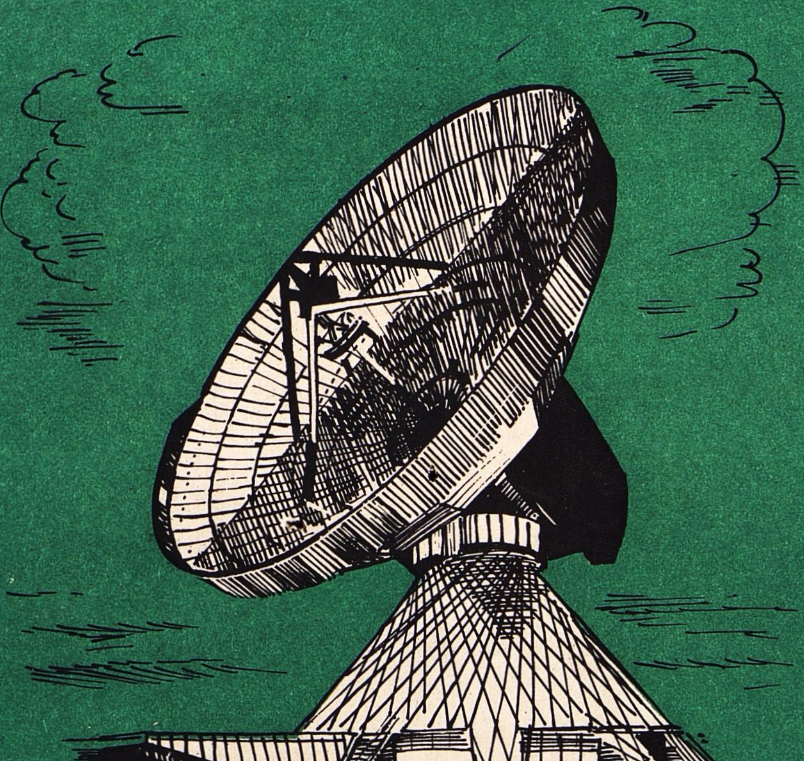
இயற்பியல்

மேல் நிலை – முதலாம் ஆண்டு

தொகுதி II



தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

இயற்பியல்

தொகுதி II

மேல் நிலை—முதலாம் ஆண்டு

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்
சென்னை

© தமிழ்நாட்டு அரசு
முதல் பதிப்பு — 1978

(தமிழ்நாட்டு அரசு ஆணைக்கிணங்க அமைக்கப்பட்ட குழுவினரால் தயாரிக்கப்பட்டது)

விலை : ரூ. 1-90

இந்நூல் அரசு சலுகை விலையில் வழங்கிய 60 ஜி. எஸ். எம். தாளில் அச்சிடப்பட்டுள்ளது

அச்சிட்டோர் :
ஏஷியன் அச்சகம், சென்னை-600 014.

பொருளடக்கம்

			பக்கம்
5.	**அணு இயற்பியல்**		
5.1	வாயுக்களின் வழியே மின்போக்கு	....	221
5.2	எலக்ட்ரான் மூலங்கள்	....	235
5.3	அணு அமைப்பு	....	245
5.4	கதிரியக்கம்	....	258
6.	**எலக்ட்ரானியலும் கருவிகளும்**		
6.1	மின் கடத்திகள்	....	276
6.2	மின் தடையங்கள்	....	277
6.3	மின்தேக்கிகள்	....	279
6.4	மின்கிலமன்கள்	....	282
6.5	A. C. மின்சுற்றுக்கள்	....	283
6.6	டையோடுகள்	....	289
7.	**பயன்வகை இயற்பியல்**		
7.1	வளி மண்டலம்	....	301
7.2	தற்காப்பியல்	....	312
7.3	திரைப்படவியல்	....	318
8.	**புதிய இயற்பியல்**		
8.1	புவிக் காந்தப் புலம்	....	329
8.2	கதிரவப் புள்ளிகளும், கதிரவக் கிளரொளியும்	....	331
8.3	பலூன் பயணங்கள்	....	333
8.4	வளி மண்டலப் பகுதிகள்	....	336
8.5	வட, தென் துருவ விண்ணொளிகள்	....	340
8.6	அண்டம்	....	343
8.7	விண்மீன் திரள்கள்	....	345
8.8	விண்மீன்கள்	....	350
8.9	அண்டத்தின் தோற்றம்	....	352
8.10	விண்மீனின் தோற்றமும் மறைவும்	....	353
8.11	கதிரவக் குடும்பம்	....	354
8.12	ரேடியோ வானியல்	....	358

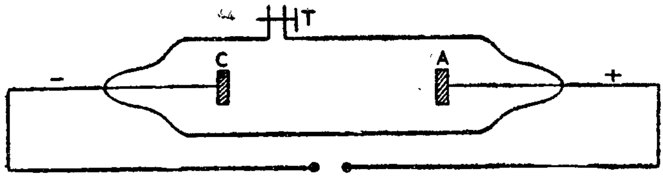
5. அணு இயற்பியல்

5.1. வாயுக்களின் வழியே மின்போக்கு

5.1.1 முன்னுரை

காற்றும் பெரும்பாலான வாயுக்களும் இயல்பான அழுத்தத்தில் மின்சாரத்தைக் கடத்துவதில்லை. ஆயினும் குறைந்த அழுத்தங்களில் வலிமை வாய்ந்த மின்புலம் ஒன்று செயற்படுத்தப்படுமாயின் அவை மின்கடத்திகளாக மாறுகின்றன என அறியப்பட்டுள்ளது. அத்தகைய சூழல்களில் காற்று அல்லது வாயுவில் (வலிமை வாய்ந்த மின்புலம் ஒன்று நிறுவப்படும்) இரு மின்வாய்களுக்கிடையே ஒரு மின்போக்கு நிகழ்கிறது என கூறப்படுகிறது.

வாயுக்களின் வழியே மின்போக்கினைப் பற்றிய ஆய்வானது அணு அமைப்பைப்பற்றிய அரிய கருத்துக்களை நமக்களிக்கிறது. இந்நிகழ்ச்சியே J. J. **தாம்ஸன்** எலெக்ட்ரானைக் கண்டுபிடிப்பதற்கும், அதனையடுத்து வில்ஹெம் **ராண்ட்ஜன்** (**Wilhelm Roentgen**) எக்ஸ் கதிர்களைக் கண்டுபிடிப்பதற்கும் காரணமாயமைந்தது. நவீன நகரம் ஒன்றின் தெருக்களின் வழியே இரவில்



படம் 5. 1

மின்போக்குக் குழாய்

செல்வோமாயின் அழகிய நியான் (செஞ்சிவப்பு) மற்றும் ஹீலிய (வெளிர் பச்சை) விளம்பர விளக்குகளைக் காணலாம். தற்காலத்தில் அலுவலகங்களிலும் வீடுகளிலும் குழல்விளக்குகள் ஒளியூட்டுகின்றன. இவை யாவும் வாயுக்களின் வழியே மின்போக்கினை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளன. மேலும், இந்நிகழ்ச்சியானது J. J. தாம்ஸனது ஆயுட்கால ஆராய்ச்சிக் கருத்தாக அமைந்திருந்தது.

5. 1. 2 மின்போக்குக் குழாய்

வாயுக்களின் வழியே மின்போக்கினைப் பற்றிய ஆய்வுக்குப் பயன்படும் எளிய அமைப்பு மின்போக்குக் குழாய் என அழைக்கப் படுகிறது. அதன் அமைப்பைப் படம் 5-1-ல் காணலாம். இது சுமார் 1 முதல் 1.5 மீட்டர் வரை நீளமும் சுமார் 3 முதல் 4 செமீ வரை விட்டமும் கொண்டதொரு கெட்டியான கண்ணாடிக் குழா யாகும் ; அதன் இருமுனைகளிலும் இரு அலுமினிய மின்வாய்கள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. அவையிரண்டும் திறன் மிக்கதொரு தூண்டுசுருள் ஒன்றின் துணைச் சுருளுடன் இணைக்கப்பட்டு, அவற் றுள் A ஆனோடாகவும், C, கேதோடாகவும் செயற்படுகின்றன. மின்போக்குக் குழாயானது அதில் அமைந்த பக்கக் குழாய் (T) ஒன்றின்மூலம் ஓர் உயர் வெற்றிடப் பம்பு மற்றும், ஒரு குறை யழுத்த அளவி ஆகியவற்றுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. வெற்றிடப் பம்பின் உதவியால் குழாயினுள் அழுத்தத்தைக் குறைத்து, மின் வாய்களுக்கிடையே சுமார் 50,000 வோல்ட் அளவிலான உயர் மின்னழுத்தம் ஒன்றை நிறுவுவதன் மூலம் அவற்றிற்கிடையே மின் போக்கு ஒன்றை நிகழ்த்தலாம்.

5. 1. 3 வாயுக்களின் வழியே மின்போக்கு—பல்வேறு கட்டங்கள்

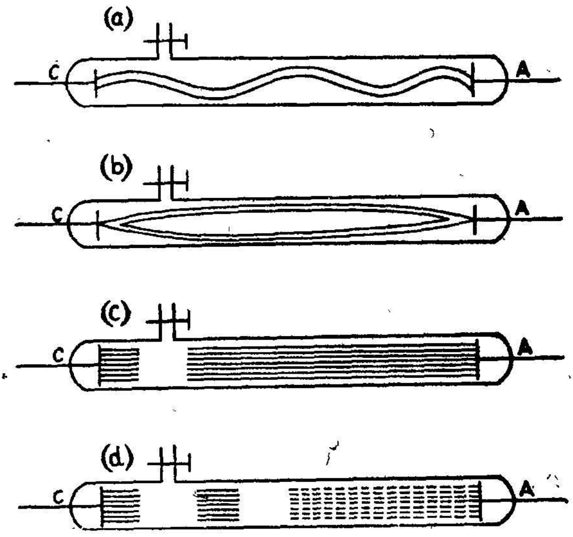
வெற்றிடப் பம்பின் உதவியால் குழாயினுள் வாயுவின் அழுத் தத்தைச் சிறிது சிறிதாகக் குறைப்போமாயின் அடுத்தடுத்துப் பல்வேறு நிகழ்ச்சிகள் விளைவதைக் காணலாம். அந்நிகழ்ச்சிகள் பின்வருமாறு :

(1) குழாயினுள் அழுத்தம் 10 செமீ பாதரசத்திற்கு மேற் படும்போது மின் போக்கு நிகழ்வதில்லை. சுற்றில் அம்மீட்டர் ஒன்று இணைக்கப்படுமாயின் அது மின்னோட்டம் எதையும் காட்டுவ தில்லை.

(2) சுமார் 10 செமீ பாதரச அழுத்தத்தில் 'சடசட' ஒலி ஒன்று தோன்றுகிறது. இது காற்றானது மின்சாரங் கடத்தத் தொடங்குவதைக் குறிக்கிறது. விரைவிலேயே, குழாயினுள் படம் 5-2 (a)-ல் காட்டியுள்ளவாறு அமைந்த ஒழுங்கற்ற ஒளி வரிகள் தோன்றுகின்றன.

(3) அழுத்தமானது 10 மிமீ பாதரச அளவுக்குக் குறைக்கப் படும்பொழுது, ஒளிவரிகள் விரிந்து ஆனோடிலிருந்து புறப்படும் ஒளித்தம்பம் ஒன்றைத் தோற்றுவிக்கின்றன [படம் 5.2 (b)]. இது **நேர் மின்தம்பம் (positive column)** என அழைக்கப் பெறு கிறது. குழாயினுள் இருக்கும் வாயுவின் தன்மையைப் பொறுத்து இத்தம்பம் வெவ்வேறு நிறங்களைக் கொண்டிருக்கும்.

(4) அழுத்தம், மேலும் குன்றக்கப்படுமாயின் சுமார் 1 மிமீ பாதரச அழுத்தத்தில் கேதோடுக்கருகில் ஓர் இருள்வெளி தோன்று கிறது. இந்த இருள்வெளியானது ஒளித்தம்பத்தை, நேர்மின் தம்பம் எனப்பெறும் நீண்டதொரு பகுதியாகவும் கேதோடுக்கு அருகில் அமைந்த நீல நிறத்துடன் கூடிய குறுகியதொரு பகுதியாக வும் பிரிக்கிறது. [படம் 5-2(c)]. இருள்வெளி **ஃபாரடே இருள் வெளி (Faraday Dark space)** *எனவும், குறுகிய பகுதி* **எதிர்மின் பொலிவு (negative glow)** *எனவும் அழைக்கப் பெறுகின்றன.*



படம் 5. 2

மின்போக்கின்போது அடுத்தடுத்து நிகழும் பல்வேறு நிகழ்ச்சிகளின் தோற்றம்

a) **ஒழுங்கற்ற ஒளிவரிகள் தோன்றுதல்** (p ≈ 10 **செ.மீ.**)
b) **நேர் மின்தம்பம் தோன்றுதல்** (p ≈ 1 **செ.மீ.**)
c) **ஃபாரடே இருள்வெளி தோன்றுதல்** (p ≈ 1 **மி.மீ.**)
d) **குருக்ஸ் இருள்வெளி தோன்றுதல்** (p ≈ 0.1 **மி.மீ.**)

(5) அழுத்தம் மேலும் குறையும் பொழுது ஃபாரடே இருள்வெளியின் நீளம் அதிகமாகிறது; எதிர் மின்பொலிவு கேதோடிலிருந்து விடுபட்டு அவை இரண்டிற்கும் இடையே மற்று மொரு இருள்வெளியும் கேதோடுக்கு அண்மையில் மற்றுமொரு

பொலிவும் தோன்றுகின்றன. இந்த இருள்வெளி **குரூக்ஸ் இருள் வெளி** (Crookes dark space) என அழைக்கப்பெறுகிறது; பொலிவு, **கேதோடுப் பொலிவு** என அழைக்கப்படுகிறது. மேலும், நேர்மின் தம்பமானது ஒழுங்கான இடைவெளிகளில் அமைந்த சிறு சிறு பகுதிகளாக (வரிவரிப் பள்ளங்கள் – Striations) உடைகிறது. சுமார் 0.1 மிமீ பாதரச அழுத்தத்தில் இத்தகைய விளைவு நிகழ்கிறது. இந்நிகழ்ச்சியின் தோற்றத்தைப் படம் 5.2(ப)-ல் காணலாம்.

(6) அழுத்தம் மேலும் குறைக்கப்படுமாயின் சுமார் 0.01 மிமீ பாதரச அழுத்தத்தில் எதிர்மின் பொலிவும் வரிவரிப் பள்ளங்களும் மறைந்து குழாய் முழுவதும் குரூக்ஸ் இருள்வெளி விரிகிறது. இந்நிலை **கரிய மின்போக்கு** (black discharge) எனப்படுகிறது. இந்நிலையில் புதியதொரு நிகழ்ச்சி விளைகிறது. அதாவது, கேதோடுக்கு எதிரில் அமைந்த குழாய்ப் பகுதிகள் இலேசான பச்சை நிறத்துடன் ஒளிரத் தொடங்குகின்றன.

5. 1. 4 கேதோடுக் கதிர்கள்

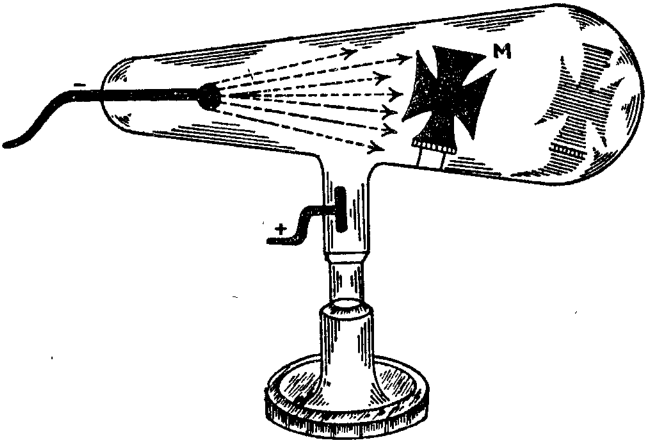
வாயுவின் வழியே மின்போக்கின்போது, இறுதிக் கட்டத்தில் மின்போக்குக் குழாயின் சுவர்கள் பச்சை நிறத்துடன் ஒளிர்கின்றன என முற்பகுதியில் கூறப்பட்டது. அந்த ஒளிர்தலானது கேதோடிலிருந்து தோன்றும், கட்புலனாகாத, ஒருவகைக் கதிர்களாலேயே விளைவிக்கப்படுகிறது என விரைவிலேயே அறியப்பட்டது. இக்கதிர்கள் **கேதோடுக் கதிர்கள்** என அழைக்கப்படுகின்றன. இந்த கேதோடுக் கதிர்கள் குரூக்ஸ், J. J. தாம்ஸன், பெரின் (Perrin) போன்ற பல புகழ்பெற்ற ஆய்வாளர்களால் முறையாக ஆராயப்பட்டன. அத்தகைய ஆய்வின் பயனாக இந்த கேதோடுக் கதிர்கள் எதிர்மின்னூட்டம் பெற்ற துகள்களால் ஆனவை என இறுதியாக நிறுவப்பட்டது.

5. 1. 5 கேதோடுக் கதிர்களின் பண்புகள்

கேதோடுக் கதிர்கள் தொடக்கத்தில் குரூக்ஸ் என்பவரால் பருப் பொருளின் 'வளியுரு கடந்த நிலை' (ultra gaseous state) எனவும், ஹிட்டார்ஃப் (Hittorf) என்பவரால் 'நான்காம் நிலை' (fourth state) எனவும் கருதப்பட்டன. ஆயினும், பின்னர் மேற்கொள்ளப்பட்ட சிறந்த சோதனைகளின் பயனாய் கேதோடுக் கதிர்களின் பின்வரும் பண்புகள் நிறுவப்பட்டுள்ளன:

(i) கேதோடுக் கதிர்கள் நேர்கோடுகளில் இயங்குகின்றன. கேதோடுக் கதிர்களின் இப்பண்பினைப் படம் 5.3-ல் காட்டப் பெற்றுள்ள எளிய அமைப்பின் உதவியால் முதன்முதலில் விளக்கிய

பெருமை ஹிட்டார்ஃப் என்பவரையே சாரும். அவர் கேதோடுக் கதிர்களின் பாதையில் மால்ட்டாப் பதக்கம் (Maltese cross) வடிவில் அமைந்த M என்ற தடையை அமைத்தார். பதக்கத்தின் தெளிவான பிம்பம் ஒன்று திரையில் உருவாகியது.



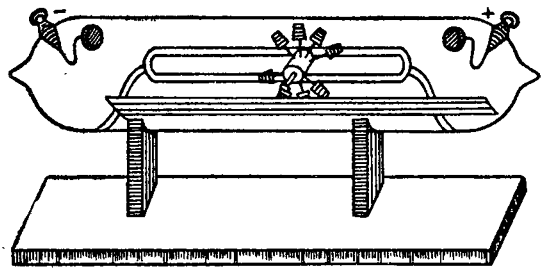
படம் 5. 3

கேதோடுக் கதிர்களின் நேர்கோட்டியக்கத்தை விளக்குவதற்கான மின்போக்குக் குழாயமைப்பு

(ii) படம் 5.4-ல் காணப்படும் அமைப்பைப் பயன்படுத்தி, கேதோடுக் கதிர்களுக்கு உந்தமும் ஆற்றலும் உண்டு என்பதை குருக்ஸ் விளக்கினூர். இரட்டைத்தடம் ஒன்றின்மீது அமைந்த சிறு சக்கரத்தின் மைக்கா அலகுகளில் (vanes) கேதோடுக் கதிர்கள் மோதி அச்சக்கரத்தை ஆனோடை நோக்கி உருளச் செய்கின்றன. இதிலிருந்து கேதோடுக் கதிர்களுக்கு உந்தமும் ஆற்றலும் உண்டு என்பதை அறியலாம்.

(iii) கேதோடுக் கதிர்கள் பருப்பொருளின் மீது விழும்பொழுது வெப்பத்தை விளைவிக்கின்றன. கேதோடானது குழிந்த பரப்புடையதாக அமையுமாயின் அதன் வளைவு மையத்தில் வைக்கப்பட்ட சிறு பிளாட்டினத்துண்டு ஒன்று விரைவில் வெண் சூடேற்றப்படுவதைக் காணலாம். கேதோடுக் கதிர்கள் ஆனோடின் நிலையைச் சாராது கேதோடுப் பரப்பிற்கு நேர்குத்தாக வெளித் தோன்றுகின்றன என்றும் இச்சோதனை மூலம் அறியலாம்.

(iv) இக்கதிர்கள் ஒளிக்கதிர்கள் விளைக்கும் வினைகளையொத்த வேதியியல் வினைகளை விளைவிக்கின்றன. காட்டாக, சில வெள்ளி உப்புக்கள் இக்கதிர்களுக்கு உட்படும்போது நிறம் மாறுகின்றன. எனவே, ஒளியைப்போன்று இக்கதிர்களும் நிழற்படத் தகடுகளைப் பாதிக்கக்கூடும்.



படம் 5.4

கேதோடுக் கதிர்களின் உந்தம் மற்றும் ஆற்றலை விளக்கும் சோதனை

(v) பல கனிமங்கள் (minerals), கண்ணாடி மற்றும் உப்புக்கள் இக்கதிர்களுக்கு உட்படும்போது பிரகாசமுடன் ஒளிர்கின்றன. அவற்றுள் சில : சின்க் சல்பைடு, பொட்டாசியம் பிளாட்டினோ சயனைடு, மற்றும் பிற.

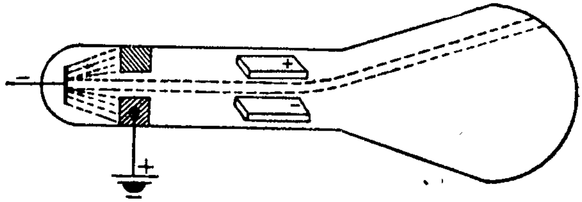
(vi) இக்கதிர்கள் அலுமினியம் மற்றும் தங்கத்தாள் போன்ற மெல்லிய உலோக ஏடுகளின் வழியே ஊடுருவ வல்லன.

(vii) இக்கதிர்கள் வாயுக்களை அயனியாக்கம் செய்கின்றன.

(viii) விரைந்து செல்லும் கேதோடுக் கதிர்கள் திண்பொருட்களால் திடீரென நிறுத்தப்படுமாயின் அவை எக்ஸ் கதிர்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

(ix) இக்கதிர்கள் மின்புலம் ஒன்றில் நேர்மின் வாயை நோக்கி விலக்கப்படுகின்றன. இதனைப் படம் 5.5-ல் காணும் அமைப்பைக் கொண்டு நிறுவலாம். மின்போக்குக் குழாயொன்றில் இரு இணைத் தகடுகள் அமைக்கப்பட்டு, அவற்றிற்கிடையே, கேதோடுக் கதிர்களுக்கு நேர் குத்தாயமையுமாறு, மின்புலம் ஒன்று நிறுவப்படுகிறது. அந்நிலையில் கேதோடுக் கதிர்கள் நேர்மின் வாயை நோக்கி விலக்கப்படுவதைக் காணலாம். இதிலிருந்து கேதோடுக் கதிர்கள் எதிர்மின்னூட்டத்தைத் தாங்கிச் செல்கின்றன என அறியலாம்.

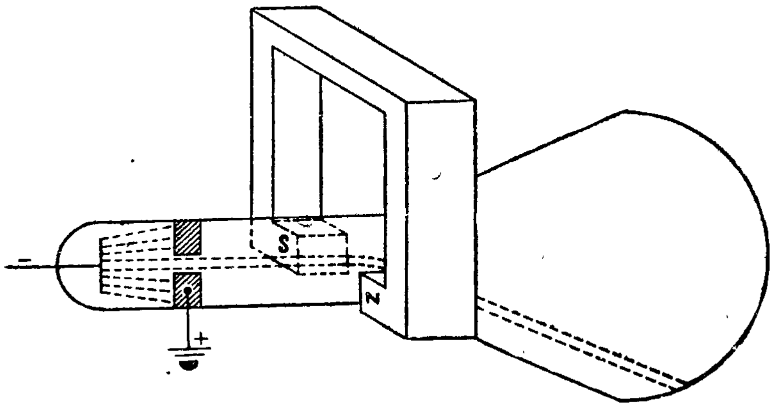
இக்கதிர்கள் கட்புலனுகாதவையாதலால் மின்போக்குக் குழாயின், கேதோடுக்கு, எதிர்முனையானது ஒளிர்பொருள் பூச்சு ஒன்றைக் கொண்டிருந்தாலே கேதோடுக் கதிர்களின் விலகலை உணரலாம். கேதோடுக் கதிர்கள் விலகலடையும்போது ஒளிர்திரையில் அவை உருவாக்கும் ஒளிர் புள்ளியும் விலகலடையும்.



படம் 5.5

மின்புலத்தில் கேதோடுக் கதிர்களின் விலகல்

(x) கேதோடுக் கதிர்கள் காந்தப் புலத்தினுல் விலக்கப்படுகின்றன. இதனைப் படம் 5.6-ல் காணப்படும் சோதனை அமைப்பின் மூலம் விளக்கலாம். இங்கு மின்போக்குக் குழாயானது கேதோடுக் கதிர்கள் இடமிருந்து வலமாகச் செல்லுமாறு ஒரு மின்



படம் 5.6

காந்தப் புலத்தில் கேதோடுக் கதிர்கள் விலக்கப்படுதல்

காந்தத்தின் முனைகளுக்கிடையே அமைக்கப்படுகிறது. காந்தப் புலமானது கிடைத்தளத்திலும் கேதோடுக் கதிர்களுக்கு நேர் குத்தாகவும் காந்தத்தின் வடதுருவம் குழாய்க்கு முன்னுலும்,

தென்துருவம் அதற்குப் பின்னும் அமைகின்றன. இந்நிலையில் கேதோடுக் கதிர்கள் கீழ்நோக்கி விலக்கப்படுவதைக் காணலாம். காந்தத்தின் துருவங்கள் ஒன்றுக்கொன்று மாற்றப்படுமாயின் கேதோடுக் கதிர்கள் மேல்நோக்கி விலக்கப்படுவதைக் காணலாம். மேலும், இச்சோதனையிலிருந்து கேதோடுக் கதிர்கள் எதிர்மின் னூட்டத்தைத் தாங்கிச் செல்கின்றன எனவும் அறியலாம்.

5. 1. 6 எலக்ட்ரானின் கண்டுபிடிப்பு

கேதோடுக் கதிர்களைப் பற்றிய விரிவான ஆய்வுகள், அவற்றின் பண்புகள் கேதோடின் தன்மையையோ, மின்போக்குக் குழாயினுள் அமைந்த வாயுவின் தன்மையையோ சார்ந்திருக்கவில்லை என்ற மிக முக்கியமான கருத்தினை அறிவுறுத்தின. இக்கருத்தானது கேதோடுக் கதிர்கள், எல்லாவகை அணுக்களிலும் இடம் பெறும் குறிப்பிட்டதொரு வகைத் துகள்களாலேயே ஆக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும் என்ற முடிவுக்கு வழிவகுத்தது. மேலும், கேதோடுக் கதிர்கள் எதிர்மின்னூட்டத்தைத் தாங்கிச் செல்வதால் இத்துகள் கள் எதிர்மின்னூட்டத் துகள்களாக அமைய வேண்டும். அவ்வாறு யின் அத்துகளின் நிறை (m) மற்றும் மின்னூட்டம் (e) ஆகியவற்றை மதிப்பிடுவது அவசியமாகிறது. அத்தகைய முயற்சியில் முதன் முதலில் ஈடுபட்ட பெருமை J. J. தாம்ஸனையே சாரும். அவர் அளவறிந்த மின், மற்றும் காந்தப் புலங்களில் கேதோடுக் கதிர் களின் விலகலை அளவிடுவதன் மூலம் மின்னூட்டத்திற்கும் நிறைக்கு முள்ள விகித மதிப்பைக் (e/m) கணக்கிட்டார். R. A. **மிலிகன்** (R. A. Millikan) என்பவர் e மதிப்பை அளவிடுவதற்கான சிறந்த சோதனை ஒன்றை மேற்கொண்டார். இந்த e மதிப்பு, மற்றும் தாம்ஸனது சோதனை மூலம் பெறப்பட்ட (e/m) மதிப்பு ஆகியவற்றிலிருந்து m மதிப்பு கணக்கிடப்பட்டது. J. J. தாம் ஸன் இத்துகளுக்கு **எலெக்ட்ரான்** என்ற பெயர் சூட்டினர்.

பின்னர் மேற்கொள்ளப்பட்ட சோதனைகளின் மூலம் எலெக்ட் ரானின் m மற்றும் e மதிப்புக்கள் மிகவும் துல்லியமாக மதிப்பிடப் பட்டுள்ளன. அவையாவன :

$$e = 1.6011 \times 10^{-19} \text{ கூலும்}$$
$$m = 9.1096 \times 10^{-31} \text{ கிலோகிராம்.}$$

ஒவ்வொரு எலெக்ட்ரானும் மற்றெந்தவொரு எலெக்ட்ரானையும் முற்றிலும் ஒத்துள்ளது. எலெக்ட்ரான்கள் யாவும் அதே அளவு நிறையையும் அதே அளவு மின்னூட்டத்தையும் கொண்டுள்ளன.

5. 1. 7 கேதோடுக் கதிர்களின் தோற்றம்

மின்போக்குக் குழாயினுள் அமைந்த வாயு மூலகங்களுள் (மூலக் கூறுகளுள்) சில மின்புலத்தின் செயற்பாட்டால் அயனியாக்கம் பெறுகின்றன. **அயனியாக்கம்** என்பது நடுநிலை அணுக்கள் அல்லது மூலகங்களிலிருந்து ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட எலெக்ட்ரான்களை வெளியேற்றும் நிகழ்ச்சியேயாகும். இவ்வாறு எலெக்ட்ரான்கள் வெளியேற்றப்பட்ட மூலகங்கள் நேர்மின்னூட்டம் பெற்று நேர்மின் அயனிகளாக உருவெடுக்கின்றன. கேதோடுக் கதிர்க்குழாயில், நேர்மின் அயனிகள் எதிர்மின்வாயை (கேதோடை) நோக்கியும், எலெக்ட்ரான்கள் நேர்மின்வாயை (ஆனோடை) நோக்கியும் முடுக்குவிக்கப்படுகின்றன. நேர் மற்றும் எதிர்மின் அயனிகளின், எதிரெதிர்த் திசைகளில் அமைந்த இத்தகைய இயக்கமே மின்போக்குக் குழாயில் வாயுவின் வழியேயான மின்னோட்டத்தை அமைக்கிறது.

அணுக்கள் மற்றும் மூலகங்களிலிருந்தும் வெளியேற்றப்பட்ட எலெக்ட்ரான்கள் சாதாரணமாக விரைவிலேயே நடுநிலை மூலகங்களுடன் இணைந்து எதிர்மின் அயனிகளை உருவாக்குகின்றன. ஆயினும், மின்போக்குக் குழாயினுள் மிகக் குறைவான அழுத்தத்தில் நிலவும் அயனியாக்கச் சூழ்நிலைகளில் வாயுவின் நடுநிலை மூலகங்களிலிருந்து வெளியேற்றப்பட்ட எலெக்ட்ரான்கள் நடுநிலை அணுக்களுடன் இணைவதற்கான மிகக் குறைந்த வாய்ப்பைப் பெற்றுத் தனித்து நிற்கின்றன. இவ்வாறு தனித்து நிற்கும் எலக்ட்ரான்கள் கேதோடுக் கதிர்களை அமைக்கின்றன. நேர்மின் அயனிகளும்கூட கேதோடுக் கதிர்களின் இயக்கத்திற்குப் பின்வருமாறு உதவுகின்றன : அவை மின்புலத்தால் கேதோடை நோக்கி முடுக்குவிக்கப்படுவதால் கணிசமான அளவு இயக்க ஆற்றலைப் பெற்று கேதோடுப் பரப்பை மிக்க விசையுடன் மோதுகின்றன. இதன் பயனாய் கேதோடுப் பரப்பிலிருந்து எலெக்ட்ரான்கள் வெளியேற்றப்பட்டு ஆனோடை நோக்கி முடுக்குவிக்கப்படுகின்றன. எனவே, மின்போக்குக் குழாயில் தோன்றும் கேதோடுக் கதிர்கள் அல்லது எலெக்ட்ரான்களின் தோற்றத்திற்கு,

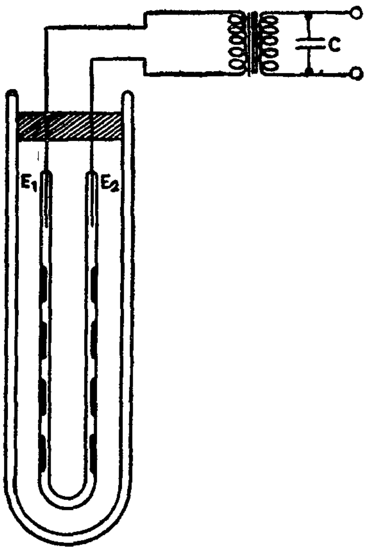
(i) தனிவகைச் சூழல்களில் அயனியாக்கம், மற்றும்

(ii) விரைந்து செல்லும் நேர்மின் அயனிகள் கேதோடை மோதுதல்

ஆகிய இருநிகழ்ச்சிகளும் முக்கிய காரணமாயமைகின்றன.

5. 1. 8 ஒளியூட்டத்தில் மின்போக்கு நிகழ்ச்சியின் பயன்

குறையழுத்தத்தில் வாயுக்களினூடே நிகழும் மின்போக்கு நிகழ்ச்சியானது பல்வேறு அறிவியல் மற்றும் தொழில் துறைகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. அத்தகைய பயன்களுள் நிறமாலையியல் ஆய்வில் பயன்படும் ஒளி மூலங்களையும் ஒளியூட்டத்திற்குப் பயன் படும் ஒளிர் குழல்களையும் (flourescent tubes) முக்கியமானவை யாகக் கருதலாம் ; இவை யாவும் மின்போக்குக் குழாய்களே யாகும். பின்வரும் பகுதியில் (i) சோடிய ஆவி விளக்கு, (ii) பாதரச ஆவிவிளக்கு மற்றும் (iii) ஒளிர்விளக்கு போன்ற அதிக ஒளி விளக்கத்திறன் (luminosity) கொண்ட நவீன விளக்குகளைப் பற்றி மட்டுமே கருதுவோம்.



படம் 5. 7

சோடிய ஆவி விளக்கு

(i) சோடிய ஆவி விளக்கு

இது 'சுடு கேதோடு நேர்மின்தம்ப' மின்போக்கினை (hot cathode positive column discharge) அடிப்படையாகக்கொண்ட தொரு விளக்காகும்.

சோடிய ஆவிவிளக்கு ஒன்றின் அமைப்பைப் படம் 5.7-ல் காணலாம். இதில் *U* வடிவில் அமைந்த மின்போக்குக் குழாயின் இருமுனைகளிலும் E_1, E_2 என்ற இருமின்வாய்கள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. குழாயின் உட்சுவரில் ஆங்காங்கே உலோகச் சோடியத் துணுக்குகள் வைக்கப்பட்டுள்ளன. மேலும், குழாயினுள் சுமார் 10 மிமீ பாதரச அழுத்தத்தில் மிகச்சிறிய அளவுக்கு நியான் வாயுவும் உள்ளது. இவ்வாயுவானது மின்போக்கினைத் தொடக்கிவைக்கும் ஊக்கியாகச் செயற்படுகிறது. இவ்விளக்கானது மிக்க ஒளி விளக்கத் திறனைப் பெறுவதற்கு, அது சுமார் 300°C வெப்பநிலையில் செயலாற்ற வேண்டியுள்ளது. எனவே, வெப்ப இழப்புகளைக் குறைக்கும் வகையில், மின்போக்குக் குழாயானது நடுவே வெற்றிடத்தைக் கொண்ட, ஓர் இரட்டைச் சுவர் வெற்றிடக் குழாயினுல் சூழப்பட்டுள்ளது. மின்போக்கினைத் தொடங்குவதற்குத் தேவையான சுமார் 400 வோல்ட் மின்னழுத்தத்தைக் கசிவு மின்மாற்றி (leak transformer) ஒன்று அளிக்கிறது.

மின்போக்கானது தொடக்கத்தில் நியான் வாயுவின் வழியாகவே ஏற்படுகிறது ; எனவே, விளக்கின் ஒளியானது சிவப்பு நிறமாக உள்ளது. இம் மின்போக்கினுல் தோன்றும் வெப்பமானது சோடியத்தை ஆவியாக்குவதற்குப் போதுமானதாக உள்ளது. அதன் பின்னர் மின்போக்கானது சோடிய ஆவியின் வழியாக நிகழ்ந்து நல்ல மஞ்சள் நிற ஒளியை அளிக்கிறது. இந்நிலையில் விளக்கு செயற்படுவதற்குத் தேவைப்படும் மின்னழுத்தம் 230 வோல்ட்டேயாகும்.

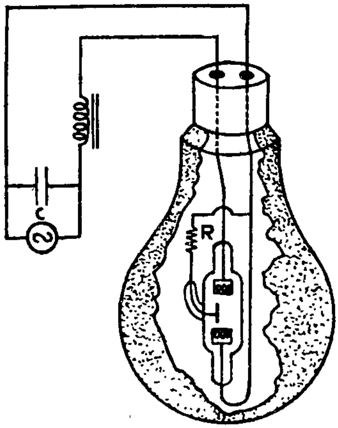
சோடிய ஆவிவிளக்கானது பொதுவாக ஆய்வகங்களில் ஒருநிற ஒளி மூலமாகச் செயற்படுகிறது ; கடைகளிலும் பொதுச் சதுக்கங்களிலும் (public squares) காட்சி அடுக்குகளை (show cases) ஒளியூட்டுவதற்குப் பயன்படுகிறது. பாதரச ஆவி விளக்குகளுடன் இணைந்த சோடிய ஆவிவிளக்குகள் தெருவிளக்குகளாகப் பயன்படுகின்றன. அத்தகைய விளக்குகள் குறைந்த செலவில் செறிவுமிக்க, கண்ணுக்கினிய ஒளியையும் தருகின்றன.

(ii) பாதரச ஆவி விளக்கு

பாதரச ஆவி விளக்கும் 'சுடு கேதோடு' வகையைச் சேர்ந்ததேயாகும். இது சுமார் 600°C வெப்பநிலையில் செயலாற்றுகிறது. இதன் அமைப்பு (படம் 5.8) சோடிய ஆவி விளக்கின் அமைப்பை ஒத்துள்ளது.

இதன் உட்குழாயில் சிறிதளவு பாதரசமும், சுமார் 10 மிமீ பாதரச அழுத்தத்தில் ஆர்கான் வாயுவும் உள்ளன. இக்குழாயின்

இருமுனைகளிலும் இரு முதனிலை மின்வாய்களும் (main electrodes) ஒருமுனையில் ஒரு தொடக்கி மின்வாயும் (starting electrode) உள்ளன. இக்குழாயானது வெற்றிடக்குழாய் ஒன்றினுல் சூழப்பட்டுள்ளது. தொடக்கி மின்வாயானது ஆர்கான் வாயுவின் வழியே மின்போக்கினைத் தொடக்குவதற்குத் துணை புரிகிறது. காலப்போக்கில் பாதரசமானது ஆவியாகி மின்போக்கினை நிலைநிறுத்தி செறிவுமிக்க ஒளியைத் தருகிறது. இது குறைந்த மின்னழுத்தத்தில் செயற்படுவதால் இதற்குத் தேவையான மின்னழுத்தமானது தக்கதொரு சோக் (choke) வழியே அளிக்கப்படுகிறது.



படம் 5. 8

பாதரச ஆவி விளக்கு.

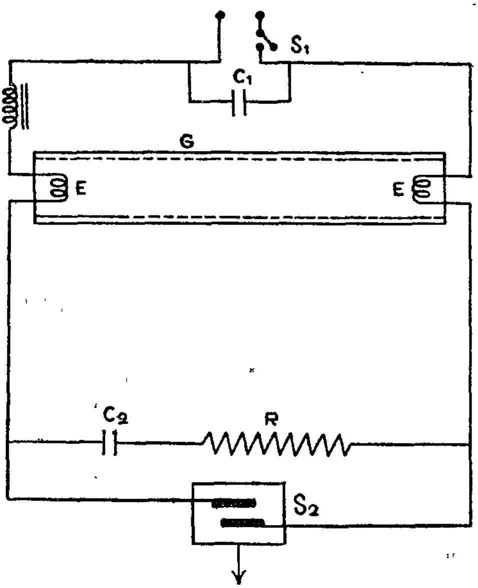
இவ்விளக்கிலிருந்து கிடைக்கப்பெறும் ஒளியானது புற ஊதா, ஊதா மற்றும் பச்சை நிறங்களில் வளமையுடையதாய் உள்ளது. எனவே, இவ்வொளியில் ஒருவரைக் காண்போமாயின் அவர் சாம்பல் வண்ணத்துடன் தோற்றமளிப்பார். பாதரச ஆவிவிளக்குகள் தற்காலத்தில் தெருவிளக்குகளாகப் பெரிதும் பயன்படுகின்றன.

(iii) ஒளிர் விளக்குகள்

பாதரச ஆவி விளக்குகளில் கட்புலனுகாத புற ஊதாக் கதிர்கள் பயனற்றுப் போகின்றன. ஆனுல், இவ்விளக்குகளின் குழாய்களின் உட்புறச் சுவர்கள் சின்க் சல்ஃபேட்டு, காட்மியம் போரேட்டு, போன்ற ஒளிர்பொருள்களால் பூசப்பட்டிருப்பின், அப்பொருள்

கள் கட்புலனுகா புற ஊதா ஒளியைப் பயனுறு கண்ணுறு ஒளியாய் மாற்றுகின்றன. (அப்பொருட்கள் பாஸ்ஃபர்கள் (phosphors) எனவும் அழைக்கப் பெறுகின்றன). எனவே, ஒளிர் விளக்குகள் பாதரச ஆவிவிளக்குகளின் மிகைவடிவங்களேயாகும் (extensions). பாஸ்ஃபர்களைத் தக்கவாறு மாற்றியமைப்பதன்மூலம் வண்ணங்களின் சீரான கலவை ஒன்றைப் பெறமுடியும்.

பொதுவாகப் பயன்படும் ஒளிர் விளக்கு ஒன்றின் அமைப்பைப் படம் 5.9-ல் காணலாம். இதில் G என்ற நீண்டதொரு கண்ணுடிக் குழாய் உள்ளது ; அதன் உட்புறச் சுவர்கள் ஒளிர் பொருள்களின் பூச்சு ஒன்றினைக் கொண்டுள்ளன.



படம் 5.9
ஒளிர் விளக்கு

குழாயினுள் சிறிதளவு பாதரசத்தை இட்டு சுமார் 1 மிமீ பாதரச அழுத்தத்தில் அதன் இருமுனைகளும் பற்றுசிடப்படுகின்றன (sealed). குழாயின் இரு முனைகளிலும் தடித்த டங்ஸ்டன் கம்பியாலான இரு மின்வாய்களும் (E,E) பொருத்தப்படுகின்றன. இந்த மின்வாய்கள் தொடக்கிச் சுற்று ஒன்றின் மூலம் சுமார் 2 முதல் 3 விநாடிகளுக்குத் தொடக்கச் சூடேற்றப்படுகின்றன. இக்

கால அளவில் மின்வாய்களின் வழியே செல்லும் மின்னோட்டமானது அவற்றைச் செஞ்சூடேற்றுகிறது. இந்நிலையில் அவற்றிற்கிடையே மின்போக்கு நிகழ்கிறது.

தொடக்கச் சூடேற்றுத் தொடக்கி (preheating starter) யான S_2, கனல்வகைத் (glow-type) தொடக்கியாகும். இதில் ஹீலிய வாயுவால் நிரப்பப்பெற்ற சிறு கண்ணாடிக் குமிழ் ஒன்றினுள் இரு உலோகக் கீற்றுகள் (strips) உள்ளன. S_1 என்ற சாவி இயக்கப்படுமாயின் உலோகக் கீற்றுகளிடையே ஒரு மின்போக்கு நிகழும். இந்த மின்போக்கின் பயனாய் உலோகக் கீற்றுகள் சூடேற்றப்பெற்று, வளைந்து ஒன்றையொன்று தொடுகின்றன. இதன் பயனாய் அவற்றுக்கிடையே மின்போக்குக் குலைந்து, அவை குளிர்ந்து விலகுகின்றன. ஆயினும் இதனிடையில் டங்ஸ்டன் மின்வாய்கள் சூடேற்றப்பட்டு அவற்றிற்கிடையே மின்போக்கு நிகழ்வதால் விளக்கு செயலாற்றத் தொடங்குகிறது. தொடக்கிச் சுற்றில் அமைந்த மின்தேக்கி (C_2) யானது வானொலிக் குறுக்கீடுகளுக்கு மாற்றுவழியாக அமைகிறது. C_2 - உடன் தொடரிணைப்பில் அமைந்த (சுமார் 100 ஓம் அளவிலான). மின்தடை, R, உலோகக் கீற்றுகள் உருகி இணையாவண்ணம் தடுக்கிறது. சோக் ஒரு மின்னோட்ட வரம்பியாகச் (current limiter) செயற்படுகிறது ; மின்னழுத்த முனைகளுக்கிடையில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் மின்தேக்கியானது திறன் எண்ணைத் (power factor) திருத்துகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட மின்திறன் செலவுக்குச் சாதாரண இழை விளக்குகளைவிட ஒளிர்விளக்குகள் அதிக ஒளிவிளக்கத் திறனைக் கொண்டிருப்பது அவற்றின் சிறப்பாகும். எனவே, அவை வீடுகளில் மேன்மேலும் மிகுதியாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன மேலும், அவை கூசொளி (glare) யையும் கருத்த நிழல்களையும் குறைத்துச் சீராகப் பரவிய ஒளியை அளிக்கின்றன. இவ்விளக்குகளின் சராசரி ஆயுளும் அதிகமாக உள்ளது. இச்சிறப்பு நலன்கள் சுரங்கங்களிலும் அறுவைச் சிகிச்சையின் போதும் பயன்படும் சிறப்புவகை விளக்குகளை உருவமைக்கப் பயன்படுகின்றன.

பயிற்சி 5.1

1. வாயுக்களின் வழி மின்போக்கு என்றால் என்ன ?
2. (i) எலெக்ட்ரான்களைக் கண்டுபிடித்தவர் யார் ?

   (ii) எக்ஸ் கதிர்களைக் கண்டுபிடித்தவர் யார் ?
3. மின்போக்குக் குழாய் ஒன்றினைப் படத்துடன் விளக்குக.

4. மின்போக்குக் குழாயினுள் அமைந்த வாயுவின் அழுத்தம் குறையக் குறைய மின்போக்கின் தன்மையில் ஏற்படும் மாறுதல்களைத் தக்க படங்களுடன் விளக்குக.

5. கேதோடுக் கதிர்கள் என்பவை யாவை ? அவற்றின் முக்கிய பண்புகளைக் கூறுக.

6. கேதோடுக் கதிர்களின் நேர்கோட்டியக்கத்தைச் சோதனை மூலம் எவ்வாறு நிறுவுவாய் ?

7. கேதோடுக் கதிர்களுக்கு உந்தமும் ஆற்றலும் உண்டென் பதை நிறுவுவதற்கான சோதனையை விளக்குக.

8. கேதோடுக் கதிர்கள் எதிர் மின்னூட்டத்தைத் தாங்கிச் செல்கின்றன என்பதை விளக்குவதற்கான சோதனையை விளக்குக.

9. எலெக்ட்ரானின் மின்னூட்ட மதிப்பு என்ன ? அதன் நிறை என்ன ?

10. கேதோடுக் கதிர்களின் தோற்றத்தை விளக்குக.

11. சோடிய ஆவி விளக்கு ஒன்றின் தத்துவம், அமைப்பு மற்றும் செயல்முறை ஆகியவற்றை விளக்குக.

12. பாதரச ஆவிவிளக்கு ஒன்றினைப் படத்துடன் விளக்கி அதன் பயன்களைக் கூறுக.

13. ஒளிர்விளக்கு ஒன்றைப் படத்துடன் விளக்கி அதன் செயல்முறையை விளக்குக. அதன் சிறப்பு நலன்களையும் சிறப்புப் பயன்களையும் கூறுக.

5. 2. எலெக்ட்ரான் மூலங்கள்

5. 2. 1 முன்னுரை

எலெக்ட்ரான்கள் அனைத்து உலோகங்களின் ஆக்கக் கூறுகளா கும் ; உண்மையில் பருப்பொருளின் அனைத்து அணுக்களின் ஆக்கக் கூறுகளாகும். பருப் பொருளின் மிகச்சிறு பகுதியிலும் எண்ணற்ற எலெக்ட்ரான்கள் உள்ளன. எனவே, தக்க சூழ்நிலைகளில் எவ் வகைப் பருப்பொருளையும் எலெக்ட்ரான்களை வெளிவிடுமாறு செய்யலாம் என எதிர்பார்க்கப்படுகிறது. காட்டாக, எலெக்ட் ரான்களால் ஆன கேதோடுக் கதிர்கள் மின்போக்குக் குழாய் ஒன் றில் வெளிவிடப்படுகின்றன என முன்னரே கண்டோம். எலெக்ட் ரான் வெளியீட்டை அளிக்கும் ஏனைய முக்கிய நிகழ்ச்சிகளாவன:

(i) வெப்ப அயனி வெளியீடு (thermionic emission), (ii) ஒளிமின் வெளியீடு (photo electric emission). இவ்விரு நிகழ்ச்சிகளும் விரிவான நடைமுறைப் பயன்களைப் பெற்றிருப்பதால் அவற்றைப் பற்றிய ஆய்வானது மிக்கப் பயனுடையதாய் அமையும்.

5. 2. 2 வெப்ப அயனி வெளியீடு

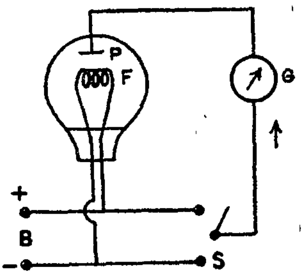
சூடேற்றப்பெற்ற உலோகங்கள் மின்னூட்டங்களை வெளியிடுதலைப் பற்றிய விரிவான ஆய்வுகளை **O. W. ரிச்சர்ட்சன்** (O. W. Richardson) என்பார் மேற்கொண்டார். டங்ஸ்ட்டன் போன்ற உலோகங்களின் வழியே மின்னோட்டம் ஒன்றைச்செலுத்தி அவற்றைச் சூடேற்றும்பொழுது, அவை செறிவு மிக்க எலெக்ட்ரான் க்ற்றைகளை அளிக்கின்றன. இது, நீரானது கொதிநிலைக்குச் சூடேற்றப்படும்பொழுது அதனின்றும் நீராவி உருவாதலைப் போன்றதாகும். இந்த எலெக்ட்ரான் வெளியீடானது உயர்வெப்ப நிலையினாலேயன்றி மின்னோட்டத்தின் பயனாய் நிகழ்வதன்று. சுடு பொருள் ஒன்றினால் எலெக்ட்ரான்கள் வெளிவிடப்படும் இந் நிகழ்ச்சியானது **வெப்ப அயனி வெளியீடு** என அழைக்கப்படுகிறது. இதனைப்பற்றிக் கூறும் அறிவியல் துறைக்கு, பேராசிரியர் O. W. ரிச்சர்ட்சன் வெப்ப அயனியியல் (thermionics) என்னும் பெயரைச் சூட்டினார். சுடு உலோகங்களிலிருந்து வெளிவிடப்படும் அயனிகள் (எலெக்ட்ரான்களும் எதிர் மின் அயனிகளாகும்) வெப்ப அயனிகள் அல்லது வெப்ப எலெக்ட்ரான்கள் (thermionic electrons) என அழைக்கப்படுகின்றன. இந்த வெப்ப அயனிகளின் இயக்கம் ஒரு மின்னோட்டத்தை அமைக்கிறது; அம் மின்னோட்டம் வெப்ப அயனி மின்னோட்டம் என அழைக்கப் பெறுகிறது.

5. 2. 3 கண்டுபிடிப்பு

1885-ஆம் ஆண்டில் தாமஸ் ஆல்வா எடிசன் என்பவர் நல்லதொரு மின்விளக்கை உருவமைக்கும் முயற்சியில் தற்செயலாக மற்றுமொரு விளைவினைக் கண்டுபிடித்தார். அது எடிசன் விளைவு (Edison effect) என அழைக்கப்பெறுகிறது. இவ்விளைவினை விளக்குவதற்கான சோதனை அமைப்பைப் படம் 5-10ல் காணலாம்.

படத்தில் *F* என்பது ஒரு கார்பன் இழை; *P* என்பது ஒரு உலோக மின்வாய். இவையிரண்டும் சிறந்த வெற்றிடமாக்கப் பட்ட கண்ணாடிக் குமிழ் ஒன்றினுள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இழையினை மின்கல அடுக்கு ஒன்றுடன் இணைப்பதன் மூலம், அது வெண்

சூடேற்றப்படுகிறது. *S* என்ற சாவியானது மின்கல அடுக்கின் நேர்முனையுடன் 'இணைக்கப்படுமாயின் *P* என்ற மின்வாயானது இழையை நோக்க நேர்மின்னழுத்தம் அல்லது நேர் மின்னூட்டம் பெறுகிறது. இந்நிலையில் கால்வனுமீட்டர் மின்னோட்டம் ஒன்றைக் காட்டுகிறது. ஆனால் *P*-ஐ மின்கல அடுக்கின் எதிர் முனையுடன் இணைத்து அது எதிர்மின்னூட்டம் பெறுமாறு செய்யப்படுமாயின் கால்வனுமீட்டர் மின்னோட்டம் எதையும் காட்டுவதில்லை. இச் சோதனையினின்றும் சூடேற்றப்பெற்ற இழையானது எதிர் மின்னூட்டங்களை வெளிவிடுகிறது என்பதனைத் தெளிவாக அறியலாம்.



