெப்பநிலை வித்தியாசமிருப்பதே இதற்குக் காரணமாகும்.

இந்த **மி.இ.வி.** ஐ அளக்கவேண்டுமாயின், கம்பிகளுளொன்றிலே ஒரு கல்வனோமானியைச் செலுத்தவேண்டியது அவசியமாகும். இதன் பயனுகச் சுற்றிலே சநதிசளின் புதிய ஒரு சோடிச் சந்திகள் செலுத்தப்பட்டுள்ளது. ஆயினும், இவற்றின வெப்பநிலை சமமாயிருக்கும்போது, கல்வனோமானியில் எவ்வித விளைவையும் இவை கொடுக்கமாட்டா. இவ்வகையான சுற்றென்றின் வரிப்படம் 497 ஆம் உருவத்திற் காட்டப்பட்டுள்ளது.

A, B கம்பிகளிடையேயுள்ள சந்தியானது வெப்பநிலை T_1 இலும் சுற்றின் எஞ்சியபாகம் T_0 இலும் வைக்கப்பட்டால், சுற்றிலே தொழிற்படும் **மி.இ.வி.** ஆனது $(T_1 - T_0)$ இனதிகரிப்போடு அதிகரிக்கும். எனினும் இவ்வதிகரிப்பு நேரான விகிதசமமாயிருக்கவேண்டியதில்லை. **மி.இ.வி.** இற்கும் வெப்பநிலைவித்தியாசம் $(T_1 - T_0)$ இற்குமுள்ள தொடர்பானது

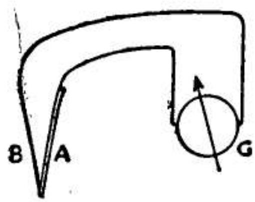
$$E = at + bt^2$$

என்ற உருவத்திலுள்ள கோவையொன்றினல் மிகுந்த பொருத்தத்துடன் குறிக்கப்படலாம். இங்கு, E என்பது **மி.இ.வி.** ஐயும், *t* என்பது

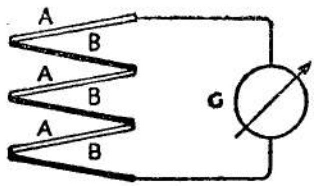
வெப்பநிலைவித்தியாசமாகிய $(T_1 - T_0)$ ஐயுங் குறிக்கும். *a* உம் *b* உம் உபயோகிக்கப்பட்ட திரவியங்களின் இயல்பிலே தங்கியுள்ள மாறிலிகளாம்.

A, B கம்பிகளின் சந்தியானது **வெப்பவிணை**யொன்றாக அமைகின்றது.

498 ஆம் உருவத்திற் காட்டியபடி, வெவ்வேறான உலோகங்களிரண்டின் தண்டுகள் பலவற்றைச் சேர்த்திணைத்து **வெப்பவடுக்கு** ஒன்றைப் பெற முடியும். சந்திகளுளொன்று ஒரு "வெப்பநிலையில்" வைக்கப்பட்டு மற்றது



உருவம் 497.—கல்வனோமானியோடு இணைக்கப்பட்டுள்ள வெப்பவிணை.



உருவம் 498.—கல்வனோமானியோடு இணைக்கப்பட்டுள்ள வெப்பவடுக்கு.

வேறொரு வெப்பநிலையில் வைக்கப்படுமாயின், இதே நிலைமைகளிற் தனியிணையொன்றினாற் கொடுக்கப்படுவதிலும் பெரிதான **மி.இ.வி.** ஐப்பெற முடியும். **மி.இ.வி.** ஆனது அடுக்கிலுள்ள வெப்பக்குளிர்ச்சந்திச் சோடிகளின் தொகையினோடு நேரான விகிதசமமாகவேயிருக்கும்.

ஒரு திண்மக்குற்றியாயமையுமாறு உலோகச்சட்டங்கள் பக்கத்துக்குப் பக்கமாக வைக்கப்பட்ட அடுக்கொன்று பொதுவாக அமைக்கப்படும. சட்டங்கள் ஒன்றைவிட்டொன்று முனைகளில்மட்டுஞ் சேர்த்திணைக்கப்படும். சட்டங்களின் பக்கங்கள் மெல்லிய மைக்காக்கீலங்களினால் வேறாக்கப்படும்.

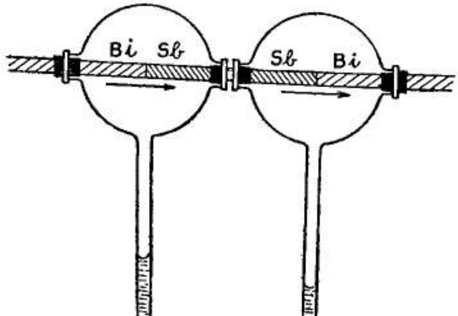
விஞ்ஞானப் பிரயோகங்களிலுந் தொழில்முறைப் பிரயோகங்களிலும், அளக்கத் தேவையான வெப்பநிலைகளுக்கேற்ப உலோகங்களின் வெவ்வேறு சோடிகளைக்கொண்ட வெப்பவிணைகள் அவ்வெப்பநிலைகளின் அளவீட்டுக்காக உபயோகிக்கப்படும். வர்த்தக **வெப்பவிணைத்தீமானிகளிலே** "வெப்ச்" சந்தியானது பாதுகாப்புக் குழாயொன்றினுள்ளே ஏற்றப்பட்டுள்ளது. "குளிர்ச்" சந்தியானது நியாயமான அளவுக்கு அதன் வெப்பநிலை மாறாது வைக்கப்படக்கூடிய வசதியான இடமொன்றில் வைக்கப்படும். சதமவலகுப் பாகைகளிலே வெப்பச்சந்தியின் வெப்பநிலையானது நேராகக் கொடுக்கப்படுமாறு அளவுகுறிக்கப்பட்ட உணர்மில்லியுவோற்றுமானி யொன்றினூடாக மின்சுற்றானது முற்றாக்கப்படும்.

வெப்பவிணையின் எந்த வகைக்கும் அளவுகுறிக்கவேண்டுமாயின், "வெப்பச்" சந்தியைத்தவிர்ந்த சுற்றுமுழுவதும் ஏதாவது வசதியான குறைந்த வெப்பநிலையில் வைக்கப்படும். இதன்பின்பு "வெப்பச்" சந்தியானது தெரிந்த வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளுக்கு உயர்த்தப்பட்டு மின் சுற்றிலுண்டான **மி.இ.வி.** இனோடொத்த பெறுமானங்கள் அளக்கப்படும்.

இப்போது, வெப்பநிலையை அறியவேண்டிய பொருளினேடு "வெப்பச்" சந்தியைத் தொடவைத்து வெப்பவிணையினுல் உண்டாக்கப்பட்ட **மி.இ.வி.** ஐ அளக்கலாம். வெப்பச்சந்தியின் வெப்பநிலையானது அளவுதிருத்த வளை கோட்டிலிருந்து பெறப்படலாம். இந்த முறையாக வெப்பவிணையை உப யோகிக்கும்போது அளவுகுறிக்கும்போது இவ்வெப்பவிணையானது பெற்றி ருந்த நிலைமையிலேயே குளிரான சந்தியானது வைக்கப்பட்டிருத்தல் வேண்டும்.

வெப்பச்சந்தியொன்றின் வெப்பக்கொள்ளளவை மிகவுஞ் சிறிதாக்க லாம். இதனுற் சந்தியொன்றின் வெப்பநிலையானது, தொட்டுக்கொண் டிருக்கும் பொருளின் வெப்பநிலையினது எவ்வித மாற்றங்களினுலும் மிக்க விரைவாய்த் தூண்டப்படும். சந்தியின் **மி.இ.வி.** ஆனது கம்பிக ளிரண்டிற்குமிடையே மூன்ருவது உலோகமொன்றிருப்பதினுற் தாக்கப் படாது. ஆனுல், இவ்வுலோகம் முழுவதும் சந்தியின் வெப்பநிலையிலேயே யிருத்தல்வேண்டும். எனவே, வெப்பநிலை அளக்கப்படவேண்டிய பொரு ளொன்றினேடு, சந்தியை நேராகத் தொடவைக்கலாம். விரும்பினுல், இதனேடு பற்ருசுபிடித்து அல்லது வேறு விதமாகப் பொருத்தியும் வைக்கலாம். இக்காரணங்களினுல், சாதாரண வெப்பமானியொன்று செய் முறையிலே உபயோகமற்றதான பல சந்தர்ப்பங்களிலே வெப்பநிலையின் அளவிடுதற்காக ஒரு வெப்பவிணை உபயோகிக்கப்படலாம்.

§ 645 பெற்றியர்விளைவு—வெப்பவிணையொன்றினுல் உண்டாக்கப்படும் மின்சத்தியானது வெப்பச்சந்திக்கு வழங்கப்படும் வெப்பத்திலிருந்து எடுக்கப்படுகின்றது. இந்த விளைவானது நேர்மாருக்கப் படலாமென்று **பெற்றியர்** காட்டினுர். அதாவது, சந்தி யானது வெப்பமாக்கப்படும் போது வெப்பமின்னேட்டம் பாய்கின்ற இதே திசையிலேயே சந்தியினூடாக மின்னேட்ட மொன்று செலுத்தப்படும் போது, அச்சந்தியிலே வெப்ப மானது உறிஞ்சப்படுகின்றது



உருவம் 499.—வெப்பமினவிளைவுகளின் நேர்மாருந் தன்மை (பெற்றியர்ப்பரிசோதனை).

இந்த விளைவைக்காட்ட 499 ஆம் உருவத்திற் காட்டியபடி வேற்றுமைவளி வெப்பங்காட் டியொன்றை அவர் அமைத் தார். இதனேடு, ஒவ்வொரு குமிழிலும் ஒவ்வொன்ருக இரண்டு வெப் பச்சந்திகள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இரண்டு சந்திகளினூடும் ஒரே திசையில்

மின்னோட்டமொன்று செலுத்தப்படும்போது, ஒரு குமிழிலே பிசுமதிலிருந்து அந்திமனிக்கும் மற்றதிலே அந்திமனியிலிருந்து பிசுமதுக்கும் அம்மின்னோட்டம் பாயுமாறு சந்திகள் ஒழுங்குசெய்யப்பட்டுள்ளன. இந்தவொழுங்கினோடு, " தடையினால் வெப்பமாவதன்" பயனான எந்த வெப்பநிலையினெழுச்சியும் இரண்டு குமிழ்களிலுஞ்சமமாக நிகழல் வேண்டும். ஆகவே, இந்த முறையாகப் பிறப்பிக்கப்பட்ட வெப்பமானது U – குழாயிலுள்ள திரவத்தின் மட்டங்களைத் தாக்காது. எனவே, திரவக்குறியின் எந்தவியக்கமும் சந்திகளிலேயே நிகழும் வெப்ப விளைவுகளிலுள்ள வித்தியாசத்தின் பயனானதெனக்கொள்ளப்படும்.

சந்திகளினூடு மின்னோட்டமொன்று செலுத்தப்பட்டபோது, பிசுமதிலிருந்து அந்திமனிக்கு மின்னோட்டம் பாய்கின்ற பக்கத்தை நோக்கியே U – குழாயிலுள்ள திரவமானது இயங்கக் காணப்பட்டது. இச்சந்தியைச் சூழவுள்ள வாயுவானது மற்றக் குமிழிலுள்ள வாயு பெற்றதிலும் பார்க்கக் குறைந்த வெப்பநிலையைப் பெற்றிருந்ததாதலின், இச்சந்தியிலே வெப்பமானது உறிஞ்சப்பட்டதென இது காட்டியது.

இப்போது பிசுமது அந்திமனிச் சந்தியொன்று வெப்பப புறவுற்பத்தியொன்றினால் வெப்பமாக்கப்படுமாயின், விளைவான வெப்பமின்னோட்டமானது பிசுமதிலிருந்து அந்திமனிக்குச் சந்தியினூடாகப் பாயும். புறவுற்பத்தியிலிருந்து மின்னோட்டமொன்று பிசுமது-அந்திமனிச் சந்தியொன்றினூடாகச் செலுத்தப்படும்போது, பிசுமதிலிருந்து அந்திமனிக்கு மின்னோட்டம் பாயுமாயின், சந்தியிலே வெப்பம் மறைந்துவிடுமென மேலே விவரிக்கப்பட்ட பரிசோதனை காட்டுகின்றது. ஆயினும், அந்திமனியிலிருந்து பிசுமதுக்கு மின்னின் சமகணியமொன்று சநதியினூடாகச் செலுத்தப்படுமாயின், சந்தியிலே சமவளவான வெப்பம் உண்டாக்கப்படுகின்றது. ஆகவே, சந்தியொன்றிலுள்ள வெப்பமின்விளைவுகள் எல்லாவகையிலும் நேர்முகமாகக் கூடியனவாம்.

§ 646. **தொம்சன் விளைவு**—வெப்பவிணையொன்றிலே உணடாககப்பட்ட வெப்பமின் **மி.இ.வி.** ஆனது சந்திகளிலேமட்டும் உண்டாக்கப்படுமெனின், சுற்றிலுள்ள முழு **மி.இ.வி.** உம் சந்திகளுக்கிடையேயுள்ள வெப்பநிலை வித்தியாசத்தினோடு நேரான விகிதசமமாயிருத்தல் வேண்டுமெனக் **கெல்வின்துரை** காட்டியுள்ளார். ஆயினும், எல்லா வெப்பவிணையிலும் இவ்வாறு நிகழ்வதில்லையெனப் பரிசோதனை காட்டுகின்றது. ஆகவே, **ஒரு சீரான கம்பியொன்றின் எந்தப் புள்ளிகளிரண்டும் வித்தியாசமான வெப்பநிலைகளிலிருக்குமாயின், அக்கம்பியிலே மி.இ.வி. ஒன்றிருத்தல் வேண்டும்** என அனுமானிக்கப்பட்டது.

வெப்பமின்சுற்றென்றை, நேர்மாறுகும் வெப்பவெஞ்சினைக் கருதியே அறிமுறைக் காரணங்களினால் மட்டும் இம்முடிவானது பெறப்பட்டது.

கெல்வின் தான்பெற்ற பேற்றின் உண்மையைப் பரிசோதிப்பதற்காக, முனைகளை மாறச்சமவெப்ப நிலைகளில் வைத்துக்கொண்டு, முனைகளிரண்டினதும் வெப்பநிலையிற் சிலபாகைகள் உயர்ந்த வெப்பநிலையொன்றிற்கு நடுப்புள்ளியை உயர்த்திய ஒரு கம்பியினூடு, மின்னோட்டமொன்றைச் செலுத்தினர். இதன்பின்பு கம்பியின் பாதிகளிரண்டிலும் உண்டாக்கப்பட்ட வெப்பவளவுகள் **பெற்றியரினாற்** பிரயோகிக்கப்பட்ட அதே தத்துவத்தைக் கொண்ட வேற்றுமையொழுங்கொனறைக்கொண்டு ஒப்பிடப்பட்டன.

ஈயத்தைத் தவிர்ந்த மற்றவுலோகங்களிலெல்லாம், கம்பியின் ஒரு பாதியிலே மற்றப்பாதியிலும் பார்க்கக் கூடுதலான வெப்பமுண்டாகக் காணபபட்டது. ஈயத்தைத்தவிர்ந்த எந்தத் திரவியத்தினதும் ஒருசீரான கமபியொனறிலுளள இரண்டு வெவ்வேறான வெப்பநிலைகளில் வைக்கப் பட்டிருக்கும்போது, வரையறையான **மி.இ.வி.** ஒன்றுணடாக்கப்படுமென இது காட்டுகின்றது.

செப்புக்கம்பியொன்றினூடாகக் குளிர்ந்த பாகமொன்றிலிருந்து வெப்பங் கூடிய பாகமொன்றிற்கு மினனோட்டமொன்று பாயுமாயின், அக்கம்பியிலே வெப்பமானது உறிஞ்சப்படும். கம்பிக்கு வெப்பம் வழங்கப்படாதிருப்பின அக்கம்பியின வெப்பநிலை குறையும். ஆகவே, ஒருசீரான வெப்பநிலையிலில்லாச் செப்புக்கம்பியொன்றிலுள்ள, **மி.இ.வி.** ஆனது, அககம்பியின குளிர்ந்த பாகத்திலிருந்து வெப்பங்கூடிய பாகததுக்கு மினனோட்டமொன்றைச் செலுத்துமாறு தாக்கும்.

இரும்பிலே இதன் நேர்மாறான நிகழ்ச்சி காணப்படும். அதாவது கம்பியிலே குளிரான பாகத்திலிருந்து வெப்பங்கூடிய பாகததுக்கு மின்னோட்டம் பாயும்போது அக்கம்பியில வெப்பமுண்டாக்கப்படும். ஆகவே, சமமினறி வெபபமாக்கப்படும இரும்புக்கம்பியிலே **மி.இ.வி.** ஆனது கம்பியின வெப்பங்கூடிய பாகத்திலிருந்து குளிரான பாகத்துக்கு மின்னோட்டஞ் செலலுமாறு தாக்குகின்றது.

இநத வெப்பவிளைவானது கம்பியிலே தடைக்கெதிராக மின்னோட்டபபாய்ச்சலினாலுணடாக்கப்படும் சாதாரணமான வெபபத்தோடு சேர்ந்த தாகும். ஆகவே, **தொம்சன் விளைவானது** வேற்றுமை முறைகளை உபயோகித்தே கணடுபிடிககபபடலாம.

ஈயக்கமபியொன்றினூடு மின்னோட்டஞ் செலுத்தப்படுமாயின் விளைவானது அளக்கமுடியாதவளவு மிகச்சிறிதாயிருக்கும். இக்காரணத்தினால், வெப்பமின் பரிசோதனைகளெல்லாவற்றிலும் ஈயமானது நியமவுலோகமாகத் தெரிந்து கொள்ளப்படும். அதாவது, எந்தவுலோகத்தினதும் வெபபமின்னியல்புகளை ஆராயும்போது இந்தவுலோகத்தையும் ஈயத்தையுங்கொண்ட இணையொன்றினாலுண்டாக்கப்படும் **மி.இ.வி.** ஆனது அவதானிக்கப்படும்.

தடையிலே வெப்பநிலையின் விளைவுகள்

§ 647. வெப்பநிலையோடு தடையின் மாற்றம்.—கம்பியொன்றை வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில் வைத்துக்கொண்டு அதன் தடைகளை அளக்கும்போது, பொதுவாக, வெப்பநிலையேற்றத்தோடு கம்பியின் தடை அதிகரிக்கக் காணப்படும்.

பெரும்பாலான தூயவுலோகங்களிலே, வெப்பநிலையோடு தடையின் மாற்றத்தைக் காட்டும் வளைகோடானது ஏறததாழத் திருத்தமான பரவளைவுருவத்திற் காணப்படும். சாதாரணமான வெப்பப்படிகளோடொத்த வளைகோட்டின் பாகமானது ஏறத்தாழ நேராயிருக்கும். ஆயினும், கலப்புலோகமொன்றை உபயோகிக்கும்போது இவ்வாறிருப்பதில்லை. கலப்புலோகமொன்றிற்குரிய வெப்பநிலைத்தடை வளைகோடானது பரவளைவுருவத்திலிருந்து வெகுவாய் வேறுபட்டிருப்பது வழக்கம். சில சந்தர்ப்பங்களிலே இது ஏறத்தாழக் "கனச்" சமன்பாட்டிற்குரியதோடொத்த வளைகோடாயிருத்தல்கூடும்.

வெப்பநிலையின பெரிய வீச்சொன்றிலே ஏறத்தாழ மாறுத்தடையையுடைய கலப்புலோகங்களைச் செய்யமுடியும். ஓமல் அல்லது மங்கனின் எனப்படும் இவ்வகைக் கலப்புலோகமொன்று 0°C. இற்கும் 30°C. இற்குமிடையே, சதமவளவைப் பாகையொன்றுககு $\pm 0{\cdot}00002$ இலும் பெரிதாயில்லாத வெப்பநிலைக் குணகமொன்றைப் பெற்றிருக்கக்கூடியதாய்ச் செய்யப்படலாம். இந்தக்கலப்புலோகமானது ஏறத்தாழ 85 நூற்றுவீதஞ் செம்பையும் 10 நூற்றுவீதம் மங்கனீசையும் 4 நூற்றுவீதம் நிக்கலையுங் கொண்டிருக்கும். இரும்பு, சிலிக்கன் முதலியவற்றை மாசுகளாகவும் இது கொண்டுள்ளது. இக்கலப்புலோகமானது நியமத்தடைச் சுருள்களையும் தடைப்பெட்டிகளில் உபயோகிக்கப்படுஞ் சுருள்களையும் அமைக்கப் பெரும்பாலும் உபயோகிக்கப்படுகின்றது.

§ 648. தடைவெப்பவளவை.—வெபபநிலையோடு தூயவுலோகமொன்றின் தடையினது மாற்றமானது, கம்பியொன்றின் தடையின் சார்பாய் வெப்பநிலை அளக்கப்படக்கூடிய வெப்பவளவை முறையொனறைக்கொடுக்கின்றது.

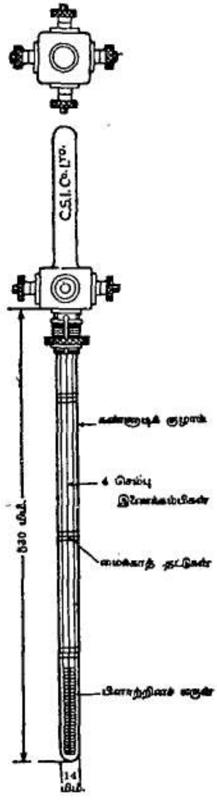
R_0 என்பது 0°C. இலே கம்பியொன்றின தடையெனவும், R_{100} எனபது 100°C. இலே அதே கம்பியின் தடையெனவுங் கொள்ளப்பட்டால், R இனாற் குறிக்கப்படுங் கம்பியின் தடையினது பெறுமானமொன்றினோடொத்த அக்கம்பியின் வெப்பநிலையானது

$$t°C. = \frac{R - R_0}{R_{100} - R_0} \times 100 \text{ (பந்தி 160)}$$

என வரையறுக்கப்படலாம்.

ஆகவே, 0°C. இலும் 100°C. இலுங் கம்பியின் தடை தெரியப்படுமாயின், கொடுக்கப்பட்ட எந்த நிபந்தனைகளிலும், கம்பியின் தடையை அளந்து தடையளவுச்சட்டத்திலே கம்பியின் வெப்பநிலையைத் தீர்மானிக்கலாம்.

பிளற்றினம் வெப்பமானி.—வெப்பநிலைகளை அளத்தற்குரிய இந்த முறையானது பேராசிரியர் **கலண்டரினால்** உருவாக்கப்பட்டது. உபயோகிக்கப்படுங் கம்பியானது தூய பிளற்றினத்தின் மெல்லிய கம்பியாகும். இதன் தடையானது **கலண்டகிரிபிதர்ப்பாலம்** எனப்படும் விசேட வகையான **உவீத்தன்** பாலமொன்றினால் அளக்கப்படும்.



உருவம் 500.—பிளற்றினத் தடைவெப்பமானி.

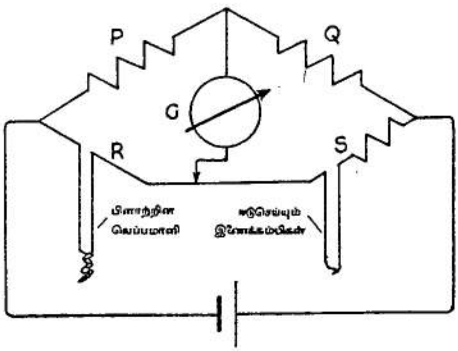
பிளற்றினக்கம்பியானது மைக்காச் சிலுவையொன்றிற் சுற்றப்பட்டுள்ளது. இதன் முனைகள் செப்பிணைக்கம்பிகளிரண்டினோடு வன்பற்றாசு பிடிக்கப்பட்டுள்ளன. பிளற்றினக்கம்பியும் இணைக் கம்பிகளும் பீங்கான் குழாயொன்றினால் மூடப்பட்டுள்ளன. செப்பிணைக்கம்பிகளின தடையின்பயனை வழுவெதனையும் நீக்குவதற்காகக் குழாயினுள்ளே சரியொத்த இணைக் கம்பிக் கூட்டமொன்று வைக்கப்பட்டுள்ளது. **இவை ஈடுசெய்யுமிணைக்கம்பிகள்** எனப்படும். இவற்றின கீழ்முனைகள் நேராகவேனும் பிளற்றினக்கம்பியின **சிறு** துண்டொன்றினூடாகவேனும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன (உருவம் 500).

இணைக்கம்பிகளெல்லாம் பீங்கான குழாயின் மேன்மூடியில் பொருத்தப்பட்டுள்ள முடிவிடங்களுக்குக் கொண்டுவரப்பட்டு வளையக்கூடிய செப்புக்கம்பிகளினூடாகப் பாலத்தினோடு இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

பாலத்தின் விகிதப்புயங்கள் சமதடையையுடையன. பிளற்றினச் சுருளியானது புயம் R இன் குறுக்கே இணைக்கப்பட்டுள்ளது (உருவம் 501). ஈடு செய்யுமிணைக்கம்பிகள் செப்பஞ்செய்யப்படக்கூடிய தடையொன்றினோடு தொடர்நிலையிலே, புயம் S இற் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன.

சமநிலை பெறப்பட்டதும், பிளற்றினச் சுருளியினதும் அதனோடிணைக்கப்பட்டுள்ள இணைக்கம்பிகளினதும் தடையானது, புயம் S இலுள்ள செப்ஞ்செய்யப்படக்கூடிய தடையினதும் ஈடுசெய்யுமிணைக்கம்பிகளின் தடையினதுங் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமமாகும் என்பது தெளிவாகும்.

இணைக்கம்பிகளின் கூட்டங்களிரண்டுஞ் சரியொத்தனவாதலின் அவற்றின் தடைகள் சமமாயுள்ளன. எனவே, சுருளியின் தடையானது புயம் S இற் சேர்க்கப்பட்டுள்ள செப்பஞ்செய்யபபடக்கூடிய தடைக்குச் சமமாகும்.



உருவம 501.—கலண்டஇரிபிதர்ப்பாலததிஞேடு உபயோகிக்கப்படும் பிளற்றினத் தடைவெப்பமானி.

சதமமீற்றரொன்றிற்குரிய தடையானது தெரிந்துள்ள பாலக்கம்பியின் குறுகிய நீளத்திலே வழுக்கித் தொடுகையொன்றை உபயோகித்து நடுநிலையின சரியான புள்ளியானது பெறப்படும்.

பரிசோதனையின் விவரங்கள் தேவையாயின், செய்முறைப் பௌதிக நூலொன்றைப் பார்க்க.

வெப்பநிலையின் பிளற்றினத்தடை யளவுச்சட்டமானது வாயுவளவுச்சட்டத்திஞேடு திருத்தமாய் ஒத்திருப்பதில்லை. ஆயினும், அளவுச்சட்டங்களிரண்டினுக்குமிடையேயுள்ள வித்தியாசங்கள் மிக்க எளிதான வகையிற் குறிக்கப்படலாம். பேராசிரியர் **கலண்டரினல்** உபயோகிக்கப்பட்ட மாற்றுச் சூத்திரமானது,

$$t - t_p = \delta \left\{ \frac{t^2}{100^2} - \frac{t}{100} \right\}$$

எனறவுருவத்திலுள்ளது. இங்கு, t என்பது பிளற்றினத் தடையளவுச்சட்டத்தில அவதானிக்கப்பட்ட வெப்பநிலை t_p இஞேடொத்த வாயுவளவுச்சட்டத்திலுள்ள வெப்பநிலையைக் குறிககும். δ என்பது, கொடுககப்பட்ட கம்பியொனறிறகுரிய மாறிலியாகும் (இது வழக்கமாக 1·5 இற்கும் 1·57 இற்குமிடையேயிருக்கும்).

அத்தியாயம் 69

மின்னேட்டமொன்றின் இரசாயனத்தாக்கம்—மின்பகுப்பு

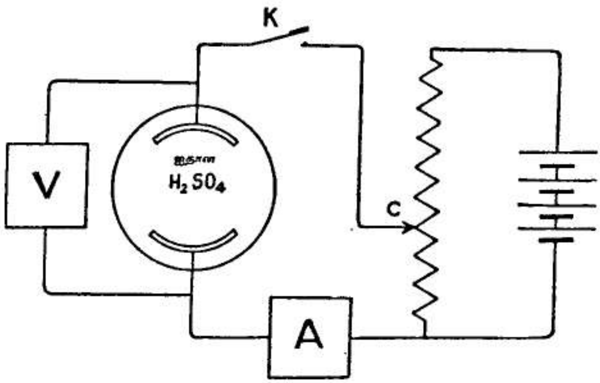
§ 649. **நீரின் மின்பகுப்பு.**—கடத்துந் திரவமொன்றினுள்ளே உலோகத் தட்டுகளிரண்டைத் தோயவிட்டுப் பொருத்தமான மின்கலவடுக்கொன்றின் அல்லது அழுத்தவித்தியாசத்தின் வேறு முதலிடத்தின் முடிவிடங்களோடு இவற்றை இணைத்து, அத்திரவத்தினூடாக மின்னேட்டமொன்றைச் செலுத்தலாம். சாதாரணமான குழாய்நீர் ஓரளவுக்கு மின்னைக்கடத்தும். காய்ச்சிவடித்த நீருங்கூட மின்கடத்துதிறனை அரிதாகக் கொண்டதாகும். ஆனால், தூய நீரைப் பெறமுடியுமாயின், அது ஏறத்தாழ பூரணமான கடத்தலிலியென நம்பப்படுகின்றது. உப்பின் அல்லது அமிலத்தின் மிகச் சிறிய கணியமொன்று நீரிேைடு சேர்க்கப்படுமாயின், அந்நீரின் கடத்து திறனிலே குறிப்பான அதிகரிப்புக் காணப்படும். ஐதான கரைசல்களின் கடத்துதிறனனது அவற்றின் செறிவிேைடு நேரான விகிதசமமாய் அதிகரிக்கும்.

நீரினூடாக மின்னேட்டமொன்று செலுத்தப்படும்போது, சல்பூரிக்கமிலத்தின் சிறிய கணியமொன்று நீரிேைடு சேர்க்கப்படும். இவ்வாறு " அமிலமாக்கப்பட்ட நீரானது " ஓரளவுக்குச் சிறந்த கடத்தியாகும். ஒன்றுக்கொன்று வசதியான தூரத்திலே ஓய்ந்திருக்குமாறு பிளற்றினத் தட்டுகளிரண்டு நீரினுள்ளே தோயவிடப்படும். இவற்றுளொன்று மின்னேட்டத்தை வழங்கும் மின்கலவடுக்கின் நேர்முடிவிடத்திேைடு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இது **நேர்மின்வாய்** எனப்படும். மின்கலவடுக்கின் எதிர்முடிவிடத்திேைடு இணைக்கப்பட்டுள்ள மற்றத்தட்டானது **எதிர்மின்வாய்** எனப்படும். ஆய்கருவி முழுவதும் **நீருவோற்றுமானி** எனப்படும்.

மின்னேட்டமானது நேர்மின்வாயிலே உவோற்றுமானிக்குட் சென்று திரவத்தினூடாகப் பாய்ந்தபின் **எதிர்மின்வாயிலே உவோற்றுமானியை விட்டகலுகின்றது.**

நீருவோற்றுமானியொன்றின் மினவாய்களின் குறுக்கே பிரயோகிக்கப்பட்ட அழுத்தவித்தியாசமொன்றின் தாக்கத்தை ஆராயவேண்டுமாயின், விரும்பியபடி **அ.வி.** ஐ மாற்றக்கூடிய ஒழுங்கொன்றை உபயோகிப்பது அறிவுதருவதாகும். இவ்வகையான ஒழுங்கொன்று வரிப்படத்திற் காட்டப்பட்டுள்ளது (உருவம் 502). உவோற்றுமானியினூடு பாய்கின்ற மின்னேட்டமானது எக்கணத்திலும் அளக்கப்படக்கூடியதாக, இணைக்குங் கம்பியொன்றிலே **அம்பியர்மானி**யொன்றேனுங் கல்வனேமானியொன்றேனுஞ் சேர்க்கப்பட்டிருத்தல்வேண்டும். மின்வாய்களின் குறுக்கே உவோற்றுமானியொன்றும் இணைக்கப்படலாம்.

மிகச்சிறிய **அ.வி.** ஒன்று மின்வாய்களிற் பிரயோகிக்கப்படும்போது உவோற்றுமானியினூடாகக் கணத்துக்குரிய மின்னோட்டமொனறு பாயும். ஆயினும், ஏறத்தாழ உடனடியாகவே மிகச்சிறிய பெறுமானமொன்றிற்கு இது சிதைந்துவிடும்.



உருவம் 502.—நீரின் மின்பகுப்பை ஆராய்தற்குரிய பரிசோதனையொழுங்கு.

இப்போது **அ.வி.** ஆனது படிப்படியாக, சிறு கணியங்களில் அதிகரிக்கப் படலாம். அப்போது, மின்வாய்களின் குறுக்கே பிரயோகிக்கப்படும் **அ.வி.** ஆனது ஏறத்தாழ 2 உவோற்றுக்களுக்குச் சமமாகுமட்டும் ஒத்த விளைவு களே அவதானிககப்படும். பிரயோகிக்கப்படும் **அ.வி.** ஆனது இப்பெறு மானததை அடையும்போது உவோற்றுமானியினூடாக உறுதியான மின் னோட்டமொன்று பாயத் தொடங்கும். **அ.வி.** ஆனது 2 உவோற்றுக் களுக்குக் குறையாதிருக்குமட்டும் மின்னோட்டம் இவ்வாறேயிருக்கும். **அ.வி.** ஆனது படிபபடியாக உயர்த்தப்பட, மின்னோட்டமும் உறுதியாக அதிகரிககும்.

இவவவதானங்களிலிருந்து உவோற்றுமானியானது மின்னோட்டப்பாய்ச் சலை எதிர்க்கின்ற **மி.இ.வி.** ஒனறைச் செலுத்துமென்ற முடிவுக்கு நாம் வருதலவேண்டும. இந்த **மி.இ.வி.** இனளவானது, திரவத்தினூடாகக் கணிப்புக்குரிய மின்னோட்டமெதனையுஞ் செலுத்த 2 உவோற்றளவான **அ.வி.** தேவைப்படுகினறதாதலின், 2 உவோற்றுகவேயிருத்தல் வேண்டும். இந்த **மி.இ.வி.** ஆனது பிளற்றினமின்வாய்களிலே ஐதரசன் படைகளும் ஒட்சிசன படைகளும் உண்டாவதன் பயனேயாம்.

இந்த **மி.இ.வி.** இருப்பதை வரிப்படத்திற் காட்டப்பட்டுள்ள சாவி K ஐத் திறந்து காட்டலாம். இவ்வாறு சாவியைத் திறக்கும்போது, மின்கலவடுக்கி லிருந்து உவோற்றுமானியின் இணைப்பு நிறுத்தப்படுகின்றது. ஆனால், உவோற்றுமானியானது மின்வாய்களிரண்டினுக்குங்குறுக்கே இணைக்கப் பட்டிருக்கும். உவோற்றுமானியின் திரும்பலானது சாவி திறக்கப்பட்டபின்

பல செக்கனுக்கு நிலைத்திருந்து, அதன்பின் படிப்படியாகப் பூச்சியத்திற்குக் குறையக் காணப்படும். மின்கலவடுக்கின் சுற்று நிறுத்தப்பட்டபின்பு, உவோற்றுமானியினூடு பாய்கின்ற மின்னோட்டமானது உவோற்றுமானியிலிருந்தே வருதல்வேண்டுமென்பது தெளிவாகும். ஆகவே, உவோற்றுமானியானது உவோற்றுக்கலமாகத் தொழிற்படவேண்டும். ஒட்சிசன் பூச்சு நேர்த்தட்டாகவும் ஐதரசன் பூச்சு எதிர்த்தட்டாகவுந் தொழிற்படும்.

மின்வாய்களின் குறுக்கே **சிறிய அ.வி.** ஒன்று பிரயோகிக்கப்படும்போது உவோற்றுமானியினூடாகத தொடக்கத்திற் பாயும் மின்னோட்டமானது மின்வாய்களிலே வாயுப்பூச்சுக்களை நிலைநாட்ட உபயோகிக்கப்படும். இவை நிலைநாட்டப்பட்டதும், பிரயோகிக்கப்பட்ட **அ.வி.** ஆனது இவ்வாயுத் "தட்டுகளினல்" உண்டாக்கப்பட்ட பின் **மி.இ.வி.** இலும் மிகுந்தாலன்றி, உவோற்றுமானியினூடாக மேலதிகமின்னோட்டமெதுவும் பாயமுடியாது. ஆயினும், உண்மையில், திரவத்திலே வாயுபபடைகள படிப்படியாகக் கரைவதன் பயனுக நுண்ணிய மின்னோட்டமொன்று தொடர்ந்து பாய்கின்றது. தட்டுகளிரண்டிலும் பூச்சுகளை நிலைததிருக்குமாறு இம்மின்னோட்டம் பாய்கின்றது.

மின்னோட்டமொன்றின் செல்லுகையினுல் ஒரு திரவத்தை அதன் மூலக்கூறுகளாகப் பிரித்தற்குரிய இம்முறையானது **மின்பகுப்பு** எனப்படும். திரவமானது இந்த **முறையினுல் மின்பகுக்கப்பட்டுள்ளது** எனப்படும். திரவத்தைப் பற்றிக் கூறும்போது அதனை **மின்பகுபொருளெனப்** பொதுவாகக் குறிப்பது வழக்கமாகும்.

நீரின் மினபகுப்பிலே, எதிர்மின்வாயில் ஐதரசனும நேர்மின்வாயில் ஒட்சிசனும வெளிவிடப்படும். வெளிவிடப்படும் ஐதரசனின கனவளவானது அதேநேரத்தில் வெளிவிடப்படும் ஒட்சிசனின் **இருமடங்காகும்.**

§ 650. **உப்புக்கரைசல்களின் மின்பகுப்பு.**—நீரிலே வெவ்வேறுப்புகளின் கரைசல்கள் மின்பகுக்கப்படும்போது, கூட்டம்பிரிந்த கூறுகள் மின்வாய்களிலும் கரைசல்நீரிலுந் தாக்குகின்றன. இவ்விளைவுகளின் உதாரணங்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

பிளற்றின மின்வாய்களினேடு செப்புச் சல்பேற்று.—பிளற்றின மின்வாய்கள் உபயோகிக்கப்படுகின்ற உவோற்றுமானியொன்றிலேயுள்ள செப்புச் சல்பேற்றினூடு மின்னோட்டமொன்று செலுத்தப்படும்போது, எதிர்மின்வாயிலே உலோகப்பூச்சாகச் செம்பானது படிகின்றது. ஆனுல் நேர்மின்வாயிலே ஒட்சிசன வெளிவிடப்படுகின்றது.

இத்தாக்கம் பின்வருமாறு குறிக்கபபடலாம்.—

மினபகுப்புக் கூட்டப்பிரிவு .. $CuSO_4 \rightarrow Cu + (SO_4)$.

நேர்மின்வாயிலே இதன்பின் நிகழு மிரசாயனத்தாக்கம் .. .. $(SO_4) + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + O$.

செப்புமின்வாய்களினேடு செப்புச் சல்பேற்று.—இந்தச்சந்தர்ப்பத்திலே மின்பகுப்புக் கூட்டப்பிரிவானது சரியாய் முந்தியதைப்போலவே நிகழும். ஆனால், எந்த மின்வாயிலும் வாயுக்கள் காலப்படுவதில்லை. முந்தியதைப் போலவே எதிர்மின்வாயிற் செம்பு படியும். ஆனால், நேர்மின்வாயி லிருந்துஞ் செம்பு கரையும். எனவே,

மின்பகுப்புக் கூட்டப்பிரிவு .. $CuSO_4 \rightarrow Cu + (SO_4)$.
நேர்மின்வாயிலே இதன்பின் நிகழுமிரசா யனத்தாக்கம் .. .. $SO_4 + Cu \rightarrow CuSO_4$.

பிளற்றின மின்வாய்களினேடு சோடியங்குளோரைட்டு—

மின்பகுப்புக் கூட்டப்பிரிவு .. $NaCl \rightarrow Na + Cl$.
நேர்மின்வாயிலே இதன்பின் நிகழுங்குறைத்தாக்கம் .. .. $4Cl + 2H_2O \rightarrow 4HCl + O_2$.
எதிர்மின்வாயிலே இதன்பின் நிகழுந்தாக்கம் .. .. $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$

மேலே விவரிக்கப்பட்ட தாக்கங் குறையானதேயாதலின், ஒட்சிசன் கலந்த குளோரீன் நேர்மின்வாயிலே வெளிவிடப்படும்.

எதிர்மின்வாயிலே ஐதரசன் வெளிவிடப்படுகின்றது. எதிர்மின்வாயைச் சூழவுள்ள கரைசலானது எரிசோடா உண்டாவதன் பயனாக வலுக்கூடிய காரமாகின்றது.

மேலேயுள்ள உதாரணங்களிற் காட்டப்பட்டதுபோலவே மற்றுஞ்சந்தர்ப் பங்களிற் பேறுகளைப்பெறமுடியும்.

§ 651. **உருகியவுப்புகளின் மின்பகுப்பு.**—உருகிய உப்பொன்று மின் பகுக்கப்படுமாயின், பொருத்தமான மின்வாய்களைத் தெரிந்து, இரசாயனத் துணைத்தாக்கங்கள் தவிர்க்கப்படலாம். மின்பகுப்புக கூட்டப்பிரிவின் விளை வுகள் இதிலிருந்து நேராகப் பெறப்படமுடியும்.

உதாரணமாக, உருகிய சோடியங்குளோரைட்டானது காபன் மின்வாய் களுக்கிடையே மின்பகுக்கப்படுமாயின், சோடியமுங் குளோரினும் முறையே எதிர்மின்வாயிலும் நேர்மின்வாயிலும் வெளிவிடப்படும். சோடியத்தின் வர்த்தகமுறையாக்கத்திற்காக இம்முறையானது இப்போது உபயோகிக்கப் படுகின்றது.

இதனைப்போலவே, அலுமினியத்தின் நீர்சேர்ந்த ஒட்சைட்டாகிய உருகிய போட்சைற்றின் மினபகுப்பினால், அலுமினியமானது வர்த்தகமுறையாக ஆக்கப்படும. போட்சைற்றின் உருகலிலுந்தவுவதற்காக, அலுமினியத் தினதுஞ் சோடியத்தினதும் இரட்டைப் புளோரைட்டானது (Na_3AlF_6) உபயோகிக்கப்படும். இக்கனிப்பொருள் கிரையோலைற்று எனப்படும். சார் பாக இது குறைந்த உருகுநிலையை யுடையதாகும். போட்சைற்றானது கரை கின்ற கரைதிரவம் அல்லது இளக்கியாக இதனைக் கருதலாம்.

மின்னோட்டத்தின் செல்லுகையானது அலுமினியமொட்சைட்டைக் கூட்டம் பிரியச் செய்கின்றது. அலுமினியம் எதிர்மின்வாயிலும் ஒட்சிசன் நேர்மினவாயிலும் வெளிவிடப்படும். சோடியமலுமினியம் புளோரைட்டானது கூட்டம்பிரிக்கப்படமாட்டாது. இது வெறுமனே இளக்கியாகமட்டும் உதவு கின்றது.

மேலே விவரிக்கப்பட்டவற்றைப்போன்ற முறைகளைக்கொண்டு பலவு லோகங்கள் ஆக்கப்பட்டுள்ளன. எனவே, மின்பகுப்பு முறையானது உபயோ கிக்கப்படுமட்டும் பெரிய இடரோடன்றி ஆக்கப்பட முடியாத கல்சியத்தைப் போன்ற உலோகங்களை இப்போது பெறமுடியும்.

§ 652. **பரடேயின் மின்பகுப்புவிதிகள்.—மைக்கேல் பரடே** என்பவரினுல் மின்பகுப்பைப்பற்றி மிகுந்த ஆராய்ச்சி நிகழ்த்தப்பட்டது. வெவ்வேறு உப்புகளின் கரைசல்களினூடாகத் தெரிநத திறனையுடைய மாறுமின் னோட்டமொன்றைப் பாயவிட்டுக் கூட்டப்பிரிவின் விளைவுகளை இவர் சேர்த்தார். இதன்பயனுக, மின்னோட்டமொனறு மின்பகுபொருளொன்றினூடு பாயும் போது, வெளிவிடப்பட்ட எந்தவிளைவினதுந் திணிவானது மின்னோட்டத் திறனினோடும் மின்னோட்டம் பாயுங் காலத்தினோடும் விகிதசமமானதென இவர் கண்டார்.

பல உவோற்றுமானிகளைத் தொடர்நிலையிலிணைத்து, ஒவ்வொன்றினூடும் ஒரே மின்னோட்டத்தை ஒரேயளவான காலததுக்குச் செலுத்தி, வெளிவிடப் பட்ட பல மூலகங்கள் அல்லது முதல்கள் அவற்றின் **இரசாயனச் சமவலுக் களினோடு** நேரான விகிதசமமாகக் காணப்பட்டன.

இவவாறு எடுக்கப்பட்ட அவதானங்களிலிருந்து தனது பெயரைக்கொண்டு வழங்கப்படும் பின்வரும்விதிகளை அவர் கூறியுள்ளார் :

பரடேயின் மின்பகுப்புவிதிகள்—

1. கரைசலினூடாக மின்னோட்டமொன்று பாய்வதினுல், அக்கரைசலி லிருந்து வெளிவிடப்படும் எந்தப்பதார்த்தத்தினதுந் திணிவானது, மின் னோட்டத் திறனினோடும் அம்மின்னோட்டம் பாய்கின்ற காலத்தினோடும் விகித சமமாயுள்ளது.

2. வெவ்வேறுன கரைசல்கள் பலவற்றினூடு ஒரே மின்னோட்டம் பாயும் போது, சமகாலங்களில் கரைசலிலிருந்து வெளிவிடப்படும் வெவ்வேறு பதார்த்தங்களின் திணிவுகள், அவற்றின் இரசாயனச் சமவலுக்களினோடு விகிதசமமாயுள்ளன.

§ 653. **மின்னிரசாயனச் சமவலுக்கள்.—பரடேயின்** முதலாவது மின்ப குப்பு விதியிலிருநது **மின்னோட்டமொன்றின் செல்லுகையினுற் கரைசலி லிருந்து வெளிவிடப்படும் எந்தப் பதார்த்தத்தினதுந் திணிவானது, அக்கரை சலினூடாகப்பாயும் மின்கணியத்தினோடு விகிதசமமாயுள்ளது** எனக் காண் கின்றோம். உதாரணமாக, மின்னோட்டம் c ஆனது t செக்கனிற் கொடுக்கப் பட்ட ஒரு கரைசலினூடு செல்லும்போது, இம்மின்னோட்டச் செல்லுகையினுல்

அக்கரைசலிலிருந்து எந்தத் திரவியத்தினதுந் திணிவு m ஆனது வெளி விடப்படுமாயின், **பரடேயின்** முதலாவது விதியிலிருந்து

$m \propto ct$ எனப் பெறுகின்றேம்.

இப்போது, ct என்பது பாய்கின்ற மின்னோட்டத்தினதும் அது பாயுங் காலத்தினதும் பெருக்கமாகும். ஆகவே, இது, மின்பகுபொருளினூடு பாயும் மின்னின் கணியத்திற்குச் சமமாகும். எனவே, q ஐ ct இற்காக எழுதி **பரடேயின்** முதலாவது மின்பகுப்பு விதியை

$m \propto q$ எனக் கூறலாம்.

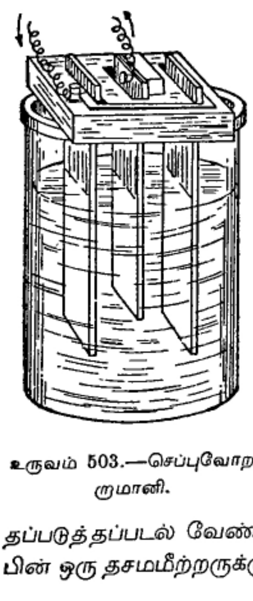
மின்னின் கணியவலகொன்றினற் கரைசலிலிருந்து வெளிவிடப்படும் ஒரு பதார்த்தத்தின் திணிவானது, அப்பதார்த்தத்தின் மின்னிரசாயனச் சமவலு எனப்படும்.

அக்கணியத்தை E எனக் குறிப்போமாயின்,

$$E = \frac{m}{q} = \frac{m}{ct}$$ எனப் பெறுகின்றேம்.

ஆகவே, $m = Ect$,
அல்லது $m = Eq$.

§ 654. **மின்னிரசாயனச் சமவலுக்களின் தீர்மானம்.**—மூலகமொன்றின் மின்னிரசாயனச் சமவலுவானது, **(மி.இ.வ.)** அம்மூலகத்தின் உப்பொன்றைக்கொண்ட கரைசலினூடாகத் தெரிந்த மின்னின் கணியமொன்றைச் செலுத்தித் தீர்மானிக்கப்படலாம். மின்னின் கணியமானது உவோற்றுமானியினூடாகச் செல்லும் மின்னோட்டத்தை அளந்தும், தெரிந்த காலத்திற்கு இம்மின்னோட்டத்தைப் பாயவிட்டும், அளக்கப்படலாம் (உரு. 503).

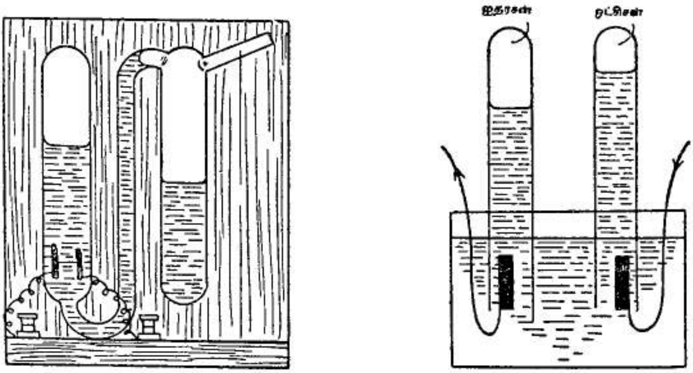


உருவம் 503.—செப்புவோற்றுமானி.

உலோகத்தின் வகையிலே மூலகமானது எதிர்மின்வாயிற்படியும். எதிர்மின்வாயை, மின்னோட்டஞ் செலுத்தப்படமுன்பும், செலுத்தப்பட்ட பின்பும் நிறுத்து, வெளிவிடப்பட்ட உலோகத்தின் திணிவு பெறப்படலாம். படிந்தவுலோகமானது எதிர்மின்வாயினேடு உறுதியாய் ஒட்டிக்கொண்டிருப்பதை உறுதிப்படுத்துவதற்காக, எதிர்மினவாயானது கரைசலில் வைக்கப்படுமுன்பு கவனமாகச் சுத்தப்படுத்தப்படல் வேண்டும். செலுத்தப்படும் மின்னோட்டமானது மேற்பரப்பின் ஒரு தசமமீற்றருக்கு ஏறத்தாழ 1 அம்பியரிலும் அதிகரிக்கப்படக்கூடாது.

"மின்பூச்சுக்கும்" மற்றுந் தேவைகளுக்கும் வர்த்தக சம்பந்தமாக இந்த முறையானது உபயோகிக்கப்படும்.

வெளிவிடப்பட்ட மூலகமானது வாயுவாயின், அவ்வாயுவானது சேர்க்கப் பட்டுக் கனவளவு அளக்கப்படல் வேண்டும். (உருவம் 504). **நி.வெ.அ.** இல் தெரிந்த அதனடர்த்தியிலிருந்து, வெளிவிடப்பட்ட வாயுவின் திணி வானது கணிக்கப்படலாம். கனவளவானது அளக்கப்படும்போது வாயுவின் அமுக்கத்திற்கும் வெப்பநிலைக்குமுரிய பொருத்தங்கள் செய்யபபடல் வேண் டும். வாயுவினோடு கலந்திருக்கக்கூடிய நீராவி அல்லது வேறு ஆவிகளுக் குரிய திருத்தங்களுஞ் செய்யப்படவேண்டும்.



உருவம் 504.—நீருவோற்றுமானிகளின் வகைகள்.

சில சந்தர்ப்பங்களிலே, கரைசலினூடாக மின்னோட்டம் பாயமுன்பும், பாய்ந்தபின்பும், முழுவுவோற்றுமானியையும் நிறுத்து வெளிவிடப்பட்ட வாயுவின் திணிவைப் பெறமுடியும். நிறைக்குறைவானது மின்னோட்டஞ் செல்லுகையினல் வெளிவிடப்பட்ட எல்லா வாயுக்களினதும், அத்துடன் பரிசோதனையின போது திரவததிலிருந்து ஆவியாகிய ஏதாவது ஆவியின தும் முழுத்திணிவைக் குறிக்கினறது.

சரியான பரிசோதனையைத் தொடங்குவதற்குச் சிறிது முன்பாகவே உவோற்றுமானியினூடாக மின்னோட்டமொன்றைச் செலுத்துவது புத்தி யானதாகும். எனின், வெளிவிடப்பட்ட வாயுக்களினுற்றிரவம் நிரம்பி யிருக்கும்.

இதன்பின்பு மின்னிரசாயனச் சமவலுவின் பெறுமானமானது,

$$\mathbf{E} = \frac{m}{ct}$$

எனப் பெறப்படும். இங்கு m என்பது மின்பகுபொருளினூடாக மின்னோட் டம் c ஆனது t செக்கனுககுப் பாயும்போது வெளிவிடப்படுந் திரவியத் தின் திணிவாகும். தனியலகுகளிலே மின்னோட்டமானது அளக்கப்படுமா

யின், **மி.இ.ச.** ஆனது **மின்கணியத்தின் தனியலகுக்குரிய கிராமில்** பெறப் படும். அம்பியரில் அளக்கப்படுமாயின், **மி.இ.ச.** ஆனது **கூலோமிற்குரிய கிராமில்** கொடுக்கப்படும்.

கணியத்தின் தனியலகானது 10 கூலோமிற்குச் சமமாகுமாதலின்; தனியலகுகளிற் குறிக்கப்பட்ட திரவியமொன்றின் **மி.இ.ச.** ஆனது கூலோ மிற்குரிய கிராமில் அளக்கப்பட்ட **மி.இ.ச.** இலும் **10 மடங்கு பெரிதாயிருக் கும்.**

மின்பகுப்புத் தொழிற்பாட்டின் கொள்கைகள்

§ 655. குரோத்தசின் கொள்கை.—மின்னோட்டத்தின் தாக்கமானது மின்பகுபொருளிற் கரைந்துள்ள உப்புக்களின மூலக்கூறுகளை உண்மையிற் பிரிப்பதேயாகுமென முதலில் எண்ணப்பட்டது. இக்கொள்கையானது **குரோத்தசினால்** உருவாக்கப்பட்டது. இவருடைய கொள்கையின பின்வருஞ் சுருக்கமான விவரணம் நிகழ்வதாகக் கருதப்படும் முறைகளை விளக்கும்.

செப்புச் சல்பேற்றைப்போன்ற ஒருப்பின் மூலக்கூறானது, நேர்மின் னேற்றமொன்றையுடைய **செப்பயனும்** எதிர்மின்னேற்றமொன்றை யுடைய **சல்பயனுமாக** (SO_4), மின்னேற்றக் கூறுகளிரண்டைக் கொண்ட தாகக் கருதப்பட்டது. **எந்தவயனிலுமுள்ள** மின்னேற்றமானது **அதனிர சாயன வலுவளவினோடு** விகிதசமமானதெனக் கருதப்பட்டது. எனவே, ஒருவலுவுள்ள அணுவொன்று மின்னேற்றம் e ஐப் பெற்றிருக்குமாயின், செப்புச் சல்பேற்றிலுள்ள குப்பிரிக்கணுவானது $+2e$ மின்னேற்றத்தை யுடையதாயிருக்கும். இருவலுவுள்ள சலபயனும் $-2e$ மின்னேற்றத்தை யுடையதாயிருத்தல்வேண்டும்.

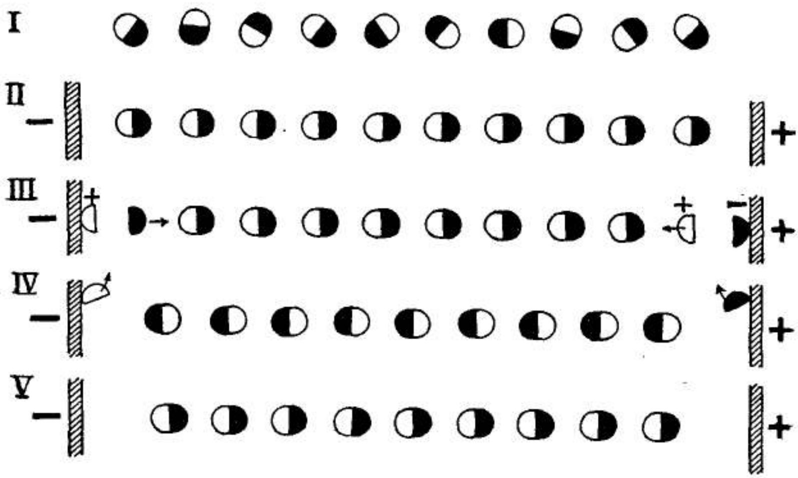
அயன்கள் சேர்ந்து மூலக்கூறுகும்போது, அயனகளிரண்டிலுமுள்ள மின்னேற்றங்கள் ஒன்றையொன்று நடுநிலைப் படுத்துவதினால் செப்புச் சல்பேற்றின் மூலக்கூறனது நடுநிலை மூலக்கூறாயிருக்கும்.

கரைசலிலிருக்கும்போது மூலக்கூறுகள முழுமூலக்கூறுகளாயிருந்தன வென்றும் மின்வாய்களிரண்டிற்கும் அழுததவித்தியாசம் ஏதேனும் பிர யோகிக்கப்படாதபோது, உருவத்திற் காட்டியபடி (உருவம் 505, I) மூலக் கூறுகள் ஒழுங்கற்றிருந்தனவென்றும் **குரோத்தசு** கற்பனை செய்தார்.

மின்வாய்களுக்கு அழுத்தவித்தியாசமொன்று பிரயோகிக்கப்படும்போது, இதனாலுண்டாக்கப்பட்ட மினமண்டலத் திசையின் நேரே மூலக்கூறுகளின் அச்சுகள் இருக்குமாறு அவைகளெல்லாந் திருப்பப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு மூலக்கூற்றயனும, எதிர்மின்வாயைநோக்கி இபபோது செலுத்தப்படும். பொதுவொழுங்கானது உருவம் 505, II இற் காட்டியபடி இருககும்.

எதிர்மின்வாயினண்மையிலுள்ள நேரயன்கள் ஒத்தவெதியன்களிற் செலுத்தப்படுந் தள்ளுகையிலும் பார்க்கப் பெரிதான விசையொன்றி னோடு எதிர்மின்வாயைநோக்கிக் கவரப்படும். எனவே, இந்த மின்வாயி னண்மையிலுள்ள மூலக்கூறுகளின் படையானது மின்வாயைநோக்கி ஆறு

தலாக இயங்கும். இதனைப் போலவே, நேர்மின்வாயிலுள்ள மூலக்கூறு களின் படையானது நேர்மின்வாவை நோக்கி ஆறுதலாக இயங்கும்.



உருவம் 505.—குரோத்தசின் மின்பகுப்புக்கொள்கை.

எந்த மூலக்கூறுவது எதிர்மின்வாயைத் தொடும்போது நேரயன் நடு நிலையாக்கப்படுவதினால் அது எதிரயனோடு இதன்பின் சேர்ந்திருக்க முடியாது. எதிர்மின்வாயையடுத்துள்ள மூலக்கூறானது அவ்வெதிர்மின் வாயை யடையும்போது இவ்வாறு பிரிக்கப்படுகின்றது. அதன் நேரயன் (Cu) நடு நிலையாக்கப்பட்டு, எதிர்மின்வாயோடு ஒட்டிக்கொள்ளும். ஆனால், எதிர யன் (SO_4) கரைசலிலே **மின்னேற்றப்பட்ட** துணிக்கையாகக் கட்டற்றிருக்கும்.

நேர்மின்வாயிலே இதற்கு நேர்மாறான நிகழ்ச்சி நிகழும், இங்கு எதிரயன (SO_4) என்பதை நடுநிலையாக்கப்பட்டு நேர்மின்வாயினோடு ஒட்டிக் கொள்ளும். நேரயன் (Cu) கரைசலிலே மின்னேற்றப்பட்ட துணிக்கையாக கட்டற்றிருக்கும் (உருவம் 505, III).

மின்னேற்றப்பட்ட துணிக்கைகள் இப்போது அடுததுள மூலக்கூறுகளைத் தாக்கி அம் மூலக்கூறுகளிலிருந்து ஒத்த கூறுகளை இடம்பெயர்த்துக் கட்டற் றிருக்கும் எதிர்க்குறியையுடைய அயனினோடு சேர்ந்து கொள்வனவாகக் கருதப்படும். இவ்வாறு இடம்பெயர்க்கப்பட்ட அயனானது, அதறகபபுறத்தி லுள்ள மூலக்கூற்றை உடனே தாக்கும். இவ்வாறே பிறவும் நிகழும். இந்நிகழ்ச்சி திரவமடங்கலுந்தொடர்ந்து நிகழும். ஒவ்வோரயனுங் கடைசி யாக எதிர்க்குறியுடைய ஓரயனோடு திரும்பவுஞ் சேர்வதே இதன் விளைவா கும். ஆனால் இவ்வாறுண்டான புதிய மூலக் கூறுகளின் அச்சுகள், II இற் காட்டியவதன் எதிர்த்திசையிலிருக்கும் (உருவம் 505 IV ஐப்பார்க்க).

மின்வாய்களுக்கிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசத் தாக்கத்தின் பயனாக, மூலக்கூறுகள் இப்போது திரும்பவும் மின்மண்டலத்தின் நேரே இருக்கு

மாறு சுழலுகின்றன. (உருவம் 505, V). இப்போது விவரிக்கப்பட்ட நிகழ்ச்சியின் விளைவாக மூலக்கூறுகளின்தொகை **ஒன்று** குறைந்திருக்குமேயன்றி, இப்போது இம்மூலக்கூறுகள் II ஆவது நிலையிலிருந்தது போலவே இருக்கும். இந்நிகழ்ச்சியானது திரும்பத் திரும்ப நிகழும்.

இக்கொள்கையானது மின்பகுப்பின் பல தோற்றப்பாடுகளை விளக்குகின்றதாயினும், நிலைகள் III, IV, களுக்கிடையேயுள்ள புத்தொழுங்கு ஏன் நிகழவேண்டும் என்பது தெரியவில்லை. முந்தியே கட்டற்றிருந்த அயனது நேர்மின்வாயிலிருந்து தள்ளுதலினுல் ஏதாவது வேகத்தைப் பெற்றிருந்தாலன்றி ஒரு செப்பயனுனது செப்புச்சல்பேற்றின் அடுத்துள்ள மூலக்கூற்றிலிருந்து அதனேடொத்த அயனென்றை இடம் பெயர்த்தற்குக் காரணமில்லை. இதனைவிட, சமவலுத்திறன்களுக்கு ஆக்கப்பட்ட வெவ்வேறு உப்புக்களின் கரைசல்களிலே பரிசோதனையிற் காணப்பட்டபடி, அக்கரைசல்களின் கடத்துதிறன்கள் துலக்கமாக வேறுபடுவதன் காரணத்தை விளக்க இக்கொள்கை தவறிவிடுகின்றது. இத்துடன் இக்கொள்கையானது கரைசல்களின் உறைநிலை இறக்கத்திேனுடும், கொதிநிலை ஏற்றத்திேனுடுஞ் சம்பந்தமான தோற்றப்பாடுகளைப்பற்றிய எவ்விதமான விளக்கத்தையும் கொடுக்கவில்லை. இக்காரணத்தினுற் **குரோத்தசின்** கொள்கையானது, மின்பகுப்பு முறைகளைப்பற்றிய மெய்யான விளக்கத்தைப்பெற வெகுவாய் உதவியதாயினும், இம்முறைகளைப்பற்றிய முற்றுன விளக்கத்தைக் கொடுப்பதாக இப்போது கருதப்படுவதில்லை.

§ 656. **அயன்கொள்கை**—மின்பகுப்பின இக்காலக் கொள்கையின்படி, மூலக்கூறென்றின் கூறுகளெல்லாம் **குரோத்தசினுற்** கருதப்பட்டபடியே மின்னேற்றப்பட்டுள்ளனவாகக் கொள்ளப்படும். ஆனுல், கரைசலுண்டானவுடன் மூலக்கூறுகள், அவற்றின் அயனகூறுகளாகக் கூட்டம் பிரிவனவாகக் கருதப்படும். உதாரணமாக, $CuSO_4$ இன் மூலக்கூறென்று நீரிற் கரைந்தவுடன் செப்பயனுகவுஞ் சல்பயனுகவும் வேருக்கப்படுவதாகக் கருதப்படும். இவ்வயன்கள் காவுகின்ற மின்னேற்றங்களின பயனுக, கரைசலிலே அவை வைக்கப்பட்டுள்ளன.

அணுவொன்றின் அயனிலையானது, அதனிரசாயனக் குறியீட்டின்மேலே நேர் அல்லது எதிர்க்குறியினுற் குறிக்கப்படும். எனவே,

$$\text{நடுநிலைச் செம்பணு} = Cu.$$

$$\text{செம்பு (குப்பிரிக்) அயன்} = \overset{++}{Cu}.$$

எனவெழுதல் வேண்டும்.

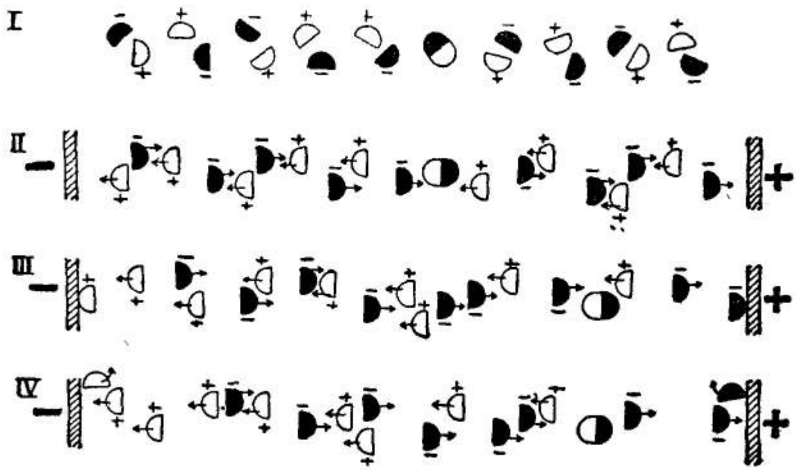
மேலே குறிப்பிட்டுள்ளபடி, ஒவ்வொன்றும் e அளவுடைய எதிர்மின்னேற்றங்களிரண்டைக் காலினுலன்றி, சல்பயனென்று தனித்திருககமுடியாது. ஆதலின், சல்பயனென்றை எப்போதும்,

$$\text{சல்பயன்} = (\overset{--}{SO_4})$$

எனக் குறித்தல் வேண்டும்.

நீரிற் கரைக்கப்படும்போது உப்பொன்று கூட்டம்பிரிகின்ற அளவானது, உப்பின் இயல்பிலும் கரைசலின் செறிவிலுந் தங்கியிருக்கின்றது. உதாரணமாக, செப்புச்சல்பேற்றின் செறிந்த கரைசலொன்றிலே கணிப்புக்குரிய அளவுக்கு $CuSO_4$ இன் முழு மூலக்கூறுகளும் பெருந்தொகையான செம்பயன்களுஞ் சல்பயன்களுமுள்ளன. இவ்வகையான கரைசலொன்றின் நிலையானது, உருவம் 506, I இற்காட்டப்பட்டுள்ளதைப் போன்றிருக்கும்.

மின்வாய்களிற் பிரயோகிக்கப்படும் அழுத்தவித்தியாசமொன்றின் பயனான மின்மண்டலத்தின் தாக்கலின்கீழ்ச் செம்பின் நேரயன்கள் எதிர்மின்வாயைநோக்கி உடனே இயங்கத் தொடங்கும். சல்பயன்கள் அவற்றிலுள்ள எதிர்மின்னேற்றங்களின் பயனாக நேர்மின்வாயைநோக்கி எதிர்த்திசையில் இயங்கும்.



உருவம் 506.—மின்பகுப்பின் அயன்கொள்கை.

செம்பயனானது எதிர்மின்வாயைத் தொடும்போது நடுநிலையாக்கப்படுகின்றது. கரைசலிலிருந்து உடனே அது படிந்து செப்பணுவாக எதிர்மின்வாயில் ஒட்டிக்கொள்ளும். இதனைப்போலவே, சல்பயனானது நேர்மின்வாயைத் தொடும்போது நடுநிலையாக்கப்பட்டு, நடுநிலைச் சல்பயன் கூட்டத்தொன்றாகக் கரைசலிலிருந்து வெளிவிடப்படும். (SO_4) கூட்டமொன்று மின்னிறக்கப்பட்டபின்பு தனித்திருக்க முடியாததலின், இது உடனே நேர்மின்வாயின் உலோகத்தோடேனும், கரைசலின் நீரோடேனுந் தாக்குகின்றது.

இந்நிகழ்ச்சிகள் 506 ஆம் உருவம் II இலும் III இலும் விளக்கப்பட்டுள்ளன.

மின்னோட்டமானது சிறிது காலத்திற்குப் பாய்ந்துகொண்டிருக்கும்போது நேரயன்கள் கரைசலிலுள்ள மற்றுமிடங்களிலும்பார்க்க எதிர்மின்வாயினண்மையிலேயே கூடிய செறிவைக் கொண்டுள்ளன. கரைசலிலே நேர்மின்வாயைச் சூழவுள்ளவிடங்களிலே இவ்வகையான எதிரயன்களின் செறிவு காணப்படும். 506 ஆம் உருவம் IV இல் இது காட்டப்பட்டுள்ளது. 658 ஆம் பந்தியையும் பார்க்க.

அயன்கொள்கையானது இக்காலத்திற் தெரிந்துள்ள அளவுக்கு மின் பகுப்பு நிகழ்ச்சிகளின் முற்றுன விளக்கத்தைக் கொடுக்கின்றது.

உதாரணமாக, அணுத்திணிவு w ஐக்கொண்ட மின்னேரான ஒருவலுவுடைய மூலகமொன்று மின்னோட்டமொன்றின் பாய்ச்சலினுற் கரைசலிலிருந்து வெளிவிடப்படுகின்றதெனக் கொள்க. எதிர்மின்வாயிலே வெளிவிடப்படும் ஒவ்வோரணுவும் அவ்வெதிர்மின்வாய்க்கு $+e$ மின்னேற்றமொன்றைக்கொடுத்து அந்த மின்வாயிலுள்ள ஒத்த எதிர்மின்னேற்றத்தை நடுநிலைப்படுத்தும். N அணுக்கள் வெளிவிடப்படுவனவாயின் எதிர்மின்வாயில் மறைகின்ற எதிர்மின்னேற்றமுழுவதும் Ne இற்குச் சமமாகும். மின்பகுபொருளிலிருந்து எதிர்மின்வாய்க்குப் பாயும் மின்னின் கணியமாகிய $+Ne$ இற்கு இது சமமாகும்.

இதே காலவெல்லையினுள்ளே எதிரயன்கள் நேர்மின்வாயிலுள்ள நேர்மின்னேற்றங்களை நடுநிலையாக்கிக்கொண்டேயிருக்கும். சுற்றின் எந்தப் பாகத்திலும் மின்னின் சேமிப்பு இல்லையெனக் கருதவேண்டுமாதலின், நேர்மின்வாயிலிருந்து அழிந்துபோகும் நேர்மின்னேற்றமும் Ne இற்குச் சமமாகும்.