படம் 5. 10

எடிசன் விளைவு

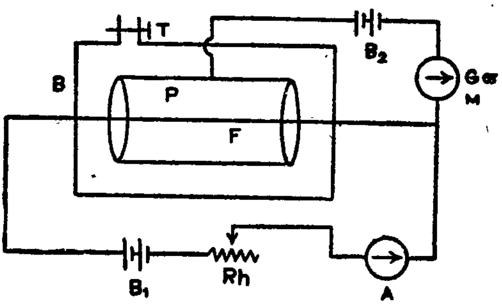
P, நேர் மின்னூட்டம் பெறும்போது இந்த எதிர்மின்னூட்டங்கள் உலோகத் தகட்டினால் (*P*) ஈர்க்கப்பட்டு மின்னோட்டம் ஒன்றை அமைக்கின்றன. *P* எதிர்மின்னூட்டம் பெறும்போது இழையி லிருந்து வரும் எதிர்மின்னூட்டங்களை அது ஒதுக்குமாதலால் மின்னோட்டம் விளைவதில்லை. 1895-ல் எலெக்ட்ரான்கள் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட பின்னர் இந்த மின்னூட்டங்கள் துகள்களுக்கு (எலெக்ட்ரான்களுக்கு) உரியவை என அறிய முடிந்தது.

5. 2. 4 ரிச்சர்ட்சன் சோதனை

வெப்ப அயனி வெளியீட்டு நிகழ்ச்சியைப்பற்றிப் பேராசிரியர் **O. W.** ரிச்சர்ட்சனுக்கு முன்னரே பல ஆய்வாளர்கள் ஆராய்ந் துள்ள போதிலும் இந்நிகழ்ச்சிக்கான திருப்தியானதொரு விளக் கத்தைமுதன் முதலில் அளித்தவர் அவரேயாவர். அவரது சோதனை கள் வெப்ப அயனிகளின் தன்மையை மட்டுமின்றி வெப்ப அயனி களை வெளிவிடும் உமிழியின் **(emitter)** வெப்பநிலை, தன்மை மற்றும் பரப்பளவு, மின்னழுத்த வேறுபாடு, மற்றும் உமிழியைச் சூழ்ந்துள்ள வாயுவின் தன்மை மற்றும் அழுத்தம் ஆகியவற்றின்

மீதான வெப்பஅயனி வெளியீட்டின் சார்புநிலையையும் ஐயமற நிறுவின. வெப்ப அயனி வெளியீட்டைப்பற்றிய ஆய்வுக்குப் பயன்படும் கருவியின் அமைப்பைப் படம் 5.11-ல் காணலாம்.

இங்கு, சூடேற்றப்பட வேண்டிய உலோகமானது மெல்லிய கம்பியின் வடிவில் உள்ளீடற்ற உலோக உருளை ஒன்றின் அச்சின் வழியே அமைக்கப்பட்டுள்ளது. மெல்லிய கம்பியானது இழையெனவும் (*F*) உலோக உருளையானது தகடு (plate) எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. இழையும் தகடும் *B* என்ற கண்ணாடிக் குமிழ் ஒன்றினுள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. கண்ணாடிக் குமிழ் பக்கக் குழாய் ஒன்றின் மூலம் வெற்றிடப் பம்பு ஒன்றுடன் இணைக்கப் பட்டுள்ளது. எனவே, குமிழினுள் சிறந்த வெற்றிடம் ஒன்றை உருவாக்கவோ அல்லது தேவையான அழுத்தத்தில் ஒரு வாயுவை



படம் 5.11

ரிச்சர்ட்சன் சோதனை

நிரப்பவோ முடியும். இழையுடன் ஒரு மின்கல அடுக்கு, B_1, ஓர் அம்மீட்டர் மற்றும் ஒரு தடைமாற்றி ஆகியவை தொடரிணைப்பு முறையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இச்சுற்றின் உதவியால் இழை வழியே மின்னோட்டம் ஒன்று செலுத்தப்பட்டு அது சூடேற்றப்படுகிறது. இழையின் வழிச் செல்லும் மின்னோட்டத்தை (I_f) அம்மீட்டர் அளவிடுகிறது. தகடுடன் இணைக்கப்படும் B_2 என்ற மற்றொரு மின்கல அடுக்கு, தகடுக்கும் இழைக்குமிடையே மின்னழுத்த வேறுபாடு ஒன்றை நிறுவுகிறது. தகடுச் சுற்றில் அமைந்த உணர்வு நுட்பமிக்கதொரு கால்வனா மீட்டரோ (*G*) அல்லது மில்லி அம்மீட்டரோ (*M*) வெப்ப மின்னோட்டம் அல்லது தகடு மின்னோட்டத்தை அளவிடுகிறது.

சோதனையின் முதல் கட்டமாக B_2 மின்கல அடுக்கின் நேர் மின்வாய் தகடு (*P*)உடன் இணைக்கப்படுகிறது. இழையானது

சாதாரண வெப்ப நிலைகளில் அமையும்பொழுது கால்வனு மீட்டரில் விலகல் எதுவும் ஏற்படுவதில்லை. இது அவ்வெப்ப நிலைகளில் B_2 மின்கலச் சுற்றில் மின்னோட்டம் எதுவும் இல்லாததை, அதாவது இழையிலிருந்து மின்னூட்டத் துகள்கள் வெளிவிடப்படாததைக் குறிக்கிறது. ஆயினும், இழையின் வழியே அதிக மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தி, அதன் வெப்பநிலையை அதிகமாக்குவோமாயின் கால்வனு மீட்டர் மின்னோட்டம் ஒன்றைக் காட்டுவதைக் காணலாம். இந்நிகழ்ச்சியானது இழையினால் வெளிவிடப்படும் மின்னூட்டத் துகள்கள், இழைக்கும் தகசுக்கும் இடையிலுள்ள வெற்றிடத்தின் வழியே செல்வதைக் குறிக்கிறது. இழையின் வெப்பநிலையை அதன் செஞ்சூட்டு நிலையிலிருந்து வெண்சூட்டு நிலைக்கு மேன் மேலும் உயர்த்துவோமாயின் மின்னோட்டமானது விரைந்து அதிகமாவதைக் காணலாம்.

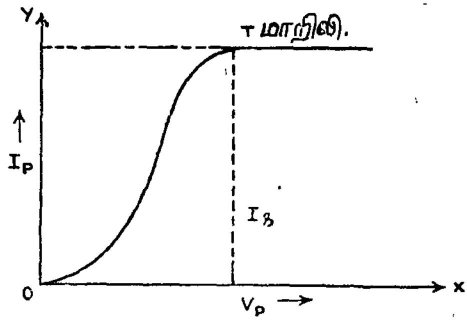
அடுத்து B_2 மின்கல அடுக்கின் எதிர்மின் வாயைத் தகசுடன் இணைத்து மேற்கூறப்பட்ட வகையில் சோதனை மீண்டும் செய்யப்படுகிறது. இப்பொழுது இழையானது வெண்சூடேற்றப்பட்ட நிலையிலும் கால்வனு மீட்டர் மின்னோட்டம் எதையும் காட்டுவதில்லை. எனவே, உலோகத்தினால் வெளிவிடப்படும் மின்னூட்டத் துகள்கள் யாவும் எதிர்மின்னூட்டத் துகள்களே என்ற முடிவுக்கு வரலாம். இத்துகள்கள் உண்மையில் எலெக்ட்ரான்களாகும்.

5. 2. 5 ரிச்சர்ட்சன் சோதனையில் பெறப்பட்ட சில முக்கிய கருத்துக்கள்

(i) **அயனிகளின் தன்மை** : சூடேற்றப்பெற்ற இழையினால் வெளிவிடப்படும் மின்னூட்டத் துகள்கள் எலெக்ட்ரான்களாகும். தாம்ஸன், அத்துகள்களின் e/m மதிப்பினை (இது நிறையலகு மின்னூட்டம் -specific charge- எனவும் அழைக்கப்பெறுகிறது.) அளவிட்டு இக்கருத்தினை உறுதிப்படுத்தினார் ; இத்துகள்களின் e/m மதிப்பானது எலெக்ட்ரான்களின் e/m மதிப்புக்குச் சமமாய் இருப்பதை அவர் கண்டார்.

(ii) **தெவிட்டு மின்னோட்டம்** (Saturation current) : இழையின் வெப்ப நிலையை அதன் மின்தடையிலிருந்து மதிப்பிடலாம். இழையின் அதே வெப்பநிலை (T)யில் தகசுக்கு அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தத்தை (V_p) மாற்றி ஒவ்வொரு மின்னழுத்தத்திற்கும் உரிய வெப்ப அயனி மின்னோட்டம் (I_p) அளவிடப்படுகிறது. I_p, V_p மதிப்புக்களை ஒரு வரைபடத்தில் குறிப்போமாயின் அது படம் 5.12-ல் உள்ளது போன்ற ஒரு வளைகோடாக அமையும்.

வெப்ப அயனி மின்னோட்டமானது ஓம் விதிக்கு உட்படுவ தில்லை என்பதைப் படம் 5.12-லிருந்து அறியலாம். அது தொடக் கத்தில் மிக மெதுவாகவும் பின்னர் மிக விரைந்தும் அதிகமாகி, இறுதியில் மாறா நிலையை அடைகிறது. மின்னோட்டத்தின் மாறா மதிப்பு தெவிட்டு மின்னோட்டம் (I_s) எனப் பெறுகிறது. இம் மின்னோட்டத்திற்குரிய மின்னழுத்தம் தெவிட்டு மின்னழுத்தம் எனப்படுகிறது.



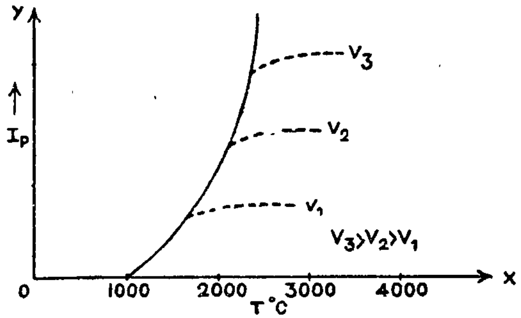
படம் 5. 12

தகடு மின்னழுத்தத்தைப் (V_p) பொறுத்து வெப்ப அயனி மின்னோட்டத்தின் (I_p) மாறுதல்

(iii) **சூழ் மின்னூட்டத் தெவிட்டு நிலை** (Space-charge saturation) : அடுத்து, தகடு மின்னழுத்தம் V_p-ஐ மாறிலியாக அமைத்து, இழையின் வெப்பநிலை, T, சிறிது சிறிதாகக் கூட்டப் படுகிறது. இந்நிலையில் வெப்பநிலையானது சுமார் 1000 °C-ஐ அடையும்போது சுற்றில் மின்னோட்டம் (I_p) பாயத் தொடங்கு கிறது. வெப்பநிலை மேலும் அதிகப்படுத்தப்படுமாயின் மின்னோட்ட மானது படம் 5.13-ல் காட்டியுள்ளவாறு, தெவிட்டு நிலையை அடையும் வரை அதிகமாகிறது.

மின்னழுத்தத்தைப் படிப்படியாக அதிகமாக்கி, V_1, V_2, V_3 போன்ற வெவ்வேறு மாறா மின்னழுத்தங்களில் அத்தகைய வளை கோடுகள் பெறப்படுகின்றன. அத்தகைய வளைகோடுகளிலிருந்து மின்னோட்டமானது ஒவ்வொரு மின்னழுத்தத்திற்கும் ஒரு குறிப் பிட்ட பெரும மதிப்பைப் பெறுவதைக் காணலாம். இதனைச் சூழ் மின்னூட்டத் தெவிட்டுநிலை என்ற கருத்தின் அடிப்படையில் பின்வருமாறு விளக்கலாம் : குறைந்த வெப்பநிலைகளில் எலெக்ட் ரான் வெளியீட்டு வீதமானது குறைவாக உள்ளது. எனவே, தகடு மின்னழுத்தமானது (V_1 எனக்கொள்வோம்) எல்லா எலெக்ட்

ரான்களையும் தகசை நோக்கி ஈர்க்க வல்லதாயமைகிறது. இழை யின் வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது எலெக்ட்ரான் வெளியீட்டு வீதமும் அதிகமாகிறது. ஆயினும், தகசு மின்னழுத்தமானது (V_1) அவ்வாறு வெளிவிடப்படும் எலெக்ட்ரான்கள் யாவற்றை யும் தகசை நோக்கி ஈர்ப்பதற்குப் போதுமானதாக இராதாகை யால், ஈர்க்கப்படாது நிற்கும் எலெக்ட்ரான்கள் இழையின் அருகி லேயே அமையும். இது **சூழ்மின்னூட்டம்** என அழைக்கப்படு



படம் 5. 13

வெப்ப நிலை (T)யைப் பொறுத்து
வெப்ப அயனி மின்னோட்டம் மாறுபடுதல்

கிறது ; அதாவது எலெக்ட்ரான்கள் இழைக்கும் தகசுக்கும் இடைப் பட்ட வெளியிடத்திலேயே வட்டமிட்டுக்கொண்டுள்ளன. இந்த எலெக்ட்ரான்கள் இழையிலிருந்து மேலும் அதிக எலெக்ட்ரான் கள் விடுபடுவதைக் கடினமாக்கும். இழையின் வெப்பநிலை மேலும் அதிகரிக்கப்படும்பொழுது விஞடி ஒன்றுக்கு தகசை அடையும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை மாறுமலிருக்கும் நிலை ஒன்று உருவாகிறது. அதாவது மின்னோட்டமானது சூழ்மின்னூட்ட விளைவின் பயனைத் தெவிட்டு நிலை எய்துகிறது. இவ்வாறு தகசு மின்னழுத்தத்தின் போதாமையால் விளையும் மின்னோட்ட வரம் பானது **சூழ்மின்னூட்டத் தெவிட்டுநிலை** என அழைக்கப்பெறு கிறது. தகசு மின்னழுத்தம் அதிகமாகும்போது தெவிட்டு மின் னோட்டமும் அதிகமாகிறது.

5. 2. 6 ஒளிமின் விளைவு

பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டில் மேற்கொள்ளப்பட்ட பல சோதனைகள், கணிசமான எண்ணிக்கையிலமைந்த உலோகங்கள், அவற்றின் மீது புறஊதா அல்லது கண்ணுறு ஒளிபடும்போது

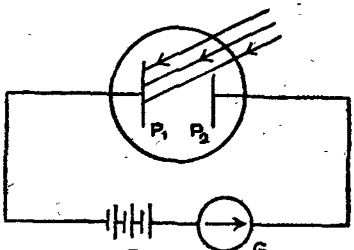
எலெக்ட்ரான்களை வெளிவிடுகின்றன என உணர்த்தின. ஒளி வாயிலாக மின்னோட்டம் ஒன்றைப் பெறக்கூடிய இவ்விளைவு **ஒளி மின் விளைவு** என அழைக்கப்பெறுகிறது.

5. 2. 7 ஒளிமின் விளைவைப் பற்றிய கண்டுபிடிப்பு

1873-ஆம் ஆண்டில் முதன் முதலில் இவ்விளைவினைக் கண்டவர் **W.** ஸ்மித் (W. Smith) என்னும் தந்திக்கருவி இயக்குநரே யாவர். அவர் செலினிய மின்தடைகளின் துணையுடன் அட்லாண்டிக் கடல்வழித் (trans-atlantic) தந்திக் கம்பிகளின் மின் தடையை அளவிடும் பணியில் ஈடுபட்டிருந்தார். அப்பணியின் போது செலினிய மின்தடைகளின் மீது சூரிய ஒளி படும்போது சுற்றில் மின்னோட்டமானது கணிசமான அளவுக்கு மாறுவதை அவர் கண்டார். அடுத்து 1887-ல் **ஹெர்ட்ஸ்** (Hertz) என்பார், மின்பொறிவெளி ஒன்றின் மீது புற ஊதாக் கதிர்கள் படும்போது மின்பொறிகள் எளிதில் கடப்பதைக் கண்டார். அத்தகைய ஆய்வுகளின் பயனாய், திண்மங்கள், திரவங்கள் மற்றும் வாயுக்கள் உள்ளிட்ட எல்லா பொருள்களும் தக்க சூழல்களில் ஒளிமின் விளைவைத் தோற்றுவிக்கின்றன என்பது புலனாயிற்று. ஆயினும், உலோகங்களின் துணையுடன் அவ்விளைவினை ஆராய்வது எளிதாகும்.

5. 2. 8 சோதனையியல் ஆய்வு

ஒளிமின் விளைவைப் பற்றிய ஆய்வுக்குப் பயன்படும் கருவியின் அமைப்பைப் படம் 5.14-ல் காணலாம். இங்கு P_1, P_2 என்ற இரு துத்தநாகத் தகடுகள் வெற்றிடமாக்கப்பட்ட குவார்ட்ஸ்



படம் 5. 14
ஒளிமின் விளைவு

குமிழ் ஒன்றினுள் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றுடன் B என்ற மின்கல அடுக்கும் G என்ற கால்வனா மீட்டரும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. தகடுகளுள் P_1, மின்கல அடுக்கின் எதிர் மின்வாயுட

னும், P_2 நேர்மின்வாயுடனும் இணைக்கப்படுகின்றன. இந்நிலையில் P_1-ன் மீது புற ஊதாக் கதிர்கள் விழுமாயின் சுற்றில் மின்னோட்டம் ஒன்று நிகழ்வதைக் கால்வனு மீட்டரில் காணலாம். ஆனால், மின்கலத்தின் நேர் மின்வாயுடன் இணைக்கப்பட்ட P_2ன் மீது ஒளி விழுமாயின் மின்னோட்டம் எதுவும் நிகழ்வதில்லை. இக்காட்சிப் பதிவுகள், ஒளிமின் விளைவில் வெளிவிடப்படும் துகள்கள் எதிர்மின்னூட்டத் துகள்களாய் அமைய வேண்டும் என்ற முடிவுக்கு வழி வகுத்தன. எதிர்மின் வாயிலிருந்து (P_1) வெளிப்படும் எலெக்ட்ரான்கள் நேர்மின்வாயை (P_2) நோக்கி ஈர்க்கப்பட்டு ஒரு மின்னோட்டத்தை அமைக்கின்றன என்ற கருத்தின் அடிப்படையிலேயே பதிவிடப்பட்ட மின்னோட்டத்தை விளக்க முடியும். வெளிவிடப்பட்ட அயனிகளின் e/m மதிப்பைக் கணக்கிட்ட லெனார்டு (Lenard) அம்மதிப்பானது எலெக்ட்ரான்களுக்குரிய e/m மதிப்புக்குச் சமமாயிருப்பதைக் கண்டார். எனவே, ஒளி-மின் உமிழிகளால் (photo-emissive substances) வெளிவிடப்படும் துகள்கள் எலெக்ட்ரான்களே என்பது தெளிவாகிறது.

5. 2. 9 ஒளிமின் விளைவைப் பற்றிய முடிவுகள்

ஒளிமின் வெளியீட்டு நிகழ்ச்சியைப் பற்றிய பல்வேறு சோதனையியல் ஆய்வுகளின் பயனாய் அதனைப்பற்றிய பின்வரும் உண்மைகள் பெறப்பட்டுள்ளன.

(a) ஒரு உலோகமானது அதன்மீது படும் கதிர்வீச்சின் (ஒளியின்) அதிர்வெண், ஒரு குறிப்பிட்ட மதிப்புக்கு மேற்படும்போது மட்டுமே ஒளிமின் விளைவைத் தோற்றுவிக்கிறது. அதிர்வெண்ணின் அக்குறிப்பிட்ட மதிப்பு **பயன்தொடக்க அதிர்வெண்** (threshold frequency) என அழைக்கப்படுகிறது. பயன்தொடக்க அதிர்வெண்ணானது கதிர்வீச்சுக்கு உட்படும் பொருளின் தன்மையைப் பொறுத்தது.

(b) உலோகத்தின் மீது படும் ஒளியின் அதிர்வெண், பயன் தொடக்க அதிர்வெண்ணுக்கு மேற்படும்போது ஒளி மின்னோட்டம் அல்லது வெளிவிடப்படும் எலெக்ட்ரான்களின் மொத்த எண்ணிக்கையானது ஒளியின் செறிவுக்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கிறது.

(c) ஒளிமின் எலெக்ட்ரானின் திசைவேகமும், அதனால் அது பெறும் இயக்க ஆற்றலும் ஒரு குறிப்பிட்ட பெரும மதிப்புக்கு மேற்பட முடியாது. இப்பெரும மதிப்பானது ஒளியின் செறிவினையன்றி அதன் அதிர்வெண்ணை மட்டுமே சார்ந்துள்ளது. ν என்பது ஒளியின்அதிர்வெண், ν_0 என்பது பயன்தொடக்க அதிர்வெண் எனில் பெரும இயக்க ஆற்றலானது $(\nu-\nu_0)$க்கு நேர்விகிதத்திலுள்ளது.

(d) ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வெண்ணுடைய ஒளியானது எலெக்ட்ரான்களை விடுவிக்குமாயின் ஒளிமின் வெளியீட்டு நிகழ்ச்சி ஒரு உடனுறு நிகழ்ச்சியாகும். உண்மையில், உலோகப் பரப்பின் மீது ஒளிக்கதிர் படுதலுக்கும் எலெக்ட்ரான்களின் தோற்றத்திற்கும் இடைப்பட்ட கால அளவு மிகச்சிறிய ஒளிச் செறிவுகளுக்கும் 10^{-9} செகண்டுக்கு மேற்படுவதில்லை.

இரண்டாவது, மூன்றாவது முடிவுகள் ஒளிமின் வெளியீட்டைப் பற்றிய விதிகள் என அழைக்கப்பெறுகின்றன.

பயிற்சி 5.2

A. வெப்ப அயனி வெளியீடு

1. எலெக்ட்ரான் மூலங்களுள் முக்கியமானவற்றைக் கூறுக.
2. வெப்ப அயனி வெளியீடு என்றால் என்ன ?
3. வெப்ப அயனிகள் எனப்படுபவை யாவை ?
4. வெப்ப அயனி மின்னோட்டம் என்றால் என்ன ?
5. எடிசன் விளைவு என்றால் என்ன ? இவ்விளைவினை விளக்குவதற்கான சோதனை ஒன்றை விவரிக்க ?
6. ரிச்சர்ட்சன் சோதனையை விளக்கி அது எவ்வாறு அயனி வெளியீட்டை விளக்குகிறது என விளக்குக.
7. ரிச்சர்ட்சன் சோதனையின் முக்கியமான முடிவுகளைக் கூறுக.
8. சூழ் மின்னூட்டத் தெவிட்டு நிலையை விளக்குக.

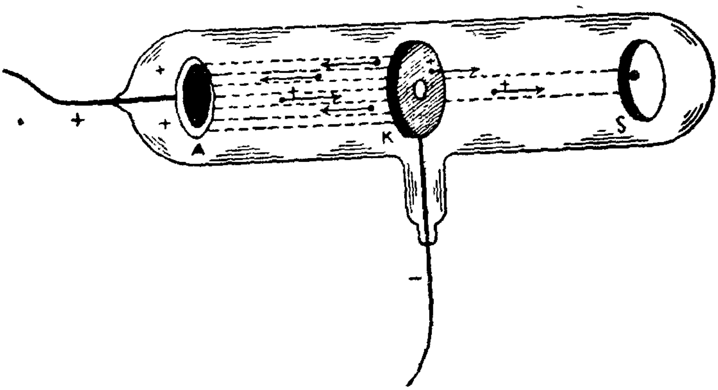
B. ஒளிமின் விளைவு

9. ஒளிமின் விளைவு என்றால் என்ன ?
10. ஒளிமின் எலெக்ட்ரான்கள் எனப்படுபவை யாவை ?
11. ஒளி மின்னோட்டம் என்றால் என்ன ?
12. ஒளி மின்விளைவின் கண்டுபிடிப்பைப் பற்றிச் சுருக்கமாக கூறுக.
13. ஒளிமின் விளைவைப் பற்றி ஆய்வதற்குரிய சோதனை ஒன்றை விளக்குக.
14. ஒளிமின் விளைவைப் பற்றிய முக்கியமான முடிவுகளைக் கூறுக.

5. 3. அணு அமைப்பு

5. 3. 1 நேர்மின் கதிர்கள்

கேதோடுக் கதிர்களின் பண்புகளைப் பற்றிப் பல இயற்பிய லாளர்களும் ஆராய்ந்து கொண்டிருந்தபோது கோல்ட்ஸ்டீன் (Goldstein) என்பவர் தனிவகை மின்போக்குக் குழாய் ஒன்றை அமைத்து 1886-ல் **புழைக்கதிர்கள்** (Canal rays)) என்ற புதியதொருவகைக் கதிர்களைக் கண்டுபிடித்தார். இக்கண்டுபிடிப் பினை விளக்குவதற்கென உருவமைக்கப்பட்ட மின்போக்குக் குழா யின் அமைப்பைப் படம் 5.15-ல் காணலாம்.



படம் 5. 15

புழைக்கதிர்களின் கண்டுபிடிப்பு

படத்தில் *K* என்பது துளைகளிடப்பட்ட கேதோடு, *A* என்பது அலுமினியத்தாலான திண்தட்டு. *S* என்பது ஓர் ஒளிர்திரை. சுமார் 1 மிமீ பாதரச அழுத்தத்தில், கேதோடுக்குப் பின்புறத்தில் கேதோடுக் கதிர்களுக்கு எதிர்த்திசையில் இயங்கும் ஒளிக்கதிர்கள் காணப்படுகின்றன. இக்கதிர்கள் கேதோடிலுள்ள துளை அல்லது புழைகளின் வழியே கேதோடுக் கதிர்களுக்கு எதிர்த்திசையில் நேர் கோடுகளில் இயங்குவதால் கோல்ட்ஸ்டீன் அவற்றைப் புழைக் கதிர்கள் என அழைத்தார்.

வியன் (Wien) என்பவர் புழைக் கதிர்களை காந்தப்புலம் ஒன்றைக் கொண்டு விலக்கி, அவை நேர்மின்னூட்டத் துகள் களால் ஆனவை எனக் கண்டார். எனவே, புழைக் கதிர்கள் வழக் கில் **நேர்மின் கதிர்கள்** என அழைக்கப்படுகின்றன.

5. 3. 2 நேர்மின் கதிர்களின் பண்புகள்

புழைக் கதிர்கள் பின்வரும் பண்புகளைக் கொண்டுள்ளன :

(i) புழைக் கதிர்கள் நேர்மின்னூட்டத் துகள்களால் ஆக்கப் பட்டுள்ளன. அவை, கேதோடுக் கதிர்கள் அமைந்த அதே மின்போக்குக் குழாயில் மிகுதியான, ஆனால் கேதோடுக் கதிர்களைவிடக் குறைந்த திசை வேகங்களுடன் நேர்கோடு களில் இயங்குகின்றன.

(ii) அவை மின், மற்றும் காந்தப் புலங்களால் விலக்கப்படு கின்றன. ஆயினும் அவற்றின் விலகல் கேதோடுக் கதிர் களின் விலகலுக்கு எதிர்த்திசையில் உள்ளது.

(iii) அவை அலுமினியத் தாள்கள் போன்ற ஓரளவு தடிப்பு கொண்ட பருப்பொருளின் வழியே ஊடுருவுகின்றன.

(iv) அவை வாயுவை அயனியாக்கம் செய்கின்றன.

(v) அவை நிழற்படத் தகடுகளைப் பாதிக்கின்றன.

(vi) இக்கதிர்கள் ஒளிர் திரைகளை மோதும்போது மினுமினுப் புக்கள் (scintillations) எனப்படும் சிறு ஒளித்தெறிப்புக் களை உண்டாக்குகின்றன. இம்மினுமினுப்புக்களை நுண் ணோக்கி ஒன்றின் மூலம் தெளிவாகக் காணலாம்.

(vii) இக்கதிர்களின் நிறமானது மின்போக்குக் குழாயினுள் அமைந்த வாயுவின் தன்மையைச் சார்ந்துள்ளது.

5. 3. 3 நேர்மின் கதிர்களின் தோற்றம்

நேர்மின் கதிர்கள் உளதாயிருத்தலை மின்போக்கின் செயல் முறையிலிருந்து எளிதில் அறிந்துகொள்ளலாம். மின்போக்குக் குழாய் ஒன்றினுள் நடுநிலை அணுக்கள் அல்லது மூலகங்கள் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட எலெக்ட்ரான்களை இழந்து நேர்மின் அயனிகளாக மாறுகின்றன (இந்நிகழ்ச்சி **அயனியாக்கம்** எனப்படு கிறது) என முன்னரே கண்டோம். எனவே, குழாயினுள் ஆனோடுக் கும் கேதோடுக்கும் இடையே இருவகைத் துகட்கதிர்கள் அமை கின்றன. அவை, ஆனோடை நோக்கி ஈர்க்கப்படும் எலெக்ட்ரான் களும் (கேதோடுக் கதிர்கள்), கேதோடை நோக்கி ஈர்க்கப்படும் நேர் மின்னூட்டம் பெற்ற அணுக்களும் மூலகங்களும் (நேர் மின் அயனிகள்) ஆகும். இந்த நேர்மின் அயனிகளுள் கேதோடில் உள்ள துளைகளின் வழியே செல்பவை புழைக்கதிர்களை அமைக்கின்றன. அவ்வாறு செல்லும் ஒவ்வொரு அணு அல்லது மூலகமும் (நேர்மின் அயனி) ஒளிர்திரையை மோதும்போது ஒரு சிறு ஒளித்தெறிப்பு உருவாகிறது. இச்சிறு ஒளித்தெறிப்புக்களை ஒரு நுண்ணோக்கியின்

உதவியால் காணலாம் ; அவை மினுமினுப்புக்கள் என அழைக்கப் பெறுகின்றன. கேதோடானது துளைகளிடப்படாமல் இருக்கு மாயின் இந்த அயனிகள் கேதோடை மோதி அதன் பரப்பில் மங்க லான பொலிவு ஒன்றை உருவாக்குகின்றன.

நேர் மின் கதிர்கள் உருவாதலுக்குத் தேவையான நிபந்தனை யானது வலிமைமிக்க மின்புலம் ஒன்றில் குறைந்த அழுத்தத்தில் விளையும் அயனியாக்கமாகும். குறைந்த அழுத்தமானது நேர்மின் அயனிகள் பிற அணுக்களுடனும் மூலகங்களுடனும் மிகுதியாக மோதிக் கொள்வதைக் தவிர்க்கிறது. வலிமைமிக்க மின்புல மானது நேர்மின் அயனிகளுக்கு, அவை நிறைமிக்கனவாயிருந்தும், தேவையான அதிக வேகத்தை அளிக்கிறது.

5. 3. 4 நேர்மின் கதிர் பகுப்பாய்வு

நேர்மின் கதிர்களை மூலகங்களிலிருந்தும் அணுக்களிலிருந்தும் பெறலாம். அவற்றைக்கொண்டு (வேதியியலில் உள்ளது போன்று பெருந்திரளான அணுக்களின் சராசரி நிறையன்றி) தனித்தனி அணுக்கள் அல்லது மூலகங்களின் நிறையைப் பற்றிய நேரடித் தகவலைப் பெறலாம். நேர்மின் கதிர்களைப் பற்றிய தாம்ஸனின் ஆய்வுகள், வெவ்வேறு நிறைகளைக்கொண்ட அணுக்களைக் கண் டுணரவும், பிரிக்கவும், **நிறைமாலை வரைவி** (mass spectrograph) என்ற கருவியை உருவாக்க வழிவகுத்தன. நிறைமாலை வரைவி யைக் கொண்டு செய்யப்பெற்ற கண்டுபிடிப்புகளுள் பல்வேறு **ஐசோட்டோப்**புகளின் (isotopes) கண்டுபிடிப்பும் ஒன்றாகும். வெவ்வேறு நிறைகளைக் கொண்ட அணுக்களைப் பிரித்துணரும் முறை பொதுவாக நேர்மின் கதிர் பகுப்பாய்வு என அழைக்கப் பெறுகிறது.

5. 3. 5 ருதர்ஃபோர்டு சோதனை - அணுக்கரு

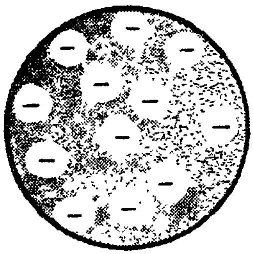
(i) முன்னுரை

பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் அறிவியலாளர்கள் வேதியியல் தனிமங்கள் அணுக்களால் ஆனவை என்ற கருத்தை ஏற்றுக் கொண்டனர். ஆயினும் அவர்கள் அணுக்களைப் பற்றி ஏதும் அறிந்திருக்கவில்லை. எலெக்ட்ரானின் கண்டுபிடிப்பும் எல்லா அணுக்களும் ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையிலான எலெக்ட்ரான் களைக் கொண்டுள்ளன என்ற உணர்வும் அணு அமைப்பைப் பற்றி முதல் நுண்ணறிவினை அளித்தன. எலெக்ட்ரான்கள் எதிர்மின் னூட்டம் கொண்டுள்ளன ; ஆனால் அணுக்களோ மின் நடுநிலையில் உள்ளன. எனவே, ஒவ்வொரு அணுவும் அதன் எலெக்ட்ரான் களின் எதிர்மின்னூட்டத்தை ஈடு செய்வதற்குப் போதுமான நேர்

மின்னூட்டப் பொருளையும் கொண்டிருக்க வேண்டும். மேலும், எலெக்ட்ரான்கள் முழு அணுக்களைவிட ஆயிரம் மடங்குக்கு மேல் இலேசானவையாக உள்ளன. இவ்வுண்மையானது ஏறத்தாழ அணுவின் நிறைமுழுவதும் அதன் நேர்மின்னூட்டப் பகுதியைச் சார்ந்திருக்கவேண்டும் என அறிவுறுத்துகிறது.

(ii) தாம்சன் அணுமாதிரிப் படிவம்

நேர்மின் கதிர்களைப் பற்றிய அவரது சோதனைகளைத் தொடர்ந்து 1904-ல் அணுமாதிரிப் படிவம் ஒன்றை முதன்முதலில் அளித்த பெருமை J. J. தாம்சனையே சாரும். இப்படிவத்தின்படி ஓர் அணுவானது அதன் பரிமாணத்தைக் கொண்ட கோளம் ஒன்றில் சீராகப் பரவியுள்ள நேர்மின்னூட்டப் பொருளைக் (நேர் மின்புலம் - positive electric field) கொண்டுள்ளது; எதிர் மின்னூட்டங்கொண்ட எலெக்ட்ரான்களோ, இத்தகைய நேர் மின்னூட்டக் கோளத்தில், தர்ப்பூசனிப் பழத்தில் அதன் விதைகளைப் போன்றோ, புற்கை (pudding) ஒன்றில் உலர் திராட்சைகளைப் போன்றோ பொதிந்துள்ளன. (படம் 5.16) இந்த எலெக்ட்ரான்கள், அவற்றிற்கிடையே செயற்படும் ஒதுக்குவிசையும், அவற்றிற்கும் (அணுவின்) நேர்மின்னூட்டத்திற்கும் இடையே செயற்



படம் 5. 16

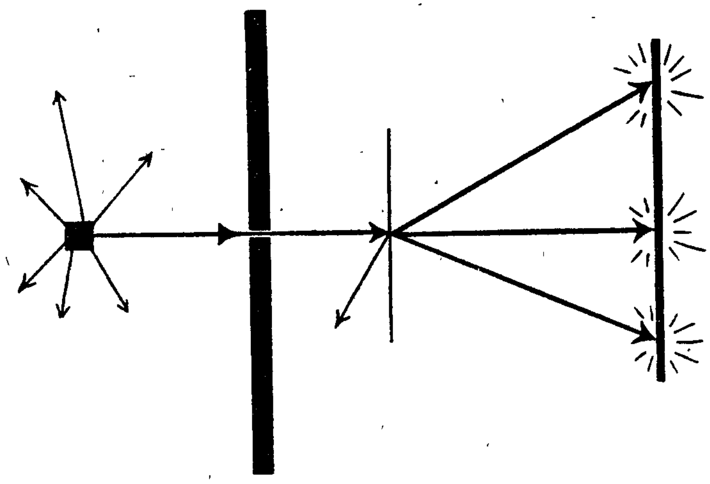
தாம்சன் அணுமாதிரிப் படிவம்

படும் ஈர்ப்புவிசையும் ஒன்றையொன்று ஈடு செய்வதற்கேற்ற நிலைகளில் அமைந்துள்ளன எனக் கருதப்பட்டது. மேலும் அணுக்களின் மின்நடு நிலையை விளக்கும் வகையில், நேர் மின்னூட்ட அலகுகளின் எண்ணிக்கையானது எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமாயிருக்கும் எனவும் கருதப்பட்டது. அணுவானது, சமநிலையில் இருப்பதற்கேற்ப (அணு, சமநிலையிலிருக்குமென தாம்சன் நிறுவியுள்ளார்) எலெக்ட்ரான்கள் சில குறிப்பிட்ட நிலைகளைப் பெற்றிருப்பினும், அச்சமநிலையானது உறுதியிலாச் சமநிலையாகவே உள்ளது. மேலும், இப்படிவமானது தனிம

அட்டவணை உணர்த்தும், தனிமங்களின் முறையான பண்புகளைப் பற்றிய குறிப்பு எதையும் அளிக்கவில்லை என்பதும் வெள்ளிடைமலையாகும்.

(iii) ருதர்ஃபோர்டின் ஆல்ஃபாக்கதிர் சிதறல் சோதனை

அணுவின் உள் அமைப்பைக் காண்பதற்கான நேரடி முறை ஒன்றை நியூஸிலாந்து நாட்டு இயற்பியலாளர் ஏர்னெஸ்ட் **ருதர்ஃபோர்டு** (Ernest Rutherford) எடுத்துரைத்தார். அணுக்களினுள் நேர், எதிர்மின்னூட்டங்கள் எவ்வாறு பரவியுள்ளன என்பதற்கான சரியான விளக்கத்தை முதன்முதலில் அவரே அளித்தார். அணுவின் உள்ளமைப்பைக் காணும் முயற்சியில், ஏர்னெஸ்ட் ருதர்ஃபோர்டின் கருத்தின்படி, கைகர் (Geiger), மார்ஸ்டன் (Marsden) ஆகிய இருவரும் 1911-ல் சோதனை ஒன்றை மேற்கொண்டனர். அவர்கள் சில கதிரியக்கத் தனிமங்களிலிருந்து



படம் 5. 17

ருதர்ஃபோர்டின் ஆல்ஃபாக் கதிர் சிதறல் சோதனை

தன்னிச்சையாக வெளிப்படும் விரைவு ஆல்ஃபாத்துகள்களை ஆய்விகளாகப் (probes) பயன்படுத்தினர். (ஆல்ஃபாத்துகள்கள் எலெக்ட்ரானைப் போன்று இருமடங்கு, ஆனல் நேர் மின்னூட்டத்தையும், ஹைடிரஜன் அணுவைப் போன்று நான்கு மடங்கு நிறையையும் கொண்டுள்ளன. இவற்றின் தோற்றத்தைப் பற்றியும், பண்புகளைப் பற்றியும் பின்னர் மேலும் விரிவாகக் காண்போம்.) அவர்களது சோதனையமைப்பைப் படம் 5.17-ல் காணலாம்.

இச்சோதனையில் ஆல்ஃபாக் கதிரை வெளிவிடும் கதிரியக்கப் பொருளொன்றின் திணையளவு, காரீயத் திரையொன்றின் பின்னால் வைக்கப்படுகிறது. கதிரியக்கப் பொருளினின்றும் தோன்றும் ஆல்ஃபாக் கதிர்கள் திரையில் உள்ள சிறு துளை ஒன்றின் வழியே மெல்லிய கற்றையாக வெளிப்படுகின்றன. இக்கற்றையானது. மெல்லிய தங்கத்தாள் ஒன்றை நோக்கிச் செலுத்தப்படுகிறது. நகரக்கூடிய சின்க்-சல்ஃபைடுத் திரை ஒன்று தங்கத்தாளின் மறு புறத்தில் அமைக்கப்படுகிறது. ஆல்ஃபாத்துகள்கள் இத்திரையின் மீது மோதும்போது கண்ணுறு ஒளித்தெறிப்புக்களை (மினுமினுப்புக்கள்) உருவாக்குகின்றன.

உலோகத் தாளின் மீது விழும் ஆல்ஃபாத்துகளுள் பெரும் பாலானவை அதனை ஊடுருவி சிறு விலக்கத்தையே (சிறுகோணச் சிதறல் - small angle scattering) பெறுவது காணப்பட்டது. ஆயினும் ஒருசில துகள்கள் பெருமளவுக்கு விலக்கப்படுகின்றன ; சில ஏறத்தாழ அவை சென்ற வழியிலேயே திருப்பி அனுப்பப்படு கின்றன. (பெருங்கோணச் சிதறல்)

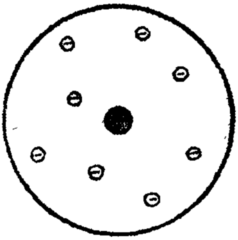
ஆல்ஃபாத்துகள்களின் சிதறலானது (விலகலானது) ஆல் ஃபாத்துகள்களுக்கும் சிதர்தரு பொருளின் (scattering material) அணுக்களின் நேர் மின்னூட்டங்களுக்குமிடையே நிலவும் ஒதுக்கு விசைகளின் காரணமாகவே விளைகிறது. சிதர்தரு பொரு ளின் (எதிர்மின்னூட்டங்கொண்ட) எலெக்ட்ரான்களுக்கும் (நேர் மின்னூட்டங்கொண்ட) ஆல்ஃபாத்துகள்களுக்குமிடையே ஈர்ப்பு விசை ஒன்றும் உள்ளது. ஆயினும், ஆல்ஃபாத்துகள்களை நோக்க எலெக்ட்ரான்கள் மிகச்சிறிய நிறையைக் கொண்டுள்ளதால் அவை சிதரியின் (scatterer) வழிச் செல்லும் ஆல்ஃபாத்துகள்களைக் கணிசமான அளவுக்கு விலக்குவதில்லை. எனவே, ஆல்ஃபாத்துகள் கள், முக்கியமாக, சிதரியின் பெரும் எண்ணிக்கையிலான அணுக் களின் நேர்மின்னூட்டங்களாலேயே விலக்கப்படுகின்றன.

(iv) அணுவின் ருதர்ஃபோர்டு அணுக்கருப் படிவம்

அணுவின் நேர் மின்னூட்டமானது R ஆரங்கொண்டதொரு கோளத்தில் பரவியிருக்குமாயின் ஆல்ஃபாத்துகளொன்று அக் கோளப் பரப்பைச் சற்றே அடையும்போது அணுவானது ஆல்ஃபாத்துகளின் மீது $2ze^2/R^2$ என்ற பெரும ஒதுக்கு விசையைச் செயற்படுத்துகிறது. (ஆல்ஃபாத்துகள் கோளத்தினுள் ஊடுரு வியபின் இவ்விசை குறையத் தொடங்குகிறது). மின்னூட்டக் கோளமானது அணுவின் அளவையே கொண்டிருக்குமாயின் (அதா வது R = அணுவின் ஆரம் $\approx 10^{-10}$ மீட்டர்) இவ்விசையானது கைகர்-மார்ஸ்டன் சோதனைகளில் பெறப்பட்ட பெருங்கோணச்

சிதறலை விளைவிப்பதற்குப் போதுமானதாக இராது என ருதர்ஃபோர்டு கண்டார். அவ்விசையானது, பதிவிடப்பெற்ற பெருங் கோணச் சிதறல்களை விளைவிப்பதற்குத் தேவையான அளவுவலிமை பெற்றிருக்க வேண்டுமாயின் R-ன் மதிப்பு அணுவின் ஆரத்தை நோக்க மிகமிகச் சிறியதாக இருக்கவேண்டுமெனக் கருதுவது அவசியமாகிறது. அதாவது அணுவின் முழு நேர்மின்னூட்டமும் (நிறையும்) அதன் மையத்தில் மிகச்சிறு பகுதியில் செறிந்திருக்க வேண்டும். இச்சிறு பகுதிக்கு **அணுக்கரு** என்ற பெயரினை ருதர்ஃபோர்டு சூட்டினார். அடுத்து செய்யப்பட்ட சோதனைகள் அணுக் கருவின் ஆரமானது 10^{-13} மீட்டர் அளவில் உள்ளது என அறிவுறுத்தின.

அணுவின் நேர் மின்னூட்டம் முழுவதும் (சுமார் 10^{-15} மீட்டர் ஆரங்கொண்ட) மிகச்சிறு பகுதியில் செறிந்திருக்குமாயின் 10^{-10} மீட்டர் ஆரங்கொண்ட அணு முழுவதும் ஏறத்தாழ வெற்றிடமாக அமைய வேண்டும். (அணுவின் பரிமாணங்களை நோக்க எலெக்ட்ரான்கள் தினையளவே இருக்குமாதலால் அணுவில் அவை

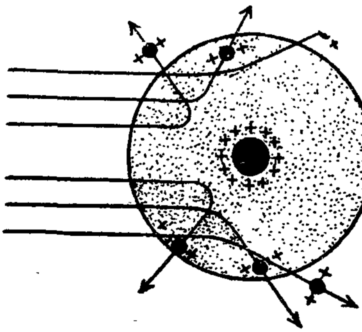


படம் 5. 18

ருதர்ஃபோர்டு அணுமாதிரிப் படிவம்

நிரப்பும் இடமும் மிகமிகக் குறைவாகவே இருக்கும்). இந்நிலையில் தங்கத்தாளின் மீது விழும் ஆல்ஃபாத்துகள்களுள் பெரும்பாலானவை அதன்வழியே நேராக (விலகலின்றி) செல்வதற்கான காரணத்தை எளிதில் புரிந்துகொள்ளலாம். அத்தகையஆல்ஃபாத்துகள்கள் அணுக்கருவுக்கு மிக அண்மையில் செல்லாததால் அவை சிறிதளவே விலக்கப்படுகின்றன. ஒருசில ஆல்ஃபாத்துகள்களே அணுக்கருவை அணுகிப் பெருமளவுக்கு விலக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறாக, ருதர்ஃபோர்டு, அவரது அணுமாதிரிப் படிவத்தின் அடிப்படையில் பெருங்கோணச் சிதறலையும் சிறுகோணச் சிதறலையும் விளக்கினார். இப்படிவமானது ருதர்ஃபோர்டு அணுக்கருப் படிவம் என அழைக்கப்படுகிறது. இதனைப் படம் 5.18-ல் காணலாம்.

இப்படிவத்தின் அடிப்படையில் ஆல்ஃபாத்துகள்களின் விலகலுக் கான விளக்கத்தைப் படம் 5.19-ல் காணலாம்.



படம் 5. 19

ருதர்ஃபோர்டு அணுமாதிரிப் படிவத்தின் அடிப்படையில் ஆல்ஃபாத்துகள்களின் விலகல்

அணுக்கருப் படிவத்தின் அடிப்படையில், உலோகத்தாள்க ளால் ஆல்ஃபாத் துகள்களின் சிதறல்பற்றிய முடிவுகளை விளக்கக் கூடிய தொடர்பு ஒன்றை ருதர்ஃபோர்டு பெற்றார். எனவே, அணுக்கருவைக் கண்டுபிடித்த பெருமை அவருக்கே உரித்தாகிறது. இப்படிவமானது ஒருமனதாக ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டாலும் அது குறைகளற்றிருக்கவில்லை. முக்கியமானதொரு குறை அணுவின் நிலைப்பாடு பற்றியதாகும். எலெக்ட்ரான்கள் எதிர்மின்னூட்டம் பெற்றும் அணுக்கரு நேர் மின்னூட்டம் பெற்றும் அமைவதால் அவற்றிற்றடையே நிலை மின்னியல் ஈர்ப்பு விசை ஒன்று செயற் படும். இதன் பயனாய் எலெக்ட்ரான்கள் அணுக்கருவினுள் வீழ்ந்து மறைந்து அணுவின் நிலைப்பாட்டினைக் குலைத்துவிடும்.

5. 3. 6 அணுக்கருவின் ஆக்கக் கூறுகள்

1932-ல் ருதர்ஃபோர்டின் துணையாளருள் ஒருவரான **ஜேம்ஸ் சாட்விக்** (James Chadwick) என்பவர் **நியூட்ரான்** என்ற புதிய தொரு துகளைக் கண்டுபிடித்த பின்னரே அணுக்கருவின் ஆக்க அமைவைப்பற்றி இறுதியாக அறிய முடிந்தது. அதனையடுத்து, அணுக்கருவானது புரோட்டான்கள் மற்றும் நியூட்ரான்கள் எனப் படும் இருவகை அடிப்படைத் துகள்களால் ஆக்கப்பட்டுள்ளது என நிறுவப்பட்டது. புரோட்டான் என்பது ஹைடிரஜன் அணுக்கரு வாகும் ; அது ஓரலகு நேர்மின்னூட்டம் கொண்டுள்ளது. நியூட்

ரான்கள் நடுநிலைத்துகள்களாகும். இவ்விருவகைத் துகள்களின் நிறைகள் ஏறத்தாழச் சமமாகும். அணுவில் அமைந்த எலெக்ட்ரான்கள் இந்த அணுக்கருவைக் குறிப்பிட்ட பாதைகளில் சுற்றி வருகின்றன.

காட்டாக, இயல்பான ஹைடிரஜன் அணுக்கருவில் ஒரே ஒரு புரோட்டான் உள்ளது. எலெக்ட்ரானின் நிறையானது புறக் கணிக்கத்தக்க அளவாக இருப்பதால் ஹைடிரஜன் அணுவின் நிறை யானது ஏறக்குறைய ஹைடிரஜன் அணுக்கருவின் நிறைக்குச் சம மாகும். அடுத்து ஹீலியம் அணு ஒன்றைக் கருதுவோம். அதன் நிறையானது ஹைடிரஜன் அணுவின் நிறையைப் போன்று சுமார் நான்கு மடங்காகும். எனவே, ஹீலியம் அணுக்கருவானது 2 புரோட்டான்களையும் 2 நியூட்ரான்களையும் கொண்டுள்ளது. ஹீலியம் அணுவானது 2 எலெக்ட்ரான்களைக் கொண்டுள்ளது. இந்த எலெக்ட்ரான்களின் எதிர்மின்னூட்டமானது அணுக்கரு வினுள் அமைந்த இரு புரோட்டான்களின் நேர்மின்னூட்டத்தால் ஈடு செய்யப்படுகிறது. எனவே, நியூட்ரான்கள் நடுநிலைத் துகள் களாதலால், ஹீலியம் அணு மின்நடுநிலையில் உள்ளது. முழு மொத்த அணுவானது அதன் இயல்பான நிலையில் மின் நடுநிலையில் இருப்பதாலும் ஒரு புரோட்டானின் மின்னூட்டமும் ஒரு எலெக்ட்ரானின் மின்னூட்டமும் எண்மதிப்பில் சமமாதலாலும் அணுக் கருவில் உள்ள புரோட்டான்களின் எண்ணிக்கையானது, பொது வாக, அணுக்கருவுக்குப் புறத்தேயமைந்த எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமாகும். அணுக்கருவிலுள்ள புரோட்டான் களின் எண்ணிக்கை **அணு எண் Z**, என அழைக்கப் பெறுகிறது. இது, நடுநிலை அணுவில் அணுக்கருவுக்குப் புறத்தே அமைந்த எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கைக்கும் சமமாகும். அணுக்கரு வினுள் அமைந்த புரோட்டான்கள் மற்றும் நியூட்ரான்களின் மொத்த எண்ணிக்கை **நிறை எண்** A, என அழைக்கப்படுகிறது. Z, A என்ற இவ்விரு எண்களும் ஓர் அணுக்கருவுக்குரிய சிறப்பு எண்களாகும். அணுக்கருவிலுள்ள நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கை $(A-Z)$ ஆகும்.

5. 3. 7 ஐசோட்டோப்புக்கள்

பெரும்பாலான தனிமங்களின் அணுநிறைகள் ஏறக்குறைய முழு எண்களாகும். மேலும் ஹைடிரஜனின் அணுநிறை ஏறக் குறைய ஒருமம் (1) ஆகும். இவ்விரு உண்மைகளையும் அடிப்படை யாகக்கொண்டு, ப்ரௌட் (Prout) என்பார் எல்லா அணுக்களும் ஹைடிரஜன் அணுக்களால் ஆனவை என்ற கொள்கையை எடுத் துரைத்தார். ஆயினும், நியான் (20.2) குளோரின் (35.5)

போன்ற சில தனிமங்களின் அணு நிறைகள் முழு எண்களல்ல என பின்னர் நிறுவப்பட்டது. இத்தகைய பிறழ்வுக்கான காரணத்தைத் **தாம்சன்** கண்டு பிடித்தார்.

1912-ல் நியான் அணுக்களின் நிறையினைப் பிற அணுக்களின் நிறைகளுடன் ஒப்பிட்டுக் காணும் முயற்சியில் 20 மற்றும் 22 நிறையலகுகள் கொண்ட இருவகை நியான் அணுக்கள் இருப்பதைத் தாம்ஸன் கண்டுபிடித்தார். (இந்த நிறை அலகானது ஆக்ஸிஜன் அணுவின் நிறையில் பதினாறில் ஒரு பங்காகும்). இயற்கையில் கிடைக்கப்பெறும் நியான், இவ்விருவகை அணுக்களின் (20 நிறையலகு கொண்ட அணுக்கள் 90 சதமும் 22 நிறையலகு கொண்ட அணுக்கள் 10 சதமும் கொண்ட) கலவையாதலால், வேதியியல் முறைகளில் அளவிடப்பட்ட அதன் நிறை எண் அவற்றின் சராசரி மதிப்பான 20.2 ஆகும். அவ்விருவகை அணுக்களும் ஒத்த வேதியியல் பண்புகளைக் கொண்டிருப்பதால் வேதியியல் முறைகளில் அவற்றைப் பிரிக்க முடியாது. சாடி (Soddy) என்பவர், ஒத்த வேதியியல் பண்புகளையும் ஆனால் மாறுபட்ட நிறை எண்களையும் கொண்ட அத்தகைய அணுக்களை **ஐசோட்டோப்புக்கள்** எனப் பெயரிட்டு அழைத்தார்.

ஒரு தனிமத்தின் வெவ்வேறு ஐசோட்டோப்புக்களின் அணுக்கள் அதே அணு எண்ணை (Z)யும் ஆனால் மாறுபட்ட நிறை எண்களையும் (A) கொண்டுள்ளன. அதாவது,ஒரு தனிமத்தின் ஐசோட்டோப்புக்களின் அணுக்கருக்களில் அதே எண்ணிக்கையிலான புரோட்டான்களும், மாறுபட்ட எண்ணிக்கையிலான நியூட்ரான்களும் உள்ளன. மேலும், ஒவ்வொரு அணுக்கருவைச் சுற்றிலும் அதே(Z) எண்ணிக்கையிலான எலெக்ட்ரான்கள் இயங்குகின்றன ; இவ்வுண்மையானது அணுவின் நடுநிலைக்கு இன்றியமையாததாகும். ஓர் அணுவின் வேதியியல் பண்புகள் அவ்வணுவில் உள்ள எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையால் வரையறுக்கப்படுவதால் ஒரு குறிப்பிட்ட தனிமத்தின் ஐசோட்டோப்புக்கள் யாவும் அதே வேதியியல் பண்புகளைப் பெற்றிருக்கும். பல்வேறு ஐசோட்டோப்புக்களைப் பிரித்துக் காண்பதற்குப் பயன்படும் கருவி **நிறைமாலை வரைவி** (mass spectrograph) என அழைக்கப்பெறுகிறது. அது, வெவ்வேறு ஐசோட்டோப்புக்களில் அமையும் வெவ்வேறு எண்ணிக்கையிலான நியூட்ரான்களின் பயனாய் எழும் நிறைவேறுபாடுகளைப் பயன்படுத்தி ஐசோட்டோப்புக்களைப் பிரித்தறிகிறது. தனிமம் ஒன்றின், வேதியியல் முறைகளில் மதிப்பிடப்பெற்ற அணு நிறையானது, அத்தனிமத்தின் இயற்கையில் அமைந்த ஐசோட்டோப்புக்களின், செழிப்பு வீதத்திற்கேற்ப எடையிடப்பட்ட (weighted according to the relative abundances) சராசரி நிறையாகும்;

அது **அணுநிறை அலகு**களில் (*amu*) குறிக்கப்படுகிறது. அணுநிறை அலகு என்பது இயற்கையில் பெருமளவில் கிடைக்கும் $_8O^{16}$ என்ற ஆக்ஸிஜன் அணு ஒன்றின் நிறையில் பதினாறில் ஒரு பகுதி என வரையறுக்கப்படுகிறது.

நிறைமாலையியலில் (mass spectroscopy) அண்மையில் பெறப்பட்ட முன்னேற்றங்களின் பயனாய் மிகவும் அரிதான ஐசோட்டோப்புக்களையும் கண்டுணர முடிகிறது. காட்டாக, நிறை எண் 21 கொண்ட மூன்றாவதொரு நியான் ஐசோட்டோப்பும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. அம்மூன்று ஐசோட்டோப்புக்களின் செறிப்பு வீதம் (இயற்கையில் கிடைக்கும் நியானில் அவற்றின் சதவீதக் கூறு) பின்வருமாறு :

ஐசோட்டோப்பு	செறிப்பு வீதம்
Ne^{20}	90.92
Ne^{21}	0.26
Ne^{22}	8.82

அவற்றிற்குரிய குறியீடுகளும் அவற்றில் அமைந்த புரோட்டான் மற்றும் நியூட்ரான்களின் எண்ணிக்கைகளும் பின்வருமாறு :

$_{10}Ne^{20}$ ஐசோட்டோப்பு : இதில் 10 புரோட்டான்களும் 10 நியூட்ரான்களும் உள்ளன.

$_{10}Ne^{21}$ ஐசோட்டோப்பு : இதில் 10 புரோட்டான்களும் 11 நியூட்ரான்களும் உள்ளன.

$_{10}Ne^{22}$ ஐசோட்டோப்பு : இதில் 10 புரோட்டான்களும் 12 நியூட்ரான்களும் உள்ளன.

அவ்வாறே, **ஆஸ்டன்** (Aston) என்பார் அவரது நிறைமாலை வரைவியைப் பயன்படுத்தி, குளோரினில் (அணு நிறை 35.46) நிறை எண் 35 மற்றும் 37 கொண்ட இருவகை அணுக்கள் இருக்கின்றனவென நிறுவினார். அவற்றின் செறிப்பு வீதங்கள் முறையே 75.4%, 24.6% ஆகும். அவ்விருவகைக் குளோரின் ஐசோட்டோப்புக்களுக்கும் அணு எண் 17 ஆதலால்,

$_{17}Cl^{35}$ ஐசோட்டோப்பு 17 புரோட்டான்களையும், 18 நியூட்ரான்களையும்,

$_{17}Cl^{37}$ ஐசோட்டோப்பு 17 புரோட்டான்களையும், 20 நியூட்ரான்களையும் கொண்டுள்ளன.

ஹைடிரஜன் மூன்று ஐசோட்டோப்புக்களைக் கொண்டுள்ளது. அவற்றின் நிறை எண்கள் 1, 2, 3 ஆகும். சாதாரண ஹைடிரஜன் அணுக்கருவானது ஒரே ஒரு புரோட்டானை மட்டுமே கொண்டுள்ளது. நிறை எண் 2 (1 புரோட்டான், 1 நியூட்ரான்)கொண்ட ஹைடிரஜன் கன ஹைடிரஜன் அல்லது **டியூட்ரியம்** (heavy hydrogen or deutrium) என அழைக்கப்படுகிறது. அது 1932-ல் **உரே** (Urey) என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. கன ஹைடிரஜனைக் கொண்டு உருவாக்கப்படும் நீர் கனநீர் என அழைக்கப்படுகிறது. நிறை எண் 3 (1 புரோட்டான் + 2 நியூட்ரான்கள்) கொண்ட மூன்றாவதொரு ஹைடிரஜன் ஐசோடோப்பும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. அது ட்ரீஷியம் (Tritium) என அழைக்கப்படுகிறது. அவை, முறையே $_1H^1$ $_1H^2$ $_1H^3$ எனக் குறிக்கப் பெறுகின்றன.

இவ்வாறாக, தனிம அட்டவணையிலுள்ள ஒவ்வொரு அணுவும் பல ஐசோட்டோப்புக்களைக் கொண்டிருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. பாதரசமும் க்செனானும் ஒவ்வொன்றும் 9 ஐசோட்டோப்புக்களைக் கொண்டுள்ளன. வெள்ளீயம் (Tin) பெரும எண்ணிக்கையிலான 11 ஐசோட்டோப்புக்களைக் கொண்டுள்ளது. ஃப்ளோரின், அலுமினியம், தங்கம் போன்ற பிற தனிமங்கள் ஒரேயொரு ஐசோட்டோப்பையே கொண்டுள்ளன.

பயிற்சி 5. 3

1. புழைக் கதிர்கள் என்பவை யாவை ?
2. புழைக் கதிர்க் குழாய் ஒன்றின் மூலம் புழைக் கதிர்கள் எவ்வாறு உருவாக்கப்படுறன்றன ?
3. புழைக் கதிர்களின் பண்புகளைக் கூறுக.
4. நேர்மின் கதிர்களின் தோற்றத்தை விளக்குக.
5. நேர்மின் கதிர்கள் உருவாக்கப்படுவதற்கான சூழல்களைக் கூறுக.
6. நிறைமாலை வரைவி என்றால் என்ன ?
7. நிறைமாலை வரைவியைப் பயன்படுத்திப் பெறப்பட்ட முக்கியமான கண்டுபிடிப்பு என்ன ?
8. தாம்சன் அணுமாதிரிப் படிவத்தை விளக்குக. அதன் குறைகளைக் கூறுக.

9. ருதர்ஃபோர்டின் ஆல்ஃபாக்கதிர் சிதறல் சோதனையை விளக்குக.

10. ருதர் ஃபோர்டு அணுக்கருப் படிவமானது ஆல்ஃபாத்துகள் களின் சிறு மற்றும் பெருங்கோணச் சிதறல்களை எவ்வாறு விளக்குகிறது என விளக்குக.

11. அணுக்கரு என்றால் என்ன ? அதனைக் கண்டு பிடித்தவர் யார் ?

12. ருதர்ஃபோர்டு அணுமாதிரிப் படிவத்தின் குறையினை எடுத்துக்கூறுக. அதனைத் தவிர்ப்பதற்கு ருதர்ஃபோர்டு எடுத்துரைத்த கருத்து யாது ?

13. அணுக்கருவின் ஆக்கக் கூறுகள் யாவை ?

14. இயல்பான நிலையில் ஓர் அணு எவ்வாறு நடுநிலையில் உள்ளது என விளக்குக.

15. (i) அணு எண், (ii) நிறை எண், மற்றும் (iii) அணுநிறை என்றால் என்ன ?

16. ஐசோட்டோப்புக்கள் என்பவை யாவை ? அவற்றைக் கண்டுபிடித்தவர் யார் ?

17. செழிப்பு வீதம் என்றால் என்ன ?

18. நியான், குளோரின், மற்றும் ஹைடிரஜனின் ஐசோட் டோப்புக்களை விளக்குக.

19. எந்தத் தனிமம் பெரும எண்ணிக்கையிலான ஐசோட் டோப்புக்களைக் கொண்டுள்ளது ? அது எத்தனை ஐசோட் டோப்புக்களைக் கொண்டுள்ளது ?

20. கன நீர் என்றால் என்ன ?

21. ஐசோட்டோப்புக்கள் என்ற பெயரை எடுத்துரைத்தவர் யார் ?

22. அணுநிறை அலகை வரையறுத்துக் கூறுக.

23. ஒரேயொரு ஐசோட்டோப்பை மட்டும் கொண்டிருக்கும் சில தனிமங்களைக் கூறுக.

5. 4. கதிரியக்கம்

5. 4. 1 முன்னுரை

கதிரியக்கம் என்பது ஒரு முக்கியமான அணுக்கரு நிகழ்ச்சியாகும். அது, 83-ம் அதற்கு மேற்பட்டதுமான அணு எண்களைக் கொண்ட கனமான தனிமங்களின் சுயச்சிதைவு இயக்கமாகும். 1896-ல் **பெக்கொரல்** (Becquerel) என்பவர் யுரேனியம் (அணு எண் 92) போன்ற கனமான தனிமம் ஒன்று மிக்க ஊடுருவு திறன் வாய்ந்த சிலவகைக் கதிர்களை வெளிவிடுவதைக் கண்டுபிடித்தார். இந்நிகழ்ச்சியே **கதிரியக்கம்** என அழைக்கப்படலாயிற்று. இந்நிகழ்ச்சியானது இயற்கையிலேயே (தானுகவே) நிகழ்கிறது ; அது இயற்பியல் மற்றும் வேதியியல் போன்ற புற இயக்கிகளால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இவ்வகையில் இக்கதிர்வீச்சானது தன்னியக்கமுள்ளது (spontaneous) ஆகும்.

கதிரியக்கம் போன்று அணுஇயற்பியல் மற்றும் அணுக்கரு இயற்பியலின் வளர்ச்சியில் பெருமளவு பங்குகொண்ட ஒற்றைத் தனியொரு நிகழ்ச்சி வேறெதுவும் இல்லை எனக் கூறலாம். கதிரியக்கத்தைப் பற்றிய கூர்ந்த ஆய்வானது அணுவின் மையக்கருவான அணுக்கருவின் அமைப்பைப்பற்றியும் நிலைப்பாடு பற்றியும் மதிப்பிடற்கரிய மிக முக்கியமான தகவல்களை அளித்துள்ளது. நிலையற்ற, சுயச்சிதைவு பெறும் இத்தகைய அணுக்கருக்களைப் பற்றிய ஆய்வின் பயனுய் அணுக்கருவின் ஆக்கக்கூறுகள், அணுக்கருவினுள் அவற்றின் நிலைகள் மற்றும் அவற்றிற்கிடையேயான செயலெதிர்ச் செயல் ஆகியவற்றைப் பற்றிய நமது அறிவு பெரிதும் வளர்ந்துள்ளது.

5. 4. 2 கண்டுபிடிப்பு

கதிரியக்கத்தைப் பற்றிய கண்டுபிடிப்பானது, ஏனைய, பல விந்தை மிகு கண்டுபிடிப்புகளைப் போன்று முற்றிலும் தற்செயலான ஒன்றாகும். அது, 1896-ஆம் ஆண்டில் ஃபிரான்சு நாட்டு இயற்பியல் மேதையான *A*. ஹென்றி பெக்கொரல் என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அவர் 1896, ஜனவரித் திங்களில் நடந்த ஃபிரான்சு அறிவியற் கழகத்தின் (French Academy of Sciences) கூட்டம் ஒன்றில் கலந்துகொண்டார். அக்கூட்டத்தில் **ராண்ஜன்** (Roentgen) என்பவரால் புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட எக்ஸ் கதிர்களின் விளைவுகள் பற்றி விளக்கிக் கூறப்பட்டது. அக்கூட்டத்தின்போது, மின்போக்குக் குழாயில் கேதோடுக் கதிர்கள் மோதும் இடத்தில் உருவாகும் ஒளிர்புள்ளி (luminescent spot) யிலிருந்து எக்ஸ் கதிர்கள் தோன்றின எனக் கூறப்பட்டது. ஒரு

பொருளின் ஒளிர்தல் என்பது அதன்மீது விழும் புற ஊதா ஒளியைக் கண்ணுறு ஒளியாக மாற்றும் அதன் திறமையாகும். எக்ஸ் கதிர்களைப் பற்றிய விளக்கத்தைக் கண்ணுற்ற பெக்கொரல் எக்ஸ் கதிர்களுக்கும் இந்த ஒளிர்தலுக்கும் இடையே ஒரு தொடர்பைக் காணும் பணியில் ஈடுபட்டார். அவரது ஆய்வுக்குத் தேவையான பல்வேறு கனிமங்களைச் சேகரித்த அவர் அவற்றைத்தாளொன்றில் சுற்றி இழுப்பறை ஒன்றில் வைத்திருந்தார். தற்செயலாக அதே இழுப்பறையில் ஒளிபுகாவண்ணம் கருந்தாளினுல் சுற்றப்பட்ட சில நிழற்படத் தகடுகளும் இருந்தன.

அதனையடுத்து, அத்தகடுகளுள் சிலவற்றை வேறு ஏதோவொரு நிகழ்ச்சியைப் படமெடுக்கப் பயன்படுத்திய பெக்கொரல், அத்தகடுகள் உருத்துலக்கப்பட்ட நிலையில் அவைமுன்னரே ஒளியூட்டப் பெற்றவை போன்று மிகவும் மோசமாகக் கருமையுற்றிருப்பது கண்டு பெரும் ஏமாற்றத்திற்குள்ளானுர். பிற தகடுகளையும் சோதித்த அவர் அவையும் அவ்வாறே பாதிக்கப்பட்டிருப்பதைக் கண்டார். நிழற்படத்தகடுகள் தடிப்புமிக்க கருந்தாள்களால் சுற்றப்பட்டு, அட்டைப்பெட்டி ஒன்றினுள் பாதுகாப்பாக வைக்கப்பட்டிருந்தும் அவை பாதிக்கப்பட்டதற்கான காரணத்தை அறிந்து கொள்வது அவருக்கு மிகவும் கடினமாயிருந்தது. ஆயினும், அது இழுப்பறையில் வைக்கப்பட்டிருந்த கனிமங்களுள் ஒன்றினுல் ஏற்பட்டிருக்கக்கூடும் என அவர் ஊகித்தார்.

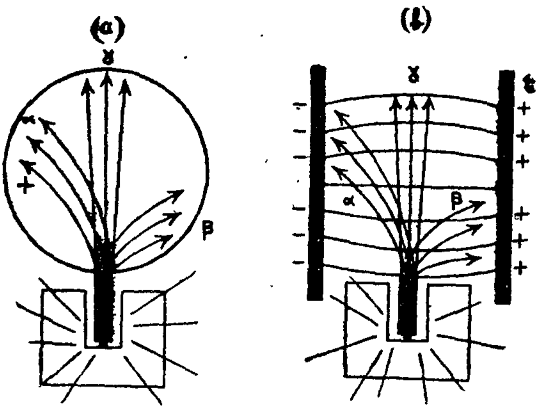
ஆய்ந்தறிவதில் பெருநாட்டம் கொண்ட பெக்கொரல் இவ்விளைவினைப்பற்றி தொடர்ச்சியான மேலும் பல சோதனைகளை மேற்கொண்டார். அச்சோதனைகளின் பயனுய் இழுப்பறையில் வைக்கப்பட்டிருந்த யுரேனியத் தாதுவானது நிழற்படத் தகடுகளைச் சுற்றியிருந்த தாள்களை ஊடுருவி, அவற்றைப் பாதிக்கக்கூடிய ஒருவகைக் கதிர்வீச்சுக்களை இருளிலும் வெளிவிடுகிறது என்று இறுதியாக நிறுவினுர். இக்கதிர்வீச்சுக்கள் **பெக்கொரல் கதிர்கள்** என அழைக்கப்பட்டன. யுரேனியச் சேர்மங்களின் பெக்கொரல் கதிர்களை வெளிவிடும் திறமையின் காரணமாக யுரேனியமானது இயற்பியலில் ஒரு முக்கியமான இடத்தை விரைந்து பெற்றது.

பெக்கொரலின் இக்கண்டுபிடிப்பானது ஃபிரான்சு நாட்டு இயற்பியல் மேதையான **பியரி கியூரி**, மற்றும் அவரது மனைவியான போலந்து நாட்டு **கியூரி அம்மையார்** ஆகியோரின் கருத்தைக் கவர்ந்தது. அவ்விருவரும் பெக்கொரல் கதிர்களை வெளிவிடக் கூடிய மேலும் சில தனிமங்களைக் கண்டுபிடிக்க முயன்றனர். 1898, ஜூலைத் திங்களில் பிஸ்மத்திலிருந்து வலிமை வாய்ந்த கதிரியக்கத் தனிமம் ஒன்றைப் பிரித்தெடுப்பதில் கியூரித் தம்பதிகள் வெற்றிகண்டனர். கியூரி அம்மையாரின் சொந்த நாடான

போலந்து நாட்டினைப் பெருமைப்படுத்தும் வகையில் அத்தனிமத்தைப் பொலோனியம் (Polonium) என்று அழைத்தனர். 1898 டிசம்பர் திங்களில் கதிரியக்கத் தனிமங்களிலேயே மிக முக்கியம் வாய்ந்த தனிமம் ஒன்றைக் கண்டுபிடித்து அதனை **ரேடியம்** என்று அழைத்தனர். ரேடியமானது அதே அளவு நிறை கொண்ட யுரேனியத்தை விட மில்லியன் மடங்கு கதிரியக்கம் கொண்டதாகும். கதிரியக்கத்தைப்பற்றி மேற்கொள்ளப்பட்ட மேலும் பல ஆய்வுகள் ரேடான், தோரியம், ஆக்டினியம், அயோனியம் போன்ற மேலும் பல கதிரியக்கத் தனிமங்களின் கண்டுபிடிப்புக்கு வழிவகுத்தன.

5. 4. 3 பெக்கொரல் கதிர்களின் பிரிவீடு

கதிரியக்கத் தனிமம் ஒன்றிலிருந்து தோன்றும் கதிர்வீச்சுக்களை அவற்றின் வேறுபட்ட ஊடுருவு திறன்களின் அடிப்படையில் பிரித்துக் காணலாமாயினும் விலக்க முறைகளே (deflection methods) மேம்பட்டு விளங்குகின்றன. ருதர்ஃபோர்டும் அவரது துணையாளர்களும் பெக்கொரல் கதிர்கள் முற்றிலும் வேறுபட்ட மூன்றுவகைக் கதிர்வீச்சுக்களைக் கொண்டுள்ளன எனக் கண்டனர். அதற்கான சோதனையமைப்பைப் படம் 5.20-ல் காணலாம்.



படம் 5. 20

பெக்கொரல் கதிர்களின் மீது (a) காந்தப்புலம், (b) மின்புலம் ஆகியவற்றின் விளைவு

காரீயக் கட்டி ஒன்றில் சிறு துளையிட்டு, அதனடியில் தினையளவு கதிரியக்கத் தனிமம் ஒன்று வைக்கப்படுகிறது. கதிரியக்கத் தனிமத்திலிருந்து பிறதிசைகளில் வெளிப்படும் கதிர்கள் காரீயக்

கட்டியின் சுவர்களால் உட்கவரப்படுமாதலால் துளையின் வழியே மெல்லிய கற்றை ஒன்று மட்டுமே வெளிப்படும். படத்தின் தளத்திற்கு நேர்குத்தாகவும் தளத்தினுள் நோக்கியும் வலிமை வாய்ந்த காந்தப்புலம் ஒன்று செயற்படுத்தப்படுகிறது. இந்நிலையில், துளையிலிருந்து வெளியேறும் ஒற்றைக் கற்றையானது படம் 5-20 (a)-ல் காட்டியுள்ளது போன்று மூன்று பகுதிகளாகப் பிரியும். சில கதிர்கள் இடப்புறமாகவும் சில கதிர்கள் வலப்புறமாகவும் விலக்கப்படுகின்றன ; சில விலகலடையாமல் நேராகச் செல்லுகின்றன. துளையிலிருந்து வெளியேறும் கதிர்கள் படம் 5-20 (b)ல் உள்ளது போன்று இணைத்தகடுகளுக்கிடையே நிலவும் மின்புலத்திற்கு உட்படும்போதும் இதே விளைவு ஏற்படுகிறது. இடப்புறமாக விலகிச் செல்லும் கதிர்கள் நேர்மின்னூட்டத் துகள்களைக் குறிக்கின்றன. அக்கதிர்கள் **ஆல்ஃபாக் கதிர்கள்** (α-கதிர்கள்) எனவும் அவற்றில் அடங்கிய துகள்கள் ஆல்ஃபாத் துகள்கள் (α-துகள்கள்) எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. வலப்புறமாக விலகிச் செல்லும் கதிர்கள் எதிர்மின்னூட்டத் துகள்களைக் குறிக்கின்றன. அக்கதிர்கள் **பீட்டாக் கதிர்கள்** (β-கதிர்கள்) எனவும் அவற்றை அமைக்கும் துகள்கள் பீட்டாத் துகள்கள் (β-துகள்கள்) எனவும் அழைக்கப் பெறுகின்றன. விலகலடையாமல் நேராகச் செல்லும் கதிர்கள் மின்னூட்டமற்றவை ; அவை **காமாக் கதிர்கள்** (γ-கதிர்கள்) என அழைக்கப் பெறுகின்றன.

5. 4. 4 ஆல்ஃபா, பீட்டா மற்றும் காமாக் கதிர்களின் பண்புகள்

(A) ஆல்ஃபாக் கதிர்களின் பண்புகள்

(1) ஆல்ஃபாக் கதிர்கள் இருபடி அயனியாக்கம் பெற்ற ஹீலிய அணுக்களால், அதாவது, அதன் இரு எலெக்ட்ரான்களும் வெளியேற்றப்பட்ட ஹீலியம் அணுக்களால் ஆனவை. அத்தகைய துகள்கள் ஹீலிய அணுக்கருக்களேயாகும். அவை இரு அலகுகள் நேர் மின்னூட்டத்தையும் ($+2e$), ஹைடிரஜன் அணுவின் நிறையைப் போன்று நான்கு மடங்கு நிறையையும் பெற்றுள்ளன.

(2) அவை ஒளியின் திசை வேகத்தில் பத்திலொரு பகுதி முதல் நூறிலொரு பகுதி வரையுள்ள வேகங்களுடன் வெளிவிடப்படுகின்றன.

(3) அவை மிக்க அயனியாக்கத் திறனைக் கொண்டுள்ளன.

(4) இக்கதிர்கள் குறைந்த ஊடுருவு திறனையே கொண்டுள்ளன. மெல்லிய அட்டை கூட இவற்றைத் தடுத்து நிறுத்த முடியும்.

(5) ஆல்ஃபாத்துகளொன்று, இயல்பான வளி அழுத்தம் மற்றும் வெப்ப நிலைகளில் அமைந்த உலர்ந்த (ஈரமற்ற) காற்றின்

வழியே செல்லக்கூடிய தொலைவானது அதன் **நெடுக்கம்** (range) என வரையறுக்கப்படுகிறது. பல்வேறு கதிரியக்கத் தனிமங்களி லிருந்து தோன்றும் ஆல்ஃபாத்துகள்கள் இயலழுத்த வெப்பநிலை யில் அமைந்த காற்றில் சுமார் 26 மிமீ முதல் 86 மிமீ வரையிலான நெடுக்கங்களைக் கொண்டுள்ளன.

(6) செறிவுமிக்க ஆல்ஃபாக் கதிர்க்கற்றை ஒன்றுக்கு உட்படும் போது கண்ணாடிகள், படிகங்கள், மற்றும் கனிமங்கள் நிறம் மாறு கின்றன ; கண்ணாடியானது எளிதில் நொறுங்கும் தன்மை பெறு கிறது.

(7) அவை நிழற்படத் தகடுகளைப் பாதிக்கின்றன.

(8) அவை மின், மற்றும் காந்தப் புலங்களால் விலக்கப் படுகின்றன.

(9) அவை அணுக்கருக்களில் செயற்கைச் சிதைவை (தூண்டப் பட்ட அல்லது செயற்கைக் கதிரியக்கம்) உண்டாக்கக்கூடும்.

(10) அவை சின்க் சல்ஃபைடு போன்ற சில பொருட்களைத் தாக்கும்போது நுண்ணிய ஒளித் தெறிப்புக்களை (மினுமினுப்புக் கள்) உண்டாக்குகின்றன.

(B) பீட்டாக் கதிர்களின் பண்புகள்

(1) பீட்டாக் கதிர்கள் எதிர்மின்னூட்டத் துகள்களால் ஆனவை ; உண்மையில் அவை எலெக்ட்ரான்களே.

(2) அவை ஆல்ஃபாத்துகள்களைவிட வேகமாக இயங்குகின் றன ; சில ஒளியின் திசை வேகத்தில் 97% அளவு வேகத் துடனும் இயங்குகின்றன.

(3) அவை மிகக்குறைந்த அயனியாக்கத் திறனைக் கொண் டுள்ளன ; அதாவது, ஆல்ஃபாத்துகள்களின் அயனியாக்கத் திற னில் சுமார் நூறிலொரு பகுதி அயனியாக்கத் திறனையே கொண் டுள்ளன.

(5) அவை ஆல்ஃபாத்துகள்களைவிட அதிக ஊடுருவு திறன் கொண்டவை ; பொதுவாகக் காற்றில் அவற்றின் நெடுக்கம் மிகவும் அதிகமாக இருக்கும்.

(5) அவை மின்புலத்தாலும் காந்தப் புலத்தாலும் விலக்கப் படுகின்றன.

(C) காமாக் கதிர்களின் பண்புகள்

(1) காமாக் கதிர்கள் எக்ஸ் கதிர்கள் மற்றும் ஒளிக்கதிர் களைப் போன்று மின்காந்த அலைகளாகும். அவை எக்ஸ் கதிர்களை

விடவும் குறைந்த அலைநீளங்களைக் கொண்டுள்ளன. மின்காந்தக் கதிர்களாதலால் அவை ஒளியின் வேகத்தைப் பெற்றிருப்பது இயற்கையே.

(2) அவை மின், மற்றும் காந்தப்புலங்களால் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

(3) அவை மின்னூட்டம் எதையும் பெற்றிராததால் மிக மிகக் குறைந்த அயனியாக்கத் திறனையே பெற்றுள்ளன.

(4) அவை மிக அதிக ஊடுருவுத் திறனைக் கொண்டுள்ளன சிறிதும் உட்கவரப்படாமலேயே பல செண்டி மீட்டர் காரீயத்தை அவை ஊடுருவ முடியும்.

(5) அவை ஒளிர்தலை உண்டாக்குகின்றன.

(6) அவை நிழற்படத் தகடுகளைப் பாதிக்கின்றன.

(7) எக்ஸ் கதிர்களைப் போன்று படிகப் பரப்பொன்றிலிருந்து சில குறிப்பிட்ட கோணங்களில் அவற்றைப் பிரதிபலிக்கலாம்.

5. 4. 5 கதிரியக்கச் சிதைவு பற்றிய விதி

(A) சிதைவு எண்

எந்தவொரு கதிரியக்கத் தனிமத்தின் அணுக்கருவும் நிலையற்று அமைந்து ஓர் ஆல்ஃபாத்துகளையோ, ஒரு பீட்டாத் துகளையோ அல்லது மின்காந்த ஆற்றல் சிப்பம் (packet of electro magnetic energy) ஒன்றையோ வெளியேற்றுகிறது என அறியப்பட்டுள்ளது. கதிரியக்க அணுக்கருக்கள், குண்டேற்றப்பெற்று எந்த நேரமும் வெடிப்பதற்குத் தயாராயிருக்கும் துப்பாக்கிகளைப் போன்றவை. ஆயினும், தனியொரு அணுக்கரு ஒன்று துகளொன்றை வெளிவிட்டுச் சிதைவுறக்கூடிய காலத்தைக் கட்டுபடுத்துவதற்கோ முன்னுரைப்பதற்கோ வழியேதும் இல்லை. கதிரியக்கத் தனிமம் ஒன்றின் மாதிரிக்கூறு ஒன்றில் உள்ள பல்வேறு அணுக்கருக்கள் ஒழுங்குமுறை ஏதும் இன்றி பல்வேறு கணங்களில் சிதைவுறுகின்றன. ஆயினும், ஒரு குறிப்பிட்ட கதிரியக்கத் தனிமத்தின் ஒரு குறிப்பிட்ட கணத்தில் சிதைவு வீதமானது (ஓரலகு நேரத்தில் சிதைவுறும் அணுக்கருக்களின் எண்ணிக்கை) அக்கணத்தில் உள்ள கதிரியக்க அணுக்கருக்களின் எண்ணிக்கையின் ஒரு மாறாப் பின்னமாகும் (fixed fraction).

't' என்றவொரு கணத்தில் உள்ள கதிரியக்க அணுக்களின் எண்ணிக்கை N எனில் சிதைவு வீதம் Nக்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும்.

அதாவது, $-\frac{dN}{dt} \propto N$

அல்லது $-\frac{dN}{dt} = \lambda N$

ஆகும் ; λ என்பது **சிதைவு எண்** எனப்படும் ஒரு மாறிலியாகும். அதன் மதிப்பு சிதைவுறும் தனிமத்தைப் பொறுத்ததாகும். எதிர்க் குறியானது காலப் போக்கில் (t அதிகரிக்கும்போது) N குறை வதைக் குறிக்கிறது.

தொடக்கத்தில் ($t=0$ என்னும் கணத்தில்) அமைந்த கதிரியக்க அணுக்களின் எண்ணிக்கை N_0 எனக்கொள்வோம். அவ்வாறாயின் t என்ற பிறிதொரு கணத்தில் சிதைவுறாமல் எஞ்சியிருக்கும் அணுக் களின் எண்ணிக்கை

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

ஆகும். இங்கு e என்பது இயல் மடக்கையின் (லாகரிதத்தின்) கணிப்பு மூலமாகும் (base of natural logarithm = 2.718); e^x என்பது

$$e^x = 1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots\dots$$

என்னும் எக்ஸ்பொனென்ஷியல் சார்பலனாகும் ; அதன் பகுதி அதற்கே சமமாகும். இப்பண்பினைப் பயன்படுத்தி $N=N_0e^{-\lambda t}$ என்ற சமன்பாடு $-\frac{dN}{dt} = \lambda N$ என்ற சமன்பாட்டை அளிக் கிறது என நிறுவலாம். $N = N_0e^{-\lambda t}$ என்ற சமன்பாடு கதிரியக் கச் சிதைவைப் பற்றிய எக்ஸ்பொனென்ஷியல் விதியாகும். $e^{-\lambda t} = \frac{1}{e^{\lambda t}}$ என்னும் சார்பலன் விரைந்து குறையும் சார்பல னாகும் ; t-ன் பல்வேறு மதிப்புக்களுக்கு அதன் மதிப்புப் பின் வருமாறு :

t	0	$1/\lambda$	$2/\lambda$	$3/\lambda$	$4/\lambda$
$e^{-\lambda t}$	1	0·368	0.135	0.050	0.018

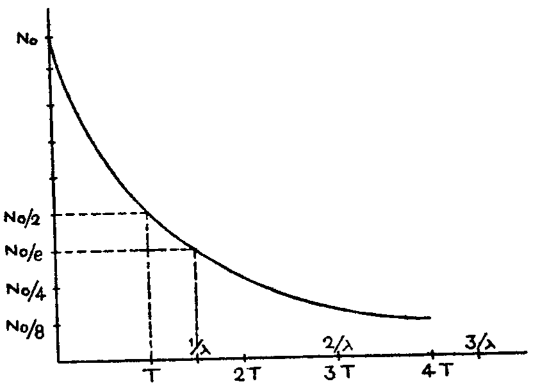
$$N = N_0 \, e^{-\lambda t}$$

என்ற சமன்பாட்டிலிருந்து $t = 1/\lambda$ என்னும் கணத்தில்

$$N = N_0 e^{-1} = \frac{N_0}{e}$$

ஆகும். எனவே λ என்பது கதிரியக்க அணுக்களின் எண்ணிக்கையானது அதன் தொடக்க மதிப்பில் $(1/e)$ ஆகக் குறைவதற்குத் தேவைப்படும் கால அளவின் தலைகீழி (reciprocal) ஆகும்.

காலத்தைப் பொறுத்து N குறையும் பாங்கினைப் படம் **5-21ல்** வரைபடம் மூலமாகக் காணலாம்.



படம் 5. 21

கதிரியக்க அணுக்களின் எக்ஸ்பொனென்ஷியல் சிதைவு

(B) அரை ஆயுட்காலம்

கதிரியக்கத்தைப் பற்றிய எக்ஸ்பொனென்ஷியல் விதிப்படி கதிரியக்கம் ஒன்று முற்றிலும் மறைவதற்குத் தேவைப்படும் காலம் முடிவிலியாகும். இது எல்லா கதிரியக்கத் தனிமங்களுக்கும் பொதுவானதாகும். எனவே, கதிரியக்கத் தனிமம் ஒன்றின் கதிரியக்கத்தை மற்றொன்றின் கதிரியக்கத்துடன் ஒப்பு நோக்குவதற்கு அரை ஆயுட்காலம் அல்லது **அரை ஆயுள்** *(T)* என்னும் ஒரு அளவு பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

கதிரியக்கத் தனிமம் ஒன்றின் அரை ஆயுள் என்பது அதன் சிதைவுறு அணுக்களின் எண்ணிக்கையானது, எனவே சிதைவு வீதமானது, பாதியளவாகக் குறைவதற்காகும் கால அளவாகும் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$N = Noe^{-\lambda t}$$

என்னும் சமனபாட்டில் $t = T$ என்னும் கணத்தில்

$$N = \frac{1}{2} No \text{ எனில்}$$

$$\frac{No}{2} = Noe^{-\lambda T}$$

அல்லது $\quad \frac{1}{2} = e^{-\lambda T}$

அல்லது $\quad e^{\lambda T} = 2$ ஆகும்.

எனவே, $\quad \lambda T = \log_e 2 = 2.303 \log_{10} 2 = 0.693$ ஆகும்.

எனவே, $\quad T = \frac{0.693}{\lambda}$ ஆகும்.

ஆகவே, அரை ஆயுள் (T) சிதைவு எண் (λ)ணுக்கு எதிர் விகிதத்திலுள்ளது. அதாவது λ மிகச்சிறு மதிப்பைப் பெறுமாயின் T மிகப் பெருமதிப்பையும், λ மிகப்பெரு மதிப்பைப் பெறுமாயின் T மிகச்சிறு மதிப்பையும் பெறும். அரை ஆயுள் T, λ-ஐப்போன்று சிதைவுறு தனிமத்தின் சிறப்பு மாறிலியாகும். எனவே, பல்வேறு கதிரியக்கத் தனிமங்களைப் பிரித்தறிய அதனைப் பயன்படுத்தலாம். காட்டாக, ரேடியத்திற்கு அதன் மதிப்பு 1590 ஆண்டுகளாகும் ; ரேடானுக்கோ அதன் மதிப்பு 3.8 நாட்களேயாகும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட கதிரியக்கத் தனிமத்தின் அரை ஆயுள் 5 மணிகள் என்று கூறுவதானது இந்த 5 மணி நேரத்தில் அதன் ஒவ்வொரு அணுவும் சிதைவுறுவதற்கான 50 சதவீத வாய்ப்பைப் பெற்றுள்ளது என்பதைக் குறிக்கிறது. ஆயினும் இதிலிருந்து, அந்த அணுக்கருவானது 10 மணி நேரத்தில் சிதைவுறுவதற்கான வாய்ப்பு 100 சதம் எனக் கூறிவிட முடியாது. ஒரு தனிமத்தின் அரை ஆயுள் 5 மணிகள் எனில் அதன் ஒரு அணுக்கரு 10 மணி நேரத்தில் சிதைவுறுவதற்கான நிகழ்திறம் (probability) 75% ஆகும். இது எவ்வாறெனில், முதல் 5மணி நேர அளவில் 50 சதவீதமும் அடுத்த 5 மணி நேரத்தில், எஞ்சியுள்ள 50சதவீத அணுக்களில் ஒவ்வொன்றும் 50 சதவீத வாய்ப்பைப் பெற்றிருப்பதால், 25 சதவீதமும் ஆக 75 சதவீதமாகும். அவ்வாறே 15 மணி நேரத்தில் (50% + 25% + 12.5% =) 87.5 சதவீத வாய்ப்பையும், 20 மணி நேரத்தில் (50% + 25% + 12.5% + 6.25% =) 93.5 சதவீதம் வாய்ப்பையும் அந்த அணுக்கரு பெற்றிருக்கும்.

(C) கதிரியக்கத்தின் அலகு

கதிரியக்கத் தனிமத்தின் மாதிரிக்கூறு ஒன்றின் கதிரியக்க அளவானது ஓரலகுக் கால அளவில் சிதைவுறும் கதிரியக்க அணுக்களின் எண்ணிக்கையினுல் அளவிடக்கூடும் என்பது தெளிவாகும். கதிரியக்கத்தை, **கியூரி** (*Ci*) என்ற அலகிலோ அல்லது அதன் கீழ் மடங்குகளான மில்லி கியூரி (*mCi*) மற்றும் மைக்ரோ கியூரி (μCi) என்னும் அலகுகளிலோ குறிப்பிடுவது வழக்கம். அவை பின்வருமாறு வரையறுக்கப்படுகின்றன :

1 கியூரி (*Ci*) $= 3.7 \times 10^{10}$ சிதைவுகள் / செகண்டு

1 *mCi* $= 10^{-3} Ci = 3.7 \times 10^{7}$ சிதைவுகள்/செகண்டு

1 μCi $= 10^{-6} Ci = 3.7 \times 10^{4}$ சிதைவுகள்/செகண்டு

கதிரியக்கத்தின் அலகான கியூரி என்பது ஒரு செகண்டில் 3.7×10^{10} சிதைவுகளை அளிக்கக்கூடிய கதிரியக்கத் தனிமத்தின் அளவாகும்.

5. 4. 6 இடம்பெயர்வு விதியும் கதிரியக்கத் தொடர்களும்

A. முன்னுரை

கதிரியக்க அணுக்கரு ஒன்று ஆல்ஃபா அல்லது பீட்டாத் துகள் ஒன்றை வெளிவிட்டுச் சிதைவுறும்போது புதியதொரு அணுக்கரு தோன்றுகிறது எனவும், அப்புதிய அணுக்கருவும் விரைவிலோ, சற்றுப் பின்னரோ மேலும் ஒரு துகளை வெளிவிட்டு மற்றுமொரு புதிய அணுக்கருவைத் தோற்றுவிக்கிறது எனவும் ருதர்ஃபோர்டும் அவரது துணையாளர்களும் கண்டுபிடித்தனர். ஒவ்வொரு அணுக்கருவும் துகளொன்றை வெளிவிட்டுப் புதியதொரு தனிமத்தை உருவாக்கும் இந்நிகழ்ச்சியானது இறுதியாக நிலையான, கதிரியக்க மற்றத் தனிமம் ஒன்று உருவாகும் வரை தொடர்ந்து நிகழ்கிறது. இத்தகைய' தொடர்ச்சியான சிதைவு நிகழ்ச்சிகளின் மூலம் உருவாகும் தனிமங்கள் **கதிரியக்கத் தொடர்**களை உருவாக்குகின்றன.

ஒவ்வொரு சிதைவின்போதும் தொடக்கத்தில் அமையும் அணு **தாயணு** (parent atom) என்றும் அந்த அணு ஆல்ஃபா அல்லது பீட்டாத்துகளை வெளிவிட்ட பின்னர் தோன்றும் புதிய அணு **சேயணு** (daughter atom) என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. அநேகமாக, இயற்கைச் சிதைவு நிகழ்ச்சிகள் யாவும் இறுதியாக அணுஎண் 82-ஐக்கொண்ட நிலையான காரீயத்தில் முடிவுறுகின்றன என இப்போது அறியப்பட்டுள்ளது. இத்தகைய கதிரியக்க மாற்றங்களை வரையறுக்கும் விதி ஒன்றை சாடி என்பாரும் ஃபஜான்ஸ் (Fahjans) என்பாரும் 1913-ல் கண்டுபிடித்தனர். அது **இடம் பெயர்வு விதி** என அழைக்கப்படுகிறது.

B. இடம்பெயர்வு விதி

இடம் பெயர்வு விதி பின்வருமாறு :

(1) இதுவரை அறியப்பட்ட கதிரியக்க மாற்றங்களில் ஓர் அணுவானது ஒரு ஆல்ஃபாத்துகளேயோ அல்லது ஒரு பீட்டாத்துகளேயோ வெளிவிடுகிறது. எந்தவொரு அணுவும் அவ்விரு துகள்களையும் ஒரே நேரத்திலோ, அல்லது ஒரே நேரத்தில் இரு ஒரேவகைத் துகள்களேயோ வெளி விடுவதில்லை.

(2) ஆல்ஃபாத்துகள் ஒன்று வெளிவிடப்படும்போது தாயணுவினதைவிட நான்கு அலகுகள் குறைந்த நிறை எண்ணையும் இரு அலகுகள் குறைந்த அணு எண்ணையும் கொண்ட புதியதொரு அணு உருவாகிறது.

(3) பீட்டாத்துகள் ஒன்று வெளிவிடப்படும்போது உருவாகும் புதிய அணுவானது தாயணுவின் அதே நிறை எண்ணையும், ஆனால் ஓரலகு அதிக அணு எண்ணையும் கொண்டுள்ளது.

ஆல்ஃபாத்துகள்கள் நான்கு அலகுகள் நிறை எண்ணையும் இரு அலகுகள் அணு எண்ணையும் கொண்ட ஹீலியம் அணுக்கருக்களாகவும், பீட்டாத் துகள்கள் ஓரலகு எதிர்மின்னூட்டத்தையும் புறக்கணிக்கத்தக்க நிறையையும் கொண்ட எலெக்ட்ரான்களாகவும் இனமறியப்பட்டுள்ளதால் மேற்கூறிய விதியை எளிதில் புரிந்து கொள்ளலாம்.

காட்டாக, அணு எண் 92 ($Z = 92$), நிறை எண் 238 ($A = 238$) கொண்ட யுரேனியம், ஆல்ஃபாத்துகள் (அணு எண் 2, நிறை எண் 4) ஒன்றை வெளிவிடுகிறது. எனவே சேயணுவின் அணு எண் 90 ஆகவும் நிறை எண் 234 ஆகவும் அமைய வேண்டும். அணு எண் 90 ($Z = 90$) கொண்ட தனிமம் தோரியம் ஆகும். இந்நிகழ்ச்சியைப் பின்வரும் சமன்பாட்டின் மூலம் குறிக்கலாம்.

$$_{92}U^{238} \longrightarrow {}_{90}Th^{234} + {}_{2}He^{4} \text{ (ஆல்ஃபாத்துகள்)}$$

தாயணுவானது ஒரு பீட்டா உமிழியாக அமையுமாயின் (பீட்டாத்துகளை வெளிவிடுமாயின்) பீட்டாத்துகள் என்பது ஓரலகு எதிர் மின்னூட்டம் கொண்ட எலெக்ட்ரானுதலால் சேயணுவின் அணு எண்ணுனது தாயணுவினதைவிட ஓரலகு அதிகமாக அமையும். (ஓரலகு எதிர்மின்னூட்ட இழப்பானது ஓரலகு நேர்மின்னூட்ட ஆதாயத்திற்குச் சமமாகும்). மேலும் எலெக்ட்ரான் மிகவும் இலேசாக இருப்பதால் தாயணு மற்றும் சேயணுக்களின் நிறை

எண்கள் அதே எண்ணாக அமைகின்றன. காட்டாக, $_{92}U^{238}$-ன் சேயணுவான $_{90}Th^{234}$ ஒரு பீட்டா உமிழியாகும். எனவே $_{90}Th^{234}$ன் சேயணு அணு எண் 91-ஐயும், நிறை எண் 234-ஐயும் கொண்டிருக்க வேண்டும். இப்புதிய தனிமம் புரோட்டா ஆக்டீனியம் (Protoactinium - Pa) என அழைக்கப்படுகிறது. இப்புதிய தனிமம் தோற்றுவிக்கப்படும் நிகழ்ச்சியைப் பின்வரும் சமன்பாட்டால் குறிக்கலாம்.

$$_{90}Th^{234} \longrightarrow {}_{91}Pa^{234} + {}_{-1}e^{0} \quad \text{(பீட்டாத்துகள்)}$$

மேற்காணும் சமன்பாடானது **ருதர்ஃபோர்டு - சாடி விதிகள்** எனப்படும் பின்வரும் விதிகளுக்கேற்ப அமைந்துள்ளதைக் காணலாம் :

(1) சிதைவுக்கு முன் உள்ள மொத்த மின்னூட்ட (அணு எண்) அல்லது மின்னூட்டங்களின் குறியியல் கூட்டுத்தொகை (algebraic sum)யானது சிதைவுக்குப் பின் உள்ள மொத்த மின்னூட்டங்களின் குறியியல் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமமாகும்.

(2) சிதைவுக்கு முன் உள்ள துகள்களின் நிறை எண்களின் கூட்டுத் தொகை சிதைவுக்குப் பின் உள்ள துகள்களின் நிறை எண்களின் கூட்டுத் தொகைக்குச் சமமாகும்.

C. கதிரியக்கத் தொடர்கள்

இயற்கைத் கதிரியக்கத்தின்போது தொடர்ச்சியான கதிரியக்க மாற்றங்கள் ஏற்பட்டுக் கதிரியக்கத் தொடர்கள் உருவாகின்றன என முன்னர் கூறப்பட்டது. அத்தகைய தொடர் ஒன்றின் தொடக்கத் தாயணுவின் நிறை மற்றும் அணு எண்களை அறிவோமாயின் இடம் பெயர்வு விதியின் உதவியால் அத்தொடரில் அமைந்த வெவ்வேறு தனிமங்களின் நிறை மற்றும் அணு எண்களை எளிதில் மதிப்பிடலாம். இயற்கையில் காணப்பெறும் பெரும்பாலான கதிரியக்கத் தனிமங்கள் நான்கு கதிரியக்கத் தொடர்களில் அமைந்துள்ளன. அவை யுரேனியம், தோரியம், ஆக்டீனியம் மற்றும் நெப்டூனியம் தொடர்களாகும். அத்தொடர்கள் யாவற்றிலும் அதிக அணு நிறையையும் மிக நீண்ட ஆயுளையும் கொண்ட தாய்த் தனிமம் ஒன்று ஆல்ஃபா அல்லது பீட்டாத் துகள்களைத் தொடர்ச்சியாக வெளியிடுவதன் பயனாய் கதிரியக்கத் தனிமங்களின் தொடர் ஒன்றை அளிக்கிறது. பொதுவாக, கதிரியக்க மாற்றம் ஒன்றைப் பின்வரும் சமன்பாடுகளின் வடிவில் குறிக்கலாம் :

$$_{Z}X^{A} \longrightarrow {}_{Z-2}Y^{A-4} + \alpha$$

$$_{Z}P^{A} \longrightarrow {}_{Z+1}Q^{A} + \beta$$

இங்கு **Z** என்பது அணு எண் ; *A* என்பது நிறை எண். *X* என்பது ஆல்ஃபா உமிழி ; *P* என்பது பீட்டா உமிழி. *Y, Q* என்பவை முறையே அவற்றின் சேய்களாகும். அவை, காரீயத்துக்கு அணு எண்ணான 82-ஐ விட அதிக அணு எண்களைக் கொண்டிருக்குமாயின் அவையும் கதிரியக்கம் கொண்டு அமையும்.

பின்வரும் அட்டவணையில் நான்கு முக்கிய கதிரியக்கத்தொடர்களின் பெயர்களையும் அவற்றின் தாய்த் தனிமங்களையும் அவற்றின் அரை ஆயுட்களையும், தொடர்களின் இறுதித் தனிமங்களான நிலையான சேய்களையும் காணலாம். நெப்டூனியத்தின் அரை ஆயுளானது அண்டத்தின் மதிப்பிடப்பட்ட வயதைவிட (சுமார் 10^{10} ஆண்டுகள்) மிகவும் குறைவாக இருப்பதால் அத்தொடரின் உறுப்புத் தனிமங்கள் இன்று இயற்கையில் காணப்படுவதில்லை. ஆயினும் பிற அணுக்கருக்களை நியூட்ரான்களைக் கொண்டு தாக்குவதன் மூலம் அவை ஆய்வகத்தில் தோற்றுவிக்கப்பட்டுள்ளன.

அட்டவணை

நான்கு கதிரியக்கத் தொடர்கள்

தொடர்	தாய்த் தனிமம்	அரை ஆயுள்-ஆண்டுகள்	நிலையான இறுதித் தனிமம்
தோரியம்	$_{90}Th^{232}$	$1{\cdot}39 \times 10^{10}$	$_{82}Pb^{208}$
நெப்டூனியம்	$_{93}Np^{237}$	$2{\cdot}25 \times 10^{6}$	$_{83}Bi^{209}$
யுரேனியம்	$_{92}U^{238}$	$4{\cdot}50 \times 10^{9}$	$_{82}Pb^{206}$
ஆக்டீனியம்	$_{92}U^{235}$	$7{\cdot}07 \times 10^{8}$	$_{82}Pb^{207}$

தோரியம், யுரேனியம் மற்றும் ஆக்டீனியத் தொடர்களின் இறுதித்தனிமம் காரீயத்தின் ஓர் ஐசோட்டோப்பு ஆகும். நெப்டூனியத் தொடரின் இறுதித் தனிமம் $_{83}Bi^{209}$ ஆகும். இத்தொடர்களின் ஆய்வானது பல்வேறு கதிரியக்கத் தனிமங்களின் உருவாக்கத்தில் உள்ள ஒழுங்குமுறைமையைப் பற்றிக் கூறுவதோடு ஐசோட்டோப்புக்கள் இருத்தலைப்பற்றிய அறிவுக்கும் வழிவகுக்கிறது. உண்மையில், கதிரியக்கத் தனிமங்களுள் அமைந்த ஐசோட்டோப்புக்களைப் பற்றிய கண்டுபிடிப்பானது நிலையான தனிமங்களின் ஐசோட்டோப்பு அமைப்பைப் பற்றிய ஆய்வுக்குத் தொடக்கமாக அமைந்தது எனலாம்.

5. 4. 7 புவியின் வயது

கதிரியக்கத்தின் முக்கியமான பயன்களுள் ஒன்றான புவியின் வயது மதிப்பீட்டைப்பற்றி இங்குக் கருதுவோம். கதிரியக்கத் தனிமங்களின் சிதைவானது இயற்பியல் மற்றும் வேதியியல் சூழல்களை முற்றிலும் சார்ந்திருக்கவில்லையாதலால், அச்சிதைவின் அடிப்படையிலமைந்த, புவியின் வயதை மதிப்பிடுவதற்கான மிகச்சிறந்த முறையொன்றை நாம் பெற்றுள்ளோம். அம்முறை பின்வருமாறு :

கதிரியக்கத் தனிமங்களின் யுரேனியத் தொடரானது $_{92}U^{238}$ என்ற தனிமத்தில் தொடங்குகிறது. அதன் அரை ஆயுள் 4.5 பிலியன் (1 பிலியன் = 10^9) ஆண்டுகளாகும்; அதன் சிதைவு எண்ணோ அத்தொடரிலமைந்த, Pb^{206} நீங்கலாக, வேறெந்தத் தனிமத்தின் சிதைவு எண்ணின் ஆயிரத்திலொரு பகுதியைவிடக் குறைவாகும். இக்காரீய ஐசோட்டோப்பானது நிலையாக அமைந்து முடிவிலா அரை ஆயுளைக் (சுழி சிதைவு எண்ணைக்) கொண்டுள்ளது. எனவே, ஒரு பிலியன் ஆண்டுகள் அளவிலான காலத்திற்குப் பின்னர் அத்தொடரின் தனிமங்களுள் கணிசமான அளவில் இருக்கக்கூடிய தனிமங்கள் யுரேனியமும் காரீயமுமே என்பதை அறியலாம். முதல் தனிமமான யுரேனியம், இறுதித்தனிமமான காரீயம் ஆகியவற்றின் சிதைவுகள்

$$N_{pb} = (N_0)_u \left(1 - e^{-\lambda_u t}\right)$$

என்னும் சமன்பாட்டால் குறிக்கப்பெறுகின்றன. இங்கு N_{pb} என்பது யுரேனியத்தின் சிதைவினால் உருவாக்கப்பெற்று இப்போது இருக்கக்கூடிய காரீய அணுக்களின் எண்ணிக்கை ; $(N_0)_u$ என்பது தொடக்கத்தில் இருந்த யுரேனிய அணுக்களின் எண்ணிக்கை ; λ_u என்பது யுரேனியத்தின் சிதைவு எண்ணாகும்.