எதிர்மின்வாயிலே வெளிவிடப்படும் மூலகத்தின் திணிவானது Nw இற்குச் சமமென்பது வெளிப்படையாகும். இதனை m எனக் குறித்துக் கொண்டு,

$m = Nw$ எனப் பெறலாம்.

திரவத்தினூடாகப் பாய்ந்துள்ள மின்னின் கணியமானது q இனுற் குறிக்கப்படலாம். இங்கு,

$$q = Ne.$$

எனவே, $$\frac{m}{q} = \frac{Nw}{Ne},$$

அல்லது $$m = \frac{w}{e}q$$ எனவெழுதலாம்.

இப்போது கொடுக்கப்பட்ட மூலகமொன்றிற்கு w உம் e உம் மாறிலிகளாம். எனவே, E என்பது மூலகத்தின் மின்னிரசாயனச் சமவலுவாயின், மேலேயுள்ள சமன்பாடானது

$$m = Eq$$

எனவெழுதப்படலாமாதலின், அயன்கொள்கையிலிருந்து **பரடேயின் முதலாவது** மின்பகுப்பு விதியை உடனடியாகவே அனுமானிக்க முடியும்.

இரண்டாவது மின்பகுப்பு விதியையும் இதனைப்போலவே எளிய முறையில் அனுமானிக்கலாம்.

வெவ்வேறு கரைசல்களொவ்வொன்றினூடாக மின்னின் ஒரே கணியத்தின் செல்லுகையினால் அக்கரைசல்களிலிருந்து வெவ்வேறான பல மூலகங்கள் வெளிவிடப்படுகின்றனவெனக் கருதுவோமாயின், இவ்வாறு வெளிவிடப்பட்ட சார்பான திணிவுகளைப் பின்வருமாறு காணமுடியும்.

பல மூலகங்களினதும் வலுவளவுகளை n_1. n_2, n_3, முதலியவற்றினாற் குறிப்போமாயின், வெவ்வேறு அயன்களிலுள்ள மின்னேற்றங்கள் n_1e, n_2e, n_3e, முதலியனவாகும். வெளிவிடப்பட்ட அணுக்களின் தொகை முறையே N_1, N_2, N_3 முதலியனவாயின், ஒவ்வொரு கரைசலினூடும் பாய்கின்ற மின்கணியம் N_1n_1e, N_2n_2e, N_3n_3e முதலியவற்றினாற் கொடுக்கப்படும். அத்துடன் இவையெல்லாஞ் சமமாகும்.

அதாவது, $q = N_1n_1e = N_2n_2e = N_3n_3e = \ldots$

இம்மூலகங்களின் அணுநிறைகள் w_1, w_2, w_3, முதலியவற்றினாற் குறிக்கப்படுவனவாயின், கரைசலிலிருந்து வெளிவிடப்படுந் திணிவுகளாகிய m_1, m_2, m_3 முதலியன பின்வருஞ் சமன்பாடுகளினாற் கொடுக்கப்படும்.

$$m_1 = N_1w_1 = \frac{w_1q}{n_1e},$$

$$m_2 = N_2w_2 = \frac{w_2q}{n_2e},$$

$$m_3 = N_3w_3 = \frac{w_3q}{n_3e},$$

இவற்றைப் போற் பிறவுங் காண்க.

எனவே, $$m_1 : m_2 : m_3 : \ldots\ldots = \frac{w_1}{n_1} : \frac{w_2}{n_2} : \frac{w_3}{n_3} : \ldots$$

இப்போது மூலகமொன்றின் அணுநிறையை அதன் வலுவளவினால் வகுத்துப்பெறும் ஈவானது அதன் இரசாயனச் சமவலுவுக்குச் சமமாகும். ஆகவே, w_1/n_1, w_2/n_2, w_3/n_3, என்பன கரைசலிலிருந்து வெளிவிடப்பட்ட வெவ்வேறு மூலகங்களின் இரசாயனச் சமவலுக்களாம். மின்னின் ஒரே கணியத்தின் செல்லுகையினாற் கைரசலிலிருநது வெளிவிடப்பட்ட இம்மூலகங்களின் திணிவுகள், இவ்வாறு வெளிவிடப்பட்ட மூலகங்களின் இரசாயனச் சமவலுக்களினோடு விகிதசமமானவையென மேலேயுள்ள பேறானது காட்டுகின்றது.

§ 657. உப்புக்கரைசல்களினதும் உப்பற்ற கரைசல்களினதும் உறைநிலைகளின் இறக்கமும் கொதிநிலைகளின் ஏற்றமும்.—உப்பொன்று நீரிற் கரைக்கப்படும்போது, கரைசலின் உறைநிலையானது தூயநீரிலும்பார்க்கக் குறைந்தும், கொதிநிலையானது தூயநீரிலும்பார்க்கக் கூடியுமிருக்கும்.

சர்க்கரையைப்போன்ற, வேறெந்தப் பதார்த்தமும் நீரிற் கரைக்கப்படும் போது, இதனைப்போன்ற விளைவே அவதானிக்கப்படும். ஆயினும், இவீற்ற ரொன்றிற்குச் சாதாரணவுப்பினதுஞ் சர்க்கரையினதும் சமதொகையான மூலக்கூறுகளைக், கொண்டனவாகக் கரைசல்கள் உண்டாக்கப்படுவனவாயின், உறைநிலையிலுங் கொதிநிலையிலும் உப்பினது விளைவானது, சர்க்கரை யினதிலும் ஏறத்தாழ இருமடங்காகும். கரைசலானது சாதாரணமாக ஐதாய் வைக்கப்பட்டிருக்கும்போது கரைசலிலுள்ள " துணிக்கைகளின் " தொகையானது செறிவிேைடு விகிதசமமாக அதிகரிக்குமாதலின், இவ் விளைவுகள் கரைசலிலுள்ள துணிக்கைகளின் தொகையோடு உறுதியாகச் சம்பந்தமுடையனவாம். ஆகவே, உப்பினதுஞ் சர்க்கரையினதும் மூலக் கூறுகளின் சமதொகைகள் நீரின் சமக்கனவளவுகளிற் கரைக்கப்படும் போது, உப்புக்கரைசலின் கனவளவலகிற்குரிய "துணிக்கைகளின்" தொகை யானது, சர்க்கரைக்கரைசலின் கனவளவலகிற்குரிய துணிக்கைகளின் தொகையிலும் ஏறத்தாழ இருமடங்காகும். உப்பின் ஏறத்தாழ எல்லா மூலக்கூறுகளும் அவற்றின் கூறுகளாகிய சோடியவயன்களாகவும், குளோ ரீனயன்களாகவும் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன வென்றும், ஆனற் சர்க்கரையின் மூலக்கூறுகள் முழு மூலக்கூறுகளாகவே யுள்ளனவென்றும் இது எம்மை எண்ணச்செய்கின்றது.

இப்போது சர்க்கரைக் கரைசலானது, சர்க்கரை கரைக்கப்பட்ட நீரிலும் பார்க்கச் சிறப்பாகமின்னைக் கடத்தமாட்டாது. எனவே, அயன்கொள்கை யின்படி, கரைசலிலே சர்க்கரையின் மூலக்கூறுகள் அயனக்கப்படமாட்டா. உப்புக்கரைசல் ஒரு நன்கடத்தியாகும். எனவே, இக்கொள்கையின் படி, உப்பின் மூலக்கூறுகள், ஏறத்தாழ முற்றுக அயனுக்கப்பட்டிருத்தல் வேண்டும். ஒவ்வொரு மூலக்கூறும், கரைசலுக்குத் " துணிக்கைக ளிரண்டை " அல்லது அயன்களிரண்டைக் கொடுக்கும். ஆகவே, உப்புக்கரை சலின் உறைநிலையானது, சமவலுத்திறனையுடைய சர்க்கரைக் கரைசலின் உறைநிலையிறக்கத்திலும்பார்க்க ஏறத்தாழ இருமடங்கு இறங்கியிருத்தல் வேண்டும். இந்த விளைவே மெய்யாக அவதானிக்கப் படுவதாகும்.

வெவ்வேறு உப்புக்களின் சமவலுத்திணிவுகளைக் கொண்டுள்ள, இவீற்றர் கரைசல்களின் கடத்து திறன்கள் எவ்வகையாலுஞ் சமமில்லையென்பதை இங்கு குறிப்பிடுதல் வேண்டும். நீரிற் கரைக்கப்படும் போது சிலவுப்புகள் ஏனையவற்றிலும்பார்க்கக் கூடுதலாக அயனுக்கப்பட்டுக் கரைசல்களுக்கு உயர்வு கூடிய கடத்துதிறனைக் கொடுக்கின்றனவென்று இது காட்டுகின்றது. கரைசலிலே உயர்ந்த மின்கடத்து திறனைக் கொடுக்கும் உப்புகள் கரைசலின் உறைநிலையிலும் பெரியவிறக்கத்தைக் கொடுக்கின்றனவெனக் காணப்படு கின்றது. அயனதலின சிறிய நூற்றுவீதத்தைமட்டுங் குறிக்கும் குறைந்த கடத்துதிறனைக்கொண்ட உப்புக்கு, உறைநிலையினிறக்கமுங் குறைவாகவே யிருக்கும். சில சந்தர்ப்பங்களிலே சர்க்கரையின் சமவலுக்கரைசலொன் றிலே அவதானிக்கப்பட்டதற்கு இது ஏறத்தாழச் சமமாகும்.

§ 658. **அயன் இடப்பெயர்ச்சி.**—உப்புக்கரைசலொன்றினூடாக மின்னோட்டமொன்று செலுத்தப்படும்போது, நேரயன்க**ளெல்லாம்** எதிர்மின் வாயை நோக்கி உறுதியாக இயங்கிக்கொண்டிருக்குமெனவும், அதே நேரத்திலே நேர்மின்வாயைநோக்கி எதிரயன்களின் ஒத்தவியக்கமானது நிகழுமெனவும் அயன்கொள்கை அறிவுறுத்துகின்றது. ஆகவே, சிறிதுகாலத்திற்கு மின்னோட்டம் பாய்ந்தபின்பு, பாயும்போது திரவங் குழப்பப்படாதிருக்குமாயின், மின்வாய்களினண்மையிலே பொருத்தமான அயன்களின் செறிவு துலக்கமாகக் காணப்படும்.

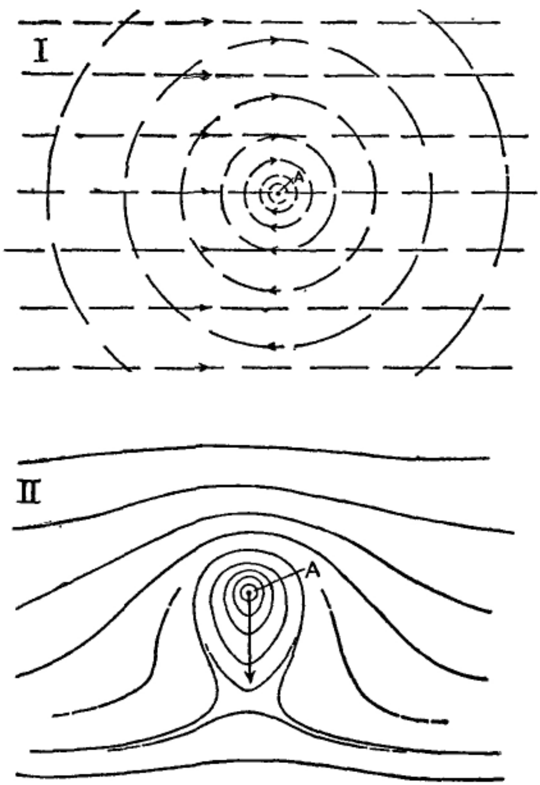
உயர்ந்த சிலிண்டரொன்றிலுள்ள செப்புச்சல்பேற்றின் கரைசலொன்றை மின்பகுத்து, இது மெய்யாக நிகழ்வதைக் காட்டலாம். மின்வாய்கள் ஒன்றின்மேலொன்றாக நிலைக்குத்தா யேற்றப்பட்டிருத்**தல்வேண்டும்.** பிளாற்றினத்தாற் செய்யப்பட்ட நேர்மின்வாயானது கரைசலின் மேற்பரப்பிலிருத்தல்வேண்டும். முதலிலே கரைசலானது அதன் கனவளவடங்கலும் ஒருசீரான நிறமுடையதாகத் தோற்றும். செப்பயன்கள் ஒருசீராய்ப் பரவியுள்ளனவென இது காட்டுகின்றது. ஆயினும், சிறிது நேரத்துக்கு மின்னோட்டம் பாய்ந்தபின்பு, நிறச்செறிவானது குழாயின் முடியிலிருப்பதிலும்பார்க்க அடியிற் கூடுதலாயிருக்கும். திரவமடங்கலுமுள்ள செப்பயன்கள் எதிர்மின்வாயைநோக்கி உறுதியாய் நகர்ந்துகொண்டிருக்கின்றனவென்று இது காட்டுகின்றது.

பரிசோதனையைப் பொருத்தமாயொழுங்குசெய்து, இதனைப்போன்ற விளைவை மின்பகுப்பின் எல்லாச் சந்தர்ப்பங்களிலுங் காட்டலாம். இத்தோற்றப்பாடு **அயன் இடப்பெயர்ச்சி** எனப்படும்.

அத்தியாயம் 70

காந்தமண்டலமொன்றிலே மின்னோட்டமொன்றைக்காவும் கடத்தியிலுள்ள விசை

§659. பிளெமிங்கின் இடக்கைவிதி—காந்தமண்டலமொன்றிற்குச் செங்குத்தாகக் கிடக்கும் ஒரு நீண்ட, நேரான கடத்தியினூடாக மின்னோட்டமொன்று பாயுமாயின், அக்கடத்தியானது மண்டலத்தின்குறுக்கே அதனையியக்கமுயலும் விசையொன்றினாற் றாக்கப்படும்.



உருவம் 537.—ஒருசீரான மண்டலமொன்றிற்குச் செங்குத்தாகக் கிடக்கும் நேரான கடத்தியொன்றைச் சுற்றியுள்ள காந்தமண்டலம்.

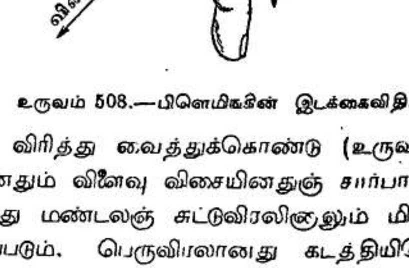
இந்த விசையினிருப்பையும் அது தாக்குந் திசையையும், கடத்தியைச் சூழவுள்ள காந்தமண்டலத்தினியல்பைநோக்கி அனுமானிக்கமுடியும்.

தொடக்கத்து மண்டலமானது ஒரு சீராயுள்ளதெனக் கொள்வோமாயின், சமதூரச் சமாந்தர நேர்கோடுகளின் ஒரு தொகுதியாக அதனைக் குறிக்கலாம். கடத்திக்குச் செங்குத்தான ஒரு தளத்திலே, மின்னோட்டத்தின் பயனான காந்தமண்டலமானது கடத்தியின் அச்சைக்கொண்டு வரையப்பட்ட ஒருமைய வட்டங்களின் ஒரு தொகுதியாகக் குறிக்கப்படும். எனவே, தனிப்பட்ட முறையிற் குறிக்கப்பட்ட உருவம் 507, I இற் காட்டியபடி, மேற்பொருந்திய மண்டலங்களிரண்டைப் பெறுகின்றோம். மின்னோட்டமானது கடத்தி A இனூடாகக் காகிதத்திற்குச் செங்குத்தாகக் கீழ்நோக்கிப் பாய்வதாகக் கருதப்படும்.

கம்பியைச்சுற்றி விளைவு மண்டலமானது உருவம் 507, II இற் காட்டிய வுருவத்திலிருக்கும்.

இப்போது விசைக்கோடொன்று அதன் நீளத்திலே இழுவிசையொன்றைச் செலுத்துவதுபோலத் தொழிற்படுகின்றது. ஆகவே, கடத்தி A ஆனது அம்புக்குறியினுற் காட்டப்பட்டுள்ள திசையிலே மண்டலத்தின் குறுக்கே இயங்க முயலுமென உருவத்திலிருந்து புலனாகும்.

எனவே, காந்த மண்டலமொன்றிற்குச் செங்குத்தாக ஒரு கடத்தியினூடு மின்னோட்டமொன்று பாயும்போது, காந்த மண்டலத்திற்குச் செங்குத்தானதுங் கடத்திக்குச் செங்குத்தானதுமான திசையொன்றிலே கடத்தியை இயக்கமுயலுகின்ற விசையொன்று அதனைத் தாக்கும்.



உருவம் 508.—பிளெமிங்கின் இடக்கைவிதி.

இடக்கையின் பெருவிரலையும் முதலிரண்டு விரல்களையும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாயிருக்குமாறு விரித்து வைத்துக்கொண்டு (உருவம் 508), மண்டலத்தினதுங் கடத்தியினதும் விளைவு விசையினதுஞ் சார்பான திசைகளைப் பெறமுடியும். அப்போது மண்டலஞ் சுட்டுவிரலினாலும் மின்னோட்டம் நடுவிரலினாலுங் குறிக்கப்படும். பெருவிரலானது கடத்தியிலே தாக்கும் விசையின் திசையைக் குறிக்கும். இது **பிளெமிங்கின் இடக்கை விதி** எனப்படும்.

§660. **மண்டலம் H இலே மின்னோட்டமூலகமொன்றிலுள்ள விசை**—காந்தமண்டலமொன்றிலே மின்னோட்ட மூலகமொன்றிற்குருக்குகின்ற விசையினளவைப் பின்வருமாறு அனுமானிக்கலாம்.

நீளம் ds ஐயுடைய குறுகிய கம்பியொன்று O இலே காகிதத்தளத்திற்குச் செங்குத்தாகச் செல்லுகின்றதெனக் கொள்க (உருவம் 509). கம்பி

யினூடாகக் கீழ்நோக்கிப்பாயும் மின்னோட்டம் c ஆனது P இலே உண்டாக்குங் காந்தச்செறிவு F ஆனது

$$F = \frac{cds}{r^2}$$

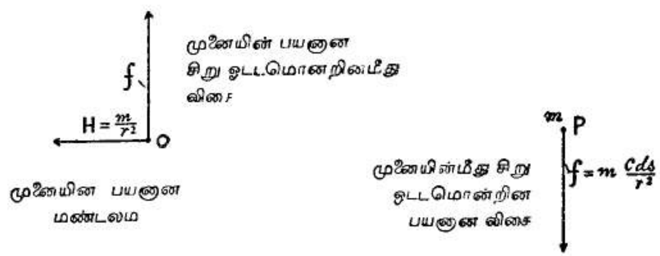
என்பதனாற் கொடுக்கப்படும். இங்கு r என்பது O இலிருந்து P இன் தூரமாகும்.

P இலே திறன் $+m$ ஐயுடைய காந்தமுனையானது காட்டிய திசையிற்றாக்கும் f தைன்களின விசையொன்றினாற்றாக்கப்படும். f இன் பெறுமானம்

$$f = mF = m\frac{cds}{r^2} \text{ தைன்கள்*} \quad \text{ஆகும்.}$$

இந்த விசை f, மின்னோட்ட மூலகத்தினால் முனை m இற் செலுத்தப்படும் விசையாகும்.

இப்போது காந்த முனையிலே மின்னோட்டமூலகமொன்று விசையொன்றைச் செலுத்துகின்றதாதலின், நியூற்றனின் மூன்றாவது இயக்கவிதியின்படி, மினனோட்டமூலகத்திலே சமமானதும் எதிரானதுமான விசையொன்றை முனையானது செலுத்தல் வேணடும். ஆகவே, முனை m ஆனது



உருவம் 509.—P இலுள்ள காந்தமுனையினபயனை O இலுளள மின்னோட்ட மூலகத்திற்றாக்கும்விசை.

மின்னோட்ட மூலகத்திலே காட்டிய திசையிற்றாக்கும் விசை f ஐச் செலுத்தல் வேண்டும். இந்த அனுமானமானது பிளெமிங்கின் (Fleming) இடககை விதியினோடு இணங்கியிருககினறது என்பதை இஙகு குறிபபிடுதல் வேண்டும். மேலேயுளள விவாதமானது முந்திய பநதியிற் பெறப்பட்ட விளைவிற்குரிய இன்னுமொரு நிறுவலாகும்.

மேலே பெறப்பட்ட f இன பெறுமானம்

$$f = \frac{m}{r^2} cds$$

*குறிபபு.—இவ்வத்தியாயமடங்கலும் மின்னோட்டத்தின் தனியலகுகள் உபயோகிக்கப்பட்டுளளன.

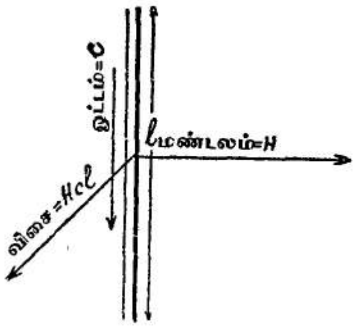
எனத்திருப்பி எழுதப்படலாம். இப்போது m/r^2 என்பது P இலுள்ள முனை m இன் பயனுன O இலுள்ள காந்தச் செறிவாகும். இதனை H இனுற் குறித்து

$$f = \text{H}cds$$

எனப் பெறுகின்றோம். அதாவது, **செறிவு H ஐயுடைய காந்தமண்டலமொன்றிற்குச் செங்குத்தாகவுள்ள ds நீளமான கடத்தியொன்றினூடு மின்னோட்டம் c ஆனது பாயுமாயின்,**

$$f = \text{H}cds \text{ தைன்கள்}$$

என்பதனுற் கொடுக்கப்படும் விசை f ஆனது கடத்தியிற் செலுத்தப்படும்.



உருவம் 510.—காந்த மண்டலமொன்றிற்குச் செங்குத்தான நீண்ட நேரானமின்னோட்டத் திறருககும் விசை.

§661. மண்டலம் H இலே நீளமான நேர்மின்னோட்டத்திலுள்ள விசை—ஒரு சீரான செறிவு H ஐயுடைய காந்தமண்டலமொனறிற்குச் செங்குத்தான, மினனோட்டம் c ஐக்காவுகின்ற l நீளமுடைய நேர்க்கடத்தியொன்றிற்ருக்கும விசை f ஆனது பின்வருமாறு பெறப்படலாம் (உருவம் 510):

கடத்தியானது ds_1, ds_2, ds_3, முதலிய மிகக்குறுகிய மூலகஙகள் பலவற்றைக் கொணடதாகக் கருதபபடலாம. தனிமூலகங்களிற் தாக்கும் விசைகள் $\text{H}cds_1$, $\text{H}cds_2$, $\text{H}cds_3$ முதலியவற்றிறகுச் சமமாகும். ஆகவே, முழுக் கம்பியிலுந் தாக்கும் முழுவிசையும

$$f = \text{H}cds_1 + \text{H}cds_2 + \text{H}cds_3 + \ldots\ldots \quad \text{ஆகின்றது.}$$

இதனை $$f = \text{H}c\{ds_1 + ds_2 + ds_3 + \ldots\ldots\}$$

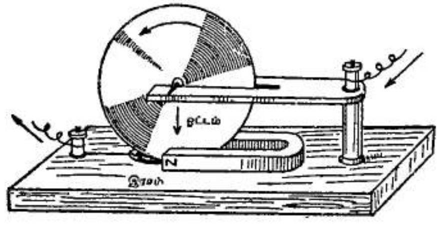
என்ற உருவததிலெழுதிக் கடைசியாக,

$$f = \text{H}cl \text{ தைன்கள்} \quad \text{எனப் பெறுகின்றோம்.}$$

§662. பாளோவின் (Barlow) சில்லு—காந்தமண்டலமொன்றிற்குச் செங்குத்தான மின்னோட்டமொன்றைக் காவுகின்ற கடத்தியொன்றிற்ருக்கும் விசையிருப்பதைப் பல வழிகளிற் காட்டலாம. இதற்காகப் பிரசித்திபெற்ற ஆய்கருவியானது **பாளோவினுல்** அமைக்கப்பட்டதென எண்ண இடமுண்டு. இதிலே, செப்புத்தட்டொன்று அதன் மையத்தினூடுசெல்லும் கிடையச்சொனறிலே பரியிலாடக் காநதமொன்றின் முனைகளுக்கிடையே சுழலுமாறு ஏற்றப்பட்டுள்ளது.

தொடக்கத்திற் **பாளோ** உபயோகித்த ஆய்கருவியிலே செப்புத்தட்டானது பல கூர்களைகொண்ட நட்சத்திரவுருவத்திலிருந்தது. ஆனுற் சாதாரணமான தட்டொன்றும் இத்தேவையைத் திறம்படப் பூர்த்தி செய்யும்.

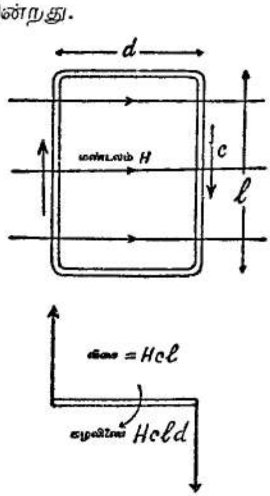
ஆய்கருவியினடியிலுள்ள பதிவொன்றிற் கொள்ளப்பட்டுள்ள இரசத்தின் மேற்பரப்பின் கீழே தட்டின் கீழோரஞ் சிறிது தோயக்கூடியதாயுள்ளது. மின்னேட்டமொன்று கதிர்க்கோற் குண்டுப்பொதிகைகளினூடாகக் கொண்டு செல்லப்பட்டு இரசத்தினூடாக வெளிவிடப்படுகின்றது (உருவம் 511). ஆய் கருவியினடிப் பலகையிலே தட்டின் கீழ்ப்பாகங்கள் எதிரான காந்தமுனைகளிரண்டிற் கிடையேயிருக்குமாறு பரியிலாடக் காந்தமொன்று ஓய்வு நிலையிலிருக்கும்.



உருவம் 511.—பாளோவின் சில்லு.

தட்டினூடாக மின்னேட்டமொன்று செல்லும்போது, கதிர்க்கோலிலிருந்து இரசத்தைக் கீழ்நோக்கி நிலைக்குத்தாக அம்மின்னேட்டம் பாய்கின்றது. எனவே, அதன் பாதை காந்தமண்டலத்திற்குச் செங்குத்தாயிருக்கும். இது தட்டிலே விசையொன்றைத் தொழிற்படச் செய்கின்றது. இவ்விசையானது தட்டின் தளத்திலே தாக்குவதால் அத்தட்டானது சுழலுகின்றது.

காந்தத்தை அல்லது மின்னேட்டத்தை நேர்மாறாக்கிச் சுழற்சியின் திசையையும் நேர்மாறாக்கலாம். எல்லாச் சந்தர்ப்பங்களிலும் மண்டலத்தினதும், மின்னேட்டத்தினதும், தட்டிலே தாக்கும் விசையினதுந் திசைகள் **பிளெமிங்கின்** இடக்கைவிதியிற் கூறப்பட்டதுபோன்ற தொடர்பையுடையனவாய்க் காணப்படும்.



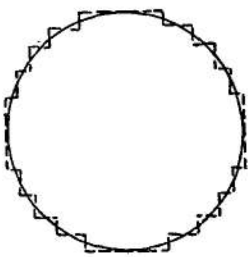
உருவம் 512.—தளமானது காந்தமண்டலமொன்றிற்குச் சமாந்தரமாயுள்ள செவ்வகச் சுருளொன்றிற்றாக்கும் விசைகள்.

§ 663. காந்தமண்டலமொன்றிலே மின்னேட்டமொன்றைக் காவுகின்ற சுருளொன்றிற்றாக்கும் விசைகள்—செறிவு H ஐயுடைய காந்தமண்டலமொன்றின் தளத்திலே தன் தளத்தையுடையதும், நீளம் l ஐயும் அகலம் d ஐயுங் கொண்டதுமான செவ்வகச் சுருளொன்றினூடு மின்னேட்டம் பாய்கின்றதாகக் கருதுக.

512 ஆம் உருவத்திற் காட்டியபடி சுருளினது அகலத்தின்குறுக்கே மண்டலஞ் செல்லுமாயின், சுருளின முடிப்பக்கமும் அடிப்பக்கமும் மண்டலத்தின் திசையின் நேரேயிருப்பதுமல்லாமல, அவற்றிலே எவ்வித விசையுஞ் செலுத்தப்படமாட்டாது. ஆயினும், சுருளின் பக்கங்கள் மண்டலத்திற்குச் செங்குத்தாயுள்ளன. அத்துடன் சுருளானது கமபியின் ஒரு

சுற்றையே கொண்டதாயின், இரண்டு பக்கங்களொவ்வொன்றிலும் மண்டலமானது Hcl தைன்களின் விசையைச் செலுத்தும்.

மின்னோட்டமானது ஒரு பக்கத்திலே **மேனோக்கியும்** மற்றப்பக்கத்திலே **கீழ்நோக்கியும்** பாயுமாதலின் சுருளின் இரு பக்கங்களிலுந் தாக்குகின்ற விசைகள் எதிர்த் திசைகளிலுள்ளன. விசைகளிரண்டும் சுருளின் தளத்திற்குச் செங்குத்தாகத் தாக்கும். விசைகளிரண்டிற்குமிடையேயுள்ள செங்குத்துத் தூரமானது சுருளின் அகலமாகிய d இற்குச் சமமாகும். எனவே சுருளிலே **இணைவிசை** யொன்று செலுத்தப்படும். இவ்விணைவிசையின் திருப்புதிறனானது,



உருவம் 513.—செவ்வக மூலகங்களினால் அமைக்கப்பட்டதாகக் கருதப்படும் வட்டச்சுருள்.

$$\text{இணைவிசை} = Hcld \text{ தைன்-ச.மீ.}$$

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும்.

$$\text{அல்லது, இணைவிசை} = HcA.$$

இங்கு A என்பது சுருள்முகத்தின் பரப்பாகும்.

n சுற்றுக்களையுடைய சுருளொன்றினோடு அச்சுருளின் தளமானது மண்டலத்திலிருக்குமாயின், மண்டலத்தினாற் செலுத்தப்படும் இணைவிசையானது

$$\text{இணைவிசை} = nHcA \text{ தைன்-ச.மீ. என்பதனாற் கொடுக்கப்படும்.}$$

எந்த உருவத்தையுமுடைய சுருளொன்றிற்கும் இணைவிசைக்குரிய இவ்வகையான கோவையொன்று பெறப்படலாம். உதாரணமாக, வட்டச் சுருளொன்று, மண்டலத்திசைக்கு நேராகவேனுஞ் செங்குத்தாகவேனுமுள்ள திசைகளையுடைய குறுகிய நேரான கம்பியின் நீளங்களினால் அமைக்கப்பட்டதாகக் கருதப்படலாம் (உருவம் 513). மண்டலத்திற்கு நேராயுள்ள பாகங்களிலே எவ்வித விசையுஞ் செலுத்தப்படுவதில்லை. ஆனால், மண்டலத்திற்குச் செங்குத்தான பாகங்களிற்றுக்கும் சேர்ந்த தாக்கமானது ஓர் இணைவிசையாயமையும். இது,

$$\text{இணைவிசை} = \text{ஒரு சுற்றுச் சுருளுக்கு } HcA,$$

$$\text{அல்லது} \quad \text{இணைவிசை} = n \text{ சுற்றுக்களின் சுருளுக்கு } nHcA.$$

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும்.

சுருளின் தளமானது காந்தமண்டலத்தளத்தினோடு கோணம் θ ஐ ஆக்குமாயின், சுருளிற்றுக்கும் விசைகளினளவும் முந்தியதைப்போலவேயுள்ளன. ஆனால், அவற்றின் திசைகள் மண்டலத்திசைக்கு எப்போதுஞ் செங்குத்தாயிருத்தல் வேண்டுமாதலின், அத்திசைகள், சுருளின் திசைக்குச் செங்குத்தாக இப்போது இருக்கமுடியாது (உருவம் 514).

பக்கங்களிற்றாக்கும் விசைகளிரண்டுக்குமிடையேயுள்ள செங்குத்துத் தூரமானது இப்போது d கோசை θ இற்குச் சமமாயிருக்குமாயின், சுருளிற்றாக்கும் இணைவிசையின் திருப்புதிறனானது

இணைவிசை = ஒருசுற்றுச் சுருளுக்கு $Hcld$ கோசை θ,

அல்லது, இணைவிசை = n சுற்றுக்களின் சுருளொன்றிற்கு $nHcld$ கோசை θ.

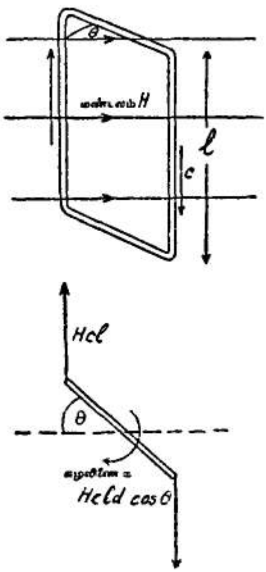
ஆகின்றது.

இவற்றைச் சுருள்முகத்தின் பரப்பினது சார்பாய்க் குறிக்கும்போது

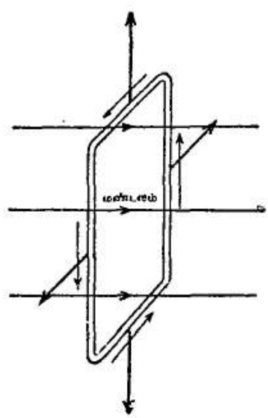
இணைவிசை = ஒரு சற்றுச் சுருளுக்கு HcA கோசை θ,

அல்லது இணைவிசை = n சுற்றுக்களின் சுருளொன்றிற்கு $nHcA$ கோசை θ

எனப் பெறுகின்றோம்.



உருவம் 514.—தளமானது காந்தமண்டலத்திற்குச்சரிநதுள்ள செவவகச்சுருளொன்றிற்றாக்கும விசைகள்.



உருவம் 515.—காந்தமண்டலமொன்றிற்குச் செங்குத்தான தளத்திற் கிடக்கும் செவ்வகச் சுருளொன்றிற்றாக்கும விசைகள.

A என்பது சுருள்முகத்தின் பரப்பாயிருக்குமெனின், பின்னையவிரண்டு கோவைகளும் எந்தவுருவத்தளச்சுருளுக்கும் பிரயோகிக்கப்படலாம்.

சுருளின தளமானது காந்தமண்டலத்திலிலனைதிருக்கும்போது, முடிப்பாகத்திலும் அடிப்பாகத்திலும் அல்லாமல், இரண்டு பக்கங்களிலும் விசைகள் செலுத்தப்படுகின்றன. ஆயினும், இவ்விசைகள், சுருளின் தளத்திலே தாக்குவதினால் அச்சுருளிலே எவவிதத் திருபபுதிறனையுஞ் செலுத்தமாட்டா.

சுருளின் முடிப்பாகத்திலும் அடிப்பாகத்திலும் தாக்கும் விசைகள், அச்சுருளின் தளமானது மண்டலத்துக்குச் செங்குத்தாயிருக்கும்பொழுது உயர்வுப் பெறுமானங்களைக் கொண்டுள்ளன. இந்த நிலையிலே தாக்கும் எந்த விசையினாலும் சுருளிலே எவ்விதத் திருப்புதிறனுஞ் செலுத்தப்படுவதில்லை. விசைகளெல்லாவற்றினதும் முயற்சி கூடியவளவு தொகையான விசைக்கோடுகளை அடக்குமாறு சுருளை அகலச் செய்வதேயாம் (உருவம் 515).

ஆகவே, காந்தமண்டலத்திற்குச் செங்குத்தான தளத்திலே சுருளொன்று கிடக்கும்போது, மண்டலத்தினாற் செலுத்தப்படும் விசைகளில், அது சமநிலையிலிருக்கின்றது. இந்த விளைவானது பின்வருமாறு தொகுத்துக் கூறப்படலாம். **மின்னோட்டமொன்றைக் காவுகின்ற ஒரு சுருளானது காந்த மண்டலமொன்றிலே வைக்கப்படுமாயின், கூடியவளவு தொகையான காந்த விசைக் கோடுகளை அடக்கக் கூடிய நிலையில் அது நிற்க முயலுகின்றது.**

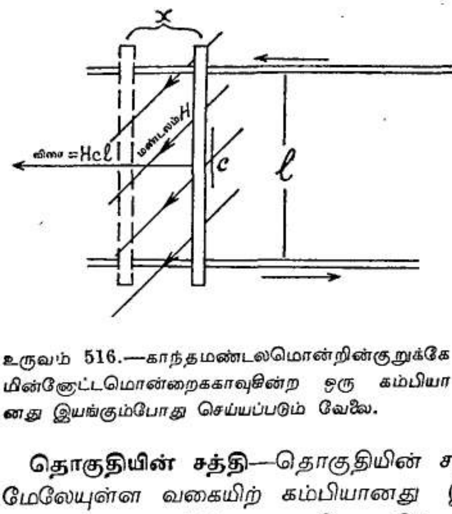
அத்தியாயம் 71

மின்காந்தத் தூண்டல்

§ 664. **மின்னோட்டமொன்றைக் காவுகின்ற ஒரு கம்பியானது காந்த மண்டலமொன்றின் குறுக்கே இயங்கும்போது செய்யப்படும் வேலை**—l நீளக் கம்பியொன்று செறிவு H ஐக்கொண்ட காந்தமண்டலமொன்றிற்குச் செங்குத்தாயிருக்குமாயின், கம்பியிற் பாயும் மின்னோட்டம் c ஆனது அக்கம்பியிலே Hcl தைன்களின் விசையொன்றைத் தாக்கச் செய்யும் (உருவம் 516). இப்போது கம்பியானது இவ்விசையினது தாக்கத்தில் தூரம் x இயங்க விடப்படுமாயின், தொகுதியினாற் செய்யப்படும் வேலையானது

$$W = Hclx \text{ எக்குகள்}$$

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும்.



உருவம் 516.—காந்தமண்டலமொன்றின்குறுக்கே மின்னோட்டமொன்றைககாவுகின்ற ஒரு கம்பியானது இயங்கும்போது செய்யப்படும் வேலை.

இப்போது தூரம் x இனூடாகச் செல்லும்போது, கம்பியானது மண்டலம் H இற்குச் செங்குத்தாகப் பரப்பு lx ஐத் துடைத்துச் செல்கின்றது. ஆகவே அது வெட்டிச்செல்லும் விசைக்கோடுகளின் தொகையானது

$$N = Hlx \text{ கோடுகள்}$$

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும்.

ஆகவே, தொகுதியினாற் செய்யப்படும் வேலையானது

$$W = Nc$$

எனவெழுதப்படலாம்.

தொகுதியின் சத்தி—தொகுதியின் சத்தியானது மாறவில்லையாதலின், மேலேயுள்ள வகையிற் கம்பியானது இயங்கவேண்டுமாயின், W இற்குச் சமவளவான சத்தியானது தொகுதிக்கு வழங்கப்பட்டிருத்தல் வேண்டும். மின்னோட்டம் c ஆனது மாறிலியாகக் கருதப்படுகின்றதாதலின், தொகுதிக்குச் சத்தியானது வழங்கப்படும் ஒரேயொரு வழி, கம்பியின் முனைகளுக்கிடையேயுள்ள **அ.வி.** ஐ அதிகரிக்கச்செய்யவதேயாம்.

ஓய்வு நிலையிலிருக்கும்போது கம்பியின் முனைகளுக்கிடையேயுள்ள **அ.வி.** ஆனது v இற்குச் சமமாயின், கம்பியானது இயங்கத் தொடங்கும்போது V இற்குச் சமமான **அ.வி.** ஆனது கம்பிக்குக் கூடுதலாகப் பிரயோகிக்கப்படுமெனின்,

ஒரு செக்கனிலே நிலையான கம்பிக்கு வழங்கப்படுஞ் சத்தி $= vc$ எக்குகள் எனவும்,

ஒரு செக்கனிலே இயங்குங் கம்பிக்கு வழங்கப்படுஞ் சத்தி $= (V + v)c$ எக்குகள் எனவும் பெறுகின்றோம்.

இப்போது, கம்பியின் தடையை மேற்கொள்வதிலே ஒவ்வொரு செக்கனும் vc ஏக்குகளின் சத்தியானது செலவாகின்றது. எனவே, மண்டலத்தின்குறுக்கே கம்பியானது இயங்கும்போது மிதமிஞ்சிய சத்தியினளவு வழங்கப்பெறும். வேலை W ஐச்செய்ய இது உதவும். மிதமிஞ்சிய இச் சத்தியானது,

ஒரு செக்கனுக்கு, இயங்குங் கம்பிக்கு வழங்கப்படும் மிதமிஞ்சிய சத்தி $= Vc$ ஏக்குகள் எனவெழுதப்படலாம்.

கம்பியானது x தூரத்தினூடு இயங்க t செக்கனெடுக்குமாயின், வழங்கப்பட்ட மிதமிஞ்சிய சத்தியானது Vct ஏக்குகளாம். ஆகவே,

$$Vct = Nc$$

அல்லது

$$V = \frac{N}{t}$$

ஆயின் சத்தி நிபந்தனைகள் நிறைவேற்றப்படும்.

மின்கருத்துக்கள்—மேலே கொடுக்கப்பட்ட விவாதத்திலே இயக்கம் நிகழ்ந்துகொண்டிருக்கும் போது, **கம்பியினூடாக அதிகரித்த எவ்வித மின்னோட்டத்தையும் பாயவிடாது, V** அளவுள்ள **அ.வி.** ஆனது கம்பியில் மேலதிகமாகப் பிரயோகிக்கப்படலாமெனக் கொண்டோம். **காந்த மண்டலத்தின் குறுக்கே கம்பியின் இயக்கத்தினல் உண்டாக்கப்பட்ட மேலதிகமான அ.வி. இற்குச் சமமானதும் எதிரானதுமான மி.இ.வி. யொன்று அக்கம்பியில் உண்டாக்கப்படுமானுற்றுன் இது முடியும்.**

கம்பியின் முனைகளுக்கிடையே மேலதிக **அ.வி.** யொன்று பிரயோகிக்கப்பட்டுள்ளதெனக் கொள்ளப்பட்டாலன்றிச், செய்யப்பட்ட வேலைக்குரிய எவ்வித காரணத்தையுங் கூறமுடியாததலின், **பிரயோகிக்கப்பட்ட மேலதிக அ.வி. இற்குச் சமமானதும் எதிரானதுமான மி.இ.வி. யொன்று கம்பியிற் கொண்டுவரப்பட்டுள்ளதென்ற முடிவுக்கு நாம் வருதல்வேண்டும். இந்த மி.இ.வி. இன் அளவானது,**

$$E = \frac{N}{t}$$ **என்பதனுற் கொடுக்கப்படும்.**

§ 665. **பரடேயின் (Faraday) தூண்டல்மின்னேட்டங்களினது விதி**—காந்த மண்டலங்களின் குறுக்கே இயங்குகின்ற கடத்திகளைக்கொண்டு செய்யப்பட்ட பரிசோதனைகளின் விளைவாக, கடத்தியிலே உண்டாக்கப்பட்ட மின்னோட்டங்களிருப்பதைப் **பரடே** கண்டுபிடித்தார். இம்மின்னோட்டங்களுக்குத் **தூண்டல் மின்னேட்டங்கள்** என அவர் பெயரிட்டார், இயக்கத்தினுற் கடத்திகளிற் தூண்டப்பட்ட **மி.இ.வி.** களினுலேயே இவை உண்டாக்கப்பட்டன வென்று அவர் ஒப்புக்கொண்டார். அவதானிக்கப்பட்ட விளைவுகளின் அளவுகளைப்பற்றிய இவரின் கணியமுறை ஆராய்ச்சிகள் ஒரு விதியாக அவரினுல் அமைக்கப்பட்டது. இப்போது இவ்விதியானது **பரடேயின் தூண்டலோட்**

விதி என வழங்கப்படும். இது பின்வருமாறு கூறப்படலாம் : **காந்த மண்டலமொன்றின் குறுக்கே ஒரு கடத்தி இயங்கும்போது, அக்கடத்தியிலே மி. இ. வி. யொன்று தூண்டப்படும். இந்த மி. இ. வி. இனளவானது, காந்தவிசைக்கோடுகளைக் கடத்தியானது வெட்டுகின்ற விகிதத்தினோடு விகித சமமாயுள்ளது.**

பரிசோதனை அத்தாட்சியிலிருந்துமட்டும் **பரடே** அனுமானித்த இவ்விதி யானது முந்திய பந்தியிற் பெறப்பட்ட விளைவுகளோடு முற்றாக ஒத்துள்ளது. எனினும் விசைக்கோடுகளைக் கடத்தியானது வெட்டுகின்ற வீதத்தினோடு **மி.இ.வி.** ஆனது விகிதசமமாயிருப்பது மட்டுமல்ல, மெய்யாகச் சமமாக விருக்கின்றதென நாம் கூறக்கூடியதாயிருப்பதே ஓரேயொரு வித்தியாச மாகும்.

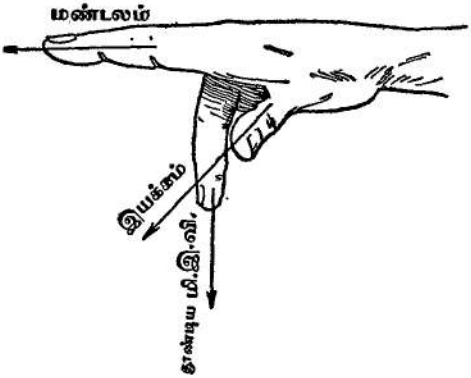
§666. **இலென்சின்றூண்டலோட்ட விதி** (**Lenz**)—தூண்டலோட்டங்களைப் பற்றிப் **பரடே** கண்டுபிடித்ததைப் பின்பற்றி, வெவ்வேறு வகைகளிற் தூண்டப்படும் மின்னோட்டங்கள் பாய்கின்ற திசைகளைப்பற்றி **இலென்சென்பவர்** ஆராய்ந்தார். **இலென்சின்றூண்டலோட்டவிதி** என இப்போது வழங்கப்படும் கூற்றொன்றிலே தனது விளைவுகளை இவர் தொகுத்துக் கூறினார். இவ்விதி யானது பின்வருமாறு கூறப்படலாம்: **கடத்திக்குங் காந்தமண்டலமொன் றிற்குமிடையே, சார்பான இயக்கத்தினால் அக்கடத்தியிலே மின்னோட்ட மொன்று தூண்டப்படுமாயின், தூண்டலோட்டமானது இயக்கத்தை எதிர்க் குந் திசையொன்றிலே எப்போதும் பாயும்.**

664 ஆம் பந்தியிற் கொடுக்கப்பட்டுள்ள விவாதத்திலிருந்தே இவ்விதி யானது அனுமானிக்கப்படலாம். அங்கு கருதப்பட்டவியக்கமானது, பிர யோகிக்கப்பட்ட **அ.வி.** இனது தாக்கத்திற் கம்பியினூடாகப் பாயும் மின்னோட்டம் *c* இனாலுண்டாக்கப்பட்டதேயாம். தூண்டல் **மி.இ.வி.** ஆனது பிரயோகிக்கப்பட்ட **அ.வி.** இற்கு எதிராகத் தாக்குமாதலின, தூண்டல் **மி.இ.வி.** இனாலுண்டாக்கப்படும் எந்த மின்னோட்டமும் இயக் கத்தை எதிர்க்கும் விசைகளினாற்றாக்கப்படும்.

§667. **பிளெமிங்கின் வலக்கைவிதி**—கடத்தியொன்றிற் பாயும் மின்னோட் டமொன்றிலே செலுத்தப்படும் விசையொன்றினாற் காந்தமண்டலமொன்றுக் குக்குறுக்கே அக்கடத்தியானது இயக்கப்படுமாயின், தூண்டல் **மி.இ.வி.** ஆனது கடத்தியினூடாகப் பாயும் மின்னோட்டத்தை எதிர்க்கின்றது. மின் னோட்டம், மண்டலம், இயக்கம் ஆகியவற்றின் திசைகளுக்கிடையேயுள்ள தொடர்பானது **பிளெமிங்கின்** இடக்கைவிதியினாற் கொடுக்கப்படும். ஆனால் தூண்டல் **மி.இ.வி.** இன திசையானது நடுவிரலின் திசையை நேர்மாறாக் கிப் பெறப்படும்.

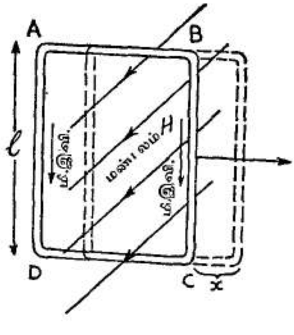
இயக்கம், மண்டலம், தூண்டல் **மி.இ.வி.** ஆகியவற்றின் திசைகள் **பிளெமிங்கின் வலக்கை விதியென** வழங்கப்படும் **பிளெமிங்கின்** இரண்டாவது

விதியைக்கொண்டு தொடர்புறுத்தப்படலாம். இவ்விதியானது பின்வருமாறு கூறப்படலாம். **வலக்கையின்** பெருவிரலும் முதலிரண்டு விரல்களும் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான திசைகளில் விரித்து வைக்கப்பட்டால், சுட்டுவிரலானது காந்தமண்டலத்தையும், பெருவிரல் மண்டலத்தின் குறுக்கான கடத்தியினியக்கத்தையும், நடுவிரல் கடத்தியின் இயக்கத்தின் பயனாக அதிற்றூண்டப்பட்ட மி.இ.வி. இன் திசையையுங் குறிக்கும் (உருவம் 517).

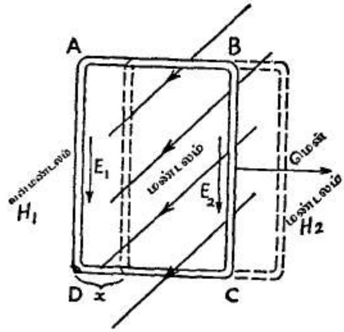


உருவம் 517.—தூண்டலோட்டங்களுக்குரிய பிளெமிங்கின் வலக்கைவிதி.

§ 668. ஒரு சீரான காந்த மண்டலமொன்றின் குறுக்கே இயங்குகின்ற சுருளொன்றிற்றூண்டப்பட்டுள்ள மி.இ.வி.—தனிச்சுற்றொன்றைக்கொண்ட செவ்வகச்சுருள் ABCD ஆனது இயக்கத்தளத்திற்குச் செங்குத்துத் திசையையுடைய ஒருசீரான காந்தமண்டலமொன்றின் குறுக்கே, தன்சொந்தத் தளத்தில் இயங்குகின்றதெனக் கருதுக. சுருளினியக்கமானது அதன் நீண்ட பக்கங்களுக்குச் செங்குத்தாயிருப்பதாகக் கருதப்படலாம் (உருவம் 518).



உருவம் 518.—ஒருசீரான காந்தமண்டலத்தினகுறுக்கே இயங்குஞ்சுருள்.



உருவம் 519.—ஒருசீரற்ற காந்தமண்டலத்தின் குறுக்கே இயங்குஞ் சுருள்.

பக்கம் AD ஆனது l நீளமுடையது. இது t செக்கனிலே lx ச.ச.மீ. பரப்பைத் துடைத்துச் செல்லுமாறு இயங்கும். இங்கு x என்பது காட்டிய-

திசையிலே இந்த நேரத்திற் சுருளானது இயங்குந் தூரமாகும். இப்பக்கத் திலுல் வெட்டப்படும் விசைக்கோடுகளின்தொகை N இற்குச் சமமாகும். இது

$$N = Hlx$$

என்பதனுற் கொடுக்கப்படும். இங்கு, H என்பது சுருளின் தளத்திற்குச் செங்குத்தான மண்டலத்தின் செறிவாகும்.

ஆகவே, பக்கம் AD இற்றூண்டப்பட்ட **மி.இ.வி.** ஆனது A இலிருந்து D இற்குத் தாக்கும். இதனளவு E ஆனது,

$$E = \frac{N}{t} \text{ என்பதனுற் கொடுக்கப்படும்.}$$

பக்கம் BC ஆனது சமச்செறிவு H ஐயுடைய மண்டலமொன்றின் குறுக்கே இதே மாதிரியாகவே இயங்கிக்கொண்டிருக்கும். எனவே, BC இற்றூண்டப் பட்டிருக்கும் **மி.இ.வி.** உம் E இற்குச் சமமாகும். இது B இலிருந்து C இற்குத் தாக்கும்.

சுருளின் முடிப்பாகமும் அடிப்பாகமும் அவற்றின் சொந்தத் திசையிலேயே இயங்கிக்கொண்டிருக்கின்றனவாதலின், அவற்றிலே எவ்வித **மி.இ.வி.** உந் தூண்டப்பெருது.

சுருளைச்சுற்றிய மின்னேட்டத்தைக் கருதுமளவில் AD இலும் BC இலு முள்ள **மி.இ.வி.** கள் ஒன்றையொன்று எதிர்த்து நடுநிலையடைகின்றன. **ஆகவே, ஒருசீரான காந்தமண்டலமொன்றின் குறுக்கே சுருளொன்று இயங் கும்போது, சுருளைச்சுற்றிக் தாக்குகின்ற முழு மி.இ.வி. உம் பூச்சியமாகும்** என நாம் முடிவுசெய்யலாம்.

§ 669. ஒரு சீரற்ற காந்தமண்டலமொன்றின் குறுக்கே இயங்குஞ் சுரு ளொன்றிற்றூண்டப்படும் மி.இ.வி.—சுருள் ABCD ஆனது காந்தமண்ட லத்தின் வலுக்கூடிய பாகத்திலிருந்து வலுக்குறைந்த பாகத்துக்கு இயங்கு மாயின், ஒரே நேரத்திலே இரண்டு பக்கங்களிலுலும் வெட்டப்படும் விசைக் கோடுகளினதொகை சமமாயிருக்கமாட்டாது (உருவம் 519). A இற்கும் D இற்குமிடையேயுள்ள புள்ளிகளிலே மண்டலச்செறிவு H_1 ஆகும். ஆகவே t செக்கனிலே தூரம் x இனூடாகச் சுருளானது இயங்குமாயின், AD இற் றூண்டப்பட்ட **மி.இ.வி.** ஆனது E_1 இற்குச் சமமாகும். இது

$$E_1 = \frac{H_1 lx}{t}$$

அல்லது, $$E_1 = \frac{N_1}{t} \text{ என்பதனுற் கொடுக்கப்படும்.}$$

இங்கு $$N_1 = H_1 lx.$$

BC இலே தூண்டப்பட்ட **மி.இ.வி.** ஆனது E_2 இற்குச் சமமாகும். இங்கு,

$$E_2 = \frac{H_2 lx}{t} = \frac{N_2}{t}.$$

இப்போது, விசைக்கோடுகள் செக்கனென்றிலே N_1/t வீதத்தில் AD இன்குறுக்கே **வெளிநோக்கிச்** செல்லுகின்றன. ஆனால், BC இன்குறுக்கே இக்கோடுகள் செக்கனென்றிலே N_2/t **வீதத்தில் உள்நோக்கிச்** செல்லுகின்றன. எனவே,

$$\textbf{சுற்றினூடு பாயமாற்ற வீதம்} = \frac{N_1 - N_2}{t} \text{ எனப் பெறுகின்றோம்.}$$

இவ்விரு **மி.இ.வி.** களும் மின்சுற்றோட்டத்தைப் பொறுத்தளவில் எதிர்க்கப்படுகின்றனவாதலின் சுருளைச் சுற்றித் தாக்குகின்ற **தேறிய மி.இ.வி.** $E_1 - E_2$ இற்குச் சமமாகும்.

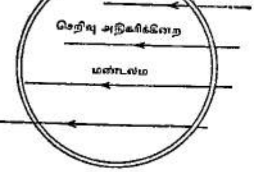
ஆனால் $E_1 - E_2 = \dfrac{N_1 - N_2}{t}$ இற்குச் சமமாகும்.

ஆகவே, **சுருளைச்சுற்றித் தாக்குகின்ற தேறிய மி. இ. வி. ஆனது சுருளினூடு காந்தப்பாய வீதத்திற்குச் சமமாகும்.**

§ 670. மாறுகின்ற காந்தமண்டலமொன்றிலே நிலையான சுருளொன்றிற்றூண்டப்படும் மி.இ.வி.—பரப்பு A ஐயுடைய சுருளொன்றிற்குச் செங்குத்தான மண்டலத்தின் செறிவானது H_1 இலிருந்து H_2 இற்கு அதிகரிக்கப்படுமாயின் (உருவம் 520) சுருளினூடுசெல்லும் பாயமானது N கோட்டலகுகளினால் அதிகரிக்கப்படும். இது,

$$N = A(H_2 - H_1)$$

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும்.



உருவம் 520.—சுருளினூடு காந்தப்பாயத்தை அதிகரிப்பதனாற் றூண்டப்படும் மி.இ.வி.

சுருளின எந்த மூலகத்திலுந் தூண்டப்படும் **மி.இ.வி.** ஆனது இந்த மூலகத்தின் குறுக்கே உள்நோக்கிச் செல்லும் விசைக்கோடுகளின் பயனாதாம். இந்த **மி.இ.வி.** ஆனது நிலையான விசைக் கோடுகளின் ஒத்த தொகையின் குறுக்கே மூலகத்தின் **வெளிநோக்கிய** இயக்கத்தினாலுண்டாக்கப்படும் **மி.இ.வி.** இற்குச் சமமாகும். எனவே, சுருளிற்றூண்டப்பட்ட **மி.இ.வி.** ஆனது,

$$E = \frac{N}{t}$$

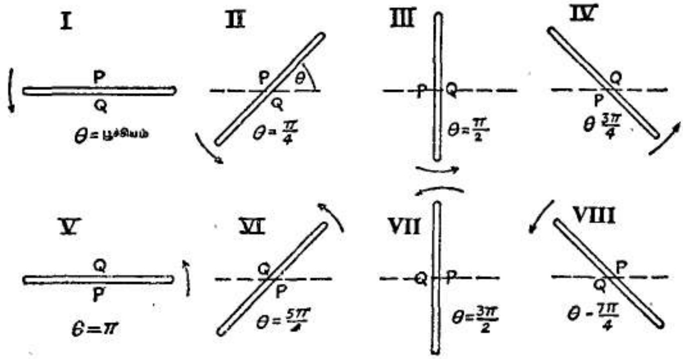
என்பதனாற் கொடுக்கப்படும். இங்கு t என்பது மண்டலம் அதிகரித்துக் கொண்டிருக்குங் காலமாகும்.

தூண்டப்பட்ட **மி.இ.வி.** இன் திசையானது, சுருளின் ஒவ்வொரு மூலகமும் நிலையான மண்டலத்தின் குறுக்கே **வெளிநோக்கி** இயங்குவதாகக் கற்பனைசெய்துகொண்டு **பிளெமிங்கின்** வலக்கைவிதியைப் பிரயோகித்துக் காணப்படலாம். தூண்டலோட்டமானது காந்தப்பாயமாற்றத்தை எதிர்க்குந் திசையிலே பாய்வதாக உருவத்திலிருந்து காணப்படும்.

§ 671. ஒரு சீரான மண்டலமொன்றிலே சுழன்றுகொண்டிருக்கும் ஒரு சுருளிற்றூண்டப்படும் மி.இ.வி.—முகபபரப்பு A ஐயுடைய சுருளொன்று செறிவு H ஐயுடைய மணடலமொன்றிலே மாறாக் கோணவேகத்துடன் சுழனறுகொண்டிருக்கின்றதெனக் கொள்க. சுருளினூடு செல்லுங் காந்தப்பாயம் நிலைக்குநிலைமாறும். **எந்த நிலையிலும் காந்தப்பாயமாற்ற வீதத்தைத் தீர்மானித்து அந்த நிலையிலே சுருளிற்றூண்டப்பட்டுள்ள மி.இ.வி. ஐத் தீர்மானிக்கலாம்.**

அடுத்துள வரிப்படங்களிலே (உருவம் 521), சுருளானது மாதிரியுருவத்திற் காட்டப்பட்டுள்ளது. காந்த மண்டலமானது பக்கத்தின் முடியிலிருந்து அடிக்குக் கீழ் நோக்கித் தாக்குவதாகக் கருதப்படும்.

I ஆவது நிலையிலே சுருளினூடு செல்லும் காந்தப்பாயமானது அதனுயர்வுப் பெறுமானத்திலுள்ளது. இந்த நிலையிலிருந்து சிறிய கோணத்திலியங்கும்போது சுற்றினூடு செல்லும் பாயம் மாறாதிருக்கும். ஆகவே I ஆவது நிலையிலே **மி.இ.வி.** ஆனது பூச்சியமாயிருக்கும்.



உருவம் 521.—காந்தமண்டலமொன்றிலே சுழன்றுகொண்டிருக்குஞ் சுருளொன்றிற்றூண்டப்பட்டுள்ள மி.இ.வி.

II ஆவது நிலையிலே சுருளினூடு செல்லுங் காந்தப்பாயமானது குறைந்துகொண்டிருக்கும். எனவே, சுருளானது இந்த நிலையைக் கடக்கும்போது அச்சுருளிற்றூண்டல் **மி இ வி.** யொனறிருக்கும். வசதிக்காக, இந்த **மி இ வி.** ஆனது சுருளைச்சுற்றி நோததிசையிற்றுக்குகினறதெனக் கருதுவோமாக. எனவே, நேர் **மி இ.வி.** யொன்று முகம் P இலிருந்து Q இற்குச் சுருளினூடாகப் பாயுங் குறைந்து கொண்டிருக்கும் பாயமொனறிேனாடு ஒத்ததாகும்.

III ஆவது நிலையிலே சுருளின் பக்கங்கள் மண்டலத்தின் குறுக்கே நேராகச் செல்லுகின்றன எனவே, பக்கங்களிரண்டிலுந் தூண்டப்படும் **மி.இ.வி.** அதனுயர்வுப பெறுமானத்தைக் கொண்டதாயிருக்கும. சுருளினூடு செல

லும் பாயத்தின் சார்பாக இதனைப் பின்வருமாறு கூறலாம் : சுருளானது III ஆவது நிலையையடைவதற்குச் **சரிமுன்பு** முகம் P இலிருந்து Q இற்குச் சுருளினூடாகக் கோடுகள் செல்கின்றன. இந்தத் திசையிலுள்ள பாயமானது அதனுயர்வு வீதத்திற் குறைந்துகொண்டு போகின்றது. சுருளானது இந்த நிலையைக் கடந்த**வுடன்** சுருளினூடாக முகம் Q இலிருந்து P இற்குப் பாயமானது பாய்ந்து அதனுயர்வு வீதத்திலே அதிகரித்துக்கொண்டிருக்கின்றது. இப்போது Q இலிருந்து P இற்குப் பாயத்தின் அதிகரிப்பானது, P இலிருந்து Q இற்குப் பாயத்தின் குறைவினேடொத்ததாகும். எனவே, சுருளானது III ஆவது நிலையினூடு கடந்து செல்லும்போது, முகம் P இலிருந்து Q இற்கு அதனூடு செல்லும் பாயம் **தொடர்ந்து** அதன் உயர்வு வீதத்திற் குறைந்து கொண்டு போகின்றது. எனவே, III ஆவது நிலையைக் கடக்கும்போது சுருளிற்றூண்டப்படும் **மி இ.வி.** ஆனது அதன் உயர்வான நேர்ப்பெறுமானத்தைக் கொண்டதாகும்.

III ஆவது நிலையிலிருந்து V ஆவது நிலைக்கு இயங்கும்போது முகம் Q இலிருந்து P இற்குச் சுருளினூடாகச் செல்லும் பாயம் தொடர்ந்து அதிகரிக்கின்றது. முகம் P இலிருந்து Q இற்குப் பாயத்தின் தொடர்ந்த குறைவொன்றிற்கு இது சமமாகும். எனவே, சுழற்சியின் இந்தப் பாகத்திலே தூண்டப்பட்ட **மி.இ.வி.** ஆனது இன்னும் நேராகவேயிருக்கும். ஆயினும், இதன் பெறுமானம் தொடர்ந்து குறைந்து கொண்டுபோய் V ஆவது நிலையிலே பூச்சியமாகும்.

V ஆவது நிலையிலிருந்து திரும்பவும் I ஆவதினேடொத்த நிலைக்குச் செல்வதாகிய அடுத்த அரைச்சுற்றின்போது, முன்னரே விவரிக்கப்பட்ட வகையிலேயே பாயத்தின் மாற்றங்கள் நிகழுமாயினும் இம்மாற்றங்கள் நேர்மாறாகவே நிகழும். எனவே, இந்த அரைச்சுற்றின்போது, **மி.இ.வி.** ஆனது **எதிர்த்**திசையிலிருக்கும். V ஆவது நிலையிலே இது பூச்சியமாகி VII நிலையிலே அதனுயர்வெதிர்ப் பெறுமானத்தைக் கொண்டிருக்கும்.

I ஆவது நிலையிலிருந்து சுருளானது திரும்பிய கோணத்தை θ குறிக்குமாயின் சுருளினூடு செல்லும் பாயமானது கோசைθ இற்கு விகிதசமமாகும். சுருளானது ஒருசீராய்ச் சுழன்றுகொண்டிருக்குமாயின் **பாயமாற்ற வீதமானது** சைன்θ இனேடு விகிதசமமாயிருக்கும். எனவே, சுருளிலே தூண்டப்பட்டுள்ள **மி.இ.வி.** ஆனது சைன்θ இனேடு விகித சமமாகும். எனவே,

$$E = a \text{ சைன்}\theta$$

எனவெழுதலாம். இங்கு, a என்பது ஒரு மாறிலியாகும்.

H என்பது மண்டலச்செறிவையும், A என்பது சுருள்முகத்தின் பரப்பையும், n எனபது சுருளிலுள்ள சுற்றுக்களின் தொகையையுங் குறிப்பன

வாயின், மாறுக்கோணவேகம் ω இனேடு சுழன்றுகொண்டிருக்கும்போது சுருளிலே தூண்டப்படும் **மி.இ.வி.** ஆனது.

$$E = \omega n HA \text{ சைன் } \theta$$

அல்லது $$E = \omega n HA \text{ சைன் } \omega t$$ என்பதனுற் கொடுக்கப்படும்.

§ 672. **தற்றூண்டல்**—ஒரு மின்சுற்றிலே மினேட்டமொன்று அமைக்கப் படும்போது சுற்றைக்கோத்து விசைக்கோடுகள் உண்டாகின்றன. **ஆகவே, மின்னேட்டமானது நிலைநாட்டப்படும்போது சுற்றினூடாகச் செல்லுங் காந்தப் பாயமானது தொடர்ந்து மாறிக்கொண்டிருக்கும்.**

இப்போது சுற்றினூடுசெல்லுங் காந்தப்பாயத்திலுள்ள எவ்வித மாற்ற மும் சுற்றிலே தூண்டல் **மி.இ.வி.** யொன்றை அமைக்கும். இதன்பயனுன எந்த மின்னேட்டமும் காநதப்பாயத்தின் மாற்றத்தை எதிர்க்கக்கூடிய திசையில் இந்த **மி.இ.வி.** ஆனது தாக்கும்.

ஆகவே, மின்னேட்டமொன்றை ஆளிதிருப்பியோடச் செய்யும்போது மின்னேட்டத்தின் வளர்ச்சியானது சுற்றிலே அமைக்கப்பட்ட தூண்டல் மி.இ.வி. இனுற்றடைப்படும்.

சுற்றொன்றிலுள்ள மின்னேட்டமானது குறைக்கப்படும்போது காந்தப் பாயத்தின் விளைவான குறைவானது மின்னேட்டத்தை முந்திய பெறுமான னத்தில் வைத்திருக்க முயலும் மி.இ.வி. யொன்றைத் தூண்டச் செய் கின்றது. முந்திய மின்னேட்டம் பாயுந்திசையிலே சுற்றைச்சுற்றி மின்னின் "கிளம்பலொன்றை" இது பாயச்செய்யும். சில சமயங்களில் இக்கிளம் பலானது "மேலதிக மின்னேட்டம்" எனக் குறிப்பிடப்படும்.

மின்னேட்டமானது மீண்டும் உறுதியான பெறுமானத்தை அடைந்ததும், சுற்றிலுள்ள தூண்டல் **மி.இ.வி.** ஆனது பூச்சியமாகின்றது.

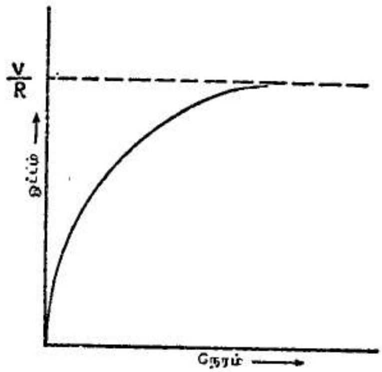
இப்போது விவரிக்கப்பட்டுள்ள விளைவுகள் **சுற்றின் தற்றூண்டல்** என்ப தன் பயனுனவையாம்.

சுற்றிற்கு **அ.வி.** யொன்று பிரயோகிக்கப்படும்போது தற்றூண்டலானது மின்னேட்ட வளர்ச்சியைத் தடைசெய்யும் வகையை 522 ஆம் உருவங் காட்டுகின்றது. சுற்றின் தடையானது R எனவும் பிரயோகிக்கப்பட்ட **அ.வி.** ஆனது V எனவுங் கொள்ளப்பட்டால், மின்னேட்டமானது அதன் கடைசிப் பெறுமானமாகிய V/R ஐ அடைவதற்கு அதிக நேரமெடுக்கும்.

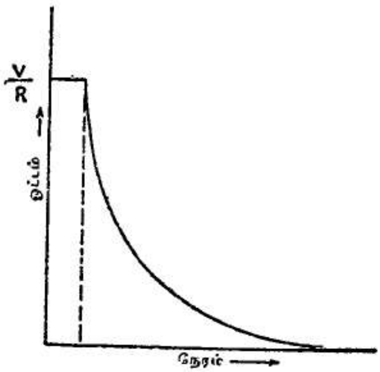
சுற்றின் முனைகள் இணைக்கப்பட்டுள்ளபடியே இருக்கும்படி **அ.வி.** ஆனது நிறுத்தப்பட்டால் மின்னேட்டமானது 325 ஆம் உருவத்திற் காட்டியபடி குறையும். **அ.வி.** ஆனது நிறுத்தப்பட்டபின்பும் சிறிது நேரத்திற்கு மட்டும் அது பாயும்.

தூண்டற்சுற்றொன்று அச்சுற்றிலுள்ள ஆளிதிருப்பி நிறுத்தப்படும் பொழுது இச்சுற்றைச்சுற்றி மின்னின் கிளம்பலொன்று பாய்ந்து, ஒப்பிடத் தகுந்த முறையில் உயர்வுநேரமுத்தத்திற்கும் எதிரமுத்தத்திற்கும் ஆளி

யின் இரு பக்கங்களுக்கும் மின்னேற்றும். அப்போது ஆளிவெளியின் குறுக்கேயுள்ள **அ.வி.** ஆனது வெளியின் ஒரு பக்கத்திலிருந்து மற்றப் பக்கத்துக்கு மின்பொறியொன்றைச் செலுத்துமாறு, போதியவளவுக்கு உயர்வாயிருக்கும். வெளியின்குறுக்கே "மின்பொறியிற்" கொண்டுசெல்லப்படும் மின்னோட்டமானது சுற்றினூடு தொடக்கத்தில் மின்னோட்டம் பாய்ந்த திசையிலேயே பாயும். எனவே, ஆளிதிருப்பி நிற்பாட்டிய பின்பும் சிறிது காலத்திற்கு மின்னோட்டம் ஓடிக்கொண்டேயிருக்கும்.



உருவம் 522.—தற்றுண்டலிலுள்ள சுற்றொன்றிற்கு அ.வி. யொன்று பிரயோகிக்கப்படும்போது மின்னோட்டக்கால வளைகோடு.



உருவம் 523.—பிரயோகிக்கப்பட்ட அ.வி. ஆனது நிறுத்தப்பட்டபின் மூடிய சுற்றொன்றிலே மின்னோட்டக்கால வளைகோடு.