காரீயமானது யுரேனியத் தொடரின் இறுதித் தனிமமாதலால் U^{238} தாதுப் பொருளில் எப்போதும் Pb^{206} காணப்படும். யுரேனியமும் காரீயமும் ஒருங்கே காணப்படுவதற்கான மறுக்க முடியாத காரணம் ஏதுமில்லையாதலால் மேற்கூறிய காரணத்தையே சரியான காரணமாகக் கருதலாம். எனவே, யுரேனியத் தாது ஒன்றில் தற்போது காணப்படும் காரீய அணுக்கள் மற்றும் யுரேனிய அணுக்கள் ஆகியவற்றின் மொத்த எண்ணிக்கையானது தொடக்கத்தில் அமைந்த யுரேனிய அணுக்களின் எண்ணிக்கைக்குச் சமமாக வேண்டும் என்பது தெளிவாகும். அதாவது

$$N_{pb} + N_u = (N_0)_u$$

Pb^{206}, U^{238} ஆகியவற்றின் தற்போதைய செழிப்பு வீதங்களைச் சோதனைவாயிலாக மதிப்பிடலாம். இச்சமன்பாட்டிலிருந்து

பெறப்படும் $(N_o)_u$ மதிப்பை மேற் சொன்ன சமன்பாட்டில் பதிலீடு செய்வோமாயின்

$$N_{pb} = (N_{pb} + N_u)(1 - e^{-\lambda_u t})$$

N_{pb}, N_u மற்றும் λ_u ஆகியவற்றின் மதிப்புக்களை அறிவோமாயின் புவியின் வயதை (t)க் கணக்கிட்டுக் கொள்ளலாம். இந்தக் கால அளவானது தொடக்க யுரேனியம் பாறையினுள் பொதியப்பெற்ற காலத்திலிருந்து, அதாவது புவியானது திண்ம நிலைபெற்ற காலத்திலிருந்து இதுவரை கடந்த காலமாகும்.

மேற்கூறிய முறையில் பல தற்கோள்கள் அடங்கியுள்ளன. ஆயினும் இம்முறையைப் பயன்படுத்தி, புவியின் பல்வேறு பகுதிகளிலிருந்து சேகரிக்கப்பட்ட, பல யுரேனியத் தாதுக் கூறுகளின் ஆய்வு மூலம் பெறப்பட்ட புவியின் வயதுக்கான மதிப்புக்கள் சுமார் 4×10^{12} ஆண்டுகளாகும். இத்தகைய மாறு மதிப்பிலிருந்து மேற்கொள்ளப்பட்ட தற்கோள்கள் சரியானவையே எனக் கருதலாம்.

விளக்கக் கணக்குகள்

1. ட்ரீஷியம் $({}_1H^3)$, பீட்டாச் சிதைவுக்கான 12.5 ஆண்டுகள் அரை ஆயுளைக் கொண்டுள்ளது. 37.5 ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் மாதிரிக் கூறு ஒன்றின் எப்பகுதி சிதைவுறாமல் எஞ்சி நிற்கும் ?

தொடக்கத்தில் 1 கிராம் ${}_1H^3$ இருப்பதாகக் கொள்வோம். 12.5 ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு சிதைவுறாமல் எஞ்சியிருப்பது $\frac{1}{2}$ கிராம் ஆகும். 25 ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு எஞ்சியிருப்பது $\frac{1}{2}(\frac{1}{2}) = \frac{1}{4}$ கிராம் ஆகும். 37.5 ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு எஞ்சியிருப்பது $\frac{1}{2}(\frac{1}{4}) = \frac{1}{8}$ கிராம் ஆகும். எனவே 37.5 ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு எஞ்சியிருப்பது $\frac{1}{8}$ பகுதியாகும்.

2. ${}_{11}Na^{24}$-ன் அரை ஆயுள் 15 மணிகளாகும். இந்த ஐசோட்டோப்பின் மாதிரிக் கூறு ஒன்றில் 93.75 சதவீதம் சிதைவுறுவதற்கு எவ்வளவு காலம் ஆகும் ?

தொடக்கத்தில் 100 கிராம் ${}_{11}Na^{24}$ இருப்பதாகக் கொள்வோம்.

முதல் 15 மணி நேரத்தில் சிதைவுறுவது $\frac{1}{2} \times 100 = 50$ கிராம்

அடுத்த 15 மணி நேரத்தில் சிதைவுறுவது $\frac{1}{2} \times 50 = 25$ கிராம்

அடுத்த 15 மணி நேரத்தில் சிதைவுறுவது $\frac{1}{2} \times 25 = 12.5$ கிராம்

அடுத்த 15 மணி நேரத்தில் சிதைவுறுவது $\frac{1}{2} \times 12.5 = 6.25$ கிராம்.

எனவே, 60 மணி நேரத்தில் சிதைவுறுவது = 93.75 கிராம்.

ஆகவே, $_{11}Na^{24}$ மாதிரிக்கூறின் 93.75 சதவீதம் சிதைவுறுவதற்கு ஆகும் காலம் 60 மணிகள் ஆகும்.

3. தோரியத்தின் அரை ஆயுள் 1.39×10^{10} ஆண்டுகளாகும். சிதைவு எண்ணைக் கணக்கிடுக.

அரை ஆயுள் $T = 1.39 \times 10^{10}$ ஆண்டுகள்

$= 1.30 \times 10^{10} \times 365 \times 24 \times 60 \times 60$ செகண்டுகள்

$$\lambda = \frac{0.693}{T}$$

$$\therefore \lambda = \frac{0.693}{1.39 \times 10^{10} \times 365 \times 24 \times 60 \times 60}$$

$\lambda = 1.581 \times 10^{-18}$ செகண்டுகள்.

பயிற்சி 5. 4

1. கதிரியக்கம் என்றால் என்ன ? அதனைக் கண்டு பிடித்தவர் யார் ?
2. சுயச்சிதைவு என்றால் என்ன ?
3. கதிரியக்கத்தைப்பற்றிய கண்டுபிடிப்புக்கு வழிவகுத்த சூழல்களை விவரிக்க.
4. கியூரி அம்மையார் மற்றும் பியரி கியூரி ஆகியோர் கண்டு பிடித்த கதிரியக்கத் தனிமங்கள் யாவை ?
5. பெக்கொரல் கதிர்களின் கூறுகளைக் கூறுக.
6. பெக்கொரல் கதிர்களைப் பிரித்தறிவதற்கான விலக்கல் முறைகளை விவரிக்க.
7. ஆல்ஃபா, பீட்டா மற்றும் காமாக் கதிர்கள் என்பவை யாவை ?
8. ஆல்ஃபா, பீட்டா மற்றும் காமாக் கதிர்களின் பண்புகளைக் கூறுக.
9. வெவ்வேறு வகைக் கதிர்களின் அயனியாக்கத் திறன்களை ஒப்பிட்டு நோக்குக.
10. கதிரியக்கத்தைப் பற்றிய எக்ஸ்பொனென்ஷியல் விதியைக் கூறி விளக்குக.
11. சிதைவு எண் மற்றும் அரை ஆயுள் ஆகியவற்றை வரையறுத்துக் கூறுக. அவற்றிற்கிடையேயான தொடர்பைப் பெறுக.

12. ஒரு தனிமத்தின் அரைஆயுள் 5 மணிகள் என்ற கூற்றுக்குப் பொருள் தருக.

13. கதிரியக்கத்திற்கான அலகைக் கூறி விளக்குக.

14. கதிரியக்கத் தொடர்கள் யாவை ? கதிரியக்கத் தொடர் ஒன்றில் தாய், சேய் என்பவை யாவை ?

15. கதிரியக்கத் தொடர்களின் நிலையான இறுதித் தனிமம் யாது ? அதன் அணு எண் என்ன ?

16. இடம் பெயர்வு விதியைக் கூறுக.

17. ஆல்ஃபாத்துகள் ஒன்று வெளிவிடப்படும்போது அணு ஒன்றின் நியூக்ளியான்களில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் யாவை? எடுத்துக்காட்டு ஒன்று தருக.

18. பீட்டாத்துகள் ஒன்று வெளிவிடப்படும்போது அணு ஒன்றின் நியூக்ளியான்களில் ஏற்படும் மாறுதல்கள்யாவை ? எடுத்துக்காட்டு ஒன்று தருக.

20. கதிரியக்கத் தொடர் ஒன்றைச் சுருக்கமாக விளக்குக. அதன் முக்கியத்துவத்தை எடுத்துக் கூறுக.

21. கதிரியக்கத்தைப்பற்றிய ஆய்வின் மூலம் புவியின் வயதை மதிப்பிடுவது எங்ஙனம் என விளக்குக.

கணக்குகள்

1. ரேடானின் அரை ஆயுள் 3.8 நாட்கள். அதன் சிதைவு எண்ணைக் கணக்கிடுக.

2. ரேடியத்தின் அரை ஆயுள் 1600 ஆண்டுகள். அதன் சிதைவு எண்ணைக் கணக்கிடுக.

3. $_{92}U^{239}$ ஐசோட்டோப்பு அடுத்தடுத்த இரு பீட்டாச் சிதைவுகளைப் பெறுகிறது. சிதைவுகளின் முடிவில் விளையக் கூடிய ஐசோட்டோப்பு யாது ?

4. $_{92}U^{238}$ ஐசோட்டோப்பு அடுத்தடுத்து எட்டு ஆல்ஃபாச் சிதைவுகளையும் ஆறு பீட்டாச் சிதைவுகளையும் பெறுகிறது. இறுதியில் விளையும் ஐசோட்டோப்பு யாது ?

5. கதிரியக்க ஐசோட்டோப்பு மாதிரிக் கூறு ஒன்றின் அரை ஆயுள் 20 நிமிடங்கள். 80 நிமிடங்களுக்குப் பிறகு அதன் எப்பகுதி சிதைவுறாமல் எஞ்சி நிற்கும் ?

6. கதிரியக்க மாதிரிக் கூறு ஒன்றின் அரைஆயுள் 30 மணிகள். அதில் 87.5% சிதைவுறுவதற்கு ஆகும் காலம் எவ்வளவு?

7. கதிரியக்க மாதிரிக் கூறு ஒன்றின் கதிரியக்கம் விஞடிக்கு 11.1×10^{10} சிதைவுகள் ஆகும். இக்கதிரியக்கத்தைக் கியூரி, மில்லி கியூரி, மைக்ரோ கியூரி ஆகிய அலகுகளில் குறிக்க.

8. கதிரியக்க மாதிரிக்கூறு ஒன்றின் சிதைவு எண் 15.25 $(\text{விஞடி})^{-1}$ ஆகும். அதன் அரை ஆயுளேக் கணக்கிடுக.

6. எலெக்ட்ரானியலும் கருவிகளும்

6.1. மின் கடத்திகள்

6.1.1 முன்னுரை

மின்னோட்டங்களின் இயக்கவீதம் மின்னோட்டம் என அழைக்கப் பெறுகிறது. மின்னூட்ட இயக்கம் ஒன்றைத் தோற்றுவிக்க மின்னழுத்த வேறுபாடு ஒன்றை நிறுவவேண்டும். இம்மின்னழுத்த வேறுபாட்டால் விளையும் மின்னோட்டமானது ஓம் விதிக்கு உட்படுகிறது. **ஓம் விதி** பின்வருமாறு : ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் ஒரு குறிப்பிட்ட பொருளில் செல்லும் மின்னோட்டமானது அதில் நிறுவப்பெறும் மின்னழுத்த வேறுபாட்டுக்கு நேர்விகிதத்திலுள்ளது.

சில பொருட்கள் அவற்றில் மின்னழுத்த வேறுபாடு ஒன்று நிறுவப்படும்போது அவற்றின் வழியே மின்னோட்டத்தை எளிதில் அனுமதிக்கின்றன ; வேறு சில பொருட்களோ அவ்வாறு அனுமதிப்பதில்லை. முதல்வகைப் பொருட்கள் **கடத்திகள்** எனவும் இரண்டாம் வகைப் பொருட்கள் **மின்காப்புப் பொருள்கள்** எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. கடத்தி ஒன்றின் இருமுனைகளுக்கிடையே நிறுவப்படும் மின்னழுத்த வேறுபாட்டிற்கும், அதன் பயனாய் விளையும் மின்னூட்டத்திற்கும் உள்ள தகவு கடத்தியின் **மின்தடை** என அழைக்கப்படுகிறது. உலோகங்கள் போன்ற நற்கடத்திகள் மிகக் குறைந்த மின்தடையையே அளிக்கின்றன ; மரம், இரப்பர், தாள், கண்ணாடி போன்ற மின்காப்புப் பொருட்கள் மிகஅதிக மின்தடையை அளிக்கின்றன.

6.1.2 மின்தடை

ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் கடத்தி ஒன்றின் மின்தடையானது அதன் பரிமாணங்கள், வெப்பநிலை மற்றும் கடத்திப் பொருள் ஆகியவற்றைச் சார்ந்துள்ளது. மின்தடையானது கடத்தியின் நீளத்திற்கு நேர்விகிதத்திலும் அதன் குறுக்குவெட்டுப் பரப்புக்கு எதிர் விகிதத்திலும் உள்ளது. மிகப் பெரும்பாலான கடத்திகளைப் பொறுத்தவரை வெப்பநிலை மிகும்பொழுது மின்தடையும் அதிகமாகிறது. சில பொருட்களுக்கு வெப்பநிலை மிகும்பொழுது மின்தடை குறைகிறது.

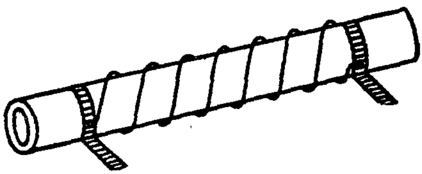
பயிற்சி 6. 1

1. 'மின்னோட்டம்' என்றால் என்ன ?
2. 'ஓம்' விதியைக் கூறு.
3. ஒரு கடத்தியின் மின்தடை என்பதை வரையறு.

6. 2. மின்தடையங்கள்

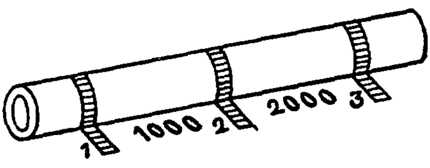
6. 2. 1 மின்தடைகள்

மின்னியல் சுற்றுக்களில் வெவ்வேறு குறிப்பிட்ட மின்தடை மதிப்புக்களைக் கொண்ட கடத்திகள் தேவைப்படுகின்றன. இவை பொதுவாக **மின்தடையங்கள் (Resistors)** என அழைக்கப் பெறுகின்றன. இம்மின்தடையங்கள் பல்வேறு வகைப்படும். சில மின் தடையங்கள் பீங்கான் குழாய்களின் மீது மெல்லிய உலோகக் கம்பிகளைச் சுற்றி உருவாக்கப்படுகின்றன. கம்பியின் இரு முனைகளிலும் இணைப்பு முனைகள் பொருத்தப்படுகின்றன. (படம் 6-1).



படம் 6. 1

கம்பி சுற்றிய மின்தடையம்



படம் 6. 2

மைய இணைப்புடைய மின்தடையம்

சில சமயங்களில் வெவ்வேறு மின்தடை மதிப்புக்களைப் பெறுவதற்கேற்ப கம்பிச் சுருள்களில் படம் 6-2-ல் காட்டியுள்ளபடி மைய இணைப்புக்களும் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். மின்சுற்றுக்களில் செல்லும் மின்னோட்டத்தின் அளவைக் கட்டுப்படுத்த மிக உயர்ந்த மின்தடையங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

மற்றொருவகை மின்தடையம் '**கார்பன் மின்தடையம்** எனப பொதுவாக அழைக்கப்படுவதாகும். இவ்வகை மின்தடையமானது களிமண், பேக்லேட் போன்ற பிணைப்பொருட்களுடன் கலந்து இறுக்கப்பட்ட ஒருவகைக் கார்பன் அல்லது கிராஃபைட் ஆகும்; சில சமயங்களில் இரப்பரும் பிணைப்பொருளாகப் பயன்படுத்தப் படுகிறது. இவற்றின் மின்தடை மதிப்பானது மின்தடையத்தின் அளவினாலும் பிணைப்பொருளின் அளவுக்கும் கார்பனின் அளவுக் கும் உள்ள விகிதத்தாலும் வரையறுக்கப்படுகிறது.

மின்தடையம் ஒன்றின் வழியே மின்னோட்டம் ஒன்று நிகழும் போது அது சூடேற்றப்படுகிறது. இவ்வெப்பம் கதிர்வீச்சு முறை யில் சிதறடிக்கப்படாவிடில் மின்தடை தீங்குறும். எனவே ஒவ் வொரு மின்தடையமும் அதன்வழிச் செல்லும் மின்னோட்டத்திற் கான உயர் வரம்பு ஒன்றைப் பெற்றுளது. அந்த உயர்வரம் பானது மின்தடையம் தாங்கக்கூடிய (வாட் அலகுகளில் குறிக்கப் படும்) மின்திறனின் அடிப்படையில் குறிப்பிடப்படுகிறது: அது மின்தடையத்தின் **திறன் அறுதிப்பாடு** (wattage rating) என்று அழைக்கப்படுகிறது. காட்டாக, 10 வாட் மின்தடையம் ஒன்று, 1 வாட் மின்தடையமொன்று தாங்கும் மின்னோட்டத்தைப் போன்று மூன்று மடங்கு மின்னோட்டத்தைத் தாங்கக்கூடும். மின் தடையத்தின் புறப்பரப்பு அதிகமாகும்போது அதன் வெப்பக்கதிர் வீசுதிறன் அதிகமாகுமாதலால் ஒரு மின்தடையத்தின் திறன் அறுதிப்பாடு அதன் புறப்பரப்பளவைப் பொறுத்து அமையும்.

6.2.2 மின்தடைய வண்ணக் குறியீடுகள்

மின்தடையம் ஒன்றின் மதிப்பை எளிதிலும் விரைவிலும் அறிந்துகொள்வதற்கேற்ப, பொதுவாக அதன்மீது நிறக்குறியீடுகள் சில இடப்பட்டிருக்கும். பழைய குறியீட்டு முறையில் மின்தடைய முழுவதும், அதன் ஒரு முனையும் நிறமிடப்பட்டு அதன் நடுவில் நிறப்புள்ளி ஒன்று காணப்படும். புதிய முறையில் மின்தடையத் தின் இடது முனையிலிருந்து தொடங்கி அடுத்தடுத்து மூன்று அல்லது நான்கு நிற வளையங்கள் குறிக்கப்படுகின்றன. அக்குறியீடு களின் பொருள் பின்வருமாறு:

முறை	மின்தடை மதிப்பின், இடப்புறமிருந்து		
	முதல் இலக்கம்	இரண்டாவது இலக்கம்	அடுத்து வரும் சுழிகளின் எண்ணிக்கை
பழைய முறை	உடல் நிறம்	முனை நிறம்	புள்ளியின் நிறம்
புதிய முறை	முதல் வளைய நிறம்	இரண்டாவது வளைய நிறம்	மூன்றாவது வளைய நிறம்

நிறங்களுக்குரிய எண் மதிப்புகள்

நிறம்	மதிப்பு
கறுப்பு (Black)	0
பழுப்பு (Brown)	1
சிவப்பு (Red)	2
ஆரஞ்சு (Orange)	3
மஞ்சள் (Yellow)	4
பச்சை (Green)	5
நீலம் (Blue)	6
ஊதா (Violet)	7
சாம்பல் (Grey)	8
வெள்ளை (White)	9

குறிப்பிட்ட, சரியான மின்தடைகளைக் கொண்ட கார்பன் மின்தடையங்களைச் செய்வது மிகவும் கடினமாகும். எனவே பொதுவாக அவற்றின் உண்மையான மதிப்புக்கள் அவற்றில் குறிப்பிடப்பட்டிருக்கும் மதிப்புக்களிலிருந்து சற்று வேறுபடும். இவ்வேறுபாடு மின்தடையத்தின் **வேறுபாட்டு வீதம் (tolerance)** என அழைக்கப்படுகிறது. மின்தடைய உற்பத்தியாளர்கள் இவ் வேறுபாட்டு வீதத்தின் அளவை நான்காவது வளையத்தினால் குறிப்பிடுகிறார்கள். இவ்வளையம் தங்க நிறத்திலோ வெள்ளிநிறத்திலோ இருக்கும். தங்க வளையம் 2 சதவீத வேறுபாட்டையும் வெள்ளி வளையம் 5 சதவீத வேறுபாட்டையும் குறிக்கும். இவ்விரு வளையங்களும் இல்லாத மின்தடையங்களின் மதிப்பில் 10 சதவீத வேறுபாடு இருக்கும் எனப் பொதுவாகக் கருதலாம்.

பயிற்சி 6. 2

1. ஒரு மின்தடையின் 'வாட் வீதம்' என்பது என்ன ?
2. ஒரு மின்தடையின் 'வேறுபாட்டு வீதம்' என்றால் என்ன ?

6. 3. மின்தேக்கிகள்

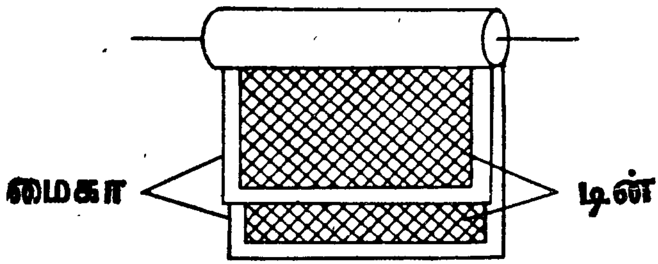
6. 3. 1 முன்னுரை

மின்தேக்கி என்பது பொதுவாக இரு கடத்திகள், அவற்றிற்கிடையே மின்னழுத்த வேறுபாடு ஒன்று நிறுவப்படுவதற்கேற்ப அமைந்ததொரு அமைப்பாகும். எனவே, ஏறக்குறைய எல்லாக்

கடத்திச் சோடிகளும் மின்தேக்கி அமைப்புக்களாகச் செயற்படும் என்பது தெளிவாகும். நடைமுறையில் மின்தேக்கி என்பது மின் காப்புப் பொருளொன்ருல் பிரிக்கப்பட்டு அருகருகே அமைந்த, காப்பிடப்பட்ட இரு கடத்திகளாகும். அவ்விரு கடத்திகளேயும் வெவ்வேறு மின்னழுத்தங்களுக்கு மின்னூட்டுவிப்பதன் மூலம் அவற்றிற்கிடையே உள்ள மின்காப்பு வெளியில் நிலேயியல் மின் புலம் ஒன்றை நிறுவலாம். இருகடத்திகளுக்கிடையே உள்ள மின் காப்புப் பொருளானது பொதுவாக ஒரு மின்கடத்தாப் பொருளாகும் (dielectric).

6. 3. 2 மின்தேக்கி வகைகள்

இன்று கிடைக்கப்பெறும் மின்தேக்கிகள் பல வகைகளில், அளவுகளில், மற்றும் வடிவங்களில் உள்ளன. பெரும்பாலான எலெக்ட்ரானியல் சுற்றுக்களில் பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படும் **காகித மின்தேக்கிகள்** பெரிதும் வழக்கிலுள்ள ஒருவகை மின் தேக்கிகளாகும். இவ்வகை மின்தேக்கி ஒன்றில் ஒரு மெல்லிய காசித நாடாவின் இருபுறமும் இரு நீண்ட, மெல்லிய வெள்ளீயத் தாள்கள் ஒட்டப்பட்டுள்ளன. இந்த அமைப்பானது பின்னர் பாரஃபின் அல்லது எண்ணெயில் தோய்த்தெடுக்கப்பட்டு, அதன் மீது பாரஃபினில் தோய்க்கப்பட்ட மற்றுமொரு காகிதநாடாவை



படம் 6. 3
மைக்கா, வெள்ளீயச் சுருள் மின்தேக்கி

வைத்து, அவை ஒரு சிறு உருளேயாகச் சுருட்டப்படுகின்றன. வெள்ளீயத்தாள்கள் கடத்திகளாகவும் காகித நாடா, அவற்றைப் பிரிக்கும் மின்கடத்தாப் பொருளாகவும் செயற்படுகின்றன. மாரு மின்தேக்கி ஒன்றில் மின்கடத்தாப் பொருளாகப் பயன்படுத்தப் படும் பொருள்களுள் மிகச்சிறந்தது மைக்காவாகும். மாரு மின் தேக்கிகளின் பொதுவானதொரு அமைப்பில் மெழுகினுல் நிரப்பப் பட்ட, உலோகம் அல்லது பேக்லேட் உறை ஒன்றினுள் வெள்ளீயத் தகடுகளும் மைக்காத் தகடுகளும் அடுத்தடுத்து அமைக்கப்பட்

டுள்ளன. அடுத்தடுத்த வெள்ளியத் தகடுகள் இரு தொகுதி களாக இணைக்கப்பட்டு இரு இணைப்புமுனைகள் அளிக்கப்பட் டுள்ளன. (படம் 6.3)

மின்பகுப்பு மின்தேக்கி என்பது அது உருவாக்கப்படும் முறை யின் அடிப்படையில் அப்பெயர் பெறுகிறது. இவ்வகை மின்தேக்கி ஒன்றில் மெல்லிய அலுமினியத்தாள் ஒன்றின் பரப்பில் மின்பகுப்பு முறையில் அலுமினிய ஆக்ஸைடு மென்படலம் ஒரு உருவாக்கப் படுகிறது ; அலுமினியத்தாள் கடத்தியாகவும் ஆக்ஸைடு மென் படலம் மின்கடத்தாப் பொருளாகவும் செயற்படுகின்றன.

மின்தேக்கியின் மின்தேக்கு திறனுனது மின்வாய்களாகச் செயற்படும் உலோகத்தகடுகளின் பொதுப்பரப்புக்கு நேர்விகிதத் திலும் அவற்றிற்கிடையேயுள்ள தொலைவுக்கு எதிர்விகிதத்திலும் உள்ளது. மின்பகுப்பு மின்தேக்கிகளில் மின்கடத்தாப் பொருளின் தடிப்பானது மிகவும் குறைவாக இருப்பதால் மிக அதிகமான மின்தேக்கு திறன்களைப் பெறமுடியும். நேர், எதிர் முனைகள் மின் தேக்கியின் மீது குறிக்கப்படுகின்றன. இம்மின்தேக்கிகளை மின் சுற்றுக்களில் இணைக்கும்போது இக்குறியீடுகள் கருத்தில் கொள்ளப் படல் வேண்டும். இதனின்றும் மாறுதிசை மின்னழுத்தங்கள் செயற்படுத்தப்படும் மின்சுற்றுக்களில் இம்மின்தேக்கிகளைப் பயன் படுத்தக்கூடாது என்பதும் தெளிவாகிறது.

ரேடியோக்களில் உள்ளது போன்ற இசைவுச் சுற்றுக்களில் **மாறு மின்தேக்கிகள்** இன்றியமையாதனவாகும். அத்தகைய மாறுமின்தேக்கி ஒன்றில் காற்றினுல் பிரிக்கப்பட்ட பல உலோகத் தகடுகளுள் ஒன்றுவிட்ட ஒரு தகடுகள் ஒன்ருக இணைக்கப்பட்டு இரு தொகுதிகளாக அமைகின்றன. அவற்றுள் ஒரு தொகுதித் தகடுகளை, அவற்றை இணைக்கும் உலோகத்தண்டு ஒன்றைச் சுற்று வதன் மூலம், மற்ெருரு தொகுதித் தகடுகளுக்கிடையே இயக்க முடியும். இதன்பயனுய் அவற்றிற்கிடையே அமையும் பொதுப் பரப்பு அல்லது பயனுறு பரப்பை மாற்றலாம் ; எனவே அதன் மின்தேக்கு திறனை மாற்றலாம்.

பொதுவாக, ஒரு மின்தேக்கியானது நேர்த்திசை மின்னேட் டங்களைத் தடுத்து மாறுதிசை மின்னேட்டங்களை மட்டும் அனு மதிப்பதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பல்வேறு அதிர்வெண் களைக் கொண்ட மாறுதிசை மின்னேட்டங்களைக் கட்டுப்படுத்து வதற்கும் அலைவியற்றிச் சுற்றுக்களிலும் இம்மின்தேக்கி பயன் படுத்தப்படுகிறது.

பயிற்சி 6. 3

1. 'மின்தேக்கி' என்றால் என்ன ?
2. ஒரு 'காகித மின்தேக்கி' எவ்வாறு செய்யப்படுகிறது என்பதை விவரி.
3. 'மின்பகு மின்தேக்கி' என்பதை ஏன் அவ்வாறு அழைக்கிறோம் ?
4. 'மின்தேக்கி'களின் பயன்கள் யாவை ?

6. 4. மின்நிலைமன்கள்

6. 4. 1 சோக்குகளும் மின்மாற்றிகளும்

மின்நிலைமம் (Inductance - கம்பிச்சுருள்) ஒன்று மாறுதிசை மின்னோட்டங்களுக்குத் தடை ஒன்றை அளிக்கிறது என முன் வகுப்புக்களில் படித்திருப்பீர்கள். முக்கியமாக மின்நிலைமப் பண்பினைப் பயன்படுத்தும் வகையில் மின்சுற்று ஒன்றில் பயன் படுத்தப்படும் கம்பிச்சுருள் ஒன்று பொதுவாக **மின்நிலைமன் (inductor)** என அழைக்கப்பெறுகிறது. மின்நிலைமன் ஒன்று நேர்த் திசை மின்னோட்டத்திற்குக் குறைந்த மின்தடையையும் மாறு திசை மின்னோட்டத்திற்கு அதிக மின்தடையையும் அளிக்க வல்லது. மேலும், மின்சுற்று ஒன்றில் வீணாக்கப்படும் மின் திறனானது நேர்த்திசை மின்னோட்டத்திற்கு அச்சுற்று அளிக்கும் தடையைப் பொறுத்து அமையுமாதலால் மின்நிலைமன் ஒன்றில் குறைந்த மின்னிழப்பே ஏற்படுகிறது. **சோக்** என்பது அதிக மின்நிலைமத்தையும் குறைந்த மின்தடையையும் கொண்டதொரு மின்நிலைமன் ஆகும். இது இயன்றவரை குறைந்த மின்னிழப்புடன் மாறுதிசை மின்னோட்டங்களைக் கட்டுப்படுத்துவதற்குப் பயன்படுகிறது. மின் நிலைமன் ஒன்றை (அதன் கம்பிச்சுருளை) இரும்பு போன்ற காந்தப் பொருள் ஒன்றின்மீது சுற்றுவதன் மூலம் அதன் மின்நிலைமத்தை அதிகமாக்க முடியும். எனவே, அதிக மின்நிலைமம் கொண்ட மின் நிலைமன்களில் பொதுவாக காந்தவியல் உள்ளகங்கள் (magnetic cores) இருக்கும்.

மின்மாற்றி என்பது குறைந்த மின் அழுத்தத்தில் உள்ள அதிக மாறுதிசை மின்னோட்டத்தை அதிக மின்னழுத்தத்தில் குறைந்த மின்னோட்டமாகவோ, அதிக மின் அழுத்தத்தில் உள்ள குறைந்த மின்னோட்டத்தைக் குறைந்த மின்னழுத்தத்தில் அதிக மின்னோட்டமாகவோ மாற்றும் ஒரு கருவியாகும். அவை முறையே (மின்னழுத்த) **உயர்த்தி மின்மாற்றி** எனவும் **தாழ்த்தி மின்மாற்றி** எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. இதில் ஒரே உள்ளகத்தின் மீது

சுற்றப்பட்ட இரு கம்பிச் சுருள்கள் உள்ளன. ஒன்று முதன்மைச் சுருள் (primary coil) எனவும், மற்றொன்று துணைச்சுருள் (secondary coil) எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. முதன்மைச் சுருளுக்கு அளிக்கப்படும் ஒரு குறிப்பிட்ட மாறுதிசை மின்னழுத்தம் துணைச் சுருளில் மின் இயக்குவிசை ஒன்றைத் தூண்டுகிறது. இந்த மின்னியக்கு விசையின் மதிப்பினை

$$\frac{\text{துணைச் சுருளில் மின்னியக்குவிசை}}{\text{முதன்மைச் சுருளில் மின்னியக்குவிசை}} = \frac{\text{துணைச் சுருளில் சுற்றெண்ணிக்கை}}{\text{முதன்மைச் சுருளில் சுற்றெண்ணிக்கை}} = \frac{N_s}{N_p}$$

என்ற தொடர்பின் மூலம் பெறலாம். முதன்மைச் சுருளுக்கு அளிக்கப்படும் ஒரு நேர்த்திசை மின்னோட்டமானது துணைச்சுருளில் மின்னியக்கு விசை எதையும் தூண்டாது என்பது தெளிவு. ஒரு மின்மாற்றியை மின்சுற்று ஒன்றில் நேர்த்திசை மின்னோட்டத்தைத் தடுத்து நிறுத்தவும் பயன்படுத்தலாம்.

பயிற்சி 6. 4

1. 'தூண்டு சுருள்' என்பது என்ன ?
2. 'சோக்' என்றால் என்ன ? அதன் பயன் என்ன ?
3. 'மின்மாற்றி' என்றால் என்ன ?

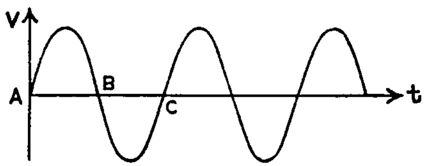
6. 5. A. C. மின்சுற்றுக்கள்

6. 5. 1 தொடரிணைப்பு மற்றும் பக்க இணைப்பு ஒத்திசைவுச் சுற்றுக்களும் இசைவுச் சுற்றுக்களும்

ரேடியோ ஏற்பிகளிலும், பரப்பிகளிலும், அவைபோன்ற பிற கருவிகளிலும் குறிப்பிட்டதொரு சைகையைப் பிரித்தெடுப்பது அவசியமாகிறது. அது இசைவிக்கப்பட்ட சுற்றுக்களின் மூலம் செய்யப்படுகிறது. இசைவிக்கப்பட்ட சுற்றுக்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வெண் அல்லது மிகக் குறுகிய அதிர்வெண் பட்டைக்கு மட்டுமே எதிரளிக்கும் (respond). அதாவது ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வெண் அல்லது மிகக்குறுகிய பட்டையில் அமைந்த அதிர்வெண்களைக் கொண்ட மின்னோட்டங்களை மட்டுமே அவற்றின் வழி அனுமதிக்கும். இசைவிக்கப்பட்டச் சுற்றுக்களை அமைப்பதற்குப்

பல முறைகள் இருப்பினும் அவை யாவும் தொடரிணைப்பு அல்லது பக்க இணைப்பு ஒத்திசைவுச் சுற்றுக்களையே அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளன.

நமது வீடுகளில் நாம் பயன்படுத்தும் மின்சாரமானது 50 சுற்றுக்கள் / செகண்டு அதிர்வெண்ணில் 250 வோல்ட்டுகள் மின்னழுத்தம் கொண்டுள்ளது (250 **Volts** 50 **cycles/sec**) எனக் கூறக் கேள்விப்பட்டிருப்பீர்கள். இது ஒரு மாறுதிசை மின்னழுத்தம் என அழைக்கப்பெறுகிறது. அதன்மதிப்பானது + 250 வோல்ட்டிலிருந்து—250 வோல்ட்டுக்கும், மீண்டும் + 250 வோல்ட்டுக்கும் செகண்டுக்கு 50 முறை மாறுகிறது. காலத்திற்கும் மின்னழுத்தத்திற்கும் இடையே வரைபடம் ஒன்று வரைவோமாயின் அது படம் 6-4-ல் உள்ளது போன்று அமையும். படத்தில்



படம் 6. 4

மாறுதிசை மின்னழுத்தம்

A-யிலிருந்து **C**-க்கு ஏற்படும் மாறுபாடு ஒரு சுற்று ஆகும். இச்சுற்று 1/50 செகண்டில் நிகழ்கிறது. அதிர்வெண் 1000 சுற்றுக்கள்/ செகண்டு (1000 **Hz** - 1000 ஹெர்ட்ஸ் - 1000 **Hertz**) எனில் ஒரு சுற்று 1/1000 செகண்டில் நிகழும். வெவ்வேறு அதிர்வெண்கள் கொண்ட மாறுதிசை மின்னழுத்தங்களை உருவாக்க முடியும். காட்டாக ரேடியோ அலை பரப்பியில் 10^3Hz முதல் 10^6 Hz வரையிலமைந்த அதிர்வெண்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

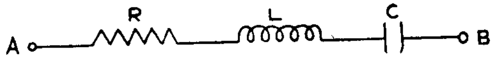
சாதாரணக் கடத்தி ஒன்றின் மாறுதிசை மின்னோட்டத்திற்கான மின்தடையானது மின்னோட்டத்தின் அதிர்வெண்ணைச் சார்ந்திருப்பதில்லை. மின்தேக்கி ஒன்று அளிக்கும் தடையானது அதிர்வெண் அதிகமாகும்போது குறைகிறது. மின்நிலைமன் அளிக்கும் தடையோ அதிர்வெண்ணுடன் அதிகமாகிறது. எனவே மின்நிலைமன் அளிக்கும் தடை அதிர்வெண்ணுக்கு நேர் விகிதத்திலுள்ளது. மின்தேக்கி அளிக்கும் தடை அதிர்வெண்ணுக்கு எதிர் விகிதத்தில் உள்ளது. குறைந்த அதிர்வெண் மாறுதிசை மின்னோட்டம் ஒன்றுககு மின்நிலைமன் குறைந்த தடையையும் மின்தேக்கி அதிகத் தடையையும் அளிக்கின்றன. நேர்த்திசை மின்னோட்டத்

தின் அதிர்வெண் சுழியாதலால், மின்தேக்கி ஒன்று அதற்கு முடிவிலா தடையை அளித்து அதனை முற்றிலும் தடுத்து நிறுத்தி விடுகிறது. உயர் அதிர்வெண்களில் மின்நிலைமன் அதிகத் தடையை யும், மின்தேக்கி குறைந்த தடையையும் பெற்றிருப்பதால், உயர் அதிர்வெண்களைக் கொண்ட மாறுதிசை மின்னோட்டங்களைத் தடுத்து நிறுத்த குறைந்த மின்நிலைமம் கொண்ட மின்நிலைமனைக் கூடப் பயன்படுத்தலாம்.

காட்டாக, ரேடியோ அதிர்வெண் சுற்றுக்களில் பயன்படுத்தப் படும் சோக்குகள் பொதுவாக காற்று உள்ளகத்தையே கொண் டிருக்கின்றன.

6. 5. 1(a) தொடரிணைப்பு ஒத்திசைவுச் சுற்று

தொடரிணைப்பு ஒத்திசைவுச் சுற்று ஒன்றில் ஒரு மின்தடை, ஒரு மின்நிலைமம் மற்றும் ஒரு மின்தேக்கி ஆகியவைப் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு தொடரிணைப்பு முறையில் இணைக்கப்பட் டுள்ளன.



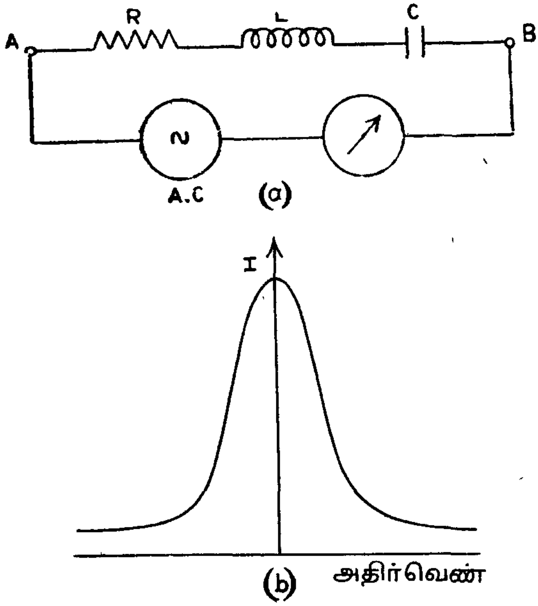
படம் 6. 5

தொடரிணைப்பில் மின்தடை, மின்நிலைமம், மின்தேக்கி

A, *B* முனைகளுக்கிடையே மாறுதிசை மின்னழுத்தம் ஒன்று அளிக்கப்படுமாயின் (படம் 6. 6 a) சுற்றில் நிகழும் மாறுதிசை மின்னோட்டமானது மின்னழுத்தத்தின் அதிர்வெண்ணைப் பொறுத்து படம் 6-6 *b*-ல் காட்டியுள்ளவாறு மாறுகிறது. படத்தி லிருந்து, மின்னோட்டமானது மிகப்பெரும்பாலான அதிர்வெண் களில்மிகவும் குறைவாகவும், மிகக்குறைந்த நெடுக்க அதிர்வெண் களில் மட்டும் கணிசமான அளவிலும் இருப்பதைக் காணலாம். குறைந்த நெடுக்கத்தின் மையத்தில் அமைந்த அதிர்வெண் பெரும மின்னோட்டத்தை அளிக்கிறது. இந்நிலையில் மின்சுற்றானது மின்முழத்த அதிர்வெண்ணுடன் ஒத்திசைவு பெற்றுள்ளது எனக் கூறப்படுகிறது. இந்த அதிர்வெண் **ஒத்திசைவு அதிர்வெண்** (f_r) என அழைக்கப்படுகிறது எனவே, இத்தகைய சுற்றமைப்பைக்கொண்டு இந்த குறிப்பிட்ட அதிர்வெண் (f_r) கொண்ட மாறுதிசை மின் னோட்டங்களைத் 'தேர்ந்தெடுக்கலாம்'. ஒத்திசைவு அதிர்வெண் ணின் மதிப்பானது சுற்றிலுள்ள மின்நிலைமம் மற்றும் மின்தேக்கு திறன் மதிப்புகளைச் சார்ந்துள்ளது. மின்நிலைமம் *L*, மின்தேக்கு திறன் *C* எனில் ஒத்திசைவு அதிர்வெண்,

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

ஆகும். ஒத்திசைவு அதிர்வெண்ணில் பெரும மின்னோட்டத்தின் மதிப்பு மின்சுற்றில் அமைந்த மின்தடையின் அளவைச் சார்ந்திருக்கும்.



படம் 6. 6 (a) & (b)

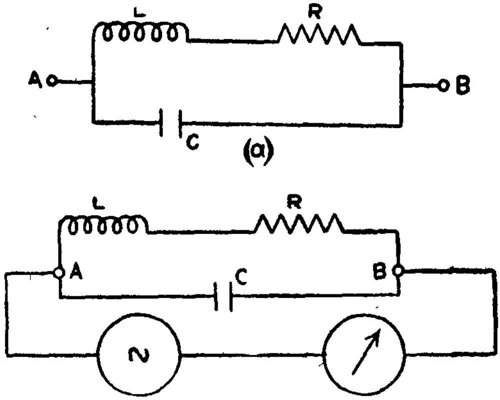
(a) தொடரிணைப்பு ஒத்திசைவு சுற்று

(b) அதிர்வெண்ணைப் பொருத்து மின்னோட்ட மாற்றம்

6. 5. 1 (b) பக்க இணைப்பு ஒத்திசைவுச் சுற்று

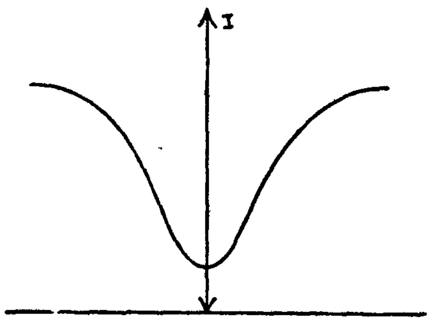
மற்றொருவகை ஒத்திசைவுச் சுற்று பக்க இணைப்பு ஒத்திசைவுச் சுற்று ஆகும். அதன் அமைப்பைப் படம் 6-7 (a)-ல் காணலாம். **A, B,** முனைகளுக்கிடையே படம்6-7 (*b*)-ல்காட்டியுள்ளபடி மாறு திசை மின்னழுத்தம் ஒன்று நிறுவப்படுமாயின் சுற்றில் நிகழும் மின்னோட்டமானது அதிர்வெண்ணைப் பொருத்து மாறுகிறது. ஆயினும் இச்சுற்றில் தொடரிணைப்புச் சுற்றிலுள்ளது போலன்றி ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வெண்ணில் சிறும மின்னோட்டமே நிகழுகிறது. இதன் காரணமாகவே இச்சுற்றானது சில நேரங்களில்

ஒதுக்குச் சுற்று (rejector circuit) என அழைக்கப்படுகிறது. இச்சுற்றில் அதிர்வெண்ணைப் பொறுத்து மின்னோட்டம் மாறும் விதத்தைப் படம் 6.8ல் காணலாம்.



படம் 6.7 (a) & (b)

(a) பக்க இணைப்பில் மின்நிலைமம், மின்தடை, மின்தேக்கி
(b) பக்க இணைப்பு ஒத்திசைவுச் சுற்று



படம் 6.8

பக்க இணைப்பு ஒத்திசைவில் அதிர்வெண்ணைப் பொறுத்து மின்னோட்ட மாற்றம்

படத்திலிருந்து இம்மின்சுற்றானது ஒத்திசைவு அதிர்வெண்ணில் பெருமத் தடையை அளிக்கிறது என்பதை, அதாவது இந்த அதிர் வெண்ணில் மின்னோட்டத்தைத் தடைசெய்கிறது என்பதை

அறியலாம். இது தொடரிணைப்புச் சுற்றின் செயற்பாங்குக்கு நேர்மாறானதாகும். மின்சுற்றிலமைந்த மின்தடையின் மதிப்பு குறைவாக இருக்கும்போது ஒத்திசைவு அதிர்வெண்ணானது

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

என்னும் தொடர்பினால் பெறப்படுகிறது. பக்க இணைப்பு ஒத் திசைவுச் சுற்றுக்களைத் தேவையற்ற சைகைகளை ஒதுக்குவதற்குப் பயன்படுத்தலாம்.

6. 5. 2 இசையொப்பு செய்தலின் முக்கியத்துவம்

ரேடியோ சுற்றுக்களில் தேவையான வானொலி நிலையத்தின் குறிப்பிட்ட அதிர்வெண்ணைத் தேர்ந்தெடுப்பது அவசியமாகிறது. இதனை இசையொப்புச் செய்தல் (tuning) என்கிறோம். இதற்குத் தொடரிணைப்பு ஒத்திசைவுச் சுற்றுக்கள் பயன்படுகின் றன. அத்தகைய ஒத்திசைவுச் சுற்றிலுள்ள மின்தேக்கியின் மதிப் பை (C) மாற்றுவதன் மூலம் சுற்றின் ஒத்திசைவு அதிர்வெண்ணை மாற்றலாம். அதாவது, அச்சுற்றினைத் தேவையான எந்தவொரு அதிர்வெண்ணுக்கும் எதிரளிக்குமாறு செய்யலாம். இதற்கு, மாறு மின்னேற்பி ஒன்று பயன்படுத்தப்படுகிறது.

பயிற்சி 6. 5

1. நமது வீடுகளில் பயன்படுத்தப்படும் மின்சாரம் '250 வோல்ட்', '50 ஹெர்ட்ஸ்' உடையது எனக் கூறுவதன் பொருள் என்ன ?
2. ஒரு 'மின்தேக்கி'யின் வழியேயும், ஒரு 'மின் நிலைமன்' வழியேயும் செல்லும் ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டத் துக்கு, அவைகளால் தோற்றுவிக்கப்படும் தடைகள், அவற் றின் மின்னழுத்தத்தின் அதிர்வு எண்ணைப் பொருத்து எவ்வாறு மாறுபடுகின்றன ?
3. 'தொடர் ஒத்திசைவுச் சுற்று' என்பது என்ன ?
4. தகுந்த படங்களுடன், 'தொடர் ஒத்திசைவுச் சுற்று' செயல் படும் முறையை விளக்குக.
5. 'தொடர் ஒத்திசைவுச் சுற்று'க்கான கோவையைப் பெறுக.
6. தகுந்த படங்களுடன், 'இணை ஒத்திசைவுச் சுற்று' செயல் படும் முறையை விளக்குக.
7. 'இசையொப்பு' செய்தல் என்றால் என்ன ?

அறியலாம். இது தொடரிணைப்புச் சுற்றின் செயற்பாங்குக்கு நேர்மாறானதாகும். மின்சுற்றிலமைந்த மின்தடையின் மதிப்பு குறைவாக இருக்கும்போது ஒத்திசைவு அதிர்வெண்ணானது

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

என்னும் தொடர்பினால் பெறப்படுகிறது. பக்க இணைப்பு ஒத் திசைவுச் சுற்றுக்களைத் தேவையற்ற சைகைகளை ஒதுக்குவதற்குப் பயன்படுத்தலாம்.

6. 5. 2 இசையொப்பு செய்தலின் முக்கியத்துவம்

ரேடியோ சுற்றுக்களில் தேவையான வானொலி நிலையத்தின் குறிப்பிட்ட அதிர்வெண்ணைத் தேர்ந்தெடுப்பது அவசியமாகிறது. இதனை இசையொப்புச் செய்தல் (tuning) என்கிறோம். இதற்குத் தொடரிணைப்பு ஒத்திசைவுச் சுற்றுக்கள் பயன்படுகின் றன. அத்தகைய ஒத்திசைவுச் சுற்றிலுள்ள மின்தேக்கியின் மதிப் பை (C) மாற்றுவதன் மூலம் சுற்றின் ஒத்திசைவு அதிர்வெண்ணை மாற்றலாம். அதாவது, அச்சுற்றினைத் தேவையான எந்தவொரு அதிர்வெண்ணுக்கும் எதிரளிக்குமாறு செய்யலாம். இதற்கு, மாறு மின்னேற்பி ஒன்று பயன்படுத்தப்படுகிறது.

பயிற்சி 6. 5

1. நமது வீடுகளில் பயன்படுத்தப்படும் மின்சாரம் '250 வோல்ட்', '50 ஹெர்ட்ஸ்' உடையது எனக் கூறுவதன் பொருள் என்ன ?
2. ஒரு 'மின்தேக்கி'யின் வழியேயும், ஒரு 'மின் நிலைமன்' வழியேயும் செல்லும் ஒரு மாறுதிசை மின்னோட்டத் துக்கு, அவைகளால் தோற்றுவிக்கப்படும் தடைகள், அவற் றின் மின்னழுத்தத்தின் அதிர்வு எண்ணைப் பொருத்து எவ்வாறு மாறுபடுகின்றன ?
3. 'தொடர் ஒத்திசைவுச் சுற்று' என்பது என்ன ?
4. தகுந்த படங்களுடன், 'தொடர் ஒத்திசைவுச் சுற்று' செயல் படும் முறையை விளக்குக.
5. 'தொடர் ஒத்திசைவுச் சுற்று'க்கான கோவையைப் பெறுக.
6. தகுந்த படங்களுடன், 'இணை ஒத்திசைவுச் சுற்று' செயல் படும் முறையை விளக்குக.
7. 'இசையொப்பு' செய்தல் என்றால் என்ன ?

6.6. டையோடுகள்

6.6.1 முன்னுரை

எலெக்ட்ரானியல் சுற்றுக்கள் இருவகை சுற்றுறுப்புக்களைப் பயன்படுத்துகின்றன. முதல்வகையில் மின்தடை, மின்தேக்கி, மற்றும் மின்நிலைமங்கள் அடங்கும். இரண்டாம் வகையில் வெற்றிடக் குழாய்கள் மற்றும் குறைகடத்தி அமைப்புக்கள் அடங்கும். இரண்டாம் வகை உறுப்புக்கள் **திறனுடை** உறுப்புக்கள் (active components) எனவும் முதல்வகை உறுப்புக்கள் **திறனிலா** உறுப்புக்கள் (passive components) எனவும் அழைக்கப்பெறுகின்றன. (திறனுடை உறுப்புக்கள் மின்திறன் அமைப்பு ஒன்றைக் கொண்டிருக்கும். திறனிலா உறுப்புக்களில் மின்திறன் அமைப்பு எதுவும் இராது).

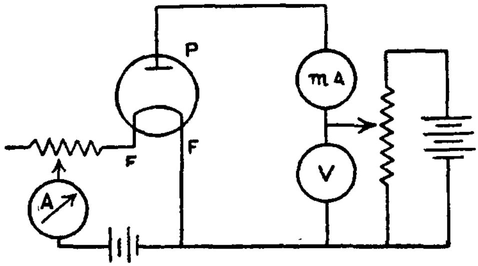
6.6.2 வெற்றிடக் குழாய் டையோடு

இதுவரை இவற்றுள் முதல்வகையைப் பற்றிப் பார்த்தோம். இனி வரும் பகுதிகளில் இரண்டாம் வகை உறுப்புக்களைப் பற்றிக் காண்போம். வெற்றிடக் குழாய்களுள் மிக எளிய அமைப்பைக் கொண்டது டையோடாகும். இதில் இருமின்வாய்கள் உள்ளன ; ஒன்று **தகடு** (plate) எனவும் மற்றொன்று **கேதோடு** எனவும் அழைக்கப்பெறுகின்றன. கேதோடு என்பது ஓர் உலோக இழையாகும் ; அல்லது அந்த உலோக இழையைச் சுற்றியமைந்த ஒரு உலோக உருளையாகும். முதல்வகை நேரடிச் சூடுறு கேதோடு (directly heated filament) எனவும் இரண்டாவது வகை மறைமுகச் சூடுறு கேதோடு (indirectly heated cathode) எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. இழையின் மூலம் மின்னோட்டம் ஒன்றை நிகழ்த்துவதன் மூலம் அவற்றைச் சூடேற்றலாம். இவ்வாறு சூடேற்றப்பட்ட கேதோடு எலெக்ட்ரான்களை வெளிவிடும். இந்த எலெக்ட்ரான்கள் கேதோடைச் சூழ்ந்துள்ள வெற்றிடத்தில் தேங்கி நின்று **சூழ்மின்னூட்டம்** ஒன்றை உருவாக்கும். இந்தச் சூழ்மின்னூட்டமானது கேதோடிலிருந்து மேலும் அதிக எலெக்ட்ரான்கள் வருவதைத் தடைசெய்ய முயலும். மேலும் கேதோடிலிருந்து எலெக்ட்ரான்கள் வெளியேற்றப்படுவதால் அது நேர்மின்னூட்டம் பெற்று, சூழ்மின்னூட்டத்தினின்றும் எலெக்ட்ரான்களை ஈர்க்கும். ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் கேதோடிலிருந்து வெளியேறும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையும், கேதோடின் ஈர்ப்பு மற்றும் சூழ்மின்னூட்டத்தின் எதிர்ப்பு ஆகியவற்றின் பயனாய் கேதோடை வந்தடையும் எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையும் சமமாக இருக்கும். அந்நிலையில் இயக்கவியல் சமநிலை ஒன்று உருவாகிறது.

இந்நிலையானது ஒரு திரவம் மற்றும் அதன்மீது அமையும் ஆவி ஆகியவற்றின் சமநிலைக்கு ஒப்பாகும்.