தூண்டற்சுற்றொன்றை ஆளிதிருப்பி நிற்பாட்டும்போது ஆளியின்குறுக்கே பொறியுண்டாவதைத் தடுப்பதற்காக, ஆளியானது கூடியவளவு அகன்றதாயும் மிகச் சடுதியில் நிற்பாட்டப்படக்கூடியதாயும் அமைந்திருத்தல் வேண்டும். சில சந்தர்ப்பங்களிலே பொறிமுறைச் சங்கடங்களின் பயனாகப் போதியவளவுக்கு விரைவாயத் தொழிற்படக்கூடிய ஆளியொன்றை அமைக்க முடியாதிருத்தல்கூடும். இவ்வகையான சந்தர்ப்பங்களிலே ஆளியானது கூடியவளவுக்கு விரைவாகத் தொழிற்படக்கூடியதாய்ச் செய்யப்பட்டு ஆளியின் பக்கங்களிரண்டினுங்குறுக்கே பெரிய கொள்ளளவையுடைய ஒடுக்கியொன்று இணைக்கப்படும்.

இவ்வகையான ஒழுங்கொன்றைக்கொண்டு சுற்றைச்சுற்றிக் கிளம்புகின்ற மேலதிக மின்னோட்டமானது ஒடுக்கிக்கும் ஆளியினிரு பக்கங்களுக்கும் மின்னேற்றத்தைக் கொடுக்கும்படிசெய்யப்படும். ஆளியினிரு பக்கங்களுக்கு மிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசமானது ஆளிவெளியின்குறுக்கே பொறியொன்றைச் செலுத்தக்கூடியவளவுக்கு உயராவிடாது தடுக்கப்படுமாதலின், பொறியுண்டாதல் ஏறத்தாழ முற்றாக இவ்வாறு தடுக்கப்படலாம்.

§ 673. **தற்றூண்டலின் வரைவிலக்கணங்கள்**—ஒரு சுற்றினதும் அல்லது ஒரு சுற்றினது எந்தப் பாகத்தினதும் தற்றூண்டலானது பின்வருமாறு வரையறுக்கப்படலாம்.

பண்பறிதற்குரிய வரைவிலக்கணம்—எந்தச் சுற்றும் அல்லது சுற்றினொருபாகமும் தற்றூண்டல் எனப்படும் ஓரியல்பைக் கொண்டுள்ளது. இதன்பயனாகச் சுற்றினூடு பாய்கின்ற மின்னோட்டவளவில் எவ்வித மாற்றமும், மின்னோட்டப் பெறுமானத்தின் மாற்றத்தை எதிர்க்கும் மி.இ.வி. யொன்றை அச்சுற்றிலே தூண்டச்செய்கின்றது.

அளவறிதற்குரிய வரைவிலக்கணங்கள்—(1) சுற்றொன்றின் எந்தப் பாகத்திலுமுள்ள தற்றூண்டலானது அச்சுற்றிலே மின்னோட்டவலகொன்று பாயும்போது சுற்றின் அப்பாகத்திலே காந்தவிசைக்கோடுகளினாற் கோக்கப் படுங் கோடுகளின் தொகையாகும்.

(2) சுற்றொன்றின் எந்தப் பாகத்திலுமுள்ள தற்றூண்டலானது, சுற்றினூடு பாயும் மின்னோட்டமானது செக்கனொன்றிற்கு மின்னோட்டவலகொன்றின்வீதம் அதிகரித்துக்கொண்டேனுங் குறைந்துகொண்டேனும் இருக்கும்போது, சுற்றின் அப்பாகத்திற்றூண்டப்படும் மி.இ.வி. இற்குச் சமமாகும்.

இவ்விரு வரைவிலக்கணங்களும், தற்றூண்டலானது மின்னோட்டத்தினோடு மாறாத எல்லாச் சந்தர்ப்பங்களிலும், ஒன்றுக்கொன்று சாசமமாயுள்ளன. தற்றூண்டலை இவை **ச.கி.செ. அலகுகளிற்** *கொடுக்கின்றன. குறிப்பிட்ட மின்னோட்டவலகானது* **ச.கி.செ.** *மின்னோட்டவலகாகும்.* **மி.இ.வி.** *உம்* **ச.கி.செ.** *அலகுகளிலேயே குறிக்கப்பட்டுள்ளன.*

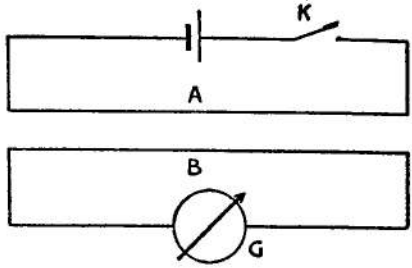
செய்முறையலகுகளிலே தற்றூண்டல்—சுற்றொன்றின் எந்தப் பாகத்திலுமுள்ள தற்றூண்டலானது, அச்சுற்றினூடுபாயும் மின்னோட்டம் செக்கனொன்றிற்கு ஒரு அம்பியர் வீதம் மாறிக்கொண்டிருக்கும்போது, உவோற்றிலே சுற்றின் அப்பாகத்திற்றூண்டப்பட்டுள்ள மி.இ.வி. இற்குச் சமமாகும்.

தற்றூண்டலின் செய்முறையலகானது ஒரு என்றி *எனப்படும். தற்றூண்டலின்* **10^9 ச.கி.செ. அலகுகளுக்கு** *இது சமமாகும்.*

சிறப்பான எந்தச் சுருளினதுந் தற்றூண்டலின் அளவானது, காந்தமாக்கப்படக்கூடிய திரவியங்களுக்கப்பால் அச்சுருள் இருக்குமாயின், அதன் வரையறையான மாறுவோரியல்பாகும். **சுருளின் தற்றூண்டுதிறனென இது** *பெரும்பாலும் வழங்கப்படும்.*

§ 674. **ஒன்றையொன்று தூண்டல்.**—*மின்கலவடுக்கொன்றைக்கொண்டு மின்னோட்டமொன்று செலுத்தப்படக்கூடிய கம்பி* A *இற்குச் சமாந்தரமாக ஒத்த கம்பி* B *ஆனது வைக்கப்படுமாயின்,* A *இலே மின்னோட்ட*

மொன்றைத் தொடக்குதற்காகச் சாவி K ஆனது அழுத்தப்படும்போது B இலே மி.இ.வி. ஒன்று தூண்டப்படும் (உருவம் 524). உருவத்திற் காட்டியபடி B இன் முனைகளுக்குக் குறுக்கே இணைக்கப்பட்டுள்ள கல்வனோமானியொன்றைக் கொண்டு இந்த மி.இ.வி. ஆனது கண்டு பிடிக்கப்படலாம். A இலே மின்னோட்டந் தொடக்கப்பட்டவுடன் இக் கல்வனோமானியிற் றிரும்பலுண்டாகும்.



உருவம் 524.—சமாந்தரக கமபிகளிரணடு ஒன்றையொன்று தூணடுவதைக்காட்டும் எளியபரிசோதனை.

தூண்டப்பட்ட இம்மின்னோட்டத்தின் காலவெல்லை மிகக் குறுகியதாகும். அதாவது A இலுள்ள மின்னோட்டமானது உறுதியான பெறுமானத்தையடைய எடுக்கும் நேரம் மட்டுமே இந்த மி.இ.வி. ஆனது நிலைத்திருககும். உதாரணமாக, சாவி K ஆனது அழுத்தப்பட்டபடியே வைக்கப்படுமாயின், K ஆனது முதலில் மூடப்பட்டபோது அவதானிக்கப்பட்ட திரும்பலின்பின்பு கல்வனோமானியானது அதன் பூச்சியநிலைக்குத் திரும்பிவிடும்.

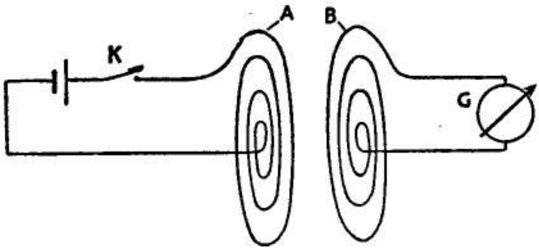
B இலே தூண்டப்பட்ட மி.இ.வி. இன் திசையானது **பிளெமிங்கின்** வலக்கைவிதியிலிருந்து பெறப்படலாம். A ஐச்சூழவுள்ள காந்த விசைக் கோடுகள் கம்பியிலே தொடங்கி விரிந்துகொண்டிருக்கும் வட்டங்களினொரு தொடராய் B இன்குறுக்கே வெளிப்புறமாகச் செல்வனவாகக் கருதப்படும். சாவி K ஆனது அழுத்தப்படும்போது B இலே தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டமானது A இலே தொடக்கப்பட்ட மின்னோட்டத்தின் திசைக்கு எதிரத்திசையிற் பாயுமெனக் காணப்படும். K மூடப்பட்டவுடன் அவதானிக்கப்பட்ட திசையிலே திரும்பலொன்றை உண்டாக்கக் கல்வனோமானியினூடாக எந்தத் திசையில் மின்னோட்டமொன்று பாயவேண்டுமென்பதைப் பரிசோதித்து இதனைச் சரிபார்க்கலாம்.

K ஆனது அழுத்தப்பட்டபடியேயிருக்கக் கல்வனோமானியானது அதன் பூச்சியநிலைக்குத் திரும்பவும் வரும்போது, சாவி K ஐயிளக்கி A இனூடாக சுற்றுனது பிரிக்கப்படலாம். இப்போது திரும்பவுங் கல்வனோமானியானது திரும்பலைக் காட்டும். ஆனால், சாவியானது அழுத்தப்பட்ட கணத்தில் அவதானிக்கப்பட்ட திசைக்கு எதிர்த்திசையில் இத்திரும்பல் இருக்கும்.

இவ்வாறுகத் திரும்பவும் B இலே மி.இ.வி. ஒன்று தூண்டப்பட்டுள்ளது. ஆனால், இப்போது B இலே தூண்டப்பட்ட மின்னோட்டமானது சுற்றுபிரிக்கப்படுமுன்பு A இனூடாகப் பாய்ந்த மின்னோட்டத்திற்கு எதிர்த் திசையிற் பாயும்.

இவ்விளைவுகள், A, B கம்பிகளிரண்டிற்குமிடையே **ஒன்றையொன்று தூண்டலின்** பயனைவையாம்.

A இலே மின்னோட்டமொன்று தொடக்கப்பட்டு அல்லது நிறுத்தப்பட்டுள்ளதன் பயனாக B இலுண்டாகும் விளைவானது, கம்பிகளிரண்டையுஞ் சுருள்களாகச் சுற்றுவதைக்கொண்டு அதிகரிக்கப்படலாம் (உருவம் 525). இச்சுருள்களிரண்டும் ஒரேயச்சையுடையனவாய் ஏற்றப்பட்டுள்ளபோது, முன்



உருவம் 525.—தட்டையான சுருளிகளிரண்டிற்கிடையே ஒன்றையொன்று தூண்டல்.

னரே விவரிக்கப்பட்டனவோடொத்த விளைவுகளே அவதானிக்கப்படும். ஆனால், மின்னோட்டத்தை "ஆக்கும்"போதும் "நிறுத்தும்போதும்" கல்வனோமானித் திரும்பல்கள் பெரிதாயிருக்கும். A இன் விட்டத்திலும் பார்க்கப் பெரிதான விட்டத்தையுடையதாய்ச் சுற்றப்பட்ட சுருள் B இனுள்ளே சுருள் A செல்லுமாறு அதனைச் சுற்றி இவ்விளைவை இன்னும் அதிகரிக்கச்செய்யலாம்.

A இனூடுபாயும் மின்னோட்டம் **அதிகரிக்கப்படும்**போது A இலே தொடக்கப்பட்ட மின்னோட்டத்தினெற்றூண்டப்படும் **மி.இ.வி.** இன் திசையிலேயே B இலும் **மி.இ.வி.** ஒன்று தூண்டப்படுமெனபதை இங்கு குறிப்பிடல் வேண்டும். A இனூடு பாயும் மின்னோட்டத்தைக் **குறைத்துக்கொண்டிருக்கும்போது,** A இனூடு செல்லும் மினனோட்டம் **நிறுத்தப்பட்டவுடன்** உண்டாக்கப்பட்ட **மி.இ.வி.** இன் திசையிலேயே, B இலும் **மி.இ.வி.** ஒன்று தூண்டப்பெறும்.

A இலுள்ள மின்னோட்டமானது அதிகரித்துக்கொண்டேனுங் குறைந்துகொன்டேனும் இருந்தாலன்றி B இலே எவ்வித மின்னோட்டமுந் தூண்டப்பெறுது எனபதை அவதானித்துக கொள்ளல் **வேண்டும். A இனூடு உறுதியான மின்னோட்டமொன்று பாயும்போது B இலே எவ்வித மி.இ.வி. உந் தூண்டப்பெறுது.**

§675. **ஒன்றையொன்று தூண்டலின் வரைவிலக்கணங்கள்.**—சுற்றுக்களிரண்டின் அலலது அவற்றின் பாகங்களின ஒன்றையொனறு தூண்டலானது பின்வருமாறு வரையறுக்கப்படலாம.

பண்பறிதற்குரிய வரைவிலக்கணம்—ஒன்றுக்கொன்று அடுத்துள சுற்றுகளிரண்டு, அவற்றின் ஒன்றையொன்று தூண்டல் எனப்படும் இயல்பைக் கொண்டுள்ளன. இவ்வியல்பின்பயனாக, எந்தச் சுற்றிலாவது பாயும் மின்

னேட்டமானது அளவில் மாற்றப்படும்போது மற்றச்சுற்றிலே மி.இ.வி. ஒன்று தூண்டப்படும்.

அளவறிதற்குரிய வரைவிலக்கணங்கள்—(1) சுற்றுக்களிரண்டின் ஒன்றையொன்று தூண்டலானது, ஒரு சுற்றினூடு மின்னேட்டவலகொன்று பாயும் போது, காந்தவிசைக்கோடுகளினுல் மற்றச்சுற்ருனது கோக்கப்படுங் கோடுகளின் தொகையாகும்.

(2) சுற்றுக்களிரண்டின் ஒன்றையொன்று தூண்டலானது, ஒரு சுற்றினூடு பாயும் மின்னேட்டம் செக்கனென்றிலே மின்னேட்டத்தின் ஓரலகு வீதம் மாறிக்கொண்டிருக்கும்போது, மற்றச்சுற்றிலே தூண்டப்படும் மி.இ.வி. இற்குச் சமமாகும்.

ஒன்றையொன்று தூண்டலானது மின்னேட்டத்திறனிலே தங்கியிராத எல்லாச் சந்தர்ப்பங்களிலும், இவ்வரைவிலக்கணங்கள் ஒன்றுக்கொன்று சரிசமமாயுள்ளன. அத்துடன், சுற்றுகளிரண்டினது அல்லது அவற்றின் பாகங்களினது ஒன்றையொன்று தூண்டலை ச.கி.செ. அலகுகளிற் *கொடுக்கின்றன.*

செய்முறையலகுகளிலே ஒன்றையொன்றுதூண்டலின் வரைவிலக்கணம்— சுற்றுக்களிரண்டின் ஒன்றையொன்று தூண்டலானது, ஒரு சுற்றினூடாகப் பாயும் மின்னேட்டமானது செக்கனென்றிலே ஒரு அம்பியர் வீதம் மாறிக் கொண்டிருக்கும்போது மற்றச்சுற்றிலே தூண்டப்படும் மி.இ.வி. இனது உவோற்றளவுக்குச் சமமாகும்.

ஒன்றையொன்று தூண்டலின் அலகுகள் தற்றூண்டலின் அலகுகளேயாமென்பது வெளிப்படை.

சுற்று A *இற் பாய்கின்ற மின்னேட்டம் ஓரலகுவீதம் மாறிக்கொண்டிருக்கும்பொழுது சுற்று* B *இற்றூண்டப்பட்டுள்ள* மி.இ.வி. *ஆனது* B *இலுள்ள மின்னேட்டமானது ஓரலகுவீதம் மாறும்போது* A *இற்றூண்டப்படும்* மி.இ.வி. *இற்குச் சமமாகுமெனக் காட்டலாம். எனவே, சுற்றுக்களிரண்டிற்கிடையேயுள்ள தூண்டற்குணகமானது "முதலோட்டம்" எந்தச் சுற்றினூடாகப் பாயும்போதும் ஒன்ருகவேயிருக்கும். ஆகவே,* **ஒன்றையொன்று** *தூண்டலென இதனை விவரித்தது மிகப் பொருத்தமேயாம்.*

ஒன்றுக்கொன்று சார்பாக நிலைத்தவிடங்களில் ஏற்றப்பட்டுள்ளபோது, சுருள்களிரண்டினுக்கிடையேயுள்ள ஒன்றையொன்று தூண்டலின் அளவானது, எந்தக் காந்தத்திரவியத்திற்குமப்பால் அவை இருப்பனவாயின் சுருள்களின் மாருவோரியல்பாகும். இதனை **ஒன்றையொன்று தூண்டற குணகம்** *எனக் குறியாது* **ஒன்றையொன்று தூண்டுதிறன்** *எனக் குறிப்பது பெரும்பாலும் விரும்பப்படும்.*

§676. **தூண்டற்சுருள் (இருங்கோவின்சுருள்)**—*கம்பிச்சுருளொன்றினூடாகச் செலுத்தப்படுங் குழப்பப்பட்ட மின்னேட்டமொன்று இச்சுருளின்*

வெளியே சுற்றப்பட்டுள்ள இரண்டாவது சுருளொன்றிலே மிகப்பெரிய மி.இ.வி. ஒன்றைத் தூண்டற்குரிய ஆய்கருவியொன்றை, **இருங்கோ** என்பவர் அமைத்தார். **இருங்கோவின்** சுருளொன்றினது அத்தியாவசியமான கூறுகள் 526 ஆம் உருவத்தில் வரிப்படமூலங் குறிக்கப்பட்டுள்ளன. வெவ்வேறு கூறுகளுக்குமிடையேயுள்ள மின்தொடுபுகளையும் இது காட்டுகின்றது.

இருங்கோவின் தூண்டற்சுருளானது பின்வருங் கூறுகளைக் கொண்டதாகும் :

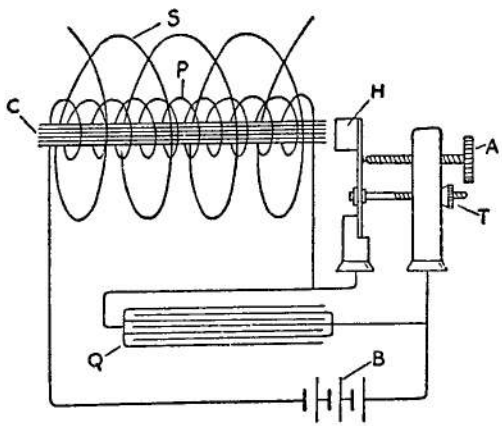
1. "முதற்சுருள்" P ஆனது வற்களைற்று அல்லது வேறு காவலித் திரவியத்தின் குழாயொன்றைச்சுற்றி வரியபபட்டுள்ள தடித்த செப்புக் கம்பியின் சில நூறு சுற்றுக்களைக் கொண்டதாகும்.

2. "துணைச்சுருள்" S ஆனது, முதற்சுருளைச் சூழவுள்ள வற்களைற்றின் இரண்டாவது குழாயொன்றிலே வரியப்பட்டுள்ள மெல்லிய செப்புக்கம்பியின் பலவாயிரஞ் சுற்றுக்களைக் கொண்டதாகும்.

3. காவலி வானிசொன்றினுற் சேர்த்துப் பிடிக்கப்பட்ட மெல்லிரும்புக் கம்பிகளின் கட்டொன்றைக் கொண்ட "அகம்" C ஆகும். இவ்வகமானது முதற்சுருள் சுற்றப்பட்டுள்ள குழாயினுள்ளேயிருக்கும்.

4. முதற்சுருளிலுள்ள மின்னேட்டமானது (செக்கனுக்குப் பலமுறை) குறுகிய காலவிடைகளிலே ஒழுங்காகக் குழப்பப்படக்கூடிய ஒரு குழப்பியாகும. இக்குழப்பியானது முதற்சுருளோடு தொடர்நிலையில் இணைகக்ப் பட்டுள்ளது.

5. குழப்பியின்குறுக்கே இணைக்கப்பட்டுள்ள மிகுந்த கொள்ளளவையுடைய ஒடுக்கி Q ஆகும்.



உருவம் 526.—இருங்கோவின் தூண்டற்சுருள் (வரிப்படம்).

உருவத்திற் காட்டப்பட்டுள்ள குழபபியானது சம்மட்டி யுடைவு வகையினதாகும். முதலோட்டமானது "தொடுகைத்திருகாணி" A இலிருந்து

மெல்லிரும்பாமேச்சர் H ஐத்தாங்கும் வில்லுக்குப் பாய்தல் வேண்டும். முதற்சுருளினூடாக மின்னோட்டம் பாயும்போது, மெல்லிரும்புத்தலை H ஆனது முன்னோக்கி இயங்கும். இது தொடுகைத்திருகாணியிலிருந்து வில்லை இழுத்துச் சுற்றைப் பிரிக்கின்றது. இவ்வாறு மின்னோட்டமானது குழப்பப்பட்டவுடன் மெல்லிரும்பகம் அதன் காந்தவியல்பிற் பெரும் பகுதியை இழந்துவிடுகின்றது. ஆகவே, தலை H ஆனது திரும்பவுங் கொண்டுவரப்பட்டு, வில்லானது திருகாணி A ஐத்தொடச் சுற்றுத் திரும்பவும் ஆக்கப்படும். இவ்வகையாக மின்னோட்டமானது தொடர்ச்சியாய்க் குழப்பப்பட்டுக்கொண்டிருக்கும். செக்கனொன்றிற்குரிய குழப்பங்களின்தொகை, தலை H இன் அதிர்வெண்ணிலே தங்கியுள்ளது. இழுவிசைத் திருகாணி T ஐ இறுக்கியோ "இளக்கியோ" இதனை அதிகரிக்கவேனுங் குறைக்கவேனுஞ் செய்யலாம்.

ஒடுக்கி Q ஆனது வழக்கமாகச் சமாந்தரத்தட்டு வகையினதாயிருக்கும். தட்டுக்களின ஒரு கூட்டம் ஆமேச்சர்வில்லைத் தாங்குகின்ற உலோகக் குற்றியினோடிணைக்கப்பட்டிருக்கும். மற்றக்கூட்டம் தொடுகைத் திருகாணி A ஐத்தாங்கும் தூணினோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

இவ்வகையாக, ஆய்கருவியானது ஒன்றையொன்று தூண்டுதிறன் மிகப் பெரிதாயுள்ள P, S என்னும் சுருள்களிரண்டைக் கொண்டிருக்கும். சுருள் P இனூடாகச் செலுத்தப்படுங் குழப்பிய மின்னோட்டமானது "ஆக்கப்படும்போதும்" "நிறுத்தப்படும்போதும்" துணைச்சுருளினூடான பாயத்தை மாற்றும். துணைச்சுருளிற்றூண்டப்பட்டுள்ள **மி.இ.வி.** ஆனது இச்சுருளினூடான பாயமாற்றவீதத்திலே தங்கியிருக்கும். இது, முதற் சுருளிலுள்ள மின்னோட்டமானது மாற்றப்படக்கூடிய வீதத்திலே தங்கியுள்ளது.

"ஆக்கப்படும்போது," முதலோட்டமும் துணை மி.இ.வி. உம்—முதற் சுருளின தற்றூண்டலானது 522 ஆம் உருவத்திற் காட்டியுள்ளபடி (பக்கம் 292) "ஆக்கப்படும்போது" மின்னோட்டத்தை அதிகரிக்கச் செய்யும்.

துணைச்சுருளின் முனைகளின்குறுக்கே பெரிதான **அ.வி.** ஒன்றைப் பிரயோகித்து மின்னோட்டத்தின் அதிகரிப்புவீதம் அதிகரிக்கப்படலாம். ஆனால், இந்த **அ.வி.** இன் குறிததவொரு பெறுமானத்திற்கு முதலோட்டம் மாறுகின்ற வீதவெல்லையொன்றுண்டு. "ஆக்கத்தின்போது" துணைச்சுருளிற்றூண்டப்படும் **மி.இ.வி.** இற்கும் ஓரெல்லையுண்டு.

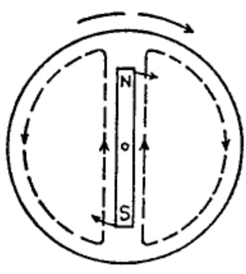
முதலோட்டமும் "நிறுத்தப்படும்போதுள்ள" துணை மி.இ.வி. உம்—மின்னோட்டம் நிறுத்தப்படும்போது துணைச்சுருளினூடாகக் கிளம்பும் "மேலதிக மின்னோட்டத்தை" உறிஞ்சித் தொடுகைபிரிகருவியினூடாக (பந்தி 672) மின்பொறியுண்டாவதைக் குறைப்பதே ஒடுக்கி Q இன் தொழிலாகும். தொடுகைபிரி கருவியைத் திடீரெனத் திறக்கச்செய்தும் பொறியுண்டாதல் குறைக்கப்படலாம். நன்றாகச் செப்பஞ் செய்யப்பட்ட குழப்பியொன்றி

ஞேடும் அதன்குறுக்கே இணைக்கப்பட்டுள்ள பொருத்தமாக விகிதமாக்கப் பட்ட ஒடுக்கியொன்றிஞேடும் ஏறத்தாழ முற்ருகப் பொறியுண்டாதலைத் தடுக்கமுடியும். அப்போது ஒவ்வொரு குழப்பத்தின்போதும் முதலோட்ட மானது மிக விரைவாகப் பூச்சியத்திற்குக் குறையும்.

" நிறுத்தப்படும்போது " முதலோட்டத்தின் விரைவான வீழ்ச்சியானது " ஆக்கத்தின்போது " பெறப்பட்டதிலும்பார்க்க எத்தனையோமடங்கு பெரி தான துணை **மி.இ.வி.** ஐ " நிறுத்தப்படும்போது " உண்டாக்குகின்றது. எனவே, எவ்வித மின்னேட்டமும் ஊடாகச் செலுத்தப்படுமுன் **இழிவு அ.வி.** ஒன்று தேவைப்படும் ஆய்கருவியொன்றிஞேடு துணைச்சுருளின் முனைவுகள் இணைக்கப்பட்டுள்ளனவாயின், " ஆக்கத்தின்போதுள்ள " துணை **மி.இ.வி.** ஆனது இந்த இழிவு **அ.வி.** இலுட்பார்க்கக் குறைவாயிருக்கு மாறு ஒழுங்குசெய்து மின்னிறக்கத்தை **ஒரேதிசையையுடையதாகச்** செய்ய லாம். ஆயின், ஆய்கருவியினூடாக " நிறுத்தப்படும் "போது மின்னேட்டஞ் செல்லுமேயன்றி " ஆக்கத்தின்போது " செல்லாது.

துணைச்சுருளிலிருந்து வரும் ஒரேதிசையான மின்னிறக்கத்தின் திசை யானது, முதற்சுருளிலுள்ள மின்னேட்டத்தை நேர்மாருக்கி, நேர்மாருக்கப் படலாம். இதனை வசதியாய்ச் செய்வதற்காக நான்குமுனைத் திசைமாற்றி யொன்று முதற்சுருளோடிணைக்கப்பட்டிருப்பது வழக்கம். " நிறுத்தப் படும் "போதையத் துணை மின்னேட்டமானது **முதலோட்டத்தின் திசையி லேயே** சுருளைச்சுற்றிப் பாயும்.

§ 677. சுழிப்போட்டங்கள்—உலோகத்திணிவொன்றினூடான காந்தப்பாய மானது மாற்றப்படுமாயின், நீர்ச் " சுழிப்பொன்றின் " இயக்கத்தைப் போலவே உலோகத்தினூடாக தூண்டலோட்டங்கள் பாய்ச்சப்படும். இவ் வோட்டங்கள் **சுழிப்போட்டங்கள்** எனப்படும். உலோகக்குற்றியொன்றின் தடை பொரும்பாலும் மிகச் சிறிதாயிருக்குமாதலின், ஒத்த சிறிய **மி.இ.வி.** ஆனது மிகுந்த அளவுள்ள சுழிப்போட்டங்களை உண்டாக்கக்கூடும். சுழிப்போட்டங்களிருப்பதைப் பல வழிகளிற் காட்டலாம். இவற்றுட் சிறிய தெரி வொன்று கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



உருவம் 527.—அரகோ வின்றட்டு.

அரகோவின்றட்டு—செம்பின் கிடையான தட் டொன்றின் மையத்தின்மேலே காந்தமொன்று தொங்கவிடப்பட்டபின், நிலைக்குத்தான அச்சொன் றைக்கொண்டு தட்டானது விரைவாகச் சுழற்றப் படுமாயின், காந்தமானது தட்டின் திசையிலேயே சுழலத்தொடங்கும் (உருவம் 527).

தட்டிலே தூண்டப்பட்ட **மி.இ.வி.** களின் திசையானது **பிளெமிங்கின்** வலக்கைவிதியிலிருந்து காணப்படலாம். காந்தத்தின் நேர்கீழேயுள்ள

விட்டத்தின்நேரே தட்டானது காந்தமண்டலத்தின் வலுக் கூடிய பாகத்தின் நேரே செல்லுகின்றதாதலின், அங்குள்ள மி.இ.வி. உம் வலுக்கூடிய தாயிருக்கும்.

எனவே, தட்டின் வலக்கைப்பக்கத்தின் மேற்புறத்தைத் தென்முனையாக வும், இடக்கைப்பக்கத்தின் மேற்புறத்தை வடமுனையாகவுஞ் செய்துகொண்டு உருவத்திற்காட்டியபடி மின்னோட்டம் பாயும. ஆகவே, மேலேயிருந்து பார்க்கும்போது வலக்கைத்திசையிலே காந்தமானது சுழலும். அதாவது, தட்டுச் சுழற்சியின் திசையையே காந்தமும் எடுத்துக் கொண்டு சுழலும்.

தட்டைப் பின்பற்றியே காந்தமுஞ் சுழலுமென்ற உண்மையானது **இலென்சின்**விதியிலிருந்து உடனே அனுமானிக்கப்படலாம். தட்டினதுஞ் சாரபான இயக்கத்தை எதிர்க்கக்கூடிய திசையிலேயே தூண்டலோட்டங்கள் பாய்தல் வேண்டும். ஆகவே, தட்டானது சுழன்றுகொண்டேயிருக்க வைக்கப் படுகின்றதாதலின், இச்சார்பியக்கத்தைக் குறைக்குமாறு காந்தமானது சுழல முயலுகின்றது.

பாரமான செப்புக் "குண்டொன்றை"க் கொண்ட ஊசலொன்றின் குண்டானது, மின்காந்தமொன்றின் முனைகளுக்கிடையே செல்லுமாறு தொங்கவிடப்படுமாயின், அவ்வூசலானது ஆடாது ஏறத்தாழ முற்றிலுந் தடைசெய்யப்படலாம். மண்டலத்தின்குறுக்கே ஊசலின் ஆறுதலான இயக்கமொன்று உண்டாக்குஞ் சுழிப்போட்டங்கள் மிகப் பெரிதானவையா யுள்ளன. மண்டலத்தினுல் இவ்வோட்டங்களிற் செலுத்தப்படும் விசைகள், ஊசலானது மண்டலத்தின் மையத்தையடையும்போது ஏறத்தாழ "இயக்க மின்றி" யிருக்கக்கூடிய அளவுகளைக் கொண்டனவாம். மிகக்குறைந்த வேகங்களிலன்றி, ஊசலை தன் சராசரி நிலையிலிருந்து **தள்ள**முடியாது.

மின்காந்தப் பொறிகளிலே, சுழிபபோட்டங்களிருப்பதினுல் வினைத்திற னிற் பெரிய குறைவு பெரும்பாலும் உண்டாகின்றது. இது ஓரளவுக்கு, உலோகத்திணிவுகளினூடாகப் பெரிய சுழிப்போட்டங்கள் பாய்வதினுல் உண் டான வெப்பத்தின் பயனுனதாம். ஆயினும், சுழிப்போட்டங்கள் உண் டாக்கப்படும் இயக்கம் அல்லது பாயவேறுபாடுகளை எதிர்க்கக்கூடிய திசை யிலே இவ்வோட்டங்கள் சுழலுவதும் இதன் காரணமாகும்.

இக்காரணத்தினுல் இரும்பகங்கள் ஒன்றின்மேலொன்ருக அடுக்கப் பட்டுள்ள தட்டைத்தகடுகளினுலேனும் இரும்புக்கம்பியினுலேனும் ஆக்கப் படுகின்றன. அமைப்பின் இவ்வகையானது அகத்தினூடு **காந்தச்சுற்றின்** தொடர்ச்சியைச் சாதிக்கின்றதெனினும், காந்தப்பாயத்திற்குச் செங்குத் தான திசைகளிலே அகத்தைத் தொடர்ச்சியற்றதாக்குகின்றது. தூண் டன்மின்னோட்டங்கள் செல்லுகின்ற பாதைகள் தொடர்ச்சியற்றனவாக் கப்படடுள்ளனவாதலின், திண்மவகமொன்றைச்சுற்றியோடும் இவ்வோட் டங்கள் அளவிற் பெரிதுங் குறைக்கப்பட்டுள்ளன.

ஆடலோட்டப் பொறிகளின் சில வகைகளிலே பொறியின் கதிர்க்கோலி னது சுழற்சியையுண்டாக்கச் சுழிப்போட்டங்கள் உண்மையில் உபயோகிக்கப் படுகின்றன.

சுழிப்போட்டங்களின் " தணித்தல் " விளைவுகள் மின்மானிகளின் சில வகைகளிலே ஆளிகளாக உபயோகிக்கப்படுகின்றன. இயங்குசுருட் கல்வனோ மானிகளின் சில வகைகளிலே கல்வனோமானிச்சுருளின் அதிர்வுகளைத் தணிப்பதற்காகவும் இவை உதவுகின்றன.

§ 678. **தற்றூண்டலின்பயனாக தற்செயலான விளைவுகள்—உவீத்தன்பால** மொன்றின் புயங்கள் திருத்தமாகச் செப்பஞ்செய்யப்பட்டுள்ளனவாயின், மின்கலவடுக்குப்புயமானது கல்வனோமானிப்புயம் மூடப்படமுன்பு மூடப் படும்போது, கல்வனோமானியினூடாக மின்னோட்டம் பாயாது. ஆயினும், புயங்களிலேதாவது தற்றூண்டலையுடையதாயின், கல்வனோமானிப்புயம் **முதலில்** மூடப்பட்டிருக்க மின்கலவடுக்கினைபுயத்தை மூடும்போது கலவனோ மானியிலே கணநேரத்துக்குத் திரும்பலுண்டாகும். இத்திரும்பலானது, ஆளிதிருப்பி மின்னையோடச் செய்யும்போது, தூண்டற்றனை யிலுண்டான **மி.இ.வி.** ஒவ்றிணுற் பாலத்தைச் சுற்றிச் செலுத்தப்பட்ட மின்னோட்டத்தின் பயனுனதாம். பாலத்திலே மின்னோட்டம் நிலைநாட்டப்பட்டவுடன், கல்வனோ மானி பூச்சிய நிலையை அடைந்துவிடுகின்றது. கல்வனோமானிச் சாவி யானது இளக்கப்படமுன்பு மின்கலவடுக்குச் சுற்றறுக்கப்படுமாயின், கண நேரத்திற்கு எதிர்த்திரும்பலொன்று உண்டாக்கபபடும்.

மின்காந்தமொன்றின் சுற்றுநிறுத்தப்படும்போது உண்டாக்கப்படுந் தூண் டல் **மி.இ.வி.** ஆனது காந்தத்தைத் தூண்டும்போது உபயோகிக்கப்பட்ட **அ.வி.** இலும்பார்க்கப் பலமடங்கு பெரிதாயிருத்தல கூடும். உதாரண மாக, மின்னோட்டத்தை வழங்குங் கலத்தின் அழுத்தவித்தியாசமானது இரண்டு அல்லது மூன்று உவோற்றுக்களாயிருந்தபோதிலும், சாதாரண மின்மணியொன்றிற்குரிய குழப்பியொன்றின் இரு பக்கங்களையுந் தொடும் போது கணிப்புக்குரிய " தாக்க"மொன்றைப் பெறமுடியும்.

பெரிய மின்காந்தங்களோடு இவ்விளைவுகள் விகிதசமமாய் அதிகரிக்கப்படும். பெரிய மின்காந்தச் சுற்றொன்று பிரிக்கப்படும்போது பெறப்படுந் தூண்டல் **மி.இ.வி.** ஆனது அபாயத்திற்குரிய விளைவுகளை இலகுவில் உண்டாக்கக் கூடும்.

பாதுகாப்புக்காக, மின்காந்தத்தைத் தூண்ட உபயோகிக்கப்படுவதிலும் பார்க்க **உயர்ந்த உவோற்றளவில்** வேலைசெய்ய அமைக்கப்பட்டுள்ள காபன் விளக்கொன்று காந்தத்தோடு **எப்போதும்** சமாந்தர நிலையில் இணைக்கப் பட்டிருத்தல் வேண்டும். "பிரிக்கப்படும்போது" தூண்டப்படும் "மேலதிக மின்னோட்டத்திற்கு" வேறொருபாதையை இது கொடுக்கின்றது. பிரித்தற் குரிய ஆளியின்குறுக்கேயுள்ள **அ.வி.** ஆனது அபாயத்துக்குரிய அளவுக்கு எழுவதில்லை.

காந்தச்சுருள்களினூடாக மின்னோட்டமானது பாயும்போது விளக்கானது மங்கற் செந்நிறமாக ஒளிரும். ஆயினும், மின்னோட்டமானது ஆளி திருப்பி நிறுத்தப்பட்டதும், ஒளிர்வு நிற்கமுன்பு விளக்கானது திடீரெனத் துலங்கும். "நிறுத்தப்படும்போது" துலகசுத்தின் திடீர திகரிப்பானது விளக்கினூடாக மேலதிக மின்னோட்டப் பாய்ச்சலின் பயனுனதாம். மின்னோட்டத்தின் கணப்பெறுமானமானது நிறுத்துதற்குரிய ஆளியானது திறக்கப்படுமுன் விளக்கினூடு பாய்ந்ததிலும்பார்க்க மிகக் கூடுதலாயிருக்கும்.

அத்தியாயம் 72

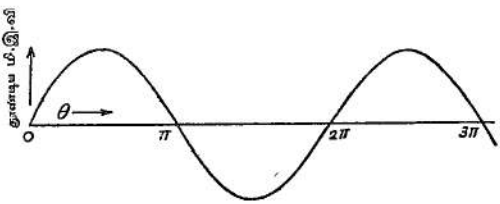
மின்காந்தப்பொறிகள் — தைனமோக்களும் மோட்டர்களும்

§ 679. சுழலுஞ்சுருளொன்றிலிருந்து ஆடலோட்டத்தையும் ஒரு திசையோட்டத்தையும் பெறும் முறைகள்.—ஒருசீரான மண்டலமொன்றிலே சுழன்றுகொண்டிருக்கும் ஒரு சுருளிற் றூண்டப்பட்டுள்ள **மி.இ.வி.** ஆனது ஆடலியல்பையுடையதாயும், ஒன்றைவிட்ட ஒரு அரைச் சுற்றின் போது சுருளைச்சுற்றி எதிர்த்திசைகளிலே தாக்குவதாயும் உள்ளது. **மி.இ.வி.** இன் அளவானது

$$\mathrm{E} = \omega n \mathrm{HA} \text{ சைன் } \theta$$

என்னுங்கோவைக்கிணங்க மாறுமெனக் காட்டப்பட்டுள்ளது (பந்தி 671).

மி.இ.வி. இன் இந்த மாற்றமானது 528 ஆம் உருவத்திலே வரைப்பட மூலங் குறிக்கப்பட்டுள்ளது.



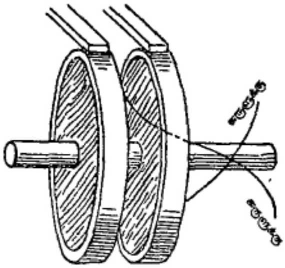
உருவம் 528.—ஒருசீரான காந்தமண்டலத்திலே, மாருவேகத்துடன் சுழன்றுகொண்டிருக்கும் சுருளிற்றூண்டப்படடுள்ள ஆடல் **மி.இ.வி.**

சுருளின் முனைகளைப் புறச்சுற்றொன்றினோடு இணைக்க வகைசெய்து, இந்த **மி.இ.வி.** ஆனது கல்வனோமானியொன்றினூடாகவேனும் புறச்சுற்றினோடு சேர்க்கப்பட்டுள்ள வேறு ஆய்கருவியினூடாகவேனும் மின்னோட்டமொன்றைச் செலுத்தச் செய்யலாம்.

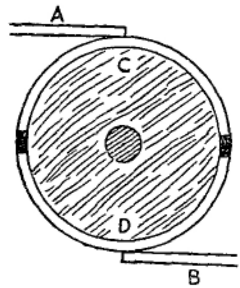
நழுவல்வளையங்களும் துடைப்பங்களும்.—காவலிட்ட உலோகவளையங்களிரண்டைச் சுருளைக்காவுகின்ற கதிர்க்கோலில் ஏற்றிவைப்பது புறச்சுற்றொன்றினோடு சுருளின் முனைகளை இணைத்தற்குரிய ஒரு முறையாகும். சுருளின் ஒரு முனையானது ஒரு வளையத்திற்கும் மற்றமுனையானது மற்றவளையத்திற்குங் கொண்டுவரப்படும். வளையங்களிரண்டிலும் இலேசாக அழுத்தக்கூடிய நிலைகளிலே விற்களிரண்டு பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இவ்விற்கள் சுருளின் எல்லா நிலைகளிலும் அதன் முனைகளோடு இவ்வாறு இணைக்கப்பட்டுள்ளன (உருவம் 529). உலோகவளையங்கள் **நழுவல்வளையங்கள்** எனவும், இவற்றினோடு தொடுகையையுண்டாக்கும் விற்கள் **துடைப்பங்கள்** எனவும் பெயர்பெறும்.

12—R. 1410 (2/62)

புறச்சுற்றானது துடைப்பங்களிரண்டிற்குமிடையே இணைக்கப்பட்டுள்ளது. சுருளானது சுழற்றப்படும்போது புறச்சுற்றிலே மின்னோட்டமொன்று பெறப்படும். இந்த மின்னோட்டம் **ஆடலோட்டமாகும்.** சுருளிலே தூண்டப்பட்ட **மி.இ.வி.** ஆனது மாறுவதுபோலவே இதுவும் ஆவர்த்தனமாக மாறும் (உருவம் 528).

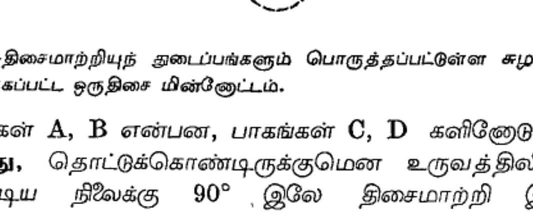


உருவம் 529.—நழுவல்வளையங்களும் துடைப்பங்களும்.



உருவம் 530.—திசைமாற்றியும் துடைப்பங்களும்.

திசைமாற்றியும் துடைப்பங்களும்.—சுருட்கதிர்க்கோலிலேற்றப்பட்டுள்ள அரைச்சிலிண்டர்களிரண்டினோடு சுருளின் முனைகளையிணைத்துச் சுருளிலிருந்து ஒருதிசைமின்னோட்டமொன்று பெறப்படலாம். அரைச்சிலிண்டர்களிரண்டினோடும் மாறிமாறித் தொட்டுக்கொண்டிருக்கும் துடைப்பங்களிரண்டினூடாகத் திசைமாற்றியிலிருந்து மின்னோட்டங் கடத்திச் செல்லப்படும் (உருவம் 530).

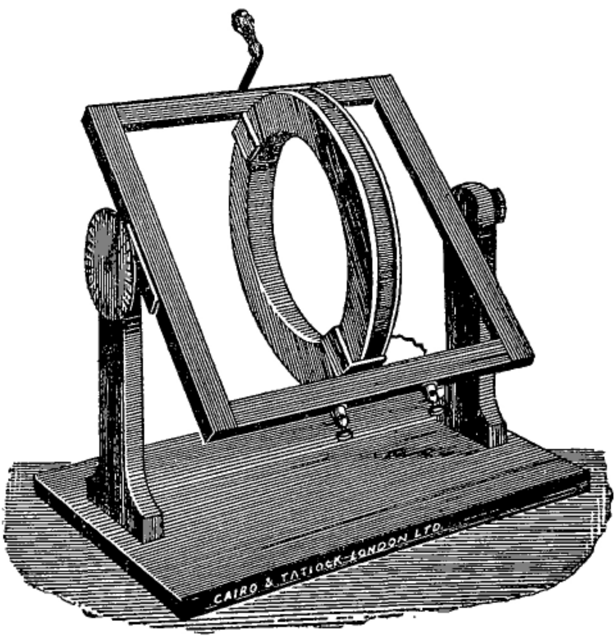


உருவம் 531.—திசைமாற்றியுந் துடைப்பங்களும் பொருத்தப்பட்டுள்ள சுழலுஞ்சுருளொன்றிலிருந்து நேராக்கப்பட்ட ஒருதிசை மின்னோட்டம்.

துடைப்பங்கள் A, B என்பன, பாகங்கள் C, D களினோடு, திசைமாற்றி **சுழலும்போது,** தொட்டுக்கொண்டிருக்குமென உருவத்திலிருந்து காணப்படும். காட்டிய நிலைக்கு 90° இலே திசைமாற்றி இருக்கும்போது தொடுகைகள் நேர்மாறாக்கப்படும். சுருளின் தளமானது காந்தமண்டலத்திற்குச் செங்குத்தாயிருக்கும்போது இவ்வாறு நேர்மாறுதல் நிகழுமாறு துடைப்பங்களைப் பொருத்திச் சுருளிற்றூண்டப்பட்ட **மி.இ.வி.** ஐத் **துடைப்பங்களுக்கிடையே ஒருதிசை அ.வி. ஒன்றைக்** கொடுக்கச்செய்யலாம்.

இந்த **அ.வி.** ஆனது **531** ஆம் உருவத்திற் காட்டியிருப்பது போல மாறும். புறச் சுற்றிலுள்ள மின்னோட்டமும் இவ்வகையாகவே மாறும்.

§ 680. புவித்தூண்டி.—புவித்தூண்டி என்பது பொருத்தமான சட்டத்தினுள்ளே சுழலக்கூடியதாக ஏற்றப்பட்ட சுருளொன்றைக் கொண்டதாகும். சட்டத்தின் நிலையானது விரும்பியவாறு செப்பஞ் செய்யப்படக்கூடியதாயிருத்தல்வேண்டும் (உருவம் 532). சுருளானது திசைமாற்றியொன்றினோடுந் துடைப்பங்களினோடும் பொருத்தப்பட்டிருப்பது வழக்கம். சட்டத்தளத்தினூடாகச் சுருளின்தளமானது செல்லுகின்ற ஒவ்வொருமுறையும் சுருளின் முனைகளுக்குந் துடைப்பங்களுக்குமிடையேயுள்ள தொடுப்புகள் நேர்மாறுகுமாறு திசைமாறியுந் துடைப்பங்களும் ஒழுங்குசெய்யப்பட்டுள்ளன.



உருவம் 532.—புவித்தூண்டி.

துடைப்பங்களுக்கிடையேயுள்ள **அ.வி.** இன் சராசரிப் பெறுமானமானது, சுருளானது சுழற்றப்படும் வேகத்தினோடும், சுருளானது மாறுகின்ற நிலையிலிருக்கும்போது சுருள்முகத்துக்குச் செங்குத்தான மண்டலச் செறிவினோடும், விகிதசமமாயிருக்கும். துடைப்பங்களைக் கல்வனோமானியொன்றினோடு இணைத்து இந்தச் சராசரி **அ.வி.** ஆனது அளக்கப்படலாம்.

கல்வஞேமானியின் இயங்கும் பாகங்களினது சடத்துவமானது அக்கல் வஞேமானியினூடு பாய்கின்ற சராசரி மின்ஞேட்டத்திஞேடொத்த உறுதி யான திரும்பலொன்றைக் கல்வஞேமானிக்குக் கொடுக்கும்.

சட்டத்தை முதலிற் காந்தவுச்சநெடுங்கோட்டுக்குக், கிடையாக வைத்துக் கொண்டும், அதன்பின்பு அதனைச் செங்கோணத்தில் நிலைக்குத்தாக வைத்துக்கொண்டும் சுருளைச் சுழற்றிப் புவிமண்டலத்தின் நிலைக்கூற்றை யுங் கிடைக்கூற்றையும் ஒப்பிடலாம். சாய்வுக்கோணம் ϕ இற்குரிய பெறுமானமொன்றுங்கூடப் பெறப்படலாம். எப்படியெனின், இரண்டு சநதர்ப்பங்களிலும் பெறப்பட்ட திரும்பல்கள் δ_1, δ_2 ஆயின்,

$$\frac{V}{H}=\frac{\delta_1}{\delta_2}=\text{தான் } \phi \text{ எனப்பெறுகின்றேம்.}$$

சுருட்கதிர்க்கோலானது புவியின் விசைக்கோடுகளின்நேரே வைக்கப் படுமாயின், சுருளானது சுழற்றப்படும்போது எவ்விதத் திரும்பலையும் பெறமுடியாது.

சட்டமானது புவியின் விசைக்கோடுகளுக்குச் செங்குத்தாக வைக்கப் படுமாயின், திரும்பலானது புவிமண்டலத்தின் மொத்தச்செறிவாகிய T இஞேடு விகிதசமமாகும்.

தைனமோக்கள்

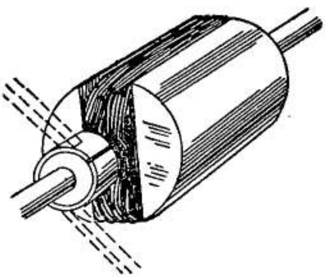
§ 681. **ஆடலோட்டத் தைனமோக்கள்.**—தைனமோ என்பது ஒரு மின்காந்தப் பொறியாகும். இப்பொறியிலே நிலையான காந்தமண்டலத்திற் சுருளொன்றைச் சுழற்றியேனும், நிலையான சுருளொன்றினுள்ளே காந் தங்களின் தொகுதியொன்றைச் சுழற்றியேனும், **மி.இ.வி.** ஒன்றுண் டாக்கப்படும். அமைப்பின் பின்னைய இவ்வகையானது மிகப்பெரிய பொறி களில் முக்கியமாக உபயோகிக்கப்படும். இதனைப்பற்றிப் பின்பு விவாதிப் போம். இப்போது சுருளானது சுழலுகின்ற வகையைப்பற்றியே நாம் கவனஞ்செலுததுவோம்.

இவ்வகையான தைனமோவொன்றின் முக்கியபாகங்களாவன (1) மண் டலக்காந்தங்கள், (2) ஆமேச்சர், (3) சுழலுஞ்சுருள்கள் புறச்சுற்றிஞேடு இணைக்கப்படும் பொறிமுறையொழுங்குகள், என்பனவாம்.

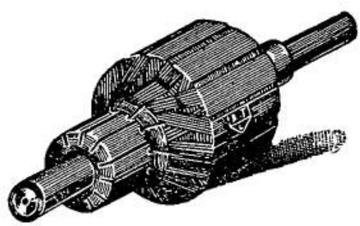
மண்டலக்காந்தங்கள்.—நிலையான காந்தங்களினலேனும், மின்காந்தங் களினலேனும் காந்தமண்டலம் உண்டாக்கப் படலாம். இவை மண்டலக் காந்தங்கள் எனப்படும். மண்டலமானது **அருட்டுமண்டலம்** எனப்படும். மண்டலமானது மின்காந்தங்களினல் உண்டாக்கப்படும்போது, மின்காந்தங் களைச்சுற்றிப்பாயும் மின்ஞேட்டமானது **அருட்டுமின்ஞேட்டம்** எனப்படும். புவித்தூண்டி என்பது புவியானது காந்தமண்டலமாயுதவும் எளியவொரு தைனமோ ஆகும்.

எளிமைகூடிய பொறிகளிலே மண்டலக்காந்தமானது இரண்டு முனை களை மட்டுமே கொண்டுள்ளது. சுருள்கள் இம்முனைகளுக்கிடையே சுழலும். பெரிய பொறிகளிலே நாலு, ஆறு, அல்லது கூடிய முனைகளைக் கொண்ட சிக்கல்கூடிய காந்தத்தொகுதியொன்று உபயோகிக்கப்படும். இவை **பலமுனைப்பொறிகளென** வழங்கப்பெறும். எளிய **இருமுனை** வகையைமட்டுமே இங்கு நாங்கருதுவோம்.

முனைகள் சிலிண்டர்வகையிற் குழிவாயமைக்கப்பெற்ற முனைத்துண்டு களில் முடிவடைவது வழக்கம். இவை திண்மமாயிருக்கக்கூடுமாயினும், பெரியபொறிகளிலே ஒன்றின்மேலொன்றான தகடுகளாய் அமைக்கப்பட்டி ருப்பது வழக்கம் (கீழே பார்க்க).



உருவம் 533.—திசைமாற்றியோடு பொருத் தபபட்டுள்ள எளிய H-ஆமேச்சர்.



உருவம் 534.—திசைமாற்றியோடு பொருத் தபபடடுளள பலவெட்டுமுக ஆமேச்சர்.

ஆமேச்சர்.—சுழலுஞ்சுருள்களைக் காவுகின்ற தொகுதியானது **ஆமேச்சர்** எனப்படும். சுற்றிலே நீண்ட துவாரங்கள வெட்டப்பட்டுள்ள உருளையான இரும்பகமொன்றை இது கொண்டதாகும். நீண்ட துவாரங்கள் சுழலுமச் சிற்குச் சமாந்தரமாயிருக்கும். 533 ஆம் உருவத்திற் காட்டியபடி இந்த நீண்ட துவாரங்களிலே சுருள்கள் சுற்றப்பட்டுள்ளன. இவ்வுருவத்தி லே எளிய H–வகை ஆமேச்சரொன்று காட்டப்பட்டுள்ளது. ஆமேச்சரின் சிக்கல்கூடிய வகையொன்று 534 ஆம் உருவத்திற் காட்டப்பட்டுள்ளது. (இவ்வாமேச்சர்கள் நேரான மின்னோட்டத்தைப் பெறுதற்காகத் திசைமாற் றிகளோடு இணைக்கப்பட்டுள்ளனவாகக் காட்டப்பட்டுள்ளன).

அகமானது கதிர்க்கோலிற் கோக்கப்பட்டுள்ள மெல்லிரும்புச் சீவல்களி னால் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இச்சீவல்கள் ஒன்றுக்கொன்று காகிதத்தின் அல்லது காவலிவாணிசுப் பூச்சொன்றின் அடுத்துள்ள படைகளினாற் காவலிடப்பட்டுள்ளன. கதிர்க்கோலானது செல்லுகின்ற மையத்துளைக ளின் பக்கங்களிலே நீண்ட துவாரங்களிடப்பட்டுள்ளன. இந்த நீண்ட துவாரங்கள் கதிர்க்கோலின் நேரே செல்லுஞ் சாவியொன்றைப் பற்றிக் கொள்ளுகின்றன. இவ்வாறு சேர்க்கப்பட்டுள்ள அகமானது கதிர்க்கோலி னோடு சேர்ந்த ஒரு திண்மத்திணிவாகச் சுழலும்.

அகமானது சுழலுஞ்சுருளினூடாக உயர்வுக்காந்தப் பாயத்தைப் பெறு தற்கு உபயோகிக்கப்படும். சுழலும்போதுள்ள காந்தப்பாயத்தின் மாறல் களினல் உண்டாக்கப்படுஞ் சுழிப்போட்டங்களை இழிவுநிலைக்குக் குறைப் பதற்காக, இது ஒன்றின்மேலொன்று அடுக்கப்பட்ட தட்டுக்களினல் அமைக் கப்படும்.

ஆடலோட்டத் தைனமோவொன்றின் ஆமேச்சர்க்கதிர்க்கோலிலே நழு வல்வளையங்கள் ஏற்றப்பட்டுள்ளன. இதனற் சுருளிலுண்டாக்கப்பட்ட **மி.இ.வி.** ஆனது மாற்றமடையாமலே புறச்சுற்றுக்குக் கொண்டுசெல்லப்படும்

§ 682. **ஒருநிலைமைப்பொறிகளும் பலநிலைமைப்பொறிகளும்.**— ஆமேச் சரின் ஒவ்வொரு சுருளிலும் உண்டாக்கப்படும் **மி.இ.வி.** ஆனது 528 ஆம் உருவத்திற் காட்டப்பட்டுள்ள மாதிரி மாறும் (பக்கம் 303). ஆகவே, இந்தவுருவமானது, நழுவல்வளையங்களோடுகூடிய சாதாரண **H**– வகை யில் ஆமேச்சர் இருக்கும்போது (உருவம் 533), துடைப்பங்களுக் கிடை யேயுள்ள **அ.வி.** ஐக் குறிக்கும்.

ஒத்த ஆமேச்சர்ச் சுருள்களிற்பல இரும்பகத்திற் சுற்றப்பட்டுள்ளனவா யின் (உருவம் 534), இச்சுருள்களிலுண்டாக்கப்படும் **மி.இ.வி.** கள் முற்றிலுஞ் சரியொத்த வகைகளிலே மாறுகின்றனவாயினும், அவற் றின் உயர்வுப்பெறுமானங்களை வெவ்வேறு நேரங்களில் அடையும். ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாயுள்ள சுருள்களிரண்டை உபயோகித்து நழுவல்வளையங்களின் வெவ்வேறு சோடிகளிலிருந்து மின்னேட்டங்களைச் சேர்த்து ஓராமேச்சரிலிருந்தே சரியொத்த ஆடலோட்டங்களிரண்டைப் பெற முடியும். இம்மின்னேட்டங்கள் **நிலைமையில்** 90° இனல் வேறுபடும். தைனமோவானது **இருநிலைமைப் பிறப்பாக்கி** ஆகும்.

ஒன்றுக்கொன்று 60° இற் சாய்ந்துள்ள தளங்களையுடைய சுருள்கள் மூன்றைக்கொண்ட ஆமேச்சரொன்றை உபயோகித்து **முந்நிலைமை மின் னேட்டமொன்று** பெறப்படலாம். இம்மின்னேட்டங்கள் மூன்றும் நழுவல் வளையங்களினதுந் துடைப்பங்களினதும் வெவ்வேருன மூன்று சோடிகளி னூடாகச் சேர்க்கப்படும்.

பெருந்தொகையான சுருள்களிஞற் சுற்றப்பட்டுள்ள ஆமேச்சரொன்று, நழுவல்வளையங்களின் வெவ்வேருன சோடியொன்றினேடு ஒவ்வொரு சுருளும் இணைக்கப்பட்டு ஒத்த தொகையான **நிலைமைகளைக்** கொடுக் குமாறு அமைககப்படலாம். அன்றேல், நழுவல்வளையங்களின் ஒன்று, இரண்டு அல்லது மூன்று சோடிகளினூடாக மின்னேட்டத்தை எடுத்து, **ஒருநிலைமை, இருநிலைமை** அல்லது **முந்நிலைமை** மின்னேட்டங்களைப் பெறக்கூடியதாகச் சுருள்கள் இணைக்கப்படலாம்.

§ 683. **ஆடலோட்டத் தைனமோக்களின் மண்டலவருட்டல்.**—பெரிய தைனமோக்கள் எல்லாவற்றிலும் மண்டலக்காந்தங்கள் மின்முறையாகத் தூண்டப்பெறும். அருட்டும் மின்னேட்டமானது தொடரானதாயிருக்க

வேண்டியது அவசியமாதலின், ஆடலோட்டப் பொறிகளிலே மண்டலவோட்டமானது தைனமோவைவிட வேறேதாவது உற்பத்தியிலிருந்து வழங்கப்படல்வேண்டும்.

பொறிகள் சிலவற்றிலே ஆடலோட்டம் எடுக்கப்பட்டுள்ள சுருள்களிஞேடு கூடச் சுருள்களின் விசேடசுட்டமொன்று ஆமேச்சரில் வரியப்பட்டிருக்கும். இந்த விசேடச்சுற்றிலே பிறப்பிக்கப்பட்ட மின்னேட்டமானது திசைமாற்றியொன்றினூடு சேர்க்கப்படுவதினுல் மண்டலத்தை அருட்டுதற்குத் தேவையான நேர்மின்னேட்டத்தைக் கொடுக்கின்றது. மற்றுஞ் சந்தர்ப்பங்களிலே ஆடலோட்டப் பிறப்பாக்கியின் தண்டிலேயே சிறிய நேரோட்டத் தைனமோவொன்று ஏற்றப்பட்டிருக்கும். நேரோட்டப் பொறியிலிருந்து வரும் மின்னேட்டமானது ஆடலோட்டப் பிறப்பாக்கியின் மண்டலச்சுருள்களினுள்ளே நேராகக் கொண்டு செல்லப்படும்.

§ 684. "நிலைக்கூறு, சுற்றுக்கூறு"வகை ஆடலோட்டத் தைனமோ.— நெடுந்தூரத்திற்கு வலுவை வழங்குதற்காக உயருவோற்று வழங்கலிடமொன்று விரும்பத்தக்கதாகும். மாற்றிகளைக்கொண்டு (பந்தி 698) விரும்பிய எந்தவுவோற்றளவுக்கும் கொள்வோன் இதனைக் குறைத்து மாற்றிக்கொள்ளலாம். மிகுந்த வலுவைச் செலுத்துவதற்குச் சார்பான மெல்லிய கம்பிகளை உபயோகிக்கலாம் என்பதும் வடங்களிலே சத்திச் செலவு நூறுவீதம் மிகச்சிறிது என்பதுமே உயருவோற்றளவிற் செலுத்தலின் நயங்களாம்.

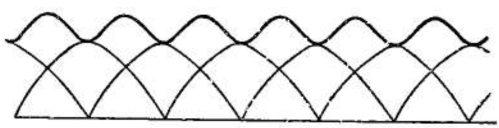
நெடுந்தூர வலுச்செலுத்துகைக்காக உபயோகிக்கப்படும் உயர்விழுவிசை ஆடலோட்டப் பிறப்பாக்கிகளிலே முந்திய பந்திகளில் விவரிக்கப்பட்டுள்ள அமைப்பின் வகையைத் தலைகீழாக்குவது வழக்கமாகும். **மி.இ.வி.** ஆனது பிறப்பிக்கப்படும் சுருள்களைத் தாங்குகின்ற, நிலையான உள்ளீடற்ற இரும்புச்சிலிண்டரினுள்ளே, "மண்டலக்காந்தங்கள்" சுழலவிடப்படும். சுழலுகின்ற மண்டலக்காந்தங்களின் தொகுதியானது **சுற்றுக்கூறு** எனவும், "ஆமேச்சர்ச் சுருள்களைக்" காவுகின்ற உள்ளீடற்ற சிலிண்டரானது **நிலைக்கூறு** எனவும் பெயர்பெறும்.

நிலைக்கூற்றுச் சுருள்களிலே பிறப்பிக்கப்பட்ட மின்னேட்டமானது நிலையான கடத்திகளினூடாக புறச்சுற்றிற்கு நேராகக் கடத்தப்படும். பொறியிஞற் பிறப்பிக்கப்பட்ட **அ.வி.** இற்குப் பொருத்தமாக இவற்றைக் காவலிடமுடியும். அன்றியும், சுற்றிலே உரோஞ்சற்றெடுகை இல்லாததிஞல், சுழலும் ஆமேச்சரொன்றிலிருந்து மின்னேட்டம் எடுக்கப்படுமாயின், நழுவல் வளையங்களுக்குந் துடைப்பங்களுக்குமிடையே வழுவான தொடுகைகளின் பயஞக நிகழக்கூடிய "வளைவு" உண்டாகமாட்டாது. சுற்றுக்கூற்றை அருட்ட உபயோகிக்கப்படும் நேரான மின்னேட்டமானது, நழுவல் வளையங்களினூடாகச் சுற்றுக்கூற்றுக்குக் கொண்டுசெல்லப் படுவது உண்மையேயாயினும், மிக்கவுயர்ந்த அழுத்தமெதனிலும் இவ்வோட்ட மானது வழங்கப்படவேண்டுமென்பது அவசியமன்று. ஆகவே,

சுற்றுக்கூற்றின் நழுவல்வளையங்களிலே உண்டாக்கப்படக்கூடிய வளைவானது நழுவல்வளையத் தொடுப்புகள் சார்பான உயர்விழுவிசை ஆடலோட்டச் சுற்றிற் சேர்க்கப்பட்டாலிருப்பதிலும்பார்க்க அபாயங் குறைந்ததாகும்.

சிறிய ஆடலோட்டத் தைனமோக்களுக்கும் பெரிய பொறிகளுக்குங்கூட அமைப்பின இவ்வகையானது உபயோகிக்கப்படலாம். பிரபலமான மோட்டர்வண்டியொன்றிலே மின்னொளியை வழங்குதற்கு உபயோகிக்கப்படுந் தைனமோவானது இவ்வகையினதாகும். இச்சந்தர்ப்பத்திலே சுற்றுக்கூருனது நிலைக்காந்தங்களின் ஒரு தொகுதியாகும்.

§ 685. நேர்மின்னேட்டத் தைனமோக்கள்.—நேர்மின்னேட்டத் தைனமோவொன்றின் அமைப்பானது முன்னரே 681 ஆம் பந்தியில் விவரிக்கப்பட்டுள்ள ஆடலோட்டத்தின் வழக்கமான வகையினேடொத்ததாகும். ஆடலோட்டத்தைனமோவின் ஆமேச்சரிலிருந்து பெறப்படும் மின்னேட்டமானது நழுவல்வளையங்களினூடாகப் புறச்சுற்றுக்குக் கொண்டு செல்லப்பட, நேரோட்டப் பொறியொன்றிலே திசைமாற்றியொன்றினூடுந் துடைப்பங்களினூடும் மின்னேட்டமானது சேர்க்கப்படுமென்பதே பொறியின் இரு வகைகளுககுமிடையேயுள்ள முக்கியமான வித்தியாசமாகும்.



உருவம் 535.—நான்குபாகத் திசைமாற்றியை உபயோகித்து ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான சுருள்களிரண்டைக்கொண்ட ஆமேச்சரிலிருந்து பெறப்படும் **அ.வி.** வளைகோடு.

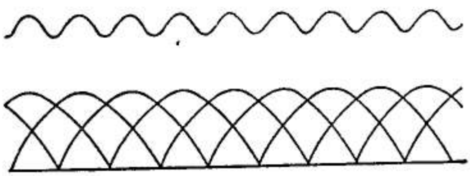
சாதாரண H – வகை ஆமேச்சரொன்றிலே தனிச்சுருளின் முனைகள் **இருபாகத் திசைமாற்றி**யொன்றிேடு இணைக்கப்பட்டுள்ளன. தூண்டல் **மி.இ.வி.** ஆனது பூச்சியமாகும் நிலையினூடு சுருளானது செல்லும்போது சுருளுக்கும் புறச்சுற்றுக்குமிடையேயுள்ள தொடுப்புகள் நேர்மாருகுமாறு துடைப்பங்கள் ஏற்றப்பட்டுள்ளன. எனவே, புறச்சுற்றுக்கு வழங்கப்படும் **அ.வி.** ஆனது 304 ஆம் பக்கத்தில் 531 ஆம் உருவத்திற் காட்டப்பட்டுள்ளபடி மாறும். அத்துடன், புறச்சுற்றிலுள்ள மின்னேட்டமும் **ஒரு திசையின**தாகும்.

தளங்கள் ஒன்றுக்கொன்று 90° இற் சாய்ந்துள்ள சுருள்களிரண்டை உபயோகித்து, ஒரேவகையாக வேறுபடுவனவும் அவற்றின் உயர்வுப் பெறுமானங்களை வெவ்வேறு காலங்களில் அடைவனவுமான (உருவம் 535) மின்னேட்டங்களிரணடு பொறியிலிருந்து பெறபபடலாம். புறச்சுற்றிலே தாக்குகின்ற **அ.வி.** ஆனது உருவத்திலுள்ள தடித்தகோட்டினற்

காட்டப்பட்டுள்ளபடி மாறும்போது, இரு துடைப்பங்களைமட்டுங்கொண்ட நான்குபாகத் திசைமாற்றியொன்றை உபயோகித்து **மி.இ.வி.** களிரண்டும் மேற்பொருத்தபபடலாம்.

இதனைப்போலவே, தளங்கள் ஒன்றுக்கொன்று 60° இற் சாய்ந்திருக் குமாறு சுற்றப்பட்டுள்ள மூன்று சுருளகள் உபயோகிக்கப்படலாம். மூன்று சுருள்களின் முனைகளையுஞ் சரியாய்த் தொடுத்து புறச்சுற்றிற் பெறபபடும் **அ.வி.** ஆனது 536 ஆம் உருவத்திலே தடிப்புக்கோட்டினுற் காட்டப்பட்டது போன்றிருக்கும்.

மெய்யான செய்முறையிலே, ஆமேச்சரொன்று பெருந்தொகையான சுருள்களைக்கொண்டு சுற்றப்பட்டிருப்பது வழக்கம். இச்சுருள்களின் முனை கள் திசைமாற்றியிலே நேராக இணைக்கப்பட்டுள்ளன. திசைமாற்றியா னது ஒரு சிலிண்டராயமையுமாறு ஆக்கப்பட்ட பெருந்தொகையான



உருவம் 536.—மூன்று அல்லது ஆறு பாகத் திசைமாற்றியை உபயோகித்து ஒன்றுக்கொன்று 60° இற்சாய்ந்துளள மூன்று சுருளகளையுடைய ஆமேச்சரிலிருந்து பெறபபடும் **அ.வி.** வளைகோடு.

பாகங்களைக் கொண்டதாகும். (இருமுனைப் பொறியொன்றிலே) மின் னோட்டமானது சுருள்களிலிருந்து இரு துடைப்பங்களினூடாக மட்டுஞ் சேர்க்கப்படும். பொதுவாக, சுருள்களின் தொகையானது எவ்வளவு பெரிதாயிருக்கின்றதோ (அவ்வளவுக்குத்) துடைப்பங்களுக்கிடையே பெறப் படும் **அ.வி.** ஆனது கிட்டுதலாய் மாறிலியாகும். எனவே, மிகப்பெரிய பொறிகளிலே, செய்முறையில், மாறாதிருக்கும் **அ.வி.** ஒன்றைப்பெற முடியும்.

§ 686. **மகினற்றோ-தைனமோ.**—மிகச்சிறிய பயனைப் பெறுதற்குரிய பொறியொன்று தேவைப்படும்போது, அருட்டல்மண்டலமானது நிலையான காந்தமொன்றுற் தரப்படும். காந்தமானது பரியிலாட வகையிலிருப் பது வழக்கம். அது, ஆமேச்சரொன்றின் வழக்கமான வகையொன்று இடையே சுழன்றுகொண்டிருக்குங் குழிவான முனைத்துண்டுகளோடு பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

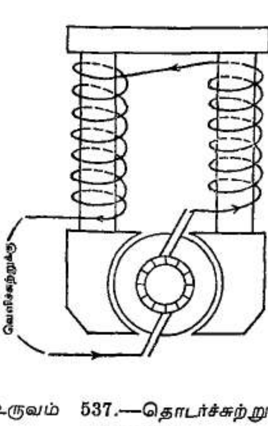
மகினற்றோ-தைனமோவொன்றின் அருட்டல்மண்டலமானது மாறுத் திறனைக் கொண்டதாகும். ஆகவே, ஆமேச்சரிலே தூண்டப்பெற்ற **மி.இ.வி.**

ஆனது, ஆமேச்சர் சுழலுகின்ற வீதத்திேைடு ஏறத்தாழ விகிதசம மானதாகும். ஆயினும், எந்தக்கதியிலும் துடைப்பங்களுக்கிடையேயுள்ள **அ.வி.** ஆனது மாறிலியாயிராது, பொறியிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட மின்னேட்டம் அதிகரிக்கப்படும்போது, சிறிது குறையும். இக்குறைவானது முக்கியமாக ஆமேச்சர்ச் சுருள்களின் தடையின் பயனனதாகும். இத்தடையை மேற்கொள்ள உறிஞ்சப்படும் **மி.இ.வி.** இன் பாகமானது CR இற்குச் சமமாகும். இங்கு, R என்பது சுருள்களின் தடையெனவும், C என்பது தைனமோவிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட மின்னேட்டமெனவுங் கொள்ளப்படும்.