பொதுவாக மறைமுகச் சூடுறு கேதோடானது நிக்கல் உலோகக் கலவை ஒன்றினுல் செய்யப்பட்டு அதன்மீது பேரியம் மற்றும் ஸ்ட்ரான்ஷியம் ஆக்ஸைடுகளின் பூச்சு ஒன்று கொடுக்கப்பட்டிருக்கும். நேரடிச் சூடுறு கேதோடில் பயன்படும் இழையானது டங்ஸ்ட்டன் அல்லது தோரியப் பூச்சுகொண்ட டங்ஸ்ட்டனுல் செய்யப்பட்டிருக்கும். இப்பொருட்கள் குறைந்த வெப்பநிலையிலும் மிகுதியான எலெக்ட்ரான்களை வெளிவிடக்கூடிய திறம் பெற்றவையாகும்.

ஆனேடாகச் செயற்படும் தகடு கேதோடைச் சுற்றியமைந்த மற்றொரு உலோக உருளையாகும். இது, பொதுவாக நிக்கல், இரும்பு அல்லது மாலிப்டினம் ஆகியவற்ருல் செய்யப்பட்டிருக்கும். இந்த முழுஅமைப்பும் முற்றிலும் வெற்றிடமாக்கப்பட்ட கண்ணுடிக் குமிழ் ஒன்றினுள் வைக்கப்பட்டுள்ளது.

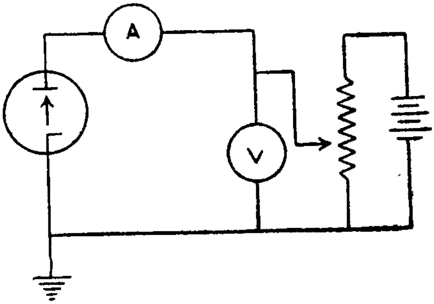


படம் 6.9

டையோடு சிறப்பு வரைக்கான மின்சுற்று

கேதோடை நோக்க, தகடுக்கு நேர் மின்னழுத்தம் ஒன்று அளிக்கப்படுமாயின், அதாவது டையோடு முன்னேக்கு மின்னழுத்தம் பெறுமாயின் சூழ்மின்னூட்ட எலெக்ட்ரான்கள் தகடை நோக்கி ஈர்க்கப்பட்டு மின்னேட்டம் ஒன்றை அமைக்கும். படம் 6.9ல் காட்டப்பெற்றுள்ள மின்சுற்றில் கேதோடை நோக்க தகடுக்கு மாற்றத்தக்க (variable) நேர் மின்னழுத்தம் ஒன்று அளிக்கப்பட்டுள்ளது. மேற்கூறப்பட்டவாறு தகடை நோக்கி ஈர்க்கப்படும் எலெக்ட்ரான்கள் தகடை அடைந்த பின்னர் புறச் சுற்றின் வழியே படம் 6-10ல் காட்டியுள்ள திசையில் தங்கள் பயணத்தைத் தொடரும். மரபு வழி மின்னேட்டம் இதற்கு எதிர்த்திசையில் அமையும். சுற்றில் அமைந்த அம்மீட்டர், A, இம்மின்னேட்டத்தையும் வோல்ட் மீட்டர், V, தகடுக்கும்

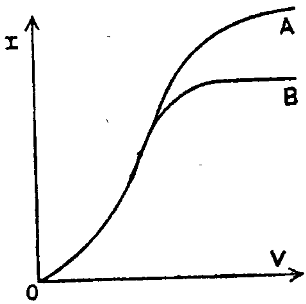
கேதோடுக்குமிடையே நிறுவப்படும் மின்னழுத்த வேறுபாட்டையும் (potential difference) அளவிடும். மின்னோட்டம் தகடு மின்னோட்டம் (plate current) எனவும் மின்னழுத்த வேறுபாடு தகடு மின்னழுத்தம் (plate voltage) எனவும் அழைக்கப் பெறுகின்றன. தகடு மின்னழுத்தம் அதிகரிக்கப்படும்பொழுது, தகடு



படம் 6. 10

சுற்றில் எலக்ட்ரான்கள் செல்லும் திசை

மின்னோட்டமும் அதிகரித்து ஒரு குறிப்பிட்ட நிலைக்குப் பின்னர் மாறாமதிப்பை எய்துகிறது. மின்னோட்டத்தின் இம்மாறாமதிப்பு **தெவிட்டு மின்னோட்டம்** என அழைக்கப்பெறுகிறது. கேதோடின் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் மின்னழுத்தத்தைப் பொறுத்து மின்னோட்டம் மாறுபடுவதைப் படம் 6.11ல் (வளைகோடு *B*) காணலாம்.

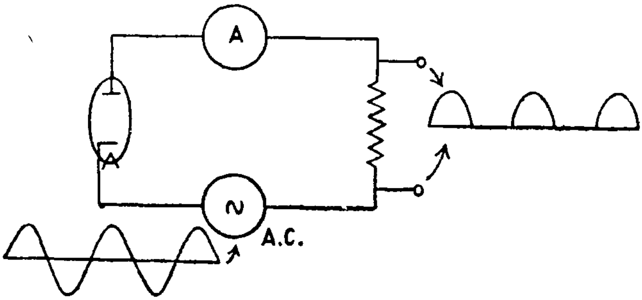


படம் 6. 11

டையோடு சிறப்பு வரைகள்

கேதோடின் வெப்பநிலை அதிகரிக்கப்படுமாயின் தெவிட்டு மதிப்பும் அதிகரிக்கிறது. [வளைகோடு *A*]. கேதோடை நோக்க, தகடு எதிர் மின்னழுத்தம் அளிக்கப்படுமாயின் அதாவது டையோடு பின்

ஞேக்கு மின்னழுத்தம் பெறுமாயின், தகசானது எலெக்ட்ரான்களை ஒதுக்கித்தள்ளுமாதலால் சுற்றில் மின்னேட்டம் நிகழாது என்பது நோக்கத்தக்கது. எனவே டையோடானது அதன்வழியே ஒரே ஒரு திசையில் மட்டுமே மின்னேட்டத்தை அனுமதிக்கும் என்பது தெளிவாகிறது. தகசு மின்னழுத்தத்தைப் பொறுத்துத் தகசு மின்னேட்டத்தின் சார்புப் பாங்கினைக் குறிக்கும் வளைகோடுகள் டையோடின் சிறப்புவரைகள் (**characteristics**) என அழைக்கப் பெறுகின்றன.



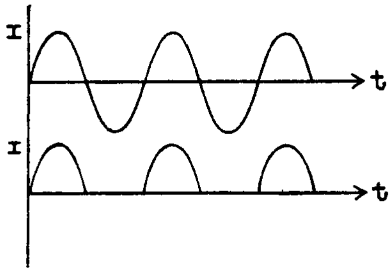
படம் 6.12

டையோடு திருத்தியாகச் செயல்படல்

டையோடானது முன்னேக்கு மின்னழுத்தம் அளிக்கப்படும்போது குறைந்த தடையையும் பின்னேக்கு மின்னழுத்தம் அளிக்கப் படும்போது மிக அதிகத் தடையையும் கொண்டுள்ளது, எனக் கூறுவது வழக்காகும். டையோடின் இப்பண்பானது மாறுதிசை மின்னேட்டத்தை நேர்த்திசை மின்னேட்டமாக மாற்றுவதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. அவ்வாறு மாற்றம் செய்வதைத் **திருத்துதல்** (**rectifiication**) என அழைக்கிறேம். படத்தில் காட்டப் பெற்றுள்ள சுற்றில் நிறுவப்படும் மின்னழுத்தமானது தகசு நேர் மின்னூட்டம் பெறும்வகையில் அமையுமாயின் டையோடு அதன் வழியே மின்னேட்டத்தை அனுமதிக்கும் ; தகசு எதிர்மின்னூட்டம் பெறுமாயின் மின்னேட்டத்தை அனுமதிக்காது. எனவே டையோடுக்கு மாறுதிசை மின்னழுத்தம் ஒன்று அளிக்கப்படுமாயின் கேதோடை நோக்க, தகசு நேர்மின்னூட்டம் பெறும் அரைச்சுற்றுக்களின்போது மட்டுமே டையோடு புறச்சுற்றில் மின்னேட்டத்தை அனுமதிக்கும். அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தத்தையும் புறச்சுற்றில் மின்னேட்டத்தையும் படம் 6.13-ல் காணலாம்.

புறச்சுற்றில் மின்னேட்டமானது எப்பொழுதும் ஒரேதிசையில் ஆனல் ஒரு அரைச்சுற்றின்போது மட்டுமே நிகழும். எனவே, இம்

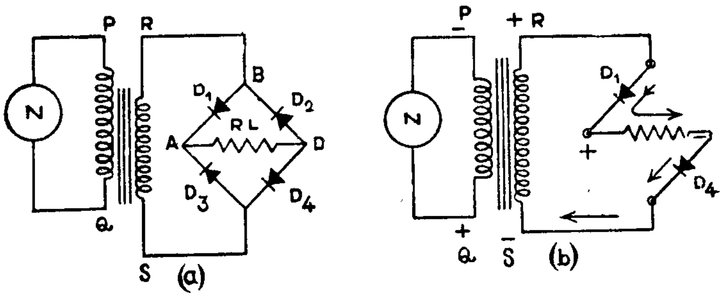
மின்சுற்று **அரை அலைதிருத்தி** என அழைக்கப்பெறுகிறது. இங்கு டையோடு ஒரு எளிய தானியங்கு விசை அமைவாகச் செயற்படு கிறது. இந்த விசை அமைவானது டையோடுக்கு அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தத்தை ஓர் அரைச்சுற்றின்போது மட்டுமே, அதாவது, கேதோடை நோக்க தகசு நேர் மின்னூட்டம் பெறும் அரைச் சுற்றின்போது மட்டுமே புறச்சுற்றுடன் இணைக்கும்.



படம் 6. 13

அரை அலைத்திருத்தியில் வெளிப்படும் மின்னோட்டம்

மேற்கூறிய சுற்றில் மின்னழுத்தத்தின் ஓர் அரைச்சுற்று பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. படம் 6.14-ல் காட்டப் பெற்றுள்ள மின்சுற்றில் மின்னழுத்தத்தின் முழுச்சுற்றும் பயன்படுத்தப்படு கிறது ; அச்சுற்று **முழு அலைத்திருத்தி** என அழைக்கப்படுகிறது.



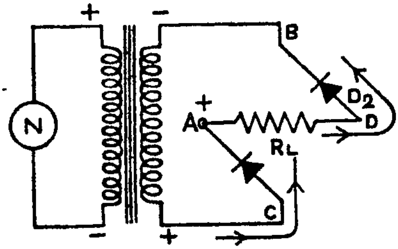
படம் 6. 14

(a) முழு அலைத்திருத்திக்கான சுற்று

(b) R நேர்மின்னழுத்தம் பெறுகையில் R_L வழியே மின்னோட்டம்

படத்தில் D_1, D_2, D_3, D_4 என்பவை டையோடுகளாகும். கறுப்பு முக்கோணங்கள் டையோடுகளின் தகசுகளைக் குறிக்கின்

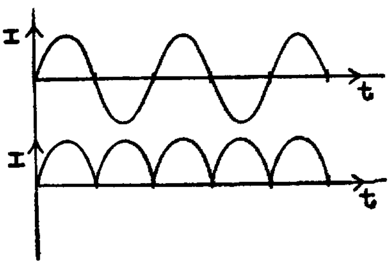
றன ; அவை உண்மையில் மின்னோட்டத்தின் திசையைக் குறிக்கின்றன. சுற்றுக்கு அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தமானது *R* என்ற புள்ளி நேர் மின்னழுத்தம் பெறும் வகையில் அமையுமாயின் (படம் 6.14 b)., *B* முனை நேர்மின்னழுத்தம் பெற்றும் *C* முனை



படம் 6. 15

R-எதிர் மின்னழுத்தம் பெறுகையில்
R_L - வழியே மின்னோட்டம்

எதிர்மின்னழுத்தம் பெற்றும் அமையும். எனவே D_1, D_4 ஆகிய டையோடுகள் மின்னோட்டத்தைக் கடத்துவதற்கேற்ற திசையில் அமைந்து, அவற்றின் வழியேயும் R_L வழியேயும் படம் 6.14 (b)-ல் காட்டியுள்ளபடி சுற்றில் மின்னோட்டம் நிகழும். அம்புக்குறி மின்னோட்டத்தின் பாதையைக் குறிக்கிறது.



படம் 6. 16

முழு அலைத்திருத்தியில் வெளிப்படும் மின்னோட்டம்

அடுத்த அரைச்சுற்றின்போது *S* நேர் மின்னழுத்தம் பெற்றும் *R* எதிர் மின்னழுத்தம் பெற்றும் அமைவதால் *C* நேர் மின்னழுத்தம் பெற்றும் *B* எதிர்மின்னழுத்தம் பெற்றும் அமையும். இப்பொழுது D_2, D_3 டையோடுகள் மின்னோட்டத்தைக் கடத்துவதற்கேற்ற திசையில் அமைகின்றன. எனவே, மின்னோட்

டமானது D_2, D_3 வழியேயும் R_L வழியேயும் படம் 6.15-ல் காட்டியுள்ளபடி அமையும். R_L வழியேயான மின்னோட்டமானது எப்பொழுதும் அதேதிசையிலும், அளிக்கப்படும் மின்னழுத்தத்தின் இரு அரைச்சுற்றுக்களின்போதும் நிகழ்வதைக் காணலாம். அளிக்கப் படும் மின்னழுத்தத்தையும் புறச்சுற்றில் மின்னோட்டத்தையும் படம் 6.16-ல் காணலாம். மின்தடை R_L-ன் முனைகளுக்கிடையே தோன்றும் மின்னழுத்த வேறுபாடு மின்னோட்டத்தின் அதே வடிவைக் கொண்டிருக்கும்.

6.6.3 குறைக்கடத்திகள்

திடப்பொருள்களின் மின்சாரக் கடத்துதிறனானது அதில்தடை யின்றி இயங்கக்கூடிய மின்னோட்டந்தாங்கும் எலெக்ட்ரான்களைச் சார்ந்துள்ளது. உலோகங்களைப் போன்ற நற்கடத்திகள் ஒவ் வொரு அணுவுக்கும் ஏறக்குறைய ஒரு கட்டுறு எலெக்ட்ரானைப் பெற்றிருக்கும். மின்சாரப் பொருளில் கட்டுறு எலெக்ட்ரான்களே இல்லையெனக் கூறலாம். **ஜெர்மேனியப் படிகங்கள்,** அவற்றில் மிலியனில் ஒரு பகுதியைவிடக் குறைவான வேற்றுப்பொருள்கள் (மாசுக்கள்) அமையும்பொழுது, மின்காப்பான்களாகச் செய்ற் படுகின்றன. வேற்றுப்பொருள்கள் ஜெர்மேனியத்தில் ஒவ்வொரு மிலியன் அணுக்களுக்கும் ஒரு கட்டுறு எலெக்ட்ரானை அளிப்பதன் காரணமாக ஓரளவு கடத்துதிறனை உருவாக்குகின்றன. இத்தகைய ஜெர்மேனியத்தின் கடத்துதிறனானது கடத்தியொன்றின் கடத்து திறனுக்கும், காப்பான் ஒன்றின் கடத்துதிறனுக்கும் இடையே அமைவதால் அது **குறைக்கடத்தி** என அழைக்கப்படுகிறது. குறைக் கடத்தி ஒன்றின் கடத்துதிறனை, அதில் சேர்க்கப்படும் மாசுப் பொருளின் அளவை மாற்றுவதன்மூலம், கட்டுப்படுத்த முடியும்.

பொதுவாக, ஜெர்மேனியமும் சிலிகானும் குறைக்கடத்தி களாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவை, தனிம அட்டவணை யில் நான்காவது குழுவைச் சேர்ந்தவை ; புறக்கூட்டில் நான்கு எலெக்ட்ரான்களைக் கொண்டுள்ளன. படிக அமைப்பில் ஒவ்வொரு அணுவிலும் அமைந்த இந்த நான்கு இணைதிறன் எலெக்ட்ரான் களும் அவற்றிற்கு மிக அண்மையிலுள்ள நான்கு அணுக்களால் பகிர்ந்துகொள்ளப்படுகின்றன. இத்தகைய எலெக்ட்ரான் பகிர் வினால் இரு அணுக்களிடையே அமையும் பிணைப்பு **பகிர்வியல் பிணைப்பு** அல்லது **சகப்பிணைப்பு** (covalent bond) என அழைக்கப் படுகிறது. தனிச்சுழிக்கு அணுக்கமான (very close) வெப்ப நிலை களில் படிகத்திலுள்ள எல்லா எலெக்ட்ரான்களும் இத்தகைய வேதியியல் பிணைகளால் வலிமையாகப் பிணைக்கப்பட்டுள்ளன.

ஆயினும் அறைவெப்பநிலையில் அணுக்களின் வெப்பவியல் அலைவு களின் காரணமாக சில பிணைப்புக்கள் குலைந்து சில எலெக்ட்ரான் கள் விடுபடுகின்றன. எலெக்ட்ரான் ஒன்று வெளியேறிய இட மானது காலியாக அமைந்து **மின்துளை** (hole) என அழைக்கப் படுகிறது. தொடக்கத்தில் நடுநிலையிலிருந்த படிகப் பகுதியானது இப்பொழுது ஒரு எலெக்ட்ரானை இழந்து நிற்கிறது. எனவே மின் துளை என்பது ஒரு நிகர நேர்மின்னூட்டமாகும். மேலும், அதே வெப்பவியல் அலைவுகள் மின்துளையை அடுத்தமைந்த ஒரு பிணையி லுள்ள எலெக்ட்ரானை அத்துளையை நிரப்புமாறு இயக்கவும் கூடும். ஒரு பிணையிலிருந்து மற்றொரு பிணைக்கு விளைவிக்கப்படும் எதிர் மின்னூட்டத்தின் இத்தகைய இயக்கமானது மின்துளை ஒன்றின் எதிர்த்திசையிலமைந்த இயக்கத்திற்குச் சமானமாகும். எனவே மின்துளைகள் இயங்கும் **நேர் மின்னூட்டத்தாங்கிகளைப்** போன்று செயற்படுகின்றன.

ஜெர்மேனியப் படிகத்தில் தனிம அட்டவணையின் ஐந்தாவது குழுவிலிருந்து ஒரு தனிமம், காட்டாக, ஆன்டிமனி வேற்றுப் பொருளாகச் சேர்க்கப்படுமாயின் ஒவ்வொரு ஆன்டிமனி அணுவும் நான்கு ஜெர்மேனிய அணுக்களால் சூழப்பட்டிருக்கும். ஆன்டி மனியின் புறக்கூட்டில் ஐந்து எலெக்ட்ரான்கள் உள்ளன. இவற் றுள் நான்கு எலெக்ட்ரான்கள் அண்மையிலுள்ள நான்கு ஜெர் மேனிய அணுக்களுடன் பகிர்வியல் பிணைப்பில் ஈடுபடும். எஞ்சிய ஓர் எலெக்ட்ரான் (கட்டுறு எலெக்ட்ரானாக அமைந்து) படிகத்தில் மின்சாரத்தைக் கடத்துவதில் துணைபுரிந்து அதன் கடத்து திறனை அதிகரிக்கிறது. ஆன்டிமனி மாசுப் பொருள் மின்சாரக் கடத்த லுக்கு ஓர் எலெக்ட்ரானைக் கொடுத்துதவுவதால் அது **கொடை** (donor) மாசு என அழைக்கப்படுகிறது. ஜெர்மேனியத்தின் மின்கடத்து திறனானது குறிப்பாக இந்த எலெக்ட்ரான்களாலேயே விளைகிறது. தூய ஜெர்மேனியத்தில் உள்ளது போலன்றி, குறைக் கடத்தி ஜெர்மேனியத்தில் கட்டுறு எலெக்ட்ரான் ஒன்று அமையு மாயின் அதற்குரிய மின்துளை அமைவதில்லை. இத்தகைய குறை கடத்தி ஜெர்மேனியத்தில் எதிர்மின்னூட்டங்களே மின்னோட்டந் தாங்கிகளாகச் செயற்படுவதால் அது N-**வகைக்** குறைக்கடத்தி என அழைக்கப்படுகிறது.

ஜெர்மேனியப் படிகத்தில் சேர்க்கப்படும் வேற்றுப்பொருள் தனிம அட்டவணையின் மூன்றாவது குழுவைச் சேர்ந்ததென, காட்டாக அலுமினியம் எனக் கொள்வோம். அலுமினியத்தில் மூன்று இணைதிறன் எலெக்ட்ரான்கள் மட்டுமே உள்ளன. அம் மூன்று எலெக்ட்ரான்களும் அண்மையிலுள்ள நான்கு ஜெர்மேனிய அணுக்களுள் மூன்றுடன் மட்டுமே பிணைப்புகளை அமைக்கும்.

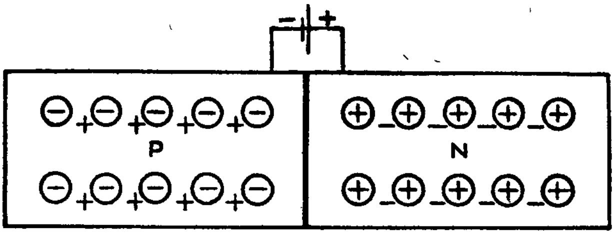
எனவே, நான்காவது, இடம் காலியாக அமைந்து ஒரு மின் துளையை அமைக்கிறது. இத்தகைய குறைக்கடத்திகளில், முன்னர் கூறப்பட்டதுபோன்று, நேர்மின்னூட்டங்களுக்குச் சமமான இம் மின் துளைகளே மின்சாரக் கடத்துதலுக்கு முக்கிய காரணமாக அமைகின்றன. இத்தகைய குறைக்கடத்தி *P*-**வகைக் குறைக்கடத்தி** என அழைக்கப்படுகிறது. வேற்றணு (அலுமினியம்) ஒவ்வொன்றும் எலெக்ட்ரான் ஒன்றை ஏற்கக்கூடிய வெற்றிடம் ஒன்றைப் பெற்றிருப்பதால் அது **ஏற்பி** மாசு என அழைக்கப்பெறுகிறது.

6. 6. 4 குறைக்கடத்தி டையோடுகள்

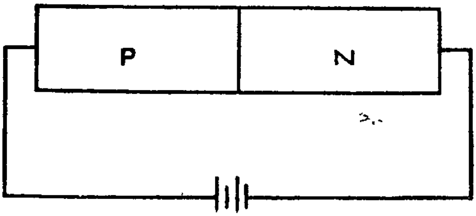
P-வகைக் குறைக்கடத்தி ஒன்றையும் *N*-வகைக் குறைக் கடத்தி ஒன்றையும் படம் 6.17-ல் காட்டியுள்ளபடி அடுத்தடுத்து ஒருங்கே அமைப்போமாயின் *P-N* **சந்தி டையோடு** ((P-N-Junction diode) ஒன்றைப் பெறுவோம். சந்தி டையோடு ஒன்றின் செயற் பாங்கைப் பின்வருமாறு ஒருவாறு விளக்கலாம்: முன்னர் கூறப் பட்டது போன்று *P*-வகைப் படிகத்தில் கட்டுறு எலெக்ட்ரான்களை விட மின்துளைகள் அதிகமாக உள்ளன ; *N*-வகைப் படிகத்திலோ கட்டுறு எலெக்ட்ரான்கள் மிகுதியாக உள்ளன. அவையிரண்டும் தொடர்பு கொள்ளும்போது அவற்றின் சந்திவழியே *N*-வகைப் படிகத்திலமைந்த கட்டுறு எலெக்ட்ரான்கள் *P*-வகைப் பகுதிக்கு விரவிச் சென்று அங்குள்ள சில மின்துளைகளை நடுநிலைப்படுத்து கின்றன. ஆனால் அதே நேரத்தில் *N*-பகுதியிலிருந்து எலெக்ட் ரான்கள் வெளியேறுவதால் அங்கு மின்துளைகள் உருவாகின்றன. நிகர விளைவைக் கருதுவோமாயின் *N* பகுதியிலிருந்து *P* பகுதிக்கு எலெக்ட்ரான்களும், *P* பகுதியிலிருந்து *N* பகுதிக்கு மின்துளை களும் இயங்குகின்றன எனக் கூறலாம். தொடக்கத்தில் இரு பகுதி களும் (*P* மற்றும் *N* வகைப் பகுதிகள்) மின் நடுநிலையில் இருந்தன. சந்தியின் வழியே மேற்கூறப்பட்ட இருவழி இயக்கத்தின் பயனாய் *N* பகுதியில் (எதிர்மின்னூட்டம் பெற்ற எலெக்ட்ரான்கள் வெளி யேறி நேர்மின்னூட்டம் பெற்ற மின்துளைகள் நுழைவதால்) ஒரு நிகர நேர்மின்னூட்டமும், *P* பகுதியில் (எலெக்ட்ரான்கள் நுழைந்து மின்துளைகள் நீக்கப்படுவதால்) ஒரு நிகர எதிர்மின்னூட்டமும் அமைகின்றன. இதன்பயனாய், சந்தியின் இருபுறமும் அமையும் *P*-வகை மற்றும் *N*-வகைப் பொருள்களைப் பொறுத்து **மின் னழுத்த அரண்** (potential barrier) ஒன்று உருவாக்கப்படு கிறது. இந்நிலையில் சந்தியை அடுத்த *P*-பகுதியானது *N* பகுதியை நோக்க எதிர் மின்னூட்டம் பெற்று அமைகிறது [படம் 6. 17(a)].

டையோடின் முனைகளுக்கிடையே படம் 6.17b-ல் காட்டி யுள்ளவாறு மின்கலம் ஒன்று இணைக்கப்படுமாயின் சந்தியில் அமை

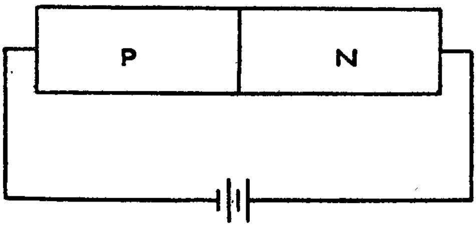
யும் மின்னழுத்த அரண் குறைக்கப்பட்டு அதன் வழியே மின்னோட்டந்தாங்கிகளின் (மின்துளைகள் மற்றும் எலெக்ட்ரான்களின்) நிகர இயக்கம் ஒன்று நிகழும். ஆயினும், மின்கலமானது படம் 6.17 (c)-ல் காட்டியுள்ளவாறு இணைக்கப்படுமாயின் மின்னழுத்த



(a) P. N. சந்தி டையோடு — மின்னழுத்த அரண்



(b) முன்னோக்குச் சார்புகொண்ட சுற்று

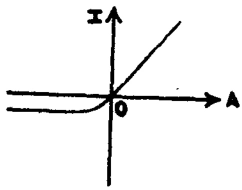


(c) திருப்புச் சார்புகொண்ட சுற்று

படம் 6. 17

அரண் அதிகமாவதன் காரணமாக மின்னோட்டந்தாங்கிகளின் நிகர இயக்கம் நிகழ முடியாது ; அதாவது இப்பொழுது மின்னோட்டம் எதுவும் நிகழாது. சந்தி டையோடின் இச்செயற்பாங்கானது வெற்றிடக்குழாய் டையோடின் செயற்பாங்கைப் போன்று இருப்பதாலேயே அது அப்பெயர் பெறுகிறது.

P-N சந்தி டையோடானது *N*-பகுதியை நோக்க *P* பகுதி நேர் மின்னழுத்தம் பெறும்போது மட்டுமே அதன் வழியே மின்னோட்டத்தை அனுமதிக்கிறது ; மாறுவகையில் அனுமதிப்பதில்லை. முதல் வகையில் அது **முன்னோக்குச் சார்பு (forward biased)** பெறுகிறது எனவும் இரண்டாம் வகையில் அது **திருப்புச் சார்பு (reverse biased)** பெறுகிறது எனவும் கூறப்படுகிறது. இத்தகைய டையோடுகளை மாறுதிசை மின்னழுத்தத்தை நேர்த்திசை மின்னழுத்தமாகத் திருத்துவதற்கு (படம் 6.13-ல்) வெற்றிடக் குழாய்களுக்குப் பதிலாகப் பயன்படுத்தலாம்.



படம் 6. 18

P - N சந்தி டையோடின் சிறப்பு வரை

டையோடானது முன்னோக்கு மற்றும் பின்னோக்கு மின்னழுத்தங்களைப் பெறும் நிலையில் மின்னழுத்தத்தைப் பொறுத்து மின்னோட்டம் மாறும் விதத்தைப் படம் 6.18-ல் காணலாம். படத்திலிருந்து, வெற்றிடக்குழாய் டையோடில் உள்ளது போலன்றி பின்னோக்கு மின்னழுத்தம் பெறும் நிலையிலும் ஒரு சிறு மின்னோட்டம் இருப்பதைக் காணலாம்.

பயிற்சி 6. 6

1. ஒரு சுற்றின் 'உறுப்புக்கள்' என்பன யாவை ?
2. ஒரு 'டயோ'டின் அமைப்பை விளக்குக.
3. ஒரு மாறுதிசை மின்னழுத்தம் செலுத்தப்படும்போது ஒரு டயோடு எவ்வாறு செயல்படுகிறதென்பதை விவரி.
4. ஒரு திருத்தி எவ்வாறு செயல்படுகிறதென்பதைத் தகுந்த படத்துடன் விளக்குக.
5. 'குறைக் கடத்திகள்' என்பன யாவை ? ஏன் அவை அவ்வாறு அழைக்கப்படுகின்றன ?

6. 'மின்துளை' என்றால் என்ன ?

7. 'N-வகைக் குறைக் கடத்தி' என்றால் என்ன ?

8. 'P - வகைக் குறைக் கடத்தி' என்றால் என்ன ?

9. 'P-N சந்தி டையோடு' என்பது என்ன ?

10. ஒரு 'P-N சந்தி டையோடு' செயல்படும் முறையை விளக்குக.

11. (i) ஒரு 'P-N சந்தி டையோடு' முன்னேக்குச் சார்புடையது என்பதன் பொருள் என்ன ?

(ii) ஒரு 'P-N சந்தி டையோடு' திருப்புச் சார்புடையது என்பதன் பொருள் என்ன ?

7. பயன்வகை இயற்பியல்

7.1. வளிமண்டலம்

7.1.1 வளியமுத்தம்

இப்புவியினைச் சூழ்ந்திருக்கும் மிகப்பெரு காற்றுவெளி அளிக்கும் அழுத்தமே வளியமுத்தம் என்பதனை நீங்கள் அறிவீர்கள். வளிமண்டலக் காற்றின் முக்கிய ஆக்கக் கூறுகளுள் ஒன்று நீராவியாகும். இந்நீராவியின் அளவானது தட்பவெப்பநிலைகளை உருவாக்குவதில் பெரும்பங்கு வகிக்கிறது. நீராவியானது ஈரமற்ற காற்றைவிடக் குறைந்த அடர்த்தியைக் கொண்டிருப்பதால் வளிமண்டலத்தில் நீராவியின் அளவு மிகும்பொழுது வளியமுத்தம் குறைகிறது. எனவே, வளியமுத்தத்தை அளவிடுவதன் மூலம் தட்பவெப்பநிலைகளை முன்னுரைக்க முடியும்.

ஓரிடத்தில் வளியமுத்தமானது மணிதோறும், நாள்தோறும், ஆண்டுதோறும், மாறுதல்களுக்கு உள்ளாகிறது. எனவே, தட்பவெப்பநிலைகளைப் பற்றிய, வளியமுத்தத்தை வெவ்வேறு இடங்களில் ஒரே காலத்தில் அளவிட வேண்டும். வளியமுத்த மாறுதல்கள் **வெப்பவியல் மாற்றங்கள், இயக்கவியல் மாற்றங்கள்** என்று இருவகைப்படும்.

வளியமுத்தத்தின் **வெப்பவியல்** மாற்றமானது வெப்பநிலையின் காரணமாகக் காற்றின் அடர்த்தியில் விளையும் மாற்றங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது. வெப்பநிலை மிகும்பொழுது காற்றின் அடர்த்தியும், எனவே, ஒரு குறிப்பிட்ட பருமனுள்ள காற்றின் எடையும் குறைகிறது. ஆகவே, வெப்பநிலையில் விளையும் மாற்றமானது காற்று மண்டலத்தில் செங்குத்து, மற்றும் கிடைத்தள இடப்பெயர்ச்சிகளை விளைவிக்கிறது. இத்தகைய இடப்பெயர்ச்சிகள் வளியமுத்த மாறுதல்களுக்குக் காரணமாயமைகின்றன. எனவே, வளியமுத்தமானது குறைந்த வெப்பநிலைப் பகுதிகளில் மிகுந்தும், மிகுந்த வெப்பநிலைப் பகுதிகளில் குறைந்தும் காணப்படும்.

வளியமுத்தத்தின் **இயக்கவியல்** மாற்றமானது வளிமண்டலக் காற்றில் உருவாகும் உராய்வு மற்றும் மையவிலக்கு விசைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது. இத்தகைய விசைகள் புவியின் சுழற்சியினால் உருவாகின்றன. புவியின் சுழற்சியானது புவிப்

பரப்புக்கருகிலுள்ள காற்றேடுகளில் இழைவியக்கம் (sliding motion) ஒன்றை உருவாக்குகிறது.

7. 1. 2 ஈரப்பதன்

ஈரப்பதன் என்பது வளிமண்டலத்திலுள்ள நீராவியின் அளவைக் குறிப்பதாகும். ஈரப்பதனைப்பற்றியும் அது மனிதனின் சூழமைதி நலன்களை எவ்வாறு பாதிக்கிறது என்பதைப் பற்றியும் முன்வகுப்புக்களில் கற்றிருப்பீர்கள். வளிமண்டலத்தில் அமைந்துள்ள நீராவியின் அளவு, அதாவது ஈரப்பதன், முகில், மூடுபனி போன்றவற்றின் உருவாக்கத்தில், எனவே தட்பவெப்பநிலைகளைக் கட்டுப்படுத்துவதில் பெரும்பங்கு வகிக்கிறது.

ஒரு குறிப்பிட்ட பருமனுள்ள வெளியிடத்தில் உள்ள நீராவியானது எந்தவொரு வெப்பநிலையிலும் ஒரு பெரும அழுத்தத்தைக் கொண்டிருக்கும் என்பதை நீங்கள் அறிவீர்கள். இந்தப் பெரும அழுத்தமானது **தெவிட்டிய ஆவி அழுத்தம்** எனப்படுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட வெளியிடம் அல்லது வளிமண்டலமானது இந்த அழுத்தத்தில் நீராவியைக் கொண்டிருக்குமாயின் அது தெவிட்டிய நிலையில் உள்ளது எனக் கூறப்படுகிறது. வளிமண்டலமானது தெவிட்டிய நிலையில் இருக்கும்போது நீர் ஆவியாதல் தடைப்படுகிறது; தெவிட்டிய நிலைக்கு அண்மையில் இருக்கும்போது ஆவியாதல் மந்தமடைகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் வளிமண்டலத்தில் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு அதிக நீராவி உள்ளதோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு அது தெவிட்டிய நிலைக்கு அண்மையில் உள்ளது ;எனவே ஆவியாதல் அவ்வளவுக்கவ்வளவு மந்தமடையும். ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் வளிமண்டலத்தில் உள்ள நீராவியின் அளவு தெவிட்டிய நிலையைவிட அதிகமாக இருக்குமாயின் அது மீத்தெவிட்டிய நிலையில் உள்ளது எனக் கூறப்படும். இத்தகைய மீத்தெவிட்டிய நிலையானது, மிகுதியாக உள்ள நீராவியை உறைவித்து நீர்த்திவலைகளாக மாற்றும். வளிமண்டலத்தின் வெப்பநிலையைக் குறைப்பதன் மூலம் அதனை மீத்தெவிட்டிய நிலையை அடையும்படி செய்யலாம். இத்தகைய மீத்தெவிட்டிய நிலையும் அதன் பயனாய் நிகழும் நீராவியின் உறைதலுமே முகில்கள் உருவாவதற்குக் காரணமாமாகின்றன. வளிமண்டலமானது ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் அதிக நீராவியைக் கொண்டிருக்குமாயின் அது தெவிட்டிய நிலைக்கு அண்மையில் இருக்கும் ; அத்தகைய நிலையில் அதனை மீத்தெவிட்டிய நிலைபெறச் செய்வது எளிதாகும்.

7. 1. 3 முகில்கள் உருவாதல்

வளிமண்டலத்திலுள்ள நீராவியானது உறைந்து நீர்த்திவலைகளாக மாறுவதே முகில்கள் உருவாதலுக்குக் காரணமாக அமை

கிறது என்று கண்டோம். நீராவியானது இவ்வாறு நீர்த்திவலை களாக மாறுவதற்குக் கருமூலங்கள் **(nuclei)** தேவைப்படுகின் றன. தொழிலகங்களின் புகைப்போக்கிகளிலிருந்து வரும் புகை, பூக்களின் மகரந்தத் துகள்கள், தூசுத் துகள்கள் மற்றும் அயனிகள் (மின்னூட்டம் பெற்ற துகள்கள்) ஆகியவை இத்தகைய கருமூலங் களாகச் செயற்படுகின்றன. காற்று மண்டலமானது குளிரக்குளிர நீராவியானது இத்தகைய கருமூலங்களின் மீது உறைந்து சிறிய **நீர்த் திவலை**களை உருவாக்குகிறது. கோடிக்கணக்கான அத்தகைய நீர்த்திவலைகள் திரண்டு **முகில்**களை உருவாக்குகின்றன. இத்தகைய திரள்கள் நிலமட்டத்தில் உருவாகுமாயின் அவை **மூடுபனி**யாக உருவெடுக்கின்றன. முகில்களோ சுமார் 1 கிமீ முதல் 12 கிமீ வரையிலான உயரங்களில் உருவாகின்றன. முகில்களின் தன்மை மற்றும் தோற்றத்திலிருந்து வரப்போகும் புயல் அல்லது கன மழையை முன்கூட்டியே அறியலாம்.

7.1.4 பனித்திவலை, உறைபனி, பனிப்புயல் மற்றும் கல்மழை

இரவு நேரத்தில், நிலப்பரப்பு, பாறைகள் மற்றும் தாவரங்கள் குளிர்ச்சியடையும்போது நிலப்பரப்பையடுத்துள்ள காற்றுப்படல மும் குளிர்ச்சியடைகிறது. இவ்வாறு குளிர்ச்சியடைந்த காற்றி லுள்ள நீராவியானது புல்லிதழ்களின் மீதும் பிற தாவரங்கள் மீதும் சிறிய நீர்த்திவலைகளாக உறைகிறது. இத்தகைய நீர்த்திவலை களே **பனித்திவலை**களாகும். மிகவும் குளிரான இரவுகளில் காற்றி லுள்ள நீராவியானது நேரடியாக பனிப்படிகங்களாக உறைகிறது. இந்தப் பனிப்படிகங்கள் தரையின்மீது வெண்படலம் ஒன்றை உரு வாக்குகின்றன. இந்த வெண்படலமே **உறைபனி**யாகும்.

வளிமண்டலத்தின் உயரப்பகுதிகளில் உள்ள காற்று விரைந்து குளிர்ச்சியடையும்போது அங்குள்ள நீராவியானது நேரடியாகப் பனிப்படிகங்களாக உறைந்து **பனிப்புயலு**க்கு வழிவகுக்கிறது. **கல்மழை** என்பது உண்மையில் மழைத்துளிகளாகவே தொடங்கு கிறது. ஆனால் அந்த மழைத் துளிகள் நிலத்தை நோக்கி நீண்ட தூரம் விழுமுன் குளிர்ச்சியான உயரப்பகுதிகளுக்குக் காற்றினால் மீண்டும் அடித்துச் செல்லப்படுகின்றன. அங்கு அவை உறைந்து மீண்டும் விழத்தொடங்குகின்றன. அத்தகைய வீழ்ச்சியின்போது மேலும் அதிக நீராவி அவற்றின்மீது உறைகிறது ; அவை மீண்டும் காற்றினால் அடித்துச் செல்லப்படுகின்றன. இவ்வாறு உறைந்த நீர்த்துளிகள் காற்றினால் அடித்துச் செல்லமுடியாத அளவுக்கு எடைமிகும்வரை இந்த நிகழ்ச்சிகள் தொடர்ந்து நடைபெறும். அத்தகைய எடைமிக்க, உறைந்த நீர்த்துளிகள் கல்மழையாகப் பொழிகின்றன. இத்தகைய மழைக் கற்களுள் ஒருசில கிரிக்கெட்

பந்தளவுக்குப்பெரிதாயிருப்பினும், அவை பொதுவாகப் பட்டாணி யின் அளவை மிஞ்சுவதில்லை.

7.1.5 மின்னல்

மின்னல் என்பது முகில்களில் உருவாகும் மின்னூட்டத்தின் காரணமாக வளிமண்டலத்தின் வழியே விளையும் மின்போக்கே யாகும். இந்த மின்போக்கு முகில்களுக்கிடையிலோ அல்லது முகிலுக்கும் நிலத்திற்குமிடையிலோ நிகழக்கூடும். வளிமண்டலக் காற்றானது காஸ்மிக் கதிர்களாலும், கதிரவனிலிருந்து வரும் புற ஊதாக் கதிர்களாலும் தொடர்ந்து அயனியாக்கம் செய்யப்படு கிறது. இதன்பயனாய் வளிமண்டலத்தில் நேர் அயனிகளும் எதிர் அயனிகளும் எப்பொழுதும் அமைந்து, அதில் ஒரு மின்புலத்தை உருவாக்குகின்றன. தொடக்கத்தில் மின்னூட்டமற்றிருக்கும் நீர்த்துளிகள் இந்த மின்புலத்தின் வழியே விழும்போது அவற்றுள் சில நேர்மின்னூட்டமும் மற்றும் சில எதிர்மின்னூட்டமும் பெறு கின்றன. **C.T.R. வில்சன்** என்பவரின் கருத்துப்படி கனமான நீர்த் துளிகள் எதிர்மின்னூட்டம் பெற்றும் இலேசான துளிகள் நேர் மின்னூட்டம் பெற்றும் அமைகின்றன. இதன் காரணமாக முகிலின் அடிப்பகுதியில் எதிர்மின்னூட்டங்களும் மேல் பகுதியில் நேர்மின்னூட்டங்களும் குவிகின்றன. சில நேரங்களில் சிறிதளவு நேர்மின்னூட்டங்களும் முகிலின் அடிப்பகுதியில் காணப்படும். இத்தகைய மின்னூட்டக் குவிப்பானது ஒரு முகிலின் மின்னூட்டு விக்கப்பெற்ற பரப்புகளுக்கு இடையிலோ அல்லது இரு முகில் களுக்கு இடையிலோ மின்போக்கு நிகழும் அளவுக்கு அதிகமாகும் வரை தொடர்ந்து நிகழ்கிறது. மின்போக்கின்போது தோன்றும் மின்வெட்டொளி (கணநேர ஒளி)யே **மின்னல்** ஆகும். மேலும், முகிலின் மீதான மின்னூட்டங்கள் அவற்றிற்கு எதிரான மின் னூட்டங்களை நிலப்பரப்பில் தூண்டுகின்றன. எனவே, முகிலுக் கும் நிலத்திற்கும் இடையிலும் மின்போக்கு நிகழ்கிறது. பொது வாக மின்னல்கள் பல கிலோமீட்டர்கள் நீளம் கொண்டும் 10 முதல் 15 செமீ விட்டம் கொண்டும் அமைகின்றன. மேலும், மின்னல்கள் பொதுவாகக் குறுகிய காலவரை கொண்டு சற்றே வேறுபட்ட பாதைகளில் அடுத்தடுத்து விரைந்து நிகழ்கின்றன. இத்தகைய நிகழ்ச்சியின் காரணமாக மின்னலானது பல கிளைகளைப் பெற்றுள்ளது போன்ற தோற்றத்தைப் பெறுகிறது.

மின்னல் உருவாவதற்குக் காரணமாயமையும் மின்னழுத்த வேறுபாடானது சுமார் 100 மிலியன்வோல்ட் முதல் 200 மிலியன் வோல்ட்வரை உள்ளது ; மின்னோட்டமோ சுமார் 20000 முதல் 200000 ஆம்பியர் வரை உள்ளது. புவி முழுவதிலும் வினாடிக்குச் சுமார் 100 மின்னல்கள் வீதம் நிகழ்கின்றன என மதிப்பிடப்பட்

டுள்ளது. இந்த மின்னல்களின்போது உருவாகும் திறனானது சுமார் நான்கு டெராவாட் (4×10^{12} வாட்) தொடர்ச்சியான திறனுக்குச் சமமாகும். இத்தகைய மிக அதிகமான மின்னழுத்த வேறுபாடும் மின்னோட்டமுமே மின்னலின் அழிவாற்றலுக்குக் காரணமாயமைகிறது. மின்னலானது பெரும் அழிவாற்றலைப் பெற்றிருப்பினும் மனித இனத்திற்கு நன்மை பயப்பதாகவும் உள்ளது. மின்னலின்போது உருவாகும் மிகப்பெருமளவு வெப்பத்தின் காரணமாகக் காற்றிலிருந்து நைட்ரஜன் பிரிக்கப்படுகிறது. இந்த நைட்ரஜன் மழை நீரில் கரைந்து நிலத்தையடைந்து புவியின் நீடித்த வளமைக்குக் காரணமாயமைகிறது.

7. 1. 6 இடி

மின்னலை உருவாக்கும் மின்போக்கின்போது தோன்றும் ஒலியே இடியெனப்படுகிறது. மின்போக்கின் மின்னாற்றலில் சுமார் 75%, மின்னலின் பாதையிலும் அதனைச்சுற்றிலும் அமைந்த வளிமண்டலப்பகுதிகளைச் சூடேற்றுவதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. எனவே, அப்பகுதிகளின் வெப்பநிலையானது ஒருசில மைக்ரோ வினாடிகளில் சுமார் 10000 K அளவுக்கு உயர்த்தப்படுகிறது. இதன் பயனாய் அழுத்த அலை ஒன்று உருவாகும். இந்த அழுத்த அலை விரிவடைந்து நெருக்கங்களையும் நெகிழ்வுகளையும் உண்டாக்கும். இந்த நெருக்கங்களும் நெகிழ்வுகளுமே இடியொலியை எழுப்புகின்றன.

7. 1. 7 வானிலை முன்னறிவிப்பு

வானிலை முன்னறிவிப்பு என்பது வளிமண்டலத்தின் வெப்பநிலை, ஈரப்பதன், காற்றோட்டங்களின் திசை மற்றும் வேகம், முகில்களின் வகை மற்றும் இயக்கங்களைப் பற்றிய ஆய்வின் அடிப்படையில் அதன் எதிர்கால நிலைமைகளை முன்னறிவிப்பதாகும். இத்தகைய முன்னறிவிப்புக்கள் பல துறைகளில் மிகவும் இன்றியமையாதனவாகும்.

வேளாண்மைத் துறையில் நீண்டகால முன்னறிவிப்புக்கள் அதிக உற்பத்திக்கான திறம்பட்ட திட்டமிடுதலிலும் சேதாரத்தைக் குறைப்பதிலும் உறுதுணை புரிகின்றன.

கடற்கரை முன்னறிவிப்புக்கள் கரைசார்ந்த காற்றோட்டம், காட்சிநிலை (visibility), புயல் மற்றும் வானிலையின் பொது நிலைமைகளைப் பற்றிச் செய்யப்படுகின்றன. அத்தகைய முன்னறிவிப்புக்கள் கடலிலும் கரையோரப் பகுதிகளிலும் சொத்துக்களையும் உயிரினங்களையும் பாதுகாக்க உறுதுணை புரிகின்றன. மேலும், போக்குவரத்தும் மீன்பிடி தொழிலும் தீங்கின்றி நடைபெறவும் உதவுகின்றன.

வான் பயணவியல் முன்னறிவிப்புக்கள் (aviation forecasts) சில குறிப்பிட்ட புவியியல் பகுதிகளுக்கும், ஒன்றோ அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட விமான நிலையத்திற்கும், சில குறிப்பிட்ட வான் பாதைகளுக்கும் வான் பயணங்களுக்கும் செய்யப்படுகின்றன. இந்த முன்னறிவிப்புக்கள் வான் பயணங்களைப் பத்திரமாகவும் திறம்படவும் இயக்குவிக்க இன்றியமையாதனவாகும். வளிமண்டலத்தின் உயரப் பகுதிகளுக்கான முன்னறிவிப்புக்கள் விண்வெளிப் பயணங்களில் முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றன.

7. 1. 8 வானிலை முன்னறிவிப்பின் தத்துவம்

வானிலை முன்னறிவிப்பு பொதுவாக மூன்று கட்டங்களைக் கொண்டுள்ளது. முன்னறிவிப்புப் பெற வேண்டிய பகுதியிலும் அதனைச் சூழ்ந்துள்ள பகுதியிலும் முதல்கட்டமாக அப்பொழுது நிலவும் தட்பவெப்ப நிலைமைகள் மதிப்பிடப்படுகின்றன. இத்தகைய காட்சிப்பதிவுகள் ஒரு வானிலைப் படத்தில் குறிப்பிடப்படுகின்றன. அத்தகைய படம் **வானிலைச் சுருக்கப்படம்** (synoptic chart) என அழைக்கப்படுகிறது. அடுத்த கட்டமானது, அந்தப் படத்தை ஆராய்ந்து முன்னறிவிப்புக் காலத்தின் முடிவில் நிலவக் கூடிய தட்பவெப்ப நிலைமைகளைப் பற்றிய முடிவுக்கு வருவதாகும். இறுதியாக, அத்தகைய முடிவுகள் கடந்த காலங்களில் அத்தகைய சூழ்நிலைகளில் உருவாகிய தட்பவெப்ப நிலைகளோடு ஒப்பிடப்படுகின்றன. அடுத்து வானிலைகளை மாற்றக்கூடிய காரணக் கூறுகளைப் பற்றி முன்னறிவிப்பாளர் பெற்ற அனுபவ அறிவிலிருந்து வானிலை முன்னறிவிப்பு செய்யப்படுகிறது.

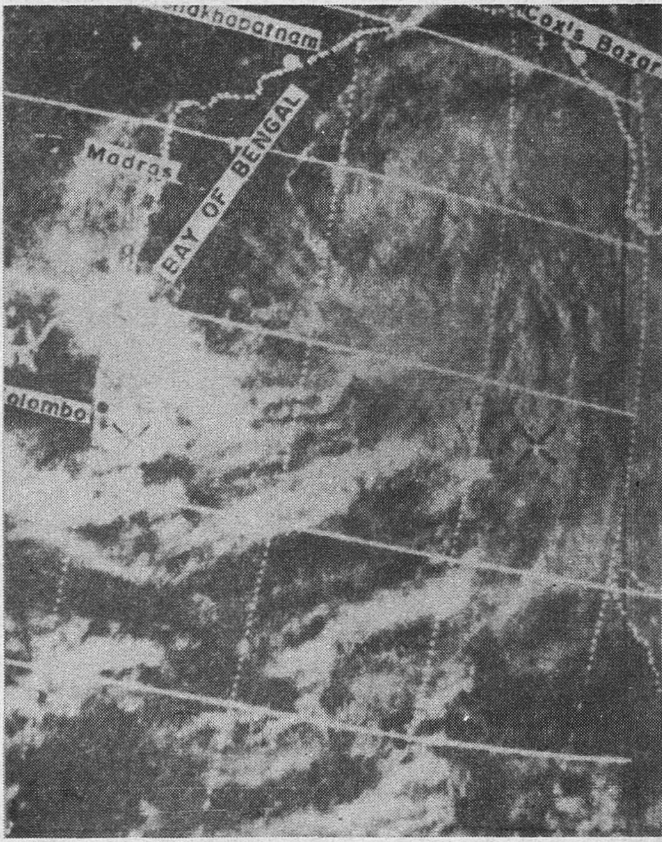
திறம்பட்ட வானிலை முன்னறிவிப்புக்குக் காற்று மண்டலத்தின் உயரப் பகுதிகளின் நிலைமைகளைப் பற்றிய அறிவும் இன்றியமையாததாகும். அந்நிலைமைகளை வெப்பநிலை, அழுத்தம் போன்றவற்றைப் பதிவு செய்யும் இலேசான கருவிகளடங்கிய பலூன்களைக் கொண்டும், மீவளி நிலைபரப்பி (radio sonde) களின் உதவியாலும், விமானங்களின் உதவியாலும் அறிகிறோம். தற்காலத்தில் வானிலை முன்னறிவிப்புக்குத் தேவையான குறிப்புக்களைப் பெறுவதற்கு நிழற்படக் கருவிகள் பொருத்தப்பட்ட துணைக்கோள்கள் புவியைச் சுற்றி இயக்குவிக்கப்படுகின்றன.

7. 1. 9 புயல் தடம் காணல்

புயலின் தடம் காணலைப் பற்றிக் காணுமுன் புயல் என்றால் என்ன என்பதைப்பற்றியும் அதன் தன்மையைப் பற்றியும் அறிந்து கொள்வது நன்மை பயப்பதாகும். அகராதியின்படி புயலானது, பொதுவாக புறக்காற்றானது முகில் மற்றும் மழையை உருவாக்கிய

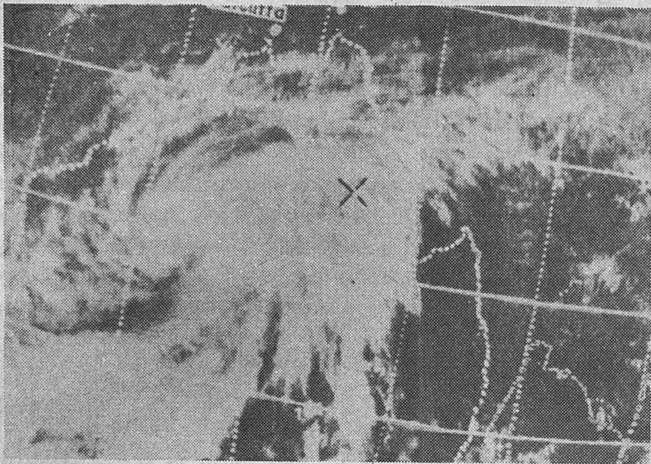
வண்ணம் சூறைக்காற்ருகச் சுழியிட்டுச் செல்லும் குறையழுத்தப் பகுதியாக வரையறுக்கப்படுகிறது. அச் சொல்லானது வட்டம் மற்றும் சுழல்தல் என்ற பொருட்படும் முறையே ''**kyklos**'' மற்றும் "**kycloein**" என்ற இரு கிரேக்கச் சொற்களை ஆதார மாகக் கொண்டுள்ளது.