ஆமேச்சரினூடாகப் பாயும் மின்னேட்டமானது, அருட்டல்மண்டலத்திற்கு எதிரான காந்தமண்டல மொன்றையும் உண்டாக்கும். பொறியிலேற்றப் படுஞ் சுமையானது அதிகரிக்கப்பட, எந்தக் கதியிலுந்தூண்டப்பட்ட **மி.இ.வி.** இனளவிற சிறிது குறைவை இது உண்டாக்குமாதலின், **அ.வி.** இலே மேலதிக வீழ்ச்சியொன்றை உண்டாக்குகின்றது. இவ்விளைவானது " ஆமேச்சர்த்தாக்கத்தின் " பயனனதாம்.

நழுவல்வளையங்கள் அல்லது திசைமாற்றியொன்று பொருத்தப்பட்டுள் ளதற்கிணங்க, மகினற்றே–தைனமோவொன்று ஆடலோட்டம் அல்லது நேரானவோட்டத்தைக் கொடுக்கும்.

§ 687. **தொடர்நிலைத்தைனமோ.**—தொடர்ச்சுற்றுத் தைனமோவொன் றிலே, பொறியின் ஆமேச்சரிற் பிறப்பிக்கப்பட்ட மின்னேட்டத்தினல் மண்டலக்காந்தத்திண்மங்கள் அருட்டப்படும். மின்னேட்டம் வழங்கப்படுஞ் சுற்றிேைடு மண்ட லச்சுருள்கள் **தொடர்நிலையில்** இணைக்கப்பட்டுள் ளன (உருவம் 537). ஆமேச்சரானது வழக்க மான எந்த வகையிலும் அமைந்திருக்கலாம். திசைமாற்றி யொன்றிேைடுந் துடைப்பங்களிேை டும் ஆமேச்சர் பொருத்தப்பட்டுள்ளது.



உருவம் 537.—தொடர்ச்சுற்றுத் தைனமோ.

தைனமோவொன்று உபயோகிக்கப்பட்டவுடன் மண்டலக்காந்தகள் சிறிது எஞ்சிய காந்த வியல்பை வைத்துக்கொள்ளுகின்றன. என வே பொறியானது திரும்பவுந் தொடக்கப்படும் போது ஆமேச்சரிலே சிறிய, **மி.இ.வி.** ஒன்றைப் பிறப்பிக்கப் போதிய காந்தவியல்பு இருக்கும். இப்போது பொறியின் முடிவிடங்கள் புறச்சுற்றி னூடு இணைக்கப்படுவனவாயின், இச்சுற்றினூடாக மின்னேட்டமொன்று உட னேபாயத் தொடங்கும். எனவே, இம்மின்னேட்டமானது மண்டலச் சுருள் களினூடும் பாயும். ஆதலின், புறச்சுற்று மூடப்பட்டவுடன் மண்டலக்காந்தங்

களின் காந்தமாதல் அதிகரிக்கப்பெறும். ஆமேச்சரிலே தூண்டப் பெற்ற **மி.இ.வி.** இலும் ஒத்தவதிகரிப்பு உடனே உண்டாகும். இது, முறையே, அளவுகூடிய மின்னேட்டமொன்றைச் சுற்றினூடு செலுத்த மண்டலக் காந்தங்களின் காந்தமாதலில் இன்னும் அதிகரிப்புண்டாகித் தூண்டப்பெற்ற **மி.இ.வி.** இன் பெறுமானத்தை இன்னுமதிகமாக உயர்த்துகின்றது. ஆகவே, தொடர்த்தைனமோவொன்று புறச்சுற்று மூடப்பட்டவுடன் "சேர்த்துக்கட்டும்" என்று சொல்லப்படும். குறித்தவொரு வேகத்தினுல் உண்டாக்கப்படும் **மி.இ.வி.** இன் கடைசிப்பெறுமானம் பொறியிலிருந்து பெறப்படும் மின்னேட்டத்தினுற்றீர்மானிக்கப்படும்.

தொடர்த்தைனமோவொன்றின் முடிவிடங்களுக்கிடையேயுள்ள **அ.வி.** ஆனது ஆமேச்சரிலே பிறப்பிக்கப்பட்ட **மி.இ.வி.** இலுங் குறைந்ததாகும். தூண்டப்பெற்ற **மி.இ.வி.** ஐ E இனுலும், ஆமேச்சரினதும் **மண்டலச் சுருள்களினதுந்** தடையை R இனுலுங் குறிப்போமாயின், புறச்சுற்றிலே பெறப்படக்கூடிய **அ.வி.** ஆனது V இற்குச் சமமாகும், இது,

$$V = E - CR$$

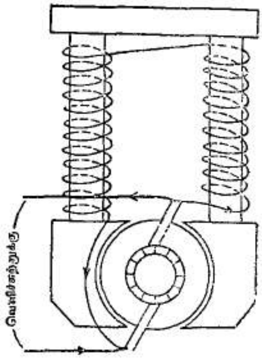
என்பதனுற் கொடுக்கப்படும். இங்கு C என்பது பொறியிலிருந்து பெறப்பட்ட மின்னேட்டமாகும்.

பொறியில் ஏற்றப்பட்டுள்ள சுமையானது எவ்வாறிருந்தபோதிலும், பெரும்பாலான தேவைகளுக்காக ஏறத்தாழ மாரு **அ.வி.** ஒன்றைப் புறச்சுற்றிலே பெறத் தைனமோவொன்று தேவைப்படும். புறச்சுற்றிலிருந்து பெறப்படும் மின்னேட்டமானது மண்டலக்காந்தங்களை அருட்டவும் உபயோகிக்கப்படுவதினுல், தொடர்த்தைனமோவொன்றினுற் பிறப்பிக்கப்படும் **மி.இ.வி.** ஆனது இந்த மின்னேட்டத்திலே **தங்கியிருக்கின்றது.** எனவே, சுமையானது மாறும்போது **மி.இ.வி.** உம் வெகுவாய் மாறுகின்றது. இதனை ஒத்தவகையில் புறச்சுற்றிற்கு வழங்கப்படும் **அ.வி.** உம் மாறுகின்றது. இக்காரணத்தினுல், தொடர்த்தைனமோக்கள் பெரும்பாலும் உபயோகிக்கப்படுவதில்லை. இவற்றினுபயோகம் புறச்சுற்றுனது மாருத்தடையைப் பெற்றிருக்கவேண்டிய தேவைகளுக்கே ஏறத்தாழ முற்றிலுங் கட்டுப்பட்டிருக்கும். உதாரணமாக, ஆடலோட்டப் பிறப்பாக்கிகளுக்கு அருட்டல்மின்னேட்டத்தை வழங்குதற்குரிய தைனமோக்களாக இவற்றை உபயோகிக்கலாம்.

தொடர்த்தைனமோவொன்று நேரான மின்னேட்டத்தைப் பிறப்பிப்பதற்கு மட்டுமே உபயோகிக்கப்படலாம்.

§ 688. **பக்கவழிசுற்றிய தைனமோ.**—பக்கவழிசுற்றிய தைனமோவொன்றிலே மண்டலச்சுருள்கள் திசைமாற்றித் துடைப்பங்களின்குறுக்கே நேராக விணக்கப்பட்டுள்ளன. இச்சுருள்கள் பொறிக்கு மின்னேட்டம் வழங்கு

கின்ற புறச்சுற்றினோடு **சமாந்தரநிலையில்** உறுதியாக இணைக்கப்பட்டுள்ளன. அன்றேல் இச்சுற்றினூடு ஒரு **திருப்பியாக** அமைகின்றன. (உருவம 538). மண்டலச்சுருள்கள் மெல்லிய கம்பியின் பெருநதொகையான சுற்றுக்களைக் கொண்டுள்ளனவாதலின், சாதாரணமாய் உயர்ந்த தடையையுடையனவாம்.


உருவம் 538.—பக்கவழிசுற்றிய தைனமோ (வரிப்படம்).

பக்கவழிசுற்றிய தைனமோவொன்று அருட்டப்பட்டவுடன், பொறியானது தொடக்கப்படும்போது ஆமேச்சரிலே சிறிய **மி.இ.வி.** ஒன்றைத் தூண்டப்போதிய காந்தவியல்பை, அதன மண்டலக்காநதங்கள் வைத்துக்கொள்கின்றன. இது, மண்டலக்காந்தச் சுற்றுக்களைச்சுற்றிச் சிறிய மின்னோட்டமொன்றைச் செலுத்தி, அருட்டலை அதிகரிப்பித்து, உடனே பொறியின "சேர்த்துக்கட்டலுக்கு" உதவுகினறது. எனவே, பக்கவழிசுற்றிய பொறியொன்று வேகத்தில் ஓட்டப்பட்டவுடன, புறச்சுற்றேதும் இணைக்கப்படுமுனபே, அதன் முழு **மி.இ.வி.** ஐயும் பெற்றுவிடும்.

மாறுவேகத்துடன் ஓடிக்கொண்டிருக்கும்போது, அருட்டல்மின்னோட்டமானது பொறியில் ஏற்றப்படுஞ் சுமையிலே ஏறத்தாழத் தங்கியிராததினால், ஆமேச்சரிற்றூண்டப்பட்ட **மி.இ.வி.** ஆனது செயமுறையில் மாறிலியாயிருக்கும். ஆயினும், **மி.இ.வி.** ஆனது சுமையினோடு ஓரளவுக்கு மாறுமென்பதை இலகுவிற காட்டமுடியும்.

மி.இ.வி. ஐ E இனாலும், ஆமேச்சர்த்தடையை R இனாலும், சுமையை C இனாலுங் குறிப்போமாயின், துடைப்பங்களுக்கிடையே சாதிக்கப்படும் **அ.வி.** ஆனது,

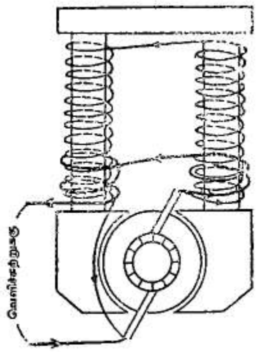
$$V = E - (C + c)R$$

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும். இங்கு c என்பது மண்டலச்சுருள்களைச் சுற்றிப்பாயுஞ் சிறிய மின்னோட்டமாகும்.

C ஆனது அதிகரிக்கும்போது துடைப்பங்களுக்கிடையேயுள்ள **அ.வி.** ஆனது குறையவேண்டுமென்பது இப்போது தெளிவாகும். இது அருட்டல்மின்னோட்டத்தின் பெறுமானத்தை ஓரளவுக்குக் குறைக்கின்றதாதலின், சுமையானது அதிகரிக்கும்போது ஆமேச்சரிலே தூண்டப்பட்ட **மி.இ.வி.** ஆனது சிறிது குறைதல்வேண்டும். அதிகரித்த மின்னோட்டத்தின் பயனான "ஆமேச்சர்த் தாக்க" அதிகரிப்பின் பயனாகவும் (பந்தி 686), **மி.இ.வி.** ஆனது சிறிது குறைக்கப்படலாம். ஆமேச்சர்த்தடை R ஆனது மிகச்சிறிதாயிருப்பது வழக்கமாதலின், பெரும்பாலான சந்தர்ப்பங்களிலே அதிகரித்த சுமையினோடு E இன் பெறுமானம் அதிகங்குறைவதில்லை. ஆகவே, பக்கவழிசுற்றிய தைன

மோவொன்று சுமையினோடு **அ.வி.** இன் சிறிய வேறுபாடு அதிகந் தாக்காத தேவைகளுக்கு உபயோகிக்கப்படலாம்.

§ 689. **கூட்டுச்சுற்றுத் தைனமோ.**—பக்கவழிச்சுற்றிய தைனமோவொன்றின துடைப்பங்களுக்கிடையே சாதிக்கப்படும் **அ.வி.** ஆனது ஏறத்தாழ மாருதிருந்தபோதிலும், மாறுகின்ற சுமையினோடு போதியவளவுக்கு மாறுகின்றதாதலின், இவ்வகைப்பொறியானது சில தேவைகளுக்குப் பொருத்த மற்றதாகும். ஆயினும், புறச்சுற்றினால் எடுக்கப்படும் மின்னோட்டமானது மண்டலக் காந்தங்களைச் சுற்றியுள்ள தடித்த கம்பியின சில சுற்றுக்களினூடு செலுத்தப்பட்டுச் சுமையினோடு **அ.வி.** இன் மாறல் தடுக்கப்படலாம (உருவம் 539). அருட்டலின் பெரும்பாகமானது, இனனும் பக்கவழிச்சுருள்களினால் உண்டாக்கப படும். ஆனால், இதனோடு சேர்த்து இத்**தொடர்ச் சுருள்**களினூடு பாய்கின்ற மின்னோட்டத்தினாலுண்டாக்கப்படும் சிறிய மாறுகின்ற அருட்டலும் அங்குளது. இதனளவானது பொறியில் ஏற்றப் படுஞ் சுமையினதிகரிப்போடு அதிகரிக்கும்.



உருவம் 539.— கூட்டுச்சுற்றுத் தைனமோ.

எனவே, சுமை அதிகரிக்கும்போது மண்டலக்காந்தத்திண்மங்களின் அருட்டலுஞ் சிறிது அதிகரிக்கும். ஆகவே, அமேச்சரிற் பிறப்பிக்கப்பட்ட **மி.இ.வி.** ஆனது அதிகரித்துக்கொண்டிருக்குஞ் சுமையினோடு சிறிது அதிகரித்தல்வேண்டும். ஆமேச்சரிலுந தொடர்ச்சுருள்களிலுந துனை நட்டமாக உறிஞ்சப்படும் **மி.இ.வி.** ஆனது கூடிய சுமைகளில், ஆமேச்சரினூடாகப்பாயும் அதிகரிக்கப்பட்ட மின்னோட்டத்தின் பயனைப் பெரிதாயிருக்கும். மண்டலக்காந்தத்திண்மங்களைச்சுற்றிச் சுற்றப்பட்டுள்ள தொடர்ச் சுற்றுக்களின் தொகையை ஏற்றவாறு செப்பஞ்செய்து. சுமையானது மாற்றப்படும்போது இக்கணியங்களிரண்டையுஞ் சமவளவுகளினால் மாறச்செய்யலாம். சுமையேற்றத்தின் எல்லா நிலைமைகளிலும் புறச்சுற்றிலே மாரு **அ.வி.** ஒன்றை இவ்வாறு சாதிக்கச்செய்யலாம். இவ்வகையான பொறியொன்று **கூட்டுச்சுற்றுத் தைனமோ** எனப்படும்.

" மேலதிகக்கூட்டினால் " சுமையானது அதிகரிக்கும்போது **அ.வி.** ஐயும் **அதிகரிக்கச்** செய்யலாம். மேலதிகக்கூட்டு என்பது **அ.வி.** ஐ மாருது வைக்கத் தேவையானதிலும்பார்க்க, மண்டலச்சுருள்களின் தொடர்ச்சுற்றுக்களின் தொகையை அதிகரிப்பிப்பதேயாகும்.

§ 690. **தைனமோவொன்றின் வினைத்திறன்.**—நேரோட்டத் தைனமோவொன்றிலே செக்கனென்றிற் பிறப்பிக்கப்படும் மின்சத்தியானது

பெருக்கம் $E\times C$ இற்குச் சமமாகும். இங்கு, E என்பது ஆமேச்சரிற் பிறப்பிக்கப்பட்ட **மி.இ.வி.** எனவும், C என்பது ஆமேச்சரினூடாகப்பாயும் முழுமின்னோட்டமெனவுங் கொள்ளப்படும். இதனைப்போலவே, புறச்சுற்றிற் குச் செக்கனொன்றில் வழங்கப்படுஞ் சத்தியானது $V\times C'$ இனுற் கொடுக்கப் படும். இங்கு, V என்பது பொறியின் முடிவிடங்களுக்கிடையே சாதிக் கப்படும் **அ.வி.** எனவும், C' என்பது புறச்சுற்றினூடாகப்பாயும் மின்னோட்ட மெனவுங் கொள்ளப்படும்.

தைனமோவொன்றின் **மின்வினைத்திறன்** ஆனது இவ்விரு கணியங்களின் விகிதமாகக் குறிக்கப்படும். அதாவது,

$$\text{மின்வினைத்திறன்} = \frac{VC'}{EC}.$$

இப்போது, தொடர்ச்சுற்றுத் தைனமோவொன்றிலே C' உம் C உம் சர்வசமமாகும். ஆனால், பக்கவழிசுற்றிய அல்லது கூட்டுச்சுற்றுப் பொறி யொன்றிலே C ஆனது C' இலும் மிகுந்திருக்கும். இவற்றின் வித் தியாசமானது, மண்டலக்காந்தங்களை அருட்ட உபயோகிக்கப்படும் பக்கவழிச் சுருள்களினூடாகப் பாயும் மின்னோட்டத்திற்குச் சமமாகும். ஆயினும், இவ்வருட்டலோட்டத்தின் அளவானது நன்றாக அமைக்கப்பட் டுள்ள பொறியொன்றிலே சார்பாகக் குறைந்திருக்குமாதலின், பொறியா னது பாரமேற்றப்பட்டிருக்கும்போது, எல்லாச்சந்தர்ப்பங்களிலும் C உம் C' உம் **ஏறத்தாழச்** சமமாயிருக்குமென நாம் கூறலாம்.

ஆகவே,

$$\text{மின்வினைத்திறன்} = \frac{V}{E}\ \textbf{(ஏறத்தாழ)}\ \text{என நாம் எழுதக்கூடும்.}$$

E இற்கும் V இற்குமிடையேயுள்ள வித்தியாசமானது பொறிக்குள்ளே மின்னோட்டம் C ஆனது செல்லவேண்டிய தடையாகிய R இன் சார்பாய்க் குறிக்கப்படலாம். எனவே,

$$E - V = CR \quad \text{எனப் பெறுகின்றோம்.}$$

குறித்த சுமையொன்றுக்கு, E இற்கும் V இற்குமிடையேயுள்ள வித்தியாசமானது தொடர்ச்சுருளின் தடையினோடுகூடிய ஆமேச்சர்த்தடையி னோடு நேரான விகிதசமமாய் அதிகரிக்கின்றதாதலின், எதிர்பார்க்கப் படுவதுபோல், ஆமேச்சரின் தடையானது எவ்வளவு பெரிதாயிருக்கின்ற தோ தைனமோவின் வினைத்திறனானது அவ்வளவுக்குச் சிறிதாயிருக்கும்.

தைனமோவொன்றின் **முழுவினைத்திறனானது** பொறியின் பொறிமுறை வினைத்திறனிலும் மின்முறை வினைத்திறனிலுந் தங்கியுள்ளது. பெரிய பொறிகளினோடு 96-97 நூற்றுவீத மின்முறை வினைத்திறனையும் 92 நூற் றுவீத முழுவினைத்திறனையும் பெறமுடியும்.

மோட்டர்கள்

§691. நேரோட்ட மோட்டர்கள்.—முந்திய பந்திகளிலே விவரிக்கப் பட்டுள்ள நேரோட்டத்தைனமோக்களுள் எதுவும், ஏற்றவுவோற்றளவுள்ள வழங்கன்முதற்கம்பிகளின்குறுக்கே இணைக்கப்படும்போது, ஒரு மோட்ட ராகச் சிறந்தமுறையிலே திருத்தமாயோடும். எனவே, மகினற்றோ, தொடர்ச் சுற்று, பக்கவழிச்சுற்று, கூட்டுச்சுற்று எனப்படும் தைனமோ வகைகளைப் போலவே அமைக்கப்பட்ட நேரோட்ட மோட்டர்கள் நான்கைப் பெறு கின்றோம்.

ஆடலோட்டத் தைனமோக்களிற்பல மோட்டர்களாகவும் ஓடும். ஆயினும், இவ்வகையான பொறிகளின் மண்டலக்காந்தங்களை, நேரோட்டத்தைக் கொண்டு அருட்டவேண்டியது அவசியமாதலின், பொறிகள் மோட்டர்களாக உபயோகிக்கப்படவேண்டியபோதும் அருட்டலின் தேவைகளுக்காக ஒத்த மின் னோட்டமொன்று வழங்கப்படல்வேண்டும். இது இவ்வாறு செய்யப்பட்ட போதிலுங்கூட மோட்டரானது தற்றொடக்க முடையதாய் இருக்கமாட்டாது. ஆடலோட்ட முதற்கம்பிகளினோடு ஆளி திருப்பியோடச்செய்ய முன்பாகவே குறித்த கதிக்கு மோட்டரை ஓட்டல் வேண்டும்.

தற்றூண்டலையுடையனவும் அருட்டற்றேவைகளுக்காக எவ்வித நேரோட் டமுந்தேவைப்படாதனவுமான எளியவமைப்பையுடைய ஆடலோட்ட மோட் டர்களை அமைக்கமுடியும். ஆயினும், இவ்வகை மோட்டரின் அமைப் பானது, முன்னரே விவரிக்கப்பட்டுள்ள ஆடலோட்டத் தைனமோக்களின் அமைப்பிலும் முற்றிலும் வேறானதாகும். இந்நூலில் விவாதிக்கப்பட முடியாத தத்துவங்களை இது அடிப்படையாய்க் கொண்டுள்ளதாகும். ஆகவே, சாதாரண நேரோட்டத்தை உபயோகிக்கும் மோட்டர்களைப்பற்றியே இங்கு கருதுவோம்.

நேரோட்டமோட்டரொன்றின் தாக்கத்திற்கு அடிப்படையாயுள்ள தத்துவ மானது **663** ஆம் பந்தியிலே முன்னரே விவாதிக்கப்பட்டுள்ளது. சுரு ளொன்று காந்தமண்டலமொன்றிலே சுழலுமாறு கட்டற்றிருக்கும்போது அச்சுருளினூடு பாயும் எந்த மின்னோட்டமும் கூடியவளவு விசைக்கோடுகளை அடக்குமாறு சுருளைச்சுற்றச்செய்யுமென, அதாவது , காந்தமண்டலத்தின் குறுக்கே கிடக்குமாறு சுருளைச் சுற்றச்செய்யுமென, அங்கு நாங்கண்டோம்.

ஆமேச்சரினோடு திசைமாற்றியொன்றைப் பொருத்தி இச்சுழற்சியைத் தொடர்ந்ததாக்கலாம். காந்தமண்டலத்தின்குறுக்கே கிடக்கும் நிலை யினூடாகச் சுருளானது செல்லுகின்ற ஒவ்வொருமுறையும் ஆமேச்சர்ச் சுருளினூடாகப் பாயும் மின்னோட்டமானது நேர்மாறாக்கப்படுமாறு, பொருத் தப்பட்டுள்ள துடைப்பங்களினூடு மின்னோட்டங் கொண்டு செல்லப்படும். ஒவ்வொரு அரைச்சுற்றின்போதும் சுருளினாற்பெறப்பட்ட இயக்கப்பண்புச் சத்தியானது மாறுநிலைக்கப்பால் அதனைக் கொண்டு செல்லப் போதிய தாகுமாதலின், இயக்கந் தொடர்ச்சியானதாகின்றது.

சாதாரண H – வகை ஆமேச்சரொன்று தாணியங்கமாட்டாத சமநிலைகளி ரண்டைக் கொண்டுள்ளது. சுருளானது காந்தமண்டலத்தின்குறுக்கே நேராகக் கிடக்கும் நிலைகளே இந்நிலைகளாம். ஒரேநேரத்தில் ஒருசுருள்மட்டுமே சமநிலையிலிருக்குமாதலின், ஒருசுருளிலுங் கூடுதலாயுள்ள ஆமேச்சரொன்று எந்தநிலையிலுந் தொடங்கும். இக்காரணத்தினால், ஆகச்சிறிய விளையாட்டுமோட்டர்களைத் தவிர்ந்த ஏனையவற்றிலெல்லாம் பலவெட்டுமுக ஆமேச்சர்களே பெரும்பாலும் உபயோகிக்கப்படும். ஆமேச்சரிற் சுற்றப்பட்டுள்ள வெவ்வேறான சுருள்களின் தொகை எவ்வளவு பெரிதாயிருக்கின்றதோ, மோட்டரொன்றின் முறுக்குதிறனானது அவ்வளவுக்கு ஒருசீராயதிகரிக்கும்.

§ 692. **மோட்டரொன்றின் வினைத்திறன்.**—மோட்டரொன்றின் ஆமேச்சரானது சுழன்றுகொண்டிருக்கும்போது இயக்கத்தையுண்டாக்கும் மின்னோட்டத்தை எதிர்த்துத் தாக்கும் **மி.இ.வி.** ஒன்று ஆமேச்சரிலே உண்டாக்கப்படும். துடைப்பங்களின்குறுக்கே பிரயோகிக்கப்பட்ட **அ.வி.** ஐ V இனாலும், ஆமேச்சரிற் பிறப்பிக்கப்பட்ட "பின் **மி.இ.வி.**" ஐ E இனாலுங் குறிப்போமாயின், ஆமேச்சரினூடாகப்பாயும் மின்னோட்டமானது C′ இற்குச் சமமாகும். இது,

$$C' = \frac{V - E}{R}$$

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும். இங்கு, R என்பது ஆமேச்சரின் தடையாகும்.

செக்கனொன்றிலே பொறிக்கு வழங்கப்படும் சத்தியானது VC சூல்களுக்குச் சமமாகும். C என்பது பொறியினூடு பாய்கின்ற முழுமின்னோட்டமாகும். C இற்கும் C′ இற்குமிடையேயுள்ள வித்தியாசமானது பக்கவழிச்சுருள்கள் (எவையேனுமிருப்பின) அவற்றினூடு செல்லுஞ் சிறிய மினனோட்டமாகும். எனவே,

$C = C'$ **ஏறத்தாழ** என நாம் எழுதலாம்.

எனின்,

செக்கனொன்றிலே வழங்கப்படுஞ் சத்தி $= VC$ எனவும்

செக்கனொன்றிலே செலவாகுஞ் சத்தி $= C^2R$ (ஏறததாழ)

எனவும் பெறுகின்றோம். ஆயின்,

வேலைசெய்தற்குச் செக்கனொன்றிலே பெறப்படக்கூடிய சத்தி

$$= VC - C^2R$$
$$= (V - CR)C$$
$$= EC \text{ (ஏறத்தாழ).}$$

எனவே,

$$\text{மின்வினைத்திறன்} = \frac{EC}{VC} = \frac{E}{V} \text{ (ஏறத்தாழ)}$$

எனப்பெறுகின்றோம்.

பக்கவழியோட்டமானது வரையறையானதாயும் *c* இற்குச் சமமானதாயுமுள்ளதெனக் கொள்வோமாயின்,

$$C = C' + c$$

எனப் பெறுகின்றேம். எனவே,

$$\text{மின்வினைத்திறன்} = \frac{EC'}{V(C' + c)}.$$

தொடர்ப்பொறிகளிலே மேலேயுள்ள R இன் பெறுமானம் மண்டலச் சுருள்களினதும ஆமேச்சரினதுந் தடைகளைச் சேர்த்ததாகும். இவ்வகைப் பொறியிலே C ஆனது C′ இறகுச் சமமாகும்.

§693. **மகினற்றே-மோட்டர்.**—நிலையான காந்தமொன்றின் மண்டலத்திலே ஆமேச்சரானது சுழன்றுகொண்டிருக்குமாதலின், மகினற்றே மோட்டரொன்றின் மண்டலமானது மாருச்செறிவுடையதாகும். மகினற்றே மோட்டரொன்றின் மின்னேட்டம், வேகம், சுமை என்பவற்றுக் கிடையேயுள்ள தொடர்பைப்பற்றிக் கீழே விவாதிக்கப்பட்டுளது.

கதியோடு மின்னேட்டத்தின் மாறல்.—மாருமண்டலமொன்றிலே பின் **மி.இ.வி.** ஆனது கதியோடு நேரான விகிதசமமாய் மாறும். எனவே, கதி அதிகரிக்க, அதிகரித்துக்கொண்டிருக்கும் **மி.இ.வி.** ஒன்றினுல் மின்னேட்டம் எதிர்க்கப்படும். எனவே, **மோட்டரின் வேகம் அதிகரிக்க மின்னேட்டங் குறையும்.**

சுமையினேடு மின்னேட்டத்தின் மாறல்.—குறித்த காலத்திலே அளவு கூடிய வேலையைச் செய்யவேண்டிய பொறியொன்றிலே யெரிய சுமையொன்று ஏறறப்படுமாயின், செக்கனெனறிலே கூடியசத்தி அதற்கு வழங்கப்படுதல்வேண்டும். பொறியின் முதலிடங்களுக்கிடையேயுள்ள **அ.வி** ஆனது மாறுதிருக்குமாயின், தேவைப்படும் மேலதிகச் சத்தியானது பொறியினுலெடுக்கப்படும மின்னேட்டத்தை அதிகரிக்கச் செயதே வழங்கப்படலாம. எனவே, **சுமை அதிகரிக்கும்போது மின்னேட்டமும் அதிகரிக்கின்றது.**

சுமையோடு கதியின் மாறல்.—சுமை அதிகரிக்குமாயின் அதிகரித்த மின்னேட்டமானது பொறியினூடு பாய்தல்வேணடுமென இப்போது கணடோம். இப்போது ஆமேச்சர் மின்னேட்டமானது,

$$C = \frac{V - E}{R}$$

என்னுந் தொடர்பினுற்றீர்மானிக்கப்படும். இந்தச்சமன்பாட்டிலே V உம் R உம் மாறிலிகளாதலின் C இன் பெறுமானத்தை அதிகரிக்கச் செய்யும் ஒரேயொரு வழி E ஐக் குறையச்செய்வதேயாம். மாருவருட்டன் மண்டலமொனறிறகுக் கதிக்குறைவை இது உண்டாக்குமாதலின, செயயப்படவேண்டியவேலை அதிகரிக்கும்போது மகினற்றே மோட்டரொன்று ஓரளவுக்கு வேகங்குறைந்தோடும்.

எந்தச்சுமைக்கும் மின்மோட்டரொன்றின் கதியானது தானேயொழுங் காகுந் தன்மையது. சுமையின் எவ்விதமாற்றமும் கதியிற் கணமாற்ற மொன்றை உண்டாக்கும். சுமையானது குறைக்கப்பட கதியானது அதிகரிக்கவும், அதிகரிக்கப்படக் குறையவும் முயலும். கதி அதிகரிக்கும் போது ஆமேச்சரிலுள்ள பின் **மி.இ.வி.** உம் அதிகரிக்கும். ஆகவே, ஆமேச்சரினூடு பாயும் மின்னோட்டங் குறைக்கப்பட மோட்டரினால் எடுக்கப் படும் வலுவுங் குறையும். எனவே, மோட்டரினால் எடுக்கப்படும் வலுவா னது பொறியிலேற்றப்படும் சுமையின் எவ்வித மாற்றங்களுக்குமேற்பத் தானே செப்பஞ்செய்து கொள்கின்றது. பொறியினூடாகப் பாய்கின்ற மின்னோட்டத்திலே தேவையான மாற்றத்தையுண்டாக்கப் போதியவளவுக்கு வேகமானது தானே மாறிக்கொள்ளும்.

§ 694. தொடர் மோட்டர்.—தொடர்மோட்டரொன்றிலே முழுமின்னோட் டமும் ஆமேச்சரினூடாகவும் மண்டலச்சுருள்களினூடாகவும் பாயும். ஆகவே, பாரமான மின்னோட்டமொன்றை எடுப்பதற்காக இவை தடித்த கம்பி யினால் சுற்றப்பட்டுள்ளனவாதலின், முழுப்பொறியினதுந் தடையானது மிகச் சிறிதாகவேயிருக்கும். எனவே, பொறியின் முடிவிடங்களோடு இணைக்கப் பட்டுள்ள வழங்கல் **அ.வி.** ஆனது ஆமேச்சர் மண்டலச் சுருள்களினூடாக மிகப்பெரிய தொடக்கமின்னோட்டத்தைச் செலுத்தும். இதனால் வலுக்கூடிய அருட்டல் மண்டலமொன்று உண்டாக்கப்பட்டு, ஆமேச்சரிலே இது பெரிய "முறுக்குதிறனொன்றைச்" செலுத்தும். **எனவே தொடர்மோட்டரொன்று பெரிய தொடக்கமுறுக்குதிறனைக் கொண்டதாயிருக்கும்.**

பொறியானது கதிகூடிக்கொண்டு போகும்போது ஆமேச்சரிலே பிறப்பிக் கப்பட்ட "பின் **மி.இ.வி.**" இன் பயனாக மின்னோட்டங் குறையும். மின் னோட்டத்தின் குறைவானது மண்டலக்காந்தங்களின் அருட்டலைக் குறைக்கு மாதலின், கதியதிகரிக்கும்போது பின் **மி.இ.வி.** ஆனது ஓரளவுக்கு அதி கரிக்குமாயினும் பின் **மி.இ.வி.** இன் இவ்வதிகரிப்பு வேகத்தின் அதிகரிப் போடு நேரான விகித சமமாயிராது. **எனவே கதி அதிகரிக்கும்போது மின்னோட்டம் ஒப்ப இதற்கு ஆறுதலாக வீழ்ச்சியடையும்.**

இப்போது மோட்டருக்கு வழங்கப்படும் வலுவானது, மின்னோட்டம் மாறா **அ.வி.** ஒன்றிலே வழங்கப்படும்போது, மோட்டரினால் எடுக்கப்படும் மின் னோட்டத்தினோடு நேரான விகிதசமமாயிருக்குமாதலின், **தொடர் மோட்டரொன்றின் வலுவானது கதி அதிகரிக்கும்போது, ஒப்பிடுதற்குரிய முறையில் ஆறுதலாக வீழ்ச்சியடையும்.** அன்றேல், **சுமையின் குறிக்கப் பட்ட மாறுதலொன்று கதியிலே ஒப்பிடக் கூடிய பெரிய மாறலை உண்டாக் கும்** என்பது இதன் கருத்தாகும்.

தொடர்மோட்டரொன்றினது பெரிய முறுக்குதிறனுடன், கதி அதிகரிக் கும்போது அதன் வலுவானது ஒப்பிடக்கூடியவளவுக்கு ஆறுதலாக வீழ்ச்சியடையும் என்னும் உண்மையுஞ் சேர்ந்து, தொடர்மோட்டரொன்றை

இழுவைத்தேவைகளுக்காகச் சிறப்பாகப் பொருத்தமுடையதாக்கும். **மோட்டரின் இவ்வகையானது,** மிகக்குறுகிய காலத்திற்கேயன்றிப் பெரிய மின்னேட்டத்தை அனுவசியமாக எடுக்காது, **சுமையில் விரைவாகத் தொடங்கும்.** பெரிய கதிக்கு ஓடியபின்பு மோட்டரானது அதன் தொடக்கச் செலுத்தன் முறுக்குதிறனின் பெரிய நூற்றுவீதமொன்றை உருவாக்கிக்கொண்டிருக்கும். தண்டவாளத்திலோடும் வண்டிகள், திராம் வண்டிகள், ஏற்றிகள் முதலியவற்றைச் செலுத்தலைப்போன்ற தேவைகளுக்குத் தொடர்மோட்டர்கள் விசேடமாயேற்றனவாம். இவ்வகைத் தேவைகளுக்கே இவற்றினுபயோகம் ஏறத்தாழ முற்றுகக் கட்டுப்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

§ 695. **பக்கவழிமோட்டர்.**—பக்கவழிசுற்றிய மோட்டர்களின் சிறப்பியல்புகள், காந்தமண்டலத்தை அருட்ட உபயோகப்படுத்தும் முறையிலே முதலிற்றங்கியுள்ளன. வழங்கன்முதற்கம்பிகளினிடையே நேராகவிணைக்கப்பட்டுள்ள மண்டலச்சுருள்களினுல் அருட்டல் உண்டாக்கப்படும். குறித்த வழங்கல் **அ.வி.** ஒன்றிற்கு மாருப்பெறுமானமொன்றை அருட்டும் மின்னேட்டமானது இதனுற் பெறுமாதலின், ஆமேச்சர்சுழலுகின்ற மண்டலமானது மாருச்செறிவையுடையதாகும்.

மண்டலச்சுருள்கள் மெல்லியகம்பியின் பெருந்தொகையான சுற்றுக்களைக்கொண்டு சுற்றப்பட்டு ஒப்பான உயர்வுத்தடையைப் பெற்றுள்ளனவாதலின், அருட்டல்மின்னேட்டமானது மிகச்சிறிதாயிருப்பது வழக்கம். அன்றியும், ஆமேச்சர்ச்சுருள்கள் தடித்த கம்பியினுலேனும் காவலிட்ட செப்புக்கீலத்தினுலேனுஞ் சுற்றப்பட்டுள்ளனவாதலின், ஆமேச்சரின் தடையானது மிகச் சிறிதாயிருக்கும்.

வழங்கல் **அ.வி.** ஆனது நிலையான பக்கவழி மோட்டரொன்றின் முடிவிடங்களின்குறுக்கே பிரயோகிக்கப்படுமாயின், ஆமேச்சரினூடாகப் பாயுந் தொடக்கமின்னேட்டம், நியமவோட்ட மின்னேட்டத்தினேடு ஒப்பிடப்படும்போது மிகப்பெரிதாயிருக்கும். மோட்டரானது " பாரமேற்ருது " தொடக்கப்படுமாயின் உடனே அது வேகவளர்ச்சியைப் பெறும். ஆயினும், அதன் தொடக்குமுறுக்குதிறனுனது ஒத்த வலுவையுடைய தொடர்மோட்டரொன்றினதிலும்பார்க்க மிகக்குறைவாயிருக்கும். இதற்குக் காரணம் **நிலையான** தொடர்மோட்டரொன்றின் மண்டலத்தோடு ஒப்பிடப்படும்போது மண்டலக்காந்தங்களினுல் உண்டாக்கப்படும் மண்டலமானது சார்பாகப் பெலமற்றிருப்பதே ஆகும்.

பாரமான தொடக்குமின்னேட்டத்தினுல் ஆமேச்சரானது மிகைவெப்பமாகாது தடுத்தற்காக, மோட்டரைப் " பாரமேற்ருது " தொடக்குதற்குரிய முன்னவதானமானது எப்போதும் எடுக்கப்படுதல்வேண்டும். இவ்வாருக மோட்டரானது கூடியவிரைவாக வேகவளர்ச்சியை அடைவதோடு மின்னேட்டமுங் கூடியளவுகுறுகிய காலத்திலே பாதுகாப்பான பெறுமானமொன்றிற்குக் குறைந்துவிடும். ஆகச்சிறிய மோட்டர்களைத் தவிர்ந்த ஏனையவற்றைத் தொடக்

கும்போது எடுக்கப்படவேண்டிய இன்னுமோர் அவதானம் ஆமேச்சர்ச் சுற்றிலே "தொடக்குந்தடை" ஒன்றைச் சேர்ப்பதாகும். மோட்டரானது ஓரளவுக்கு உயர்ந்த கதியையடையுமட்டும், இது, தொடக்கமின்னோட்டத்தைப் பாதுகாப்பான பெறுமானமொன்றிற் குறைத்துவைத்துக்கொள்ளும். இதன் பின்பு தடையானது அகற்றப் பட்டதும், துடைப்பங்களோடு நேராக இணைக் கப்பட்டுள்ள முதற்கம்பிகளுடன் மோட்டரானது முழுவேகத்தையும் அடைகின்றது.

சுமையினோடு கதியின் மாறல்.—பக்கவழிமோட்டரொன்றின் மண்டலமானது மாறாச் செறிவையுடையதாதலின், ஆமேச்சரிற் பின் **மி.இ.வி.** ஆன E ஆனது வேகத்தினோடு நேரான விகிதசமமாயிருக்கும். பொறியிலுள்ள சுமையானது அதிகரிக்கப்படும்போது ஆமேச்சரினூடாக மின்னோட்டங் கூடுதலாய்ச் செல்வதற்காக E இன் பெறுமானங் குறைதல் வேண்டும். ஆயினும், ஆமேச்சர்த்தடையானது மிகச்சிறிதாயிருக்குமாயின்,

$$C = \frac{V - E}{R}$$

ஆதலின், E இலே ஒரு சிறிய நூற்றுவீதக் குறைவானது மின்னோட்டத்திலே மிக்க பெரிய நூற்றுவீத அதிகரிப்பை உண்டாக்கும். எனவே, பக்கவழிமோட்டரொன்று மிகப்பரந்து மாறுகின்ற சுமைகளில் **ஏறத்தாழ** மாறாவேகத்துடன் ஓடும்.

அருட்டன்மண்டலத்தினோடு வேகத்தின் மாறல்.—பக்கவழிமோட்டரொன்றின் ஆமேச்சரிலே தூண்டப்பெற்ற பின் **மி.இ.வி.** ஆனது சுழற்சி வேகத்தினோடும் அருட்டுமண்டலச் செறிவினோடும் விகிதசமமாயிருக்கும். மாறாவோற்றளவொன்றிலே முழுவேகத்திலோடிக்கொண்டிருக்கும் போது ஆமேச்சரிலுள்ள பின் **மி.இ.வி.** ஆனது வழங்கலுவோற்றளவுக்கு ஏறத்தாழச் சமமாகும். எனவே, மண்டலச்செறிவு குறைக்கப்படுமாயின், பின் **மி.இ.வி.** ஐ மாறிலியாய் வைத்துக்கொள்வதற்காக, சுழற்சிவேகமானது நேர்மாறு விகிதசமமாய் அதிகரித்தல்வேண்டும். அருட்டுமண்டலச் செறிவைக் **குறைத்து,** அதாவது, மண்டலக்காந்தச் சுருளினூடாகப்பாயும் மின்னோட்டத்தைக் குறைத்து, மாறா வழங்கலுவோற்றளவில் ஓடிக்கொண்டிருக்கும் பக்கவழிமோட்டரொன்றின் வேகத்தை **அதிகரிக்கச்செய்யலாம்.**

பொறியின் வேகத்தை மாற்றுவதற்காக மண்டலச்சுற்றிலே செலுத்தப்படக்கூடிய தடைகள் பக்க வழிமோட்டர்கள் பலவற்றிலே உள்ளன.

குறிப்பு.—மோட்டர் "பாரமற்றோடிக்"கொண்டிரும்போது மண்டலவோட்டமானது மிகக்குறைந்த பெறுமானமொன்றிற்குக் குறைக்கப்படுமாயின், ஆமேச்சரானது மிகுந்த கதியைப் பெற்று அதிலுண்டான மையநீக்கத் தகைப்புகளின்கீழ் உடைந்து சிதறிவிடக்கூடும். இதற்கெதிராகப் பாதுகாத்துக்கொள்வதற்காக, மண்டலவோட்டமானது குறித்த "காவற்" பெறுமானமொன்றில் வீழ்ச்சியடையும்போது ஆமேச்சரோட்டந் தானே நிறுத்தப்படக்கூடிய "அமைப்புகள்", தொடக்கிகள் பலவற்றிற் பொருத்தப்பட்டுள்ளன.

§ 696. **கூட்டுச்சுற்றுமோட்டர்.**—விசேட சந்தர்ப்பங்களிலே சுமையேற்ற லின் எல்லாச்சந்தர்ப்பங்களிலும் மோட்டரொன்று ஏறத்தாழ மாறுத் தனிக்கதியுடன் ஓடவேண்டியது அவசியமாகின்றது. இவ்வகையான சந்தர்ப் பங்களிலே கூட்டுச்சுற்று மோட்டரொன்று உபயோகிக்கப்படும். இம்மோட் டரின் அமைப்பானது சரியாய்க் கூட்டுச்சுற்றுத் தைனமோவின் அமைப்பைப் போன்றதேயாம் (பந்தி 689).

இவ்வகைபொறியொன்று **தைனமோவாக** உபயோகிக்கப்படும்போது மண்டலக்காந்தங்களின் கூட்டுச் சுற்றுக்களினூடாகப் பாயும் மின் ஞேட்டமானது பொறியிலுலேயே பிறப்பிக்கப்படும். இந்த மின் ஞேட்டமானது நேர்முடிவிடத்திலே பொறியிலிருந்து **வெளியே** பாயும். மண்டலக்காந்தங்களைச்சுற்றிய இதன் பாதையிலே பக்கவழிச் சுற்றுக் களுக்கு இது **உதவுகின்றது**. இதே பொறியானது **மோட்டராக** உபயோகிக்கப்படும்போது நேர்முடிவிடத்திலே பொறியினுள்ளேபாயும் மின்ஞேட்டமொன்றை எடுத்துக்கொள்ளும். மின்ஞேட்டமானது பக்கவ ழிச்சுற்றுக்களினூடாக அதே திசையிலேயே இன்னும் பாய்ந்துகொண் டிருக்குமாயினும், கூட்டுச்சுற்றுக்களினூடாகப் பாயும் மின்ஞேட்டத்தின் திசையானது நேர்மாறுக்கப்படும். ஆகவே, தொடர்ச்சுற்றுகளினூடாகப் பாயும் மின்ஞேட்டம், பக்கவழிச்சுற்றுக்களினுல் அருட்டப்பட்டமண்டலத் திற்கு **எதிர்மாறுன** மண்டலமொன்றை உண்டாக்கும். எனவே, ஆமேச்ச ரோட்டத்தில் உண்டாக்கப்படும் எவ்விதவதிகரிப்பும் ஆமேச்சர் சுழலுகின்ற மண்டலத்தைப் பெலமற்றதாக்குமாதலின், ஆமேச்சரிற் பிறப்பிக்கப்பட்ட பின் **மி.இ.வி.** ஐயுங் குறைக்கும்.

ஆமேச்சரோட்டமும் பின் **மி.இ.வி.** உம் இவ்வாறு ஓரளவுக்கு ஒன்றுக் கொன்று தங்கியிராதனவாம். பின் **மி.இ.வி.** இன் பெறுமானத்தின் குறைவினுலேயே ஆமேச்சரோட்டமானது அதிகரிக்கப்படும். ஆனல் மாறுச்சுழற்சிவேகமொன்றுக்கு ஆமேச்சரோட்டத்தில் எவ்விதவதிகரிப்பும் பின் **மி.இ.வி.** ஐக்குறைக்கும்.

மண்டலக்காந்தங்களின் தொடர்ச்சுற்றுக்களிலும் பக்கவழிச் சுற்றுக் களிலுமுள்ள சுற்றுக்களின்சார்பான தொகைகளை ஏற்றவாறு செப் பஞ்செய்து, ஏற்றப்படக்கூடிய சுமைகளெல்லாவற்றிலும் பொறி யானது மாறுவேகத்துடன் ஓடுமாறு ஆமேச்சரோட்டமும் பின் **மி.இ.வி.** உம் மாற்றப்படலாம்.

§ 697. **மோட்டராய் உபயோகிக்கப்படும் தைனமோ**—ரேவகையான, நேரோட்டத் தைனமோவினதும் நேரோட்ட மோட்டரினதும் அமைப்பிலே முக்கியமான வித்தியாசமெதுவுமில்லையென முன்னரே காட்டப்பட்டுள்ளது. ஆகவே, ஒரே பொறியைத் தைனமோவாகவேனும் மோட்டராகவேனும் உபயோகிக்கமுடியும்

பக்கவழிசுற்றிய பொறியொன்று ஏற்றதோரெஞ்சினினுற் **செலுத்தப் படுகின்ற**தெனவும் பொறியின் துடைப்பங்களின்குறுக்கே சேமக்கலன்க**ளின்**

மின்கலவடுக்கொன்று இணைக்கப்பட்டுள்ளதெனவுங் கொள்க. குறித்த வேகமொன்றில் ஓடிக்கொண்டிருக்கும்போது பொறியினுற் பிறப்பிக்கப்படும் **மி.இ.வி.** ஆனது பெறுமானம் $\mathbf{E}$ ஐக்கொண்டிருக்கும். இது, மின்கல வடுக்கின் முடிவிடங்களுக்கிடையேயுள்ள **அ.வி.** இலும்பார்க்கப் பெரிதா யிருக்கின்றதெனக் கொள்க. எனவே, பொறியானது மின்கலவடுக்கிற்கு மின்னோட்டத்தை வழங்கிக்கொண்டிருப்பதோடு மின்னேற்றுந் தைன மோவாகவுந் தொழிற்படும். மின்கலவடுக்கின் முதலிடங்களுக்கிடை யேயுள்ள **அ.வி.** ஆனது $\mathbf{V}$ எனவும், மின்கலவடுக்கானது துடைப்பங் களுக்கிடையே நேராகத் தொடுக்கப்பட்டுள்ளதெனவுங் கொள்வோமாயின், ஆமேச்சர்ச் சுருள்களினுள்ளே தாக்குகின்ற $(\mathbf{E}-\mathbf{V})$ அளவான **தேறிய மி.இ.வி.** ஒன்றைப் பெறுகின்றோம். ஆயின், ஆமேச்சர்த்தடையானது $\mathbf{R}$ எனின், ஆமேச்சரினூடாகப்பாயும் மின்னோட்டம் $\mathbf{C}$ ஆனது,

$$\mathrm{C}=\frac{\mathrm{E}-\mathrm{V}}{\mathrm{R}}$$ என்பதனுற் கொடுக்கப்படும்.

தைனமோவின் கதி அதிகரிக்கப்படுமாயின் கதியினோடு ஏறத்தாழ நேரான விகிதசமமாய் $\mathbf{E}$ ஆனது அதிகரிக்கும். அத்துடன் ஆமேச்சரினூடு பாயும் மின்னோட்டமும் ஏற்றவாறு பெறுமானத்தில் உயரும். ஏறத்தாழ ஆமேச்சர்மின்னோட்டம் முழுவதும் மின்கலவடுக்கிற்கே வழங்கப்படுமாத லின், தைனமோவின் கதியுயர்த்தப்படும்போது மின்கலவடுக்கில் மின் னேற்றும் வீதமும் அதிகரிக்கும்.

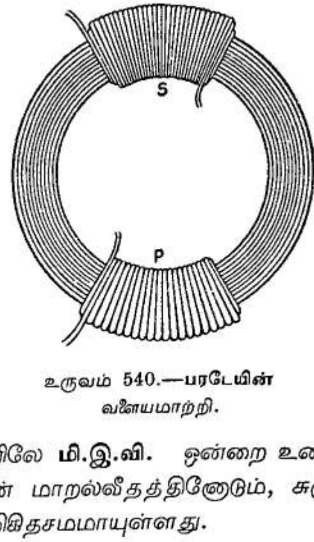
பொறியின் கதியைக் குறைக்க $\mathbf{E}$ உங்குறையும். அத்துடன், கதியின் சிறப்பான ஏதாவது பெறுமானமொன்றிலே பொறியினுற் பிறப்பிக் கப்பட்ட **மி.இ.வி.** ஆனது மினகலவடுக்கின் முடிவிடங்களுக்கிடையேயுள்ள **அ.வி.** இற்குச் சரிசமமாகும். இந்த வேகத்திலே ஆமேச்சரினூடு பாய்கின்ற மின்னோட்டமானது பூச்சியமாகும். செலுத்துமெஞ்சினுனது இப்போது பொறிமுறையுரோஞ்சலை மேற்கொள்ளத் தேவையானதைத் தவிர்ந்த வேறெந்த வேலையையுந் தைனமோவிற் செய்யாது.

கதியில் இன்னும் மேலதிகமான குறைவானது, துடைப்பங்கள் இணைக் கப்பட்டுள்ள மின்கலவடுக்கினுற் சாதிக்கப்படும் **அ.வி.** இலும்பார்க்கக் குறைவான பெறுமானத்திற்கு **மி.இ.வி.** ஐக்குறையச்செய்யும். ஆகவே, மின்கலவடுக்கானது இப்போது, பொறிக்கு மின்னோட்டத்தை வழங்கிக் கொண்டிருக்கும். இந்த மின்னோட்டமானது ஆமேச்சரிற் பிறப்பிக்கப் பட்ட **மி. இ. வி.** இற்கெதிராகப் பொறியினூடு பாய்ந்துகொண்டிருக்கும். அதாவது, மின்கலவடுக்கானது பொறியின் சுழற்சிக்கு உதவுமாறு மின்னோட்டமொன்றை இப்போது வழங்குகின்றதாதலின், பொறியானது இப்போது மோட்டராகவே ஓடிக்கொண்டிருக்கின்றது.

பொறியொன்று தைனமோவாகவோ மோட்டராகவோ ஓடுகின்றதென்ற பிரச்சினை, முடிவிடங்களுக்கிடையே மாருு **அ.வி.** ஒன்று சாதிக்கப்படு மாயின், சுழற்சிவேகத்திலேயே தங்கியுள்ளது. சிறப்பான ஒரு வேகத்தி

லோடிக்கொண்டிருக்கும்போது பொறியானது மின்னோட்டத்தை எடுக்க வேணுங்கொடுக்கவேணும் மாட்டாது. இதன்கீழேயுள்ள வேகங்களிலே அது மின்னோட்டத்தை எடுத்துக்கொண்டு மோட்டராயோடும். ஆனால் இதற்கு உயர்வான வேகங்களிலே மின்னோட்டத்தைக் கொடுத்துக்கொண்டு தைனமோவாக வேலைசெய்யும்.

§ 698. **மாற்றி.**—ஆடலோட்ட வேலைகளிற் பெரும்பாலும் உபயோகிக்கப் படும் ஆய்கருவியொன்று **மாற்றி** எனப்படுவதாகும். இரும்பகமொன்றிற் சுற்றப்பட்டுள்ள முதற்சுருளொன்றையுந் துணைச்சுருளொன்றையும் இது கொண்டதாகும். அகமானது ஒன்றின்மேலொன்றான தகடாயமைந்து காந்தவிசைக்கோடுகளின் நேரே தொடர்ச்சியாயமைக்கப்பட்டுள்ளது. எனவே, எந்தச்சுருளினூடாகவேனுங் குறித்த மின்னோட்டமொன்று பாயும்போது அகத்தினூடுசெல்லும் பாயமானது கூடியவளவு பெரிதாயிருக்கும். 540 ஆம் உருவத்திற் காட்டப்பட்டுள்ள வகையானது **பரடேயின் வளையமாற்றி** எனப்படும்.



உருவம் 540.—**பரடேயின்** வளையமாற்றி.

முதற்சுருளினூடாக மின்னோட்டமொன்று செலுத்தப்படும்போது அகத்திலே பெருமளவான காந்தப்பாயம் உண்டாக்கப்படும். பாயத்திலுள்ள எவ்விதமாற்றமும் துணைச்சுருளிலே **மி.இ.வி.** ஒன்றை உண்டாக்கும். இந்த **மி.இ.வி.** ஆனது பாயத்தின் மாறல்வீதத்தினோடும், சுருளிலுள்ள சுற்றுக்களின் தொகையினோடும் விகிதசமமாயுள்ளது.

இப்போது ஆடலோட்டமொன்று முதற்சுருளினூடாகச் செலுத்தப்படுகின்றதெனக் கொள்வோமாக. இது ஆடற்பாயமொன்றை அகத்தினூடாக அமைப்பதுடன் முதற்சுருளிலுந் துணைச்சுருளிலும் **மி.இ.வி.** ஒன்றைத் தூண்டும். நன்றாகவமைக்கப்பட்ட மாற்றியொன்றிலே முதற்சுருளிற் றூண்டப்பட்ட இந்தப் பின் **மி.இ.வி.** ஆனது சுருளின் முனைகளின்குறுக்கே பிரயோகிக்கப்படும் ஆடல் **மி.இ.வி.** இன் 98 நூற்றுவீதமட்டும் உயர்வானதாயிருக்கும்.

சுருள்களிரண்டிலுந் தூண்டப்படும் **மி.இ.வி.** கள் அகத்தினூடுசெல்லுங் காந்தப்பாயத்தின் ஒரேமாறல்களினால் உண்டானவையாம். ஆகவே, சுருள்களிரண்டிலுமுள்ள சுற்றுக்களின் தொகைகளோடு இவை விகிதசமமாயுள்ளன. அதாவது

$$\frac{\text{துணைச்சுருளிற்றூண்டப்படும் மி.இ.வி.}}{\text{முதற்சுருளிற் றூண்டப்படும் பின் மி.இ.வி.}} = \frac{\text{துணைச்சுருளிலுள்ள சுற்றுக்கள்}}{\text{முதற்சுருளிலுள்ள சுற்றுக்கள்}}$$

ஆகவே, முதற்சுருளிற்றூண்டப்படும் **மி.இ.வி.** இற்கும் இர்சுருளின் முனைகளின்குறுக்கே பிரயோகிக்கப்படும் **அ.வி.** இற்குமிடையேயுள்ள சிறிய வித்தியாசத்தை தவிர்ப்போமாயின்,

$$\frac{\text{துணைச்சுருளிற்றூண்டப்படும் மி.இ.வி.}}{\text{முதற்சுருளிற் பிரயோகிக்கப்படும் அ.வி.}} = \frac{\text{துணைச்சுருளிலுள்ள சுற்றுக்கள்}}{\text{முதற்சுருளிலுள்ள சுற்றுக்கள்}}$$

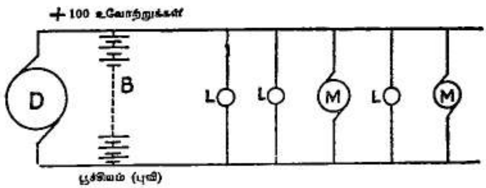
என **ஏறத்தாழ** நாம் கூறமுடியும்.

முதற்சுருளிலும்பார்க்கத் துணைச்சுருளிற் கூடிய சுற்றுக்களையுடைய மாற்றியானது **படிகூட்டுமாற்றி** எனப்படும். துணைச்சுருளின் முனைகளின் குறுக்கே தூண்டப்பெறும் உவோற்றளவானது முதற்சுருளிற் பிரயோகிக் கப்படுவதிலும்பார்க்கப் பெரிதாயிருக்கும். துணைச்சுருளானது முதற்சுருளி லும்பார்க்கக் குறைந்த தொகையான சுற்றுக்களைக் கொண்டுள்ளபோது மாற்றியானது **படிகுறைமாற்றி** எனப்படும்.

அத்தியாயம் 73

மின்வலு நிலையங்களும் வழங்கன்முறைகளும்

§ 699. சாதாரண "இருகம்பி" முறை. நேர்மின்னோட்டத்தின் பிறப்பாக்கலுக்கும் பரப்பலுக்குமுரிய முறையொன்றின் எளிய வகையிலே, பிறப்பிக்கும் பொறியானது ஏற்றவலுவையுடைய எஞ்சினொன்றினாற் செலுத்தப்படும் தனித்தைனமோ D ஐக்கொண்டதாகும். தனிப்பட்ட சிறிய நிலையங்களிற்குப் பக்கவழி சுற்றிய தைனமோவொன்று உபயோகிக்கப்படலாம். ஆனால் வர்த்தகசம்பந்தமான தேவைகளுக்காக கூட்டுச்சுற்றுப் பொறிகளைப் பிரயோகிப்பதே வழக்கமாகும். எந்தவிடத்திலும் வழங்குமுதற்கம்பிகளுக்கிடையே சாதிக்கப்படும் அ.வி. ஆனது " நியமவெல்லை " ஆகிய 2 நூற்றுவீதத்திலுங் கூடுதலாக மாறாதிருக்கச் செய்ய இது தேவைப்படும். வழங்குநிலையத்திலிருந்து சிறிது தூரத்துக்கப்பாலுள்ள இடங்களுக்கு மின்னோட்டம் வழங்கப்படவேண்டிய சந்தர்ப்பங்களிலே, பாரமாகச்



உருவம் 541.—வைப்புமின்கலவடுககோடுகூடிய இரு கம்பி வழங்கன்முறை.

சுமையேற்றப்பட்டுள்ளபோது முதற்கம்பிகளின் நேரேயுள்ள அ.வி. இன் நட்டமானது, துடைப்பங்களுக்கிடையேயுள்ள அ.வி. ஆனது மாறாதுமட்டுமிருக்குமாயின், நியமவெல்லையைக் கடத்தல்கூடும். அ.வி, இன் அதிகரிப்பானது நியமவிதிப்படியான 2 நூற்றுவீத வெல்லைக்குள்ளே இருக்கவேண்டுமாயினும், சுமை அதிகரிப்பதைக் கொண்டு தைனமோமுடிவிடங்களுக்கிடையேயுள்ள அ.வி. ஐ அதிகரிக்கச்செய்து சுற்றின் தூரமான பாகங்களிலுள்ள அ.வி. இன் இவ்வீழ்ச்சியானது குறைக்கப்படலாம். ஆகவே, சுமை அதிகரிக்கும்போது அதிகரிப்பான அ.வி. ஒன்றை உண்டாக்குவதற்காகத் தைனமோவானது " மேல்திகக்கட்டை " பெற்றிருப்பது வழக்கம். பொறியானது அதனுயர்வுச்சுமையைக் காவும்போது முடிவிடங்களுக்கிடையேயுள்ள அ.வி. ஆனது 2 நூற்றுவீதத்தினால் அதிகரிக்குமாறு கூட்டுச் சுற்றுகள் செப்பஞ்செய்யப்படும்.

குறைந்த தடையையுடைய பாரமான செம்புவடங்களிரண்டினூடாகப் புறச்சுற்றுக்கு மின்னோட்டம் வழங்கப்படும். இவ்வடங்களுளொன்று " புரியிணைப்புடையதாயிருப்பது " வழக்கம். தொகுதியிலிருந்து மின்னோட்டமொன்றைப் பெறவேண்டுமாயின், வடங்களிரண்டிற்குமிடையே குறுக்காக

விளக்குகள் (L) ஐ யேனும் மோட்டர்கள் (M) ஐயேனும் இணைத்தாற் போதுமானது (உருவம் 541).

தைனமோவானது தொடர்ந்து ஓடிக்கொண்டிருப்பது விரும்பப்படாத சிறிய நிலையங்களிலே சேமக்கலன்கள் B இன் மின்கலவடுக்கொன்று பொறியினது முடிவிடங்களின் குறுக்கே இணைக்கப்பட்டுள்ளது (உருவத்தைப் பார்க்க) . தைனமோவானது நிறுத்தப்படும்போது இம்மின்கலவடுக்கிலிருந்து அதன் இணைப்பகற்றப்படும். தொகுதியிலிருந்து எடுக்கப்படும் எந்த மின்னோட்டமும் அப்போது மின்கலவடுக்கிலிருந்தே வழங்கப்படும். தைனமோவானது ஓடிக்கொண்டிருக்கும்போது, சுற்றினுல் தேவைப்படாத எந்த மின்னோட்டமும் மின்கலவடுக்கினூடு பாய்ந்து அதற்கு மின்னேற்றும். எனவே, தைனமோவானது சுமையில் எப்போதும் ஓடிக்கொண்டிருக்கும். சுற்றினுல், தேவைப்படுவதிலும் மிகுதியாகப் பிறப்பிக்கப்பட்டவலுவானது சேமக்கலன்களிற் சேமிக்கப்பட்டுத் தைனமோவின் இணைப்பறுக்கப்பட்டபின் உபயோகத்திற்கு ஏற்றதாயிருக்கும்.

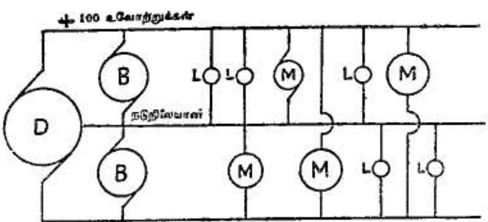
தைனமோவானது ஏற்றுக்கொள்ள முடியாத அளவுக்குச் சுற்றிலேற்றப்படும் சுமையானது சிறிது நேரத்துக்கு அதிகரிக்கவும் இத்தொகுதியானது இடங்கொடுக்கின்றது. இவ்வகையாக மேலதிகப் பாரமேற்றப்படும்போது தைனமோவானது அதன் முழுப்பயனையுஞ் சுற்றுக்குக் கொடுக்கின்றது. அன்றியும் தைனமோ கொடுக்கமுடியாத எஞ்சிய மின்னோட்டத்தை மின்கலவடுக்கானது வழங்குகின்றது.

ஒரு காலத்திலே வர்த்தக சம்பந்தமான தேவைகளுக்காக இவ்வகையான நிலையம் உபயோகிக்கப்பட்டது. ஆனுல், இப்போது, நாட்டுப்புறவீட்டொளி நிலையங்களையும், மோட்டர்வண்டிகள், தண்டவாளத்திலோடும் வண்டிகள் முதலியவற்றில் உபயோகிக்கப்படும் ஒளியமைப்புக்களையுந்தவிர, வேறெங்கும் இதனைக்காண்பது அரிதாகும்.

§ 700. **முக்கம்பித் தொகுதி.**—பரந்தவிடங்களுக்கு மின்னோட்டம் வழங்கும் வழங்கல் நிலையங்களிலே வழங்கல் வடங்களின் நேரேயுள்ள நிலையான நட்டங்களைப்பற்றி விசேடமாகக் கருதல் வேண்டும்.

வினைத்திறனின் அல்லது அ.வி. இன் குறித்தவொரு நடடநூற்று வீதத்திற்குக் கொடுக்கப்பட்ட வடமொன்றிற் செலுத்தப்படக்கூடிய வலுவானது வழங்கலுவோற்றளவின் வர்க்கத்தினேடு அதிகரிக்குமாதலின் வினைத்திறனைநோக்குமிடத்தும், நியமவொழுங்குகளோடு இணங்குமாறும், வழங்கலுவோற்றளவானது கூடியவளவு உயர்வானதாக்கப்படுதல் வேண்டும். வழங்கலுவோற்றளவு உயரும்போது வலுவின் குறித்தவோரளவைச் செலுத்தத்தேவையான வடத்தின் வெட்டுமுகப்பரப்பானது குறையுமாதலின், பொருளாதாரத்தை நோக்குமிடத்தும் உயர்ந்த வழங்கலுவோற்றளவு விரும்பத்தக்கதாகும்.

உயர்வான உவோற்றளவுகளில் வேலைசெய்யக்கூடிய வசதியான மெழுகு திரிவலுவையுடைய விளக்குகளைச் செய்யுமிடரின் பயனாக உயர்வான வழங்கலுவோற்றளவொன்று ஒளிகொடுக்குந் தேவைகளுக்கு ஏற்றதன்று. 200 தொடக்கம் 250 உவோற்றளவுகளில் திருப்தியாக வேலைசெய்யக் கூடிய உலோகவிழை விளக்குகள் அண்மைக்காலத்திலேயே செய்யப்பட் டுள்ளன. எப்படியிருந்தபோதிலும் இவ்வகையான சுற்றொன்றின் உப யோகத்துக்கென அமைக்கப்பட்ட விளக்கொன்று, குறைந்த உவோற் றளவுக்கென அமைக்கப்பட்ட ஒத்த மெழுகுதிரிவலுவையுடைய விளக்கிலும் பார்க்கப் பெலங்குறைந்ததாயிருக்கும். மோட்டர்கள் உயர்ந்த வேகத்திற் சுழலவேண்டுமெனச் சிறப்பாகச் தேவைப்பட்டாலன்றி சிறிய மோட்டர் களைச் செலுத்துதற்குக் குறைந்தவுவோற்றளவொன்று விரும்பத் தக்க தாகும். உதாரணமாக, வாங்குவோர் பலரின் தேவைகளுக்கு 200 உவோற்று அ.வி. இலும்பார்க்க 100 உவோற்றுக்கள் கூடிய பொருத்த முடையன. 500 உவோற்று அ.வி. ஆனது பல தேவைகளுக்குப் பொருத்தமற்றதாகும். ஆனால், உயர்வலுப்பொறிகளைச் செலுத்துதற்கு உயர்வான உவோற்றளவொன்றின் உபயோகமானது பாரதூரமான நயக் குறைகளெதனையுங் கொண்டிராது. ஒப்பிடக் கூடியவளவு சிறிய விட்டத் தையுடைய வடங்களினூடாக வலுவின் பெருமளவொன்றைச் செலுத்த இது இடங்கொடுக்கும்.



உருவம் 542.—சமமாக்கிகளோடுகூடிய முக்கம்பி வழங்கற்றொகுதி.

உயர்வான வழங்கலுவோற்றளவொன்றின் நயங்களைக்கொண்டதும், அதே நேரத்தில் தாழ்வான வழங்கலுவோற்றளவொன்றின் நயங்களை வைத்திருப்பதுமான வழங்கன்முறையொன்று **முக்கம்பித்தொகுதி** எனப் படுவதாகும். இத்தொகுதியிலே முதற்பிறப்பாக்கி D ஆனது அதன் முடி விடங்களுக்கிடையே ஓரளவுக்கு உயர்ந்த பெறுமானத்தையுடைய **அ.வி.** ஒன்றையுண்டாக்கி வைத்துக்கொள்ளும். இதன் முடிவிடங்கள் காவலிடப் பட்டுள்ளன. பாரமான இரண்டு வடங்கள் இம்முடிவிடங்களோடு இணைக்கப் பட்டுள்ளன. விட்டஞ்சிறிதான **மூன்றாவது,** இவற்றினிடையே வைக்கப் பட்டுள்ளது. இந்த வடமானது புவியினோடிணைக்கப்பட்டுளது (உருவம் 542).

இப்போது, முதற்றைனமோவினுற் பிறப்பிக்கப்படும் முழுவுவோற்றளவுந் தேவைப்படும் எந்தத் தேவைக்கும், ஆய்கருவியானது " புற " வடங்களிரண்டினுக்குமிடையே நேர்குறுக்காக இணைக்கப்படல்வேண்டும். ஆயினும், " புற " வடமொன்றுக்கும் " நடுநிலை " அல்லது நடுவடமொன்றுக்குமிடையே குறுக்காக ஆய்கருவிகள் இணைத்து முழுவுவோற்றளவின் அரைவாசிக்குச் சமமான **அ.வி.** ஒன்றைப் பெறமுடியும், **ஆனல், அதே நேரத்திலே நடுவடத்துக்கும் மற்றப் " புற " வடத்துக்குமிடையே ஒத்த ஆய்கருவியொன்று இணைக்கப்பட்டிருத்தல்வேண்டும்.**

தொகுதியின் பக்கங்களிரண்டிலும் பாரமேற்றுதலிலே உண்டாகும் எவ்விதச் சமமின்மையும் இரண்டுபங்கங்களிலுமுள்ள **அ.வி.** ஐத்தாக்கும். இதனைத் தவிர்க்க முக்கம்பிவழங்கற்றெகுதிகள் எல்லாவற்றினமுதற் பிறப்பாக்கியோடுஞ் சேர்த்துச் **சமமாக்கிக்கூட்டம்** (BB) உபயோகிக்கப்படல் வேண்டும். சமமாக்கிகள் தொழிற்படும் முறையானது பின்வரும் பந்தியிலே விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.

§ 701. **சமமாக்கிகள்.**— சமமாக்கிக்கூட்டமானது, தனிக்கிடைத்தட்டொன்றிலே சேர்த்திணைக்கப்பட்டுள்ள சரியொதத தைனமோக்களிரண்டைக் கொண்டதாகும். தைனமோக்களுளொன்று நேர்ப்புற வடத்திற்கும் நடுவடத்துக்குமிடையிலும், மற்றது நடுவடத்துக்கும் எதிர்ப்புற வடத்துக்குமிடையிலும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இவ்வாறாக, நடுவடமானது பொறிகளுக்கிடையே பொது முடிவிடமாயமையுமாறு புறவடங்களிரண்டினுக்குமிடையே தொடர்நிலையிற் பொறிகள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. முதற்பிறப்பாக்கியினுற் சாதிக்கப்படும் உவோற்றளவின் அரைவாசியைக் கொடுக்குமாறு பொறிகளிரண்டும் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

தொகுதியின் இருபாதிகளிலுமுள்ள சுமைகள் சமமாயிருக்கும்போது, தைனமோக்களிரண்டும் " பாரமற்று " ஓடிகொண்டிருப்பதற்குத் தேவையான மிகச்சிறிய மின்னேட்டத்தைமட்டும் எடுத்துக்கொண்டு மோட்டர்களாக ஓடுகின்றன. சுமைகளிரணடுஞ் சமமற்றிருக்குமாயின், பாரங் குறைந்த சுமையையுடைய பக்கத்திலுள்ள **அ.வி.** ஆனது சிறிது உயர முயல, இப்பக்கத்தின்குறுக்கே இணைக்கப்பட்டுள்ள தைனமோவானது கதியைக்கூட்ட முயலும். பாரங்கூடிய சுமையையுடைய பக்கத்திலே **அ.வி.** ஆனது வீழமுயல, இப்பக்கத்தின்குறுக்கே இணைக்கப்பட்டுள்ள தைனமோவானது வேகத்தைக் குறைக்கமுயலும். ஆயினும், தைனமோக்களிரண்டும் விறைப்பாகச் சேர்த்திணைக்கப்பட்டுள்ளனவாதலின், சமவேகங்களிலேயே அவை சுழலவேண்டும். ஆகவே, இரண்டு பக்கங்களுஞ் சமமற்றனவானவுடன், குறைவான சுமையையுடைய பக்கத்தின்குறுக்கே இணைக்கப்பட்டுள்ள தைனமோவானது மற்றதைச் செலுத்தத்தொடங்க வேண்டும்.

" எனவே " செலுத்துந் தைனமோவானது இப்போதும் மோட்டராகவே ஓடிக்கொண்டிருக்குமாயினும் " பாரமற்று " ஓடிக்கொண்டிராது. ஆனல்,

செலுத்தப்படுந் தைனமோ இப்போது ஒரு தைனமோவாகவே ஓடிக் கொண்டிருக்கும். செலுத்துந் தைனமோவினுல் உறிஞ்சப்படும வலுவானது தொகுதியின் பாரங்குறைந்த பக்கத்திலிருந்தே எடுக்கப்பட்டு இப்பக்கத்திலுள்ள சுமையானது அதிகரிக்கபபடும. ஆனுற் செலுத்தப்படுந் தைனமோவோ பாரங்கூடிய பக்கத்திற்குச் சத்தியை வழங்கிககொண்டிருக்கும். இவ்வாருகப் பாரங்கூடிய பக்கத்திலிருந்து சமமற்ற சுமையின் பாகத்தைப் பாரங்குறைந்த பக்கத்துககு மாற்றி இருபங்கங்களிலும் மாரு **அ.வி.** ஐ வைத்துக்கொள்ளுமாறு, சமமாக்கிக்கூட்டமானது தொழிற்படும்.

சமமாக்கிக்கூட்டமொன்றின் அமைப்பைப்பற்றிய முழுவிவரத்தையும், அது தொழிற்படும முறையையும் அறியவேண்டுமாயின், மின்பொறியியல் நூல்களைப் பார்க்க.

§ 702. **உயர்–இழுவிசை வழங்கன்முறை** – வலுவின் பெரிய அளவுகளை அதிக தூரங்களுக்குச் செலுத்த மிக்கவுயர்ந்த **அ.வி.** ஆனது உபயோகிக்கபபடாவிட்டால், செலுத்துகையின்போதுள்ள நட்டங்கள் பாரதூரமானவையாயிருக்கும். வர்த்தகரீதியிலே உயர்ந்தவுவோற்றளவுகளில் நேரான மின்னேட்டத்தைப் பிறப்பிப்பதைப்பற்றிய இடர்கள் இன்னும் ஆராய்ச்சி நிலையிலேயே இருந்து கொண்டிருப்பதினுல், இதுவரை வர்த்தகரீதியாக ஆடலோட்டத்தை வழங்குதற்காக மட்டுமே உயரிழுவிசை வழங்கன்முறை உபயோகிக்கப்பட்டு வருகின்றது.

உயரிழுவிசை ஆடலோட்ட வழங்கற்றெகுதியொன்றிலே மின்னேட்டமானது, 2,000 உவோற்றுக்கும் 5,000 உவோற்றுக்குமிடையே சார்பான தாழ்ந்த சமவுவோற்றளவிலே பிறப்பிக்கப்படுவது வழக்கம். ஒரு சில மைல்களுக்குச் செலுத்துதல்செய்ய வேண்டுமாயின், இது வழங்கன் வடங்களுக்கு நேராகக் கொடுக்கப்படும். ஆனுற் பெருந்தூரத்திற்கு வலுவைச் செலுத்தத் தேவைப்படும்போது படிகட்டுமாற்றியொன்றினூடாக மினனேட்டஞ் செலுத்தப்படுவது வழக்கம். இம்மாற்றியின் துணையிலிருந்து பெறப்படும் ஆடல் **அ.வி.** ஆனது விரும்பிய எந்தபபெறுமானத்தையும் பெறலாம். செய்முறையில் இந்நாட்டில் உபயோகிக்கப்படும் **அ.வி.** ஆனது 20,000 உவோற்றுக்கும் 50,000 உவோற்றுக்கும் இடையேயுள்ள ஏதாவது உறுதியான **அ.வி.** இற்குச் சமமாயிருப்பது வழக்கம்.

உயர்வான இந்தவுவோற்றளவில் துணைச்சுருளினுற் கொடுக்கப்படும் சிறிய மின்னேட்டமானது இலேசான வடங்களினூடாகச் சிறியவுப நிலையங்களுக்குச் செலுத்தப்படும். இங்கு படிகுறைமாற்றியொன்றினூடாக இது செலுத்தப்பட்டு வலுவானது கடைசியாக, இடத்தில் வாங்குவோருக்குக் குறைந்த உவோறறளவொன்றையுடைய ஆடலோட்டமாக வழங்கப்படும். நேரான மின்னேட்டந் தேவைப்படும் விசேட சந்தர்ப்பங்களிலே, குறைந்தவுவோற்றளவு ஆடலோட்டமானது, நேரோட்டத தைனமோவொன்றிஞேடிணைக்கப்பட்டுள்ள ஆடலோட்ட மோட்டரொன்றைச் செலுத்த உபயோகிக்கப்பட்டு, இத்

தைனமோவிலிருந்து வரும் மின்னோட்டமானது, தேவைப்படி இடத்துக் கிடம் வழங்கப்படும்.

வழங்கலின் இத்தொகுதியிலே வலுவானது பல மாற்றங்களைப், பெறு கின்றதாயினும், ஒப்பீட்டுக்குரிய நட்டநூற்றுவீதம் மிகச்சிறிதாயிருக்கும். மிகவுயரத்தில் மேற்றொங்குமாறு வெறுஞ்செப்புக்கம்பிகளாய் இணைக்கப் படின் வடங்களின் விலையும் அதிகமாயிருக்கமுடியாது.

மின்தண்டவாளவண்டி வேலைகளிற் கொடுக்கப்படுவதுபோன்ற, பரந்த விடங்களுக்கு மிகுந்த வலுவை வழங்கவேண்டிய எல்லாத் தேவைகளுக் கும் இத்தொகுதியானது உபயோகிக்கப்படலாம்.

அத்தியாயம் 74

கல்வனோமானிகள்—அம்பியர்மானிகளும் உவோற்றுமானிகளும்

§ 703. **உணருசிக் கல்வனோமானிகள்**—சாதாரணத் தான்சன்கல்வனோ மானி யொன்றிலே, மின்னோட்டத்துக்குந் திரும்பலுக்குமிடையேயுள்ள தொடர்பானது,

$$c = \frac{Hr}{2\pi n} \text{ தான் } \theta,$$

அல்லது $$c = \frac{H}{G} \text{ தான் } \theta$$

எனவெழுதப்படலாம். இங்கு G என்பது மின்னோட்டவலகொன்று சுருளி னூடு பாயும்போது அச்சுருளின் மையத்திலுண்டாக்கப்படும் மண்டலமாகும்.

கல்வனோமானியின் உணர்திறனனது θ/c இனூற் குறிக்கப்படும். அல்லது சிறிய திரும்பல்களுக்கு தான் θ ஆனது θ இற்குச் சமமாகுமாதலின்,

$$\text{தொடக்கவுணர்திறன்} = \frac{\text{தான் } \theta}{c} = \frac{G}{H}$$

எனவெழுதலாம்.

தொங்கவிடப்பட்ட ஊசியையுடைய உணர்கல்வனோமானியின் அமைப்பு, சாதாரணமான தான்சன் கல்வனோமானியின் அமைப்பிலிருந்தே உருவாக் கப்பட்டுள்ளது. அதிகரிப்பான உணர்திறனைப் பெறுதற்குரிய முறைகளா வன.—

(அ) ஆளும் மண்டலம் H இன் விளைவு குறைக்கப்பட்டும், திருப்பும் மண்டலம் Gc இன் விளைவு அதிகரிக்கப்பட்டுமிருக்குமாறு ஒழுங்கு செய்யப்பட்டுள்ள ஊசிகளின் சேர்க்கையொன்றினது உபயோகம்,

(ஆ) G இன் பெறுமானத்தை அதிகரிப்பித்தல்,

(இ) H இன் பெறுமானத்தைக் குறைப்பித்தல்,

என்பனவாம்.

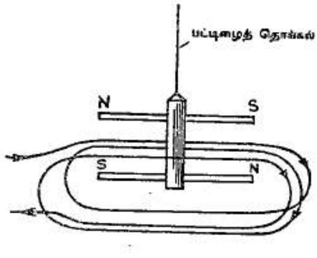
(அ) **ஊசிகளின் நிலையில்சேர்க்கை**—நிலையில் கல்வனோமானி என்ப திலே தொங்குந் தொகுதியானது விறைப்பான சட்டமொன்றிலே ஒன்றின் மேலொன்றாக ஏற்றப்பட்டுள்ள ஊசிகளிரண்டைக் கொண்டதாகும். அச் சுக்கள் சமாந்தரமானவையாயினும் இவ்வூசிகள் எதிர்த்திசையை நோக்கி யுள்ளன. காந்தத்திருப்புதிறன் M_1 ஐக்கொண்டுள்ள கீழேயுள்ள ஊசி யானது கல்வனோமானிச் சுருளினுள்ளே ஆடும். ஆனற் காந்தத்திருப்புதிறன் M_2 ஐக்கொண்ட மேலேயுள்ள ஊசியானது சுருளுக்குமேலே ஆடும் (உருவம் 543). M_1 ஆனது M_2 இலும்பார்க்கச் சிறிது பெரிதாயிருக்குமாறு ஊசிகள்

காந்தமாக்கப்படுமாயின், ஊசிகளின் பூச்சிய நிலையானது காந்தவுச்ச நெடுங்கோட்டிலிருக்கும். இந்த நிலையிலிருந்து கோணம் θ இனூடாகத் தொகுதியானது திருப்பப்படுமாயின், ஆளும் மண்டலம் H இனற் செலுத்தப்படும் மீட்குமிணைவிசையானது,

$$\text{மீட்குமிணைவிசை} = H(M_1 - M_2)\ \text{சைன்}\ \theta$$

என்பதனற் கொடுக்கப்படும்.

மின்னேட்டம் c ஆனது கல்வனோமானியினூடாகப் பாயும்போது, சுருளின் உள்ளும் புறமுமுள்ள மண்டலங்கள் எதிர்த்திசையிலுள்ளனவாதலின் ஊசிகளிரண்டிலுந் தாக்கும் இணைவிசைகள் அவற்றை ஒரே திசையிற் சுழலச்செய்யும். இவ்வாறு தொகுதியானது கோணம் θ இனூடு திருப்பப்படுமாயின், இந்த நிலையிலே ஊசியிற்றாக்கும் தொகுதிவிளைவான இணை விசையானது GcM_1 கோசை θ இற்கும் $Gc(M_1+M_2)$ கோசை θ இற்குமிடையேயுள்ள ஒரு பெறுமானத்தைக் கொண்டதாகும். திருப்புமிணைவிசையின் **பருமட்டான** பெறுமானமாக, இவ்விரண்டு பெறுமானங்களுள் உயர்ந்ததை எடுத்துக்கொள்வோமாயின், உறுதியான திரும்பலானது,



உருவம் 543.—சாதாரண நிலையில் கல்வனோமானி (வரிப்படம்).

$$Gc(M_1 + M_2)\ \text{கோசை}\ \theta = H(M_1 - M_2)\ \text{சைன்}\ \theta$$

என்பதனற் கொடுக்கப்படும்.

அல்லது $$c = \frac{H}{G}\left\{\frac{M_1 - M_2}{M_1 + M_2}\right\}\ \text{தான்}\ \theta\ \ (\text{ஏறத்தாழ}).$$

ஊசிகளின் நிலையில் சேர்க்கையொன்றின் உபயோகத்தினற் கல்வனோமானியின் உணர்திறனனது ஏறத்தாழ

$$\left\{\frac{M_1 + M_2}{M_1 - M_2}\right\}$$

என்ற விகிதத்தில் இவ்வாறு அதிகரிக்கப்படும். அறிமுறையிலே M_1 ஐ M இற்கு மிகக்கிட்டுதலாகச் சமமாக்கி இவ்விகிதத்தை ஏறத்தாழ முடிவிலியாக்கலாம். ஆயினுஞ் செய்முறையிலே, M_2 ஆனது M_1 இற்கு மிகக்கிட்டிய சமமாகு மெனின் தொகுதியானது உறுதியற்றதாக முயலுமாதலின், இக்காரணியை மிகவும் பெரிதாக்குவது புத்தியற்றதாகும்.

(ஆ) **G இன் அதிகரிப்பு**—G இன் பெறுமானமானது சுருளிலுள்ள சுற்றுக்களின் தொகையாகிய n இனேடு நேராகவும், சுருளின் சராசரி ஆரையாகிய r இனேடு நேர்மாறாகவும் மாறும். ஆகவே, பெரியவுணர்திறன் தேவைப்படுமாயின், கல்வனோமானிச்சுருளானது பெருந்தொகையான சுற்றுக்களைக் கொண்டு சுற்றப்பட்டும், இச்சுற்றுக்களின் சராசரி ஆரையானது கூடிய வளவு சிறிதாக்கப்பட்டும் வைக்கப்படுதல்வேண்டும்.

கல்வனேமானிச் சுருளின் தொகையைக் குறித்தவோரெல்லேக்கப்பால் அதிகரிக்கச் செய்வது பயனற்றதாகும். இந்தவெல்லையானது, கல்வனேமானியின் தேவையினுல், அதாவது, தேவையான **உணர்திறனின் வகையினுல்,** தீர்மானிக்கப்படும்.

மின்னேட்டவுணர்திறனனது கருதப்படுமளவில், சுற்றுக்களின் தொகை அதிகரிக்க உணர்திறனும் அதிகரிக்கும். அதாவது, சுற்றுக்களின் தொகையை அதிகரிக்கச்செய்து, குறிக்கப்பட்ட **மின்னேட்டமுண்**டாக்குந் திரும்பலேயும் அதிகரிக்கச்செய்யலாம். சுற்றில், அடுத்தடுத்த படைகளின் ஆரைகள் கூடிக்கொண்டுபோவது தெளிவானதாதலின், மின்னேட்டவுணர்திறனனது சுருளிலுள்ள சுற்றுக்களின் தொகையோடு நேரான விகிதசமமாய் அதிகரியாதென்பதும் வெளிப்படையாகும். இக்காரணத்தினுல் மேலதிகச் சுற்றுக்களைச் சுற்றத்தேவையற்ற நிலேயொன்று அடையப்படும். ஏனெனில் முழுப்படையொன்றைச் சேர்ப்பதனுல் உண்டாக்கப்படும் காந்தமண்டலவதிகரிப்பு நூற்றுவீதம் கணிப்புக்குரியதாயிராது.

நிலேயான உணர்திறனுக்குக் கருதப்படவேண்டிய ஏதுக்களில் சுருளின் தடையானது மிக முக்கியமானதாகும். ஊசியின் திரும்பலானது பெருக்கம் Gc இன் பெறுமானத்தினுற் தீர்மானிக்கப்படுமாயினும், குறித்தவோரமுத்தவித்தியாசத்திற்குரிய *c* இன் பெறுமானம் சுருளின் தடையினுற்றீர்மானிக்கப்படும். சுற்றுக்களின் தொகையை அதிகரிக்கச் செய்வதினுல் G அதிகரிப்பதுடன் தடையும் அதிகரிக்கும். அன்றியும், புறப்படைகள், சுருளின் தடையை வெகுவாகப் பாதிப்பனவாயினும் G ஐ மிகக் குறைவாகவே பாதிப்பனவாம். ஆகவே, குறித்தவொரு நிலேக்கப்பால், சுற்றுக்களேக் கூடுதலாய்ச் சேர்க்கும் போது, குறித்தவோர் **அ.வி.** இற்குரிய *c* ஆனது, G அதிகரிப்பதிலும் பார்க்கக் கூடிய விகிதத்திற் குறையும். ஆகவே, இச்சுற்றுக்களின் விளைவு, கருவியின் நிலேயான உணர்திறனேக் குறைப்பதேயாம்.

உணர்கல்வனேமானியொன்றை அமைக்கும்போது சுருளிலுள்ள சுற்றுக்களின தொகையானது மேலே விவாதிக்கப்பட்ட கருத்துக்களுக்கிணங்குமாறு கூடியவளவு பெரிதாக்கப்படும். G ஐப் பெரிதாக்குமாறும் தடையைச் சிறிதாய் வைத்துக்கொள்வதற்குமாக, ஆகவுட்படையின் ஆரையானது எப்போதும் மிகச் சிறிதாக்கப்படும். புறப்படைகளுக்கு உட்படைகளில் உபயோகிக்கப்படுவதிலும்பார்க்கத் தடிப்பான கம்பி உபயோகிக்கப்படுவது வழக்கம்.

(இ) **ஆளும்மண்டலத்தின் குறைப்பு**— ஆளும்மண்டலத்தின் செறிவைக் குறைத்து உணர்திறனே அதிகரிப்பிக்கவேண்டுமாயின், கல்வனேமானியோடு இணைக்கப்பட்டுள்ள தண்டொன்றிலே காந்தமொன்று ஏற்றப்பட்டிருத்தல்வேண்டும. தண்டையியக்கியேனும், தண்டின் மேலோ கீழோ

காந்தத்தை அரக்கியேனும், விரும்பிய எந்த நிலேக்கும் இயக்கப் படுமாறு காந்தமானது இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

கல்வனேமானியானது மிக்கவுணர்ச்சியுடையதாயிருக்கவேண்டும் பொழுது ஊசியின் ஆடற்காலமானது மிக நீண்டிருக்கக்கூடிய நிலேயிலே " ஆளுங் காந்தமானது " இயக்கப்படும். ஆளும் மண்டலமானது மிகப்பெல மற்றிருப்பதை இது குறிக்கும். **குறைந்த** உணர்த்திறனுக்காக, ஊசியின் ஆடற்காலம் மிகக் குறுகியிருக்குமாறு ஆளுங் காந்தமானது வைக் கப்படும்.

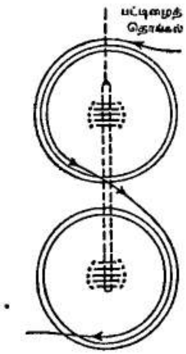
விரைவாகவும் இலகுவாகவுஞ் செய்யப்படக்கூடிய செப்பஞ்செய்கையி ஞல் ஆளுங்காந்தமானது கல்வனேமானியின் உணர்த்திறனே விரும் பியபடி மாற்ற இடங்கொடுக்கின்றது. ஆளுங்காந்தத்தை எளி திற் சுழற்றி எந்தநிலேயிலுமுள்ள சுருளினச்சுக்குச் செங்குத்தாக் ஆளும் மண்டலமானது வைக்கப்படலாமாதலின், ஆளுங்காந்த மானது விரும்பிய எந்த நிலேயிலும் கல்வனேமானியை வைக்கவும் இடங்கொடுக்கும்.

§ 704. ஆடிக்கல்வனேமானி.— உணர்கல்வனேமானிகளெல்லாவற்றிலுந் திரும்பலானது **ஒளியியனெம்பு முறை** எனப்படும் முறையொன்றினுல் அவதானிக்கப்படும்.

இந்த முறையை உபயோகிக்கையில் நீண்ட குவியத்தூரத்தையுடைய சிறிய குழிவாடியொன்று தொங்குந்தொகுதியோடு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. ஆடியிலிருந்து அதன் வளைவாரைக்குச் சமமான தூரத்திற் பொருத்தப் பட்டுள்ள உற்பத்தியொன்றிலிருந்து ஒளிக்கற்றையொன்று இவ்வாடியை நோக்கிச்செலுத்தப்படும். ஒளியின உற்பத்தியிலிருந்து சிறிதுகீழே அல்லது மேலே ஏற்றப்பட்டுள்ள அளவுச்சட்டமொன்றிலே ஆடியிலிருந்து தெறிக்கப் படும் ஒளியானது ஏற்கப்படும். எனவே, தெறித்தகற்றையானது இவ்வள வுச் சட்டத்திலே ஒளியுற்பத்தியின் விம்பமொன்றைக் கொடுக்கும்.

இப்போது தொங்குந் தொகுதியானது கோணம் θ இனூடு திரும்பும்போது தெறித்த கற்றையானது கோணம் 2θ இனூடாகத் திரும்பும். இப்போது, அளவுச்சட்டத்திலே விம்பத்தின் ஒத்தவியக்கமொன்றை இது உண்டாக்கும். எனவே, ஆடியின் வளைவாரைக்குச் சமமான நீளத்தையுடைய பாரமற்ற காட்டியாகத் தெறித்த கற்றையானது தொழிற்படும். ஆனுல், தொங்குந் தொகுதியானது சுற்றிய கோணத்திலும் **இருமடங்கு** கோணத்தினூடாக இயங்கும். ஆடியின் வளைவாரையானது 1 மீற்றராயிருக்குமாயின், அவதானிக்கப்படுந் திரும்பல்கள், தொங்குந்தொகுதியோடு 2 மீற்றர் நீளமான காட்டியொன்றை இணைத்துப் பெற்றனவற்றிற்குச் சமமாகும். திரும்பல்களே அவதானித்தற்குரிய இந்த முறையானது மிக்கவுணர்ச்சி யுள்ளதாயிருப்பதுடன், திருத்தமானதாகவும் வசதியானதாகவுங்கூட விருக் கும்.

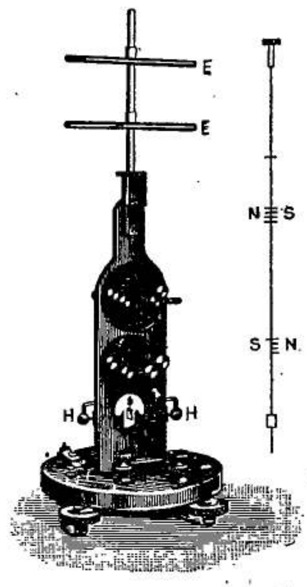
§ 705. **கெல்வினின் (Kelvin) ஊசிக்கல்வனோமானி**—உயர்வுணர்திறனைப் பெறுதற்கென முன்னரே விவரிக்கப்பட்டுள்ள முறைகளெல்லாவற்றையுஞ் சேர்த்துக் கல்வனோமானியின் ஒரு வகையைக் **கெல்வின்துரை** அமைத்தார். இந்த வகையிலே தொங்குந் தொகுதியானது, பித்தளை அல்லது அலுமினியத்தண்டொன்றிலே சிறிது தூரத்துக்கப்பால் விறைப்பாயேற்றப்பட்டுள்ள மிகக்குறுகிய காந்தங்களின் **கூட்டங்களிரண்டைக்** கொண்டதாகும். ஒரு கூட்டத்திலுள்ள காந்தங்களெல்லாம் ஒரே திசையிலேயே அச்சுக்கள் நோக்கியிருக்குமாறு ஏற்றப்பட்டுள்ளன. ஆனால், மற்றக்கூட்டத்திலுள்ள காந்தங்கள் இதனெதிர்த் திசையை நோக்கியுள்ளன. ஆகவே, தொங்குந் தொகுதியானது ஏறத்தாழ நிலையில் காந்தத்தொகுதி யாயமையும்.



உருவம் 544.—கெல்வினின் நிலையில்லூசிக்கலவனோமானியிலே சுருள்களினதும் ஊசிகளினதும் ஒழுங்கு.

ஒன்றின்மேலொன்றாக ஏற்றப்பட்ட, சரியொத்த உருவத்திலுள்ள சுருள்களிரண்டினால் கல்வனோமானியானது சுற்றப்பட்டுள்ளது (உருவம் 544). வசதிக்காக ஒவ்வொரு சுருளும் வெவ்வேறான இரண்டு பாதிகளாக வரியப்பட்டுள்ளன. ஆகவே, தேவைப்படும் போது முன்பாதிகளை அகற்ற முடியும். மேற் சுருளினச்சிலே இச்சுருளானது சுற்றப்பட்டுள்ள பாதிகளிரண்டிற்கும் நடுவிலே காந்தங்களினொருகூட்டங் கிடக்கும். மற்றக்கூட்டமானது கீழ்ச்சுருளின் அச்சின் நேரே ஒத்த நிலையிலிருக்கும். சுருள்களைச் சுற்றி எதிர்த்திசைகளிலே மின்னோட்டம் பாயுமாறு சுருள்கள் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

எனவே, திருப்பும் இணைவிசையானது காந்தங்களின் கூட்டமொன்றிலே தாக்கும் ஒரு சுருளினாலுண்டாகப்படுவதிலும் இருமடங்காயிருக்கும்.

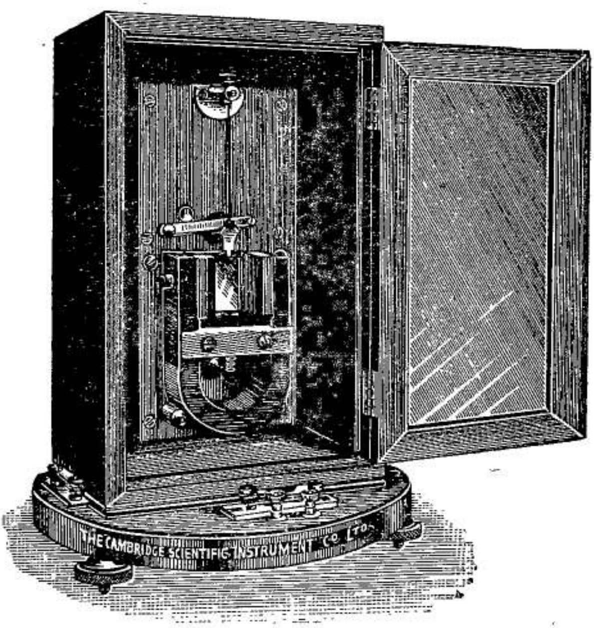


உருவம் 545.—கெல்வினின் நிலையில்லூசிக்கல்வனோமானி.

நிலையில் காந்தத்தொகுதியானது ஆளும் மண்டலத்தின் விளைவை மிகச் சிறிய பெறுமான மொன்றிற்குக் குறைத்து விடும். மண்டலமும், கல்வனோமானிமூடியின்மேலே ஏற்றப்பட்டுள்ள ஆளுங்காந்தங்கள் **EE** களைக்கொண்டு ஏறத்தாழ நிராகரிக்கப்படக்கூடிய செறிவுக்குக்குறைக்கப்படலாம் (உருவம் 545).

திரும்பல்களெல்லாம் ஒளியியனெம்புகோலைக்கொண்டே அவதானிக்கப் படும்.

இவ்வகையாக நன்குயமைக்கப்பட்ட கருவியொன்றிலே அளக்கப்படக் கூடிய திரும்பலை உண்டாக்கும் மின்னோட்டமானது 1×10^{-10} அம்பியரளவுக் குக்குறைந்திருக்கும். ஆடியிலிருந்து 1 மீற்றர் தூரத்திலுள்ள அளவுச்சட்ட மொன்றிலே 1 மி.மீ. இற்குச் சமமான ஒளிப்பொட்டின் இயக்கத்தையுண் டாக்கத்தேவையான மின்னோட்டம் இதுவேயாகும்.

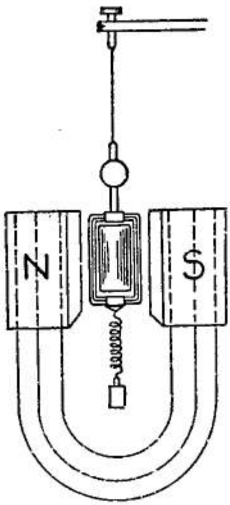


உருவம் 546.—இயங்குசுருட்கல்வனோமானி.

§ 706. **தொங்கியசுருட் கல்வனோமானி**—ஊசிக்கல்வனோமானியின் எந்த வகையையும் உபயோகிக்கும்போது, அயலிலுள்ள காந்தவாய்கருவியினு லேனும் மின்னுய்கருவியினுலேனும் அளவீடுகள் தாக்கப்படக்கூடும். இந்த நயக்குறைவின்பயனுகத் தொங்கியசுருட் கல்வனோமானியானது பெருமள வாக உபயோகிக்கப்படும். இதன் அளவீடுகளும் உணர்திறனும், புறக்காந்த மண்டலத்தின் மாறல்களினுல், இம்மாறல்கள் பெருமளவுடையனவா யிருந்தாலன்றி, ஏறத்தாழத தாக்கப்படமாட்டா (உருவம் 546).

தொங்கியசுருட் கல்வனோமானியொன்றிலே வலுவுள்ள காந்த மொன்றின் முனைகளுக்கிடையே மெல்லிய கம்பியின்சுருளொன்று பொசு பர்வெண்கலத்தின் நுண்ணிய கீலமொன்றினுற் றெங்கவிடப்படும். மின் னோட்டமானது இக்கீலத்தினுடாகச் சுருளினுள்ளே கொண்டு செல்லபட்டுச்

சுருளின் கீழ்ப்பக்கத்திலிணைக்கப்பட்டுள்ளதும் இளக்கமாகச் சுற்றப்பட்டுள்ளதுமான ஒத்த கீலத்தின் விரிபரப்புச்சுருளியொன்றினூடாகச் சுருளைவிட்டு வெளியே செல்லும் (உருவம் 547). மிகச்சிறிய தூரத்தினால் வேறுக்கப்பட்ட பொசுபர்வெண்கலத்தின் சமாந்தரக் கீலங்களிரண்டைக்கொண்ட இரு நூற்றெருங்கலொன்றை உபயோகித்து இவ்வொழுங்கானது சில நேரங்களில் மாற்றப்படும். இந்த வொழுங்கிலே மின்னோட்டமானது ஒரு கீலத்தினூடாகச் சுருளினுட்சென்று மற்றக்கீலத்தினூடாக வெளிச் செல்லும்.



உருவம் 547.—இயங்குசுருட் கல்வனோமானி (வரிப்படம்).

கல்வனோமானியினூடாக மின்னோட்டம் பாயாதிருக்கும்போது தொங்கவிடும் இழையானது முறுக்கற்றிருக்கக்கூடிய நிலையிலே சுருளானது ஓய்வு நிலையடையும். இந்த நிலையிலே சுருளின் தளமானது காந்தமண்டலத்திற்குச் சமாந்தரமாயிருப்பதாகக் கருதப்படும்.

சுருளினூடாகப்பாயும் மின்னோட்டம் c ஆனது சுருளைப் பூச்சிய நிலையிலிருந்து திரும்பச்செய்யும். இத்திருப்பும் இணைவிசையானது,

திருப்பும் இணைவிசை $= \mathrm{H}cn\mathrm{A}$ கோசைθ (பந்தி 663);

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும். இங்கு H மண்டலச்செறிவெனவும், n சுருளிலுள்ள சுற்றுக்களின் தொகையெனவும், A சுற்றுக்களின் சராசரிப் பரப்பெனவும் θ சுருளின் தளத்துக்கும் காந்தமண்டலத்துக்குமிடையேயுள்ள கோணமெனவுங் கொள்ளப்பட்டது. சுழற்சியானது கம்பியிலுண்டாகப்படும் முறுக்கலினால் எதிர்க்கப்படும். மீட்கும் இணைவிசையானது,

மீட்கும் இணைவிசை $= k\theta$

என்பதனாற் கொடுக்கப்படும். இங்கு k என்பது தொங்கவிடும் இழையின் ஒரு மாறிலியாகும்.

மின்னோட்டம் c இனாலுண்டாகப்படும் உறுதியான திரும்பலானது

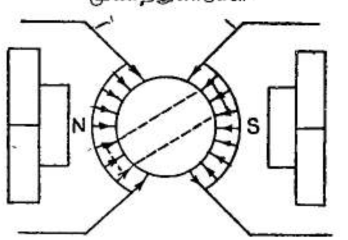
$\mathrm{H}cn\mathrm{A}$ கோசை $\theta = k\theta$

என்ற சமன்பாட்டினாற் கொடுக்கப்படும். எனவே,

$$\text{உணர்திறன்} = \frac{\theta}{c} = \frac{\mathrm{H}n\mathrm{A}\ \text{கோசை}\ \theta}{k}$$

உயர்வான உணர்திறனைப் பெறவேண்டுமாயின், காந்தமண்டலத்தையுண்டாக்க வலுக்கூடிய காந்தமொன்றையேனும் காந்த வடக்குகளையேனும் உபயோகித்து H இன் பெறுமானத்தைக் கூடியவளவு பெரிதாக்கலாம். மண்டலத்தை மிகச்சிறிய பரப்பொன்றிற்குள்ளே செறிவாக்கக்கூடிய

மெல்லிரும்பின் முனைத்துண்டுகளை உபயோகித்தும் மண்டலத்தின் செறிவைக் கூட்டமுடியும். முனைகளுக்கிடையே மெல்லிரும்பின் சிலிண்டரொன்றுஞ் செலுத்தப்படலாம் (547, 548 ஆம் உருவங்களைப் பார்க்க).



உருவம் 548.—தொங்கியசுருட்கல்வனோமானியொன்றிலே ஆரைக்காந்தமண்டலத்தைப் பெறும் முறை.

n ஐயும் A ஐயும் வசதியான அளவுக்குப் பெரிதாக்கியும் உணர்திறனை அதிகரிக்கச்செய்யலாம். அன்றியும் k ஐக் கூடிய வளவுக்குச் சிறிதாக்குமாறு தொங்குகீலத்தை மெல்லியதாகவும் நீளமாகவும் ஆக்குதல் வேண்டும்.

திரும்பலை மின்னோட்டத்தினோடு விகிதசமமாக்கும் முறை— இப்போது விவரிக்கப்பட்டுள்ள கல்வனோமானியின் உணர்திறனது, மேலே கொடுக்கப்பட்டுள்ள சமன்பாட்டின் வலக்கைப்பக்கத்திலுள்ள "கோசைனுறுப்பின்" பயனுக, ஒரு சீராயிராது. இவ்வுறுப்பை நீக்க வேண்டுமாயின், முனைத்துண்டுகள் சிலிண்டர்க்குழிவாய்த் தேய்க்கப்படுவதுடன் மெல்லிரும்பின சிலிண்டர்த்துண்டொன்று அவற்றினிடையே ஓரச்சுடையதாய் ஏற்றப்படலாம். அப்போது, முனைத்துண்டுகளிலிருந்து மெல்லிரும்புச் சிலிண்டருக்கு ஆரையின் நேராக விசைக்கோடுகள் செலுத்தப்படலாம். எனவே, சுருளின் எல்லா நிலைகளிலும் அதன் தளமானது அதுகிடக்குங் காந்தமண்டலத்திற்குச் சமாந்தரமாயிருக்கும் (உருவம் 548).

சுருளின் எந்தநிலையிலும் திருப்புமிணைவிசையானது இப்போது

$$\text{திருப்புமிணைவிசை} = \mathrm{H}cn\mathrm{A}$$

எனவெழுதப்படலாம். அத்துடன மின்னோட்டம் c இனலுண்டாக்கப்படுந் திரும்பல் θ ஆனது

$$\mathrm{H}cn\mathrm{A} = k\theta$$

என்பதனுற் கொடுக்கப்படும். அதாவது,

$$\frac{\theta}{c} = \text{ஒரு மாறிலி.}$$

இயங்குசுருள் அம்பியர்மானிகளிலும் உவோற்றுமானிகளிலும் இவ்வகையான அமைப்பானது உபயோகிக்கப்படும் (710, 711 ஆம் பந்திகள்).

§ 707. **"பின்னடியாவடிப்புக்" கல்வனோமானிகள்** — "உறுதியான திரும்பல்" வேலைகளுக்கு உபயோகிக்கப்படுங் கல்வனோமானியானது, இழிவுத்தாமதத்தினோடு அதன் திரும்பலினது அளவெடுக்கப்படவேண்டுமாதலின் விரைவாக ஓய்வுநிலையடைதல்வேண்டும்.

தொங்கியவூசிக்கல்வனோமானிகளோடு ஊசியினதிர்வுகளைத் "தணித்தற்குரிய" ஒரேயொரு முறை, ஊசியேற்றப்பட்டுள்ள தாங்கியிலே பாரமற்ற

தட்டொன்றைப் பொருத்துவதாகும். அப்போது ஊசியினியக்கமானது வளியினூடு இத்தட்டை இயங்குவதனுலுண்டாக்கப்படும் உராய்வினால் எதிர்க்கப்படும். ஆனால், அதிர்வுகள் அற்றுப்போனவுடன் உராய்வு நின்று விடுமாதலின், குறித்த மின்னேட்டமொன்றினால் உண்டாக்கப்படும் உறுதியான திரும்பல் தாக்கப்படமாட்டாது.

தணித்தற்றொழிற்பாட்டை அதிகரிக்கச்செய்யவேண்டுமாயின், கல்வனோமானியினுள்ளே ஏற்றப்பட்டுள்ள சிறியவுலோகத்துடன் தட்டுகளினிடையே தட்டையை ஆடச்செய்தல்வேண்டும். **337** ஆம் பக்கத்திலே **545** ஆம் உருவத்திலே இவ்வொழுங்கு காட்டப்பட்டுள்ளது. இக்கருவியிலுள்ள தணித்தற்றட்டுக்களின் இடைத்தூரமானது குமிழ்கள் **HH** களை உள்ளே தள்ளியேனும் வெளியேயிழுத்தேனும் மாற்றப்படலாம். அவசியமாயின் தட்டையைச் சிறிய எண்ணெய்த்தொட்டியிலும் ஆடவிடலாம். ஆனால், கல்வனோமானியினுள்ளே திரவத்தொட்டியொன்றைச் செலுத்துவது பல காரணங்களினாற் றவிர்க்கப்பட வேண்டியதாகும்.

தொங்கியசுருட் கல்வனோமானியொன்றின் அதிர்வுகள் மின்காந்த முறை யொன்றினாற்றணிக்கப்படும். பாரமற்ற உலோகச் சட்டமொன்றிலே சுற்றப்பட்டு, அச் சுருளானது காந்தமண்டலத்திற் சுழன்றுகொண்டிருக்கும்போது சட்டத்தில் தூண்டலோட்டங்கள் உண்டாக்கப்படும். சட்டத்திற் றூண்டப்பட்ட மின்னோட்டங்கள் இயக்கத்தை எதிர்க்குந் திசையொன்றிலே சட்டத்தைச்சுற்றிப் பாயும். எனவே, சுருளின் ஆடல்கள் மிகவிரைவாகத் தணிக்கப்பட்டு இயக்கமானது செய்முறையிற் " பின்னடியாவடிப்பை " யுடையதாகும். சுருளானது இயங்கிக்கொண்டிருக்கும்போது தூண்டலோட்டங்களுளவாதலின், தனித்தனி இம்முறையினாற் சுருளின் கடைசித்திரும்பல் தாக்கப்படமாட்டாது.

முடிவிடங்களுக்கிடையே தட்டுஞ்சாவியொன்றை இணைத்துத் தொங்கிய சுருட்கல்வனோமானியெதுவாயினும் மிக்க விரைவாகப் **பூச்சிய நிலைக்குக்** கொண்டுவரப்படலாம். சுருளானது பூச்சிய நிலையை நோக்கி ஆடும்போது சாவி கணத்துக்கு மூடப்படும். சுருளைச்சுற்றித் தூண்டன்மினனோட்டமொன்றை இது பாயச்செய்யும். எனவே, சுருளினியக்கம் நிறுத்தப்படும்.

§ 708. எறிநூற்கல்வனோமானி— மின்னின் கணியமொன்றை அளக்க வேண்டுமாயின், தணித்தலானது கூடியவளவுக்குச் சிறிதாயிருக்கும் ஒரு வகைக் கல்வனோமானி உபயோகிக்கப்படும். பூச்சிய நிலையிலிருந்து கணிப்புக்குரிய அளவுக்குத் தொகுதியானது இயங்குமுன்னே கல்வனோமானியினூடாக மின்னிறக்கமுழுவதுஞ் செல்லுமாறு, ஒப்பிடக்கூடிய பெரிய சடத்துவத்திருப்புதிறனைக்கொண்டிருக்குமாறு இயங்குந்தொகுதி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வகைக் கல்வனோமானியொன்று **எறிநூற்கல்வனோமானி** எனப்படும்.

இயங்குந் தொகுதிக்குக் கொடுக்கப்படுங் கணத்தாக்கம் முழுவதும் கல்வ ஞே மானியினூடாக இறக்கப்பட்ட மின்னின் கணியத்திஞேடு விகிதசமமாயி ருக்கும். மின்னிறக்கங் கடந்தவுடன் தொகுதியானது கோண விசைவேக மொன்றிஞேடு இயங்கிக்கொண்டிருக்கும். இவ்விசைவேகம் தொகுதி யானது அதிற்செலுத்தப்படும் மீட்கும் இணை விசைக்கெதிராகப் பூச்சிய நிலையிலிருந்து இயங்கும்போது படிப்படியாக அழிந்து போகும். எனவே, தொகுதியானது அதன் முதலாவது ஆடலிலே ஏதாவது கோணம் ϕ இனூடாக இயங்கியபின்பு பிறபக்கமாயாடி, படிப்படியாகக் குறைந்து கொண்டுபோகும் வீச்சையுடைய ஆடல்களுடன் பூச்சியநிலையினூடாக அங்கு மிங்கும் ஆடுகின்றது.

பூச்சியத்திலிருந்து வெளிப்புறமான, முதலாடலின்போது அவதானிக்கப் படும் உய வுத்திரும்பலானது கல்வஞேமானியினூடாக இறக்கப்படும் மின் கணியத்துக்கு விகிதசமமாக எடுக்கப்படலாம்.

எறிநூற்கல்வஞேமானியொன்றின் "எறிநூலியல்புகள்," இயங்கு தொகுதியின் சடத்துவத்திருப்புதிறனைப் பெரிதாக்கியுந் "தணித்தலை" இழிவுநிலைக்குக் குறைவாக்கியும் பெறப்படுவனவாம். கொடுக்கப்பட்ட மின் கணிய மொன்று சுருளினூடாக இறக்கப்படும்போது கூடியவளவு உயர்வுத் திரும்பலைப் பெறுதற்காகக் கம்பியின் பெருந்தொகையான சுற்றுக்களினுற் சுருளானது சுற்றப்பட்டிருக்குமாதலின், எறிநூற்கல்வஞேமானியொன் றின் தடையானது உயர்வாயிருப்பதே வழக்கம் (பந்தி 709).

§ 709. **உயர்தடைக்கல்வஞேமானிகளும் தாழ்தடைக்கல்வஞேமானி களும்.**— கலவஞேமானியொன்றினூடாகக் குறித்த மின்கணியமொன்று இறக்கப்படும்போது உயர்வுத்திரும்பலைப் பெறவேண்டுமாயின், கல்வஞே மானிச்சுருளிலுள்ள சுற்றுககளின்தொகை மிகப் பெரிதாயிருத்தல்வேண் டும். ஆகவே, குறித்த பருமனையுடைய சுருளொன்றுக்கு, மற்றும் நிலைமை கள் சமமாயிருக்க, தடிப்புக்கூடிய கம்பியின் சிறிதளவான சுற்றுக்களை யுடைய சுருளிலும்பார்க்க **மெல்லிய கம்பி**யின் பெருந்தொகையான சுற்றுக்களையுடைய சுருளிலே, கூடிய பெரிதான திரும்பலானது பெறப்படும். ஆகவே, **மின்ஞேட்டவுணர்ச்சி** தேவையான கல்வஞேமானியொன்று மெல் லிய கம்பியின் பெருந்தொகையான சுற்றுக்களையுடைய சுருள்களைக்கொண்ட தாயிருத்தல் வேண்டும். இவ்வகையான கல்வஞேமானியொன்றின் தடை யானது உண்மையில் உயர்வாகவேயிருக்கும்.

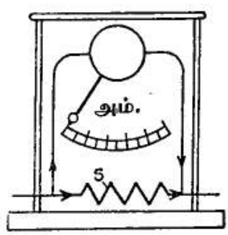
ஆயினும் உதாரணமாக பல பரிசோதனைகளிலே உவீத்தன்பாலத்தை உபயோகிக்கையில் சிறியவழுத்த வித்தியாசங்களைக் காண்பது அவசிய மாகின்றது. இவ்வகையான சந்தர்ப்பமொன்றிலே, உயர்தடைக் கல்வஞே மானியொன்று மிகச்சிறிய மின்ஞேட்டத்தையேயெடுக்கும். ஆனல், தாழ்ந் ததடைக்கலவஞேமானியொன்று கூடிய பெரிதான மின்ஞேட்டத்தையெ டுக்கும். ஒரு சந்தர்ப்பத்திலே சிறிய மின்ஞேட்டமொன்று பெருந்

தொகையான சுற்றுக்களினூடாகப் பாயும். மற்றச்சந்தர்ப்பத்திலே கூடிய பெரிதான மின்னோட்டம் சிறுதொகையான சுற்றுக்களினூடாகப் பாயும். ஒத்த பருமனையும் அமைப்பையுமுடைய கல்வனோமானிகளிரண்டு கொடுக்கப்பட, உயர்தடைக்கல்வனோமானியிலிருந்து பெறப்படுந் திரும்பலானது, பொதுவாக, தாழ்ந்ததடைக் கருவியிலிருந்து பெறப்படுவதிலும்பார்க்கச் சிறிது குறைந்திருக்கும். எனவே, அழுத்தவித்தியாசத்தின் உணர்ச்சிகூடிய பரிசோதனையானது பின்னைய கருவியிலிருந்து பெறப்படலாம். ஆகவே, தாழ்ந்ததடைக்கல்வனோமானியொன்று **அழுத்தவுணர்ச்சி**யுடையதாகும். அதாவது, அழுத்தத்தின் நுணுகிய வித்தியாசங்களைக் கண்டுபிடிக்க இது உபயோகிக்கப்படலாம் (703 ஆம் பந்தியைப் பார்க்க).

உயர்தடைக் கல்வனோமானிகள் ஒப்பிடுதற்குரிய பெரிய அழுத்தவித்தியாசங்களை **அளத்தற்கும்**, நுணுகிய மின்னோட்டங்களைக் **கண்டுபிடித்தற்கும்** பொருத்தமானவை. தாழ்ந்ததடைக்கல்வனோமானிகள் ஒப்பான பெரிய மின்னோட்டங்களை அளத்தற்கும், அழுத்தத்தின மிகச்சிறிய வித்தியாசங்களைக் கண்டுபிடித்தற்கும் பொருத்தமானவை.

அம்பியர்மானிகளும் உவோற்றுமானிகளும்

§ 710. **அம்பியர்மானிகள்.** — அம்பியர்மானியென்பது அளவுகுறிக்கப்பட்ட அளவுச்சட்டமொன்றின் மேலே இயங்குகின்ற காட்டியொன்றைக் கொண்டு, ஊடாகப்பாயும் மின்னோட்டத்தை நேராக அம்பியரில் அளக்கக் கூடியதாயமைக்கப்பட்ட ஒரு கல்வனோமானியாகும். கல்வனோமானியின் முடிவிடங்களின்குறுக்கே ஏற்றவளவையுடைய திருப்பியொன்றை இணைத்து, விரும்பிய எந்த வீச்சிலும் அளவெடுக்கக்கூடியதாகக் கல்வனோமானியின், எந்தவகையும் அம்பியர்மானியாக மாற்றப்படலாம் (உருவம் 549). இவ்வகையான திருப்பியொன்றின் தடையைக் கணிக்கும் முறையானது பின்வருமுதாரணத்திற் காட்டப்பட்டுள்ளது.



உருவம் 549.—அம்பியர்மானியொனறின் வரிபபட வகைக்குறிபபு.

0·008 அம்பியர் மின்னோட்டமொன்று சுருளினூடாகப் பாயும்போது கல்வனோமானியானது அதன் முழுத்திரும்பலைக் கொடுக்குமெனவும், 10 அம்பியரளவுக்கு அளவெடுக்கக்கூடிய அம்பியர்மானியாக இதனை உபயோகிக்கவேண்டுமெனவுங் கொள்க. சுருளினூடாகவுஞ் சமாந்தரநிலையிலுள்ள திருப்பியினூடாகவும் 10 அம்பியர் முழுமின்னோட்டமொன்று பாயும் போது 0·008 அம்பியர் மட்டுமே சுருளினூடாகப் பாயவேண்டுமென்பது இதன் கருத்தாகும். அப்போது கருவியானது 10 அம்பியர் மின்னோட்ட மொன்றுக்கு முழுத்திரும்பலையுங் கொடுக்கும்.

திருப்பியின் தடையானது S (தெரியாதது) எனவும், சுருளின் தடையானது 25 ஓமெனவுங் கொள்க. இப்போது மின்னோட்டம் C ஆனது சமாந்தரநிலையிலுள்ள இவ்வகையான தடைகளிரண்டினூடும் பாயும்போது,

$$\frac{\text{சுருளினூடுசெல்லும்மின்னோட்டம்}}{\text{முழுமின்னோட்டம்}}=\frac{\text{திருப்பியின் தடை}}{\text{திருப்பியின் தடை}+\text{சுருளின் தடை}}$$

ஆகுமாறு பிரிக்கப்படும். எனவே,

$$\frac{0\cdot008}{10}=\frac{S}{S+25}$$

அல்லது $$S=\frac{0\cdot2}{9\cdot992}$$

இது $$=0\cdot02 \text{ ஓம் (ஏறத்தாழ)}$$

எனக்கொடுக்கும்.

மின்னோட்டத்தின் வேறெந்த வீச்சுக்குமுரிய திருப்பியானது இதனைப் போலவே கணிக்கப்படலாம்.

அம்பியர்மானியொன்றை அமைக்கும்போது, திருப்பியானது மேலேயுள்ள முறையினுற் கணிக்கப்பட்டது போன்ற திருத்தமான தடையை ஏறத்தாழ உடையதாய்ச் செய்யப்படுவது வழக்கம். இதன்பின் கருவியோடு இது இணைக்கப்பட்டு, தெரிந்த மின்னோட்டமொன்றை அம்பியர்மானியினூடாகச் செலுத்தி அப்போது, அம்பியர்மானி சரியான அளவீட்டைச் குறிக்குமட்டும் தேவையானபடி திருப்பியை மாற்றி கடைசியான செப்பஞ்செய்கை செய்யப்படும்.

பல்வீச்சுக்கருவியொன்றுக்கு வெவ்வேறான பல திருப்பிகள் கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. கருவியின் பெட்டியினுள்ளே இவற்றை இணைக்கலாம். ஆனால் தேவைப்படும்போது இணைக்குமாறு வெவ்வேறாக இவற்றை வழங்குவது வழக்கமாகும்.

கவர்ந்த-இரும்பு அம்பியர்மானி.— மின்னோட்டத்தினால் உண்டாக்கப்படுங் காந்தமண்டலமானது இரும்புத் துண்டொன்றைக் கவரச்செய்யப்படும் ஒரு வகை அம்பியர்மானி திருத்தங்குறைந்த வேலைகளுக்கு உபயோகிக்கப்படும். வழக்கமான உருவத்திலே சுழற்சித்தானங்களில் ஏற்றப்பட்டுள்ள இரும்பினோடு காட்டியொன்று இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இரும்பானது இயங்கும்போது, கருவியின் அளவுச்சட்டத்திலே காட்டியுமியங்கி இரும்பிலே தாக்கும் விசையைக் குறிக்கும். இயக்கமானது மயிர்வில்லொன்றினால் ஆளப்படும். இரும்பினாலே செலுத்தப்படுங் கவர்ச்சியானது மயிர்வில்லினாற் செலுத்தப்படும் விசைகளோடு சமநிலையடையும். அப்பொழுதே காட்டி ஓய்வுநிலையடையும்.

கவர்ந்தவிரும்பம்பியர்மானியொன்றின் அளவுச்சட்டமானது ஒருசீராயிராது. ஆதலின், தெரிந்த பெறுமானத்தையுடைய மின்னோட்டதைச் செலுத்திக் காட்டியினால் எடுக்கப்படும் நிலைகள் அளவுச் சட்டத்திலே ஏற்றவாறு குறிக்கப்பட்டுக் கருவியானது அளவு கோடிடப்படுதல் வேண்டும்.

இவ்வகையான அம்பியர்மானியானது ஆடலோட்டத்துக்கேனும் நேரோட்டத்துக்கேனும் உபயோகிக்கப்படலாம்.

வெப்பக்கம்பியம்பியர்மானிகள்.— அம்பியர்மானியின் இந்தவகையிலே, முழுமின்னேட்டத்தின் ஒருபாகம் நிலையான தாங்கிகளிரண்டிற்கிடையே ஈர்க்கப்பட்டவொரு மெல்லிய கம்பியினூடு பாயும். மின்னேட்டமொன்று இக்கம்பியினூடாகப் பாயும்போது, கம்பி வெப்பமாக்கப்பட்டு விரிகின்றது. இரண்டாவது கம்பியொன்று வெப்பக்கம்பிக்குச் செங்குத்தாக அதன் மத்திய புள்ளியில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த இரண்டாவது கம்பியானது ஒரு மெல்லிய கதிர்க்கோலிற் சுற்றப்பட்டுக் கதிர்க்கோலினேடிணைக்கப்பட்டுள்ள மயிர்வில்லொன்றினல் இறுக்கமாய் வைத்துக்கொள்ளப்படும். கதிர்க்கோல் சுழலும்போது காட்டியின் முனையானது கருவியின் அளவுச்சட்டத்தில் இயங்குமாறு, கருவியின் காட்டியானது கதிர்க்கோலின் ஒரு முனையோடு பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

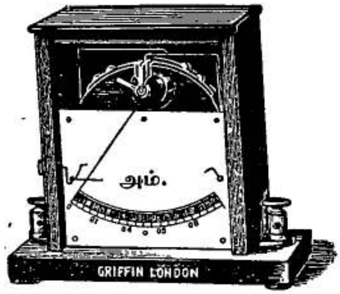
வெப்பக்கம்பியானது மின்னேட்டமொன்றினல் வெப்பமாக்கப்படும்போது, கம்பியின் விரிவானது தாங்கிகளுக்கிடையே அதனைத் தொய்யச்செய்யும். இக்கம்பியை இறுக்கமாய் வைக்கக்கூடிய திசையிலே மயிர்வில்லினுற் கதிர்க்கோலானது சுழற்றப்படுமாதலின், இத்தொய்வானது வெப்பக்கம்பியின் மத்தியபுள்ளியினேடிணைக்கப்பட்டுள்ள கம்பியினல் எடுக்கப்படும். கதிர்க்கோலின் சுழற்சியானது வெப்பக்கம்பியின் வெப்பநிலையேற்றத்தினேடு ஏறத்தாழ விகிதசமமாயிருக்குமாதலின், கருவியினூடுபாயும் மின்னேட்ட**வர்க்கத்தினேடும்** ஏறத்தாழ விகிதசமமாயிருக்கும். இக்காரணத்தினல், கருவியின் அளவுச் சட்டமானது ஒருசீராயிராது. ஆனற் சிறிய மின்னேட்டங்களிலும்பார்க்கப் பெரியமின்னேட்டங்களுக்கு **ஏற்றதாயிருக்கும்.**

இவ்வகை அம்பியர்மானியானது ஆடலோட்டத்திற்கேனும் நேரோட்டத்திற்கேனும் உபயோகிக்கப்படலாம். அனுபவத்தின் மூலமே இது அளவுகோடிடப்படல்வேண்டும்.

இயங்குசுருளம்பியர்மானி.— இயங்குசுருளம்பியர்மானியொன்றின் கல்வனேமானித்தொகுதியானது முக்கியமாக இயங்குசுருட்கல்வனேமானியேயாகும். ஆயினும் சுருளானது இழையினுற்றெங்கவிடப்பட்டிருப்பதற்குப் பதிலாகச் சுழற்சித்தானங்களிற் ஏற்றப்பட்டிருக்கும். அததுடன் அதனியக்கங்கள் மயிர்விற்களினல் ஆளப்படும். மின்னேட்டத்தைச் சுருளினுள்ளே கொண்டுசெல்லவும் வெளிவிடவும் இம்மயிர்விற்கள் உதவும். கருவியைப் "பின்னடியாவடிப்பு" உடையதாக்கச் சுருளானது பாரமற்ற உலோகச்சட்டமொன்றிற் சுற்றப்பட்டிருப்பது வழக்கம் (பந்தி 707).

குழிவான முனைத்துண்டுகள் இணைக்கப்பட்டுள்ள நிலையான காந்தமொன்றின் முனைகளுக்கிடையே சுருளானது இயங்கும். அகத்தைச் சூழ்ந்துகொண்டிருக்கும் வெளியிலுள்ள மண்டலமானது ஏறத்தாழ ஆரை

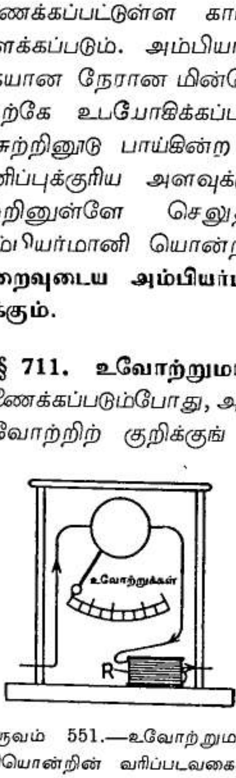
யின் நேராயிருக்குமாறு முனைத்துண்டுகளினிடையே மெல்லிரும்பின் சிலிண்டரொன்று ஏற்றப்பட்டிருக்கும் (உருவம் 550). இவ்வகையாகச் சுருளின் திரும்பல்கள் அதனூடுபாயும் மின்னோட்டத்திற்கு ஏறத்தாழ விகிதசமமாக்கப் படும். எனவே, கருவியின் அளவுச்சட்டமொன்று அதன் முழுவீச்சிலுஞ் செய்முறையில் ஒருசீராயிருக்கும். சுருளின் திரும்பலானது அச்சுருளினோடு இணைக்கப்பட்டுள்ள காட்டி யொன்றினால் அளக்கப்படும். அம்பியர்மானியின் இவ்வகையான நேரான மின்னோட்டத்தை அளப்பதற்கே உபயோகிக்கப்படும்.



உருவம் 550.—இயங்குசுருளம்பியர்மானி.

சுற்றினூடு பாய்கின்ற மின்னோட்டத்தைக் கணிப்புக்குரிய அளவுக்கு மாற்றுதவாறு, சுற்றினுள்ளே செலுத்தப்படக்கூடியதாய் அம்பியர்மானி யொன்றின் தடையானது **குறைவாயி**ருத்தல் வேண்டும். **நிறைவுடைய அம்பியர்மானியொன்று பூச்சியத்தடையைக் கொண்டதாயிருக்கும்.**

§ **711. உவோற்றுமானிகள்.**— எந்தவிரண்டு புள்ளிகளினுங்குறுக்கே இணைக்கப்படும்போது, அப்புள்ளிகளினிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசத்தை உவோற்றிற் குறிக்குங் கருவியே, உவோற்றுமானி எனப்படும்.



உருவம் 551.—உவோற்றுமானியொன்றின் வரிப்படவகைக குறிப்பு.

நிலைமின்னுவோற்றுமானியொன்று பல தேவைகளுக்கு உபயோகிக்கப்படும். இவ்வகையான கருவியானது கால்வட்ட மின்மானியின் திருத்திய அமைப்பாகும். அழுத்தத்தின் பெரிய வித்தியாசங்களை அளத்தற்குச் சிறப்பாக இது பொருத்தமானது. சிறிய அழுத்தவித்தியாசங்களை அளத்தற்கு நிலைமின்னுவோற்றுமானிகளின் வர்த்தகவகைகள் உணர்திறன் குறைந்தனவாம்.

உவோற்றுமானியின் சாதாரண வகையானது பொருத்தமான அளவுத்தடையொன்றிணைக்கப்பட்டுத் தொடர்நிலையிலுள்ள கல்வனோமானித் தொகுதியின் ஏதாவது வகையைக் கொண்டதாகும் (உருவம் 551). இத்தொடர்நிலைத்தடையின் பெறுமானமானது கல்வனோமானியின் உணர்திறனிலும், உவோற்றுமானியானது வேலைசெய்யத் தேவைப்படும் வீச்சிலுந் தங்கியுள்ளது. இத்தடையின் அளவானது பின்வருமாறு கணிக்கப்படலாம்.

கல்வனோமானித் தொகுதியானது 710 ஆம் பந்தியிற் கொடுக்கப்பட்ட உதாரணத்தில் எடுத்தாளப்பட்டதைப் போன்றதென, அதாவது, அதன்

தடை 25 ஓமெனவும், அதன் முழுத்திரும்பலும் 0·008 அம்பியர் மின்னோட்டத்தினால் உண்டானதெனவுங் கொள்க. இந்தக் கல்வனோமானியானது 10 உவோற்றுக்கு அளவீட்டைக் கொடுக்கக்கூடிய உவோற்று மானியாக அமைக்கப்பட்டுள்ளதெனவுங் கொள்க.

இதனைச் செய்யவேண்டுமாயின், உவோற்றுமானியின் முடிவிடங்களின் குறுக்கே 10 உவோற்றுக்களின் **அ.வி.** ஒன்று பிரயோகிக்கப்படும்போது 0·008 அம்பியர் மின்னோட்டமொன்று கல்வனோமானியினூடாகப் பாய வேண்டும்.

தடை R என்பது கல்வனோமானித்தொகுதியோடு தொடர்நிலையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளதெனக் கொள்க. எனவே, கல்வனோமானியினதுந் தொடர் நிலைச்சுருளினதுந் தடையானது (R+25) ஓமாகும். எனின் R ஆனது,

$$\frac{10}{R+25} = 0{\cdot}008$$

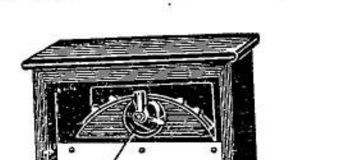
ஆகக்கூடிய பெறுமானமொன்றிற்குச் செப்பஞ்செய்யப்படல்வேண்டும். அதாவது,

$$R = 1,225 \text{ ஓம்.}$$

எனவே, கல்வனோமானித்தொகுதியோடு **தொடர்நிலையிலே**, 1,225 ஓம் தடையொன்றை நிலையாயிணைத்து 10 உவோற்றளவுக்கு அளவுகுறிக்கக் கூடிய உவோற்றுமானியாக அதனை அமைக்கலாம்.

கல்வனோமானியை விரும்பிய வீச்செதனிலும் அளவெடுக்கக்கூடிய ஒரு வோற்றுமானியாக மாற்றத் தேவையான தடையை, இதனைப்போலவே கணிக்கலாம்.

முந்திய பந்தியில் விவரிக்கப்பட்டதைப் போன்ற கல்வனோமானித் தொகுதியின் எந்தவகையும், ஏற்றவளவான தடையொன்றை அதனோடு தொடர்நிலையில் இணைத்து, உவோற்று மானியாக மாற்றப்படலாம். இவ்வாறு ஒரே கல்வனோமானித்தொகுதியானது, அம்பியர்மானியாகவேனும் உவோற்று மானியாகவேனும் அமைக்கப்படலாம். தனிக்கருவியொன்று அம்பியர்மானியாக் வேனும் உவோற்றுமானியாகவேனும் தொழிற் படக்கூடியதாக, விரும்பிய படி இணைக்கப்படக்கூடிய திருப்பிகளையுந் தொடர்த் தடைகளையுங்கொண்ட பல கருவிகள் வழங்கப்படுகின்றன.



உருவம் 552.—இயங்குசுருளுவோற்று மானி.

உவோற்றுமானியின் கூடிய சாதாரண மான வகைகள் அம்பியர்மானிகளின் கூடிய சாதாரணமான வகைகளோடொத்த கல்வனோமானித் தொகுதிகளைக் கொண்டுள்ளனவென மேலே குறிப்பிட்டவற்றிலிருந்து காணப்

படும். எனவே, **கவர்ந்தவிரும்புவோற்றுமானிகள், வெப்பக்கம்பியுவோற்றுமானிகள், இயங்குசுருளுவோற்றுமானிகள்** ஆகியவற்றைப் பெறுகின்றோம். இவற்றுள், கவர்ந்தவிரும்பு வகையும் வெப்பவிரும்பு வகையும் ஆடலுவோற்றளவுகளையேனும் உறுதியான உவோற்றளவுகளையேனும் அளக்க உபயோகிக்கப்படலாம். ஆனால், இயங்குசுருள் வகையோவெனின், உறுதியான உவோற்றளவு களைமட்டுமே அளக்க ஏற்றதாகும்.

உவோற்றுமானியொன்று புள்ளிகளிரண்டினிடையேயுள்ள **அ.வி.** ஐயளக்க உபயோகிக்கப்படும்போது, அவற்றின் குறுக்காகமட்டும் இணைக்கப் படுமாதலின், அவ்வுவோற்றுமானியின் தடையானது உயர்வாயிருத்தல் வேண்டும். உவோற்றுமானியினூடாகப் பாயும் எந்த மின்னோட்டமும், புள்ளிகளிரண்டிற்குமிடையே முதலிலிருந்த **அ.வி.** இற் குறைவையுண்டாக்கக்கூடும். உவோற்றுமானியில் அளக்கப்படும் **அ.வி.** ஆனது, உவோற்றுமானி இணைக்கப்படுமுன்பே அப்புள்ளிகளினிடையே யிருந்ததிலும் பார்க்கச் சிறிதாயிருக்கும். **அ.வி.** இன் குறைவானது உவோற்றுமானியினூடாகப் பாயும் மின்னோட்டத்திறனிலே தங்கியிருக்கும். எனவே, **நிறைவுள்ள உவோற்றுமானியொன்று மின்னோட்டத்தை எடுத்தல் கூடாது.** அதாவது, **முடிவிலாத்தடையை** அது பெற்றிருத்தல்வேண்டும். உவோற்றுமானியின் நிலைமின் வகையே இந்த நிலைமையைச் சரியாய்ப் பூரணமாக்குவதாகும்.

அத்தியாயம் 75

உயரதிர்வெண்ணலைவுகள் — கம்பியில்லாத்தந்திமுறை

§712. ஒடுக்கியின் அலையவிறக்கம்.— குறுகிய பொறிவெளியொன்றினூடாக ஒடுக்கியொன்று மின்னிறக்கப்படும்போது பெறப்படும் மின்னிறக்கமானது அலையவியல்பையுடையதாகும். விரைவாய் இயங்கிக்கொண்டிருக்குந் தட்டொன்றிலே பொறியின் படத்தைப்பிடித்து இதனைக் காட்டலாம். அப்படத்திலே விரைவாகக் குறைந்துகொண்டுபோகுஞ் செறிவையுடைய விம்பங்களின் தொடரொன்று பெறப்படும்.

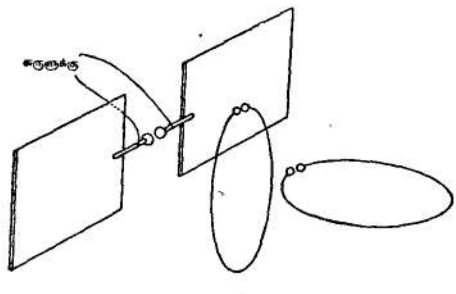
வெளியின் குறுக்கே முதலாவது கிளம்பலிலே மின்னனது விசைவேகத்தினேடொத்த ஏதோவொன்றைப்பெற்று, சாடியானது "மேலதிக மின்னிறக்கத்தை" அடைகின்றது. அதாவது, தட்டுக்கள் தொடக்கத்திலே பெற்றிருந்ததற்கு எதிரான மின்னேற்றங்களைப் பெறுகின்றன. பெறப்பட்ட இந்த மின்னேற்றங்கள் திரும்பவும் வெளியினூடாக இறக்கப்படும்போது இவ்வகையான நிகழ்ச்சியே நிகழுகின்றது. இந்த நிகழ்ச்சியின்போது கடைசியாக மின்னிறக்கம் ஓயும்வரை வெளியினூடாகப் பலமுறை அங்குமிங்கும் மின்னனது கிளம்புகின்றது.

இயக்கத்திற்கு உராய்வுத்தடையைக்கொடுக்கும் ஊடகமொன்றிலே ஆடிக்கொண்டிருக்கும் ஊசலொன்றின் இயக்கத்திேடு மின்னலைவுகள் ஒப்பிடப்படலாம். ஒவ்வொரு கிளம்பலின்போதும் பொறிவெளியிலுள்ள வளியை வெப்பமாக்கலிலே சத்தியானது செலவாகும். இவ்வாருக மின்னலைவுகள் பாரதூரமாகத் தணிக்கப்பட்டு ஒப்பாக விரைவாயற்றுப்போகின்றன. அத்துடன், நாம் பின்பு காட்டப்போவது போல, சூழவுள்ள ஈதரினுள்ளே சத்தியின் கதிர்வீசலினுல் அலைவுகள் தணிக்கப்படுகின்றன.

ஆட்டிசியூசின் (Hertz and Hughes) பரிசோதனைகள்.— பொறியொன்றின் அயலிலே கதிர்வீசல்களிருப்பதை 1888 இலே **ஆட்டிசும்,** ஏறத்தாழ அதே காலத்திலேயே **இயூசுங்** காட்டியுள்ளனர். **இயூசின்** குறிப்புப் புத்தகத்திலே காணப்படுங் குறிப்புகளிலிருந்து "செலுத்தும்" பொறிவெளியிலிருந்து 200 அல்லது 300 யார் தூரங்களிலே கதிர்வீசல்களை இவர் காணக்கூடியதாயிருந்ததென்பது தெளிவாகின்றது. ஆனுல், இங்கு கூறத்தேவையற்ற காரணங்களினுல், தன்னுடைய ஆராய்ச்சியை நிறுத்திக்கொண்டார். அவருடைய பேறுகளும் பிரசுரிக்கப்படவில்லை.

அலையமின்னிறக்கத்தை உண்டாக்குதற்காக, சிறிய பித்தளைக்குமிழொன்றில் முடிவடையும் பித்தளைத்தண்டொன்று ஒவ்வொன்றிலும் பொருத்தப்பட்டுள்ள பெரியவுலோகத்தகடுகளின் சோடியொன்றை **ஆட்டிசு** உபயோகித்தார். சிறிய பொறிவெளியொன்றை விட்டுக் குமிழ்களை அண்டவைத்து

நிலையான தளத்திலே தட்டுக்கள் வைக்கப்பட்டன (உருவம் 553). தட்டுக்களிலேடு இணைக்கப்பட்டுள்ள தூண்டற்சுருளொன்றைக்கொண்டு குமிழ்களுக்கிடையே அலையப்பொறிமின்னிறக்கங்கள் உண்டாக்கப்பட்டன. ஒவ்வொரு மின்னிறக்கமும் வெளிப்புறமாகக் கதிர்வீசிக்கொண்டிருக்கும் அலைகளின் சிறிய கூட்டமொன்றை எழச்செய்தது. ஏறத்தாழ 18 அங்குல விட்டமுள்ள வளையமாக விறைப்பான செப்புக்கம்பியொன்றைவளைத்து "ஏற்கும்" சுற்றுனது செய்யப்பட்டது. கம்பியின் முனைகளிலே



உருவம் 553.—செலுத்துவதற்கும் ஏற்பதற்கு முரிய ஆட்டிசின் ஆய்கருவி.