புயல் எவ்வாறு உருவாகிறது? வளிமண்டலமானது கதிரவனின் வெப்ப ஆற்றலால் சூடேற்றப்படுவதால் அதன் அடிப்பகுதியி லுள்ள காற்றேடுகள் புவியின் துருவப்பகுதிகளினின்றும் நடுக் கோட்டுப் பகுதியை நோக்கி இடையருது இயக்குவிக்கப்படுகின்றன.



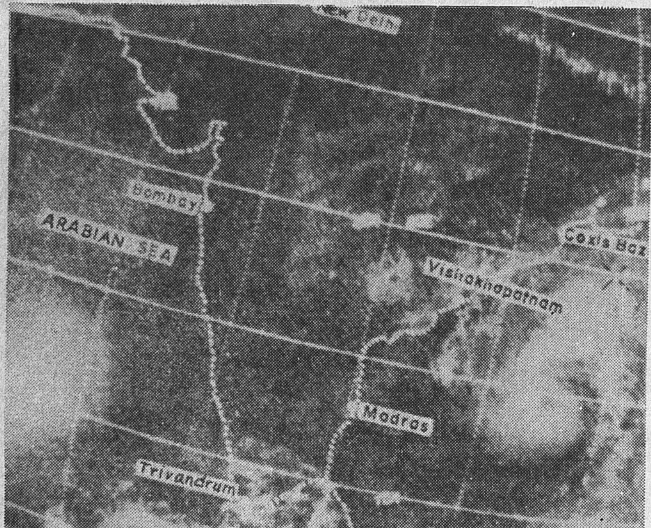
படம் *7. 1* (a)

நவம்பர் 8 : இந்திய நேரம் 15 ம 26 நி வங்காள விரிகுடாவில் அமைதியற்ற வானிலை, தெளிவாகத் தோன்றும் குறையழுத்தப் பகுதி: புயல் ஒன்று தோன்றுகிறது.



படம் 7. 1 (b)

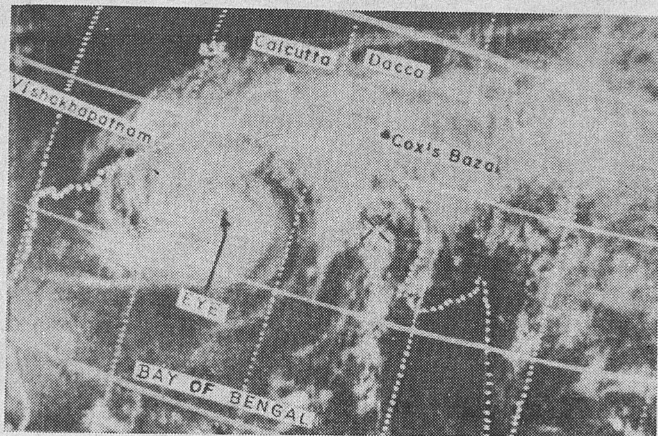
நவம்பர் 9 : இந்திய நேரம் 14 ம 39 நி. புயலானது வலுப்பெறப் "புயற்கண்" உருவெடுக்கிறது; முகில்கள் வங்காள விரிகுடா முழுவதும் பரவி நிற்கின்றன.



படம் 7. 1 (c)

நவம்பர் 10 : இந்திய நேரம் 15 ம 27 நி. முகில்கள் பரவி நிற்காமல் சிறிய, தடித்த வட்டப் பட்டைகளாகக் குழுமியுள்ளன. 'புயற்கண்' மேலும் தெளிவாக உருப்பெற்றுள்ளது.

இந்த இயக்கமானது புவியின் சுழற்சியின் காரணமாக ஒரு சுருளியக்கமாக (spiral motion) மாற்றப்படுகிறது. மேலும், இக்காற்ருனது பெருங் கடற்பரப்புக்களைக் கடந்து செல்லுமாயின் அது நீராவியையும் வெப்ப ஆற்றலையும் பெற்று, தொடக்கத்தில் மெதுவாகவும் பின்னர் வேகமாகவும் இயங்குகிறது. புவியின் இயக்கமோ அதனை உள்நோக்கிச் சுழியிட்டுச் செல்லுமாறு செய் கிறது. இவ்வாறு சுருளியக்க மையத்தை நோக்கிச் செல்லும் வெப்பமுற்ற காற்றும் அது தாங்கிச் செல்லும் முகில்களும் மேலும் அதிக வேகத்தைப் பெறுகின்றன. சுருளியக்க மையத்தில் அவை மேலெழுந்து, முகில்கள் பெரும் பரப்பில் விரிந்து பரவுகின்றன. இத்தகைய விரிவின் பயனுய் அவை குளிர்ந்து மழையை உருவாக்கு கின்றன. இத்தகைய சுழிக்காற்றும் அதனைத் தொடர்ந்து வரும் மழையும் புயல் என அழைக்கப்பெறுகின்றன.

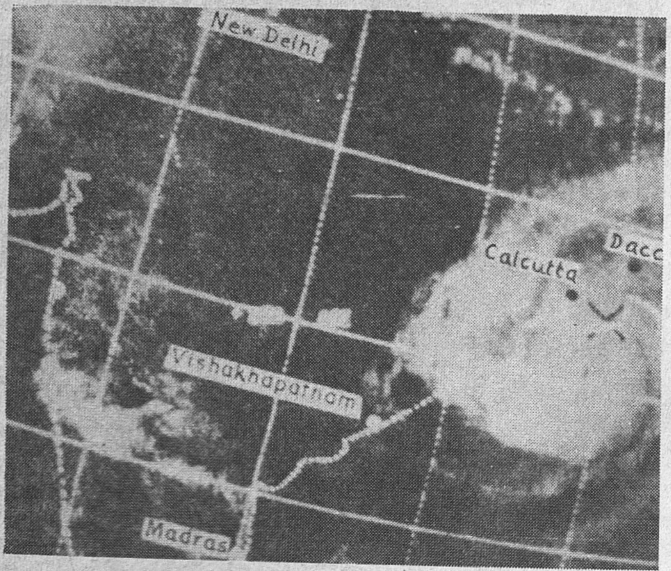


படம் 7. 1 (d)

நவம்பர் 11 : இந்திய நேரம் 14 ம 29 நி. புயலானது தெளிவாள மையங்கொண்ட பெரும் சுழலாக வலுப்பெற்றுள்ளது. அது விசாகப் பட்டினத்திற்குக் கிழக்கில் சுமார் 400 கி.மீ. தொலைவில் மையம் கொண்டுள்ளது.

வானத்தே துணைக்கோள்களை இயக்குவிக்கும் ஆற்றலைப் பெற்று விட்ட நிலையில் புயலின் தோற்றத்தையும் அதன் இயக்கத்தையும் மிகவும் துல்லியமாகக் கண்காணிக்க முடிகிறது ; எனவே எதிர் வரும் புயலைப்பற்றி முன்னெச்சரிக்கைச் செய்யவும் முடிகிறது. இத்தகைய பயன்களுக்காக உருவாக்கப்பட்ட துணைக்கோள்கள் **வானிலையாய்வுத் துணைக்கோள்கள்** (meteorological satellites) என அழைக்கப்பெறுகின்றன. அவ்வகையில் முதன் முதலில்

ஏவப்பட்ட துணைக்கோள்கள் **டைராஸ்** (TIROS —Television and Infra Red Observation Satellites —தொலைக்காட்சி மற்றும் புறச்சிவப்புக் காட்சிப்பதிவு துணைக்கோள்கள்) ஆகும். அவை பல வானிலையாய்வுக் கருவிகளையும் சிறப்புவகை *TV* நிழற்படப் பெட்டிகளையும், தானியங்கு ஒளிபரப்பிகளையும் தம்மகத்தே கொண்டுள்ளன. மேலும், அத்துணைக்கோள்கள் புவியின், கதிரவனால் ஒளியூட்டப்பெற்ற, பகல் பகுதியை அணுகும்

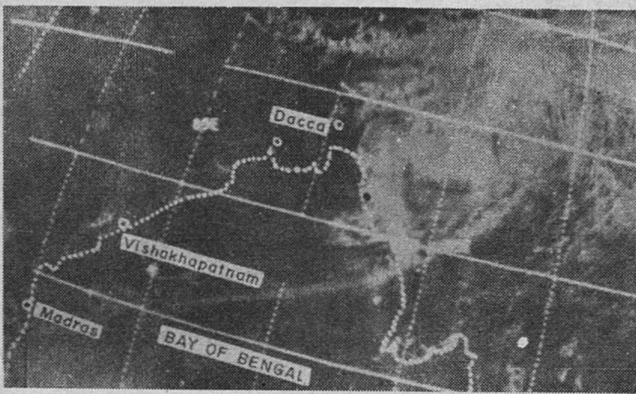


படம் *7. 1* (e)

நவம்பர் 12 : இந்திய நேரம் 15 ம 24நி, வலுமிக்க புயலானது மாலை நேரத்தில் கிழக்கு பாகிஸ்தான் கடற்கரையை கடந்தது. கடற்பரப்பில் உள்ள முகில் திரளின் மையத்தில் "புயற்கண்"ணை (மையம்)த் தெளிவாகக் காணலாம்—படத்தில் × குறிக்குக்கீழ் உள்ள கரும்புள்ளி.

போது நிழற்படப் பெட்டிகளை இயக்குவிக்கவும் இரவுப் பகுதியை அணுகும்போது அவற்றை நிறுத்திவைக்கவும் வல்ல மின்குமிழ் அமைப்பு (switching system) ஒன்றும் உள்ளது. அதே அமைப்பானது இரவு நேரங்களிலும் முகில்களைப் படமெடுப்பதற்கேற்ப புறச்சிவப்பு அமைப்பையும் இயக்குவிக்கிறது. டைராஸ் வகைத் துணைக்கோள்களின் மேம்பட்ட வகைத் துணைக்கோள்கள் இப்பொழுது பயன்படுத்தப்படுகின்றன. அவை **டாஸ்** (TOS — Tiros Operations Satellites — டைராஸ் செயல்முறைத்

துணைக்கோள்கள்) என அழைக்கப்பெறுகின்றன. 1970- ஆம் ஆண்டு நவம்பர் திங்களில் கிழக்குப் பாகிஸ்தானைத் தாக்கிய புயலின் வெவ்வேறு நிலைகளைப் படம் 7-1 (*a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*)-ல் காணலாம். அவை TOS-I-ன் துணைகொண்டு எடுக்கப்பட்டவை ஆகும். அப்படங்களை நோக்கும்போது எத்துணைத் திறத்துடன் புயலினை நம்மால் தடம் காண முடிகிறது என அறியலாம்.



படம் 7. 1 (f)

நவம்பர் 13 : இந்திய நேரம் 14 ம 26 நி. புயலானது நாட்டினுள் நுழைந்து அதன் சீற்றத்தைத் தணித்துக்கொண்டுவிட்டது. புயல் வலுவிழந்து மறைந்துவிட்டபோதிலும் பெரியதொரு முகில் திரள் இன்னமும் காணப்படுகிறது.

பயிற்சி 7. 1

1. வளியழுத்தத்தின் வெப்பவியல் மாற்றம் என்றால் என்ன ?
2. வளியழுத்தத்தின் இயக்கவியல் மாற்றம் என்றால் என்ன ?
3. முகில்கள் எவ்வாறு உருவாகின்றன ?
4. உறைபனி மற்றும் கல்மழை ஆகியவை உருவாதலை விளக்குக.
5. மின்னல் எவ்வாறு உருவாகிறது ?
6. இடி எவ்வாறு உருவாகிறது ?
7. வானிலை முன்னறிவிப்பின் பயன்கள் யாவை ?
8. வானிலை முன்னறிவிப்புக்கள் எவ்வாறு செய்யப்படுகின்றன ?
9. புயல் எவ்வாறு உருவாகிறது ?
10. TIROS என்றால் என்ன ?

7. 2. தற்காப்பியல்

7. 2. 1 ஒலிவழித் தொலைவறிதல்

தற்காப்பியலில் ஒலியியல் தத்துவங்களின் பயனானது எதிரித் துப்பாக்கி அல்லது பீரங்கியின் ஒலியிலிருந்து அதன் இருப்பிடத்தைத் துல்லியமாகக் கணிப்பதாகும். அம்முறை **பல்முனை ஒலி வழித் தொலைவறிதல்** எனப் பெறுகிறது. இம்முறையில் ஒரு நேர் கோட்டில் அமைந்த, தெரிவு செய்யப்பட்ட நிலைகளில் மூன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட ஒலிவாங்கிகளை அமைத்து எதிர்த் துப்பாக்கியின் ஒலியானது அவற்றை அடுத்தடுத்து வந்தடையும் கணங்கள் மதிப்பிடப்படுகின்றன.

இம்முறையின் தத்துவத்தைப் பின்வருமாறு விளக்கலாம்: ஒருவருக்கொருவர் சற்றுத் தொலைவில் அமைந்த இரு ஆய்வாளர்கள் துப்பாக்கி ஒன்றின் வெடியொலியை ஒரே நேரத்தில் செவியுறுவதாகக் கொள்வோம். துப்பாக்கியானது அவ்விருவரது நிலைகளை இணைக்கும் கோட்டின் நடுவரைக் கோட்டில் அமைகிறது என்பதை அவர்கள் எளிதில் அறியலாம். ஆயினும் அவர்களுள் ஒருவர் மற்றவரைவிட முன்னதாகவே அவ்வொலியைச் செவியுறுவாராயின் துப்பாக்கியானது நடுவரைக் கோட்டின் ஒரு பக்கத்தில், அவ்வொலியை முன்னதாகச் செவியுறும் ஆய்வாளரின் பக்கமாக அமையும். இரு ஆய்வாளர்களும் ஒலியைச் செவியுறும் கணங்களுக்கிடையே உள்ள கால இடைவெளி, மற்றும் அவர்களுக்கிடையேயுள்ள தொலைவு ஆகியவற்றிலிருந்து துப்பாக்கி உள்ள திசையை மதிப்பிட முடியும். மற்றுமிரு ஆய்வாளர்களின் காட்சிப் பதிவிலிருந்து துப்பாக்கியின் இருப்பிடத்தைச் சரியாகக் கணக்கிட முடியும்.

நடைமுறையில் துப்பாக்கியொலியானது தெரிந்த தொலைவுகளில் அமைக்கப்பட்ட மூன்று மைக்ரோஃபோன்களால் ஏற்கப்படுகின்றன. அவை மூன்றும் ஒரு மைய நிலையத்துடன் இணைக்கப்பட்டு, அங்கு அவை ஒலியை ஏற்கும் கணங்கள், சீராக இயங்கும் காகித நாடா ஒன்றில் பதிவு செய்யப்படுகின்றன. இவ்வாறாக, வெவ்வேறு சோடி நிலையங்களில் ஒலி ஏற்கப்படும் கணங்களுக்கிடையேயுள்ள கால இடைவெளி மற்றும் அவைகளுக்கிடையேயுள்ள தொலைவு ஆகியவற்றிலிருந்து துப்பாக்கியின் நிலையை நுட்பமாக அறிய முடியும்.

மேற்கூறிய முறையானது கடலினுள் அமைந்த கடற்கண்ணி (mine) மற்றும் நீர்மூழ்கிக்குண்டுகளின் வெடிப்புக்களை இடம் கண்டறிவதற்கும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

7. 2. 2 ரேடார்

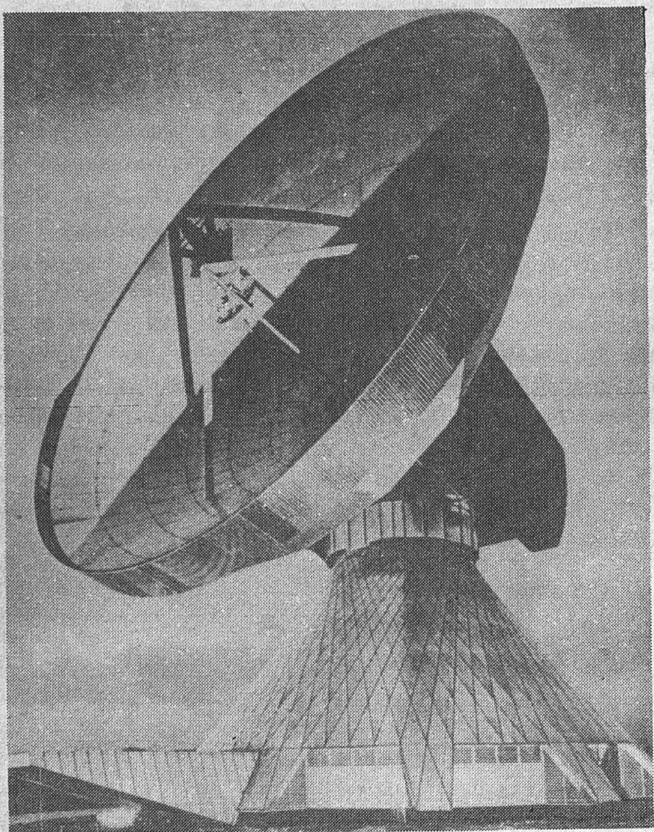
ரேடார் (RADAR) என்ற இச்சொல்லானது 'ரேடியோ நிலை காணல் மற்றும் தொலைவறிதல்' என்ற பொருள்படும் 'RAdio Detection And Ranging' என்ற ஆங்கிலச் சொற்றொடரில் அமைந்த சொற்களின் முதல் எழுத்துக்களிலிருந்து பெறப்படுகிறது. அது ரேடியோ அலைகளைப் பிரதிபலிக்கும் பொருட்களை இடம் கண்டறியும் ஓர் அமைப்பாகும். அதிக அதிர்வெண்கொண்ட ரேடியோ அலைகளை குறிப்பிடத்தக்க அளவுக்குப் பிரதிபலிக்கும் எந்தப்பொருளையும் வெளியிடத்தில் ரேடாரின் உதவியால் இடங்கண்டறிய முடியும். ரேடியோ அலைகள், இருள், மூடுபனி, மற்றும் மழை ஆகியவற்றை எளிதில் ஊடுருவவல்லன. எனவே, விமானங்கள், கப்பல்கள் மற்றும் நிலமட்டத்தில் உள்ள பொருட்களை, ஒளியியல் முறைகளைவிட, இம்முறையில் நுட்பமாக இடங்கண்டறிய முடிகிறது.

1923-ஆம் ஆண்டிலேயே ரேடார் தோற்றுவிக்கப்பட்டபோதிலும், முதன்முதலில் 1929 ஆண்டில்தான் **எட்வர்டு ஆப்பிள்டன்** (Edward Appleton) என்பவரால் அது வெற்றிகரமாகப் பயன்படுத்தப்பட்டது. ரேடாரின் தத்துவத்தை வளி மண்டலத்தின் வெவ்வேறு பகுதிகளின் உயரங்களை அளவிட அவர் பயன்படுத்தினர். ஆனல் பொருளொன்றினுல் பிரதிபலிக்கப்பட்ட ரேடியோ அலையினைக் கேதோடு கதிர்க்குழாய் ஒன்றின் மூலம் திரையொன்றில் காட்சிப் படிவமாகக் காண முடியும் என்பதை 1935-ல் தான் சர் ராபர்ட் வாட்சன் என்பவர் கண்டார். இக்கண்டுபிடிப்புக்குப் பின்னர் ரேடார் பல முன்னேற்றங்களைப் பெற்று இரண்டாம் உலகப்போரில் முக்கிய பங்கு வகித்தது.

7. 2. 3 ரேடாரின் தத்துவம்

ரேடாரின் வகை மற்றும் பயனைப்பொறுத்துப் பல்வேறு ரேடார் அமைப்புக்களின் செயல்முறைகள் வேறுபடினும் அவற்றின் அடிப்படைத் தத்துவம் ஒன்றேயாகும். ரேடார் அமைப்பு ஒன்றில் 'ஒருதிசை அன்டென்ன' (directional antenna) ஒன்றினுல் ரேடியோ அலைத் துடிப்புக்கள் வெளியிடத்தில் செலுத்தப்படுகின்றன. ரேடியோ அலைகள் சுமார் 100 மெகாஹெர்ட்ஸ் (MH_z) முதல் பல ஆயிரம் மெகாஹெர்ட்ஸ் வரையிலான அதிர்வெண்களைக் கொண்டுள்ளன ; துடிப்புக்கள் மிகக்குறைந்த கால வரையையும் மிகத்துல்லிய கால இடைவெளிகளையும் கொண்டுள்ளன. இத்துடிப்புக்கள் கடத்திப்பொருள் ஒன்றை மோதுமாயின் அவற்றின் ஆற்றலில் ஒரு பகுதி பிரதிபலிக்கப்படுகிறது. அவ்வாறு பிரதிபலிக்கப்பட்ட துடிப்புக்கள் அதே அன்டென்னவின்

உதவியால் ரேடாரின் ஏற்கும் அமைப்பினுல் ஏற்கப்படுகின்றன. பிரதிபலிக்கப்பட்ட துடிப்பு ஏற்கப்படும் கணத்தில் அன்டென்ஞ நோக்கும் திசை பொருளின் திசையைக் குறிக்கிறது. அலைத்துடிப்பு செலுத்தப்பட்ட கணத்திலிருந்து பிரதிபலிக்கப்பட்ட துடிப்பு ஏற்கப்படும் கணம் வரை உள்ள கால அளவிலிருந்து பொருளின் தொலைவைப் பெறலாம்.



படம் 7. 2

ரேடார் அன்டென்ஞ

7.2.4 ரேடாரின் பயன்கள்

போர் மற்றும் அமைதிக்காலங்களில் ரேடாரின் பயன்கள் எண்ணிலடங்கா. போர்க்காலங்களில் எதிரி விமானங்கள் தங்களது இலக்கை அடையுமுன் குறுக்கிட்டு அவற்றை எதிர்க்கும் வண்ணம் ஒரு நாட்டின் விமானங்களை வழிப்படுத்த ரேடார் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த விமானங்கள் எதிரி விமானங்களைச் சரியான உயரத்திலும் தொலைவிலும் எதிர்நோக்குவதற்கேற்ப அவை வெகு தொலைவிலிருக்கும்போதே அவற்றின் தொலைவுகளையும் உயரங்களையும் தொடர்ந்து அறிவதில் ரேடார் சாதனம் உறுதுணை புரிகிறது. மேலும், எதிரிப்படையில் அமைந்துள்ள விமானங்களின் எண்ணிக்கையைப்பற்றியும் ரேடார் அமைப்பு தெரிவிக்கிறது. அவ்விமானங்களுள் ஒவ்வொன்றும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு ஆற்றலைப் பிரதிபலிக்கிறது. இப்பிரதிபலிப்புக்களின் மொத்த விளைவு அப்படையிலுள்ள விமானங்களின் எண்ணிக்கையைப்பற்றி அறிவிக்கிறது. ரேடார் அமைப்பானது எதிர்வரும் விமானம் ஒன்று நட்பு விமானமா அல்லது எதிரி விமானமா என்று அறியவும் துணைபுரிகிறது. போர் விமானங்களில் பொருத்தப்பட்ட ரேடார் அமைப்புகள் அவ்விமானங்கள் தங்களது இலக்குகளைத் துல்லியமாக இடங்கண்டறிய உதவுகின்றன. இவ்வாறாக ரேடார் அமைப்பானது போர்க்காலங்களில் தற்காப்புக்கும் தாக்குதலுக்கும் பயன்படுகிறது.

ரேடார் அமைப்பானது போரில் மட்டுமின்றி வானிலையியலிலும் வானியலிலும் பயன்படுகிறது. வானிலையியலில் புயல்களைக் கண்டறிதற்கும் அவற்றின் தடங்காண்பதற்கும் பயன்படுகிறது. வானியலில் நிலவின் தொலைவையும் நிலாப்பரப்பின் மேடுபள்ளங்களைப்பற்றியும் அறிய உதவுகிறது. கோள்களின் தொலைவுகளை மதிப்பிடவும் ரேடாரைப் பயன்படுத்தலாம்.

7.2.5 சோனர்

சோனர் என்பது ஒரு நீரடிக் (underwater) கருவியாகும். அது ஒலி அலைகளின் உதவியுடன் நீரினுள் அமைந்த பொருள்களைப்பற்றியும், நீரினுள் நிகழும் நிகழ்ச்சிகளைப் பற்றியும் அறிய உதவுகிறது. அது ரேடாரின் தத்துவத்தைப் பெரிதும் ஒத்ததொரு தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது. ரேடியோ அலைகள் நீரினுள் எளிதில் ஊடுருவ முடியாதாகையால் ரேடாரை நீரினுள் பயன்படுத்த முடியாது. ஆனல் ஒலிஅலைகளைப் பொறுத்தவரை நீரானது ஒரு சிறந்த கடத்தியாக அமைகிறது. 'சோனர்' என்ற சொல்லானது 'ஒலிவழி நீர்வழிச் செலவு மற்றும் தொலைவறிதல்' எனப் பொருள்படும் "SOund Navigation

And Ranging '' என்ற சொற்றொடரின் முதலெழுத்துக்களினின்றும் உருவாக்கப்பட்டதாகும்.

சோனார் கருவியானது செவியுணர் ஒலியையோ செவியுணரா ஒலியையோ உருவாக்கவும் பரப்பவும் கண்டுணரவும் கூடும். கப்பல் ஒன்றிலுள்ள சோனார் கருவியிலிருந்து செவியுணர் அல்லது செவியுணரா ஒலி அலைகளின் துடிப்பு ஒன்று நீரின் வழியே செலுத்தப்படுகிறது. இத்துடிப்பானது அதன் பாதையில் திண்பொருள்களுடன் மோதுமாயின் அதே அதிர்வெண் கொண்ட எதிரொலி ஒன்று உருவாக்கப்பட்டு சோனார் கருவியினால் ஏற்கப்படுகிறது. இந்த எதிரொலி வரும் திசையானது பொருளின் திசையைக் குறிக்கும். துடிப்பு ஒன்று பரப்பப்பட்ட கணம் முதல் அதன் எதிரொலி ஏற்கப்பட்ட கணம் வரை உள்ள கால அளவை மதிப்பிடுவதன் மூலம் பொருளின் தொலைவு கணக்கிடப்படுகிறது. போர்க்காலங்களில் இம்முறையானது நீர்மூழ்கிக் கப்பல்களை வேட்டையாடப் பயன்படுகிறது.

சோனார் கருவியானது அமைதிக் காலங்களிலும் பல வகைகளில் பயன்படுகிறது. கடலின் ஆழம் காண்பதில் மாலுமிகளுக்கு இது உதவுகிறது. கடலின் அடிப்பரப்பை நோக்கிச் செவியுணரா ஒலிக்கற்றை ஒன்றைச் செலுத்தி அதன் எதிரொலிப்பைப் பெறுவதன் மூலம் கடலின் ஆழத்தைக் கணக்கிட முடிகிறது. மீன்பிடி படகுகளில் பொருத்தப்பட்ட சோனார் கருவி மீன்திரள்களை இடம் கண்டறியப்பயன்படுகிறது. மிகவும் நுட்பமான சோனார் அமைப்புக்களைக் கொண்டு மீன்திரளின் அளவையும் அவை நீந்தும் ஆழத்தையும் காண்பதன் மூலம் மீன்களை இனங்கண்டறியவும் முடியும். மேலும் குறுகிய கால்வாய்கள் வழியாகவும் பாறைகளடங்கிய கால்வாய்கள் வழியாகவும் மேற்கொள்ளப்படும் நீர்வழிப் பயணங்களில் சோனார் பெரிதும் உதவுகிறது.

7. 2. 6 புறச்சிவப்புக்கதிர் நிழற்படவியல்

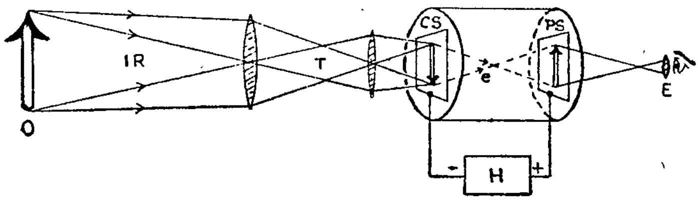
'மின்காந்தக் கதிர்வீச்சு' என்ற தலைப்பின்கீழ் புறச் சிவப்புக் கதிர்களை உருவாக்கல், அவைகளின் பண்புகள் மற்றும் நெடுக்கம் ஆகியவற்றைப் பற்றிப் படித்திருப்பீர்கள். அவற்றைக் கண்டறியப் பயன்படும் பல முறைகளுள் நிழற்பட முறையும் ஒன்றாகும். புறச் சிவப்புக் கதிர்கள் மிகமிகக் குறைந்த அளவுக்குச் சிதறடிக்கப்படுவதால் அவை மூடுபனி மற்றும் பனிமூட்டம் **(haze)** ஆகியவற்றின் வழியே நீண்ட தொலைவுகளுக்கு ஊடுருவ முடிகிறது. எனவே, அவை நீண்டதூர நிழற்படவியலுக்குச் சிறந்து விளங்குகின்றன.

தக்க புறச்சிவப்பு வடிப்பான் ஒன்று பொருத்தப்பட்ட சாதாரண நிழற்படப் பெட்டி ஒன்றைப் பயன்படுத்திப் புறச்சிவப்புக்கதிர்

நிழற்படங்களைப் பெறலாம். ஆனல், நிழற்படத் தகடுகளோ புறச்சிவப்புப் பகுதியில் உணர்வுநுட்பம் வாய்ந்த சிறப்புத்தகடுகளாகும். இத்தகைய நிழற்படத்தகடுகள் **இல்ஃபோர்டு** கம்பெனியில் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. புவிப்பரப்புக்கும், மேலே பறந்து செல்லும் விமானத்திற்குமிடையே செறிவுமிக்க பனிமூட்டம் ஒன்று இருப்பதால் அவ்விமானத்தைப் படமெடுக்க, புறச்சிவப்பு நிழற்பட முறை பயன்படுகிறது. அவ்வாறே, அவ்விமானத்திலிருந்து நிலப்பரப்பையும் படமெடுக்கலாம். புறச்சிவப்புக் கதிர்களைக் கொண்டு எடுக்கப்பட்ட படங்கள் மிகுதியான நுணுக்கங்களை வெளிப்படுத்துகின்றன.

7. 2. 7 புறச்சிவப்புக்கதிர்த் தொலைநோக்கி

புறச்சிவப்புக் கதிர்த் தொலைநோக்கி (I R தொலைநோக்கி) என்னும் கருவியின் உதவியால் தொலைவிலுள்ள பொருள்களையும் காட்சிப் படிவமாகக் காணலாம். அத்தகைய கருவிகள் சிறந்த போர்ப்பயன்களைக் கொண்டுள்ளன. புறச்சிவப்புக் கதிர்களின் இரு பண்புகள் இத்தகைய கருவிகளைச் சாத்தியமாக்குகின்றன. அவை யாவன : (i) புறச்சிவப்புக் கதிர்கள் கட்புலனாகாதவை. (ii) மனிதர்கள் உள்ளிட்ட எல்லா இலக்குகளும் புறச் சிவப்புக் கதிர்களை, வெளிவிடுகின்றன. எனவே, இலக்கு ஒன்றை, அதனை நோக்குபவர் நோக்கப்படாமலேயே புறச்சிவப்புக் கதிர்களால் ஒளியூட்டலாம்.



படம் 7. 3

IR தொலைநோக்கி: O-பொருள் (இலக்கு), IR-புறச்சிவப்புக்கதிர்கள் T-தொலைநோக்கி, CS-சீசியம் ஆக்ஸைடு-வெள்ளிபரப்பு, PS-ஒளிர்திரை, E-கண்ணருகு கருவி, e-எலெக்ட்ரான்கள், H-உயர் மின்னழுத்தக் கருவி

IR தொலைநோக்கியானது புறச்சிவப்பு ஒளிமூலம் ஒன்றின் உதவியால் இலக்கினை ஒளியூட்டுகிறது. இலக்கினல் பிரதிபலிக்கப் பட்ட புறச்சிவப்புக் கதிர்கள் ஒளியியல் அமைப்பு ஒன்றினல் ஏற்கப் பட்டுப் பிம்பமாற்றுக் குழாய் (Image converter tube) ஒன்றின்

முன்புறப் பரப்பில் குவிக்கப்படுகின்றன. அப்பரப்பானது மிகுந்த எதிர் மின்னழுத்தம் ஒன்றுடன் இணைக்கப்பட்ட சீசியம் ஆக்ஸைடு-வெள்ளிப் பரப்பாகும். இந்த மின்னழுத்தமானது அப்பரப்பிலிருந்து தோன்றும் எலெக்ட்ரான்களைக் குழாயின் பின்புறப்பரப்பை நோக்கி விரட்டி, அங்கு குவிக்கிறது. பின்புறப்பரப்பானது அதே அளவு நேர் மின்னழுத்தம் நிறுவப்பட்டதொரு ஒளிர் திரையாகும். அவ்வாறு குவிக்கப்பட்ட எலெக்ட்ரான்கள் திரையில், இலக்கின் பச்சை நிறப் பிம்பம் ஒன்றை உருவாக்குகின்றன. இப்பிம்பமானது தக்கதொரு கண்ணருகுக் கருவி ஒன்றின் மூலம் பெரிதாக்கப்பட்டு நோக்கப்படுகிறது (படம் 7-3). இத்தகைய தொலைநோக்கி பொருத்தப்பட்ட துப்பாக்கி ஸ்னிப்பர்ஸ்கோப் (Sniperscope) என அழைக்கப்படுகிறது ; அது இரவுநேர வேட்டைக்குப் பயன் படுகிறது. ஊர்திகளின் முகப்பு விளக்குகளில் புறச்சிவப்பு வடிப்பான்கள் பொருத்தப்படுமாயின் ஊர்தி ஓட்டுநர்கள் IR தொலை நோக்கியினையொத்த இருகண் நோக்கிகளின் உதவியால் இரவு நேரங்களில் ஊர்திகளை எளிதிலும் பத்திரமாகவும் ஓட்டிச் செல்ல ஏதுவாகும்.

மேற்கூறப்பட்ட அமைப்பை நிழற்படத் தகடுத் தயாரிப்புத் தொழிலில் நிழற்படப் பூச்சுத் தயாரிக்கப்படும் நிலையில் பயன் படுத்தலாம். அத்தகைய தொலைநோக்கியை ஐயப்பாட்டுக்குரியவர்களின் நடவடிக்கைகளைக் கண்காணிக்க காவல்துறையினர் பயன்படுத்தலாம்.

பயிற்சி 7. 2

1. ஒலிவழித் தொலைவறிதலை விளக்குக.
2. ரேடார் என்றால் என்ன ?
3. ரேடாரின் தத்துவத்தை விளக்குக.
4. ரேடாரின் பயன்கள் யாவை ?
5. சோனார் என்றால் என்ன ? அதன் பயன்கள் யாவை ?
6. புறச்சிவப்புக் கதிர் தொலைநோக்கியைப் படத்துடன் விளக்குக ?

7. 3. திரைப்பட வியல்

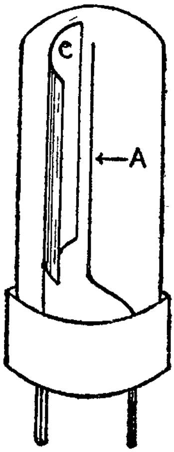
7. 3. 1 ஒளிமின்கலங்கள்

எலெக்ட்ரான்களைப் பெறும் முறைகளுள் ஒன்று ஒளி மின் வெளியீடு என்று அணுஇயற்பியல் என்ற தலைப்பில் கூறப்பட்டது. ஒளி மின் எலெக்ட்ரான்களை வெளிவிடும் கருவிகள் **ஒளிமின்கலங்**

கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. ஒளிமின்கலங்கள் மூவகைப்படும். அவையாவன : (i) ஒளி மின்னோட்டக் கலங்கள் (ii)ஒளி மின்னழுத்தக் கலங்கள் (photo voltaic cells) மற்றும் (iii) ஒளி மின்கடத்திக் கலங்கள் (photo conductive cells). அவை யாவும் ஒளியூட்டப் பெறும்போது எலெக்ட்ரான்களைத் தோற்றுவிக்கும் அதே தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டிருப்பினும் அமைப்பு முறையில் சற்றே வேறுபடுகின்றன. முதல்வகைக் கலங்கள் **புற ஒளிமின்விளைவை (outer photo electric effect)** யும், மற்றுமிரு வகைக் கலங்களும் **அக ஒளிமின்விளைவை**யும் அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளன. புற ஒளிமின்விளைவில் வெளிவிடப்படும் எலெக்ட்ரான்கள் ஒளியூட்டப்பெறும் பொருளிலிருந்து வெளியேற்றப்படுகின்றன. அக ஒளிமின்விளைவிலோ வெளிவிடப்படும் எலெக்ட்ரான்கள் பொருளினுள்ளேயே தங்கி மின்னோட்டக் கடத்துகைக்குக் காரணமான கட்டுறு எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கையை அதிகமாக்குகின்றன.

7. 3. 2 ஒளி மின்னோட்டக் கலம்

இது வெளியீட்டுக்கலம் அல்லது கார உலோகக்கலம் (Alkali metal cell) எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. இதில் C என்ற



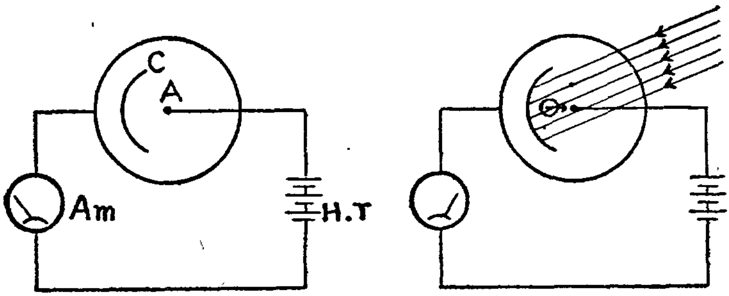
படம் 7. 4

ஒளிமின்னோட்டக் கலம் : A-ஆனோடு, C-கேதோடு

உருளை வடிவப் பரப்பொன்று கண்ணாடி அல்லது குவார்ட்ஸ் குழாயினுள் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. உருளை வடிவப் பரப்பின் குழிந்த பரப்பில், பொட்டாசியம், ருபிடியம் அல்லது சீசியம் போன்ற

தொரு கார உலோகப் பூச்சு கொடுக்கப் பட்டுள்ளது. இப்பரப்பு கேதோடாகச் செயற்படுகிறது. உருளை வடிவப் பரப்பின் அச்சின் வழியே அமைக்கப்பட்ட A என்ற மெல்லிய கம்பி ஆனோடாகச் செயற்படுகிறது (படம் 7.4). குழாயானது மிகச்சிறந்த வெற்றிடமாக்கப்பட்டோ, அல்லது மிகக் குறைந்த அழுத்தத்தில் ஹீலியம், ஆர்கான் அல்லது நியான் போன்றதொரு நிலைம வாயுவால் நிரப்பப்பட்டோ அமைகிறது.

படம் 7-5ல் காட்டியுள்ளவாறு மின்னோட்டத்தை அளவிடுவதற்குரிய கால்வனு மீட்டர் ஒன்றின் வழியே உயர் மின்னழுத்தக் கருவி ஒன்று கலத்துடன் இணைக்கப்படுவதாகக் கொள்வோம். கலம் ஒளியூட்டப்பெறாதபோது கால்வனுமீட்டர் மின்னோட்டம்



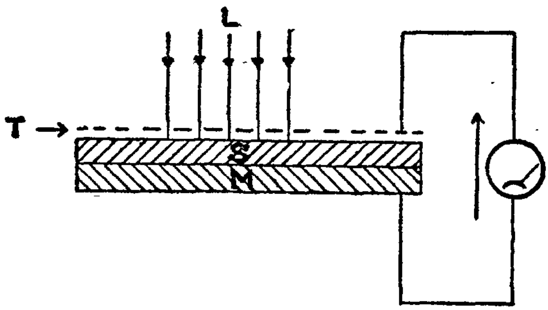
படம் 7.5

ஒளிபடும்போது மின்னோட்டம் நிகழ்தல்
A-ஆனோடு, C-கேதோடு, Am-அம்மீட்டர்,
H.T.-உயர்மின்னழுத்தக் கருவி

எதையும் காட்டுவதில்லை (படம் 7.5a). ஆயினும், குழிந்த பரப்பானது ஒளிக்கற்றை ஒன்றினால் ஒளியூட்டப்பெறுமாயின் சுற்றின் வழியே மின்னோட்டம் ஒன்று பாய்வதைக் காணலாம் (படம்7.5b). இவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட ஒளி மின்னோட்டமானது (மைக்ரோ ஆம்பியர் அளவில் அமைந்து) மிகவும் வலுவிழந்து காணப்படுமாகையால், பொதுவாகத் தக்க மின்சுற்றுக்களால் பெருக்கப்படும். அவ்வாறு பெருக்கப்பட்ட மின்னோட்டமானது திரைப்பட ஒலி மீட்டலில் உள்ளது போன்று ஒலிப்பான் ஒன்றை இயக்கவோ, தானியங்கு தெருவிளக்கு மற்றும் தானியங்கு கதவடைப்பான்களில் உள்ளது போன்று அஞ்சல் அமைவு (relay) ஒன்றை இயக்குவிக்கவோ, அல்லது தானியங்கு எண்ணிகளில் உள்ள எண்ணி அமைப்பை இயக்குவிக்கவோ பயன்படுத்தப்படுகிறது.

7. 3. 3 ஒளிமின்னழுத்தக் கலம்

ஒளிமின்னழுத்தக் கலம் ஒன்றின் அமைப்பைப் படம் 7.6-ல் காணலாம். இதில் உலோகத்தகடு ஒன்றின் மீது குப்ரஸ் ஆக்ஸைடு (cuprous oxide) அல்லது செலினியம் போன்றதொரு ஒளியுணர், குறைகடத்திப் பொருளாலான மெல்லேடு ஒன்று உள்ளது. இந்த மெல்லேட்டின் மீது ஒளி ஊடுருவக்கூடிய உலோக மென்படலம் ஒன்றுள்ளது. இந்த மென்படலமானது குறை கடத்திக்கும் உலோகப் படலத்திற்குமிடையே மின்னியல் தொடர்பை அளிக்கிறது; மேலும், அதன் வழியே ஒளியைக் கடத்திக் குறை கடத்தி ஏட்டினை ஒளியூட்டவும் செய்கிறது.



படம் 7. 6
ஒளிமின்னழுத்தக் கலம்

குறைகடத்தி ஏடு ஒளியூட்டப் பெறும்போது அதன் இரு புறமும் அமைந்த உலோக ஏடுகளிடையே மின் இயக்குவிசை ஒன்று உருவாகிறது. எனவே இம்மின்கலம் இயங்குவதற்குப் புற மின்னழுத்தம் எதுவும் தேவையில்லை என்பதையும் அது தானே ஒரு மின் இயக்குவிசையை விளைவிக்கிறது என்பதையும் காணலாம். இவ்வகையில் இம்மின்கலங்கள் மெய்யான மின்கலங்களாகும். இத்தகைய ஒளி மின்னழுத்தக்கலங்கள் நிழற்பட ஒளியூட்ட மானிகளிலும் (photographic exposure meter), ஒளிவிளக்கமானிகளிலும் (illumination meters), மற்றும் ஒளி விளக்கத்தை அளவிடப் பயன்படும் பிற கருவிகளிலும் பயன்படுகின்றன. இவ்வகை ஒளிமின்கலங்களின் மிகச்சிறந்த பயன், விண்வெளிக் கலங்களில் மின்னூற்றலை அளிக்கவல்ல சூரியக்கலங்களாகச் (solar cells) செயற்படுவதாகும். விண்வெளிக்கலங்களின் புறப்பரப்பில் இவ்வகை மின்கலங்கள் ஆயிரக்கணக்கில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இவை கதிரவ ஒளியால் ஒளியூட்டப் பெறும்போது விண்வெளிக் கலத்தினுள் அமைந்த பல்வேறு கருவிகளை இயக்குவதற்குத் தேவை

யான மின்திறனே உருவாக்குகின்றன. இந்தியத் துணைக்கோளான **ஆர்யபட்டா**வில் பொருத்தப்பட்ட அத்தகைய 1800 மின்கலங்கள் சுமார் 46 வாட் மின்திறனே உருவாக்க வல்லவையாய் அமைந்திருந்தன.

7. 3. 4 ஒளி மின்கடத்திக் கலம்

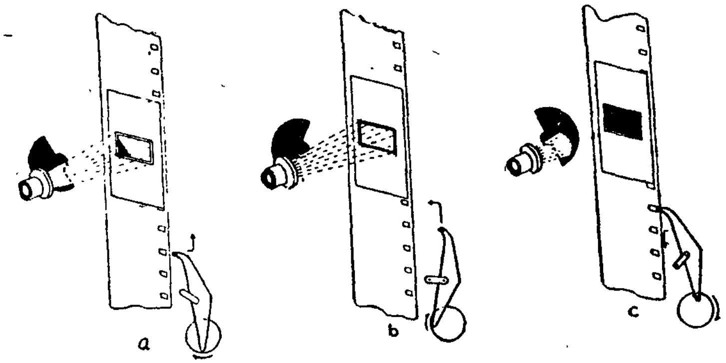
ஒளிமின்கடத்திக் கலம் என்பது காட்மியம் சல்ஃபைடு, காட்மியம் செலினேடு போன்ற பொருள்களில் காணப்படும் ஒளி மின்கடத்து விளைவை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது. அத்தகைய பொருள்கள் கதிரவ ஒளிக்குட்படும்போது அவற்றின் மின்கடத்துகையானது சுமார் 10^9 மடங்கு அதிகமாகிறது. இத்தகைய மின்கலங்கள் கதிர்வீச்சுக் கண்டுணர் கருவிகளாகவும் அஞ்சலமைவுகளை (relays) இயக்குவிக்கும் ஒளியுணர் சாவியமைப்புகளாகவும் (switches) பயன்படுகின்றன ; புறச்சிவப்புக் கதிர்களைக் கண்டுணர்வதற்கும், நிலை மின்னியல் நிழற்பட முறை க்ஸெரோக்ராஃபியிலும் (Xerography) டெலிவிஷன் படக்குழாய்களிலும் பயன்படுகின்றன. நிலை மின்னியல் நிழற்பட முறையானது நிழற்பட அச்சுப்படி எடுப்பதற்கான ஓர் உலர் முறையாகும்.

7. 3. 5 திரைப்படப் பதிவு (ஒளி)

திரைப்படத்திற்கான ஒளிப்பதிவானது திரைப்படவியல் நிழற்படப் பெட்டி ஒன்றின் உதவியால் செய்யப்படுகிறது. இக்கருவியானது சாதாரணமாகப் பயன்படுத்தப்படும் நிழற்படப் பெட்டியின் தத்துவத்தையே அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது.எனினும் அது பதிவு செய்யப்பட வேண்டிய காட்சியை அடுத்தடுத்து அமைந்த நிலைப்படங்களாக விரைந்து பதிவு செய்கிறது. இதற்குப் பயன்படும் படச்சுருள் சாதாரணப் படச்சுருளைப் போன்றதேயாகும்; அதே முறையிலேயே இப்படச்சுருளும் உருத்துலக்கப்படுகிறது.

இந்த நிழற்படப் பெட்டியானது சீரான வேகத்தில் இயங்கும் படச்சுருள் ஒன்றில் செகண்டுக்கு 24 படங்களைப் பதிவு செய்கிறது; அதாவது 24 அலகுகளை (frames)க் காட்சிப்படுத்துகிறது. படச்சுருளானது ஒரு சிறு மின்மோட்டாரின் உதவியாலோ அல்லது கடிகார அமைப்பு ஒன்றினுலோ சீரான வேகத்தில் இயக்கப்படுகிறது. சுழல்திரை (rotating shutter) ஒன்று சமகால இடைவெளிகளில் படச்சுருளைக் காட்சிப்படுத்துகிறது. படச்சுருளானது ஒவ்வொரு முறை காட்சிப்படுத்தப்படும்போதும் காட்சி வாயில் (aperture gate) முன் நிலையாக அமைய வேண்டுமாதலால் காட்சிவாயில் மூடப்படும் நேரங்களில் அது வெட்டியக்கம் (jerks)

பெற வேண்டும். இதனைக் கொக்கியமைவு ஒன்று செய்கிறது. இந்த அமைவானது காட்சிவாயில் மூடப்படும் நேரங்களில் முன்னர் காட்சிப்படுத்தப்பட்ட அலகினைத் தொடர்ந்து அடுத்து காட்சிப் படுத்தப்படவிருக்கும் அலகு காட்சிவாயில் முன் வரும் வகையில் படச்சுருளை அதே நீளத்திற்கு இழுக்கிறது. கொக்கியமைவின் இயக்கமும் சுழல்திரையின் இயக்கமும் மிகவும் நுட்பமாக ஒருங்கு நிகழ (synchronisation) வேண்டும் (படம் 7.7).



படம் 7.7

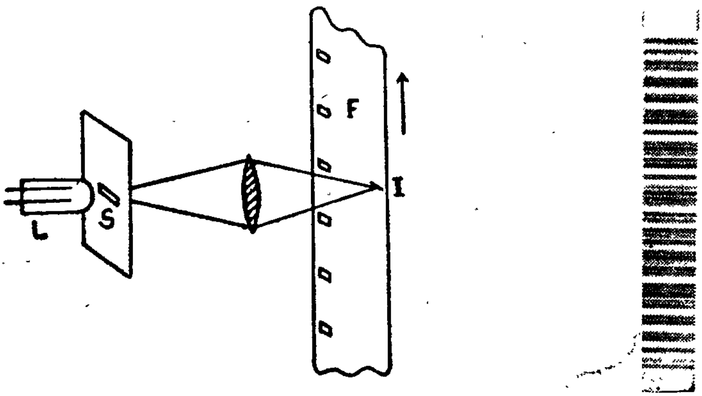
சுழல் திரையும், கொக்கியமைவும் இயங்குதல்

திரைப்பட வீழ்த்தியில் படச்சுருளின் வேகத்தைவிட அதிக வேகத்தில் படமெடுப்பதன் மூலம் காட்சியின்போது மெதுவியக்க (slow-motion) விளைவுகளை விளைவிக்கலாம். மாறாக, நிழற்படப் பெட்டியில் படச்சுருளின் வேகம் குறைக்கப்படுமாயின் காட்சியின் போது பாத்திரங்கள் வேகமாக இயங்குவது போல் தோன்றும்.

7. 3. 6 திரைப்படப் பதிவு (ஒலி)

'பேசும்' திரைப்படம் ஒன்றினை உருவாக்குவதற்கான முயற்சிகள் 1925-ஆம் ஆண்டளவிலேயே மேற்கொள்ளப்பட்டன. 1925ல் தாமஸ் ஆல்வா எடிசன் திரைப்படத்திற்கான வசனங்களைக் கிராமஃபோன் தட்டு ஒன்றில் பதிவு செய்து காட்சியின்போது அதனைப் படத்துடன் ஒன்றிப்பு பெறச் செய்தார். அதனையடுத்த மூன்றாண்டுகளில் திரைப்படச் சுருளிலேயே ஒலிப்பதிவு செய்ய முடிந்தது. எனவே, காட்சிக்கும் வசனத்திற்கும் சிறந்த ஒன்றிப்பு பெறப்பட்டது.

திரைப்படத்தில் வசனங்களைப் பதிவு செய்வதற்கு ஒலிஅலைகளை ஒளிச்செறிவு மாற்றங்களாக மாற்றிப் பின்னர் அம்மாற்றங்களுக்கு படச்சுருளைக் காட்சிப்படுத்த வேண்டும். இதற்கு, முதற்கட்டமாக ஒலிஅலைகள், மைக்ரோஃபோன் ஒன்றின் துணையுடன் மின்னோட்ட மாற்றங்களாக மாற்றப்படுகின்றன. அடுத்து அந்த மாறு மின்னோட்டமானது தக்க மின்சுற்றுக்களால் பெருக்கப்பட்டு கால்வனு மீட்டர் ஒன்றின் வழியாகவோ, சிறப்புவகை மின்விளக்கு ஒன்றின் வழியாகவோ செலுத்தப்படுகிறது. இந்த விளக்கும் கால்வனு மீட்டரும் சீராக இயங்கிக் கொண்டிருக்கும் படச்சுருளை அடையும் ஒளிக்கற்றை ஒன்றின் அளவை மைக்ரோஃபோன் முன் உருவாக்கப்படும் ஒலி அலைவுகளுக்கேற்ப மாற்றி அமைக்கின்றன.

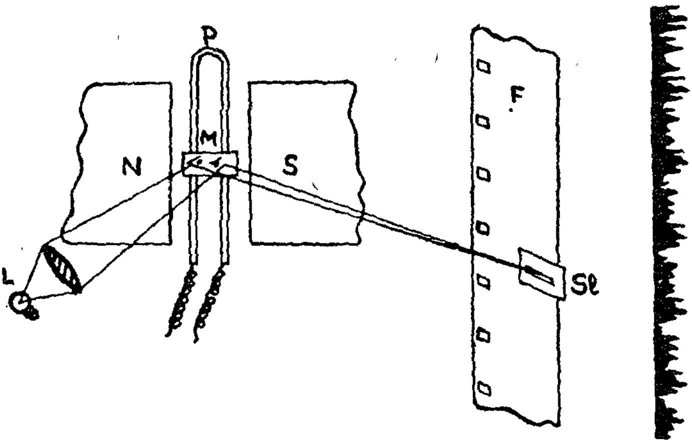


படம் 7.8 (a & b)

மாறு செறிவு ஒலிப்பதிவு

விளக்கானது படச்சுருளை அடையும் ஒளிக்கற்றையின் செறிவை மாற்றுகிறது. எனவே, இம்முறையில் ஒலி அலைவுகள் படச்சுருளில் வெவ்வேறு அளவுக்குக் கருமை கொண்ட சிறு பட்டைகளாகப் பதிவு செய்யப்படுகின்றன. (படம் 7.8b). இத்தகைய ஒலிப்பதிவு **மாறு செறிவு பதிவு** (variable density recording) எனப்படுகிறது. கால்வனு மீட்டரோ, படச்சுருளில் காட்சிப்படுத்தப்படும் பரப்பளவு மாறும் வகையில் அதாவது காட்சிப்படுத்தப்படும் பகுதியின் அகலம் மாறும் வகையில் ஒளிக்கற்றையின் அளவை மாற்றுகிறது. எனவே இம்முறையில் செய்யப்பட்ட ஒலிப்பதிவுகள் அலை போன்ற வடிவைப் பெறுகின்றன. (படம் 7.9 b) இத்தகைய ஒலிப்பதிவு **மாறு அகலப் பதிவு** (variable width recording) என அழைக்கப்படுகிறது.

மாறு செறிவுப் பதிவில் 6.5 மி.மீ. நீளமும் 0.05 மி.மீ. அகலமும் கொண்ட மெல்லிய பிளவு ஒன்று சிறப்புவகை மின்விளக்கு ஒன்றினுல் ஒளியூட்டப் பெறுகிறது. இந்த விளக்கின் செறிவை ஒருசில மைக்ரோ வினடிகள் போன்ற மிகச்சிறு கால அளவிலும்கூட மாற்ற முடியும் ; எனவே, அதன் செறிவை ஒலி அலைவுகளுக்கேற்ப மாற்ற முடியும். பிளவின் சிறிய பிம்பம் (35 மி.மீ. படச்சுருளில் 2.5 மி.மீ. நீளமும் 0.025 மி.மீ. அகலமும்கொண்டது) ஒன்று படச்சுருளின் ஒரு விளிம்புக்கருகில் உருவாக்கப்படுகிறது. சுருளானது பிம்பத்தின் நீளத்திற்கு நேர்குத்தாக, சீரான வேகத்தில் இயக்கப் படுகிறது (படம் 7.8a). விளக்கின் செறிவு மாறிக்கொண்டே இருப்பதால் படச்சுருளின் விளிம்பில்(0.025 மி.மீ.அகலம்கொண்ட பட்டைகளின் வடிவில் அமைந்த) பல்வேறு பகுதிகள் வெவ்வேறு அளவுக்கு ஒளியூட்டப்பெறும். எனவே உருத்துலக்கப்பட்ட படச்சுருளில் ஒலிப்பதிவுகள் அதே நீள அகலங்களைக் கொண்ட, ஆனுல் வெவ்வேறு அளவுக்கருமையுடன் கூடிய, அடுத்தடுத்து அமைந்த சிறுபட்டைகளாகத் தோற்றமளிக்கும்.



படம் 7.9 (a & b)
மாறு அகல ஒலிப்பதிவு

மாறு அகலப் பதிவில் மைக்ரோஃபோனிலிருந்து பெறப்பட்ட மாறு மின்னேட்டமானது பெருக்கப்பட்ட பின்னர் கால்வனு மீட்டர் ஒன்றின் நுட்பமான பாஸ்பர் ப்ரான்ஸ் (phosphor bronze) கண்ணி (loop) ஒன்றின் வழியே செலுத்தப்படுகிறது. கண்ணியானது வலிமைமிக்க காந்தமொன்றின் முனைகளுக்கிடையில் வைக்கப்பட்டிருப்பதால் ஒலிஅலைவுகளுக்கேற்ப விலகலடை

கிறது. கண்ணியுடன் பொருத்தப்பட்ட சிறு ஆடித்துண்டு ஒன்றை நோக்கி மாருச்செறிவுடைய மின்விளக்கு ஒன்றிலிருந்து ஒளிக் கற்றை ஒன்று குவிக்கப்படுகிறது. இவ்வாறு குவிக்கப்பட்ட கற்றை யானது ஆடித்துண்டினுல், படச்சுருளின் முன் வைக்கப்பட்ட மெல்லிய பிளவின் மீது, பிரதிபலிக்கப்படுகிறது. படச்சுருளானது பிளவின் நீளத்திற்கு நேர்க்குத்துத் திசையில் சீரான வேகத்துடன் இயக்கப்படுகிறது (படம் 7.9a). ஆடியுடன் சேர்ந்து கண்ணி யானது விலகலடையும்போது பிளவானது அதன் நீளத்தில் வெவ் வேறு அளவுக்கு ஒளியூட்டப் பெறுகிறது. எனவே, உருத்துலக்கப் பட்ட படச்சுருளில் ஒலிஅலைவுகள், இரம்பப் பல் விளிம்பு போன்ற அமைப்பைக் கொண்டதொரு கரும்பட்டையாகத் தோற்றமளிக் கின்றன.

7. 3. 7 திரைப்பட மீட்பு (ஒளி)

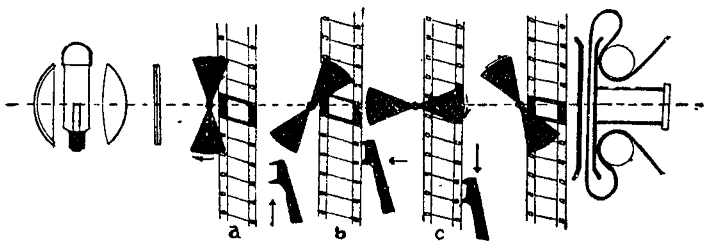
திரைப்படத்தின் ஒளி, ஒலிப்பதிவுகள் திரைப்பட வீழ்த்தி ஒன்றின் உதவியால் மீட்டுருவாக்கப்படுகின்றன (reproduced).

படமீட்பானது **பார்வை நீடிப்பு** (persistance of vision) என்னும் பண்பை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது. கண்ணானது ஒரு காட்சியைக் காணுமாயின் அக்காட்சி மறைந்த பின்னரும் ஒரு சில கணங்களுக்கு அக்காட்சி தொடருகிறது. இப்பண்பு பார்வை நீடிப்பு என அழைக்கப்படுகிறது. அச்சில கணங்களுக்குள் கண்முன் மற்ருெரு காட்சி தோற்றுவிக்கப்படுமாயின் அவ்விரு காட்சிகளை யும் தொடர்ச்சியாகக் காண்பது போன்ற உணர்வு ஏற்படும்.

திரைப்படக் காட்சியின்போது திரைப்பட வீழ்த்தியானது திரையொன்றின் மீது படச்சுருளிலுள்ள நிலைப்படங்களின் பெரி தாக்கப்பட்ட பிம்பங்களை வினடிக்கு 24 படங்கள் வீதம் அதாவது படங்கள் பதிவு செய்யப்பட்ட அதே வேகத்தில் வீழ்த்துகிறது. எனவே, பார்வை நீடிப்பின் காரணமாகக் காட்சிகளைத்தொடர்ச்சி யாகக் காணும் உணர்வு ஏற்படுகிறது. படச்சுருளானது பதிவு செய்யப்படும் அதே முறையில் சீரானவேகத்துடன் இயக்கப்படு கிறது.

வீழ்த்தியில் திறன்மிக்க மின்விளக்கு அல்லது வில்விளக்கு ஒன்றிலிருந்து ஒளியானது படச்சுருளில் படத்தின் அளவேகொண்ட திறப்பு ஒன்றில் செறிவிக்கப்படுகிறது (condensed); அத்திறப்பு **படவாயில் (film gate)** என அழைக்கப்படுகிறது. எனவே பட மானது படவாயிலின் முன்வரும்போது சீராக ஒளியூட்டப் படு கிறது. படச்சுருளானது படவாயிலின் முன் தொடர்ந்து இயக்கப்படு மாயின் திரையில் தெளிவற்றதொரு பிம்பமே தோன்றும். எனவே, படவாயிலின் முன் ஒவ்வொரு படமாக அடுத்தடுத்து அமையுமாறு

செய்யப்படுகிறது. அதாவது, படவாயிலின் முன் ஒவ்வொரு படமும் ஒருசில கணங்களுக்கு நிறுத்தப்பட்டுப் பின்னர் திடீரென்று இழுக்கப்படுகிறது. இது, நிழற்படப் பெட்டியில் செய்யப்படுவது போன்று கொக்கி அமைப்பு ஒன்றின் உதவியால் செய்யப்படுகிறது. மேலும், இவ்வாறு படச்சுருள் இழுக்கப்படும்போது, சுழல்திரை ஒன்று, படம் ஒளியூட்டப் பெறுவதைத் தடை செய்கிறது (படம் 7.10). கொக்கி அமைப்பு மற்றும் திரை ஆகியவற்றின் இயக்கங்களை நுட்பமாக ஒருங்கு நிகழுமாறு செய்வதன் மூலம் திரையில் படங்களின் தெளிவற்ற தோற்றத்தையும் அதிர்வையும் தவிர்க்க முடிகிறது.



படம் 7. 10

திரைப்பட மீட்பு (ஒளி) படம் நகர்தல், திரை மற்றும் கொக்கியமைவின் இயக்கம்

(a) படம் ஒளியூட்டப்படுகிறது (b) கொக்கி படத்தைக் கவ்வுகையில் ஒளி திரையால் மறைக்கப்படுதல் (c) கொக்கி படத்தை நகர்த்துகிறது. படவாயில் முற்றிலும் மறைக்கப்பட்டுள்ளது.

7. 3. 8 திரைப்பட மீட்பு (ஒலி)

திரைப்பட ஒலிப்பதிவிலிருந்து ஒலியைப் பெறுவதற்கு படச்சுருளானது விட்டுவிட்டு இல்லாமல் தொடர்ச்சியாக இயக்கப்பட வேண்டும். மேலும், ஒரு காட்சிக்குரிய ஒலிப்பதிவானது அக்காட்சி அடங்கிய அதே அலகிலேயே (frame) இருக்குமாயின் ஒளி, ஒலி ஆகியவற்றின் திசைவேகங்களுக்கிடையேயுள்ள வேறுபாட்டின் காரணமாக ஒலியானது பார்வையாளர்களை ஒளியைவிடத் தாமதமாகவே வந்தடையும். ஆகவே, வசனமும் பாத்திரங்களின் உதட்டசைவுகளும் ஒன்றியிரா. எனவே, ஒரு காட்சிக்குரிய ஒலிப்பதிவானது அக்காட்சிக்குரிய அலகிலிருந்து (35 மி.மீ. படத்தில்) சுமார் 37 செ.மீ. முன்தள்ளியிருக்கும். ஒளி, ஒலிப்பதிவுகளைத் தனித்தனியே செய்து பின்னர் அவற்றைத் தக்கவாறு ஒருங்கிணைப்பதன் மூலம் இதனைச் செய்ய முடியும்.

இனி ஒலியைப் பெறும் முறையைக் காண்போம். சிறப்புவகை மின்விளக்கு ஒன்றிலிருந்து கிடைக்கப்பெறும் ஒளிக்கற்றையானது படச்சுருளில் ஒலிச்சுவட்டின் (sound track) அகலமேகொண்ட மெல்லிய பிளவு வழியாகச் செலுத்தப்பட்டு ஒலிச்சுவட்டின் மீது குவிக்கப்படுகிறது. ஒலிச்சுவட்டை ஊடுருவிச் சென்று அதன் மறு புறத்தினின்றும் விடுபடும் ஒளிக்கற்றையின் செறிவானது (மாறு செறிவுப் பதிவில்) ஒலிச்சுவட்டின் கருமைக்கேற்பவோ அல்லது (மாறு அகலப் பதிவில்) ஒலிச்சுவட்டின் ஒளி ஊடுருவு பகுதியின் பரப்பளவுக்கேற்பவோ மாறுபடும். இத்தகைய செறிவு மாறும் ஒளியானது ஒளி மின்கலம் ஒன்றின்மீது விழுமாறு செய்யப்படு கிறது. எனவே, ஒளி மின்கலமானது மாறு மின்னோட்டம் ஒன்றை விளைவிக்கிறது. இந்த மாறு மின்னோட்டமானது தக்க பெருக்கி களின் உதவியால் பெருக்கப்பட்டு ஒலிப்பான்களை இயக்குவிக்கிறது.

பயிற்சி 7.3

1. மூவகை ஒளிமின் கலங்கள் யாவை ? அவற்றின் பயன்கள் சிலவற்றைக் கூறுக.
2. ஒளிமின்னோட்டக் கலத்தைப் படத்துடன் விளக்குக.
3. ஒளிமின்னழுத்தக் கலத்தைப் படத்துடன் விளக்குக.
4. ஒளி மின் கடத்திக் கலத்தைப் படத்துடன் விளக்குக.
5. க்ஸெரோக்ராஃபி என்றால் என்ன ?
6. ஒலிப்பதிவின் இருவகைகள் யாவை ?
7. மாறுசெறிவுப் பதிவு எவ்வாறு செய்யப்படுகிறது ?
8. மாறு அகலப் பதிவு எவ்வாறு செய்யப்படுகிறது ?
9. திரைப்பட வீழ்த்தி எவ்வாறு ஒளியையும், ஒலியையும் மீட்டுத் தருகிறது ?

8. புதிய இயற்பியல்

8. 1. புவிக்காந்தப் புலம்

8. 1. 1 புவிக் காந்தப் புலம்

காந்தம் ஒன்று தங்குதடையின்றித் தொங்கவிடப்படுமாயின் அது, எப்பொழுதும் அதன் ஒருமுனை தெற்குநோக்குமாறும் மறுமுனை வடக்கு நோக்குமாறும் நிலை பெறும் என்பதை முன் வகுப்புகளில் படித்திருப்பீர்கள். காந்தத்தின் அப்பண்பினைப் புவியை ஒரு பெருங்காந்தமாகக் கருதுவதன் மூலம் விளக்கலாம். புவியானது அதன் காந்த வடதுருவம் புவியியல் தென்துருவத்திற்கருகிலும் காந்தத் தென்துருவம் புவியியல் வடதுருவத்திற்கு அருகிலும் அமைந்ததொரு பெருங்காந்தம் போல செயற்படுகிறது.

காந்தம் ஒன்றைச் சூழ்ந்துள்ள வெளியானது ஒரு காந்தப்புலம் என்பதை நீங்களறிவீர்கள். புவியானது ஒரு காந்தம் போல செயற்படுவதால் அதுவும் ஒரு காந்தப் புலத்தைப் பெற்றுள்ளது. ஓரிடத்தில் சில இராசிகளை (quantities) அளவிடுவதன் மூலம் அவ்விடத்தில் புவிக்காந்தப் புலத்தின் வலிமை மற்றும் திசைகளை மதிப்பிட முடியும். அவை பின்வருமாறு: (i) காந்த **ஒதுக்கம்** (declination) (ii) காந்தச் சரிவு அல்லது **சரிவு** (dip) மற்றும் (iii) புவிக்காந்தப்புலக் **கிடைத்தள வலிமை** (Horizontal intensity of Earth's field). இவை மூன்றும் **புவிக்காந்தப்புல மூலங்கள்** என அழைக்கப் பெறுகின்றன.

இனி, புவிக்காந்தப் புல மூலங்களைப் பற்றி பின்வரும் பகுதிகளில் சுருக்கமாகக் காண்போம்

புவியின் மீது ஓரிடத்தின் வழியாகவும், புவிக்காந்த வட, தென் துருவங்களின் வழியாகவும் செல்லுமாறு அமைந்த ஒரு செங்குத்துத் தளம் அவ்விடத்தில் **காந்தத் துருவத்தளம்** (magnetic meridian) எனப்பெறும். அவ்விடத்தில் மெல்லிய இழையினால் தொங்கவிடப்பட்ட காந்தம் ஒன்றின் அச்சினைக் கொண்ட செங்குத்துத் தளமும் அவ்விடத்தில் காந்தத் துருவத் தளமாகும். அவ்வாறே புவியின் மீது ஓரிடத்தின் வழியாகவும், புவியியல் வட, தென் துருவங்கள் வழியாகவும் செல்லுமாறு அமைந்த ஒரு செங்குத்துத் தளம் **புவியியல் துருவத்தளம்** (Geographic meridian) என்ப்படும்.

ஓரிடத்தில் காந்தத் துருவத்தளத்திற்கும் புவியியல் துருவத்தளத்திற்கும் இடைப்பட்ட கோணம் அவ்விடத்தில் காந்த ஒதுக்கம் எனப்படும்.

காந்த ஊசி ஒன்று செங்குத்துத் தளத்தில் தங்கு தடையின்றிச் சுழலுமாறு அமைக்கப்படுமாயின் அது, அதன் அச்சு கிடைத்தளத்திற்குச் சற்று சாய்ந்திருக்குமாறு நிலைபெறும்; அதாவது, அதன் முனைகளுள் ஒன்று கீழ்நோக்கியிருக்கும். **ஓரிடத்தில் காந்தம் ஒன்றின் அச்சு கிடைத்தளத்துடன் அமைக்கும் இக்கோணம் அவ்விடத்தில் சரிவு என அழைக்கப் பெறுகிறது.**

காந்தப் புலத்தின் ஒரு புள்ளியில் திசையானது அப்புள்ளியில் வைக்கப்படும் காந்த ஊசி ஒன்றின் வடதுருவத்தினுல் சுட்டப்படும் என்பதை நாமறிவோம். எனவே, ஓரிடத்தில் புவிக்காந்தப் புலத்தின் திசையானது கிடைத்தளத்திற்குச் சாய்ந்துள்ளது என அறியலாம்; அக்காந்தப் புலத்தைக் கிடைத்தள மற்றும் செங்குத்து ஆக்கக் கூறுகளாகப் பிரிக்கலாம். **ஓரிடத்தில் அத்தகைய கிடைத்தள ஆக்கக்கூறு அவ்விடத்தில் புவிக்காந்தப்புலத்தின் கிடைத்தள ஆக்கக் கூறு என அழைக்கப்படுகிறது.**

காந்த ஒதுக்கலையும் கிடைத்தள வலிமையையும் **கியூ** காந்தமானி (Kew magnetometer) என்ற கருவியின் மூலம் துல்லியமாக மதிப்பிடலாம். சரிவைச் சரிவு வட்டம் (dip circle) என்னும் கருவியால் துல்லியமாக மதிப்பிடலாம்.

8. 1. 2 புவிக்காந்தப்புல மூலங்களின் மாறுதல்கள்

ஓரிடத்தில் புவிக்காந்தப்புல மூலங்களின் மதிப்பு ஒரே அளவாய் இருப்பதில்லை. அவை பல மாறுதல்களுக்கு உள்ளாகின்றன. காந்த ஒதுக்கமானது அதன் சராசரி மதிப்பிலிருந்து நாள்தோறும் ஒருசில கலைகள் (minutes) மாறுவது காணப்பட்டுள்ளது. அவ்வாறே கிடைத்தள வலிமையும் ஒரு சிறு அளவு அதாவது அதன் சராசரி மதிப்பில் 10000-ல் சில பகுதிகள் அளவு மாறுபடுகிறது. இவை தினசரி மாற்றங்களாகும். இந்தத் தினசரி மாற்றங்கள் ஒரே அளவுக்கு ஏற்படுவதில்லை. புவிக்காந்தப்புல மூலங்கள் ஆண்டுதோறும் (annual) மாறுதல்களையும் பெறுகின்றன.

இம்மாற்றங்களையன்றி உலக முழுவதற்குமான திடீர் மாற்றங்களும் பதிவு செய்யப்பட்டுள்ளன. இத்திடீர் மாறுதல்கள் பதினொரு ஆண்டு காலவட்டம் ஒன்றைக் கொண்டுள்ளன; அவை **காந்தப் புயல்கள்** என அழைக்கப் பெறுகின்றன. காந்தப்புயல்களும் கதிரவப் புள்ளி நிகழ்ச்சிகளும் ஒருங்கு நிகழ்கின்றன.

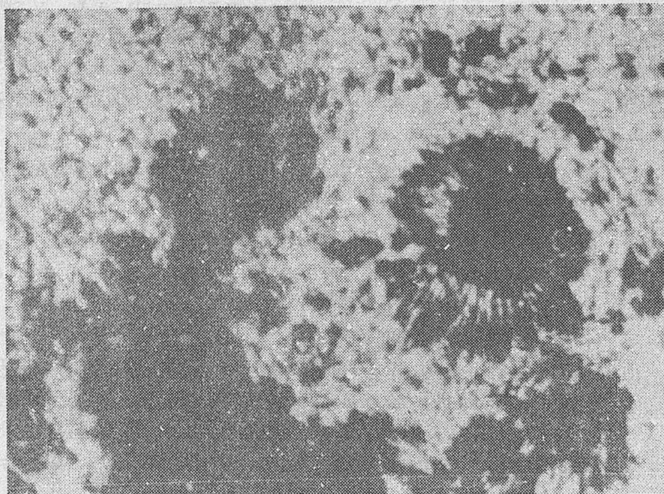
பயிற்சி 8. 1

1. புவிக்காந்தப் புல மூலங்கள் யாவை ?
2. பதினொரு ஆண்டுக்கால வட்டம் என்றால் என்ன ?

8. 2. கதிரவப் புள்ளிகளும், கதிரவக் கிளரொளியும்

8. 2. 1 கதிரவப் புள்ளி நிகழ்ச்சிகள்

அட்டைத் துண்டு ஒன்றில் உள்ள சிறு துளை ஒன்றின் வழியே கதிரவனை நோக்குவோமாயின் பெரும்பாலான நேரங்களில் அதன் பரப்பில் சில இருட்பகுதிகளைக் காண முடியும். (படம் 8.1) அவை



படம் 8.1
கதிரவப் புள்ளிகள்

கதிரவப் புள்ளிகள் என அழைக்கப்பெறுகின்றன; அவை 1611-ல் **கலிலியோ** கலிலி (Galileo Galilei) என்பவரால் முதன்முதலில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. இக்கதிரவப் புள்ளிகள் கதிரவனின் விந்தைமிகு பண்புகளுள் ஒன்றாகும். கதிரவப் புள்ளிகள் அமைந்த பகுதிகள் அவற்றைச் சுற்றியமைந்த பகுதிகளை விடக்குளிர்ந்த நிலையிலிருப்பதாலேயே அவை இருண்டு காணப்படுகின்றன. புள்ளி

களின் மையத்தில் வெப்பநிலையானது பொதுவாக சுமார் 4600 K அளவில் இருப்பினும் அது 3700 K அளவுக்குக் குறைவாகவும் இருக்கலாம். கதிரவப் பரப்பின் வெப்பநிலை சுமார் 6000 K ஆகும். புள்ளிகளின் விட்டங்கள் சுமார் 150 கி.மீ. முதல் 100000 கி.மீ. வரை உள்ளன. புள்ளி ஒன்றின் ஆயுட் காலமானது அதன் அளவைப் பொறுத்து அமைகிறது. சிறிய புள்ளிகள் ஓரிரு நாட்கள் போன்ற குறைந்த ஆயுட்காலங்களையே கொண்டுள்ளன; பெரிய புள்ளிகளோ பல நாட்களுக்குக்கூட நிலைத்து நிற்கின்றன.

கதிரவப் புள்ளிகள் கதிரவப் பரப்பில் முறையின்றி உருவாவ தில்லை. அவை இதுவரை விளக்கப்படாத வியத்தகு ஒழுங்குமுறை களைப் பின்பற்றுகின்றன. அவற்றின் எண்ணிக்கையைக் கருதுவோ மாயின் அது ஒழுங்கான மாறுதல்களுக்கு உள்ளாகிறது. கதிரவப் புள்ளிகளின் எண்ணிக்கையானது சிறுமத்திலிருந்து (பல நாட்கள் அல்லது பல வாரங்களுக்கும் புள்ளிகள் ஏதும் காணப்படாமலிருக் கலாம்) சிறிது சிறிதாகப் பெருமத்தை அடைந்து மீண்டும் சிறுமத்தை யடைகிறது. இரு சிறுமங்களுக்கிடையேயுள்ள கால அளவானது சராசரியாகச் சுமார் 11 ஆண்டுகள் என அறியப்பட் டுள்ளது. இக்கால இடைவெளியானது **பதினோராண்டுக் கால வட்டம்** எனப் பொதுவாக அழைக்கப்படுகிறது.

கதிரவப் புள்ளிகளைப் பற்றிய ஆராய்ச்சிகள் பின்வரும் கருத்துக் களையும் புலப்படுத்துகின்றன :

(i) இப்புள்ளிகள் 0.4 டெஸ்லா அளவு அதிகமான காந்தப் பாய அடர்த்திகளைக் கொண்டுள்ளன. இக்காந்தப் பாய அடர்த்தியானது புள்ளியின் மையத்தில் கதிரவப் பரப் புக்கு நேர் குத்தாயுள்ளது.

ii) புள்ளிகளிலிருந்தும் அவற்றைச் சுற்றியமைந்த பகுதிகளி லிருந்தும் காந்த விசைக்கோடுகளின் வழியே பருப் பொரு ளானது வெளிநோக்கிப் பாய்கிறது. இவ்விளைவானது **எவர்ஷெட் (Evershed)** என்பவரால் நமது கொடைக் கானல் வானாராய்ச்சி நிலையத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட தென்பது மகிழ்ச்சிக்குரியதொன்றாகும்.

8.2.2 கதிரவக் கிளரொளி

கதிரவப் புள்ளி நிகழ்ச்சியுடன் நெருங்கிய தொடர்பு கொண்ட மற்றொரு நிகழ்ச்சி கதிரவக் கிளரொளியாகும். கதிரவப் புள்ளி களுக்கருகில் அமைந்த வட்டாரங்களில் கடும் வெடிப்புக்கள் அடிக் கடி தோன்றுகின்றன. இவ்வெடிப்புக்கள் கதிரவ ஒளிச் செறிவினைத் திடீரென அதிகமாக்குகின்றன. அவ்வாறு அதிகரிக்கப்பட்ட ஒளிச்செறிவானது பின்னர் ஓரிரு மணிகளில் சிறிது சிறிதாகக்

குறைகிறது. இத்தகைய நிகழ்ச்சியே **கதிரவக் கிளரொளி** என அழைக்கப் பெறுகிறது. இக்கிளரொளியைத் தொடர்ந்து மிக அதிக ஆற்றலைக் கொண்ட மின்னூட்டத் துகள்களின் வடிவில் பருப்பொருள் வெளியேற்றப்படுகிறது.

கதிரவக் கிளரொளியானது, எனவே கதிரவப்புள்ளி நிகழ்ச்சியானது புவியின் வளிமண்டலத்தில் சில மாறுதல்களை விளைவிக்கிறது. அம்மாறுதல்கள் தொலைபேசித் தொடர்புகளையும் கூடப் பாதிக்கின்றன. பெருமக் கதிரவப் புள்ளி நிகழ்ச்சியின்போது கதிரவனின் ஈர்ப்புப் புலத்தினின்றும் வெளியேறும் மிக்காற்றல் துகள்கள், கதிரவக் கிளரொளியை அடுத்த சில நிமிடங்களில் காணப்படும் மிகுதியான காஸ்மிக் கதிர் நிகழ்ச்சிகளுக்குக் காரணமாக அமையக்கூடும் என நம்பப்படுகிறது. துருவப்பகுதிகளில் வளிமண்டலத்தின் உயரப் பகுதிகளில் கண்கவர் ஒளிக்காட்சிகளையும் கதிரவப் புள்ளிகள் தோற்றுவிக்கின்றன. இந்த மிக்காற்றல் துகள்களும், கதிரவனின் ஒளி மண்டலத்திலிருந்து தோன்றும் மின்னூட்டத் துகள்களும் புவிக்காந்தப் புலத்தில் கட்டுமீறிய மாற்றங்களை விளைவித்து காந்தப் புயல்களுக்கு வழிவகுக்கின்றன. இக்காந்தப் புயல்கள் ஒலி, ஒளிப்பரப்புகளில் முக்கிய பங்கு வகிக்கும் புவியின் அயன மண்டலப் பகுதிகளைப் பாதிக்கின்றன. இறுதியாக, கதிரவக் கிளரொளி மற்றும் கதிரவப் புள்ளி நிகழ்ச்சிகள் தட்பவெப்ப நிலைகளிலும் தாவர இனங்களின் வளர்ச்சியிலும் முக்கியப் பங்கு வகிக்கின்றன என்று கூறினால் மிகையாகாது.

பயிற்சி 8.2

1. கதிரவப் புள்ளிகள் என்பன யாவை ?
2. கதிரவக் கிளரொளி என்றால் என்ன ?
3. கதிரவக் கிளரொளியின் விளைவுகள் யாவை ?

8.3. பலூன் பயணங்கள்

8. 3. 1 முன்னுரை

வளிமண்டலத்தைப் பற்றிய ஆராய்ச்சியில் பலூன் ஒரு முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது. அது பொதுவாக அதனுள் அமைந்த காற்றின் அழுத்தத்தின் காரணமாகக் கோளவடிவைக் கொண்டிருக்கும். தொடக்கத்தில் பலூன்கள் காற்று, கரிவாயு அல்லது ஹைடிரஜனால் நிரப்பப்பட்டன. ஆனால் தற்காலங்களில் அவை பெரும்

பாலும் ஹீலிய வாயுவால் நிரப்பப்படுகின்றன. தொடக்ககாலப் பலூன்கள், காகிதம், எண்ணெயூட்டப்பெற்ற பட்டு, பதப்படுத்தப் பட்ட எருதுப் பெருங்குடலின் புறச்சவ்வு மற்றும் இரப்பர் ஆகியவற்றால் உருவாக்கப்பட்டன : தற்காலத்திலோ அவை பருத்தி-ரப்பர் துணி, பிளாஸ்டிக் மற்றும் பாலித்திலீன் ஆகியவற்றால் உருவாக்கப்படுகின்றன. எனினும், பலூன்கள் அவை உள்ளாகும் வெப்ப நிலைகளுக்கேற்ப தக்க பொருளால் செய்யப்படுகின்றன.

8. 3. 2 பலூன்களின் வகைகள்

பலூன்கள் பொதுவாக இருவகைப்படுகின்றன. அவையாவன: (i) கட்டுண்ட பலூன்கள் (ii) கட்டுறு பலூன்கள். **கட்டுண்ட பலூன்**கள் தக்கதொரு வடக்கயிற்றினால் நிலத்துடன் பிணைக்கப் பட்டிருக்கும் ; **கட்டுறு பலூன்**களோ வளிமண்டலத்தில் எவ்வுயரத்திற்கும் செல்லக்கூடியவை.

கட்டுண்ட பலூன்கள் குறிப்பாகத் தற்காப்புத் துறை, நீர் மற்றும் வான்வழிப் பயணங்கள் மற்றும் செய்தித் தொடர்புத் துறை ஆகியவற்றில் முக்கியமாகப் பயன்படுகின்றன. தற்காப்புத் துறையில் அவை எதிரிப்படையின் இயக்கங்களையும், பீரங்கி வண்டிகளின் இயக்கங்களையும், ஏவுகணைத் தளங்களையும் கண்டுபிடிப்பதற்குப் பயன்படுகின்றன. நீர் மற்றும் வான்வழிப் பயணத் துறைகளில் விமானங்களையும் கப்பல்களையும் இடங்கண்டறியப் பயன்படுகின்றன. செய்தித் தொடர்புத் துறையில் 800 கி.மீ. அளவு நீண்ட தொலைவுகளுக்கும் 260000 சதுர கிலோ மீட்டர்கள் அளவு பெரும்பரப்புகளுக்கும் தொடர்பு கொள்வதற்குப் பயன்படுகின்றன.

கட்டுறு பலூன்கள் தற்காலத்தில் வளிமண்டலத்தின் உயரப் பகுதிகளைப் பற்றிய வானிலை ஆராய்ச்சிகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. பெல்ஜியத்தைச் சேர்ந்த பேராசிரியர் பிக்கார்டு (Piccard) என்பவரே பலூன் பயணத்துறையில் முன்னோடியாவார். அவர் பலூனின் துணைகொண்டு சுமார் 20 கி.மீ உயரத்திற்குப் பயணம் செய்தார். 1933-ஆம் ஆண்டில் மூன்று ரஷ்யர்கள் சுமார் 24 கி.மீ உயரம்வரை சென்றனர். கீழ் நோக்கிய பயணத்தின் போது அவர்கள் எதிர்பாராத விதமாகக் கொல்லப்பட்டனர். இத்தகைய நிகழ்ச்சிகள் பல நிகழ்ந்த போதிலும் மிகப்பெரும் கொள்ளளவுகளைக் கொண்ட கட்டுறு பலூன்கள் 27 கி.மீ உயரம் வரை சென்றுள்ளன. இத்தகைய பலூன்கள் விண்வெளியைப் பற்றிப் பயனுள்ள குறிப்புக்களை அளிக்கின்றன. அவை வான் ஆலன் (Van Allen) கதிர்வீச்சு, புவிக்காந்தப்புலம் மற்றும் காஸ்மிக் கதிர்களைப் பற்றிய பெருமதிப்பு வாய்ந்த குறிப்புக்களை நமக்களிக்

கின்றன. வானிலை ஆராய்ச்சியில் பலவகைப் பலூன்கள் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. அவற்றுள் சில பின்வருவன :

(i) **மேல்வரைப் பலூன்கள்** (Ceiling balloons) : இவை முகிலடித் தளத்தின் உயரத்தை மதிப்பிடப் பயன்படு கின்றன.

(ii) **முன்னோடிப் பலூன்கள்** (Pilot balloons) : இவை வளிமண்டல உயரப் பகுதிகளில் காற்றோட்டங்களின் வேகங்களையும் திசைகளையும் காண்பதற்குப் பயன் படுத்தப் படுகின்றன.

(iii) **மீவளிநிலைப் பரப்பி பலூன்கள்** (Radiosonde balloons): இவை மீவளி நிலைப்பரப்பிகளை உயரே எடுத்துச் செல்லப் பயன்படுகின்றன. இவை மேல்வரை மற்றும் முன்னோடிப் பலூன்களைவிட அளவில் பெரியவை.

(iv) **புயல் தடங்காட்டிப் பலூன்கள்** (Hurricane beacons) : இவ்வகைப் பலூன்கள் புயல் தடங்காண்பதற்குத் துணை புரிகின்றன.

வானிலை ஆராய்ச்சியில் பயன்படுத்தப்படும் மேற்கூறப்பட்ட வகைப் பலூன்களையன்றி அறிவியல் ஆராய்ச்சியில் பயன்படும் மற்றுமிருவகைப் பலூன்களும் உண்டு. அவையாவன (i) சுழி அழுத்தப் பலூன்கள் (Zero pressure balloons), (ii) மிகை யழுத்தப் பலூன்கள் (Super pressure balloons). இவை மாறு உயரங்களில் மிதப்பதற்கென அமைக்கப்பட்டவை.

சுழியழுத்தப் பலூன்களில் அக அழுத்தமும் புற அழுத்தமும் எப்போதும் சமநிலையில் உள்ளன; எனவேதான் அவை அப்பெயர் பெறுகின்றன. இவ்வகைப் பலூன்கள் வானியற்பியல் (astro-physics) ஆராய்ச்சிகளில் வான்பொருள்களால் வெளிவிடப் படும் காஸ்மிக் கதிர்கள்,எக்ஸ் கதிர்கள்,காமாக் கதிர்கள் மற்றும் பிற கதிர்வீச்சுக்களைப் பற்றிய ஆய்வுக்கும்,மீவளி மண்டல ஆய்வு களில் (upper atmospheric studies) வளிமண்டல ஆக்கக் கூறுகள், காற்றோட்டங்கள், வெப்ப நிலைகள்,அழுத்தங்கள், நீராவி யின் அளவு,ஓஸோன் மற்றும் நைட்ரிக் ஆக்ஸைடு செறிவு போன்ற இன்னோரன்ன பிற அளவீடுகளுக்கும் தேவையான கருவிகளை வளி மண்டலத்தின் உச்சிக்கே எடுத்துச் செல்ல விரிவாகப் பயன்படுத் தப்படுகின்றன. அவை மிகச்சிறிய நுண்ணுயிர்கள் (microbes) முதல் குரங்குகள் ஈறாக உள்ள உயிரினங்களில் குறையழுத்தத்தின் விளைவைப்பற்றிய உயிரியல் ஆய்வுகளுக்கும் பயன்படுத்தப்படு கின்றன.

நம் நாட்டின் வளிமண்டல நிலைகளுக்கேற்ற சுழியழுத்தப் பலூன்கள் டாடா அடிப்படை ஆராய்ச்சிக் கழகத்தினரால் (Tata Institute of Fundamental Research — TIFR) உருவாக்கப் பட்டுள்ளன. தேசிய பலூன் வாய்ப்பகம் (National Balloon Facility — NBF) ஒன்றும் ஆந்திர மாநிலத்திலுள்ள ஐதராபாத்தில் இப்பொழுது செயற்பட்டு வருகிறது. இந்த நிறு வனத்தின் பணிகள் அனைத்துலக முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது என் பதனைக் குறிப்பிட வேண்டும். மிகையழுத்தப் பலூன்களில், அவற் றின் பெயருக்கேற்ப, அவை தேவைப்பட்ட உயரத்தை அடையும் பொழுது அவற்றினுள் அமைந்த அழுத்தமானது புற அழுத்தத்தை விட அதிகமாக இருக்கும் ; அவற்றின் பருமனோ மாறாமல் இருக் கும். இப்பலூன்களை, குறைந்த செலவில் நீண்ட நாட்களுக்குத் தேவையான உயரத்தில் மிதக்கவிட முடியும் ; இவ்வகையில் இவை சுழியழுத்தப் பலூன்களைவிட மேன்மை பெற்று விளங்குகின்றன. இதுவரை இத்தகைய பலூன் ஒன்று மிதந்த மிக நீண்ட காலம் 411 நாட்களாகும்.

பயிற்சி 8. 3

1. பலூன்களின் வகைகள் யாவை ?
2. பலூன் பயணங்களின் பயன்கள் யாவை ?

8. 4. வளிமண்டலப் பகுதிகள்

8. 4. 1 முன்னுரை

வளிமண்டலமானது வெப்பவியல், ஆக்கக்கூறியல் (Compositional) மற்றும் மின்சாரவியல் பண்புகளின் அடிப்படையில் வெவ்வேறு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. வெவ்வேறு பகுதி களின் கீழ் மற்றும் மேல்மட்ட உயரங்கள் சில குறிப்பிட்ட பண்பு களின் அடிப்படையில் வரையறுக்கப்படுகின்றன. பொதுவாக, அப்பகுதிகள் பின்வருமாறு பிரிக்கப்பட்டுள்ளன :

பகுதி	கீழ்மட்ட உயரம்	மேல்மட்ட உயரம்
அடிவளி மண்டலம்அல்லது ட்ராபோஸ்ஃபியர் (Troposphere)	நிலப்பரப்பு	8 முதல் 20 கிமீ
மீயடிவளி மண்டலம் அல்லது ஸ்ட்ரேட்டோஸ்ஃபியர் (Stratosphere)	8 முதல் 20 கிமீ	16 முதல் 64 கிமீ
இடைவளி மண்டலம் அல்லது மீசோஸ்ஃபியர் (Mesosphere)	16 முதல் 64 கிமீ	50 முதல் 80 கிமீ
அயனி மண்டலம் (Ionosphere)	50 முதல் 80 கிமீ	480 முதல் 960 கிமீ
புறவளி மண்டலம் அல்லது எக்ஸோஸ்ஃபியர் (Exosphere)	480 முதல் 960 கிமீ	விண்வெளி

25 கிமீ முதல் விண்வெளி வரை பரவியுள்ள பகுதியானது வெப்பவியல் மண்டலம் (**thermosphere**) என்றும் கூறப்படும்.

மேற்கூறப்பட்ட பகுதிகளுள் முதல் மூன்றும் வெப்பவியல் மண்டலமும் வெப்பநிலையை அடிப்படையாகக் கொண்டவை. எனவே அவை வெப்பவியல் பகுதிகள் (**thermal regions**) என அழைக்கப்படுகின்றன. அயனி மண்டலமானது மின்சாரத் தன்மையை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது. புறவளி மண்டலமோ காற்றின்டர்த்தி, வளிமண்டலத் துகள்களின் சராசரித் தன்னுரிமைப் பாதை போன்ற ஆக்கக் கூறியல் பண்புகளை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது.

8. 4. 2 வளிமண்டலப் பகுதிகள் பற்றிய குறிப்புகள்

இப்போது ஒவ்வொரு பகுதியைப் பற்றியும் சுருக்கமாகக் காணலாம்:

அடிவளி மண்டலம் அல்லது **ட்ரோபோஸ்ஃபியர்** : இப்பகுதியில் உயரம் அதிகமாகும்போது வெப்பநிலை குறைகிறது ; புவிப் பரப்பின் சராசரி வெப்பநிலையான 288 **K**-ல் தொடங்கி வெப்பநிலையானது கிலோ மீட்டருக்கு 6.5 **K** வீதம், சிறுமமதிப்பான 218 K வரை குறைகிறது. இப்பகுதியிலேயே முகில், பனி மற்றும் மழை ஆகியவை உருவாகின்றன.

மீயடிவளி மண்டலம் அல்லது **ஸ்ட்ரேட்டோஸ்ஃபியர்** : அடிவளி மண்டலத்திற்கு மேல் அமைந்த பகுதி மீயடிவளி மண்டலம் என அழைக்கப்படுகிறது. இது ஏறத்தாழ அமைதியானதொரு பகுதியாகும். இப்பகுதியில் வெப்பநிலையானது 218 K அளவில் ஏறத்தாழ மாறிலியாக இருக்கிறது; ஆனால் சுமார் 48 கி.மீ சராசரி உயரத்திலிருந்து தொடங்கி கிலோமீட்டருக்குச் சுமார் 5 K வீதம் அதிகமாகிறது; சுமார் 57 கிமீ உயரத்தில் 263 K மதிப்பைப் பெறுகிறது.

இடைவளி மண்டலம் அல்லது **மீசோஸ்ஃபியர்** : வெப்பநிலை மிகும் பகுதி சில நேரங்களில் இடைவளி மண்டலத்தின் கீழ்ப் பகுதி எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. அதனையடுத்து வெப்பநிலையானது சுமார் 183 K வரை குறைகிறது. வெப்பநிலை குறையும் இப்பகுதி இடைவளி மண்டலத்தின் மேற்பகுதி எனக் குறிப்பிடப்படுகிறது.

வெப்பவியல் மண்டலம் : இது இடைவளி மண்டலத்திற்கு மேல் அமைந்துள்ளது. இடைவளி மண்டலத்தின் உச்சியில் சிறும மதிப்பை அடைந்த பின்னர் வெப்பநிலையானது சுமார் 320 முதல் 500 கி.மீ வரை அதிகரிக்கிறது; இந்த உயரத்திற்கு மேல் பல நூறு கிலோமீட்டர்கள் வரை அது உயரத்தைப் பொறுத்து மாறுவதில்லை. இடைவளி மண்டலத்தின் வெப்பநிலையானது கதிரவக் கிளரொளி நேரங்களில் சுமார் 1970 K மதிப்பைக்கூட அடையலாம். ஆயினும், அதன் சராசரி மதிப்பு 1023 K முதல் 1523 K வரையில் உள்ளது.

அயனி மண்டலம் : இது புவிப்பரப்பிற்கு மேல் அதிக உயரத்தில் அமைந்த, மின்னூட்டத் துகள்கள் அடங்கிய பகுதியாகும். அது விண்வெளியில் முடிவிலாத் தொலைவுவரை பரந்துள்ளது. நீண்ட தூர ரேடியோத் தொடர்பில் இது முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது. கதிரவனிலிருந்து வரும் புறஊதாக் கதிர்களாலும், விண்வெளியிலிருந்து வரும் காஸ்மிக் கதிர்களாலும் இப்பகுதியில் உள்ள வாயுக்கள் அயனியாக்கம் பெற்று, கட்டுறு எலெக்ட்ரான்களும் நேர் மற்றும் எதிர்மின் அயனிகளும் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன.

அயனி மண்டலத்தின் அமைப்பானது நாள்தோறும், ஆண்டுதோறும், (கதிரவப் புள்ளி, கதிரவக் கிளரொளி போன்ற) நிகழ்ச்சிகளின்போதும், குறுக்கையளவுக்கு (latitude) ஏற்பவும் தொடர்ந்து மாறுதலடைகிறது. ஆயினும், அயனிமண்டலமானது எலெக்ட்ரான் அடர்த்தி (ஓரலகுப் பருமனில் உள்ள எலெக்ட்ரான்களின் எண்ணிக்கை)யின் அடிப்படையில் D, E, F மற்றும் G பகுதிகள் எனப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

அயனி மண்டலத்தின் கீழ்ப்பகுதி **D பகுதி** என அழைக்கப்படுகிறது. அது சுமார் 55 கி.மீ முதல் 90 கி.மீ வரை பரந்துள்ளது. அப்பகுதியில் எலெக்ட்ரான் அடர்த்தி குறைவாக உள்ளது; எனவே அது சூரிய ஒளியற்ற இரவு நேரங்களில் முற்றிலும் மறைந்து விடுகிறது. அது நீண்டதூர ரேடியோத் தொடர்புகளுக்குப் பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படும் 20 KH_z முதல் 100 KH_z வரையுள்ள குறைந்த அதிர்வெண் கொண்ட அல்லது அதிக நீளம் கொண்ட ரேடியோ அலைகளைப் பிரதிபலிக்கிறது. அத்தகைய அலைகள் நீண்ட தூரம் சென்றாலும் அவற்றின் வலிமையானது சிறிது சிறிதாகவே குறைகிறது.

அடுத்து அமையும் **E பகுதி** 90 கி.மீ முதல் 145 கி.மீ. வரை விரிந்துள்ளது. இப்பகுதியிலும் எலெக்ட்ரான் அடர்த்தியானது இராக் காலங்களில் குறைந்த போதிலும், ஒருபோதும் சுழியை அடைவதில்லையாதலால் இட பகுதி இரவில் முற்றிலும் மறைந்து விடுவதில்லை. இது 550 KH_z முதல் 1500 KH_z வரை அதிர்வெண் கொண்ட நடுத்தர அலைநீள ரேடியோ அலைகளைப் பிரதிபலிக்கிறது. இது முன்னர் **கென்னெலி - ஹெவிசைடு ஏடு** (Kennelly-Heaviside layer) என அழைக்கப்பட்டது. அமெரிக்க நாட்டைச் சேர்ந்த ஆர்தர் E. கென்னெலி (Arthur E. Kennelly) என்பாரும், இங்கிலாந்து நாட்டைச் சேர்ந்த ஆலிவர் ஹெவிசைடு (Oliver Heaviside) என்பாரும் வளிமண்டலத்தில் அயனியாக்கம் செய்யப்பட்ட பகுதி ஒன்றிருப்பதை முதன்முதலில் 1902- ஆம் ஆண்டில் தனித்தனியே கண்டுபிடித்தனர். அவர்களைச் சிறப்பிக்கும் வகையிலேயே அந்த ஏடு அவ்வாறு அழைக்கப்பட்டது.

F பகுதியானது 145 கி.மீ முதல் ஏறத்தாழ முடிவிலா உயரம் வரை பரவியுள்ளது. அது **ஆப்பிள்டன்** (Appleton) **ஏடு** எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. இது நீண்டதூர ரேடியோத் தொடர்புகளுக்குப் (சுமார் 1.5 MH_z -ஐ விட அதிக அதிர்வெண்) பெரிதும் பயன்படுகிறது. பகல் போதில் அது F_1, F_2 என்ற மேலுமிரு பகுதிகளாகப் பிரிந்திருப்பினும் இரவு நேரங்களில் அவை ஓர் ஒற்றைப் பகுதியாக இணைந்து விடுகின்றன. அவ்விரு பகுதிகளுள் F_1 பகுதி அடிப்பகுதியாகும்; அது 145 கி.மீ முதல் 240 கி.மீ வரை உள்ளது. அதற்கு மேல் F_2 பகுதி தொடங்குகிறது.

G ஏடு சுமார் 400 கி.மீ உயரத்தில் இருப்பதாகக் கருதப்படுகிறது. அது நிலநடுக்கோட்டுப் பகுதிகளில் மட்டுமே, அதுவும் மிகவும் அரிதாகவே காணப்படுகிறது.

புறவளி மண்டலம் : இது வளிமண்டலத்தின் கடைப்பகுதி யாகும் (outermost region). இப்பகுதியில் காற்றின் அடர்த்தி மிகவும் குறைவாதலால் இங்குள்ள வளிமண்டலத் துகள்கள் மிக நீண்ட தன்னுரிமைப் பாதையைப் பெற்றுள்ளன. எனவே, இத்துகள்கள் புவியின் ஆட்சியிலிருந்து தப்பிச் செல்லக்கூடும். ஆயினும், புவிக்காந்தப் புலத்தின் காரணமாக மின்னூட்டத் துகள்கள் அவ்வாறு தப்பிச்செல்ல அனுமதிக்கப்படுவதில்லை. இம் மண்டலத்தின் அடிப்பகுதியின் வெப்பநிலை சுமார் 1750 *K* ஆகும் ; மேற் பகுதியின் வெப்பநிலை சுமார் 10000 *K* ஆகும்.

பயிற்சி 8. 4

1. வளிமண்டலப் பகுதிகள் யாவை ?
2. அயனி மண்டலத்தின் பல்வேறு பகுதிகள் யாவை ?

8. 5. வட, தென் துருவ விண்ணொளிகள்

8. 5. 1 விண்ணொளிகள்

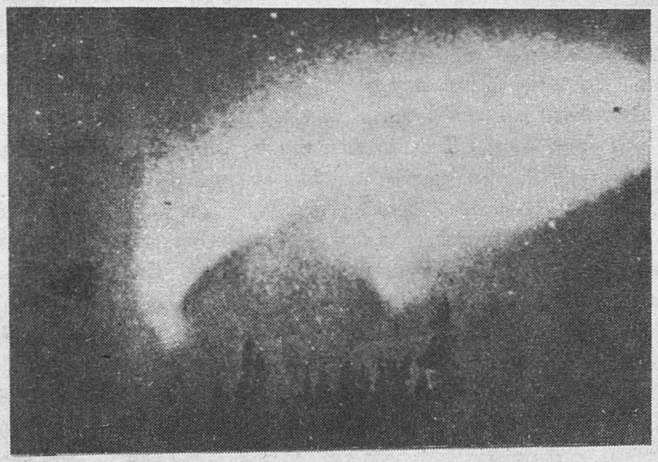
கதிரவக் கிளரொளியின்போது கதிரவப் பரப்பினின்றும் விடுபடும் மின்னூட்டத் துகள்கள் துருவப் பகுதிகளின் உயரப் பகுதிகளில் கண்கவர் ஒளிக்காட்சிகளைத் தோற்றுவிக்கின்றன என்று பிரிவு 8-2-2ல் கூறப்பட்டது. அத்தகைய காட்சிகள் பொதுவாகத் **துருவ விண்ணொளிகள்** (Auroras) என அழைக்கப்படுகின்றன. அத்தகைய காட்சிகளை வட, தென் துருவங்களுக்கருகில் பெரும்பாலும் ஒவ்வோர் இரவிலும் காணலாம். வடகோளப் பகுதியில் தோன்றும் விண்ணொளிகள் **வடதுருவ விண்ணொளிகள்** (Aurora Borealis) எனவும் தென்கோளப் பகுதியில் தோன்றும் விண்ணொளிகள் **தென்துருவ விண்ணொளிகள்** (Aurora Australis) எனவும் அழைக்கப்படுகின்றன. அவை பல வடிவங்களில் தோன்றுகின்றன (படம் 8.2). அவை சில நேரங்களில் நீண்ட கற்றைகளுடன் கூடிய **நீடொளிகள்** (search lights) போன்றும் சில நேரங்களில் பல்வண்ணத் திரை போன்றும் தோற்றமளிக்கின்றன. மேலும், இவை சுடர்ச் சிவப்பு, பச்சை, மஞ்சள் அல்லது ரோஜா போன்ற பல வண்ணங்களைக் கொண்டிருப்பினும், பெரும்பாலும்

பொலிவுறு வெண் பச்சை நிறத்தையே கொண்டிருக்கின்றன. இவை நள்ளிரவுக்குப்பின் தோன்றுவதைவிட நள்ளிரவுக்கு முன் தோன்றுவதற்கான அதிக வாய்ப்புக்களைப் பெற்றுள்ளன.

படம் 8. 2 (a)

துருவ விண்ணொளிகள் (சில தோற்றங்கள்)

படம் 8. 2 (b)
துருவ விண்ணொளிகள் (சில தோற்றங்கள்)



படம் 8. 2 (c)

துருவ விண்ணொளிகள் (சில தோற்றங்கள்)

8. 5. 2 விண்ணொளிகளின் தோற்றம்

துருவ விண்ணொளிகள் கதிரவக் கிளரொளிகளின் பயனாய்த் தோன்றுகின்றன என முன்னரே கூறப்பட்டது. கதிரவக் கிளரொளிகளின் போது கதிரவனிலிருந்து வெளித்தோன்றும் மின்னூட்டத் துகள்கள், குறிப்பாக மெதுவாக இயங்கும் புரோட்டான்கள், வளிமண்டலத்தினுள் நுழையும்போது புவிக்காந்தப்புலத்தால் முடுக்குவிக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு முடுக்குவிக்கப்பட்ட மின்னூட்டத் துகள்கள் வளிமண்டலக் காற்றணுக்களுடன் மோதி அவற்றை ஒளிரச் செய்கின்றன. இத்தகைய ஒளிர்தலே துருவ விண்ணொளிகளாகத் தோற்றமளிக்கின்றன.

பயிற்சி 8. 5

1. துருவ விண்ணொளிகள் என்பன யாவை ? அவை எவ்வாறு தோன்றுகின்றன ?

8. 6. அண்டம்

8. 6 .1 முன்னுரை

நம்மைச் சூழ்ந்துள்ள பரந்தகன்ற வெளியிடமே **அண்டம்** எனப் பெறுகிறது. நமது நிலவுலகு, அதன் துணைக்கோளான நிலா, நம் கதிரவக் குடும்பத்திலடங்கிய கோள்கள், நமது கதிரவன்

மற்றும் கோடிக்கணக்கான விண்மீன்கள் ஆகிய யாவும் அண்டத்தின் சின்னஞ்சிறு துகள்களாகும். தெளிவான இராக்காலங்களில் வளிமண்டலத்தை ஊடுருவி வானத்தோடு நோக்குவோமாயின் நம்மை நோக்கி இடையறுது முறுவலிக்கும் கோடிக்கணக்கான விண்மீன்களைக் காண்கிறோம். வானத்தே வெற்றுக் கண்களால் நாம் காணும் அத்துணை விண்மீன்கள் மட்டுமே உள்ளனவா? அச் சின்னஞ்சிறிய ஒளிமூலங்கள் நாம் காணும் அளவு உண்மையில் அத்துணைச் சிறியனவா? இல்லை, இல்லை. அவற்றைத் திறன்மிக்க தொலைநோக்கி ஒன்றால் நோக்குவோமாயின், வெற்றுக் கண்களால் காணக்கூடிய விண்மீன்களுக்கப்பால் மேலும் பலப்பல விண்மீன்கள் இருப்பதைக் காணலாம். மேலும், அத்தொலைநோக்கியானது அவை உண்மையில் மிகப் பெரியன, கதிரவனைவிடப் பன்மடங்கு பெரியன எனவும் தெளிவுபடுத்தும். அவற்றுள் சில உண்மையில் பல கோடிக்கணக்கான விண்மீன்களைக் கொண்ட திரள்களாக அமைந்து விண்வெளியில் பலகோடிக்கணக்கான கிலோ மீட்டர்களுக்குப் பரந்தகன்று அமைகின்றன. அத்தகைய திரள்கள் **விண்மீன் திரள்கள்** (galaxies) என அழைக்கப்படுகின்றன. அவை நம்மிடமிருந்து மிகத் தொலைவிலிருப்பதாலேயே சிறியனவாகத் தோன்றுகின்றன.