சிறிய பித்தளைக் குமிழ்கள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இக்குமிழ்கள் ஒன்றுக்கொன்று ஏறத்தாழ 0·25 மி.மீ. தூரத்தில் விடபபட்டன. செப்புவளையத்தின் முகமானது பொறிவெளியை நோக்கியிருக்குமாறு வைக்கப்படும்போது, செலுத்தும் பொறிவெளியின் குறுக்கே பொறியொன்றுண்டாகும் ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் வளையத்திலுள்ள வெளியின் குறுக்கே மகத்தான பொறியொன்று செல்லக்காணப்படும்.

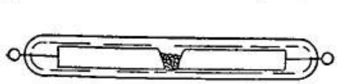
வெவ்வேறுன பல வகை ஆய்கருவிகளை **ஆட்டிசு** உபயோகித்தார், உலோகமேற்பரப்பொன்றிலே கதிர்வீசல்கள் தெறிக்கக்கூடுமெனவும், உலோகத்தின் பரவலைச் சிலிண்டரொன்றின் அச்சுக்குநேரே செலுத்தும் பொறிவெளியையுந் தண்டுகளையுந் தாங்கச்செய்து செறித்த கற்றையாக வெகுதூரத்துக்கு அவற்றை எறியககூடுமெனவும் அவர் காட்டியுள்ளார். கதிர்வீசலகள் முறியக்கூடுமெனவும் இவர் காட்டியுள்ளார். இதற்காக ஏறத்தாழ 1·5 மீற்றர் உயரத்தையும் 30° முறிவுக்கோணத்தையுங்கொண்ட கரிப்பிசினின் அரியமொன்றை இவர் உபயோகித்தார். அவர் உபயோகித்துக்கொணடிருந்த குறிக்கப்பட்ட கதிர்வீசல்களுக்கு ஏறத்தாழ 1·7 முறிவுக்குணகத்தோடொத்த இழிவுவிலகற்கோணம் ஏறத்தாழ 22° ஐ இவ்வரியங் கொடுத்தது.

தனது செலுத்துமாய்கருவியிலிருந்து காணப்படும் கதிர்வீசல்கள் கட்புலனுன ஒளியிலும்பார்க்கக் கூடுதலான அலைநீளத்தைக் கொண்டிருந்த போதிலும் ஒளியினியல்பையே கொண்டுள்ளனவென **ஆட்டிசு** தெளிவாய்க் காட்டியுள்ளார். இதற்கு ஏறத்தாழ இருபது வருடங்களுக்குமுன்பே **மாட்சுவெல்லென்பவர்** (Maxwell) ஒளியைப் பற்றிய தனது மின்காந்தக் கொள்கையை உருவாக்கியிருந்தார். ஆனுல், இப்போது **ஆட்டிசினலைகள்** எனப்படும் **ஆட்டிசினுலு**ண்டாக்கப்பட்ட மின்காந்தக் கதிர்வீசல்களுக்கும் ஒளிக்குமிடையேயுள்ள ஒற்றுமை நிலைநாட்டப்படுமட்டும், ஒளியின் மின்காந்தவியல்பைப்பற்றிய நேரான அத்தாட்சியெதுவும் பெறப்படவில்லை.

மாக்கோனியின் (Marconi) பரிசோதனைகள்.— ஆட்டிசினலைகளை உண்டாக்கி உணர்தலுக்குரிய முறைகளைப் பற்றிய நீண்டகால ஆராய்ச்சியை **மாக்கோனி** செய்தார். இதன்பயனாக, செலுத்தும் பொறிவெளியினொரு பக்கத்திலே **(மின்னலைக்கம்பி** ஆகிய) நிலைக்குத்தாயீர்க்கப்பட்ட நீண்ட கம்பியொன்றை இணைத்தும் மற்றப்பக்கத்திலே புவித்தொடுப்பையுண்டாக்கியும் அலைக்கதிர்வீசலின் வினைத்திறனை மிகவும் அதிகரிக்கச்செய்யலாமென அவர் கண்டார். உணர்தற்காக **ஆட்டிசினால்** உபயோகிக்கப்பட்ட மிக்க உணர்திறன் குறைந்த முறைகளையும் **மாக்கோனி** திருத்தியமைத்து இக்கதிர்வீசல்களின் செய்முறை உபயோகத்துக்கு வழிகாட்டினார். இதன் பின் உருவாக்கல்கள் வெகுவிரைவாய் நிகழ்ந்தன. எனவே இவற்றின் சரித்திரத்தை அறியமுயல்வது பயனற்றதாகும்.

§ 713. **ஆட்டிசினலைகளை உணர்தல்.— ஆட்டிசினால்** உபயோகிக்கப்பட்டதைப்போன்ற செப்புவளையமொன்றிலுள்ள வெளியிலே கட்புலனான பொறியொன்றையுண்டாக்கத் தப்பீடான பெரிய அளவு சத்தி தேவைப்படுமாதலின், தனது செலுத்தற்சுற்றினண்மையிற் கதிர்வீசல்களிருப்பதை உணர்தற்கு **ஆட்டிசினாற்** பிரயோகிக்கப்பட்ட முறைகள் மிக்கவுணர்திறன் குறைந்தவையாம். 1890 இலே **பிரானிலி**யினால் (Branly) முதலிற்செய்யப்பட்ட " **பிணையி** " எனப்படுங் கருவியைக்கொண்டு உணர்தலின் முறையானது வெகுவாய்த் திருத்தப்பட்டுள்ளது.

பிணையிகள்—பிரானிலியின் பிணையி என்பது இரண்டொரு மில்லிமீற்றர் தூரத்தினால் முனைகள் வேறாக்கப்பட்டுள்ள குறுகியவுலோகத் தண்டுகளிரண்டைக் கொண்டதாகும். முனைகளுக்கிடையேயுள்ள வெளியானது நிக்கலினதும் வெள்ளியினதுஞ் சீவல்களின் கலவையொன்றைக்கொண்டு குறைவாக நிரப்பப்பட்டுள்ளது. தண்டுகளைத் தாங்குவதற்குஞ் சீவல்களை உரியவிடத்தில் வைத்துக்கொள்வதற்குமாக, முழுவதுங் கண்ணாடி அல்லது வேறு காவற்குழாயொன்றிலே மூடப்பட்டிருக்கும்.



உருவம் 554.—பிரானிலியின் பிணையி

இக்குழாயானது நயத்துடன் வெற்றிடமாக்கப்படும். ஏறத்தாழ 96 நூற்று வீதம் நிக்கலையும் 4 நூற்றுவீதம் வெள்ளியையுங் கொண்டகலவையே மிகுந்த திருப்திக்குரியதாகும் (உருவம் 554).

மின்னோட்டமொன்றின் செல்லுகைக்கெதிராகச் சீவல்களினாற் கொடுக்கப்படுந் தடையானது சீவல்கள் மெல்லிய காவற்படைகளினாற் பூசப்பட்டிருப்பதுபோன்று உயர்வாயிருப்பது வழக்கம். முடிவிடத்தட்டுக்கள் அல்லது தண்டுகளினிடையே சிலவுவோற்றுக்களின அழுத்தவித்தியாசமொன்றைப் பிரயோகித்து இத்தடையை வெகுவாய்க் குறைக்கலாம். 96 நூற்றுவீத நிக்கல்களையும் 4 நூற்றுவீத வெள்ளியையுங்கொண்ட கலவையொன்றினோடு 2 உவோற்று **அ.வி.** ஒன்று, சீவல்களைக் கடத்தும் நிலைமைக்குக்

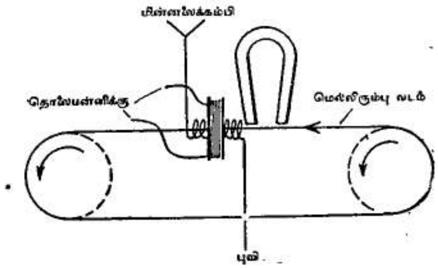
கொண்டுவரப் போதியதாகும். தடையானது குறைக்கப்பட்டதும் சீவல்கள் பொறிமுறையிற் குழப்பப்படுமட்டும் குறைவாகவே யிருக்கும். இது சீவல்கள் பிணையச்செய்யப்பட்டனவென்ற கருத்தை எமக்குக் கொடுக்கின்றது. இதனுலேயே **பிணையி** என்ற பெயரை இது கொண்டதாகும். குறுகிய வுலோகத் தண்டுகளிலேனும் அல்லது இத்தண்டுகளோடிணைக்கப்பட்டுள்ள எந்தக் கடத்திகளிலேனும் **ஆட்டிசினலைகளின்** கற்றையொன்றைப் படவிட்டும் சீவல்களைப் பிணையச்செய்யலாம். உலோகத்தண்டுகளிலேனும் அவற்றிலிணைக்கப்பட்ட கடத்திகளிலேனும் **ஆட்டிசினலைகளி**னுலுண்டாக்கப்பட்ட அலையவழுத்த வித்தியாசங்களினுல் மேற்பரப்புப்படலங்கள் உடைக்கப்பட்டுள்ளனவென இச்சந்தர்ப்பத்திற்றேன்றக்கூடும்.

ஆட்டிசினலைகளின் உணர்கருவியாக உபயோகிக்கப்படும்போது பிணையியானது, **(மி.இ.வி.** 1·45 உவோற்றுக்களின்) தனி இலக்கிளாஞ்சிக் கலமொன்றிேடும் கல்வனேமானியொன்றிேடுந் தொடர்நிலையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. நியமநிலையிலே பிணையியினூடாகப்பாயும் மின்னேட்டமானது நிராகரிக்கப்படக்கூடியதாகும். ஆனுல், **ஆட்டிசினலைகளின்** கூட்டமொன்று பிணையைக்கடந்து செல்லுமாயின், பிணையியின்தடையானது வீழ்ச்சியடைந்து கல்வனேமானித் திரும்பலானது பெரிதும் அதிகரிக்கப்படும். கல்வனேமானியொன்றிற்குப்பதிலாக, மணி அல்லது விளக்கொன்று சேர்க்கப்பட்ட "இடத்துக்குரிய" சுற்றென்றை மூடும்போது செவிப்புலனுகும் அல்லது கட்புலனுகும் ஒழுங்கொன்றையுடைய அஞ்சற்கருவியொன்று உபயோகிக்கப்படலாம். செய்முறையிலே, தந்தித்தேவைகளுக்காக உபயோகிக்கப்படும்போது, பொறிமுறையொழுங்கைக்கொண்டு பிண்யியானது அதிர்வுநிலையொன்றில் வைக்கப்பட்டது. இவ்வாறு வைக்கப்படுவதினுல், அலைகளின் ஒவ்வொரு கூட்டமுங் கடந்துசென்றவுடன் பிணையியின் தடையானது அதன் நியமமான உயர்வுப் பெறுமானத்தைத் திரும்பவும் பெறக்கூடியதாயிருக்கும்.

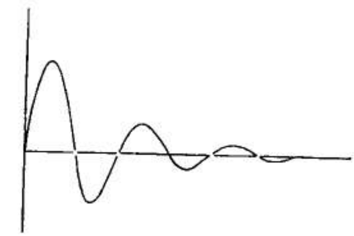
திருப்பியமைத்தல் தேவைப்படாத பிணையியின் வேறு வகைகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. **இலெட்சின் பிணையி (Lodge's)** காபன் தண்டுகளிரண்டைக் கொண்டதாகும். இவற்றின் உள்முனைகள் இடையேயுள்ள இரசத்துளியொன்றிேடு இலேசாகத் தொட்டுக்கொண்டிருக்கும். அலைக்கணத்தாக்கமொன்று ஏற்கப்படும்போது தொடுகைகளின் தடையானது நன்முகக் குறைக்கப்படும். ஆனுல், அலைக்கணத்தாக்கமானது கடந்துசென்றவுடன் இரசத்தின் அசையுந்தன்மையானது, இரசக்காபன் தொடுகைகளின் தடையை உயர்வுப் பெறுமானமொன்றுக்கு எழச்செய்கின்றது.

மாக்கோனியின் முதற்பரிசோதனைகளிலே, **பிரானிலி**னுல் முதலில் அமைக்கப்பட்ட பிணையியின் திருத்தமான வகையொன்றை உபயோகித்தார். பிணையியின் ஒரு முனையானது (ஏற்கும் மின்னலைக் கம்பியாகிய) நிலைக்குத்தான நீண்ட கம்பியொன்றிேடு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மற்றமுனை புவியிேடிணைக்கப்பட்டுள்ளது.

காந்தவுணர்கருவி— ஏற்குஞ்சுற்றென்றிலுண்டாக்கப்படும் மின்னலைவுகள் காந்தமாக்கப்பட்ட மெல்லிரும்புக் கம்பியொன்றின் காந்தவியல்பை அழிக்கமுடியுமென **மாக்கோனி** கண்டுபிடித்தார். இதன்பயனாக **ஆட்டிசின்** அலைகளைக் கண்டுபிடிக்கும் முறைகள் மிக்க முன்னேற்றமடைந்துள்ள **காந்தவுணர்கருவியிலே** அவர் இதனை உபயோகித்தார். இதிலே மெல்லிய இரும்புக்கம்பிகளின் வளையக்கூடிய வடமொன்று கடிகாரவேலைப் பொறிமுறையைக்கொண்டு கம்பியின் சிறிய சுருளொன்றினூடாக ஆறுதலாக இழுக்கப்பட்டது. பலங்குறைந்துள்ள காந்தமாக்கப்பட்ட நிலைமையிலே சுருளினூடு செல்லுமாறு, வடமானது முதலிலே பரியிலாடக் காந்தமொன்றின் முனைகளுக்கிடையே செல்லவிடப்பட்டிருத்தல் வேண்டும் (உருவம் 555). ஏற்கும் மின்னலைக்கம்பியானது சுருளின் ஒரு முனையினோடு இணைக்கப்பட்டது. மற்றமுனையானது புவியினோடிணைக்கப்பட்டது. அறிகுறியேதாவது கிடைக்கப்படாதிருக்குமாயின் காந்தவியல்பின் நிலையானது மாற்றமடையாதே வடமானது சுருளினூடாகச் சென்றது. ஆனால், அலையின் கணத்தாக்கமொன்று கிடைக்கப்படுமாயின் சுருளினுள்ளேயிருந்த வடத்தின் ஒரு பாகத்தினது காந்தவியல்பு அழிந்துபோயிற்று. முதலாவதின் மேற் சுற்றப்பட்டிருந்த இரண்டாவது சுருளொன்றின் முனைகள் தொலைப்பன்னியொன்றினோடு இணைக்கப்பட்டது. இதனால் இரும்புக்கம்பியின் காந்தவியல்பிலே உண்டாகும் எவ்விதமாற்றமும் இரண்டாவது சுருளிற்றூண்டலோட்ட மொன்றை உண்டாக்கத் தொலைப்பன்னியிலே இடக்கெனுமொலி எழுந்தது. அறிகுறிகளெதுவும் ஏற்ப்படாதபோது தொலைப்பன்னிகளில் எதுவுஞ் செவிப்புலனாகாது. ஆனால், அறிகுறியொன்று ஏற்கப்பட்ட பொழுது அடுத்தடுத்த இடக் கொலிகளாக அது செவிப்புலனானது. ஒவ்வோரிடக்கொலியும் அறிகுறிகளைச்செலுத்தும் நிலையத்திலுண்டான பொறியினோடொத்ததாகும்.

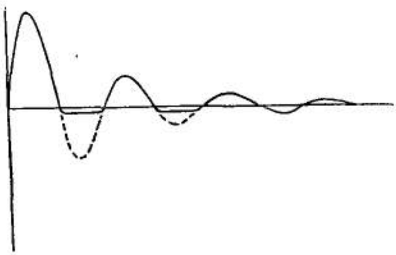


உருவம் 555.—மாக்கோனியின் காந்தவுணர்கருவி.


உருவம் 556.—மின்னலைககம்பியினால் ஏற்கப்படுவதுபோன்று பாரதூரமாகத் தணிக்கப்பட்ட அலைகளின் கூட்டம்.

சீராக்கலினால் உணர்வு—ஏற்குஞ்சுற்றிலே அலைகளினாலுண்டாக்கப்படும் மின்னோட்டத்தைச் சீராக்கி, மின்னலைக்கம்பியினால் ஏற்கப்படும் அலைகளின் மெய்யான சத்தியைக்கொண்டு செவிப்புலனாகும் ஒலியொன்றை உண்டாக்கலாம். செலுத்தும் பொறிவெளியினூடாகப் பொறியானது பாய்கின்ற

ஒவ்வொரு தரமும் பாரதூரமாகத் தணிக்கப்பட்ட அலைகளின் **கூட்ட**மொன்று வெளியே செலுத்தப்படும் (உருவம் 556). இவ்வலைகள் ஏற்குஞ்சுற்றிலே ஒத்த மின்னோட்டவலைவுகளை உண்டாக்குகின்றன. ஆனால் ஏற்குஞ்சுற்றிலே தொலைப்பன்னியொன்றைமட்டுஞ் சேர்த்து அதனால், அலைவுவோட்டத்தை உணரமுயல்வது பயனற்றதாகும். முதலாவதாக, தற்றூண்டலின் காரணத்தினால் தொலைப்பன்னிச்சுருள்கள் இவ்வகையான உயரதிர்வெண்ணின் அலைவுகளுக்கு மிக்கவுயர்ந்த தடங்களைக் கொடுப்பனவாதலின், செய்முறையிலே தொலைப்பன்னியினூடாக எவ்வித மின்னோட்டமும்பாயாது. இரண்டாவதாக, தொலைப்பன்னி மென்தகடானது இவ்வகையான உயரதிர்வெண்ணோட்டங்களுக்குத்தூண்டற்பேற்றையடையாது. மூன்றாவதாக, இவ்வகையான உயரதிர்வெண்ணலைவுகளை மானுடச்செவியினால் உணரமுடியாது. ஆயினும், தொலைப்பன்னியினூடாக ஒவ்வோரலையிலும் ஒரு பாதியை மட்டுஞ் செல்லும்படி சீராக்கப்படின், மின் னோட்டவலைவுகளை உணரமுடியும் (உருவம் 557). இப்பாதியலைகளின் ஒவ்வொருகூட்டமும் தொலைப்பன்னி மென்தகட்டிலே தனிக்கணத்தாக்கமொன்றுக்குச் சமமான ஒன்றைக் கொடுக்கின்றது.



உருவம் 557.—சீராக்கற்றொகுதியொன்றினால் திருததப்பட்ட அலைகளின் கூட்டம்.

பளிங்குணர்கருவிகள்— சில பளிங்குகள் ஒன்றையொன்று இலேசாகத் தொட்டுக்கொண்டிருக்கும்போது, இப்போது விவரிக்கப்பட்ட **சீராக்கலை** உண்டாக்கத் தேவையான இயல்புகளையுடையன. இவ்வகையான தொடுகை யொன்று ஒரு திசையிலே மின்னோட்டத்தின் செல்லுகைக்கு ஒப்பாகக் குறைந்த தடையைக் கொடுக்கும். ஆனால், எதிர்த்திசையிலே மின்னோட்டத்தின் செல்லுகைக்கு மிக்கவுயர்ந்த தடையைக் கொடுக்கும். ஆகவே, தொலைப்பன்னியொன்றினோடு தொடர் நிலையிலுள்ள இவ்வகைப் பளிங்குச் சேர்க்கையொன்று, ஏற்குஞ்சுற்றிலே ஏற்றவாறு புகுத்தப்படுமாயின், தொலைப்பன்னியினூடு பாயும் மின்னோட்டமானது சீராக்கப்பட்டு, ஏற்கப்பட்ட அலைகளின் ஒவ்வொருகூட்டமும் தொலைப்பன்னிகளிலே இடக்கொலியொன்றைக் கொடுக்கும்.

(a) (b)

உருவம் 557 A.— (*a*) பிளெமிங் கின்வாயில அல்லது இருவாய் (வரிப படம்). (*b*) சுற்றுவரிப்படங்களிற் குறிப்பிடப்படுவதுபோனது.

பிளெமிங்கு (Fleming) **வால்—இருவாயில்—மாக்கோனிக்கம்**பனியாரோடு சேர்ந்து பேராசிரியர் **பிளெமிங்கினால்** முதலிலே அமைக்கப்பட்ட வாயி

லொன்றைக் கொண்டும் சீராக்கல் உண்டாக்கப்படலாம். இந்த வாயிலானது வெற்றிட மாக்கப்பட்ட கலமொன்றைக் கொண்டதாகும். இக்கலத்தினுள்ளே **எதிர்மின்வாய்** ஆகிய தங்கிதனிழையொன்றுண்டு. இதனைச்சூழ **நேர்மின் வாய்** அல்லது **தட்டு** எனப்படும் உலோகமின்வாயொன்றுண்டு. மின்முறையாக வெப்பமாக்கப்படும் இழையானது போதியளவு உயர்வான வெப்பநிலையை அடைந்தவுடன் இலத்திரன்களைக் காலும். இழையின் அழுத்தத்திலேயே *தட்டையும் வைத்துக்கொண்டால், இழையிலிருந்து தட்டின்குறுக்கே இலத்திரன்களின் பரவலினுல் விளையுஞ் சிறிய மின்னேட்டத்தைத் தவிர, வாயிலினூடு எந்த மின்னேட்டமும் பாயாது. தட்டினழுத்தம் உயர்த்தப்படுமாயின் இலத்திரன்கள் தட்டைநோக்கிக் கவரப்படுகின்றன. அப்போது இழையிலிருந்து தட்டிற்கு " எதிர் " மின்னேட்டமொன்று பாயும். ஆயினும், தட்டின் அழுத்தமான இழையினதிலும் பார்க்கக் கீழான பெறுமானத்திற்குக் குறைக்கப்படுமாயின், இலத்திரன்கள் தட்டினுல் தள்ளப்படுமாதலின், வாயிலினூடு எவ்வித மின்னேட்டமும் பாயாது. எனவே, எந்த வகையாக வேனும் ஆடலழுத்தவித்தியாசங்கள் உண்டாக்கப்பட்ட சுற்றொன்றிலே இவ்வகையான வாயிலொன்று சேர்க்கப்படுமாயின், வாயிலானது ஒவ்வோராடலிலும் அரைவாசியைமட்டுமே செலுத்தும். இவ்வரைவாசி யென்பது, இழையிலிருந்து தட்டுக்குப்பாயும் எதிர்மின்னேட்டத்தினேடேனும், தட்டிலிருந்து இழைக்குப்பாயும் நேர்மின்னேட்டத்தினேடேனும் ஒத்ததாகும். ஏற்குஞ்சுற்றொன்றில் வாயிலொன்றைச் சேர்த்து பளிங்குணர்கருவியொன்றினுல் உண்டாக்கப்படுவதைப் போன்ற சீராக்கல் பெறப்படுமென்பது வெளிப்படை. இவ்வகையான வாயிலொன்று **ஆட்டிசினலை**களை உணர்தற்காகப் பளிங்குச்சேர்க்கையொன்றைப் போலவே உபயோகிக்கப்படலாம்.

ஆட்டிசினலைகளை உணர்தற்குரிய இக்கால முறைகளின் விவரத்துக்கு 716 ஆம் பந்தியைப் பார்க்க.

§ 714. **இசைவாக்கிய சுற்றுக்கள்.**— தற்றூண்டுதிறன் L ஐயுடைய சுருளொன்றினூடாகச் சேர்த்திணைக்கப்பட்ட தட்டுக்களைக்கொண்டதும் கொள்ளளவு C ஐயுடையதுமான ஒடுக்கியொன்றைக்கொண்ட சுற்றானது, இதிலுண்டாக்கப்படும் மின்கணத்தாக்கமெதுவும் வரையறையான அதிர்வெண்ணையுடைய மின்னலைவுகளைச் சுற்றிலே எழச்செய்யுமாதலின், **அலைவுச் சுற்று** எனப்படும்.

சுருளின் தடையானது தவிர்க்கப்படக்கூடியதாயின் இவ்வலைவுகளின் இயல்பான காலம் $2\pi\sqrt{LC}$ இற்குச் சமமாகும். எனவே, அலைவுகளின் அதிர்வெண்ணுகிய n ஆனது $1/2\pi\sqrt{LC}$ இற்குச் சமமாகும். L உம் C உம் நிலையின் அல்லது மின்காந்தத் தனி அல்லது செய்முறை அலகுகளிற்

*இழையின் முனைகளுக்கிடையே அழுத்தவித்தியாசமொன்றிருப்பது மெய்யானுலும், தெளிவுக்காக இது நிராகரிக்கப்படும். இழையின் எதிர்முனையினது அழுத்தத்தைக்குறிக்கும் " இழையினழுத்தம் " என்றபெயர் உபயோகிக்கப்படும்.

குறிக்கப்பட்டபோதிலும், ஒரே தொகுதிக்குரிய அலகுகளில் இரண்டுங் குறிக்கப்படுமாயின், இக்கோவை மெய்யானதாகும்.

சுற்றிலே ஆக்கப்பட்ட அலைவுகளின் பயனுகச் சுற்றினுல் வீசப்படும் மின்காந்தவலைகள் ஒளியின் வேகமாகிய V இன் வேகத்தோடு வெளியினூடாகச் செல்லும். கட்டற்ற வெளியிலே இவற்றின் அலை நீளம் λ ஆனது

$$\lambda = \frac{V}{n}, \quad \text{அல்லது} \quad \lambda = V.\, 2\pi \sqrt{LC}$$

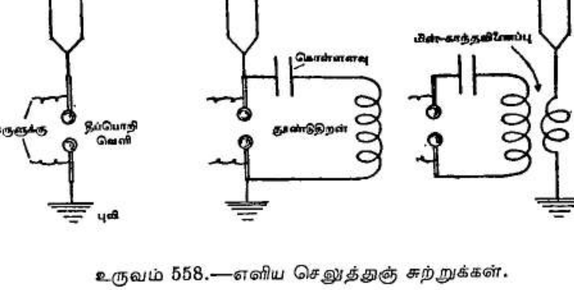
என்பதனுற் கொடுக்கப்படும்.

நிலைமின்தொகுதிகளிலும் மின்காந்தத் தொகுதிகளிலும் அலகுகள் வரையறுக்கப்பட்டுள்ள முறைகளின் பயனுக, இரு தொகுதிகளிலுமுள்ள கொள்ளளவலகுகளுக்கிடையேயுள்ள தொடர்புகள் ஒளியின் வேகவர்க்கமாகிய V^2 ஐக்கொண்டனவாகுமென்பது இங்கு குறிப்பிடத்தக்கது. சுருளின் தற்றூண்டுதிறனுனது தனிமின்காந்த வலகுகளிலும் ஒடுக்கியின் கொள்ளளவானது நிலைமின்னலகுகளிலும் அளக்கப்படுவனவாயின், சதம மீற்றரில் அளக்கப்படும் சுற்றின் இயல்பான அதிர்வெண்ணேடொத்த அலை நீளமானது

$$\lambda = 2\pi \sqrt{L_{E.M.} C_{E.S.}}$$

என்ற வசதியான உருவத்திலமையுமாறு இக்காரணி நுழைந்துவிடுகின்றது.

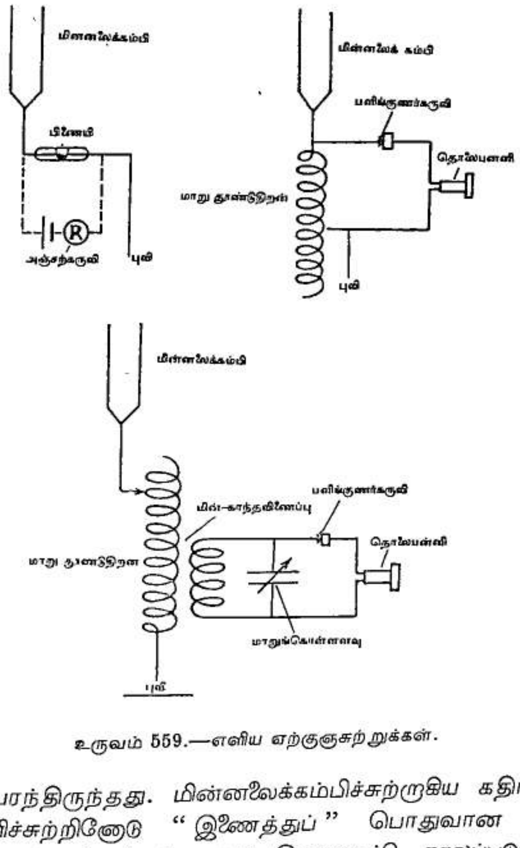
தனிக்கோவையொன்றிலே வெவ்வேறு தொகுதிகளின் அலகுகளைக் கலப்பது புத்தியற்ற செயலாகும். ஆனுற் குறிக்கப்பட்ட இந்தச் சந்தர்ப்பத்திலே கலப்பலகுகளின் உபயோகமானது ஒருகால் விளைவான கோவையின் வசதியை நோக்கின் நியாயமானதாகக் காணப்படும்.



உருவம் 558.—எளிய செலுத்துஞ் சுற்றுக்கள்.

கம்பியில்லாத் தந்தியின் சரித்திரத்தின் முற்பகுதியிலே செலுத்துநிலையமொவ்வொன்றும் அதற்குரிய வரையறையான ஏதாவது அலைநீளத்திலேயே அறிகுறிகளைக் கதிர்வீசல் வேண்டுமென்பது அறியப்பட்டது. சாதாரண மின்னலைக்கம்பியொன்றிற் பிறக்குங் கதிர்வீசலின் அடிப்படையான அலைநீளமானது மின்னலைக்கம்பியின் பருமனிலும் உருவத்திலுந்

தங்கியுள்ளதாதலின், வெவ்வேறு நிலையங்கள் வெவ்வேறு நீளங்களையும் பருமன்களையுமுடைய மின்னலைக்கம்பிகளை உபயோகித்து இதனை ஓரளவுக்கு ஒழுங்குசெய்தல்கூடும். ஆயினும், ஒடுக்கிகளுந் தூண்டுதிறன்களும் மின்னலைக்கம்பிச்சுற்றிலே சேர்க்கப்பட்டிருப்பது வழக்கம். இவற்றை மின்னலைக் கம்பியைக்கொண்ட முழுச்சுற்றும், காலப்படவேண்டிய அலைநீளத்தினோடொத்த இயல்பான அதிர்வெண்ணைப் பெறுமட்டும் செப்பஞ்செய்தல் வேண்டும். "பொறி" ச்சுற்றுக்களினோடு (உருவம் 558) பொறிவெளியின் தடையின்பயனை தணிப்பானது பெரிதாயிருந்தது. இதன்பயனாக வீசு கதிர்ச்சத்தியானது அலை நீளங்களின் போற்றத்தக்கவளவு அகலப்படி



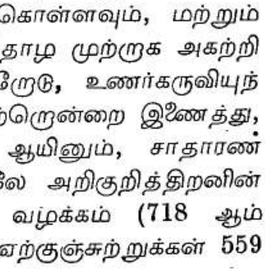
உருவம் 559.—எளிய ஏற்குஞ்சுற்றுக்கள்.

யொன்றிலே பரந்திருந்தது. மின்னலைக்கம்பிச்சுற்றுகிய கதிர்வீசுஞ்சுற்றை பொறி வெளிச்சுற்றினோடு "இணைத்துப்" பொதுவான அதிர்வெண்ணொன்றுக்குச் சுற்றுக்களிரண்டையும் இசைவாக்கி, காலப்படும் அலைநீளங்களின் வீச்சானது ஓரளவுக்குக் குறைக்கப்படலாம். மின்னலைவுகளைப் பிறப்பிக்கும் (**717** ஆம் பந்தியைப் பார்க்க) இக்கால முறைகளாற் பெறப்படுவதிலும் பார்க்க "இவ்விசை"வாக்கல் துலக்கங்குறைவாகவே இருந்தது.

ஒடுக்கிகளையுந் தூண்டுதிறன்களையுங்கொண்டு ஏற்குஞ்சுற்றொன்றின் இயல்பான அதிர்வெண்ணனது செப்பஞ்செய்யபபடலாம். சுற்றின் இயல்பான அதிர்வெண்ணனது வந்துகொண்டிருக்கும் அலைகளின் அதிர்வெண்ணளவையுடையதாயின், சுற்றின் பரிவியல்புகளின் விளைவாக அச்சுற்றிலுண்டாக்கப்பட்ட அலைவுகளின் செறிவு அதிகரிக்கப்படும். உண்மையிற் சுற்றுனது அதனோடு "இசைவாக்கப்பட்ட" அலைநீளங்களிலிருந்தே பெரும்பாலான சத்தியை உறிஞ்சும். மற்றும் அலைநீளங்களின் அறிகுறிகளைக் குறைந்த அளவுக்கே உறிஞ்சும். எனவே, ஏற்குஞ்சுற்றை "இசைவாக்கி," கேட்கவிரும்பிய சிறப்பான அறிகுறிகளைத் தேர்ந்துகொள்ளவும், மற்றும் அலைநீளங்களிற் செலுத்தப்படும் அறிகுறிகளை ஏறத்தாழ முற்றுக அகற்றிவிடவும் முடியும். ஏற்கும் மின்னலைக்கம்பிச் சுற்றோடு, உணர்கருவியுந் தொலைப்பன்னிகளுஞ் சேர்ந்துள்ள இரண்டாவது சுற்றொன்றை இணைத்து, திருத்தங்கூடிய தெரிவுத்திறனைப் பெறமுடியும். ஆயினும், சாதாரண பளிங்குணர்கருவியைப் பிரயோகிக்குஞ் சுற்றுக்களிலே அறிகுறித்திறனின் சிறிய நட்டத்தினேடு இது சம்பந்தப்பட்டிருப்பது வழக்கம் (718 ஆம் பந்தியையும் பார்க்க). இவ்வகைக்குரிய சாதாரண ஏற்குஞ்சுற்றுக்கள் 559 ஆம் உருவத்திற் காட்டப்பட்டுள்ளன.

மூவாய்வாயில்களும் அவற்றின் பிரயோகங்களும்

§715. மும்மின்வாய் "வாயில்" அல்லது மூவாய்—**தீபொரத்தினுற்** கண்டுபிடிக்கப்பட்ட **மும்மின்வாய் வாயிலின்** அல்லது **மூவாவின்** இயல்புகள், கம்பியில்லாத்தந்தியின் செய்முறையை முற்றிலும் மாற்றி இக்காலக் கம்பியில்லாத் தொலைப்பன்னிமுறையை உருவாக்கியுள்ளன.



உருவம் 559 A.—(*a*) மூவாய் வாயில. (*b*) சுற்றுவரிப்படங்களிற குறிக்கப்படுவதுபோல.

மூவாயின் அமைப்பானது இருவாயினதிலிருந்து ஒருவகையில்மட்டும் மாறுபடும். அதாவது, இழைக்கும், எதிர்மின்வாய்க்குமிடையே **நெய்யரி** என்னும் மூன்றுவது மின்வாயொன்று செலுத்தப்படும் (உருவம் 559 A). நெய்யரியானது கம்பிச் சுருளியின அல்லது கம்பிவலையின் உருவத்திலிருப்பது வழக்கம். **இழையிலிருந்து நேர்மின்வாய்க்கு இலத்திரன்களின் பாய்ச்சலைச் சீராக்குவதே நெய்யரியின் வேலையாகும்.** இதனைப் பினவருமாறு செய்யும்.—

நேர்மின்வாயானது இழையின்சார்பாக எப்போதும் நேரழுத்த மொன்றிலிருக்கும். எவ்வித நெய்யரியுமில்லாவிடதது, இழையிலிருந்து தட்டுக்கு இலத்திரன்களின் உறுதியான அருவிப்பாய்ச்சலொன்றிருக்கும். ஆயினும் நெய்யரியின் அழுத்தமானது இழையினதிலுங் குறைவாயிருப்பின்,

இழைக்கும் நெய்யரிக்குமிடையேயுள்ள வெளியின் குறுக்கே இலத்திரன்களின் பாய்ச்சல் இவ்வெளியிலுள்ள நிலேமின்மண்டலத்தினல் எதிர்க்கப்படும். நெய்யரியின் அமுத்தத்தைப் போதியவளவு தாழ்த்தி, இழையிலிருந்து இலத்திரன்களின் பாய்ச்சலை முற்றாகத் தடுத்துவிடலாம். இழையினது அமுத்தத்திஞேடு ஏறத்தாழச் சமமாயிருக்குமாறு நெய்யரியின் அமுத்தமானது உயர்த்தப்படும்போது இழைக்கும் நெய்யரிக்குமிடையேயுள்ள எதிர்க்கும் நிலேமின்மண்டலமானது வலுக்குறைந்து கொண்டுபோகும்.

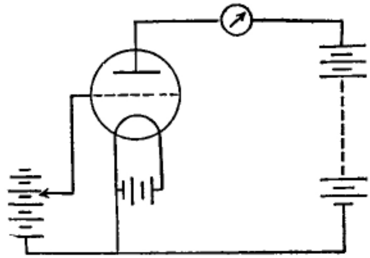
இம் மண்டலமானது போதியவளவு பெலமற்றதாகும்போது இலத்திரன்களிற் சில நெய்யரித்துவாரங்களினூடு செல்லத் தொடங்குகின்றன. இலத்திரன்கள் நெய்யரியினூடாகச் சென்றவுடன் நேர்மின்வாயினல் வலுவாகக் கவரப்பட்டு, அம்மின்வாயையடைந்து உறிஞ்சப்படுகின்றன. மேலேயுள்ளவற்றிலிருந்து காணப்படுவதுபோல, நேர்மின்வாயினல் ஏற்கப்படும் இலத்திரனகளின் தொகையானது இழையின் அமுத்தத்திற்கும் சார்பாகவுள்ள நெயயரியின் அமுத்தத்திலே பெரும்பாலுந் தங்கியுள்ளது.

நேர்மின்வாயின் அமுத்தத்தை மாறிலியாய் வைத்துக்கொள்ளவேண்டுமாயின், அமுத்தத்தின் புறவுற்பத்தி ஏதாவதோடு நேர்மின்வாயானது இணைக்கப்படுதல் வேண்டும். இலத்திரனின் அருவிப்பாய்ச்சலிலே நேர்மின்வாய்க்குக் கொண்டுவரப்படும எதிர்மின்னேற்றங்களை நடுநிலேயாக்கப் போதிய வீதத்திலே அவ்வுற்பத்தியிலிருந்து நேர்மினனனது நேர்மின்வாய்க்குப் பாய்தல்வேண்டும். நேர்மின்வாயைநோக்கி நேர்மின்னின் இப் பாய்ச்சலானது **நேர்மின்வாயோட்டம்** எனப்படும.

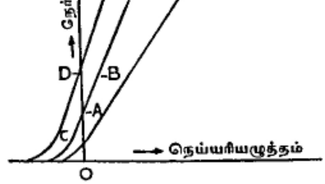
நெய்யரியின் அமுத்தமானது இழையினதிற்கு மேலேயிருக்குமாயின், நெய்ரியை நோக்கியும் இலத்திரன்கள் கவரப்படும். அமுத்தத்தை மாறிலியாய் வைத்துக்கொள்வதற்காக நெய்யரியை நோக்கிக் கணிப்புக்குரிய நெய்யரி ஓட்டமொன்று பாய்தல்வேண்டும். நெய்யரியின் அமுத்தமானது இழையினதிலுஞ் சிறிது கீழேயிருக்கும்போதும் பரவலினல் இலத்திரன்கள் நெய்யரியை அடைவதனபயனுக நுண்ணிய நெய்யரியோட்ட மொன்றிருப்பது வழக்கம். ஆனல், இழைக்குச் சார்பாகவுள்ள நெய்யரியின் அமுத்தமானது குறைக்கப்பட்டுக் கொண்டிருக்கும்போது இந்த மின்னேட்டமுங் குறைந்து கொண்டேபோகும்.

மூவாய்வாயிலின் **தனிச் சிறப்புடைய வளேகோடு** எனப் படுவதொன்றைப் பார்த்து மூவாயொன்றை உபயோகிக்கும் வளேகோட்டைத் தீர்மானிக்குஞ் சுற்று வகைகளை இங்குவில் விளக்கலாம். இவ்வளேகோட்டின் உருவத்தைத் தீர்மானிப்பதற்கு ஏற்ற வெப்பமாக்கும் ஓட்டமொன்று இழையினூடாகச் செலுத்தப்படும். அத்துடன மாருவமுத்தமொன்று (இழையின் சார்பாக நேரானது) நேர்மின்வாயிலும், மாறுகினற அமுத்தமொன்று நெய்யரியிலும் பிரயோகிக்கப்படும். வெப்பமாக்கும் மின்னேட்டமானது சேமக்கலமொன்றிலிருந்தேனும் **(தாழுவோற்றடுக்கு** எனப்படும்) சேமக்கலன்களின் சிறிய மின்கலவடுக்கொன்றிலிருந்தேனும், வசதியாகப் பெறப்

படலாம். 50 அல்லது 100 ஈரமில்கலங்களைக்கொண்ட மின்கலவடுக் கொன்றைக்கொண்டேனும் (**உயருவோற்றடுக்கு** எனப்படும்) சிறிய சேமக் கலன்களின் மின்கலவடுக்கொன்றைக் கொண்டேனும், நேர்மின்வாய மூத்தம் மாறிலியாக வைக்கப்படலாம். **நெய்யரிச்சாருகையடுக்கு** எனப் படும் 10 அல்லது 15 ஈரமில் கலங்களைக்கொண்ட மின்கலவடுக்கொன்றிலே வெவ்வேறு புள்ளிகளில் நெயயரியை இணைத்து நெய்யரியமுத்தம் பெறப்படலாம். தாழுவோற்றடுக்கினதும் உயருவோற்றடுக்கினதும் எதிர் முடிவிடங்கள் சேர்த்திணைக்கப்பட்டுள்ளன. அத்துடன்தாழுவோற்றடுக்கின் எதிர் முடிவிடத்திலிருந்து நெய்யரிச்சாருகையடுக்கிலே ஏதாவது தெரியப்பட்ட புள்ளிக்குத் தொடுகையொன்றெடுக்கப்படும். உயருவோற்றடுக்கின் நேர்முடி விடத்திற்கும் வாயிலின் தட்டுக்கு மிடையே மில்லியம்பியர்மானியொன்று இணைக்கப்படும். வாயிலின் நேரோட்டத்தை அளக்க இது உதவும் (உருவம் 559 B).


உருவம் 559 B.—மூவாயின் இயல்பான வளைகோட்டைத் தீர்மானிகுஞ்சுற்று.

தட்டிற் பிரயோகிக்கப்படுங் குறிப்பான எந்தவழுத்தத்துடனும், உயருவோற்றடுக்கிலிருந்து தட்டுக்குப் பாயும் மின்னோட்டமானது நெய்யரிக்குப் பிரயோகிக்கப்படும் அழுத்தத்தினேடு, உருவம் 559 C இற் காட்டியவாறு மாறும். இந்தவுருவத்திலே நேர்மின்வாய்க்குப் பிரயோகிக்கப்படும் வெவ்வேறு அழுத்தங்களினேடொத்த தனி இயல்புடைய வளைகோடுகளின் வகையைச் சேர்ந்த கூட்டமொன்று கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.



உருவம் 559 C.—மூவாயிலின் இயல்பான வளைகோடுகள்.

மூவாயொன்றினுல் உண்டாக்கப்படும் பெருக்கம்—உருவம் 559C இலுள்ள வளைகோடுகள் முறையே 40, 50, 60 உவோற்று நேர்மின்வாயழுத்தங்களில் சிறப்பான மூவாயொன்றிற்குரிய இயல்பான வளைகோடுகளெனக் கற்பனைசெய்க. வாயிலின் நியம நிலைமையானது புள்ளி A இனேடொத்ததெனவுங் கற்பனைசெய்க. அதாவது, தட்டின் அழுத்தமானது 50 உவோற்றுக்களெனவும், நெய்யரியின் அழுத்தமானது பூச்சிய மெனவுங் கொள்க. ஒருவோற்றுக்குச் சமமான நெய்யரியழுத்தத்தின் அதிகரிப்பானது, உரு

வத்தில், A, B களின் நிலைக்குத்துயரங்களுக்கிடையேயுள்ள வித்தியாசத்தினேடொத்த அளவொன்றினுல் நேர்மின்னேட்டத்தை அதிகரிக்கச்செய்யும். ஒருவோற்றினுல் நெய்யரியழுத்தத்தைக் குறைக்க புள்ளி C இனேடொத்த நிலைமைக்கு வாயிலானது கொண்டுவரப்படும். A இனண்மையிலுள்ள தன் இயல்புடைய வளைகோடு செய்முறையில் நேராயிருத்தலின், புள்ளிகள் B யும், C யும், A இன் சார்பாகச் சமச்சீரான தொலைவில் இடம்பெறும்.

இப்போது, திரும்பவும், பூச்சியவழுத்தத்திலுள்ள நெய்யரியினேடு, நேர்மின்வாயழுத்தமானது அதிகரிக்கப்படுகின்றதெனவும், நேர்மின்வாயழுத்தத்திலே 10 உவோற்றுக்களின் அதிகரிப்பானது உருவத்திலே B இனூடு செல்லுங் கிடைக்கோட்டிலுள்ள புள்ளி D இனற் குறிக்கப்படும் நிலைமைக்கு வாயிலைக்கொண்டுவருமெனவுங் கற்பனை செய்வோமாக. இவ்வாறெனின், இந்தக் குறிக்கப்பட்ட வாயிலினேடு, நேர்மின்வாயழுத்தத்தை 10 உவோற்றுக்களினுல் அதிகரிப்பதன் பயனுன நேர்மின்வாயோட்ட வதிகரிப்பானது, நெய்யரியழுத்தத்திலே 1 உவோற்றின் அதிகரிப்பிலிருந்து பெறப்படும் நேர்மின்வாயோட்டவதிகரிப்புக்குச் சமமாகும். இவ்வகையான வாயிலொன்று 10 இன் **பெருக்கக்காரணி** ஒன்றைப் பெற்றுள்ளதெனக் கருதப்படும்.

சிறப்பான எந்த மூவாயிலும் பெறப்படும் பெருக்கமானது மின்வாய்கள் மூன்றினதும் அளவுகளிலும் அவற்றின் சார்பான நிலைகளிலும் முக்கியமாகத் தங்கியுள்ளது. இவற்றைத் திருத்தியமைத்து வெவ்வேறு அளவுகளையுடைய பெருக்கக்காரணிகளைப் பெறமுடியும். திரைநெய்யரி அல்லது ஐவாய் வகைகளின் வாயில்களைப் போன்ற வாயில்களின் வேறு சில வகைகளிலே இரண்டு அல்லது பல நெய்யரிகள் உபயோகிக்கப்படும். ஏற்ற நிலைமைகளில் உபயோகிக்கப்படும் இவ்வாயில்களைக்கொண்டு 200, 300 அல்லது இதனிலு முயர்வுகூடிய பெருக்கக்காரணிகளைப் பெறமுடியும்.

மூவாயொன்றினுலுண்டாக்கப்படும் போலிச்சீராக்கல்—தனி இயல்புடையவளைகோட்டின் வளைவுப்பாகத்திலுள்ள புள்ளி E இனேடொத்த நிலைமைகளில் வாயிலானது உபயோகிக்கப்படுமாயின், சீராக்கலினேடொத்த விளைவொன்று பெறப்படும். (உரு. 559D). உதாரணமாக, நெய்யரியழுத்தமானது ஒருவோற்றினுல் உயர்த்தப்படுமாயின், நேர்மின்வாயோட்டமானது மிகுந்த அதிகரிப்பைப் பெறுகின்றது. ஆனுல், நெய்யரியழுத்தமானது ஒருவோற்றினுற் குறைக்கப்படுமாயின், நேர்மின்வாயோட்டத்திலுள்ள மாற்றமானது மிகக்குறைவாகவேயிருக்கும். ஆகவே, இந்த நிலைமைகளில் உபயோகிக்கப்படும்போது, நெய்யரியிற் செலுத்தப்படும் ஆடலழுத்தமொன்று

உருவம் 559D.—மூவாயைக் கொண்டு போலிச்சீராக்கல்.

நேர்மின்வாயோட்டத்தில் மாற்றங்களேயுண்டாக்கும். இம்மாறறங்கள் நேர் மின்வாயோட்டத்தின் நியமப் பெறுமானத்தைக்கொண்டு சமச்சீராயிரா. நியமப்பெறுமானமென்பது நெய்யரியின் சராசரியமுத்தத்திளுேடொத்த பெறுமானமாகும். (**ஆட்டிசினலே**களெனப்படும்) கம்பியில்லாவலேகளின் உணர்வுக்கு இதனே உபயோகிக்கும் முறையானது **716** ஆம் பந்தியிலே விவரிக்கப்பட்டுள்ளது.

§ 716. **ஏற்குஞ்சுற்றுக்களிலே மூவாய்களின் உபயோகங்கள்— ஆட்டி சினலே**யொன்று மின்னலேக் கம்பியொன்றினல் ஏற்கப்படுமாயின், மின்ன லேக்கம்பியிலுள்ள எந்தப்புள்ளியிலுமுள்ள அழுத்தமானது மாற்றப்படும். மின்னலேக்கம்பியின் ஏற்ற புள்ளியொன்று மூவாயொன்றின் நெய்யரியோடு இணேத்து அழுத்தத்தின் இவ்வேறுபாடுகள் நெய்யரியிற் செலுத்தப்பட, இவற்றுக்கொப்ப வேறுபாடுகள் நேர்மின்வாயோட்டத்திலே உண்டாககப்படும்.

உயரதிர்வெண் பெருக்கியாக உபயோகிக்கப்படும் மூவாய்— தனி இயல்புடைய வளேகோட்டின் நேர்ப்பாகத்தோடொத்த நிலேமைகளில் மூவாயானது உபயோகிக்கப்படுமாயின், ஏற்கப்படும் அலேகளினல் நெய்யரியிலுண்டாக்கப்படும் எவ்வித வேறுபாடுகளும் நேர்மின்வாயோட்டத்திலே ஒத்த " அலேயுருவ " வேறுபாடுகளே உண்டாக்கும். நேர்மின்வாயோட்டத்தின் இவ்வேறுபாடுகளே எவ்விதமாகவேனும் உபயோகிக்கவேண்டுமாயின், நேர்மின்வாய்க்கும் உயருவோற்றடுக்குக்குமிடையே ஆய்கருவியின் ஏதாவது வகையொன்று இணேக்கப்படுதல்வேண்டும். இவ்வாய்கருவியானது எளிய தடையொன்ருகவேனும், உயரதிர்வெண்மாற்றியொன்றின் முதற்சுருளேப் போன்ற ஏறற தூண்டுதிறனேயுடைய ஒரு சுருளாகவேனும், இசை வாக்கிய நேர்மின்வாய்ச் சுற்றுக்களிலிருப்பதுபோன்ற அலேவுச்சுற்ருென்றின் தூண்டு திறனுகவேனும் இருக்கலாம். இவ்வாய்கருவியானது எந்தவுருவத்திலிருந்தபோதிலும், நெய்யரியிலே முந்திய அழுத்தவேறுபாடுகளினல் உண்டாக்கப்பட்டவறறைப்போன்ற ஆனுற் பெரிய வீச்சையுடைய அழுத்தவேறுபாடுகளே நேர்மின்வாயோட்டவேறுபாடுகள் உண்டாக்கச்செய்வதே, இதன் நோக்கமாகும். அழுத்தத்தின் **பெருக்கிய** இவ் வேறுபாடுகள் உணர் கருவிக்குச் செலுத்தப்படும். செலுத்தப்பட்ட வேறுபாடுகளின் அதிர்வெண்ணனது மாருதிருக்குமாதலின், இப்படிகள் **உயரதிர்வெண் பெருக்கற்படிகள்** எனப்படும். இக்காலக் கம்பியில்லா வேலேகளிலே, வந்துகொண்டிருக்கும் அலேகளினுலுண்டாக்கப்படும் அழுத்தவேறுபாடுகள், உணர்வுப்படியிற் செலுத்தப்படுமுன்பே சில சிறு நூறு மடங்காகப் பெருப்பிக்கப்படும். இரண்டு, மூன்று அல்லது பல உயரதிர் வெண்பெருக்கப்படிகளேக்கொண்ட ஏற்குமாய்கருவியைக் காண்பது அரிதன்று.

உணர்வுக்கருவியாய் உபயோகிக்கப்படும் மூவாய்வாயில்—மூவாய்வாயிலானது, ஏற்ற நிலேமைகளில் உபயோகிக்கப்படும்போது உண்டாக்கக்கூடிய

போலிச்சீராக்கலின் பயனுக, கம்பியில்லா வேலேயிலே உணர்கருவிகளின் மற்றெல்லா வகைகளேயும் எறத்தாழ வழக்கிறந்தனவாக்கிவிட்டது. மூவா யொன்று உணர்கருவியாய் உபயோகிக்கப்படும்போது, நெய்யரிச்சுற்றின் ஒரு முனையை நெய்யரியிஞேடு நேராக இணைத்தேனும், நெய்யரிச்சுற்றின் இந்த முனைக்கும் நெய்யரிக்குமிடையே **ஒடுக்கிநெய்யரியிணைப்பு** எனப்படுஞ் சிறியவொடுக்கியொன்றை இடையில் வைத்தேனும், நெய்யரிச்சுற்றிலுண் டாகும் அமுத்தவேறுபாடுகள், நெய்யரிக்குக் கொடுக்கப்படலாம். பு ந்திய சந்தர்ப்பத்திலே, எந்தக்கணத்திலும் நெய்யரியினழுத்தமானது அதனேடி ணைக்கப்பட்டுள்ள நெய்யரிச்சுற்றினது முனையினழுத்தத்திற்குச் சமமாகும்.

ஒடுக்கி நெய்யரியிணைப்பொன்று உபயோகிக்கப்படும்போது, நெய்யரிச்சுற்றி னதும் நெய்யரியினதும் அமுத்தங்கள் ஒன்றுக்கொன்று தங்கியில்லாத வகையிற் செப்பஞ்செய்யப்படலாம். நெய்யரிச்சுற்றின் மேன்முனையினது அமுத்தமானது மாருதிருக்குமட்டும் நெய்யரியினழுத்தமும் மாறுபடாது. ஆயினும், ஒடுக்கியின் நெய்யரிச்சுற்றின் பக்கத்திலுள்ள அழுத்தத்தின் எவ்வித ஏற்றமும் மற்றப்பக்கத்துக்கு எதிரேற்ற மொன்றைப் பாயச்செய் யும். இந்த எதிரேற்றமானது நெய்யரியிலிருந்தே வருதல்வேண்டும். இதன்விளேவாக, நெய்யரியினழுத்தமும் உயரும். உயரும் இவ்வளவானது ஒடுக்கியின் நெய்யரிச்சுற்றின் பக்கத்திலுளள அழுத்தவேற்றத்திஞேடொத்த தாகும். இதனைப்போலவே, இவ்வொடுக்கியின் நெய்யரிச்சுற்றுப் பக்கத்தி லுள்ள அழுத்த வீழ்ச்சியானது, ஒத்த நெய்யரியினழுத்தவீழ்ச்சியொன்றி ஞேடு சேர்ந்து உடனிகழும் அழுத்தத்தின் மாருத வித்தியாசங்களைக் கருதப் படுமளவில், ஒடு கிநெய்யரியிணைப்பானது காவலியாகத் தொழிற்படும். ஆனுல், நெய்யரிச்சுற்றிலே நிகழும் அழுத்தத்தின் எவ்விதவேறுபாடுகளும் ஒடுக்கியினூடு (.சலுத்தப்படும் நெய்யரியினழுத்தத்திலே ஒத்த வேறுபாடுகளை யுண்டாக்கும் என்று கருதப்படுமளவில், இது அழுத்தத்தின் வேறுபாடு களுக்கு ஒரு கடத்தியாகத தொழிற்படும்.

வாயிலை ஒருணர்கருவியாக உபயோகிக்கவேண்டுமாயின், நெய்யரியின் சராசரியழுத்தமானது இயல்புடைய தனிவளைகோட்டின் வளைவுப்பாகத்தி லுள்ள ஏதாவது புள்ளியிஞேடொத்திருத்தல் வேண்டும். நெய்யரிச் சுற்றின் மேன்முனையோடு நெய்யரியான்து நேராகவிணைக்கப்பட்டிருக்கு மாயின், நெய்யரிச்சுற்றின் கீழ்முனையை நெய்யரிச்சாருகையடுக்கிலுள்ள ஏதாவது ஏற்ற புள்ளியிஞேடிணைத்து நெய்யரியின் சராசரியழுத்தமானது செப்பஞ்செய்யப்படலாம். ஆயினும், ஒடுக்கிநெய்யரியிணைப்பொனறு உப யோகிக்கப்படும்போது நெய்யரியழுத்தத்தை விரும்பிய சராசரிபெறு மானத்திற் தொடர்ந்து செயலாற்றிக் கொணடிருக்க அதன் ஏற்ற விறக்கங்கள் தடுக்கப்படாதிருக்குமாறு ஏதுக்கள் உதவப்பெறுதல் வேண் டும். வழக்கமாக, இரண்டு அல்லது மூன்று மெகோங்களின் படியிலுள்ள (**நெய்யரிப்பொசிவு** எனப்படும்) உயர்தடையொன்றினூடாக நெய்யரிச்சாருகை யடுக்கிஞேடு நெய்யரியை இணைத்து இது பெறப்படும். நெய்யரியிலே அல்லது நெய்யரியோட்டத்திலே படிப்படியாகச் சேரக்கூடிய எந்தச்சிறிய

மின்னேற்றங்களேயுங் கடத்த இது உதவுமாகிலும், நெய்யரிச்சுற்றிலே நிகழும் அலேவுகளினுல் நெய்யரியிலுண்டாக்கப்பெறும் மிக்க விரைவான ஏற்றவிறக்கங்களே எவ்வாற்ருனுந் தாக்காது.

நெய்யரியின் சராசரியழுத்தமானது சரியாய்ச் செப்பஞ்செய்யப்பட்டிருக் கும்போது நேர்மின்வாய்ச் சுற்றினூடு பாய்கின்ற மின்னேட்டமானது, ஏறத் தாழச் சரியாய்ச் சீராக்கப்பட்ட ஆடலோட்டமொன்று மேற்பொருத்தப்பட் டுள்ள ஒரு மாருமின்னேட்டமாகக் கருதப்படலாம். இவ்வகையான மின் னேட்டமொன்று தொலேப்பன்னியொன்றினூடு பாயுமெனின், மின்னேட் டத்தின் மாருப்பாகமானது எவ்வித ஒலியையும் உண்டாக்காது. ஆயினும் (சீராக்கிய ஆடலோட்டத்திஞேடொத்த) அரையலேகளின் ஒவ்வொரு கூட்ட மும் தொலேப்பன்னி மென்தகட்டிலே தனிக்கணத்தாக்கமொன்றை உண் டாக்கும். எனவே, இந்த நிலேமைகளில் உபயோகிக்கப்படும் மூவாயொன்று பளிங்குணர்கருவியொன்றைப்போலவே சரியாய்த் தொழிற்படும்.

உணர்வுவாயிலின் நேர்மின்னேட்டமானது கணிப்புக்குரிய தற்றூண்டுதிறனே யுடைய எந்த ஆய்கருவியினூடுஞ் செலுத்தப்படுமாயின, அரையலேகளின் வெவ்வேறு கூட்டங்களிஞேடொத்த உயரதிர்வெண் மாறல்கள் அடக்கப் படும். அரையலேகளின் ஒவ்வொரு கூட்டமும் மின்னேட்டத்தின் தனிக் கிளம்பலொன்றை உணடாக்கும். இக்கிளம்பல்களின் அதிர்வெண்ணனது அரையலேகளின் கூட்டங்கள் ஒன்றையொன்று பின்பற்றும் வீதத்திலே தங்கியுள்ளது. எனவே, உணர்வுவாயிலின் நெய்யரியிற் செலுத்தப்படும் உயரதிர்வெண்ணலேகள் உயருவோற்றடுக்கிற்கும் உணர்வுவாயிலின் நேர் மின்வாய்க்குமிடையே இணைக்கப்பட்டுள்ள எந்தத் தூண்டலாய்கருவியி னூடாகவுஞ் செல்லும் மின்னேட்டத்திலே தாழ்வதிர்வெண்மாறல்களே உண்டாக்கும.

உணர்வாயிலின் நேர்மின்வாய்ச் சுற்றிலுள்ள தாழ்வதிர்வெண்ணேட்ட மாறல்கள், அறிகுறிகளேச் செலுத்தும் நிலேயத்திஞல் வெளியே செலுத்தப் படும் உயரதிர்வெண கதிர்வீசல்களின் வீச்சுமாற்றங்களோடு ஒத்தனவாம். வெளியே செலுத்தப்பட்ட கதிர்வீசல்களின் வீச்சானது, உயர்வுவீச்சினது ஆவர்த்தனகாலங்கள் செக்கனுக்கு 256 ஐப்போன்ற வீதத்திலே ஒன்றை யொன்று பின்பற்றுமாறு, ஒழுங்காக மாற்றப்படுமாயின், உணர்வுவாயிலின நேர்மின்வாய்ச்சுற்றிலுள்ள தாழ்வதிர்வெண்ணேட்டமும் செக்கனென்றுக்கு 256 முறை நிகழ்ந்து ஒத்த தொகையான இழிவுப்பெறுமானங்களிஞல் வேருக்கப்படும் உயர்வுப்பெறுமானங்களேக்கொண்டிருக்கும். ஆகவே,உணர் கருவியின் நேர்மின்வாய்ச்சுற்றிலே வைக்கப்பட்டுள்ள தொலேப்பன்னியொன் றில், அதிர்வெண 256 இன் செவிப்புலஞகுஞ் சுரமொன்று கேட்கும்.

தாழ்வதிர்வெண் பெருக்கம்— மூவாய்களேக்கொண்டு உணர்வுவாயிலொன் றின நேர்மின்வாய்ச்சுற்றிலுள்ள தாழ்வதிர்வெண் அல்லது " செவிப்புல வதிர்வெண் " ஓட்டமாறல்கள், முன்னுணர்வுப் (உயரதிர்வெண்) படி களிலே உயரதிர்வெண்மாறல்கள் பெருக்கப்படுவது போலவே பெருக்கப்

படலாம். **தாழ்வதிர்வெண் பெருக்கத்திற்கு** உபயோகிக்கப்படும் மூவாய்கள் மிதமிஞ்சிய உயர்வுப்பெருக்கக்காரணியிலும்பார்க்க நேர்மின்வாய்ச்சுற்றிலே ஒப்பான பெரிய வலுப்பயனைக் கொடுப்பதற்கே பொதுவாக அமைக்கப் பட்டன. தாழ்வதிர்வெண் பெருக்கத்தின் இரண்டு அல்லது மூன்று படிகளை உபயோகித்து உணர்வுவாயிலின் நேர்மின்வாய்ச்சுற்றிலே சிறிய தொலைப்பன்னியொன்றிற் கேட்கப்படக்கூடிய செறிவைமட்டுமுடைய அறி குறிகள், "ஒலிபெருக்கி"த் தொலைப்பன்னிகளைக்கொண்டு பெருந்தூரங் களுக்குத் தெளிவாகக் கேட்கக்கூடிய அளவுக்குப் பெருக்கப்படலாம்.

குறிப்பாக வாயிலின் "ஐவாய்" வகையைப்போன்ற வாயில்களின் கூடிய நெய்யரியுடைய சில வகைகளைக்கொண்டு, தாழ்வதிர்வெண்பெருக் கத் தனிப்படியொன்றின் உபயோகத்தினல், பெரிய வலுப்பயனுடன் சேர்ந்த மிகப்பெரிய அளவான பெருக்கத்தைப் பெறலாம்.

§ 717. அலைவுகளின் பிறப்பாக்கியாகும் மூவாய்வாயில்— வாயிலின் நெய் யரியிஞேடிணைக்கப்பட்டுள்ள சுற்றொன்றிலே நேர்மின்வாயோட்டத்தைத் "தாக்கச்செய்து", மாருவீச்சையுடைய உயரதிர்வெண்ணலைவுகளைத் தொகு தியானது உண்டாக்கச் செய்யலாமென, மூவாய்வாயிலின் சரித்திரத்தின் முதற்படியிலேயே கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இவ்வலைவுகளினது பிறப்பாக்கத் தின் வினைத்திறனனது, பொறிமின்னிறக்கத்திலே தங்கியுள்ள எந்தத் தொகுதியினனும் பெறப்படுவதிலும்பார்க்கப் பெரிதும் மிதமிஞ்சியுள்ளது. அலைவுகளைப் பிறப்பிக்கும் இந்த முறையானது பல நயங்களைக்கொண் டுள்ளது. ஒப்பிட்டுப்பார்க்கும்போது இந்நயங்கள் இப்போது விசேடமற்றன வானலும், கம்பியில்லா உருவாக்கலின சரித்திரத்தினது அந்தக்காலப் படியிலே மிக்க விசேடமுள்ளதாகும். அறிகுறிகளை உடனேயெடுத்து அவற்றை விளங்கவேண்டுமாயின், கீழே விவரிக்கப்பட்டுள்ள எற்றரோதைன் முறையைப்போன்ற விசேடமுறைகள் பிரயோகிக்கப்பட வேண்டியிருந்த தாதலின், ஒப்பான இரகசியத்திஞேடு செய்திகள் அனுப்பப்படலாமென் பதும் இந்த நயங்களுளொன்ருகும். மூவாய்களை உபயோகித்துச் செலுத் துஞ் சுற்றுக்களின் பல்வேறு ஒழுங்குகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இவ் வகையான சுற்றுக்களின் விவரங்களை அறியவேண்டுமாயின், கம்பியில்லாத் தந்தியியலைப் பற்றியுந் தொலைப்பன்னியியலைப்பற்றியும் எடுத்தாளும் பொறிமுறைப் பிரசுரங்களைப் பார்த்தல் வேண்டும்.

மூவாய்களைக்கொண்டு பிறப்பிக்கப்படும் அலைகளின் தூய்மையானது, பொறிக்கருவியொன்றிலிருந்து பெறப்படுவதிலும்பார்க்க அதிகமானதா கும். காலப்படும் அலைகளின் வீச்சானது உடனடியாக மாற்றப்பட அல்லது "திருத்தப்பட" முடியும். இதன்பயனுக, மூவாயொன்று தொடர்பான தணித்தலற்ற அலைவுகளை உண்டாக்கமுடியும் என்பதைக்கண்டுபிடித்தத ஞல், இசை, பேச்சு முதலியவற்றின் செலுத்துகை முடியக்கூடியதாயிற்று.

வாங்குஞ்சுற்றுக்களிலே எதிர்த்தாக்கத்தின் உபயோகம்— உணர்வாயிலொன்றின் நேர்மின்வாய்ச் சுற்றிலே நேர்மின்வாயோட்டமானது, நேர்மின்வாய்க்கும் உயருவோற்றடுக்குக்குமிடையே சேர்க்கப்பட்டுள்ள தொலைப்பன்னியொன்றினூடாகவேனும், மாற்றியொன்றினூடாகவேனும், வேறேதுந் தாழ்வதிர்வெண் கருவியினூடாகவேனும் பாய்ச்சப்படும். நாம் முன்பு கண்டது போல, இவ்வாய்கருவியின் தற்றூண்டுதிறனானது சீராக்கப்பட்ட தனியரையலைகளினாற் குறிக்கப்படும் உயரதிர்வெண் மாறல்களை அடங்கச்செய்யும். ஆயினும், இவ்வுயரதிர்வெண்மாறல்கள் நேர்மின்வாயுடன் இணைக்கப்பட்ட சுற்றின் அண்மைப் பாகத்திலேயே நிகழ்கின்றன. சுற்றினது உயர்வுத்தூண்டற்பாகமாயமையும் ஆய்கருவியின் முதற்சில சுற்றுக்களினது **தற்கொள்ளளவின்** பயனாக ஏறத்தாழ் முழுவதும் உறிஞ்சப்படுமட்டும், இம்மாறல்கள் முற்றாக அடக்கப்படமாட்டா.

நேர்மினவாய்ச்சுற்றிலே செலுத்தப்பட்டதும், நெய்யரிச்சுற்றின் பாகமாயமைந்துள்ள இசைவாக்குஞ்சுருளுக்குச் சார்பாக ஏற்ற நிலையில் வைக்கப்பட்டதுமான இவ்வகைச் சுருளொன்று **எதிர்த்தாக்கச் சுருள்** எனப்படும். எதிர்த்தாக்கச் சுருளினூடாகப்பாயும் உயரதிர்வெண்ணோட்டமானது இசைவாக்குஞ் சுருளிலே அமுத்தத்தின் அலைவுகளைத் தூண்டுகின்றது. இவை முனனுணர்வுப்படிகளிலிருந்து இசைவாக்குஞ் சுருளையடையும் அலைவுகளிலே மேற்பொருத்தப்படுகின்றன. எதிர்த்தாக்கச்சுருளானது சரியான வழியாய்ச் சுற்றியிணைக்கப்படுமாயின், அலைவுகளின் கூட்டங்களிரண்டும் ஒன்றையொன்று பலப்பித்துக்கொள்ளும். எனவே, மேலே காட்டிய வகையிலே ஒழுங்குசெய்யப்பட்டுள்ள எதிர்த்தாக்கச்சுருளொன்றைக்கொண்டு நெய்யரிச்சுற்றினால் அறிகுறிகளாய் வாங்கப்பட்டனவும் நெய்யரியிலேசெலுத்தப்பட்டனவுமான அலைவுகள் உபபெலப்படுத்தப்படலாம். எனவே, நெய்யரியமுத்தமாறல்கள் இவ்வாறாய் அதிகரிக்கப்படும். இதன்பயனாக நேர்மின்வாயோட்ட மாறல்களும் அதிகரிப்பதுடன் நெய்யரியிற் செலுத்தப்படும் அமுத்தமாறல்களும் இன்னுங்கூடுதலாக உபபெலப்படுத்தப்படுகின்றன. ஆயினும், நெய்யரியிலே செலுத்தப்பட்ட அமுத்தமாறல்கள் முடிவின்றி அதிகரிக்க முடியாது. குறித்தவாறெல்லைக்கப்பால் எதிர்த்தாக்கமானது அதிகரிகக்ப்படுமாயின், தொகுதியானது உறுதியற்றதாகி, உணர்கருவியானது உயரதிாவெண்ணலைவுகளின் பிறப்பாக்கியாகத் தொழிற்படத் தொடங்கும். அப்போது வாயிலானது சரியாய் உணர்கருவியாகத் தொழிற்படாது நின்றுவிடும். அறிகுறிகள் இன்னுந் திரிந்து கேட்கப்படக்கூடுமாயினும் முற்றாகச் செவிபுலனற்றுவிடுகின்றன.

தாக்கச்சுருளொன்றின் உபயோகம் வாங்குங்கூட்டத்தின் உணர்திறனை நன்றாய் அதிகரிக்கும். ஆயினும், தாக்கமானது அரிதாகவே உபயோகிக்கப்படுதல் வேண்டும். அன்றேல், தந்துகொண்டிருக்கும் அறிகுறிகளிலிருந்து வாங்கப்படும் ஒலிகள் திரிந்திருக்கும். உணர்கருவியானது அலைவுகளின் பிறப்பாக்கியாகத தொழிற்படத் தொடங்குமட்டும் எதிர்த்தாக்கமானது அதி

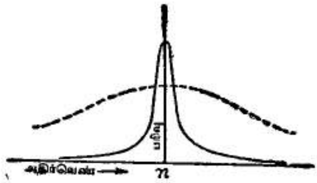
கரிக்கப்படுமாயின், வாங்கலின் பண்பானது பாரதூரமாகப் பாதிக்கப் படும். அன்றியும், உணர்கருவியினுலுண்டாக்கப்படும் அலைவுகள் கதிர்வீசா திருக்குமாறு கூட்டமானது அமைக்கப்பட்டாலன்றி, வாங்கிகள் நிலையங்களின் அயல்களில் மிகுந்த தலையீடு விளைவாகும்.

எற்றரோதைன் வாங்கிகள்—வாயிலினுற் பிறப்பிக்கப்படும் அலைவுகள்வாங் கப்படும் அறிகுறிகளினோடு இசைவற்றிருப்பனவாயின், உணர்கருவியி னுற் பிறப்பிக்கப்படும் அலைவுகளின் அதிர்வெண்ணுக்கும் வந்துகொண் டிருக்கும் அறிகுறிகளின் அதிர்வெண்ணுக்குமிடையேயுள்ள வித்தியாசத் திற் றங்கியுள்ள சுருதியையுடைய செவிப்புலனுகுஞ் சுரமொன்று உண்டாக் கப்படும். இச்சீழ்க்கைச் சுரமானது, வாங்கற்றெகுதியிலே ஒரேநேரத்தில் அழுத்தப்படும் வெவ்வேறு அதிர்வெண்களையுடைய அலைகளிலே தங்கி யிருத்தலினுல், **எற்றரோதைன் சீழ்க்கை** எனப்படும். **தொடர்ந்த அலை செலுத்தி**யொன்றிலிருந்து வெளியே செலுத்தப்படும் மோசுக் குறிகளை வாங்கவேண்டுமாயின், அதாவது களங்கமற்ற வாயிற்பிறப்பலைவுகளின் குறு கிய அல்லது நீண்ட கூட்டங்களாகச் செலுத்தப்படும் அறிகுறிகளை வாங்க வேண்டுமாயின், இக்குறிகள் தெளிவாகச் செவிப்புலனுதற்குத் தாங்குஞ் சுற்றின் உணர்கருவியை அலைகளின் பிறப்பாக்கியாக உபயோகிக்கவேண் டியது அவசியமாகும். அலைவுகளின் கூட்டங்களிரண்டினதும் **வித்தியாசத் தொனி**யாக செவிப்புலனுகும் அதிர்வெண்ணையுடைய சுரமொன்று பெறப் படவேண்டுமாயின், உணர்கருவியினுற் பிறப்பிக்கப்படும் அலைகளின் அதிர் வெண்ணனது தாங்கப்படும் அறிகுறிகளினதிலிருந்து வேருக்கப்படல் வேண்டும்.

§ 718. **தேர்வுத்திறன்**— இசைவாக்கப்பட்ட தனிச்சுற்றென்று உருவம் 559E இற் காட்டப்பட்டுள்ள பொதுவுருவத்தின் பரிவுவளைகோடொன்றைப் பெற்றுள்ளது. பிரிவின் துலக்கமானது இசைவாக்கிய சுற்றிலுள்ள சுரு ளின் தடையினுலும், சுற்றிலுள்ள சுமையினுலுந் தீர்மானிக்கப்படும்.

பளிங்குணர் கருவிகளோடு உபயோகிக்கப்படுஞ் சுற்றுக்கள்— பளிங்குணர் கருவிகள் உபயோகிக்கப்படும் தனிச்சுற்றுக்களிலே, இசைவாக்கலின் துலக்க மானது பளிங்குச் சேர்க்கையின் தடையிலே முக்கியமாகத் தங்கியுள்ளது. உதாரணமாக, வாங்கலின் ஒரேயொரு சுற்றிலே, சிங்கைற்றுப்போணைற்றுச் சேர்க்கையொன்றைப்போன்ற உயர்தடையுள்ள பளிங்குணர்கருவியொன்று, " கலீனுப்பூணைமீசை " பளிங்குணர்கருவியொன்றைப் போன்ற தாழ்வுத் தடையுள்ள பளிங்குணர்கருவியிலும்பார்க்கத் துலக்கங்கூடிய பரிவொன் றைக் கொடுக்கும். இதற்குக் காரணம் யாதெனின், சிங்கைற்றுப்போணைற் றுச் சேர்க்கையின் பெரிய தடையின்பயனுக, அழுத்தவலைவுகளின் குறித்த பெறுமானமொன்றிற்குச் சுற்றிலிருந்து, கலீனுப்பூணைமீசைச் சேர்க்கை யொன்று எடுப்பதிலும் பார்க்க, குறைவான மின்னேட்டம் எடுக்கப்படு மென்பதேயாம். அதாவது, சுற்றுனது பாரங்குறைவாகச் சுமையேற்றப்பட்

டிருக்கும் என்பதேயாம். உருவம் 559E இற் காட்டப்பட்டுள்ள துலக்க மான பரிவு வளைகோடானது சிங்கைற்றுப்போணைற்றுச் சேர்க்கையொன்றி



உருவம் 559 E.—ப.ரிவின் வளைகோடுகள. முழுகோடு, துலககமான இசைவாக்கலையுங குற்றிட்டகோடு தட்டையான இசைவாக்கலையுங் குறிக்கும்.

ஞற் பெறப்படும் வகையான வளைகோடாகும். ஆனுற் குற்றிட்டுக் காட்டப்பட்டுள்ள தட்டையான வளைகோடானது கலீனுப்பூனைமீசைச் சேர்க்கையொன்றிஞற் பெறப்படும் வகையான பரிவு வளைகோடாகும். உணர்திறனையுடைய உயர்தடைத தொலைப்பன்னிகள் உபயோகிக்கப்படுவனவாயின, செவிப்புலனுகும் அறிகுறிகளின் திறமானது உணர்கருவியின் எந்தவுருவத்திலும் ஏறத்தாழ ஒரேயளவைக் கொண்டதாயிருக்கும் (714 ஆம் பந்தியைப் பார்க்க).

வாயில்களோடு உபயோகிக்கப்படுஞ் சுற்றுக்கள்— வாயில்கள் பிரயோகிக்கப் படும் வாங்கற் சுற்றுககளிலே, ஒவ்வொருசுற்றும் ஒப்பான நெய்யரியின் அழுத்தத்தையே மாற்றவேண்டுமாதலின், வெவ்வேறு வாயில்களின் நெய் யரிகளோடிணைக்கப்பட்டுள்ள அலைவுச்சுற்றுக்களி லேற்றப்படுஞ் சுமைகள் மிகச் சிறிதாயிருக்கும். இக்காரணத்திஞல், வாயில்களைப் பிரயோகிகக்கும் வாங்கற்சுற்றுக்களிலே இசைவாக்கலின துலக்கமானது, அலைவுச்சுறறுக் களில் உபயோகிக்கப்படுஞ சுருள்களின் தடைகளிலே ஏறத்தாழ முற்றுகத் தங்கியுள்ளது. இக்காரணத்திஞல், தனிவாயிற்சுற்ருென்றிலே, அதே சுற்ருனது பளிங்குணர்கருவியொன்றிஞேடு உபயோகிக்கப்படும்போது பெறப் படுவதிலும்பார்க்க, இசைவாக்கல மிக்க துலக்கங்கூடியதாயிருக்கும். ஒப்பிடக் கூடிய பெரிய விட்டத்தையுடைய கம்பியைக்கொண்டு சுருள்களை ஆக்கிச் சுருளிலுள்ள சுற்றுக்களை ஒன்றுக்கொன்று சிறிது தூரததில் இடைவெளி விட்டமைத்தேனும், சுற்ருனது வாஙகவேண்டிய உயரதிர்வெண் மின்னேட் டங்களுக்கு இழிவுத்தடையைப் பெறக்கூடியவாறு இழையிஞற் காவலிடப் பட்ட கம்பியைககொண்டு சுருள்களைச் சுற்றியேனும், தனிச்சுற்ருென்றின் பரிவானது ஓரளவுக்குத "துலக்கப்படலாம்". கம்பியின் மேற்பரப்பினண்மை யிலுள்ள மிக்க மெல்லிய படையொன்றினூடாக இந்த உயரதிர்வெண் ணேட்டங்கள் பாய்கின்றனவேயன்றிக் கம்பியின் உட்புறத்தினூடாகக் கணிப் புக்குரிய எந்த அளவுக்கும் பாய்வதில்லை. ஆகவே, இவ்வகையான மின் ஞேட்டங்களுககுக் கட்டற்ற பெரிய மேற்பரப்பையுடைய கம்பியே இழிவுத் தடையைக் கொண்டதாகும. சிறிது தூரத்துக்கபபால் இடைவெளிவிட்டுச் சுற்றுககளை அமைப்பதன்நோக்கம் **அடுத்தடுத்த சுற்றுக்களினிடையே சுருளின் தற்கொள்ளளவைக்** குறைப்பதேயாம். இசைவாக்கலின் துலக்க மானது இதஞற் கணிப்புக்குரிய அளவுக்குத் திருத்தமடையும். வசதிக் காகச் சுற்றுக்கள் அணடப்பிடித்துச் சேர்த்து வரியப்படுமாயின், சுருள் களின் மேற்பரப்புகளுக்கு வாணிசு பிரயோகிக்கப்படக்கூடாது. ஏனெனில்,

எல்லா வாணிசுகளும் வெளியிலும்பார்க்க மிக்க பெரிதான தற்றூண்டற் கொள்ளளவையுடையனவாதலின், சுருள்களின் தற்கொள்ளளவானது அதிகரிக்கப்படுமென்பதனுலேயாம்.

இக்காலத்திற் பெரும்பாலுந் தேவைப்படுவதுபோல, தனியலைச்சுற்றொன்றின் உபயோகத்தினுற் பெறப்படுவதிலும்பார்க்கப் பெரிதான உணர்திறனுனது விரும்பப்படுமாயின், கேட்கவிரும்பிய அறிகுறிகள் அதிர்வெண்ணுக்கு எல்லாம் இசைவாக்கப்பட்டுள்ள, வெவ்வேறுன உயரதிர்வெண்ணின் பல படிகளினூடாக வந்துகொண்டிருக்கும் அறிகுறிகள் செலுத்தப்படல் வேண்டும். ஒவ்வொரு சுற்றும் அதனியல்பான அதிர்வெண்ணினேடொத்த அலைகளுக்குப் பரிவைக் கொடுக்கும். முழுத்தொகுதியினதும் பரிவுவளைகோடானது தனிப்படிகளின் எந்தவொன்றினதும் பரிவுவளைகோட்டிலும்பார்க்கத் துலக்கங்கூடியதாயிருக்கும். இவ்வகையான மூனறு அல்லது நான்கு சுறறுக்களைக்கொண்ட வாங்குங்கூட்டமொன்றிலே தேர்வுத்திறனின் மிக்கவுயர்ந்த படியொனறு பெறப்படமுடியும்.

மிகையொலியதிர்வெண் எற்றரோதைன் வாங்கல்— மிகையொலியதிர்வெண் எற்றரோதைன் சுற்று எனப்படுஞ் சுறறினெருவகையை உபயோகித்துத் தேர்வுததிறனின் மிக்கவுயர்நத படியொன்றைப் பெறமுடியும். இவ்வகைச்சுற்றிலே அலேவுகளின பிறப்பாக்கியாக உபயோகிககப்படும் வாயிலொன்று சேர்க்கப்பட்டிருக்கும். இவ்வலேவுகள் வநதுகொண்டிருக்கும் அறிகுறிகளினேடு மேற்பொருத்தப்பட்டிருக்கும். வநதுகொண்டிருக்கும் அறிகுறிகளில் வாங்கப்பட்டுள்ளனவும், அலேவுவாயிலிலே பிறப்பிக்கப்பட்டனவுமாகிய அலேவுகளின் கூட்டங்களிரண்டும், முதலுணர்கருவியெனப்படும் உணர்வாயிலொனறின் நெய்யரியிற் செலுததப்படும். இந்த வாயிலூடாகச் செல்லும்போது, அறிகுறியாக வாங்கப்பட்ட சிறப்பான எந்த அலேவும் கூட்டத்திலேயே பிறப்பிக்கப்பட்ட அலேவுகளோடு சேர்க்கப்படும். இவை சேர்ந்து தனியலேவொன்று எழுகின்றது. இதனதிர்வெண்ணனது, வந்துகொண்டிருக்கும் அறிகுறியின் அதிர்வெண்ணுக்கும் பிறப்பிக்கப்பட்ட அலேவுகளின் அதிர்வெண்ணுக்குமிடையேயுள்ள **வித்தியாசத்திற்குச்** சமமாகும். உண்டாக்கப்பட்ட எற்றரோதைன்சுரத்தைச் செவியானது கேட்கமுடியாத அளவுக்கு அதிர்வெண் வித்தியாசமானது உயர்வாக்கப்படுமாதலின், “மிகையொலியதிர்வெண்” எற்றரோதைன் எனற பெயரை இது பெற்றது.

செக்கனுக்கு முறையே 1,000,000 வட்டங்களையும் 997,000 வட்டங்களையுங் கொண்ட அதிர்வெண்களையுடைய அறிகுறிகளின் கூட்டங்க**ளிரண்டு** வாங்கப்படுகினறனவென்றும், கூட்டத்திலேயே பிறப்பிக்கப்படும் அலேவுகளின் அதிர்வெணணனது 1,060,000 எனறுங்கொள்வோமாயின முறையே 60,000 வட்டங்களும், 63,000 வட்டங்களும் அதிர்வெணணையுடைய அலேவகளின கூட்டங்க**ளிரண்டு** முதலுணர்கருவியிலிருந்து செலலும். ஆகவே. வநதுகொண்டிருக்கும் அறிகுறிகளிரண்டினுககுமிடையே 0·3 நூறறுவீதத்**தின்**

அதிர்வெண் வித்தியாசம் மட்டுமே, முதலுணர்வாயிலிருந்து செலுத்தப்படும் அலைவுகளின் கூட்டங்களிரண்டினுக்குமிடையே ஐந்து நூற்றுவீத அதிர் வெண் வித்தியாசத்தை உண்டாகச் செய்கின்றது.

ஐந்து நூற்றுவீதத்தினுல் அதிர்வெண்ணில் வேறுபடும் அலைவுகளை வேருக்கல் ஒப்பிட்டுப்பார்க்கும்போது இலகுவானதாகும். ஒன்று அல்லது பல உயர்வதிர்வெண் படிகளைக்கொண்ட "வடிச்" சுற்றென்றினுள்ளே அலைவுகள் செலுத்தப்படும். இபபடிகளெல்லாம், 5,000 மீற்றரின் அலை நீளமொன்றிஞேடொத்த, செக்கனுக்கு 60,000 வட்டங்களின் முற்றீர் மானமான அதிர்வெண்ணுக்கு, நிலையாக இசைவாக்கப்பட்டுள்ளன. இசை வாக்கப்பட்ட சுற்றுக்களின் வேறெந்தத் தொகுதியையும்போலவே, 60,000 இலிருந்து ஒன்று அல்லது இரண்டு நூற்றுவீதத்திற்குக் கூடுதலாக வேறுபடும் அதிர்வெண்களையுடைய அலைவுகளையெல்லாம் இது வடித்து விடும். ஆகவே, 63,000 அதிர்வெண்ணின் அலைவை இது செலுத்தாது. எனவே, இரண்டாவது உணர்வாயிலுக்கும் அதனைத்தொடர்ந்துள்ள தாழ் வதிர்வெண் படிகளுக்குஞ் செலுத்தப்படும் ஒரேயொரு அலைவானது 60,000 அதிர்வெண்ணையுடையதேயாம். ஆகவே, செவிப்புலனுகும் அறிகுறிகள் 300 மீற்றர் அலைநீளத்திஞேடொத்த 1,000,000 அதிர்வெண்ணிற் செலுத் தும் நிலையத்திலிருந்து வாங்கப்படுவனவேயாம். 300·9 மீற்றரின அலை நீளத்திஞேடொத்த 997,000 அதிர்வெண்ணின் அறிகுறிகள் ஏறத்தாழ முற்ருகத் தொடர்பறுக்கப்பட்டுள்ளன. அலையும் வாயிலின் சுற்றை 1,057,000 அதிர்வெண்ணின் அலைவுகளைக் கொடுக்குமாறு செப்பஞ்செய்து பின்னைய இவ்வறிகுறிகள் ஏற்கப்பட்டு மற்றவை தவிர்க்கப்படலாம்.

இவ்வகையான கூட்டமொன்றின் கடைசித் தேர்வுதிறனுனது வடிச்சுற் றின் வினைத்திறனிலும், பெரும்பாலும் அலைவுவாயிலினுற் பிறப்பிக்கப் படும் அலைவுகளின் அதிர்வெண்ணைச் செப்பஞ்செய்யக்கூடிய திருத்தத் திலுந் தங்கியிருக்கின்றது. ஆகவே, தேர்வுத்திறனின் சார்பிலே கூட்டமா னது திருப்தியாயிருக்க வேண்டுமாயின், இவ்வாயிலின் சுற்றினது அமைப் பைப்பற்றிச் சிறப்பான கவனஞ்செலுத்தவேண்டியது முக்கியமாகும். விரி வான சுற்றின் வரிப்படங்கள் வேண்டுமாயின், "கம்பியில்லா" பொறி முறைப் பிரசுரங்களைப் பார்த்தல்வேண்டும்.

அத்தியாயம் 76

வாயுக்களினூடு மின்னிறக்கம்—எட்சுக்கதிர்வீசல்

§ 719. சாதாரண அமுக்கங்களிலே வாயுவொன்றினூடு மின்னிறக்கம். – கடத்திகளிரண்டினிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசமானது போதியவளவு பெரிதாயிருக்குமாயின், வளிவெளியொன்றினல் வேறுக்கப்பட்டுள்ள அக் கடத்திகளிரண்டினுக்குமிடையே மின்னிறக்கமொன்று செலுத்தப்படலாம்

ஒவ்வொரு கடத்தியினதும் அயலிலுள்ள வளிமூலக்கூறுகளின் குறித்த வொரு விகிதமானது கடத்தியிேேடு தொடுகையினல் மின்னேற்றப்படும். மினனேற்றப்பட்ட இம்மூலக்கூறுகள் நிலைமின்மண்டலத்தினது தாக்கத்தில் வளிவெளியினூடாக அப்போது இயங்கும். எதிர்மின்னேற்றத்தைப் பெற்ற கடத்தியைநோக்கி ஒவ்வொரு மூலக்கூறும் அதுபெற்ற மின்னேற்றத்தைக் கொண்டுசெல்லும். மின்னின் இடமாற்றமொன்று வளிவெளியினூடாக இவ்வாறு நிகழும். வெளியிலுள்ள வளியானது, மின்பகுபொருளொன்று கடத்துவதைப்போலவே "கடத்துமியல்பைப்" பெறும். மின்னேற்றப்பட்ட மூலக்கூறுகள் அவை காவுகின்ற மின்னேற்றங்களுக்கிணங்க **நேரயன்கள்** அல்லது **எதிரயன்கள்** எனப்படும். வாயுவொன்றிலே மின்னேற்றப்பட்ட மூலக்கூறுகளின் விகிதம் போதியளவு உயர்வாயிருக்கும் போது வாயு வானது **அயனக்கப்பட்டது** எனப்படும்.

வளிவெளியினூடாக இயங்கும்போது அயன்கள் உயர்வான வேகங்களைப் பெறுகின்றன. பெற்ற வேகங்கள், வெளியின் பக்கங்களுக்கிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசத்திேேடு ஏறத்தாழ விகிதசமமாயிருக்கும். அயனென் றின் வேகமானது போதியவளவு உயர்வாகும்போது, இவ்வயனுக்கும் வாயுவின் நடுநிலை மூலக்கூறுகளுக்குமிடையேயுள்ள மோதுகைகள் நடுநிலை மூலக் கூறுகளை மோதுகையினல் அயன்களாக மாற்றப் போதியளவுக்குப் பல மாயிருக்கும். இப்புதியவயன்களொவ்வொன்றும் மற்றுமயன்களை முறை யாக உண்டாக்குகின்றது. ஆகவே, வாயுவானது விரைவாக அயனக்கப்படு கின்றது. வெளியிலுள்ள வளியின் கடத்துதிறனனது இவ்வாறு விரை வாய் வளர, வெளியின்குறுக்கே பொறியொன்று செல்லக்கூடும். இவ் வகையான மின்னிறக்கமொன்றிலே வெளிவிடப்படுஞ் சத்தியானது வாயுவை வெள்ளொளிர்வாக்கி அவதானிக்கப்படுங் கட்புலனன "பொறி யை"யுண்டாக்கப் போதியதாகும். பொறியின் சத்தமானது, வெப்பநிலை யின் சடுதியான உயர்வினல் வளியின் சடுதியான விரிவின் காரணமாகும்.

வளிவெளியானது மிகவும் நீண்டதாயின், **அ.வி.** ஆனது வெளிமுழு வதிலுமுள்ள வாயுவை அயனக்கப்போதாததாயிருத்தல் கூடும். ஆயி னும், கடத்தியினண்மையிலுள்ள மண்டலமானது, **கடத்தியினண்மையி லுள்ள** வளியை அயனக்கக்கூடிய அளவுக்கு செறிவுடையதாயிருத்தல்கூடும். இந்த நிலைமைகளில், கடத்திகளை அடுத்துச் சூழ்ந்துள்ள வளியினுள்ளே

மின்னேற்றங்கள் விரைவாகப் பொசிந்துவிடுகின்றன. அப்போது மின்னிறக்கமானது **துடைப்பவிறக்கம்** அல்லது **அமைதியிறக்கம்** ஆக நிகழும.

பொறி அல்லது துடைப்பவிறக்கமானது சென்ற வளியானது. சிறிது நேரத்தின் பின்புகூட, அதன் கடத்தியியல்புகளை வைத்திருக்கும். ஆயினும், ஆறுதலாக இயங்கிக்கொண்டிருக்கும் நேரயன்களுக்கும் எதிரயனகளுக்கு மிடையே உண்டாகும் மோதுகைகளினால் அயன்களின தொகை விரைவாகக் குறைக்கப்பட்டுச் சில செக்கனின்பின்பு வாயுவானது அதனியல்பான கடத்தலிலா நிலையை யடைந்துவிடுகினறது.

§ 720. **தாழ்ந்த அமுக்கங்களிலே வாயுக்களினூடாக மின்னிறக்கம்.—வெற்றிடக்குழாய்கள்**— உலோகமின்வாய்கள உளளே பொருததபபட்டுளள கண்ணாடிக்கலமொன்றைக் குறையாக வெற்றிடமாக்கி தாழ்நத அமுக்கங்களிலே வாயுவொன்றினூடாக மினனிறக்கம் ஆராயப்படலாம்.

சாதாரண உயர்வு **அ.வி.** ஒன்றை இவ்வுலோக மின்வாய்களுக்குப் பிரயோகிக்கும்போது குழாயிலுள்ள வாயுவானது உயரமுக்கங்களிலே நிகழ்வதுபோலவே அயனாக்கப்படும். ஆயினும, குறையாக வெற்றிடமாக்கபபட்ட வெளியிலுள்ள அயன்களின் இயககமானது, வளியமுக்கததிலே குழாயில் வாயுநிரம்பி இருக்கும்போதிலும் பார்க்கக் கட்டற்றிருக்கும். இக்காரணத்தினால நடுநிலை மூலக்கூறுகளின் மோதுகையினால் நிறுத்தபபடுமுன்பு அயன்கள் கூடிய தூரங்களினூடாகச் செல்லும். **அ.வி.** இன் குறிததவொரு பெறுமானத்தில் அயனொனறினாற் பெறப்படும் சராசரி வேகமானது உயர்வுகூடிய அமுக்கத்திலிருப்பதிலும் பார்க்கக் கூடுதலாயிருக்கும். ஆகவே, வாயுவானது வளிமண்டலவமுககத்திலிருக்குமாயின் தொடுகையயனாதல் உண்டாகாத அளவுக்குச் சிறிதாயிருக்கும். **அ.வி.** இன் பெறுமான மொனறுக்குத் தாழ்ந்தவமுக்கங்களிலே, மோதுகையினால் அயனாதல் உண்டாக்கப்படக்கூடிய வேகங்களை அயன்கள் பெறுகினறன.

குழாயிலுள்ள குறிதத அமுக்கமொன்றுக்கு, மின்வாய்களுககிடையேயுள்ள **அ.வி.** அதிகரிக்க, வாயுவினூடு பாயும் மின்னோட்டமும அதிகரிக்கும. **அ.வி.** இன் உயர்வுகூடிய பெறுமானங்களிலே அயனகளினாற் பெறப்படும் பெரிதான வேகங்களின பயனாகவும், மோதுகைகளினாலுண்டாக்கப்படும் புதியவயன்களின் தொகையினது அதிகரிபபின் விளைவாக வாயுவானது கூடியவளவுக்கு முற்றாக அயனாகின்றது என்பதனபயனாகவுமே இவ்வாறு நிகழுகின்றது.

தாழ்ந்த அமுக்கங்களிலே, வாயுவினாலுண்டாக்கப்படும அயனகளின் தொகையானது அவ்வாயுவினூடாக பொறிமின்னிறக்கமொனறைச் செல்லவிட ஒருபோதும் போதியதாகாது. எனவே, **வெற்றிடமின்னிறக்க**மென்பது அமைதியானதும் ஒழுங்கானதுமாயிருக்கும்.

வெற்றிடக்குழாயொன்றின் தோற்றமானது குழாயினுள்ளே மூடப்பட்டிருக்கும் வாயுவின் வகையிலே தங்கியுள்ளது. மூடப்பட்ட வாயுவின்

அமுக்கத்திலும் ஓரளவுக்கு இது தங்கியுள்ளது. சாதாரணமாகத் தாழ்ந்த வமுக்கங்களிலே மின்னிறக்கத்திசைக்குச் செங்குத்தாக கால்வாய்த்தட்டுக் களின் அல்லது நிறமாக்கப்பட்ட ஒளிரும பட்டைகளின் தொகையொன்றைக் குழாயானது காட்டும். இக்கால்வாய்த் தட்டுக்களிலிருந்து வரும் ஒளிர் வானது நிறமாலைகாட்டியின்மூலம் ஆராயப்படுமாயின், குழாயில் மூடப் பட்டுள்ள வாயு அல்லது வாயுக்களின் இயல்பான நிறமாலையை அது கொடுக்கக் காணப்படும்.

§ 721. **மிக்க தாழ்ந்த அமுக்கங்களிலே மின்னிறக்கம்—எட்சுக்கதிர்க் குழாய்**—வெற்றிடக் குழாயொன்றிலே அமுக்கமானது குறைக்கப்படும்போது மின்வாய்களுக்கிடையில் குறித்தவொரு **அ.வி.** இற்குக் குழாயினூடாகப் பாயும் மினேட்டமானது சிறுத்துக்கொண்டே போகும். குழாயிலுள்ள மூலக் கூறுகளின் குறைவினாலேயே இவ்வாறு நிகழுகின்றது. உண்டாகப் படக்கூடிய அயன்களின் உயர்வுத் தொகையானது அயன்களாக மாற்றப் படக்கூடிய மூலக்கூறுகளின் தொகையிலே தங்கியுள்ளது.

ஏறத்தாழ இரசத்தின் 0·001 மி.மீ. இற்கு அமுக்கமானது குறைக்கப்படும் போது மின்னிறக்கத்தின் கால்வாய்த்தட்டுத் தோற்றமானது முற்றாக மறைந் துவிடும. அப்போது குழாயின் மேற்பரப்பிலே உறிஞ்சியொளிவீசும் நிற வமைப்பொன்று தோற்றத் தொடங்கும். குழாயினூடாக இப்போதும் மின் னிறக்கமொன்று நிகழ்ந்து கொண்டேயிருக்குமாயினும் மின்னிறக்கத்தின் இயல்பானது வெகுவாக மாறியுள்ளது.

மின்னிறக்கமானது இப்போது இலத்திரன்களை முக்கியமாகக் கொண்ட தாகும். இவ்விலத்திரன்கள் சடப்பொருளொதனேடும் இணைக்கப்பட்டிராத எதிர்மின்னின் துணிக்கைகளாம். இந்த எதிர்ச் சிறுதுணிக்கைகள் அல்லது இலத்திரன்கள் பின்வருமாறு உண்டாக்கப்படுவனவாம்.

மின்வாய்களின் குறுக்கே **அ.வி.** ஒன்று பிரயோகிக்கப்படும்போது வாயுவி லுள்ள எந்த நேரயனும் எதிர்மின்வாயைநோக்கிக் கவரப்படும். அயன் களுக்கும் எதிர்மின்வாய்க்குமிடையே நிகழும் மோதுகைகளிலே எதிர் மின்வாய் மேற்பரப்பில் இலத்திரன்கள் வெளிவிடப்படும். அத்துடன் எதிர் மின்வாயிலிருந்து இவ்விலத்திரன்கள் உடனே வலுவாகத் தள்ளப்படும். வாயுவினூடு இவற்றின் பாதையிலே இலத்திரனகளிற் சில, வாயுமூலக் கூறுகளிேனேடு மோதி வேறும் அயன்களை மோதுகையினுல் உண்டாக்கும். ஆயினும், இலத்திரன்களிற் பெரும்பாலானவை வாயுவினூடு நேராகச் சென்று நேர்மின்வாயினேடேனும் குழாயின் சுவர்களினேடேனுங் கடைசி யாக மோதுகின்றன.

இலத்திரன்களுக்கும் வாயுமூலக்கூறுகளுக்குமிடையே மோதுகையினுல் உண்டாக்கப்படும் நேரயன்கள் முறையே எதிர்மின்வாயைநோக்கிக் கவரப் பட்டு, அங்கு புதிய இலத்திரன்களை வெளிவிடச்செய்கின்றன. இவ்விலத் திரன்களின் ஒரு விகிதமானது முந்தியதைப்போலவே வாயுமூலக்கூறு

களினுல் நிறுத்தப்பட்டு மோதுகையினுல் மேலதிகமான அயன்களை வழங்கச்செய்கின்றது. பெரும்பாலானவை மோதுகையின்றியே வாயுவினூடாகச் சென்று நேர்மின்வாயோடேனும் வேறேதாவது திண்மத் தடையிஞேடேனும் மோதுகின்றன.

எட்சுக்கதிர்கள்.— திண்மத்தடையொன்றிஞேடு மோதுகையினுல் ஓரிலத்திரனனது திடீரென நிறுத்தப்படும்போது, இலத்திரனிலிருந்து கதிர்வீசிக்கொண்டிருக்கும் விசைக்கோடுகளின் நேரே துடிப்பு அல்லது "குலுக்கல்" ஒன்று செலுத்தப்படும். இத்துடிப்பானது சாதாரண ஒளியைப்போன்ற இயல்பையுடைய கதிர்வீசலின் ஒரு வகையாகும். ஆயினும், இதனதிர்வெண்ணனது கட்புலனன கதிர்வீசலெதனிலும் மிக்க பெரிதாயிருப்பதோடு அதற்கெனச் சிறப்பான இயல்புகளையும் அது பெற்றிருக்கும். இவ்வகையான துடிப்பொன்று **எட்சுக்கதிர்த்துடிப்பு** எனப்படும்.

விரைவாக இயங்கிக்கொண்டிருக்கும் இலத்திரன்களின் அருவிப்பாய்ச்சலொன்று மோதவிடப்படுகின்ற திண்மப்பொருளெதிலுமிருந்து எட்சுக்கதிர்களின் கற்றையொன்று காலப்படும்.

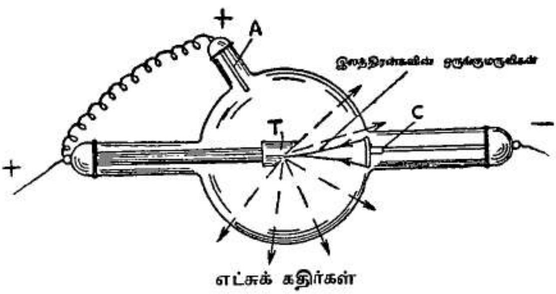
எட்சுக்கதிர்க் குழாய்— எட்சுக்கதிர்வீசலை உண்டாக்குவதற்காக, விசேட அமைப்பையுடைய குழாய்கள் பிரயோகிக்கப்படும். சாதாரண எட்சுக்கதிர்க் குழாயிலே (560 ஆம் உருவத்திற் காட்டப்பட்டுள்ளது) பெரிய குமிழொன்றிஞேடு மூன்று பக்கக்குழாய்கள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இப்பக்கக்குழாய்களொவ்வொன்றிலும் ஒவ்வொரு மின்வாயாக வெவ்வேறு வகையான மூன்று மின்வாய்கள் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். குழாயில் எஞ்சியுள்ள வாயுவின் அமுக்கமானது ஏறத்தாழ இரசத்தின் 0·0003 மி.மீ. ஆகுமட்டுங் குழாயிலிருந்து வளியகற்றப்படும்.

குழாயானது தொழிற்பாட்டிலிருக்கும்போது, தூண்டற்சுருளொன்றைப் போன்ற உயரழுத்த வித்தியாசவுற்பத்தியொன்றின் எதிர்முடிவிடத்திஞேடு மின்வாய் C ஆனது இணைக்கப்பட்டிருக்கும். ஆனல், சேர்த்திணைக்கப்பட்டுள்ள மின்வாய்கள் A உம் T உம் தூண்டற்சுருளின் நேர்முடிவிடத்திஞேடு இணைக்கப்பட்டிருக்கும். எனவே, மின்வாய் C ஆனது எதிர்மின்வாயாகவும், மின்வாய்கள் A உம் T உம் இரட்டை நேர்மினவாயாகவுந் தொழிற்படும். நேர்மின்வாய் A ஆனது எட்சுக்கதிர்க்குழாயின் முற்கால வகைகளின் ஏதாவது எச்சமாயிருத்தல்கூடும். இதன் சரியான தேவை என்னவென்று தெரியவில்லை. இந்த நேர்மின்வாயை உபயோகியாதேனும் பொருத்தாதேனும் சில வேளைகளிற் குழாயானது நன்றுகவே தொழிற்படும்.

மின்வாய்களிற் பிரயோகிக்கப்படும் **அ.வி.** ஆனது குழாயிலிருக்கக்கூடிய எந்த நேரயனையும் எதிர்மின்வாயை நோக்கி இயக்கும். எதிர்மின்வாயோடு மோதுகையினுல் நேரயன்கள் இலத்திரன்களின் ஒரு தொகையை வெளிவிடச்செய்யக் குழாயினூடு மின்னிறக்கம் பாயத்தொடங்குகின்றது. இலத்திரன்களுக்கும் வாயுவின் மூலக்கூறுகளுக்குமிடையே மோதுகையினுல் வேறு நேரயன்கள் உண்டாக்கப்படுகின்றன வாதலின், எதிர்மின்வாயானது தொடர்ச்சியாக நேரயன்களினுல் அடித்து மோதப்பட்டு இலத்திரன்களின்

தொடர்ச்சியான அருவிப்பாய்ச்சலொன்றை வெளிவிடுகின்றது (முன்பு கூறிய வற்றையும் பார்க்க).

நேர்மின்வாயின் மேற்பரப்புக்குச் செங்குத்தான திசைகளிலேயே இலத்திரன்கள் நேர்மின்வாயை விட்டகலுகின்றன. அவற்றின் பாதையில் முதலாவது மில்லிமீற்றர்மட்டில் இயங்கும்போதே ஏறத்தாழ முழுவேகத்தையும் இவ்விலத்திரன்கள் பெற்றுவிடுகின்றன. மிகச்சிறிய பரப்போன்றிலே (இலக்கு என வழங்கும்) மின்வாய் T ஐயடிக்குமாறு இலத்திரன்களின்



உருவம் 560.—எட்சுக்கதிர்க்குழாய.

அருவிப்பாய்ச்சலைச் செறிவாக்க இவ்வியல்பு பயன்படுத்தப்படும். ஏறத்தாழப் "புள்ளியுற்பத்தி" ஒன்றிலிருந்து எட்சுக்கதிர்கள் இவ்வாறு காலச் செய்யப்படும். இதனை எதிர்மின்வாயின் மேற்பரப்பைக் குழிவாக்கிச் செய்யப்படும் (உருவத்தைப் பார்க்க). எதிர்மின்வாயை விட்டதன்பின் இலத்திரன்களின் பாதைகள் நேராயிராது உருவத்திற் காட்டியபடி சிறிது வளைவாயிருக்கும். ஆகவே, எதிர்மின்வாய்முகத்தின் வளைவுமையத்துக்கப்பாற் சிறிது தூரத்திலுள்ள புள்ளியொன்றிலே மின்வாய் T ஐவைத்து, துலக்கங்கூடிய குவியம் பெறப்படும்.

சில தேவைகளுக்குத் துலக்கங்கூடிய குவியம் அவசியமாகும். ஆயினும், எல்லாச் சந்தர்ப்பங்களிலும், எட்சுக்கதிர்களை நன்ருக வரையறுக்கப்பட்டுள்ள புள்ளியொன்றிலிருந்தேனும் சிறிய பரப்பொன்றிலிருந்தேனும் வருமாறு வைத்திருப்பது வசதியாயிருக்கும். ஆகவே, குழாயின் குவியவகையானது ஏறத்தாழப் பொதுவாகப் பிரயோகிக்கப்படும்.*

இலத்திரன்களின் செறிவுகூடிய அருவிப்பாய்ச்சலொன்றுக்கு ஆளாக்கப்படும்போது இலக்கு T ஆனது மிதமிஞ்சிய வெப்பத்தையடைகின்றது. பிறந்த வெப்பமானது பிளாற்றினத்தகட்டினுற் செய்யப்பட்ட இலக்கொன்றை உருக்கப்போதியதாகும். இலக்கின் மிகைவெப்பமாதலைத் தவிர்க்கவேண்டுமாயின், செம்பின் பாரிய திணிவொன்றிற் பதிக்கப்பட்டுள்ள பிளாற்றினத் தகட்டின் துண்டொன்றைக் கொண்டேனும் தங்கிதன் தெறியொன்றைக்

* குழாயின் இவ்வகையானது இலண்டனிலுள்ள அரசகல்லூரியின் பேராசிரியர் சாக்சனினல் (**Jackson**) (இப்போது சேர் எபேட்டு சாக்சன—**Sir Herbert Jackson**) முதலில் அமைக்கப்பட்டது.

கொண்டேனும் இது செய்யப்படுவது வழக்கம். இலக்கிலே பிறப்பிக்கப்பட்ட வெப்பமானது இவ்வாறு விரைவாகச் செம்பினூடு வெளியே கடத்தப்பட்டு, மிதமிஞ்சிய வெப்பமாதலைத் தடுக்கப்போதிய வீதத்திலே, அதிலிருந்து கதிர்வீசப்பெறும். மிகப்பெரிய மினனிறக்கக் குழாய்களிலே மிகைவெப்ப மாதலைத் தடுத்தற்காக இலக்கானது நீரினாற் குளிராக்கவைக்கப்பெறும்.

இலக்கின் முகமானது இலத்திரவருவிப்பாய்ச்சலின் அச்சினோடு 45° கோணத்திலே சரிந்திருப்பது வழக்கம். உருவப்படம் காட்டியபடி இவ்வாறாக எட்சுக்கதிர்கள் குழாயின பக்கத்தினூடாகக் காலப்பெறும். அதனுடன் எதிர்மின்வாயினாற் பெரிய அளவுக்குத தடுக்கப்படமாட்டாது.

§ 722. எட்சுக்கதிர்களின் ஊடுருவல்—வன்கதிர்களும் மென்கதிர்களும். எட்சுக்கதிர்களின் கற்றையொன்று மிகக்குறுகிய அலைநீளத்தையுடைய "ஒளியின" ஒரு கற்றையாகும். இவ்வலைநீளமானது கட்புலனாகும் எந்தக் கதிர்வீசலினதிலும்பார்க்க மிகக் குறுகியதாகும். எட்சுக்கதிர்க் கற்றையொன்றிலுள்ள அலைகளின் மிகுந்த குறுக்கத்தின பயனாக, இவ்வகையான கற்றையொன்று சடப்பொருளினாற் றெறிக்கப்படவேனும் முறிக்கப்படவேனும் மாட்டாது. எல்லாவகைச் சடப்பொருளினும விலகலின்றி ஊடுருவிச்செல்லும். பளிங்கிலுள்ள மூலக்கூறுகளின் சீரான ஒழுங்கின் பயனாகப் பளிங்குகளினூடாகத தெறிப்பின குறித்தவொரு வகை பெறப்படலாம. ஆயினும், தெறிப்பின இவ்வகையானது, துலக்கமான மேற்பரப்பொனறிலிருநது பெறப்படுந் தெறிப்பிலும்பார்க்கக் கோணவலளியடைப் பொனறினாற் பெறபபடும் ஒளியின தெறிப்பினோடு ஏறத்தாழக் கூடுதலாயொத்ததாகும். இதனைப்பற்றி இங்கு விவாதிப்பது எமது நோக்கத்திற்கு அப்பாற்பட்டதாகும.

எட்சுக்கதிர்களின கற்றையொன்று அதன் பாதையில் வைக்கப்பட்டுள்ள திரவியத்தின எந்தத்தடையினூடாகவும் பாயும். ஆயினும், இவ்வகையான தடையொன்றினூடு பாயும்போது, கற்றையின் செறிவானது தடையினியல்பிலும் அதன தடிப்பிலுந் தங்கியுள்ள அளவொனறினாற் குறைக்கப்படும். எநத மூலகத்திரவியத்தினது மெல்லிய தாள்களினூடாகக கற்றையானது செலுததப்படும்போது உண்டாக்கப்படும் செறிவுக் குறைவின் நூற்றுவீதமானது அளவுள்ளதாகப் பின்வருமாறு மாறும் :—

(அ) தாளின் தடிப்பினோடு நேராக மாறும்.

(ஆ) திரவியத்தின் கனவளவலகுக்குரிய அணுக்களின் தொகையோடு நேராக மாறும்.

(இ) மூலகத்தின் அணு**வெண்ணினது** நான்காவதடுக்கினோடு நேராக மாறும்.

திரவியமானது ஒரு கட்டுப்பொருளாய் அல்லது வெவ்வேறு மூலகங்களின் ஒரு தொகையைக் கொண்டதாயிருப்பின, ஒவ்வொரு மூலகமும், சரியாய் அதேயளவாய்த், தனித்திருப்பதைப் போலவே எட்சுக்கதிர்வீசலை

உறிஞ்சும். ஆகவே, உண்டாக்கப்படும் முழுவுறிஞ்சலும் அங்குள்ள மூல கங்கள் ஒவ்வொன்றினதும் பயனுன உறிஞ்சல்களின கூட்டுத்தொகைக்குச் சமமாகும்.

எனவே, வெவ்வேறு திரவியங்களினுல் எட்சுக்கதிர்களின் கற்றையொன் றின் உறிஞ்சலானது, அவற்றின் கூறுன மூலகங்களின் அணுநிறைகளோடு மிக்க விரைவாக அதிகரித்துக்கொணடிருக்கும். ஈயத்தின் மெலலிய தாளொன்று (அணுநிறை 206), ஒத்த தடிப்பையுடைய கொம்பின் அல்லது தோலின் தாளொன்றிலும் பார்க்கக் கூடிய பெரிதான உறிஞ்சலே உண் டாக்கும். ஈயத்தின் அணுநிறைக்கும், தோலின் கூறுன மூலகங்களினது அணுநிறைகளுக்குமிடையேயுள்ள (காபன்—அணுநிறை 12, ஒட்சிசன்— அணுநிறை 16) பெரிய வித்தியாசங்களே இதன முக்கிய காரணமாகும்.

குறித்த தடிப்பையுடைய எந்தத்திரவியத்தினதுந் தாளொன்றினூடு செலுத்தப்படும்போது எட்சுக்கதிர்க்கற்றையொன்று குறைக்கப்படும் விகித மானது, எட்சுக்கதிர்க்கற்றையின் இயல்பினோடு மிக அதிகமாக மாறும். கற்றையின "ஊடுருவல்" என்பது, 1 ச.மீ. தடிப்பான அலுமினியத்தினூடு செலுத்தப்படும்போது கற்றையின செறிவானது குறைக்கப்படும் அளவைக் கண்டு, பொதுவாக அளக்கப்படும். உயரூடுருவல்வலுவின் கதிர்கள் **வன்கதிர்கள்** எனவும், தாழ்வூடுருவல்வலுவின் கதிர்கள் **மென்கதிர்கள்** எனவும் பெயர்பெறும்.

வன்னெட்சுக்கதிர்கள் மிகக் குறுகிய அலைநீளத்தையும் ஆகவுயர்ந்த அதிர்வெண்ணையுங் கொண்டன. மென்கதிர்களோ நீளங்கூடிய அலை நீளங்களையும் மிகக்குறைந்த அதிர்வெண்களையுங் கொண்டது. குழாயொன் றிலிருந்து காலப்படும் எட்சுக்கதிர்களின் வனமையானது எதிர்மின்வாய்க் கும் இலக்கிற்குமிடையேயுள்ள **அ.வி.** ஆனது அதிகரிக்கப்படும்போது அதிகரிக்கும்.

வன்னெட்சுக்கதிர்க் குழாய்களும் மென்னெட்சுக்கதிர்க் குழாய்களும்— எட்சுககதிர்க் குழாயொன்றினூடு பாயும் மின்னோட்டமானது அதனுள் எஞ்சியிருக்கும் வாயுவின் அளவினுலும், மின்வாய்களுக்குப் பிரயோ கிக்கப்படும **அ.வி.** இனுலுந் தீர்மானிக்கப்படும். உதாரணமாக, எஞ்சிய வாயுவின ஒப்பிடப்போதுமான பெருமளவைக் கொண்டுள்ள குழாயொனறு ஒப்பிடக்கூடிய தாழ்ந்த **அ.வி.** ஒன்றிற்கு ஓரளவுக்குப் பாரிய மின்னிறக்க மொன்றைப் பாயவிடும். அன்றியும், மிகவுந்தாழ்ந்த அமுக்கத்திற்கு வளியகறறப்பட்டுள்ள குழாயொன்று அதனூடு எந்தச் சிறிய மின்னிறக் கத்தையாவது பாயவிடவேண்டுமாயின், மின்வாய்களுக்கு உயர்வான **அ.வி.** ஒனறு பிரயோகிக்கப்படல் வேண்டும். இலத்திரனகள் அடித்து மோதுகை யினுல் இலக்கானது மிகுந்த வெப்பத்தைப் பெறுமாதலின், அபாயமின் றிக் குழாயொன்றினூடு பாயவிடப்படும் மின்னோட்டத்துக்கு ஓரெல்லையுண்டு. எனவே, தொழிற்பட்டுக்கொண்டிருக்கும் இயல்பான நிலைமைகளில் எஞ்சிய வாயுவின் போதிய அளவொன்றைக்கொண்ட ஒரு குழாயானது.

ஒப்பிடக்கூடிய தாழ்ந்த **அ.வி.** இலேயே உபயோகிக்கப்பட்டு "மென்" எட்சுக்கதிர்களைக் காலுகின்றது. நன்ருக வளியகற்றப்பட்ட குழாயொன்று தொழிற்படுதற்கு உயர்வான **அ.வி.** ஒன்று தேவைப்படும். ஆதலின், உயரூடுருவலின் எட்சுக்கதிர்களை அது கொடுக்கும்.

செப்பஞ்செய்யப்படக்கூடிய நீளத்தையுடைய "பொறிவெளி" யொன்றினேடு சமாந்தரநிலையிற் குழாயொன்றை இணைத்து அதன் வன்மையை மதிப்பிடாமல், பொறிவெளியின் குறித்தவொரு நீளத்திற்கு மின்னிறக்கமானது குழாயினூடாகச் செல்லாது வெளியினூடாகவே செல்லும். இதனை விடக்கூடிய ஆகநீண்ட வெளியானது பரிசோதனை நிலைமையிற் குழாயின் **ஒன்றுவிட்ட பொறிவெளி** எனப்படும். குழாயினூடு கூடிய மின்னேட்டத்தைச் செலுத்துவதற்காக, பிரயோகிக்கப்பட்ட **அ.வி.** ஐயதிகரித்து ஒன்றுவிட்ட பொறிவெளியை அதிகரிக்கச் செய்யலாம்.

§ 723. **எட்சுக்கதிர் ஒளிப்படங்கள்.**— ஒளிப்படத்தட்டொன்று ஒளிக்கதிர்களைப்போலவே எட்சுக் கதிர்க்கற்றையொன்றினுற்ருக்கப்படும். தட்டிலுண்டாக்கப்படும் பதிவின்செறிவானது அதன்மேற்படும் எட்சுக்கதிர்க்கற்றையின் செறிவினேடு மாறுதலின், கதிர்களின் கற்றையிலே வைக்கப்படும் எந்தத் தடையும் தட்டிலே அதன் நிழலொன்றை உண்டாக்கும்.

எட்சுக்கதிர்களின் கற்றையிலே, ஒரேநேரத்திற் பல தடைகளை இடையிற் புகுத்தி, இத்தடைகளின் வெவ்வேறு உறிஞ்சல்வலுவின் பயனுகக் கற்றையின் செறிவானது வெவ்வேறு படிகளிற் குறைக்கப்படும். எனவே, தடைகளினூடு சென்றபின்பு கற்றையை வாங்கும் ஒளிப்படத்தட்டானது வெவ்வேறு செறிவுகளையுடைய நிழல்கள் பலவற்றைப் பெற்றிருக்கும். ஒவ்வொரு நிழலும் கற்றையின் பாதையிலே வைக்கப் பட்டுள்ள தடைகளின் வெளியுருவத்தையோ அமைப்புவிவரத்தையோ கொடுக்கும். ஆகவே, பொருளொன்றின் உள்ளமைப்பானது இந்த முறையைக்கொண்டு ஆராயப்படலாம். ஒளிப்படத்தட்டிலே பெறப்படும் நிழற்படத்தின் மாறுகின்ற செறிவைக்கொண்டு முழுப்பொருளினதும் அமைப்பானது ஏறத்தாழத் துலக்கமான அளவுக்குக் காட்டப்படும்.

முறிந்த எலும்புகள், எறிபொருள்களின் துண்டுகளைப்போன்ற புறப்பொருட்கள் முதலியவற்றைக் கண்டுபிடிப்பதற்கு எட்சுக்கதிர்களின் உபயோகமானது போதியவளவுக்கு அறியப்பட்டுள்ளதாதலின் இங்கு அதனைப்பற்றி விசேடமாகக் கூறுவதற்கு யாதுமில்லை. இக்காரணங்களுக்காகத் துலக்கமான நிழல் விம்பமொன்று பெறப்படவேண்டுமாயின் கதிர்களின் சிறியவுற்பத்தியொன்றை வைத்திருப்பது அவசியமாகும். ஆகவே, குழாயின் குவியவகையானது இவ்வகையான வேலைக்குச் சிறப்பாகப் பொருத்தமுடையதாகும்.

§ 724. **எட்சுக்கதிர்களின் மற்றும் விளைவுகள்.**— வாயுவொன்றினூடாக எட்சுக்கதிர்களின் கற்றையொன்று செலுத்தப்படும்போது, எட்சுக்கதிர்க்

கற்றையின் ஓரளவு உறிஞ்சலுண்டாகி வாயுமூலக்கூறுகளிலிருந்து இலத்திரன்கள் வெளிவிடப்படும். இலத்திரன்கள் வெளிவிடப்பட்ட மூலக்கூறுகள் இலேசான நேர் மின்னேற்றத்தினோடு விடப்பட்டுள்ளன. ஆனால், இலத்திரன்களோ மற்றும் நடுநிலைமூலக்கூறுகளினோடு விரைவாயிணைந்து அவற்றிற்கு இலேசான எதிர்மின்னேற்றத்தைக் கொடுக்கின்றன. எட்சுக் கதிர்களின் கற்றையினால் இவ்வாறு வாயுவானது **அயனாக்கப்பட்டு** மின்னைக் கடத்தக்கூடியதாகின்றது.

சடப்பொருளினூடாகச் செல்லும்போது எட்சுக்கதிர்க்கற்றையொன்றினால் உண்டாக்கப்படும் பொது விளைவானது இப்போது விவரிக்கப்பட்டது போலவே மூலக்கூறுகளிலிருந்து இலத்திரன்களை வெளிவிடுவதாகும். சில நிலைமைகளிலே, கற்றையானது சென்றுகொண்டிருக்கும் திரவியத்தின் கூறுகளாகிய மூலகங்களின் இயல்பான எட்சுக்கதிர்வீசலின் காலலினோடு இது சேர்ந்திருக்கும். இலத்திரன்களின் தலையானது பிரிந்தழிதற்றுக்கமொன்றினது இயல்பையுடையதாகும். சேதனவுறுப்புத் திரவியங்களிலே இதன்விளைவாக அணுக்கூட்டங்களின் ஒழுங்கு குலைதல்கூடும். இதனாற் சிக்கல்கூடிய கூட்டுப்பொருள்கள் பிரிக்கப்பட்டேனும் வெவ்வேறு இயல்புகளையுடைய மற்றுங்கூட்டுப்பொருள்கள் உண்டாக்கப்பட்டேனும் இருத்தல் கூடும்.

பின்னைய இவ்விளைவானது இரண்டு வழிகளில் முக்கியமானதாகும். பழுதடைந்த சேதனவுறுப்பொன்றை எட்சுக்கதிர்களுக்கு ஆளாக்கி அப்பழுதின் காரணத்தை அழிக்கமுடியும். இதனைச் செய்தபின் இழையங்கள் மீண்டுஞ் சுகமடையும். புற்றுநோய்க்கும் மற்றுஞ்சில நோய்களுக்குமுரிய எட்சுக் கதிர்வைத்தியமானது பல சநகர்ப்பங்களிலே மிகுந்த சித்தியைக் கொடுத்துள்ளது. ஆயினும், நோய்ப்பட்ட இழையங்கள் ஆழமாக வேரூன்றியுள்ளனவாயின், சித்தியுடன் அவற்றிற்குரிய வைத்தியஞ்செய்தல் எப்போதுஞ் சாத்தியமானதல்ல.

சுகமான இழையத்தை எட்சுக்கதிர்களுக்குத் திறந்துவைத்தால், இவ்வகையாகவே இழையமானது பிரிந்தழிந்துவிடும். நீண்டகாலத்துக்குத் திறந்துவைக்கப்படும் இவ்விழையமானது நோய்வாய்ப்பட்டுவிடும். ஆகவே, எட்சுக்கதிர்த்தொழிலாளி ஈயத்தின் அல்லது ஈயக்கண்ணாடியின் அல்லது இறப்பரீயத்தாளின் திரைகளைக்கொண்டு கதிர்களின் தாக்கத்துக்கெதிராகப் பாதுகாக்கப்படுதல்வேண்டும். எட்சுக்கதிர் ஒளிப்படத்தைப் பெறுதற்குத் தேவையான குறுகியகாலத்துக்குத் திறந்தவைப்பானது நோயாளியின் இழையங்களிலே கணிப்புக்குரிய விளைவெதனையுமுண்டாக்கப் போதியதன்று. தொடர்ந்த அல்லது நீண்டகாலத் திறந்தவைப்பினால்மட்டுமே நாசமான இவ்விளைவுகள் பெறப்படலாம்.

பளிங்குகளின் சில வகைகளினது உறிஞ்சியொளிவீசலானது எட்சுக்கதிர்வீசலினால் அருட்டப்படலாம். எட்சுக்கதிரொளிப்படமொன்றையெடுக்க விரும்பப்படாத சந்தர்ப்பங்களிலே பொருளின் அமைப்பை விரைவாயாராய்வதற்கு இது உபயோகப்படும். இக்காரணத்துக்காக உபயோகிக்கப்படும் **உறிஞ்சி**

யொளிவீசுந்திரையானது, தடித்த காகிதத்தாளொன்றிலே உறிஞ்சியொளி வீசுங் கூட்டுப்பொருளொன்றின் மெல்லிய படையொன்றைப் பரவிச்செய்யப் படும். இதன்பின் ஆராயப்படவேண்டிய பொருளானது எட்சுக்கதிர்க்குழாய்க் குந் திரைக்குமிடையே வைக்கப்படும். கட்டுப்பொருளானது பரவப்பட்ட திரையின் பக்கம் ஆராயப்படும். இதிலே நிழற்படமாகத் தடையினமைப்புக் காட்டப்பட்டிருக்கும்.

§ 725. **வெப்பவெதிர்மின்வாய்க் குழாய்கள்.**— குழாயின் எஞ்சியுள்ள வாயுவின் அளவானது, அக்குழாய்க்கு அபாயமின்றிப் பிரயோகிக்கப்படக் கூடிய **அ.வி.** ஐத் தீர்மானிக்குமாதலின், ஓடிக்கொண்டிருக்கும் நியம நிலைமைகளில, குழாயொன்றிலிருந்து பெறப்படும் எட்சுக்கதிர்வீசலின் வன்மையானது அக்குழாயில் எஞ்சியுள்ள வாயுவின் அளவிலேயே தீர் மானிக்கப்படும். ஆகவே, ஒரே குழாயிலிருந்து பரந்த வெவ்வேறன ஊடுருவல்வலுவையுடைய கதிர்களைப் பெறவேண்டுமாயின், குழாயினுள்ள வாயுவினளவை மாறறக்கூடிய ஏதுக்களிருத்தல் அவசியமாகும். குழாயிற் பொருததிய சீராக்கிகளைக் கொண்டு விரைவாகவும் வசதியாகவும் இதனை இப்போது செய்யமுடியும். ஆளப்படக்கூடிய அளவுகளிலே வாயுவை வெளி விடக்கூடியதாக ஒரு சீராக்கி ஒழுஙகு செய்யப்படும். மற்றதை விரும்பிய போது வாயுவானது உறிஞ் ப்படக்கூடியதாக ஒழுங்கு செய்யலாம்.

ஆயினும் எட்சுக்கதிர்வீசலின் வன்மையானது **வெப்பவெதிர்மின்வாய்க் குழாய்கள்** எனப்படும் எட்சுக்கதிர்க் குழாய்களிலே வேறுவிதமாக ஆளப் படலாம. வெப்பவெதிர்மின்வாயக் குழாயொன்றிலே எஞ்சிய வாயுவினள வானது கூடியவளவு தாழ்ந்த பெறுமானத்திற்குக் குறைக்கப்பட்டு மின் னிறக்கத்தைக் காவுதற்குப் பிரயோகிக்கப்படமாட்டாது. இலக்கிலே அடித்து மோதவேண்டிய இலதரன்கள் குழாயினுள்ளே தங்கிதனிழையொன்றை வெப்பமாககிப் பிறப்பிககப்படும். இலத்திரன்கள் காலப்படுகின்ற விதமானது இழையை வெப்பமாக்க உபயோகிககப்படும் மின்னோட்டத்தை மாற்றி ஆளப் படும்.

இழையோட்டமானது மிக்கவுயர்ந்ததாயிருக்கும்போது, இழையானது துலககமாக வெள்ளொளிர்வாகி இ த்திரன்களின் தேங்கிய அருவிப்பாய்ச்ச லொன்றைக காலுகின்றது. குழாயிலே **அ.வி.** ஒன்று பிரயோகிக்கப்படும் போது இலக்கைநோககி இவை காவப்படுகின்றன. எட்சுக்கதிர்களின் செறி வான கற்றையொன்று இவ்வாறு பெறப்படுகின்றது. இழையோட்டத்தைக் குறைத்து, இழையின வெப்பநிலையானது குறைக்கப்படும். இலத்திரன்களின் காலல்வீதம் இவ்வாறுகக் குறைக்கப்படும். குழாயிலிருந்து பெறப்படும் எட்சுக்கதிர்க் கற்றையின் செறிவானது, தங்கிதனிழையினூடுபாயும் மின் னோட்டத்தை மாற்றி விரும்பியபடி இவ்வாறு மாற்றப்படலாம்.

எட்சுக்கதிர்களின் ஊடுருவலானது நேர்மின்வாய்க்கும் எதிர்மின்வாய்க் கும் பிரயோகிக்கப்படும் **அ.வி.** இலே தங்கியுள்ளது. இழையோட்டத்தை விட்டு இதனைத் தனியாக ஆளலாமாதலின் வன்கதிர் வீசல்களையேனும்

மென்கதிர்வீசல்களையேனும் இக்குழாயானது கொடுக்கச்செய்யலாம். இக்கதிர் வீசல்களின செறிவை அவற்றின் ஊடுருவல்வலு மாறாது அதிகரிக்கவோ அல்லது குறைக்கவோ முடியும்.

கூலிச்சுக் (Coolidge) குழாயிலே தங்கிதனிழையானது எதிர்மின்வாய்க்குச் சரிமுன்பாக ஏற்றப்பட்டுள்ளது. இதனைக் கண்டுபிடித்தவர் வைத்தியர் **கூலிச்**செனபவராகும. இவரிலிருந்தே இக்குழாயானது இப்பெயர் பெறறது.

இலிலியன் பெலுடுக் (Lilienfeld) குழாயிலே தங்கிதனிழையானது எதிர்மினவாய்க்குப் பினபக்கத்திலே ஏறறப்பட்டுள்ளது. இதன சராசரி யழுத்தமானது எதிர்மினவாயினதிலும்பார்க்கக் குறைந்திருக்கும். இலத்திரன்கள் இவ்வாறு எதிர்மினவாயைநோக்கி ஆறுதலாக இயங்குகினறன. எதிர்மினவாய்க்கும் நேர்மின்வாய்ககுமிடையே வருமாறு இவற்றின குறித்தவொரு விகிதமானது எதிர்மினவாயிலுள்ள துவாரமொனறினூடு செல்லுகின்றது. எதிமின்வாயிலிருந்து நேர்மின்வாய்கது இயங்கும் போது இவ்விலத்திரன்கள் மின்வாயகளிரண்டினுக்குமிடையேயுள்ள **அ.வி.** இற்றங்கிய வேகங்களைப் பெறுகின்றன. இலத்திரனகள் நேர்மினவாயோடு மோதும்போது எட்சுக்கதிர்கள காலப்பெறுகின்றன.

குழாயின் இவ்வகைகளிரண்டிலும் இலக்கானது நேர்மின்வாயாகத் தொழிற்படுகின்றது. இரண்டாவது நேர்மின்வாயானது பொருத்தப்படுவதில்லை.

§ 726. எதிர்மின்வாய்க்கதிரலைவு பதிகருவி—உயர்வதிர்வெண் மின்னலைவுகளின அதிகமான பிரயோகம், மிக்க விரைவாய் நிகழ்ந்துகொண்டிருக்கும் அழுத்தமாற்றங்களை அளககக்கூடிய கருவிகளை ஆககுதன் அவசியத்தை எமககுக் கொடுக்கின்றது. சுருள்களிலோ தனிக்கம்பிகளிலோ இயககததிலே அளவுகள் தங்கியுள்ள எவவிதக் கருவியும் இக்காரணத்துக்கு ஏற்றதனறு. இயங்குபாகங்களின சடத்துவமானது போதியவளவு சிறிய அளவுக்குக் குறைககப்பட முடியாததினாலேயே இவ்வாறு பொருத்தமற்றதாகினறது.

ஆயினும் மிக்க விரைவாக நிகழ்ந்துகொண்டிருக்கும் அழுத்தமாற்றங்கள் **அலைவுபதிவுக்கருவிகளைக்** கொண்டு ஆராயப்படலாம். இவற்றிலே ஆராயப்படவேண்டிய அழுத்தமாற்றங்கள் இலத்திரனின் ஒடுங்கிய கற்றையொன்றைத் திரும்பச்செய்யுமாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

எதிர்மின்வாய்க்கதிரலைவுபதிகருவியானது கூம்புருவத்திலுள்ள வளியகற்றப்பட்ட கண்ணாடிக்கலமொனறைக் கொண்டதாகும். இதன் அகனறமுனையின் உட்புறத்திலே ஏற்ற உறிஞ்சியொளிவீசும் அல்லது நின்றவொளிவீசும் திரவியமொன்று பூசப்பட்டுள்ளது. ஒடுங்கிய முனையிலே சிறிய வெப்பவெதிர்மின்வாயொன்று ஏற்றப்பட்டுள்ளது. இவ்வெதிர்மின்வாயிலிருந்து காலப்படும் இலத்திரன்களைச் செறிவுடையனவாக்கி ஒடுங்கியதோராருவிப்பாய்ச்சலாக வளியகற்றப்பட்ட கலத்தினூடு அவற்றைச் செல்லவிடுதற்

குரிய ஏதுக்கள் வழங்கப்பட்டுள்ளன. இலத்திரன்களின் இவ்வருவிப் பாய்ச்சலானது குழாயின் அகன்ற முனையில் அடிக்குமிடத்திலே நின்ற வொளிவீசும் அல்லது உறிஞ்சியொளிவீசுந் திரவியத்தில் ஒளிரும் பொட்டொன்று உண்டாக்கப்படும்.

ஆராயப்படவேண்டிய அழுத்தவேறுபாடுகள் மின்வாய்களின் சமாந்தரத் தட்டுக்களிரண்டுக்கிடையே அழுத்தப்பட்டிருக்கும். இம்மின்வாய்களுக்கிடையிலேயே இலத்திரனின் அருவிப்பாய்ச்சலானது பாய்கின்றது. இம்மின்வாய்களுக்கிடையேயுள்ள எவ்வித அழுத்தவித்தியாசமும் அருவிப்பாய்ச்சலை நேர்த் தட்டைநோக்கிச் சிறிது கவரப்படச் செய்கின்றது. அப்பொழுது நின்றவொளிவீசுந் திரையிலே ஒளிப்பொட்டானது திரையின்குறுக்காக இயங்கும். பொட்டின் திரும்பல்கள் சமாந்தர மின்வாய்களிரண்டுக்குமிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசத்தினோடு ஏறத்தாழ விகிதசமமாயிருக்கும்.

சமாந்தர மின்வாய்களுக்கிடையேயுள்ள அழுத்தவித்தியாசமானது விரைவாக மாறிக்கொண்டிருக்குமாயின், திரையிலுள்ள பொட்டானது ஒரு கோடாக இழுக்கப்படும். இக்கோட்டின் நீளம் அழுத்த வேறுபாடுகளின் வீச்சினோடு ஏறத்தாழ விகிதசமமாயிருக்கும். வேறுபாடுகளின் வகையைப் பகுத்தறிய வேண்டுமாயின், சமாந்தரத் தட்டு மின்வாய்களின் இரண்டாவது சோடியொன்று குழாயினுள்ளே பொருத்தப்பட்டிருத்தல்வேண்டும். இவற்றின் தளங்கள் முதலாவது சோடியின் தளத்திற்குச் செங்குத்தாயிருக்குமாறு ஏற்றப்பட்டிருத்தல் வேண்டும். தெரிந்த அதிர்வெண்ணையும் எளிய அலையுருவத்தையுமுடைய ஒழுங்காக மாறிக்கொண்டிருக்கும் அழுத்தவித்தியாசமொன்று இவற்றிலே அழுத்தப்பட்டிருக்கும். மின்வாய்களின் இரண்டு சோடிகளிலும் அழுத்தவேறுபாடுகள் அழுத்தப்பட்டிருக்கும்போது, ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான திசைகளிரண்டிலே பொட்டிற் றிரும்பல்கள் உண்டாக்கப்படும். எனின், திரையிலுள்ள பொட்டானது ஏதாவது வகையான வளைகோடொன்றைப் பின்பற்றும். இவ்வளைகோடானது ஒளிப்படமாகக் குறிக்கப்படலாம். அன்றேல், கட்புலனவதானத்திலிருந்து வரையப்படலாம். இதனுருவத்திலிருந்து, தெரியாத அழுத்த வேறுபாடுகளின் வீச்சும் அலையுருவமும் இலகுவில் அனுமானிக்கப்படலாம்.

அனுபந்தம்

அடிப்படையலகுகளின் வரைவிலக்கணங்களின் மீற்றர்முறை

நீளவலகுகள்

மீற்றர் என்பது புவியின் மேற்பரப்பிலே, நெடுங்கோட்டினது வட்டமொன்றின்நேரே வரையப்பட்டுள்ள கால்வட்டமொன்றின் ஒரு கோடியிலொரு பாகமென (1/10,000,000) முற்காலத்தில் வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது. அதாவது, சமகோட்டிலுள்ள ஒரு புள்ளியிலிருந்து எந்த முனைக்கும், நெடுங்கோட்டினது வட்டமொன்றின் நேரே அளக்கப்பட்ட தூரமானது 10,000,000 மீற்றரென வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது.

நியமமீற்றர் என்பது இந்த நீளத்திஞேடு சரியாய் ஒத்திருப்பதில்லை. **பூரிசிலுள்ள** படிகளேயும் அளவுகளேயும் பற்றிய நிலேயத்திலே வைக்கப்பட்டுள்ள பிளாற்றினச்சட்டமொன்றிற் குறித்தவொரு வெப்பநிலேயிலே செதுக்கப்பட்டுள்ளது.

நீளத்தின் **ச.கி.செ.** அலகானது ஒரு **சதமமீற்றர்** ஆகும். இது **நியம மீற்றரின் நூற்றிலொரு பங்குக்குச்** சமமாகும்.

மீற்றர்முறையிலே மீற்றரின் தசமக் கீழ்மடங்குகளேக் குறிக்கச் சில உபசர்க்கங்கள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. இவ்வுபசர்க்கங்களாவன:—தசம=·1, சதம=·01, மில்லி=·001, மைக்கிரொ=·000001. எனவே,

1 **மீற்றர்=10 தசமமீற்றர்**
=100 **சதமமீற்றர் (100 ச.மீ.)**
=1,000 **மில்லிமீற்றர் (1,000 மி.மீ.)**
=1,000,000 **மைக்கிரோமீற்றர்** ($10^6\mu$).

ஒளியின் அலே நீளத்தைப்போன்ற மிகக்குறுகிய நீளங்களே அளப்பதற்காகச் சிறிய அலகுகளிரண்டு உபயோகிக்கப்படும். இவை முறையே **மைக்கிரோமில்லிமீற்றர்** எனவும் **அந்திரோமலகு** எனவும் வழங்கப்படும்.

1 **மில்லிமீற்றர்**=1,000,000 **மைக்கிரோமில்லிமீற்றர்** ($10^6\mu\mu$).
1 **மைக்கிரோமில்லிமீற்றர்** ($1\mu\mu$)=10 **அந்திரோமலகுகள்** (10அ.அ.)
1 **மீற்றர்**=10^{10} **அந்திரோமலகுகளா**தலின்,

ஒரு **அந்திரோமலகானது பத்தின்மீற்றர்** எனவும் வழங்கப்படும்.

மீற்றரின் பத்தின்மடங்குகளேக் குறிப்பதற்காக உபயோகிக்கப்படும் உபசர்க்கங்களாவன.—தச=10, சத=100, கிலோ=1,000, மொகா=1,000,000

எனவே, 1 தசமீற்றர்=10 மீற்றர்.
1 சதமீற்றர்=100 மீற்றர்,
இவற்றைப்போற் பிறவுங் காண்க.

திணிவலகுகள்

கிராம் என்பது உயர்வடர்த்திநிலேயாகிய 4°C இலே, தூயநீரிலுள்ள ஒரு கன சதமமீற்றரின் திணிவென வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது.

15—R 1410 (2/62)

ஒரு கிராமின் தசம மடங்குகளுங் கீழ்மடங்குகளும், நீளவலகுகளின் மடங்குகளும் கீழ்மடங்குகளும், குறிக்கப்பட்ட உயோகிக்கப்பட்ட உபசர்க்கங்களைக் கொண்டே குறிக்கப்படும்.

உதாரணமாக, 1 கிலோகிராம் =1,000 கிராம்

1 மில்லிகிராம்=0·001 கிராம்

இவற்றைப்போற் பிறவுங் காண்க.

காலவலகு

செக்கன் என்பது **ஞாயிற்றின் சராசரி நாள்** ஒன்றினது 1,186,400 பாகமென வரையறுக்கப்பட்டுள்ளது.

வருவிக்கப்பட்ட அலகுகளின் வரைவிலக்கணங்களுக்கு நூலைப்பார்க்க.

அடிப்படையலகுகளின் வரைவிலக்கணங்கள்—அ.இ.செ. முறை

பிரித்தானிய **அ.இ.செ.** முறையிலே நீளத்தினதுந் திணிவினதும் அலகுகள் வெறுந் தன்னிட்டமானவையேயாம். முற்கால நியமவளவுகளின் பிரதிகள், பெரும்பாலான பெரும்பட்டணங்களிலுள்ள படிகளினதும் அளவுகளினதும் வெவ்வேறு அலுவலகங்களிலே வைக்கப்பட்டுள்ளன.

அ.இ.செ. முறையின் காலவலகானது **ச.கி.செ.** முறையின் காலவலகேயாம்.