8. 6. 2 அண்டத்தின் பரிமாணம்

புவியியல் அளவீடுகளில் பயன்படுத்தப்படும் கிலோ மீட்டர் என்னும் அலகு பயனற்றுப் போகுமளவுக்கு, விண்மீன்கள் மற்றும் விண்மீன் திரள்கள் ஆகியவற்றின் அளவுகளும் தொலைவுகளும் மிகப்பெருமளவினதாய் இருப்பதால் புதிய அலகுகள் தேவைப்படுகின்றன. அத்தகைய பொருத்தமான அலகுகளுள் ஒன்று **ஒளி ஆண்டு** ஆகும். ஒளியானது செகண்டுக்கு 300 மிலியன் மீட்டர் என்ற அதன் வியத்தகு வேகத்தில் ஓராண்டுக் காலத்தில் பயணம் செய்யும் தொலைவே ஓர் ஒளியாண்டு எனப்பெறுகிறது. அது 9460×10^{12} மீட்டர் அல்லது 9460×10^{9} கிலோ மீட்டர் தொலைவுக்குச் சமமாகும். நமது தொலைநோக்கிகள் அண்டத்தினுள் 3000 மில்லியன் ஒளி ஆண்டுகள் தொலைவிலுள்ள விண்மீன்களையும் காணக்கூடியவை ; அதாவது அவை 3000 மில்லியன் ஆண்டுகட்குமுன்பே ஒளிக்கற்றை ஒன்றினை வெளிவிட்ட விண்மீனையும் நமக்குக் காட்டவல்லன. வரம்புடைத் திறன்களைக் கொண்ட நமது கருவிகளைக் கொண்டு விண்வெளியில் நாம் அடையக்கூடிய பரப்பளவல்லை **நோக்குறு அண்டம்** (observable universe) என அழைக்கப் பெறுகிறது. அண்டமானது உண்மையில் எல்லையற்றது.

எனவே, நோக்குறு அண்டம் என்பது சிறிய மற்றும் பெரிய அளவிலான பருப்பொருள் திரள்களைக் கொண்டுள்ளது. அவற்றுள்

மிகப்பெரும் திரள்கள் விண்மீன் பெருந்திரள்கள் (Super-galaxies) என அழைக்கப்படுகின்றன. உண்மையில் அவை பல்லாயிரக் கணக்கான ஒளி ஆண்டுகள் தொலைவுகளுக்குப் பரந்து கிடக்கும் தனித்தனித் திரள்களின் தொகுதிகளேயாகும்.

பயிற்சி 8. 6

1. ஒளி ஆண்டு என்றால் என்ன ?

8. 7. விண்மீன் திரள்கள்

8. 7. 1 முன்னுரை

முன்னர் கூறியுள்ளவாறு விண்மீன் திரள்கள் பல விண்மீன்களின் திரள்கள் அல்லது தொகுதிகளாயிருப்பினும் அவை அவ்வளவு எளிய அமைப்பைக் கொண்டிருக்கவில்லை. உண்மையில் அவை பல கோடிக்கணக்கான விண்மீன்கள், ஒளிர்முகில்கள் (nebulae) அதாவது வாயுத்திரள்கள் மற்றும் 10^{-7} முதல் 10^{-8} மீட்டர் வரை சராசரி அளவுடைய தூசுத்துகள்கள் ஆகியவை அடங்கிய சிக்கல் நிறைந்த அமைப்புகளாகும்.

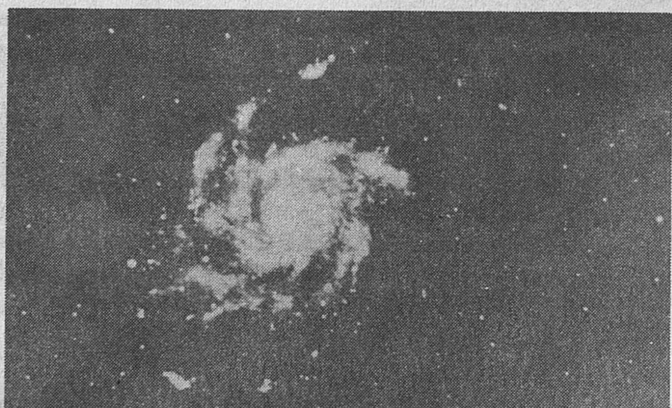
விண்மீன் திரள்கள், அவற்றின் தோற்றங்களின் அடிப்படையில் முப்பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. அவையாவன : (i) **நீள்வளையத் திரள்கள்** (elliptical galaxies), (ii) **சுருளியல் திரள்கள்** (spiral galaxies) மற்றும் (iii) **ஒழுங்கிலித்திரள்கள்** (irregular galaxies).

நீள்வளையத் திரள்கள் உண்மையில் கோளத் தோற்றத்தைக் கொண்டுள்ளன. சுருளியல் திரளில் பொலிவுமிக்க, வட்டவடிவ அல்லது நீள்வளைய மையமும் அதனின்றும் புறப்பட்டு, அதனைச் சுற்றிச் சுருள் வடிவில் அமைந்த இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட புயங்களும் உள்ளன. மூன்றாம் வகைத் திரள்களோ அவற்றின் பெயருக்கேற்ப ஒழுங்கான வடிவம் எதையும் பெறுவதில்லை. படம் 8-3ல் வெவ்வேறுவகைத் திரள்களுக்கான சில எடுத்துக் காட்டுகளைக் காணலாம்.

நமது கருவிகளின் வரையறுக்கப்பட்ட ஆற்றலின் காரணமாக அண்ட முழுவதிலும் இருக்கக்கூடிய விண்மீன்திரள்களின் எண்ணிக்கையைப் பற்றி அறுதியிட்டுக் கூறமுடிவதில்லை. எனினும் கலிஃபோர்னியாவில், பாலமர் குன்றின் (Mount Palamar) மீதுள்ள 200 அங்குலத் தொலைநோக்கியின் உதவியால் இதுவரை சுமார் ஒரு பிலியன் (Billion = 10^9) திரள்கள் பதிவு செய்யப்பட்டுள்ளன.

படம் 8. 3 (a)

அண்ட்ரொமெடா விண்மீன் மண்டலத்தில் (Andromeda Constellation) அமைந்த நீள்வளைய விண்மீன் திரள். இதில் வாயுவோ, தூசுக்களோ கிடையாது.



படம் 8. 3 (b)

பெருங்கரடி அல்லது பெருங்கலப்பை (Ursa major) மண்டலத்தில் உள்ள M 101 என்ற சுருளியல் திரள்

படம் 8.3 (c)

கேனஸ் வெஞட்டிசி (Canes Venatici)
மண்டலத்தில் உள்ள M 51 என்ற சுருளியல் திரள்

படம் 8.3 (d)

மெகல்லானிக் பெருமுகில் (large Magellanic cloud)
என்ற ஒழுங்கிலித் திரள்

நமது கதிரவன் உண்மையில் **பால்வழித் திரள்** (Milky way galaxy) என்னும் விண்மீன்திரளைச் சேர்ந்த ஒரு விண்மீனே யாகும். பிற விண்மீன்திரள்கள் நம்மிடமிருந்து மிகுந்த தொலைவு களில் உள்ளன. நமது விண்மீன் திரளுக்கு மிக அருகிலுள்ள விண் மீன் திரள்களுள் ஒன்று **மெகல்லானிக் பெருமுகில்** ஆகும். அது நம்மிடமிருந்து சுமார் 72000 ஒளி ஆண்டுகள் தொலைவில் உள்ளது. சூரியனிலிருந்து நமக்குள்ள தொலைவோ 8 ஒளி நிமிடங் களே. இதனை நோக்குவோமாயின் அத்திரள் எவ்வளவு தொலைவி லிருக்கிறது என்பதை நினைந்து வியக்காமலிருக்க முடியாது.

8. 7. 2 பால்வழித் திரள் - நமது விண்மீன் திரள்

தெளிவான, நிலாவற்ற இராக்காலங்களில் வானத்தே நோக்கு வோமாயின் வானத்தின் குறுக்கே அடிவானத்தைத் தொட்டுச் செல்லும் அகலமான பனிமூட்டம் போன்றதொரு ஒளிப்பட்டை யைக் காணலாம். அதுவே **பால்வழித் திரள்** ஆகும் ; அதன் தோற் றத்தின் காரணமாகவே அது அவ்வாறு அழைக்கப்படுகிறது. நமது நிலவுலகானது அதில் ஓர் அங்கமாக இருப்பதால் ஒளியியல் தொலை நோக்கிகளால் அதன் வடிவைப்பற்றி அறிய முடியாது. ஆயினும் ரேடியோ தொலைநோக்கிகளைக் கொண்டு செய்யப்பெற்ற ஆய்வு களின் மூலம் நமது விண்மீன் திரளானது M 101-ஐப் [படம் 8-3 (b)] போன்று ஒரு சுருளியல் திரளாகும் என அறிகிறோம். அது சுமார் 150000 ஒளி ஆண்டுகள் விட்டத்தையும், மையத்தில் சுமார் 20000 ஒளிஆண்டுகள் பெருமத் தடிப்பையும் கொண் டுள்ளது என மதிப்பிடப்பட்டுள்ளது. நமது கதிரவன், சுருள் புயங்களுள் ஒன்றில் மையத்திலிருந்து சுமார் 30000 ஒளிஆண்டுகள் தொலைவில் உள்ளது.

8. 7. 3 விண்மீன் திரளின் ஆக்கக் கூறுகள்

முன்னர் கூறப்பட்டவாறு, ஒரு விண்மீன் திரளில் எண்ணற்ற விண்மீன்கள் உள்ளன. நமது விண்மீன் திரளைப் போன்றதொரு திரள் சுமார் நூறாயிரம் மிலியன் (10^{11}) விண்மீன்களைக் கொண் டிருக்கும். அவ்விண்மீன்கள் திரளில் சீராகப் பரவியிருக்கவில்லை என்பதை அவற்றின் படங்களிலிருந்து அறியலாம். அவை, கூட்டங் கூட்டமாகச் சேர்ந்துள்ளன. அத்தகைய கூட்டங்கள், குழுக்கள் (clusters) என அழைக்கப்படுகின்றன.

விண்மீன் திரள் ஒன்றிலுள்ள விண்மீன்கள் அமையும் விண் வெளி எத்தகையது ? அவ்விண்மீன்கள் வெற்றிடத்தில் அமைந் துள்ளனவா ? அல்லது விண்வெளியானது பருப்பொருளால் நிரப்பப்பட்டுள்ளதா ? அவ்விண்மீன்கள் மிக மெலிந்த வாயு ஒன்

றில் அமைந்துள்ளன என ஆய்வுகள் கூறுகின்றன. இவ்வாயுவில் சில இடங்களில் நுண்ணிய திண்பொருள்களும் காணப்படுகின்றன. அத்தகைய துகள்கள் **விண்வெளித் தூசு** (interstellar dust) என அழைக்கப்படுகின்றன.

விண்மீன்கள் அமைந்த வாயுவானது சோடியம், கால்சியம், பொட்டாசியம் மற்றும் இரும்பு ஆகியவற்றின் நடுநிலை அணுக்கள் கால்சியம் மற்றும் டைட்டானிய அயனிகள், சயனஜன் மற்றும் ஹைடிரஜன் மூலக்கூறுகள் ஆகியவற்றால் ஆக்கப்பட்டுள்ளது என ரேடியோத் தொலைநோக்கிகளைக் கொண்டு செய்யப்பெற்ற ஆய்வுகள் உணர்த்துகின்றன. ஆயினும் ஹைடிரஜனே அவற்றுள் மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது. விண்வெளியிடை வாயுவின் அடர்த்தி மிகவும் குறைவாகவே உள்ளது. அதன் சராசரி அடர்த்தியானது 10^{-21} கி/மீ^{3} முதல் 10^{-19} கி/மீ^{3} வரையுள்ளது. அணுக்கள் கணக்கில் கூறுவோமாயின் அது ஒரு கனமீட்டருக்கு 10^6 முதல் 10^8 அணுக்கள் அல்லது ஒரு கன சென்டிமீட்டருக்கு 1 முதல் 100 அணுக்கள் வரை ஆகும். இந்த அடர்த்திகள் ஆய்வகங்களில் உருவாக்கப்படக்கூடிய மிகச்சிறந்த வெற்றிடங்களின் அடர்த்திகளில் பத்தாயிரம் மில்லியனில் ஒரு பகுதி (1/10000000000) யாகும். எனவே, விண்வெளியை ஏறத்தாழ ஒரு வெற்றிடமாகவே கருதலாம். ஆயினும் விண்வெளியிடை வாயு அமைந்துள்ள பரந்தகன்ற வெளியைக் கருதுவோமாயின் விண்மீன்திரள் ஒன்றிலுள்ள அவ்வாயுவின் மொத்த நிறையானது அதில் அமைந்த விண்மீன்களின் மொத்த நிறையுடன் ஒப்புநோக்குமளவுக்கு உள்ளது. விண்மீன் திரளொன்றின் நிறையில் ஒருபாதி இத்தகைய வாயு மற்றும் தூசுகள் வடிவிலும், மறுபாதி விண்மீன்கள் வடிவிலும் உள்ளது என மதிப்பிடப்பட்டுள்ளது. விண்மீன் திரள் ஒன்று சுமார் நூறாயிரம் மிலியன் விண்மீன்களைக் கொண்டுள்ளது என முன்னரே கூறப்பட்டது. எனவே, திரளொன்றில் அடங்கிய பருப்பொருளின் மொத்த நிறையானது இருநூறாயிரம் மிலியன் விண்மீன்களின் மொத்த நிறைக்குச் சமமாகும். நமது கதிரவனின் நிறையே 2×10^{27} டன்கள் எனில் திரளொன்றில் அமைந்த பருப்பொருளின் மீப்பெரும் நிறையைக் கருதுவோமாயின் நாம் வியப்பின் எல்லையையே அடைவோம்.

8. 7. 4 விரிவுறு அண்டம்

இனி, விண்மீன் திரள்களின் இயக்கத்தைக் கருதுவோமாயின் அவை ஒய்வில் உள்ளனவா அல்லது இயங்குகின்றனவா என்ற வினா எழக்கூடும். ஆய்வுகள், இதுவரை காணப்பட்ட விண்மீன் திரள்கள் யாவும் சுழற்சியியக்கம் ஒன்றைக் கொண்டுள்ளன என உணர்த்து

கின்றன. ஆயினும் அவை வண்டியின் சக்கரம் போன்று முழுவதுமாகச் சுழலவில்லை என அறிகிறோம். அவற்றின் வெவ்வேறு பகுதிகள் வெவ்வேறு சுழற்சி வேகங்களுடன் சுழலுகின்றன. திரளின் மையத்திற்கருகிலுள்ள பகுதிகள் தொலைவிலுள்ள பகுதிகளைவிட அதிக வேகங்களுடன் இயங்குகின்றன. நமது விண்மீன் திரளில் நமது கதிரவனுக்கருகிலுள்ள விண்மீன்கள் திரளின் மையத்தைப் பற்றி ஒரு முழுச்சுற்று சுற்றிவர சுமார் 225 மிலியன் ஆண்டுகள் ஆகுமென மதிப்பிடப்பட்டுள்ளது.

விண்மீன் திரள்களிலிருந்து தோன்றும் ஒளியின் நிறமாலை ஆய்வானது அத்திரள்கள் நம்மிடமிருந்து விலகிச் செல்கின்றன என உணர்த்துகிறது. இவ்வுண்மையானது 'விரிவுறு அண்டம்' (expanding universe) என்னும் கருத்துக்கு வழிவகுக்கிறது.

பயிற்சி 8.7

1. விண்மீன் திரள்களின் வகைகளை எடுத்துக்காட்டுகளுடன் கூறுக.
2. நமது விணமீன் திரளைப்பற்றிக் குறிப்பு வரைக.
3. விண்மீன் திரளின் ஆக்கக்கூறுகள் யாவை ?
4. விரிவுறு அண்டம் என்றால் என்ன ?

8. 8. விண்மீன்கள்

8. 8. 1 விண்மீன்களின் வகைகள்

ஈர்ப்பாற்றலால் ஒன்றுவிக்கப்பட்டு, ஏறத்தாழக் கோளக வடிவிலமைந்த, இடையறாது ஒளிவீசும் மாபெரு வாயுத்திரளே விண்மீனாகும். விண்மீன்களுள் சில பெருத்தும், சில சிறுத்தும், சில வெப்பமுற்றும், சில ஓரளவு குளிர்ந்தும் அமைகின்றன ; சில பெருமளவு கதிர்வீச்சாற்றலை உற்பத்தி செய்து வெளியேற்றுகின்றன.

விண்மீன்கள் முக்கியமாக மூன்று வகைப்படும். அவையாவன : (i) இரட்டை அல்லது பல்லுறுப்பு விண்மீன்கள் (double or multiple stars), (ii) பொலிவுமாறு விண்மீன்கள் (intrinsically variable stars), மற்றும் (iii) ஒளிர்முகில்களும் பேரொளிர் முகில்களும் (novae and supernovae).

விண்மீன் திரளொன்றில் நமது கதிரவனைப் போன்ற ஒற்றை விண்மீன்கள் ஒருசிலவே உள்ளன. விண்மீன்களுள் சுமார் 80 சதவீதம் **இரட்டை** மீன்களாகவோ அல்லது **பல்லுறுப்பு** மீன்களாகவோ உள்ளன என அண்மையில் மதிப்பிடப்பட்டுள்ளது. இரட்டை விண்மீன்கள், அவற்றின் பொது ஈர்ப்புமையத்தைப் பற்றிச் சுழன்றவாறு உறுதிச் சமநிலையில் இருக்கும் விண்மீன் சோடிகளாகும். **பொலிவுமாறு விண்மீன்** ஒன்றின் தோற்றப்

பொலிவானது (apparent brightness) தொடர்ந்து மாறு கிறது. இம்மாறுதல்கள் அவ்விண்மீனால் ஓவ்வொரு வினாடியும் வெளியேற்றப்படும் ஆற்றலில் ஏற்படும் மாறுதல்களினாலேயே விளைகின்றன.

ஒருசில விண்மீன்கள் பகல்போதிலும் காணக்கூடிய அளவுக்குத் திடீரென்று மிக்க பொலிவு பெற்றுப் பின்னர் சிறிது சிறிதாக மங்குவது அவ்வப்போது காணப்படும் நிகழ்ச்சியாகும். அத்தகைய விண்மீன்களே **ஒளிர் முகில்**களாகும். பேரொளிர் முகில்கள் பெரும் ஒளிர் முகில்களாகும். இதுவரை சுமார் 100 ஒளிர் முகில்கள் பதிவு செய்யப்பட்டுள்ளன. இதுவரை பதிவு செய்யப்பட்ட ஒளிர் முகில்களுள் மிக்க பொலிவுடையது 1572-ல் **டைக்கோ ப்ராஹே** (Tycho Brahe) என்பவரால் பதிவு செய்யப்பட்டுள்ளதே யாகும்.

8. 8. 2 விண்மீன்களின் வண்ணங்களும், பிரிவீடும்

விண்மீன் ஒன்று வெளிவிடும் ஒளியின் மூலமே நாம் அதனைக் காண்கிறோம். விண்மீன்களைக் கூர்ந்து நோக்குவோமாயின் அவை வெவ்வேறு வண்ணங்களில் தோன்றுவதைக் காணலாம். விண்மீன் களின் வண்ணங்கள், எனவே வெப்பநிலைகளைப் பொறுத்து, அவை O, B, A, F, G, K, M, R, N மற்றும் S எனப் பத்து பெரும் பிரிவு களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றின் வெப்பநிலைகள் O-விருந்து S வரைத் தொடர்ந்து குறைகின்றன. R, N, S பிரிவுகளைச் சேர்ந்த விண்மீன்கள் ஒருசிலவே உள்ளன. பிற பிரிவுகளைச் சேர்ந்த விண் மீன்களின் வண்ணங்களும் வெப்பநிலைகளும் பின்வருமாறு :

பிரிவு	வண்ணம்	பயனுறுவெப்பநிலை K-ல்
O	நீலம்	25,000
B	வெளிர் நீலம்	12,000 – 25,000
A	வெள்ளை	8,000 – 11,000
F	வைக்கோல் நிறம்	6,200 – 7,800
G	மஞ்சள்	4,600 – 6,000
K	ஆரஞ்சு	3,500 – 4,600
M	சிவப்பு	2,600 – 3,400

நமது கதிரவன் G-பிரிவைச் சேர்ந்ததாகும் ; அதன் பயனு வெப்பநிலை (effective temperature) 6000 K ஆகும்.

அண்டத்தைப் பற்றியும் அதன் கூறுகளைப் பற்றியும் ஓரளவு அறிந்துகொண்ட நாம் அவை எவ்வாறு உருவாகியிருக்கக்கூடும் என வியப்புறலாம். இவ்வினாவிற்குரிய சுருக்கமான விடையை அளிப்பதற்கென அமைந்தவையே பின்வரும் பகுதிகள்.

பயிற்சி 8. 8

1. விண்மீன்களின் வகைகளைக்கூறி அவற்றின் வெப்பநிலைகளையும் வண்ணங்களையும் கூறுக.

8. 9. அண்டத்தின் தோற்றம்

8. 9. 1 முன்னுரை

அண்டத்தின் தோற்றத்தைப்பற்றித் தற்பொழுது இரு கொள்கைகள் நிலவுகின்றன. அவையாவன : (i) அலர்தற் கொள்கை அல்லது பெருவெடிக் கொள்கை (Evolutionary theory or Big Bang theory) மற்றும் (ii) மாறுநிலைக் கொள்கை (Steady State theory) என்பன.

8. 9. 2 அலர்தற் கொள்கை

அலர்தற் கொள்கையானது ஐன்ஸ்டீனின் பொதுச்சார்பியல் கொள்கையின் அடிப்படையில் அப்பெ ஜார்ஜ் லெமாய்ட்டர் (Abbe Georges Lemaitre) என்பவரால் உருவாக்கப்பட்டது. இக்கொள்கையின்படி அண்டமானது அதன் தற்போதைய நிலையிலுள்ள பருப்பொருள் முழுவதையும் உள்ளடக்கிய ஒற்றை அணு ஒன்றிலிருந்து உருவாகியுள்ளது. அத்தகைய நிலையில் பருப்பொருளானது மிகவும் செறிவிக்கப்பட்ட நிலையில், முற்றிலும் அமைதியற்ற அல்லது நிலையற்ற நிலையில் இருந்திருக்க வேண்டும். எனவே, அவ்வணுவானது பெரும் வெடிப்புக்குள்ளாகி, பருப்பொருளானது ஹைடிரஜன் வாயு வடிவில் விண்வெளி முழுவதும் சீராகச் சிதறியிருக்க வேண்டும். காலப்போக்கில் இவ்வாயு நிலைபெற்றபின்னர் ஈர்ப்பாற்றலால் சுருங்கத் தொடங்கி விண்மீன் திரள்களை உருவாக்கியிருக்கக்கூடும்.

8. 9. 3 மாறுநிலைக் கொள்கை

மாறுநிலைக் கொள்கையானது ஃப்ரெட் ஹாய்ல் (Fred Hoyle), H. போண்டி (H. Bondi), T. கோல்டு (T. Gold) மற்றும்

W. H. மக்ரியா (McCrea) என்னும் ஆங்கிலநாட்டு அறிவியலாளர் களால் உருவாக்கப்பட்டதாகும். இக்கொள்கையானது, அண்டமானது எப்பொழுதும் அதே தோற்றத்தைக் கொண்டுள்ளது என்னும் தற்கோளின் அடிப்படையில் அமைந்ததாகும். ஆயினும், விண்மீன் திரள்கள் ஒன்றைவிட்டொன்று விலகிச் செல்வதால் விண்வெளியானது தொடர்ந்து மெலிய வேண்டும். இவ்விடர்ப் பாட்டினைத் தவிர்க்கும் வகையில், 4.5×10^{7} கனசெண்டிமீட்டர் பருமனில் ஒரு நூற்றுண்டிற்கு ஒரு ஹைடிரஜன் அணுவீதம் புதிய பருப்பொருளானது தொடர்ந்து படைக்கப்படல் வேண்டும் எனப் புனைந்து கூறப்பட்டுள்ளது.

பயிற்சி 8. 9

1. அண்டத்தின் தோற்றத்தைப்பற்றிய அலர்தற் கொள்கை, மாறுநிலைக் கொள்கை ஆகியவற்றை விளக்குக.

8. 10. விண்மீனின் தோற்றமும் மறைவும்

8. 10. 1 விண்மீனின் தோற்றம்

வெற்றிடம் போல் தோன்றும் விண்வெளியானது உண்மையில் வாயுவாலும் தூசுத் துகள்களாலும் நிரம்பியுள்ளது என முன்னரே கூறப்பட்டது. இந்த வாயுவும் தூசுத் துகள்களுமே விண்மீண் ஒன்று உருப்பெறுதற்குரிய மூலப்பொருளாக அமைகின்றன. தக்க சூழ்நிலைகளில் வாயுமுகிலொன்று நிலையற்று அமைந்து ஈர்ப்பு விசையின் காரணமாகச் சுருங்கத் தொடங்கக்கூடும். அத்தகைய முகில் **முகிழ்மீன்** (Protostar) என அழைக்கப்படுகிறது. அந் நிலையில் அது ஈர்ப்பாற்றலை (gravitational energy) விளைவிக்கும். இந்த ஆற்றலில் ஒரு பகுதி வெளிவிடப்படுகிறது ; எஞ்சிய பகுதி முகிலின் வெப்பநிலையை, எனவே அதன் அக அழுத்தத்தை அதிகரிக்கப் பயன்படுகிறது. இச்சுருக்கமானது, முகிலை விரிவு படுத்த முயலும் வளர்ந்து வரும் அதன் அக அழுத்தமும், அதனைச் சுருக்க முயலும் ஈர்ப்பு விசையும் சமநிலை பெறும் வரை தொடர்ந்து நிகழ்கிறது. இந்நிலையில் முகிலானது வெப்ப அணுக்கரு வினை (thermo nuclear reaction — nuclear fusion — அணுக்கரு இணைவு) ஒன்று தொடங்குவதற்குத் தேவையான வெப்பநிலையைப் (சுமார் 10 மிலியன் டிகிரி) பெறுகிறது. இதன் பின்னர் வெப்ப அணுக்கரு வினையானது விண்மீன் வெளியிடுவதற்குத் தேவையான ஆற்றலை உற்பத்தி செய்யும் பணியை மேற்கொள்ளுகிறது. வெப்ப அணுக்கரு வினையின்போது விண்

மீனின் வளமிக்க ஆக்கக்கூறான ஹைடிரஜன் வாயு எரிக்கப்பட்டு ஹீலியம் உருவாக்கப்படுகிறது. நமது கதிரவன் இந்நிலையிலேயே உள்ளது.

8. 10. 2 விண்மீனின் மறைவு

விண்மீனிலுள்ள ஹைடிரஜன் முழுவதும் எரிந்துவிட்ட நிலையில் அதன் அக அழுத்தம் குறைந்து விண்மீனானது மற்றுமொரு ஈர்ப்பியல் சுருக்கத்துக்கு ஆளாகும். இச்சுருக்கமானது, விண்மீனின் வெப்பநிலை, சுமார் 100 மிலியன் டிகிரிக்கு உயரும்வரை தொடர்கிறது. இவ்வெப்பநிலையில் ஹீலிய இணைவு வினை தொடங்கி கார்பன்-ஆக்ஸிஜன் சாம்பல் உருவாகிறது. ஹீலியம் முழுவதும் எரிந்துவிட்ட நிலையில் விண்மீன் மீண்டும் சுருங்கத் தொடங்கி, பெரிதும் செறிவிக்கப்பட்ட நிலையை அடைகிறது. இந்நிலைக்குப் பின்னர் தொடக்க நிறையைப் பொறுத்து ஒரு விண்மீனின் வாழ்க்கையில் இருவேறு நிகழ்ச்சிகள் நடைபெறக்கூடும். ஒன்று அது போதுமான அளவுக்குக் குளிர்ந்து பார்வையிலிருந்து மறையும் வரை தான் அதுவரை சேமித்த ஆற்றலைத் தொடர்ந்து வெளிவிடும்; அல்லது வெடித்து ஒளிர் முகில் ஒன்றை விளைவிக்கக் கூடும். புகழ்பெற்ற இந்திய வானியற்பியல் பேராசிரியர் **S. சந்திரசேகர்** என்பவரின் கருத்துப்படி தொடக்க நிறையானது கதிரவனின் நிறையைப் போல் 1.64 மடங்கைவிட அதிகமாகும்போது இவ்வெடிப்பு நிகழக்கூடும்.

பயிற்சி 8. 10

1. விண்மீன் ஒன்றின் தோற்றம், மறைவு ஆகியவற்றை விளக்குக.

8. 11. கதிரவக் குடும்பம்

8. 11. 1 தோற்றம்

இதுகாறும், தொலைவிலுள்ள விண்மீன்கள் மற்றும் விண்மீன் திரள்கள் ஆகியவற்றைப்பற்றி அறியும் முயற்சியில் விண்வெளியில் பலகோடி ஒளி ஆண்டுகள் தொலைவுக்குப் பயணம் செய்தோம். இனி நம்மிடமிருந்து சுமார் 8 ஒளி நிமிடத் தொலைவில் அமைந்த நமது கதிரவனை நோக்கி நமது கருத்தைத் திருப்புவோம். கதிரவனும், நமக்கு அண்மையிலுள்ள, ஒருவிண்மீனேயாகும்.

நமது கதிரவன் தனித்திராமல் ஒரு குடும்பத்தையும் பெற்றுள்ளது. அக்குடும்பத்தில் இதுகாறும் கூறப்பட்ட வான்பொருள்களை நோக்கச் சிறிய அளவுடைய கோள்கள், துணைக்கோள்கள்,

சிறுகோள்கள் (asteroids), வால்மீன்கள் (comets) மற்றும் எரிமீன்கள் (meteors) என்றழைக்கப்படும் வான்பொருள்கள் அங்கம் வகிக்கின்றன. இக்குடும்பம் **கதிரவக் குடும்பம்** என்றழைக்கப்படுகிறது. நமது கதிரவக் குடும்பத்தில் ஒன்பது (பெரும்) கோள்களும், ஆறுகோள்களைச் சேர்ந்த முப்பத்தொரு துணைக் கோள்களும், 1500-க்கு மேற்பட்ட சிறுகோள்களும் உள்ளன. கோள்கள் நீள் வட்டப்பாதைகளில் கதிரவனை வலம் வருகின்றன. அவை ஒவ்வொன்றும் அவற்றின் அச்சைப்பற்றிய தற்சுழற்சி இயக்கம் ஒன்றையும் பெற்றுள்ளன. அவை, அவற்றின் அளவுகளிலும், சுழற்சிக்காலங்களிலும், வெப்பநிலைகள் மற்றும் இன்னோரன்ன பிற பண்புகளிலும் பெருமளவில் மாறுபடுகின்றன. வெவ்வேறு கோள்களின் பெயர்கள், சூரியனிலிருந்து தொலைவுகள், அளவுகள் போன்ற இன்னோரன்ன பிற பண்புகளை அட்டவணையில் காணலாம் (பக்கம் 356).

8. 11. 2 மக்ரியா கொள்கை

இனி, கதிரவக் குடும்பம் எவ்வாறு தோன்றியது எனக் காண்போம். கதிரவக் குடும்பத்தின் தோற்றத்தை விளக்குவதில் வெற்றிபெறும் எந்தவொரு கொள்கையும் கதிரவக் குடும்பத்தைப் பற்றிய பின்வரும் உண்மைகளை விளக்கவேண்டும்.

(i) வியாழன் மற்றும் சனி ஆகிய கோள்களின் புறத் துணைக் கோள்களைத் தவிர்த்து ஏனைய கோள்கள் மற்றும் துணைக் கோள்கள் யாவும் தங்கள் சுற்றுப் பாதைகளில் ஒரே திசையில் இயங்குகின்றன ; அவற்றின் சுற்றுப்பாதைத் தளங்களும் ஏறத்தாழ ஒன்றியமைகின்றன.

(ii) அகக்கோள்களான புதன், வெள்ளி, புவி, மற்றும் செவ்வாய் ஆகியவை குறைந்த நிறைகளையும், அதிக அடர்த்தி எண்களையும், குறைந்த சுற்றுப்பாதை வேகங்களையும், ஒரு சில துணைக்கோள்களையும் கொண்டுள்ளன. புறக்கோள்களான வியாழன், சனி, யுரேனஸ் (Uranus) மற்றும் நெப்ட்யூன் (Neptune) ஆகியவை அதிக நிறைகளையும், குறைந்த அடர்த்தி எண்களையும், ஓரளவு அதிக சுழற்சி வேகங்களையும், அதிகமான துணைக்கோள்களையும் கொண்டுள்ளன. இவற்றுள் ப்ளூட்டோ (Pluto) ஒரு விதி விலக்காகும்.

(iii) கதிரவக் குடும்பத்தின் மொத்த நிறையில் 98 சதவீத நிறையைக் கதிரவன் பெற்றிருப்பினும் கதிரவக் குடும்பத்தின் மொத்தக் கோண உந்தத்தில் 2 சதவீதக் கோண உந்தத்தையே அது பெற்றுள்ளது.

கோள் (1)	கதிரவனிலிருந்து சராசரித் தொலைவு 10^6 கிமீ. (2)	சராசரி ஆரம் கிமீ. (3)	புவியை நோக்க நிறை * (புவி = 1) (4)	சராசரி அடர்த்தி கிகி மீ$^{-3}$ (5)	கதிரவனைச் சுற்றி வர ஆகும் காலம் (6)	தற் சுழற்சிக் காலம் (7)	வெப்ப நிலை K. (8)	துணைக் கோள்களின் எண்ணிக்கை (9)
புதன் ..	57.91	2,420	0.054	5,300	87.97 நாட்கள்	59 நாட்கள்	690	0
வெள்ளி ..	108.21	6,100	0.815	5,000	224.70 ,,	243 ,,	290	0
புவி ..	149.60	6.378	1.000	5,520	365.256 ,,	1 நாள்	287	1
செவ்வாய் ..	227.94	3,380	0.108	3,900	687.0 ,,	24.6 மணி	235	2
வியாழன் ..	778.30	71,350	317.8	1,330	11.86 வருடங்கள்	9.9 ,,	135	12
சனி ..	1,427.00	60,400	95.2	710	29.46 ,,	10.2 ,,	120	9
யுரேனஸ் ..	2,869.00	23 800	14.5	1,600	84.02 ,,	10.7 ,,	90 க்கும் குறைவு	5
நெப்டியூன் ..	4,498.00	22,200	17.2	2,200	164.8 ,,	15.8 ,,	,,	2
புளூட்டோ ..	5,900.00	3,000	0.8	5,000	248.4 ,,	6.3 நாட்கள்	,,	0
கதிரவன் ..	..	6,96,000	3,29,390	1,410	..	25.38 நாட்கள்	6,000	

* புவியின் நிறை = 6.6×10^{21} கிலோ கிராம்.

இதுவரை பல கொள்கைகள் எடுத்துரைக்கப்பட்ட போதிலும் அவற்றுள் எதுவும் மேற்கூறப்பட்ட எல்லா உண்மைகளையும் முற்றிலுமாக விளக்கவில்லை. ஆயினும், 1960-ஆம் ஆண்டில் **மக்ரியா** **(McCrea)** என்பவரால் எடுத்துரைக்கப்பட்ட கொள்கையை இங்குக் கூறுவது சாலப் பொருந்தும்.

மக்ரியாவின் கொள்கையானது விண்மீன்களின் தோற்றத்தைப் பற்றிக் கூறப்பட்ட, நன்ருக நிலைநாட்டப்பெற்ற இரு முடிவுகளை அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது. அவையாவன : (i) விண்மீன்கள், பல நூறு உறுப்புக்களைக் கொண்ட குழுக்களாக உருவாக்கப்பட்டுள்ளன ; மற்றும் (ii) விண்மீன்களின் ஆக்கத்திற்கு மூலப்பொருளாயமைந்த விண்வெளிப் பொருளானது ஒலி வேகத்தினை மிஞ்சிய வேகத்துடன் கூடிய முறையற்ற இயக்க நிலையில் உள்ளது.

விண்வெளிப் பொருளானது பல்வேறு திசைகளில் இயங்கிக் கொண்டிருக்கும் சிறுமுகில்களின் வடிவில் இருந்த நிலையிலிருந்து மக்ரியா தன் கொள்கையைத் தொடங்குகிருர். சிறு பாதரசத் துளிகள் ஒன்றுடன் ஒன்று மோதி பெரிய துளிகளை உருவாக்குவது போல இச்சிறு முகில்களும் ஒன்று சேர்ந்து பெரியதொரு முகிலை உருவாக்குகின்றன. அம்முகிலானது போதுமான அளவுக்கு வளர்ந்த பின்னர் ஈர்ப்பாற்றலின் காரணமாகச் சுருங்கத் தொடங்குகிறது. அவ்வாறு சுருங்கும்போது அதனருகே செல்லக் கூடிய ஏனைய சிறுமுகில்களையும் வசப்படுத்திக்கொண்டு உறைகிறது. அத்தகைய உறைதலே விண்மீன்கள் உருவாவதற்கான முதனிலை உறைமானம் ஆகும்.

மேற்கூறப்பட்ட முதனிலை உறைமானம் **(condensation)** எந்த நிலையிலும் அதனை அணுகும் சிறுமுகில் அல்லது பருப்பொருளை மட்டுமே வசப்படுத்திக்கொள்ளும் ; அதனைப்பொருத்து அதிகக் கோண உந்தம் கொண்ட சிறுமுகிலை அது வசப்படுத்திக் கொள்ளாது. அத்தகைய சிறுமுகிலானது எந்த முதனிலை உறைமானத்தைப் பொருத்து குறைந்த கோண உந்தத்தைப் பெற்றுள்ளதோ அந்த உறைமானத்தால் மட்டுமே வசப்படுத்தப்படும். அவ்வாறு வசப்படுத்தப்படும்போது அம்முகிலின் கோண உந்தத்தில் ஒரு பகுதியானது, முதனிலை உறைமானங்களின் சார்பியக்கங்களாக மாற்றப்படுகிறது.

நமது கதிரவன் ஒரு விண்மீனுகையால் அது ஒரு முதனிலை உறைவின் பயனுய்த் தோன்றியதாகும். இந்நிலையில் அது, அதன் அருகில், அதன் ஈர்ப்புப் புலத்தில், ஒரே தளத்தில், ஒரே திசையில் சுழன்றுகொண்டிருக்கும் சிறு முகில்களைக் கவருகிறது. எனினும்

அம்முகில்கள் கதிரவனை நோக்கிய தங்களது பயணத்தின்போது ஆங்காங்கே இரண்டாம் நிலை உறைவுகளுக்கு ஆளாகின்றன. அத்தகைய உறைமானங்கள் தேவையான அளவுக்கு வளர்ந்தவுடன் ஈர்ப்பு விசையின் காரணமாகச் சுருங்கத் தொடங்கிக் கோள்களை உருவாக்குகின்றன.

பயிற்சி 8. 11

1. கதிரவக் குடும்பத்தின் தோற்றத்தைப் பற்றிய மக்ரியாக் கொள்கையை விளக்குக.
2. கதிரவக் குடும்பத்தில் அமைந்த கோள்கள் யாவை ?

8. 12. ரேடியோ வானியல்

8. 12. 1 முன்னுரை

ரேடியோ வானியல் என்பது வான்பொருள்களால் வெளிவிடப்படும் ரேடியோ அலைகளைக்கொண்டு விண்வெளியை ஆய்வு செய்யும் அறிவியல் துறையாகும். முப்பது ஆண்டுகளுக்கு முன்பு வரை விண்வெளி ஆராய்ச்சிக்கென அமைந்த ஒரே கருவி ஒளியியல் தொலைநோக்கியாகும். இத்தொலைநோக்கியானது 390 nm முதல் 750 nm (nm - nanometre - நேனோமீட்டர் - 10^{-9} மீட்டர்) வரையுள்ள அலைநீள நெடுக்கத்தில் அமைந்த புற ஊதா, கண்ணுறு ஒளி மற்றும் புறச்சிவப்புக் கதிர்களைப் பயன்படுத்துகிறது. ரேடியோ வானியலானது ஒருசில செண்டிமீட்டர்கள் முதல் சுமார் 100 மீட்டர்கள் வரை அமைந்த அலநீள நெடுக்கத்தையும் விண்வெளி ஆராய்ச்சிக்கு அளிக்கிறது.

ரேடியோ வானியலின் தோற்றமானது பிற, பல அறிவியற் கண்டுபிடிப்புகளைப் போன்றதொரு தற்செயல் நிகழ்ச்சியேயாகும். விண்வெளியிலிருந்து புவியை வந்தடையும் ரேடியோ அலைகளை 1932-ஆம் ஆண்டில் முதன்முதலில் கண்டுபிடித்த பெருமை கார்ல் G. ஜான்ஸ்கி (Karl G. Jansky) என்பவரையே சாரும். அவர் நீண்டதூரத் தொடர்புகளுக்கென, குற்றலை ரேடியோ ஏற்பிகளை உருவாக்குவதற்காகப் பின்னணி இரைச்சலை (Background noise) அளவிடும் பணியில் ஈடுபட்டிருந்தார். அப்பணியின்போது பெருமச் செறிவுடைய இரைச்சலானது எப்பொழுதும் ஒரு குறிப்பிட்ட திசையிலிருந்து வருவதைக் கண்டுபிடித்தார். இத்திசையானது பால்வழித்திரளின் மையத்தை நோக்குகிறது எனப் பின்னர் அறியப்பட்டது இதனைத் தொடர்ந்து மற்றொரு கண்டுபிடிப்பும்

நிகழ்ந்தது. அதாவது இரண்டாம் உலகப்போரின்போது பிரிட்டிஷ் இராணுவ அதிகாரிகள் நமது கதிரவனிலிருந்தே வரக்கூடிய ரேடியோ அலைகளைத் தற்செயலாகக் கண்டுபிடித்தனர்.

8. 12. 2 ரேடியோ வானியல் தொலைநோக்கி

வான்பொருள்கள் வெளிவிடும் ரேடியோ அலைகளை ஏற்பதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் கருவி ரேடியோத் தொலைநோக்கி என அழைக்கப்படுகிறது. இந்த ரேடியோத் தொலைநோக்கியானது திறன்மிக்கதோர் ஆய்வுக் கருவியாகும். எனினும் ரேடியோ அலைகளை வெளிவிடும் பொருளினை இனமறிவதற்கு ஒளியியல் தொலை நோக்கியின் துணையையே நாடவேண்டியுள்ளது. சென்ற இருபது ஆண்டுகளில் சில மிகப்பெரிய வியத்தகு ரேடியோத் தொலை நோக்கிகள் உருவாக்கப்பட்டு விண்வெளி ஆராய்ச்சியில் பயன் பட்டு வருகின்றன. நம்நாட்டிலும் தமிழ்நாட்டில் உதகமண்டலத்துக்கு அருகில் **முத்தொரை** என்னும் கிராமத்தில் டாடா அடிப்படை ஆராய்ச்சிக் கழகத்தினரால் (TIFR) நிறுவப்பெற்ற மிகப்பெரிய ரேடியோத் தொலைநோக்கி ஒன்று உள்ளது. அது முற்றிலும் இந்திய வல்லுநர்களால் உருவமைக்கப்பட்டு பெரும்பாலும் உள்நாட்டுப் பொருள்களைகொண்டே உருவாக்கப் பட்டுள்ளது.

ரேடியோத் தொலைநோக்கியானது நாம் வீடுகளில் பயன்படுத்தும் வானொலிப் பெட்டியின் அதே தத்துவத்தையே அடிப்படையாகக் கொண்டுள்ளது; ஆனால் வானொலிப் பெட்டியின் ஒலிப் பானுக்குப்பதில் தானியங்கு பதிவுக் கருவி ஒன்று உள்ளது. எனவே ரேடியோத் தொலைநோக்கி ஒன்று முக்கியமாக மூன்று பகுதிகளைக் கொண்டிருக்கும். அவையாவன : (i) ரேடியோ அலைகளை ஏற்பதற்கென அமைந்த **அன்டென்னு** அல்லது ஏரியல் ; (ii) அவ்வாறு ஏற்கப்பட்ட ரேடியோச் சைகைகளைப் பெருக்கித் தக்கவாறு கண்டுணர்வதற்கென அமைந்த **ரேடியோ ஏற்பி** மற்றும் (iii) அவ்வாறு கண்டுணரப்பட்ட ரேடியோச் சைகைகளைப் பதிவு செய்வதற்கான **பதிவுக் கருவி**.

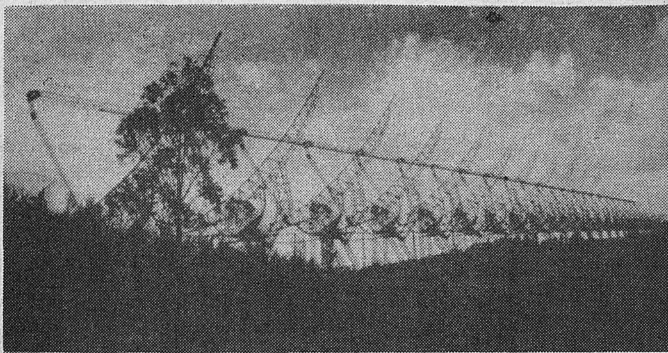
ரேடியோத் தொலைநோக்கி ஒன்று வானொலிப் பெட்டியின் பணிகளைச் செய்கிறது என்று முன்னரே கூறப்பட்டது. ஆயினும் அதனல் ஏற்கப்படும் ரேடியோச் சைகைகள் மிகவும் நலிந்திருக்குமாதலால் அதன் ஏற்பிகள் மிகுந்த உணர்வு நுட்பமுடையனவாய் அமைய வேண்டும். அதன் அன்டென்னு ஆய்வுக்குரிய பொருளிலிருந்து மட்டுமின்றி பிறபொருள்களிலிருந்து வரும் ரேடியோ அலைகளையும் ஏற்கிறது. பிறபொருள்களிலிருந்து வரும் ரேடியோ அலைகள் இரைச்சலாக அமைகின்றன. மேலும் ஏற்கப்படும்

ரேடியோச் சைகைகளின் அதிர்வெண்கள் ஓர் அகலமான அதிர்வெண் பட்டையில் அமைகின்றன. எனவே, ஏற்பியானது கலக்கிப் பிரிக்கும் அமைப்பு (super - heterodyne system) ஒன்றைப் பயன்படுத்தித் தேவையான சைகையைத் தெரிவுசெய்து பெருக்குகிறது. இவ்வாறு பெருக்கப்பட்ட சைகையானது அலைவுறு மின்னோட்ட வடிவில் இருக்குமாதலால், அது ஒருதிசை மாறு மின்னோட்டமாகத் தக்கவாறு திருத்தப்படுகிறது (rectified). இறுதியாக, இந்த மின்னோட்டமானது பதிவுக்கருவிக்கு அனுப்பப்படுகிறது. பதிவுக்கருவியானது அம்மின்னோட்டத்தைச் சீராக இயங்கும் காகித நாடா ஒன்றில் வளைகோடுகளாகப் பதிவு செய்கிறது; அல்லது காந்த நாடாக்களில் வெவ்வேறு அளவிலான காந்த மாக்கல்களாகப் (magnetization) பதிவு செய்கிறது. இக் காந்தநாடாக்கள் பின்னர் கணக்கிடும் பொறி ஒன்றில் பொருத்தப்பட்டு ஆய்வு செய்யப்பெறுகின்றன.

அன்டென்னாவைக் கருதுவோமாயின் அதன்மீது விழும் ரேடியோ அலைகளைச் சேமிப்பதே அதன் பணியாகும். இது பரவளையப் பரப்பைக்கொண்டதொரு பிரதிபலிப்பானாகும். இப் பிரதிபலிப்பான் அதன் மீது விழும் ரேடியோ அலைகளை, அதன் குவியத்தில் அமைந்த **இருகோல்** (dipole) ஒன்றின்மீது குவிக்கிறது. இந்த இருகோல் என்பது கிடைக்கோட்டில் சிறு இடைவெளியில் அமைக்கப்பட்ட இரு உலோகக் கோல்களாகும். இரு கோல்களின் மீது குவிக்கப்பட்ட ரேடியோ அலைகள் அதில் அதே அதிர்வெண்களைக் கொண்ட நலிந்த அலைவுறு மின்னோட்டங்களைத் தூண்டுகின்றன. இந்த மின்னோட்டங்கள் தொடக்கப் பெருக்கம் ஒன்று அளிக்கப்பட்ட பின்னர் பொது அச்சு இணைப்புக் கம்பிகள் (coaxial cables) மூலம் ஏற்பிக்கு அனுப்பப்படுகின்றன.

அன்டென்னாவை வந்தடையும் ரேடியோ அலைகள் மிகவும் நலிந்த நிலையில் இருக்குமாதலால் அன்டென்னாவானது மிகவும் பெரியதாகவும் உணர்வு நுட்பம் வாய்ந்ததாகவும் இருக்க வேண்டும். மேலும், அன்டென்னாவின் அளவை அதிகமாக்குவதன் மூலம் அதிகமான பகுதிறன்களைப் பெறமுடியும். இவ்வுண்மையானது ஒளியியல் தொலைநோக்கிகளில் பொருளருகு லென்சின் அளவை அதிகமாக்குவதன் மூலம் அவற்றின் ஒளி சேம்ப்புத்திறனையும் பகுதிறனையும் அதிகமாக்கலாம் என்னும் உண்மையை ஒத்ததாகும்; ஆயினும் அன்டென்னாவின் அளவுக்கு உச்சவரம்பினை ஏற்படுத்த பிற அம்சங்களும் உள்ளன. காட்டாக, இங்கிலாந்து நாட்டில் கேம்ப்ரிட்ஜ் என்னுமிடத்தில் உள்ள தொலை நோக்கியானது சுமார் 1000 மீட்டர் நீளமுள்ள அன்டென்னாவைக் கொண்டுள்ளது; இங்கிலாந்து நாட்டில் மான்செஸ்டர் என்னுமிடத்தில் உள்ள

ஜாட்ரல் பாங்க் (Jodrell Bank) ஆய்வகத்தில் அமைந்த பரவளையப் பிரதிபலிப்பான் சுமார் 76 மீ. விட்டம் கொண்டுள்ளது. உதகமண்டலத்துக்கருகில் உருளிப்பரவளைவு (cylindrical para-poloid) வடிவில் அமைந்த அன்டென்னு 529 மீ நீளமும் 30 மீ அகலமும் கொண்டுள்ளது.



படம் 8.4

உதகமண்டலம், முத்தொரைக் கிராமத்தில் அமைந்த அன்டென்னுவின் ஒரு தோற்றம்.

(நன்றி : **டாடா அடிப்படை ஆராய்ச்சிக் கழகம், பம்பாய்.**)

8. 12. 3 ரேடியோ வானியலின் சாதனைகள்

ரேடியோ வானியலானது அறிவியற் குடும்பத்தின் புதியதொரு குழந்தையெனினும் அது பலசாதனைகளைக் கொண்டுள்ளது. வானியல் அறிஞர்கள் அண்டத்தைப்பற்றி ஒளியியல் வானியல் (optical astronomy) மூலம் பெற்ற அறிவினைவிட பன்மடங்கு அறிவினை ரேடியோ வானியல் மூலம் பெற்றுள்ளனர். அதன் வியத்தகு கண்டுபிடிப்புகளுள் சில குவாசார்கள் (quasars) மற்றும் பல்சார்கள் (pulsars) எனப்படும் புதிய வான்பொருள்களாகும். பல்சார்கள், ஒழுங்கான கால இடைவெளிகளில் குறுகிய துடிப்புக்கள் வடிவிலமைந்த ரேடியோ அலைகளை வெளிவிடுகின்றன. அவை ஆயிரத்துத் தொள்ளாயிரத்து முப்பதாண்டுகளிலேயே (1930's) முன்னுரைக்கப்பட்ட நியூட்ரான் மீன்களே (Neutron stars) என இப்பொழுது இனமறியப்பட்டுள்ளன. கோள்களிலிருந்து தோன்றும் ரேடியோ அலைகளைப் பற்றிய அளவீடுகள் அக்கோள்களின் புறப்பரப்புகளின் வெப்பவியல் மற்றும் மின்சாரவியல் பண்புகளைப் பற்றிய தகவல்களை அளிக்கின்றன. ஒளி அலைகளைப் போலன்றி, ரேடியோ அலைகள் முகில்களையும் ஊடுருவ

வல்லவையாதலால் எப்பொழுதும் முகில் சூழ்ந்துள்ள வெள்ளி போன்ற கோள்களின் இயற்பியல் பண்புகளைப் பற்றிய ஆய்விலும் ரேடியோ வானியல் துணை புரிகிறது. ரேடியோ வானியலின் துணையினலேயே நாம் நமது விண்மீன் திரளின் வடிவைப் பற்றி அறிய முடிகிறது.

பயிற்சி 8. 12

1. ரேடியோ வானியல் என்றால் என்ன ?
2. ரேடியோத் தொலைநோக்கி செயற்படும் விதத்தைச் சுருக்கமாக விளக்குக.
3. ரேடியோ வானியலின் சாதனைகள் யாவை ?