அகலக்கோட்டின் வெவ்வேறு சமாந்தரக்கோடுகளிலுள்ள குறித்த விடங்களிலே புவியீர்ப்பின் வேகவளர்ச்சி

பூமத்தியகோடு	..	அகலக்கோடு	0°	0′	978·1	சமீ./செக்.[2]
அசென்சன தீவு	..	அகலககோடு	7°	56′	978·27	சமீ./செக்.[2]
நியூ யோககு	..	அகலககோடு	40°	43′	980·19	சமீ./செக்.[2]
பரிசு	..	அகலக்கோடு	48°	50′	980·94	சமீ./செச.[2]
கிரீன்விச்சு	..	அகலக்கோடு	51°	29′	981·17	சமீ./செக்.[2]
மான்செசித்தர்	..	அகலககோடு	53°	29′	981·34	சமீ./செக்.[2]
எதின்பரோ	..	அகலக்கோடு	55°	57′	981·54	சமீ./செக்.[2]
அபதீன்	..	அகலககோடு	57°	9′	981·64	சமீ./செக்.[2]

சிலவிடங்களிலே 1912*ம் ஆண்டுக்குரிய புவிக்காந்தமண்டலத்தின் மூலகங்கள்

இடம்.	அகலககோடு. வ.	நீளக்கோடு.	சரிவு	சாய்வு. வ.	கிடை விசை	நிலை விசை
எசுத்தலமூவர்	55° 19′	3° 12′ மே.	18° 3′·9 மே.	69° 37′·2	·16846	·45345
கியூ	51° 28′	0° 19′ மே.	15° 46′·5 மே.	66° 56′·5	·18498	·43454
பரிசு	48° 49′	2° 1′ கி.	14° 8′·9 மே.	64° 40′·1	·19747	·41714
தோட்டோசா	40° 49′	0° 30′ கி.	13° 9′·3 மே.	57° 51′·8	·23271	·37042
எல்வன்	29° 52′	31° 21′ கி.	2° 25′·4 மே.	40° 43′·7	·30063	·25884
ஒணலூளு	21° 19′	158° 4′ மே.	9° 34′·8 கி.	39° 38′·4	·29124	·24128
கோடைக்கனல்	10° 13′	77° 27′ கி.	1° 5′·8 மே.	3° 59′·1	·37543	·02616

* "தற்பதிவுக்குறிப்பிலிருந்து மணிக்குரிய பெறுமானங்கள்" என்னும் வளிமண்டலவியலினதுங் காநதவியலினதும் 1917 ஆம் ஆணடுப்புத்தகத்திலிருந்து, மாட்சிமைதங்கிய மன்னரின் காகிதாதிகளின அலுவலக ஆணையாளரின் அனுமதியோடு பெறப்பட்டது.

	தெ.			தெ.		
மொரீசியசு	20° 6′	57°33′ கி.	9° 25′·5 மே.	53° 23′·2	·23304	·31364
பிலாறு (ஆசந்திறு)	31° 40′	63°53′ மே.	8° 57′·1 கி.	25° 45′·0	·12388	·25682
கிறைச்சேச்சு (நி.சீ.) (1911)	43° 32′	172°37′ கி.	16° 39′·0 கி.	67° 56′·2	·22494	·55497

சடத்துவத்திருப்புதிறன்களின் கணிப்பு

எந்தவச்சைக்கொண்டும் ஒரு பொருளினது சடத்துவத்திருப்புதிறனுனது Σmr^2 என வெழுதப்படலாம் (85 ஆம் 86 ஆம் பந்திகளைப் பார்க்க).

ஒழுங்கான உருவங்களையுடைய பொருள்களுக்கு இக்கூட்டுத்தொகையைக் கணிப்பது இடரற்றதாயினும், தொகை நுண்கணிதத்தின் உபயோகந் தேவைப்படும். சுழற்சியச்சானது Z – அச்சாகக்கொள்ளப்பட்டுக் கனவளவின் எந்த மூலகத்தினதும் ஆள்கூறுகள் x, y, z எனவெடுக்கப்பட்டால், Z – அச்சைக்கொண்டு பொருளின் சடத்துவத்திருப்புதிறனுனது,

$$\iiint \rho(x^2+y^2)dxdydz$$

எனக் குறிக்கப்படும். இங்கு dx, dy, dz என்பன மூலகத்தின் பரிமாணங்களையும் ρ என்பது அதனடர்த்தியையுங் குறிக்கின்றன. தொகையீட்டு மூக்குறியானது பொருளின் கனவளவடங்கலும் தொகையீடு எடுக்கப்பட்டுள்ளதென்பதைக் குறிக்கும்.

ஒரு சீரான அடர்த்தியையுடைய ஒழுங்கான வெவ்வேறு பொருள்களின் சடத்துவத்திருப்புதிறன்களுக்குரிய சூத்திரங்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. இச்சூத்திரங்களிலே M ஆனது பொருளின் முழுத்திணிவையும் l நீளத்தையும், b அகலத்தையும், d தடிப்பையுங் குறிக்கின்றன. உருளையான பொருள்களுக்குங் கோளவடிவான பொருள்களுக்கும் ஆரையானது r இனுற் குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

(அ) தண்டின் அல்லது இழையின் மையத்தினூடாக நீளத்திற்குச் செங்குத்தான அச்சொன்றைக்கொண்டு, **நேர்த்தண்டு** அல்லது இழையினது

$$I = \frac{Ml^2}{12}.$$

(ஆ) மையத்தினூடாக நீளத்திற்குச் செங்குத்தான அச்சொன்றைக் கொண்டு **செவ்வகப் பொருள்** ஒன்றினது

$$I = \frac{M}{12}(l^2+b^2).$$

(இ) மையத்தினூடாக நீளத்திற்குச் செங்குத்தான அச்சொன்றைக் கொண்டு **உருளை** இனது

$$I = M\left(\frac{l^2}{12}+\frac{r^2}{4}\right).$$

(ஈ) விட்டவச்சொன்றைக்கொண்டு **மெல்லிய தட்டினது** ($l=0$ ஆகுமாறு (இ) ஐ எளிதாக்கியதாகும்.)

$$I=\frac{Mr^2}{4}.$$

(உ) உருளையினச்சைக்கொண்ட **தட்டு** அல்லது **உருளை** இனது

$$I=\frac{Mr^2}{2}.$$

(ஊ) விட்டமொன்றைக்கொண்டு **திண்மக்கோளம்** ஒன்றினது

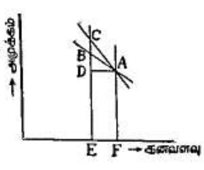
$$I=\frac{2}{5}Mr^2.$$

மேலே கருதப்பட்ட அச்சுக்களுக்குச் சமாந்தரமான அச்சுக்களைக்கொண்ட இவ்வுருவங்களெதனினதுஞ் சடத்துவத்திருப்புதிறனனது $I_o=I_G+Mh^2$. என்ற கோவையிலிருந்து கணிக்கப்படலாம் (முதற் பாகம் பக்கம் 91 87 ஆவது பந்தியைப் பார்க்க).

வாயுவொன்றின் வெப்பஞ்செல்லா நிலைவிரிவு

வாயுவொன்றின் வெப்பஞ்செல்லாநிலை வளைகோடு— AC என்பது (உருவம் அனு. 1 ஐப் பார்க்க) வாயுவொன்றின் வெப்பஞ்செல்லாநிலை வளைகோட்டின் குறுகிய ஒரு பாகத்தைக் குறிக்கின்றதெனக்கொள்க. கிடைக்கோடு AD இனாற் குறிக்கப்படும் கனவளவுமாற்றம் δV ஆனது மிகச்சிறிதாயிருத்தல் வேண்டும்.

புள்ளி A இனாற் குறிக்கப்படும் நிலைமையிலுள்ள வாயுவின் 1 கிராமோடு தொடங்குவோமாயின், அதனை எளிய வெப்பஞ்செல்லாநிலை அமுக்கமொன்றினால் புள்ளி C இனாற் குறிக்கப்படும் நிலைமைக்குக் கொண்டுவர முடியும். அப்போது வாயுவிலேசெய்யப்படும் வேலையானது ACEF பரப்பினாற் குறிக்கப்படும். வெப்பஞ்செல்லாநிலை அமுக்கத்தின்போது வாயுவினால் வெப்பம், அழிவடைந்தேனும் அல்லது பெறப்பட்டேனும் இராததலின், இப்பரப்பானது வாயுவின் சத்திமாற்றத்தைமட்டுமே குறிக்கும். எனவே,



உருவம் அனு 1.—வாயுவொன்றின வெப்பஞ்செல்லாநிலை வளைகோடு.

A இற்கும் C இற்குமிடையேயுள்ள சத்தியின் நயம்=பரப்பு ACEF இனாற் குறிக்கப்படும் வேலை எனப் பெறுகின்றோம்.

ஆயினும் AD, DC, கோடுகளினாற் குறிக்கப்படும் அடுத்துள்ள நிகழ்ச்சிகளுக்காளாக்கி வாயுவை நிலைமை C இற்குக் கொண்டுவரமுடியும். இந்நிகழ்ச்சிகளுள் முதலாவதிலே புள்ளி A இனையொத்த தொடக்கவெப்ப நிலை T_1 இலிருந்து புள்ளி D இனையொத்த கீழான ஒரு வெப்பநிலை T_2 இற்கு வாயுவானது மாறுவமுக்கத்திலே குளிரப்படுத்தப்படும். இந்நிகழ்ச்சியிலே வாயுவிலிருந்து எடுத்துக்கொள்ளப்படும் வெப்பானது $\sigma_p(T_1-T_2)$இற்குச் சமமாயிருத்தல் வேண்டும்.

அன்றியும், இந்நிகழ்ச்சியின்போது பரப்பு ADEF இனூற் குறிக்கப்படும் ஓரளவு வேலையானது வாயுவிற் செய்யப்படல்வேண்டும்.

புள்ளி D இனூற் குறிக்கப்படும் நிலைமையிலிருந்து புள்ளி C இனூற் குறிக்கப்படும் நிலைமைக்கு வாயுவைக் கொண்டுவரும்போது வாயுவிற்கு வெப்பத்தை நாம் வழங்கல் வேண்டும். இவ்வெப்பமானது மாருக்கனவள விலே வழங்கப்படும். அத்துடன் புள்ளி D இனேடொத்த வெப்பநிலை T_2 இலிருந்து புள்ளி C இனேடொத்த வெப்பநிலை T_3 இற்கு வாயுவை உயர்த்த இவ்வெப்பமானது போதியதாயிருத்தல் வேண்டும். எனவே, தேவையான வெபபமானது $\sigma_v(T_3-T_2)$ இற்குச் சமமாகும். வாயுவின் கனவளவானது மாருதிருக்கின்றதாதலின், இந்நிகழ்ச்சியிலே எவ்வித வேலையுஞ் செய்யப்படுவதில்லை.

இவ்வாறு AD, DC கோடுகளினூற் குறிக்கப்பட்ட நிகழ்ச்சிகளினுல் நிலை மை A இலிருந்து நிலைமை C இற்கு வாயுவானது கொண்டுவரப்பட்டது. இந் நிகழ்ச்சிகளின்போது வாயுவானது பெற்ற சத்தியின் தேறிய அளவானது

A இற்கும் C இற்குமிடையேயுள்ள சத்திநயம் =

$$\sigma_v(T_3-T_2)+(ADEF)-\sigma_p(T_1-T_2)$$

என்பதனூற் கொடுக்கப்படும். இங்கு (ADEF) என்பது பரப்பு ADEF இனூற் குறிக்கப்படும் வேலையின் அளவைக்கருதி உபயோகிக்கப்பட்டது.

AD, DC களினூற் குறிக்கப்பட்ட நிகழ்ச்சிகளிரண்டிலும் வாயுவினூற் பெறப்பட்ட சத்தியின் தேறிய அளவானது, இரு சந்தர்ப்பங்களிலும் தொடக்க நிலைமையுங் கடைசி நிலைமையுஞ் சர்வசமமாதலின், எளிய வெப்பஞ் செல்லாநிலை அமுக்கத்தின்போது பெறப்பட்ட சத்தியேயாம். எனவே,

$$(ACEF)=\sigma_v(T_3-T_2)+(ADEF)-\sigma_p(T_1-T_2)$$

எனவெழுதலாம். இங்கு ACEF உம் ADEF உம் ஒத்த பரப்பு களினூற் குறிககப்பட்ட வேலையினளவுகளைக் கருதுகின்றன.

இப்போது ACEF, ADEF பரப்புகள், முக்கோணம் ACD என்னும் குறிக்கப்பட்ட சிறிய பரப்பளவொன்றினுலேயே வேறுபடுகின்றன. AD இனூற் குறிக்கப்படும் கனவளவு δV ஆனது மிகச் சிறிதாயின் இதனை நிராகரிக்கலாம். எனவே, நுண்ணிய சிறிய எல்லைகளுக்குள்ளே மேலே யெழுதப்பட்ட சமன்பாடானது

$$O=\sigma_v(T_3-T_2)-\sigma_p(T_1-T_2)$$

எனக் குறுக்கியெழுதப்படலாம். அதாவது,

$$\sigma_v(T_3-T_2)=\sigma_p(T_1-T_2).$$

D இனூற் குறிக்கப்பட்ட நிலைமையிலிருந்து C இனூற் குறிக்கப்பட்டதற்கு மாருக்கனவளவிலே வாயுவை வெப்பமாக்கும்போது, புள்ளி B இனே டொத்த இடை நிலைமையினூடாக வாயுவானது செல்லும். AB என்பது சமவெப்பவளைகோடொன்றின் பாகமாயிருக்குமாயின், புள்ளி B இனே டொத்த வெப்பநிலையானது புள்ளி A இனேடொத்த வெப்பநிலையாகிய T_1 ஏயாகும்.

எனவே, நிலைமை D இலிருந்து இடைநிலைமை B இற்குக் கொண்டு வரும்போது, வாயுவிற்குக் கொடுக்கப்படும் வெப்பமானது $\sigma_v(T_1-T_2)$ இற்குச் சமமாகும். இப்போது பெறப்பட்ட சமன்பாட்டிலே இக்கணியத்தினால் இரு பக்கங்களையும் வகுப்போமாயின்,

$$\frac{\sigma_v(T_3-T_2)}{\sigma_v(T_1-T_2)}=\frac{\sigma_p(T_1-T_2)}{\sigma_v(T_1-T_2)}$$

அல்லது $$\frac{T_3-T_2}{T_1-T_2}=\frac{\sigma_p}{\sigma_v}=\gamma$$

எனப்பெறுகின்றோம்.

புள்ளிகள் A, B, C களொவ்வொன்றிலும் வாயுவின் கனவளவானது சமமாயிருக்கின்றதாதலின், ED, EB, EC நிலைத்தூரங்களினாற் குறிக்கப் படும் அமுக்கங்கள் இப்புள்ளிகளோடொத்த வெப்பநிலைகளுக்கு விகிதசம மாயுள்ளன. CD இனாலும் BD இனாலுங் குறிக்கப்படும் அமுக்கவித்தி யாசங்கள் இக்காரணத்தினால் T_3-T_2 T_1-T_2 வெப்பநிலை வித்தியாசங் களினோடு விகிதசமமாயிருக்கும். எனவே,

$$\frac{CD}{BD}=\frac{T_3-T_2}{T_1-T_2}=\gamma.$$

AC, AB, வளைகோடுகளிரண்டினதுஞ் சாய்வுவிகிதங்கள் முறையே CD இற்கும் BD இற்கும் விகிதசமமாயுள்ளன. வாயுவொன்றின் வெப்பஞ் செல்லாநிலை வளைகோடொன்று சமவெப்ப வளைகோடொன்றை வெட்டு மிடத்திலே வெப்பஞ்செல்லாநிலை வளைகோட்டின் சாய்வு விகிதமானது சம வெப்பவளைகோட்டினது சாய்வு விகிதத்தின் γ மடங்காகும்.

சமவெப்பவளைகோட்டின் சாய்வுவிகிதம்.—δP என்பது δV இற்குச் சம மான **கனவளவதிகரிப்பை** உண்டாக்கத் தேவையான **அமுக்கவதிகரிப்பா யின்,** சமவெப்பவளைகோடொன்றின் சாய்வுவிகிதமானது $\delta P/\delta V$ என்னும் ஈவாக வரையறுக்கப்படும்.

வாயுவொன்றின் சமவெப்பவளைகோட்டிற்குரிய சமன்பாடானது

$$PV=\text{மாறிலி}$$

எனவெழுதப்படலாம். அமுக்கமுங் கனவளவும் முறையே $\delta P, \delta V$ ஆகிய சிறிய அளவுகளினால் மாற்றப்படுமாயின்,

$$PV=(P+\delta P)\,(V+\delta V)$$

எனப் பெறுகின்றோம். எனவே, $PV=PV+P\delta V+V\delta P+\delta P\delta V$ ஆகும். நுண்ணளவின் இரண்டாவது படியாகிய $\delta P\delta V$ ஐ நிராகரிப்போமாயின்,

$$\frac{\delta P}{\delta V}=-\frac{P}{V}$$

எனப்பெறுகின்றோம்.

சமவெப்பவளைகோடானது இடமிருந்து வலத்திற்குக் கீழ்நோக்கிச் சாயுமென எதிர்க்குறி காட்டும். அதாவது, P குறையும்போது V அதிகரிக்கும்.

$PV =$ மாறிலி என்னுஞ்சமன்பாட்டை நேராக வகையீடு செய்து இத் தொடர்பைப் பெறலாம். எனின்,

$$V\frac{dP}{dV} + P = 0,$$

அல்லது
$$\frac{dP}{dV} = -\frac{P}{V}$$

எனப்பெறுகின்றோம்.

வெப்பஞ்செல்லா நிலை வளைகோட்டின் சாய்வு விகிதம்— நாம் மேலே கண்டதுபோல, வெப்பஞ் செல்லாநிலை வளைகோட்டின் சாய்வு விகிதமானது, சமவெப்பவளைகோட்டை இது வெட்டும் புள்ளியிலே சமவெப்பவளைகோட்டுச் சாய்வுவிகிதத்தின் γ மடங்காகும். எனவே, வெப்பஞ்செல்லாநிலை வளை கோட்டின் சாய்வுவிகிதத்தை

$$\left(\frac{dP}{dV}\right)_a = -\gamma\frac{P}{V}$$

எனவெழுதலாம்.

வெப்பஞ்செல்லாநிலை வளைகோட்டிற்குரிய சமன்பாடு— வெப்பஞ்செல்லா நிலை வளைகோட்டிற்குரிய சமன்பாடானது, கடைசியானது பெற்ற சமன் பாட்டிலிருந்து தொகையீட்டு நுண்கணிதத்தை உபயோகித்து உடனடியாக அனுமானிக்கபபடலாம். இச்சமன்பாடானது

$$\frac{dP}{P} = -\gamma\frac{dV}{V}$$

என்றவுருவத்திலே திருப்பியெழுதப்படலாம். இதனைத் தொகையீடுசெய்ய

$$\text{மட}\ P = -\gamma\,\text{மட}\,V + c$$

எனப்பெறப்படும். இங்கு c ஒரு மாறிலியாகும்.

எனவே, $P = CV^{-\gamma}$

இங்கு C என்பது மட $C=c$ ஆகக்கூடிய ஒரு மாறிலியாகும்.

எனவே, வெப்பஞ்செல்லாநிலை வளைகோட்டிற்குரிய சமன்பாடானது

$$PV^{\gamma} = \text{மாறிலி}$$

என்ற உருவத்திற்குச் சுருங்கிவிடும்.

அட்டவணை

	பக்கம்
அகலப்பக்க நிலை	33, 43
அஞ்சலகப் பெட்டி	230
அஞ்சற்கருவி	196, 353
அமைதியிறக்கம் (துடைப்பவிறக்கம்)	113, 373
அம்பியரின் வரைவிலக்கணம்	198
அம்பியரின் விதி	182
அம்பியர்மானிகள்	344-347
அம்பியர் முறுக்கு	73
அரகோவின் தட்டு	300
அரியத்திசைகாட்டி	62
அரியமொன்றினூடாக முறிவு	352
அருமாறல் (காந்த)	64
அலகோட்டத்தின் வரைவிலக்கணங்கள்	183, 185, 198
காந்தமுனைவலகு	21
(காந்த) விசையின் அலகுக்குழாய்கள்	22
(மின்) விசையினலகுக்குழாய	108
மின்னேற்ற (நிலைமின) அலகு	100
விசைக்கோட்டலகு (காந்த)	23
விசைக்கோட்டலகு (மின்)	108
அலகோட்டத்தின் வரைவிலக்கணம்	183, 198
ஓட்ட உணர்திறன்	336, 343
ஓட்டத்திறனுக்கு வரைவிலக்கணம்	184
கலத்தினுள ஒட்டம்	177, 178
அலைய அல்லது இசைவுபெற்ற சுற்று	356
அலைவுக் காந்தமானி	40, 42
அலைவுச் சுற்று	356
ஒடுக்கியொன்றின் அலையவிறக்கம்	350
அலைவுச் சுற்று அல்லது இசைவுபெற்ற சுற்று	356
அழுத்தப் பூச்சியம்	29, 102, 106, 163
அழுத்த வித்தியாசங்களின் இரசாயன முதல்கள்	162
அழுத்த வித்தியாசமும் மி. இ. வி. உம்	199, 240
அழுத்த வித்தியாசமானது பாதையிலே தங்கியிருப்பதில்லை	27, 28
கலமொனறின் தட்டுக்களிடையே அழுத்த வித்தியாசம்	238-242
காந்தவழுத்த வித்தியாசம்	27
காந்தவேரடொனறின் இருபக்கங்களுக்குமிடையே அழுத்த வித்தியாசம்	33, 57
தைனமோத் துடைப்பங்கட்கிடையே அழுத்த வித்தியாசம்	312, 314, 316, 324
மின்னழுத்த வித்தியாசம்	101, 104, 199
அழுத்த வித்தியாசத் தொடுகை	162

ஆ

	பக்கம்
ஆடலோட்ட அம்பியர் மானி	346
உவோற்று மானிகள்	349
தைனமோக்கள்	307-311
மோட்டர்கள்	318
ஆடிக்கல்வனோமானி	337
ஆடிக்காந்தமானி	38
ஆட்டிசின் அலைகள	352
ஆட்டிசின் பரிசோதனைகள்	350

இ

இணைக் கடத்திகள்	223, 226
இயங்கு சுருள் அமபியர்மானி	346
இயங்கு சுருட் கல்வனோமானி	339-341
இயங்கு சுருள் உவோற்றுமானி	348
இயஙகு மின்னேற்றத்தின் திணிவு	251
இரண்டுபாகத திசைமாற்றி	305, 326
இருகம்பி வழங்கற் றெருகுதி	328
இருகுரோமேற்றுக் கலம்	170
இருஙகோவின் சுருள்	297-300
இரு நிலைமை மின்னோட்டம்	309
இரு நிலைமைத் தைனமோ	309
இருமை வாயில் (பிளெமிங்கு)	354
இரும்பிறகும உருககிற்குமிடையே வேறுபாடுகள்	4, 13, 79
இரும்பின் காந்தவியலபுகளில் மாசுகளின் விளைவு	4-7
இருமபின் வெப்பங்கக்கு நிலை	7
இலககிளாஞ்சிக் கலம்	171
இலத்திரன்கள	251, 375
இலற்றிம கிளாககர் கலம்	172
இலிலியனபெலுடுக் குழாய்	381
இலேடன் சாடி	137
இலொட்சின் பிணையி	353
இழிவு விலகல்	352

ஈ

ஈடுசெய்யும் இணைக்கம்பிகள்	259
ஈடுசெய்யும் காநதத்திண்மங்கள்	66
ஈதர்	352
ஈரமில் கலம்	172

உ

	பக்கம்
உட்புகவிடுமியல்பு	69–77
உணர் வாயில்	363
உயரதிர்வெண் பெருக்கம்	363
ஒடுக்கியிறக்கத்தில் ஆடல்கள்	350
உயரிழுவிசை மின்கலவடுக்கு	361
உயர் தடைக் கலவனோமானி	343
உராய்வுப் பொறிகள்	144
உலோகங்களின் மின் படிவுமுறை (மின் முலாம் பூசுதல்)	267
உவாற்றின் வரைவிலக்கணம்	215
உவிம்மேசுப் பொறி	148–151
உவீத்தன் பாலம்	220–237
உவெத்தன நியமக் கலம்	173
உவோசுப் பொறி	146
உவோற்றுமானி	261, 266, 267
உவோற்றுவின் கலம்	162
உவோற்றுவினடுக்கு	164
உவோற்றின் வரைவிலக்கணம்	200
உவோற்றுமானிகள்	157, 201, 347, 349
உறிஞ்சியொளிவீசுந் திரை	380, 381

ஊ

ஊசிகளின் நிலையில்லாத சேர்க்கை	334
கல்வனோமானி	334, 337

எ

எசட்டுக் கல்வனோமானி	192
எடிசன சேமிப்புக் கலன்	175
எட்சுக்கதிர் ஒளிப்படங்கள்	378
எட்சுக் கதிர்களினால் அருட்டப்பட்ட உறிஞ்சியொளிவீசல்	380
எட்சுக் கதிர்க்குழாயின் மேற்பரப்பினமீது உறிஞ்சியொளிவீசல் ..	374
எட்சுக் கதிர்களின் உறிஞ்சல்	377, 378, 379
எட்சுக்கதிர்களின "ஊடுருவல்"	377
எட்சுக்கதிர்களின் சடப்பொருள் ஊடுருவல்	377
எட்சுக் கதிர்கள்	375–381
எட்சுக் கதிர்க் குழாய்கள்	374, 381
எதிர்ச் சிறுதுணிக்கைகள்	251, 374, 381
எதிரயன்கள்	268, 372
எதிர்மினவாய்	261, 375, 356, 376
அருவி	376
கதிர்கள்	375
துணிககைகள்	376

எ — பக்கம்

எதிமின்வாய்க கதிர் அலைவுபதிகருவி 382
  அருவி 376
  கதிர்கள் 376
எம்மோறசுக் கல்வனோமானி 192
எறிநூற் கலவனோமானி 342
எறறரோதைன வாஙகல் (கம்பியில்லா) 366, 368, 370
என்றி 294

ஏ

ஏற்குஞ்சுருள்களில் தேர்வுத்திறன் 367–371

ஒ

ஒடுக்கி, இறக்கம், ஆடலியலபு 350
  சமாநதரத் தட்டொடுக்கி 123
  மினனொடுககி 126–131
ஒடுககித் தட்டுகளுக்கிடையில் கவாச்சி 129
ஒடுகரு மின காட்டி 118, 163
  பொனனிலை மின்காட்டி 84, 105
ஒரு கரைசலின் கொதிநிலையின் மூலக்கூற்றேற்றம் 273
ஒரு கலததின உட்டடை 226, 229, 235, 238, 242
  தடையின் எளிமையான கொள்கை 238
ஒருமையமுள்ள கோளவொடுக்கி 124
ஒரு வாயுவின வெப்பஞ் செலலா நிலைவிரிவு 388–392
ஒளியியனெம்புகோல் 39, 337
ஒன்றையொனறு தூண்டுதிறன் 297
  ஒனறையொனறு தூண்டல 294–297
ஒனறின மேலொனறாகத் தகடுகொண்ட அகங்கள் 301, 309

ஓ

ஓட்டததிறகு விகித சமமான திரும்பல் (செய்தல் முறை) 341
ஓட்ட மின்காந்த அலகுகள் 184, 185, 198
  அ. வி 200
  கணியம 198
  மி. இ. வி. 199
  வலுவும் சத்தியும் 215
ஓட்டவலகுகள 183, 184, 185,198
  தடையலகுகள் 205
  தற்றூண்டல், ஒனறையொன்று தூண்டல் அலகுகள் 294, 297
  திணிவலகுகள் 385, 386
  நீட்டல் அலகுகள் 385
  நேரவலகுகள் 386
  மின் கணியத்தின் (மின்காந்த) அலகுகள் 198
  மினவியக்கவிசையினதும் அழுத்தவித்தியாசத்தினதும் அலகுகள் .. 199, 200
  வலு, சத்தி அலகுகள் 215
ஓமின விதி 201–204

க பக்கம்

கடத்திகளும் கடத்தலிலிகளும் (காவலிகள்) 87
கடத்தி மேற்பரப்பிற்கு அண்மையிலுள்ள மண்டலம் 109
குறுகிய சிறு ஓட்டத்தின் பயனுன மண்டலம் 184
தைனமோக்களின் அருட்டல் .. 309, 312, 314, 315, 316, 317
நீண்ட நேர்க் கடத்தியின் பயனுன மண்டலம் .. 180, 186, 276
மின்னேற்றிய கடத்தியினுள்ளே மண்டலம் 108, 109
மூடிய சுற்றின் பயனுன மணடலம் 182
மோட்டர்களின் அருட்டல் 320, 321, 322, 323
வட்ட வோட்டங்காரணமான மண்டலம் 184–188
வரிச்சுருளினுள்ளே மண்டலம் 194

கடத்தியினுள்ளே ஏற்றம் 92, 100, 109

கடத்தியொன்றின் பருமனுடன் அமுத்தத்தின் மாறல் 116, 122
கடத்தியொன்றின் அயலிலுள்ள மின்னேற்றப் பரம்பலுடன
அதன் அமுத்தத்தின் மாற்றம் 117–123
நீளத்தினேடு தடையின் மாற்றம் 206
வெட்டுமுகப்பரப்பினேடு தடையின் மாற்றம் 206
வெப்பநிலையுடன் தடையின் மாற்றம் 257–260

கடமியம் கலம் 173
கட்டற்ற காந்தவியல்பின முழுக்கணியமும் பூச்சியமாகும் 9, 10, 11
கட்டற்ற வடமுனேவின் வழி 16
கப்பலோட்டியின் திசைகாட்டி 65

கம்பியில்லா அலேகளின் கமகம் 366
கம்பியில்லாத் தந்திக்குரிய எளிய செலுத்துஞ் சுறறுக்கள் 359
கம்பியிலலாத் தந்திமுறைக்குரிய எளிய செலுத்துஞ் சுற்றுக்கள் .. 359
கம்பியில்லாத் தந்திமுறையில இசைவுபெற்ற சுற்றுக்கள் 356
கரைசல்களின் உறைநிலேயின் மூலக்கூற்றிறககம் 273
கலங்களில் இரசாயனத் தாககம் 167–173
கலங்களின் கூட்டம் 176
கலங்களின் பொது வகைகள் 168–174

கலெண்டரின பிளாற்றினம் வெப்பமானி 259
கலண்டர் கிரிபித்தினர் பாலம் 259–260
கலண்டர் பாணிசர் பரிசோதனே (வெப்பப் பொறிமுறைச் சமவலு) 248
கலத்தின் உட்டடை 226, 227, 235, 238, 241
கலப்புலோகங்களின் தடை 258
கல்வனேமானி ஆடல்களின் தணித்தல் முறை 341, 342
கல்வனேமானித் தடைக்குரிய தொம்சனின் முறை .. 224, 225, 228, 234
கல்வனேமானியின் மாற்றுககாரணி 191, 192, 193
கல்வனேமானியொன்றின் உணர்திறன் 192, 334, 340
கல்வாணியின் தொடுகை அ. வித்தியாசத்தின் கண்டுபிடிப்பு .. 162

கவர்ந்த தட்டு மின்மானி 152
இரும்பம்பியர்மானி 345
இரும்புவோற்றுமானி 349
கவன்டிசின் பரிசோதனேகள் 94, 101

கா	பக்கம்
காந்தத்தடை	73
காந்தத் தென்முனைவு	56
காந்தத்திண்மமொன்றின் தெற்குநோக்கிய முனைவு	499
காந்த, புவியியல் உச்ச நெடுங்கோடுகள்	56, 61
காந்தப் பாயம்	70, 71
காந்தச செறிவின் வரைவிலக்கணம்	21
காந்தச் செறிவுகளின் ஒப்பீடு	39, 41, 42–49
காந்தத்தடை	74
காந்தத் திருப்புதிறன்	32
காந்தத் திருப்புதிறன்களின் ஒப்பீடு	42–52
காந்தத் தூண்டல	..60, 70, 71
காந்தத் தூண்டற் கோடுகள்	..70, 71, 72
காந்தத் தென்முனைவு	56
காந்தப் படங்களும் கோட்டுப் படங்களும்	64
காந்தப் புயல்கள்	64
காந்த மாறல்கள்	63
காந்த வுடமுனைவு	56
காந்தவமுத்தம்	24
காந்த விசைக் கோடுகள்	15
காந்தவுச்ச நெடுஙகோடு	56, 61
காந்தவோடு	32, 182
காந்தவோட்டின் பயனுள காந்தவமுத்தம்	33, 182, 183
குறுகிய காநதத் திண்மத்தின் பயனுள காந்தவமுத்தம்	30, 31
தனிமுனைவினபயனுள காந்தவமுத்தம்	27
மின்னோட்டத்தின் பயனுள காநதவமுத்தம்	182, 183
காந்தப் பேற்றுத்திறன்	5, 68–74
காந்த மண்டலஙகள	14–18
காந்த மண்டலங்களின் ஒப்பீடு (அலைவுக் காந்தமானி)	42, 49
காந்த மண்டலஙகளின் ஒப்பீடு (தான்சன் காந்தமானி)	40, 42–49
காந்த மண்டலச் செறிவு	21
அலகுக் கோடுகளினதும் அலகுவிசைக் குழாய்களினதுந் தொடர்பிற் செறிவு ..	22
காந்த மண்டலத்தில யாதேனுமோர் புள்ளியிற் செறிவு ..	23, 36
காந்த மத்தியரேகையின் வழியே யாதேனுமோர் புள்ளியிற் செறிவு ..	33
காநதவச்சின் வழியே யாதேனுமோர் புள்ளியிற் செறிவு	34
காந்த மண்டலச் செறிவுகளின் ஒப்பீடு	39–49
காந்த மண்டலத்திலுள்ள சுருள்மீது செலுத்தப்படும் சுழலிணை ..	280
காந்த மண்டலத்தில் சிறு ஓட்டத்தின் மீது விசை	277
கடத்தியின் மேற்பரப்பின் அலகுப்பரப்பொன்றுக்கு விசை	110
காந்த மண்டலத்தில் நீண்ட நேர்க் கடத்தியின் மீது விசை	279
காந்த மண்டலத்துள்ள சுருள மீது விசை	280–283
காந்த மத்தியகோடு	57

கா	பக்கம்
காந்தமாக்கப்பட்ட, காந்தமாக்கப்படாத இரும்புகளில் மூலக் கூற்றுச் சங்கிலிகள் ..	12
உறைநிலையின் இறக்கம்	273
கொதிநிலையின் ஏற்றம்	273
காந்த மாறல்கள்	63,64
காந்த முனைகளுக்கிடையே கவர்ச்சியும் தள்ளுகையும்	2
காந்தமொன்றின் அச்சு	8
காந்தமொன்றின் அச்சிலுள்ள புள்ளியிற் செறிவு	34,46
காந்தமொன்றின சமநீளம்	8
மத்தியகோட்டிலிருக்கும் ஒரு புள்ளியிலுள்ள செறிவு	33,43
காந்தமொன்றின் மத்தியகோடு	8
காந்தமொன்றின் முனைவுகளினது சமத்துவம்	10
காந்தமொன்றின் முனைவுகள்	7
முனைவுகள் சமமானவை, முரணானவை	9,10,11
காந்தமொன்றின் வட (வடக்கு நோக்கிய) முனை	1
கட்டற்ற வடமுனையொன்றின் வழி	16
காந்தவடக்கு	56,60
காந்தவடமுனைவு	56
காந்தமொன்றைமுறித்தல்	10
காந்தம், ஈவிங்கின கொள்கை	11,77
தூண்டிய காந்தம்	3,69
காந்தப்பற்றுதிறன்	5,7
காந்தவாக்கச் செறிவு	32,33,72,73
காந்த விசைக் கோடுகளை வரைதல்	16
காந்தவியக்கவிசை	72
காந்தவோட்டம்	72–75,301
காந்தச் சரிவு	61
காந்த மத்தியகோடு	57
காந்த விசைவிதி	21,37
காந்தவுணர்கருவி (மாக்கோனியின்)	354
காபனிழை விளக்கு	249
காலனிறமாலே	250,373
காவல் வளையம் (தனியின்மானி)	152,153
கி	
கிலோ உவோற்று அம்பியர் (கி–உ–அ)	215
கிலோவுவாற்று	215
கிலோவுவாற்று மணி	215
கிரேதசு மின்பகுப்புக் கொள்கை	268

கு	பக்கம்
குராமிக்கமிலக் கலம்	169
குரோவுக் கலம்	170
குவியக் குழாய்	376
வளியில காந்த முனைகட்கிடையே குவியம்	21
குளோரிக்கமிலக் கலம்	169

கூ

கூட்டுச் சுற்றுத் தைனமோ	316
கூட்டுச் சுற்று மோட்டர்	324
கூலிச்சுக் குழாய்	382
கூலோமின் மின்விசை விதி	99
முறுககற்றராசு	19, 99
கூலோமின் வரைவிலக்கணம்	199, 200

கெ

கெல்வினது நிரப்பி	145
கெல்வினின சுண்டெலியந்திரம்	145
கெல்வினின் தனிக கவர்ச்சித் தட்டு மின்மானி	152
கவர்ச்சித் தட்டு மின்மானி	153
கால்வட்ட மின்மானி	155
கெல்வினது நிரப்பி	145
கெலவினின் கல்வனேமானித் தடைக்குரிய முறை ..	224, 228, 234
தொங்கலூசிக் கல்வனேமானி	332

கே

கேச்சோவின் விதிகள்	210

கொ

கொண்டுசெல்லத்தக்க கவர்ந்த தட்டு மின்மானி	153
கொள்ளளவின் வரைவிலக்கணம்	121
ஒடுக்கியின கொள்ளளவு	123
ஒரு மையமுள்ள கோளவொடுக்கியின் கொள்ளளவு	124
கடத்தியின கொள்ளளவு	121
சமாந்தரத் தட்டொடுககியின கொள்ளளவு	127
தறமுண்டற் கொள்ளளவு	132–135
தனிமையாக்கிய கோளத்தின் கொள்ளளவு	122
தொடரிலும் சமாந்தரத்திலுமுள்ள ஒடுக்கிகளின் கொள்ளளவு ..	140

ச	பக்கம்
சடத்துவத் திருப்புதிறன்	387
சமசரிவுக்கோடுகள்	65
சமசாய்வுக் கோடுகள்	65
சமவழுத்த மேற்பரப்புக்கள்	114
சமவெப்ப வளைகோட்டின் சாய்வுவிகிதம்	390
சமாந்தரத்தட்டொடுக்கி	126–131
சமாந்தரத்திலுள்ள கடத்தியினூடாக ஓட்டப்பரம்பல்	210
கடத்திகளில் மினனேற்றப் பரம்பல்	91
மின்வலுவிற்கு பரப்பற்றொருதிகள்	328–333
சரிவில் புள்ளிக்கோடு	65
சரிவுக்கோணம்	61, 62, 63
இழிவு விலகற் கோணம்	351
சாய்வுக் கோணம்	57, 61, 307
சரிவுக் கோணம்	61
சரிவுக்கோணத்தின் அளவீடு	62

சா	
சாதாரண வகைக் கலங்கள்	168-173
எளிய செலுத்துஞ் சுற்றுக்கள் (கம்பியில்லாத் தந்திமுறை) ..	359
எளியவகை ஏற்குஞ் சுற்றுக்கள் (கம்பியில்லாத் தந்திமுறை) ..	359
சாய்வில கோடு	65
சாய்வுக் கோணம்	57, 307
இழிவு விலகற் கோணம்	315, 352
சாய்வுக் கோணத்தின் அளவீடு	59
சாய்வு வட்டம்	59

சு	
சுயாதீனக் காந்தம் முழுக்கணியமும் பூச்சியமாகும்	10
வடமுனையின் பாதை	16
சுழலுஞ் சுருளிலிருந்து சீராக்கிய ஓட்டம்	305, 311
உயரதிர்வெண் மின்காந்த அலைத்தொகுதி ..	355, 356, 357
சுழலுஞ் சுற்றிலிருந்து ஒருதிசையோட்டம்	306, 311
தூண்டற்சுருளிலிருந்து ஒருதிசையிறக்கம்	300
சுழிப்போட்டம்	300, 308
சுற்றுங்கூறு	310

சூ	
சூடான கம்பிகளிலிருந்து மின்னிறக்கம்	251, 381
சூடான பொருள்களிலிருந்து இலத்திரக்காலல்	251, 381
நிறமாலைகள்	250, 373
சூடான பொருள்களிலிருந்து மின்காலல்கள்	251, 381

சூ பக்கம்

சூலின் சமவலு 246, 248
காந்த வோடு 182, 186
வெப்பப் பொறிமுறைச் சமவலு 246, 248

சூலின் சமவலு 246, 248
சூலின் விதி 246, 247

சூலின் வரைவிலக்கணம் 215

சூலின் விதியைச் சரிபார்த்தல் 246
ஓமின்விதியைச் சரிபார்த்தல் 202, 203

செ

செவிப்புலவதிர்வெண் பெருக்கம் 365

சே

சேமிப்புக் கலன்கள் 174, 175, 176
சேர்க்குஞ் சீப்பின் தாககம் 113, 144

சோ

சோதனைத் தளம் 90

த

தக்கைத் திருகாணி விதி 182
தங்குதனிழைவிளக்கு 249, 250

தடைகள், சமாந்தரநிலையிலும தொடர் நிலையிலும் 207, 208
கலப்புலோகங்களின தடைகள் 258
நியமத் தடைகள் 217

தடைப் பெட்டி 218
கம்பியொன்றின் தடை 219, 223, 227, 231
கலவனேமானியின் தடை 224, 228, 234, 237
தடையை அளத்தல் 217–242
தடைவெப்பநிலையளவுதிட்டம் 258
தடைவெப்பமானியியல் 258
மினகலவடுகொன்றின் தடை 226, 228, 238, 242
மினறடை 204
வெப்பநிலையுடன் தடையின் மாற்றம் 257, 258, 259

தடையதிகரிப்புக் குணகம் 258
ஒன்றையொன்று தூண்டற் குணகம் 296, 297
தற்றூண்டற் குணகம் 294

தடையின் அளவீடு 217–242

தடையின் வெப்பநிலைக் குணகம் 258

தடைவெப்பமானியின வெப்பநிலையளவுத் திட்டம் .. 258, 259, 260
வெப்பங்கக்குநிலை (இரும்பு) 6
வெப்பநிலையளவுத்திட்டங்கள் 258–260
வெப்பநிலையளவுதிட்டமொன்றின் வரைவிலக்கணம் 258

த

	பக்கம்
தடைவெப்பவளவை	258, 259, 260
தட்டு (வாயிலின் நேர்மின்வாய்)	356
தணித்த உயரதிர்வெண் ஆடல்கள் (மின்–காந்த)	350, 356
தணித்த உயரதிர்வெண் மின்காந்த அலைத்தொகுதி	355
வாயிலாற் சீராக்கிய அலைத் தொகுதி	357
தணித்த உயரதிர்வெண் மின்காந்தவலைகளின் கூட்டம்	350, 356
தராசுகள்	331
தலைகீழ் வர்க்க விதிக்குரிய (காந்த) நவுசின் நிரூபணம்	36
தற்றூண்டற் கொள்ளளவு	133
தற்றடை	205
தற்றூண்டுதிறன்	294
தற்றூணடுகை	291–294
தற்றூண்டுகை விளைவுகள்	302
தனிக்கலமொன்றின் முனைவாக்கம்	166, 167
தனி, செய்முறை மின்காந்தவலகுகட்கிடையேயான தொடர்பு ..	198–201, 205, 294
காந்தச் செறிவுக்கும் விசைக்கோடுகளின் செறிவுககுமுள்ள தொடர்பு ..	152
தனிமின்கலம்	162–168
தனி மின்காந்தவலகுகள் : ஓட்டம்	183, 184, 185, 198
அ. வி.	200
கணியம்	199
தடை	205
தற்றூண்டலும் ஒன்றையொன்று தூண்டலும்	294, 297
மி. இ. வி.	199
தனிமின்மானி	152

தா

தாக்கச் சுருள்	336
தாழுவோற்றடுகரு	360
தாழ்ந்த தடைக் கல்வனோமானி	343
தாழ்வதிர்வெண் பெருக்கம்	365
தானியற் கலம்	170
தான்சன் கல்வனோமானி	189–192, 334
தான்சன் காந்தமானியின் அறிமுறைவிளக்கம	38, 39
தான்சன் காந்தமானியைக் கையாளும் முறை	39, 40, 41
தெறிப்புத் தானசன் காந்தமானி	38

தி

திசைகாட்டியைத் திருத்தல்	65
அரியத் திசைகாட்டி	62
கப்பலோட்டியின் திசைகாட்டி	65
திசைகாட்டியூசி	2

தி				பக்கம்
திசைமாற்றியும் துடைப்பங்களும்	..	..		305, 311, 318
திருப்பிகள் ..	..	..	..	211
அம்பியர்மானிகட்குரிய திருப்பிகள்	..	..	..	344
கலவனோமானித் திருப்பிகள்	..	..	..	211
திறந்த காந்தச் சங்கிலிகள் ..	..	..	..	12

தீ

தீப்பொறியிறக்கம் ..	..	..	..	372
தீப்பொறியிறக்கத்திலுலாய விளைவுகள்	..	..	..	161
தீப்பொறியிறக்கத்தின அலையவியல்பு	..	..	..	350

து

துடைப்பங்கள் (தைனமோக்களும், மோட்டர்களும்)	..	..	304
துடைப்ப விறக்கம் ..	..	..	.. 113, 304
துணைக்கலங்கள் ..	..	..	.. 174

தூ

தூண்டன் முறையாக ஏற்றுதல்	..	..	89, 90, 91
ஒன்றையொன்று தூண்டல்	..	..	.. 294-297
காநதத் தூண்டல் ..	..	..	69, 70, 71
தறறூண்டல் ..	..	..	.. 291-294
தூண்டல் முறையாகக் காந்தவாக்கம்	..	..	.. 2, 69
தூண்டற சுருள் ..	..	..	.. 297-300
மின தூண்டல் ..	..	..	.. 132, 134
தூண்டிய ஏற்றங்கள் ..	..	..	.. 89
தூணடிய காந்தவாக்கம ..	..	..	.. 2, 69

தெ

தெறிப்புக் கலவனோமானி ..	..	..	..	337
தெறிபபுக காந்தமானி ..	..	..	..	38

தை

தைனமோக்களின் ஆட்டல் (அருட்டு மண்டலம்)		..	309, 312, 314, 316, 317
மோட்டாகளின அருட்டல் ..	..	..	320, 321, 322, 323, 324
தைனமோக்கள் ..	..	..	.. 307-317
தைனமோ-மினபொறிகள் ..	..	..	.. 304-326
தைனமோவின் அல்லது மோட்டரின் ஆமேச்சர்		..	.. 308
எதிர்ததாக்கம் ..	..	..	.. 312, 316

தை பக்கம்

தைனமோ ஆமேச்சரில் தூண்டிய மி.இ.வி. 312, 313, 314, 315, 316
காந்த மண்டலத்திற் சுழலுஞ் சுருளில தூண்டல் மி.இ.வி. 290
காந்த மண்டலத்தின குறுக்கே இயங்கும் சுருளில் தூண்டல் மி.இ.வி. .. 286-289
காந்த மண்டலத்தின் குறுக்கே இயங்கும் நேரான கடததியில தூண்டல் மி.இ.வி. 285
தூண்டற் சுருளின துணைச் சுருளில் தூண்டல் மி.இ.வி. .. 298, 299, 300
தூண்டற் சுருளின முதற் சுருளில் தூணடல் மி.இ.வி. 300
மாறுங் காந்த மண்டலத்தில் நிலையான சுருளில் தூண்டல் மி.இ.வி. .. 289
மாற்றியின துணைச் சுருளில் தூணடல் மி.இ.வி. 326
மாற்றியின் முதற் சுருளில் தூண்டல் மி.இ.வி. 326
மோட்டர் ஆமேசசரில் தூண்டிய மி.இ.வி. 318
தைனமோவின மேலதிகக்கூட்டு 317, 328
தைனமோவின் வினைத்திறன் 317
மோட்டரின் வினைத்திறன் 318
வெள்ளொளிர்வு-இழை விளக்கு ஒன்றின் வினைத்திறன் 248

தைனமோவொன்றின் முழுவினைத்திறன் 317

தொ

தொங்கிய சுருட் கல்வனோமானிகள் 339-343
தொங்கிய உணரூசிக் கல்வனோமானிகள் 334-339

தொடரிலுஞ் சமாந்தரத்திலுமுள்ள ஒடுக்கிகள் 140-143
தொடரிலுஞ் சமாந்தரத்திலுமுள்ள கலங்கள் 176
தொடர்நிலைத்தடைகள், உவோற்றுமானிகட்கு 347
தொடர்நிலை, பக்கவழி மோட்டர்களின் தொடக்கு முறுககுதிறன் 321, 322, 323
தொடர்நிலை, பக்கவழி மோட்டர்களின் முறுக்குதிறன .. 318, 321, 322, 323
தொடர்நிலையிற் சுற்றிய தைனமோ 313
தொடர்நிலையிற் சுற்றிய மோட்டர் 321
தொடர்ந்த அலைச் செலுத்துகை (கம்பியில்லா) 366
தொடுகைமுறைக் காந்தவாக்கம் 1
அலைவுக் காந்தமானி 40
காந்தமாக்கற் செறிவு 32, 33, 72
தூண்டன்முறைக் காந்தவாக்கம் 3, 69
தொடுகை முறையாக மின்னேற்றுதல் 85
உராய்வுமுறை மின்னேற்றுதல் 83- 88
கண்ணடி மின்னேற்றுதலும் குங்கிலியமின்னேற்றுதலும் 83, 86
தூண்டல் முறையாக மின்னேற்றுதல் 91
தொப்பிளர்ப் பொறி 146
தொம்சன் விளைவு 256
தொலிசலக்கு கால்வட்ட மின்மானி 157
கெல்வினின் கால்வட்டமின்மானி 155
தொலிசலக்கு மின்மானி 157
தொலைபன்னி 196

	பக்கம்
ந	
நடுநிலைப் புள்ளிகள்	18
நழுவல் வளையங்களும் துடைப்பங்களும்	304, 308
நா	
நாளுக்கு நாளுள்ள மாறல் (காந்த)	63
நி	
நியமக்கலங்கள்	173
நியமத்தடைகள்	217
நியமத் தடைகளினதும் தடைப்பெட்டிகளினதும் அமைப்பு	217, 218
நிலைக் கூறு	310
நிலைமின்னேற்ற அலகு	100
அழுத்தவலகு	101, 102
உவோற்றுமானி	157, 347
நிலையியற் கல்வனோமானி	334, 339
இடி ஆசனவால் (தொங்கு சுருள்)	339
இயங்கு சுருட் கல்வனோமானி	339–343
உயாதடைக் கல்வனோமானி	343
எசட்டுக் கல்வனோமானி	192
எமமோற்சுக் கல்வனோமானி	192
எறிநூற் கலவனோமானி	342
கல்வனோமானி உணர்திறன்	192, 334, 340
கலவனோமானி மாறல்	192, 193, 334
கெல்வினின் தொங்குதடைக்கல்வனோமானி	338, 339
தடையளவீடு	224, 228, 234, 237
தான்சன் கல்வனோமானி	190, 191, 334
திருப்பிகள்	211
தொங்கலூசி வகைகள் (உணாச்சிமிக்க)	334
பின்னடியாவடிபபுக் கல்வனோமானி	341
நீ	
நீண்ட தூரங்கள் வழியே வலுவைச் செலுத்தல	309, 332
நீண்ட தூர வலுச் செலுத்துகை	332
நீர் உவோற்றுமானி	261, 267
நீளப்பக்கநிலை	34, 35, 46
நு	
நுணுக்குப்பன்னி	196
நெ	
நெய்யரிச் சாரிகை மின்கலவடுக்கு	361
நெயயரிப் பொசிவு	365
நெய்யரியோட்டம்	361
நெய்யரி (வாயிலின்)	359

நே

பக்கம்

நேரயன்கள் 268, 372
நேரவலகுகள் 386
நேரோட்ட அம்பியர்மானி 345
உவோற்றுமானிகள் 348
தைனமோக்கள் 311–317
மோட்டர்கள் 317–325
நேர்க்கிண்ணக்குழி 250
நேர்மின், எதிர்மின் திரவியங்கள் (உராய்வு முறை அருட்டல்) 88
நேர்மின்வாயோட்டம் 360
நேர்மின்வாய் 261, 356, 374

ப

பக்கவழி சுற்றிய தைனமோ 314
பக்கவழிசுற்றிய மோட்டர் 322
பரடேயினதும் இலென்சினதும தூண்டலோட்ட விதிகள் .. 285, 286, 287
பரடேயின் தூண்டலோட்ட விதி 285
இலென்சின் விதி 286
பரடேயின் மின்பகுப்பு விதிகள் 265, 273
உப்புக் கரைசல்களின் மின்பகுப்பு 263
உருக்கிய உப்புக்களின் மின்பகுப்பு 264
நீரின் மின்பகுப்பு 261
மின்பகுப்புக் கொள்கை 268–274
பரடேயின் வண்ணத்திப் பூச்சிவலைப் பரிசோதனை 93
தூண்டியவோட்டத்தின் விதி 285
பனிக்கட்டிக்குவளைப் பரிசோதனை 95– 97
மின் பகுப்பு விதி 265
மின்பகுப்பு விதி (அயன்கொள்கைப்படி) 272
வளைய மாற்றி 326
பல்பிரிவு ஆமேச்சர் 308, 318
பளிங்குணர்த்தி 355
பன்சனின் கலம் 170
பன்னிலைமை மின்னோட்டம் 309
பன்னிலைமைத் தைனமோ 309

பா

பாலோவின் சில்லு 279

பி

பி. ச. ஓம் 217
பிணையிகள் 352
பியோவின் பரிசோதனைகள் 93
பிரதியீட்டினுலே தடை 220
பிரானிலியின் பிணையிகள் 352

பி				பக்கம்
பிளாற்றினத் தடைவெப்பமானி	..	..	..	259
பிளாற்றின வெப்பநிலையளவுததிட்டம்	..	..	..	259, 260
பிளெமிங்கின் இடது கை விதி..	..	..	..	276
வலது கை விதி ..	..	..	..	286
பிளெமிங்கு வாயில (இருமை)	..	..	..	355
பின்னடியா வடிப்புக கலவனோமானி	..	..	..	341
பின்னிடைவு ..	..	..	..	77–79

பு				
புவிக் காந்தமண்டலக் கூறுகள்	..	..	..	306
புவிககிடைமண்டலத்தின தனிச்செறிவு	..	..	..	49– 55
புவித்தூண்டி ..	..	..	..	306
புவி மணடலக் கிடைக்கூற்றின தனியளவீடு	..	..	..	53
புவி மண்டலத்தின் நிலைக்குத்து, கிடைக்கூறுகள்		..	..	57, 307
புவியின மண்டலம் ..	..	..	..	56
புவியின விசைக் கோடுகள் ..	..	..	..	56
புவியின் நிலைக்குத்து, கிடைக்கூறுகள்	..	..	..	57
புள்ளித் தாககம ..	..	..	..	112, 372

பெ				
பெரிக்குக் குளோரைட்டுக் கலம்	..	..	..	175
பெருக்கு நிலைமைகள் ..	..	..		363, 364, 360
பெற்றியர் விளைவு ..	..	..	..	255

பொ				
பொன்னிலை மின்காட்டி ..	..	..	..	84, 105

ம				
மகினற்றோ–தைனமோ ..	..	..	..	312
மகினற்றோ–மோட்டார் ..	..	..	..	320
மண்டலக் காந்தங்கள் ..	..	..		307, 308, 309
காந்த மண்டலததிலே யாதுமோர் புளளியிற செறிவு		..		22, 23, 37
காந்த மண்டலம் ..	..	..	..	14
காந்த விசைகளின் மண்டலங்கள்	..	..	..	17
மாக்கோனியின காந்தவுணர்கருவி	..	..	..	354
மாட்சுவெல்லின விதி ..	..	..	..	182
மாறுக் கலங்கள் ..	..	..	..	172
கலவனோமானியின் மாறிலி	..	..		192, 193, 334
மின்கோடுபுகுவூடக மாறிலி	..	..	..	134

மா				
மாற்றி ..	..	..	..	326
மாற்றுவழித் தீப்பொறி வெளி (கதிர்க்குழாய்)		..	..	378, 379

மி

பக்கம்

" மிகை மின்னோட்டம் " 292, 300, 302
மிகையொலியதிர்வெண் எற்றரோதைன் வாங்கல் 370
மின்கடத்து திறன் 209

மின்கணியத்தின் மின்காந்தவலகுகள் 198
மின்கணியத்தின் நிலைமின்னலகுகள் 100

மின்கலத் தாக்கத்தின் தனிக்கொள்கை 239-241
ஈவிங்கின் காந்தவியற் கொள்கை 11, 77

மின்கலவடுக்கின் தடை 226, 229, 235, 238, 241

மின்கலவடுக்கின் தடையைக் காணற்குரிய மாஞ்சின்முறை .. 226, 229, 235
மின்காந்த அலை (ஆட்டிசினலை)த் தெறிப்பு 351, 352

மின்காந்த அலை (ஆட்டிசினலை) முறிவு 351, 352
அரியத்தினூடாக முறிவு 351

மின்காந்த (ஆட்டிசின்) அலைகள் 351, 352, 358
மின்காந்தங்கள் 195
மினகாந்தத் தூண்டல் 284-302
மின்காந்தவலைகளின் தெறிபபும் முறிவும் 352
மின்காந்தவலைகள் 351-357

மின் காவலிகள் 87, 88
மினதடைமீது வெப்பநிலை விளைவு 258-260
மின்பகு பொருள் 263
மின்பகுப்பில் துணையெதிர்த்தாக்கங்கள் 263, 264
மின்பகுப்பின் அயன் கொள்கை 270-275
மின்பகுப்பின் கொள்கைகள் 268-275

மின்மண்டலச் செறிவு 107
கடத்திக்கண்மையில மண்டலச்செறிவு 111

மின்மண்டலத்தின் திசை 108
காந்தமண்டலத்தின திசை 14

மின்மானிகள் 152-158
மின் மோட்டர்களின் செலுத்தும் முறுக்கு திறன் .. 318, 321, 323
மின் மோட்டர்கள் 318-326
மின் வழங்கள் முறைகள் 328-333
மின் விசையின் தலைகீழ் வர்க்க விதி 99, 100, 135
காந்தவிசை விதி 21, 22, 37
மின்விசை விதி 99
மின்விசையின் மண்டலங்கள் 116

மி				பக்கம்
மின்வில்	..	..	..	.. 249
பெலி	..	..	..	.. 195
மினசுற்று	..	..	..	.. 178
மின்வலு நிறுவனங்களும் பரம்பல்களும்	..	..		.. 328-333
மினவிசைக் கோடுகள்	..	..		.. 107
மின்விசை விதி	..	..	..	.. 99, 135
மினவில் உலை	..	..	..	.. 251
மினனழுத்தம்	..	..	..	.. 100-107
மின்னேற்றவலகு (மின்–காந்த)		..	..	.. 199
மின்னேற்றவலகு (மின் நிலை)		..	..	.. 100
மின்னொடுக்கிகளின் உபயோகங்கள்		..	..	293, 298, 299, 300
மினனொடுக்கிகள்	..	..	..	.. 123-129
மின்றூண்டற்கோடு	..	..	..	.. 134
காந்தத் தூண்டற்கோடு	..	..	..	.. 70, 71
விசைககோடு (காந்த)	..	..	..	.. 15
விசைக்கோடு (மின)	..	..	..	106, 107, 108
மின்றூண்டி	..	..	..	.. 97
மின்னலைக் கம்பி (கம்பியில்லாத)		..	..	352, 354, 356
மினனழுத்த வித்தியாசம்	..	..	..	.. 101, 199
காந்தவழுத்த வித்தியாசம்		..	..	.. 27
மின்னற் கடத்தி	..	..	..	.. 113
மினனியக்க விசைகளின ஒப்பீடு		..	..	.. 243-245
அதிர்வுமுறையைக் கொண்டு காந்தத் திருப்புதிறன்களின் ஒப்பீடு				.. 51
அலைவுக் காநதமானியைககொண்டு காநதத் திருப்புதிறன்களின ஒப்பீடு				.. 49
அலைவுக் காந்தமானியைக்கொண்டு காநத மண்டலங்களின் ஒப்பீடு				.. 42, 49
தானசன் காந்தமானியைககொணடு காந்தத் திருப்புதிறன்களின் ஒப்பீடு				.. 42-49
தானசன் காநதமானியைக்கொண்டு காந்த மண்டலங்களின் ஒப்பீடு				39, 42-49
மின்னியக்கவிசையும அழுத்த வித்தியாசமும் ..			..	.. 199, 239
இரசாயனத தாக்கங் காரணமான மி.இ. விசையும் அ. வித்தியாசமும்				.. 178, 239
ஒரு கலததின் மி.இ.வி.	..	..	..	.. 238
ஒரு தைனமோவின் மி.இ.வி.		..	..	312, 313, 314, 315
காநத மண்டலத்திற் சுழலும் சுருளில் தூண்டப்பட்ட மி.இ. விசை				.. 290
காந்தமண்டலததின் குறுககே இயங்கும் சுருளிற் தூண்டபபடும் மி.இ.வி.				.. 286-289
காந்த மண்டலத்தின் குறுக்கே இயஙகும் நேரான கடத்தியிற் தூண்டப்படும் .. மி.இ.வி.				285
மாறுங் காந்தமண்டலத்தில் நிலையான சுருளிற் தூண்டப்படும் மி.இ.வி.				.. 289
மின்னிரசாயனச்சமவலு	..	..	..	265-268, 273
மின்னிரசாயனச் சமவலுவின் தீர்மானம்		..	..	.. 266
மினனிறக்கத்தால் உண்டாக்கப்படும் விளைவுகள் ..			..	.. 161
அமைதி அல்லது துடைப்பம்		..	..	.. 113, 372
ஒடுககியின மின்னிறக்கத்தின் ஆடலியல்புகள்			..	.. 350

மி — பக்கம்

மின்னிறக்கத்தின்போது அவதானிக்கப்படுந் தோற்றப்பாடுகள் 161
மின்னின் உராய்வருட்டல் 83-88
மின்னேற்றப்பட்ட கடத்தியின் மேலே ஏற்றத்தின் பரம்பல் 92, 112
  மின்னேற்றப்பட்ட கடத்தியின் சத்தி 138
மின்னேற்றப்பட்ட பொருட்களுக்கிடையே கவர்ச்சியும் தள்ளுகையும் .. 83,99
  காந்த முனைகளுக்கிடையே கவர்ச்சியும் தள்ளுகையும் 2,21
மின்னேற்றலின் மேற்பரப்படர்த்தி 110
மின்னேற்றும் கோல் 165
மின்னோட்டத்திறனின் வரைவிலக்கணம் 183
  காந்தவோட்டுத்திறனின் வரைவிலக்கணம் 33, 182, 183, 184
மின்னோட்டத்திற செலவான வெப்பம் 212-215
மின்னோட்டத்தினால் செலவாக்கப்பட்ட சத்தி 213
  ஏற்றப்பட்ட ஒடுக்கியின் சத்தி 139
  ஏற்றப்பட்ட கடத்தியின் சத்தி 138
  ஒரு கலோரியின் சமவலு 246,248
  சத்தியலகுகள் 215
  மின்கோடுபுகுவூடகத்தின் அலகுக் கனவளவிற்குரிய சத்தி 140
மின்னோட்டத்தினைக் காண்டல் 166
  ஆட்டீசியவலைகள் 351-356,363,364,365
மின்னோட்டத்தின் செய்முறையலகுகள் 198
  அ. வி. இனதும் மி. இ. வி. இனதும் செய்முறையலகுகள் .. 199
  தடையின் செய்முறையலகுகள் 205
  தற்றூண்டல், ஒன்றையொன்று தூண்டல் ஆயவற்றின் செய்முறையலகுகள் .. 294,297
  மின் கணியத்தின் செய்முறையலகுகள் 198
  வலு, சத்தி ஆயவற்றின் செய்முறையலகுகள் 215
மின்னோட்டத்தின் வெப்பவிளைவு 246
மின்னோட்டமொன்றின் வெப்பவிளைவுகள் 246-260

மீ

மீற்றர்ப்பாலம் 227-230

மு

முக்கம்பி வழங்கற்றெருகுதி 329,331
முதற்கலங்கள் 168-174
முந்நிலைமை ஓட்டம் 309
  முந்நிலைமைத்தைனமோ 309
முறுக்கற்றராசு 19,99
முறையான ஓம் 217
முனைத திருத்தம் 230
முனைவலகொன்று சுற்றென்றைக் கோக்கும்போது செய்யப்படும் வேலை .. 185
  கம்பியொன்று காந்தமண்டலமொன்றின் குறுக்கே இயங்கும்போது செய்யப்படும் வேலை 284
முனைவழி கருவி 168-172

மூ — பக்கம்

மூடியகடத்தியின் உற்புறத்தில் ஏற்றம் 94, 100, 109
மூடிய கடத்தியொன்றின உற்புறத்தில மண்டலம் 108
மூடிய காந்தச் சங்கிலிகள் (ஈவிங்கின் கொள்கை) 11

மூடிய சுற்றின பயனுள அழுத்தம 180
அழுத்தமானது பாதையிலே தங்கியிருப்பதில்லை 26
கடத்தியொன்றின் அழுத்தம் 104
காந்தத்திண்மத்தின பயனுள அழுத்தம் 30
காந்தமண்டலத்தில் முனைவின் நிலைப்பண்புச்சத்தி 24
காநதவழுத்தம் 24
காநதவோட்டின் பயனுள அழுத்தம் 33, 186
தனிபபுள்ளி மின்னேற்றத்தின பயனுள அழுததம் 102–104
தனி முனைவின் பயனுள அழுததம 27–31
நிலையான உணர்திறன் 336, 344
மின்மணடலத்தில் மின்னேற்றத்தின நிலைப்பண்புச்சத்தி 101
மினனழுத்தம் 101, 102
மூலககூறுக் காந்தத் திண்மஙகள 12
இயற்கைக் காநதத் திண்மங்களும் செயற்கைக் காந்தத திண்மங்களும் .. 1

மூவாயின் சிறப்பியல்புக கோடுகள 360

மூவாய் வாயிலினூல் பெருக்கம் 361
மூவாய் காரணி 362
மூவாய் வாயில் 359

மெ

மெல்லெட்சுக் கதிர்கள் 377

மோ

மோட்டராக உபயோகிக்கப்படும் தைனமோ 324

மோட்டரின ஆமேசரில பின மி. இ. வி. 318–325
மினபகுபபின பின் மி இ. வி. 263

மோதுகை முறையால அயனாக்கம் 372
எட்சுக கதிர்முறையாக அயனாக்கம 379, 380
கரைசலகளில் அயனாக்கம் 268,270,273,274
வளியில் அயனாககம் 372

மோதுகையால அயனாக்கம் 372

வ

வட. தென் முனைவுத தனமைகளின் நேரெதிர் இயல்பு .. ..
கண்ணாடி, குஙகிலிய மின்களின் எதிரியலபு 86

பக்கம்

வட்டச் சுற்றொன்றின் அச்சின் வழியாகக் காந்தமண்டலம் .. 185,187,193
காந்தத்தின் அச்சின வழியாகக் காந்த மண்டலம் 34,47
காந்தத்தின அண்மையிலுள்ள ஏதாவதொரு புள்ளியில காந்தமண்டலம் .. 23,36
காந்தத்தின மத்திய கோட்டின் வழியாகக் காநதமண்டலம் 33,63
காந்த மண்டலச் செறிவு 21, 22,23
காந்த மண்டலத்தின் திசை 14
காந்தவோட்டின் பயனுன காந்தமண்டலம் 32,182
குறுகிய மினனோட்ட மூலகத்தின் பயனுன காந்த மண்டலம் 184
நீண்ட நேர் மினனோட்டத்தின பயனுன காந்த மண்டலம் .. 180,186,276
மூடிய சுற்றின் பயனுன காந்த மண்டலம் 182
வட்டமின்னோட்டததின் பயனுன காந்தமண்டலம் 185,187
வரிசசுருளொன்றினுள காந்த மண்டலம் 194

வனிகச் சங்க அலகுகள் (வ. ச. அ.) 215

வணிகச் சங்க ஓம் 217
உண்மை (சருவதேச) ஓம் 217
ஓமின் வரைவிலக்கணம 205
முறையான ஓம் 217

வரிச்சுருள் 194
வருட மாறல் (காந்த) 63

வலுவின் வரைவிலக்கணம 215
(மின்) வலு வழங்கல் 328-333
(மின்) வலு வழஙகன முறைகள் 328-333
வலுவின் அலகுகள் 215

வழுகஙிக கம்பிப் பாலம் 227-230

வளியில, புள்ளியேறறஙகட்கிடையே விசை 100
மினகோடு ட்குவூடகமெதிலும் புள்ளியேற்றங்கள் . .. 135

வளைய வரிச்சுருள் 194
வன்னெட்சுக் கதிர்கள் 377, 378, 379
வாங்குஞ் சுற்றுக்கள் (கம்பியில்லாத் தந்திமுறை) .. 359, 366-371

வாயு அயனகள் 372
எதிரயன 268, 372
கரைசல்களில் வாயுவயனகள் 268, 270, 273
நேரயன் 268, 372

வி

விகிதசமக்கூறுகளின் முறை 233
விசைகோடுகளின் வழியே இழுவிசை 113, 277
வில், மின் 249
வட்டவில்லின மையத்தில மண்டலம் 185, 187, 190
விளைவு முனைகள் 8

வெ

	பக்கம்
வெப்பக் கம்பி அம்பியர்மானி	346
உவோற்றுமானி	349
வெப்பக் கம்பியிலிருந்து பொசிவோட்டம் (வெப்பவயனோட்டம்) ..	251, 252, 253
வெப்பங்காட்டி	255
வெப்பநிலையளவையின் வரைவிலக்கணம்	258
அலகு எறறத்தின வரைவிலக்கணம் (மினனிலையியலுக்குரிய) ..	100, 101
அலகுக் காந்த முனையின் வரைவிலககணம்	21
அலகோட்டத்தின் வரைவிலக்கணம்	183, 184, 185, 198
அமுத்த வித்தியாசத்தின் வரைவிலக்கணம்	104, 199
ஒன்றுக்கொனறுன தூண்டலின் வரைவிலக்கணம்	296, 297
காந்த வமுத்தத்தின் வரைவிலக்கணம்	24, 25, 26
தற்றூண்டலின வரைவிலக்கணம்	293, 294
மின்னமுத்தத்தின வரைவிலக்கணம்	101, 102
மினனியக்க விசையின வரைவிலக்கணம்	178, 199
மின்னின் அலகுக் கணியத்தின் வரைவிலக்கணம் (மின்-காந்த) ..	198
வெப்பப் பொறிமுறைச் சமவலு	246, 248
வெப்பப் பொறிமுறைச் சமவலுவின மின்முறைத் தீர்மானங்கள் ..	248
மினதடை	204
மின்பொறிகள்	144–151
மின் வேறுக்கல	89
வலுவினதும் சத்தியினதும் மின்னலகுகள்	215
வெப்பவடுக்கு	254
வெப்பவயனோட்டங்கள்	251, 381
வெப்பவயன் (பிளெமிங்கு) வாயில்	355, 356, 357, 358
மூவாய் வாயில்	359
வெப்பவிணை	253
வெப்பவிணைத் தீமானி	254
வெப்பவிணைத் தீமானி	254
வெப்பவெதிர்மின்வாய்க்குழாய்	381
வெள்ளொளிர்வு இழை விளக்குகள்	249
வெற்றிடவிறக்கம்	373
வெற்றிடக் குழாய்கள்	373

வே

வேற்றுமை வாயு வெப்பங்காட்டி	255
H–வகை ஆமேச்சர்	308, 319