செய்முறை பௌதிகம்

(இரண்டாம் புத்தகம்)

(பட்டப்படிப்பிற்குரியது)

த. கமலக்கண்ணன்,

சி. கிருட்டிணசாமி,

தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகம்

தமிழக அரசு

தமிழ் வெளியீட்டுக் கழக வரிசை எண்—231

செய்முறை பௌதிகம்

(இரண்டாம் புத்தகம்)

(பட்டப்படிப்பிற்குரியது)

ஆசிரியர்கள்

த. கமலக்கண்ணன்,
இணை பௌதிகப் பேராசிரியர்,
மாநிலக் கல்லூரி, சென்னை.

சீ. கிருட்டிணசாமி,
பௌதிகப் பேராசிரியர்,
அரசினர் கலைக் கல்லூரி, கோவை.

தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகம்

தமிழக அரசு

First Edition—April 1 70

B.T.P. No. 231

Bureau of Tamil Publications

PRACTICAL PHYSICS for B.Sc., Book-II
D. Kamalakkannan and
S. Krishnaswamy

Net Price Rs. 3-25
(No discount)

17393

Printed by

Bharani Press,
55, Perambur Barracks Road,
Madras-7.

அணிந்துரை

(திரு. இரா. நெடுஞ்செழியன், தமிழகக் கல்வி-சுகாதார அமைச்சர்)

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கி எட்டு ஆண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் பி.ஏ. வகுப்பு மாணவர்கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழிலேயே கற்று வந்தனர். 1968ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் புகுமுக வகுப்பிலும் (P.U.C.), 1969ஆம் ஆண்டிலிருந்து பட்டப்படிப்பு வகுப்புகளிலும் விஞ்ஞானப் பாடங்களையும் தமிழிலேயே கற்பிக்க ஏற்பாடு செய்துள்ளோம். தமிழிலேயே கற்பிப்போம் என முன்வந்துள்ள கல்லூரி ஆசிரியர்களின் ஊக்கம், பிறபல துறைகளிலும் தொண்டுசெய்வோர் இதற்கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித் தர முன்வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக இத் திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மனநிறைவும் தரத்தக்க வகையில் நடைபெற்று வருகிறது. இவ்வகையில், கல்லூரிப் பேராசிரியர்கள் மாணவர்க்குக் கலை, அறிவியல் பாடங்களைத் தமிழிலேயே பயிற்றுவிப்பதற்குத் தேவையான பயிற்சியைப் பெறுவதற்கு மதுரைப் பல்கலைக்கழகம் ஆண்டு தோறும் எடுத்துவரும் பெருமுயற்சியைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்ல வேண்டும்.

பல துறைகளில் பணிபுரியும் பேராசிரியர்கள் எத்தனையோ நெருக்கடிகளுக்கிடையே குறுகிய காலத்தில் அரிய முறையில் நூல்கள் எழுதித் தந்துள்ளனர்.

வரலாறு, அரசியல், உளவியல், பொருளாதாரம், தத்துவம், புவியியல், கணிதம், பௌதிகம், வேதியியல், உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல் ஆகிய எல்லாத் துறைகளிலும் தனி நூல்கள், மொழி பெயர்ப்பு நூல்கள் என்ற இரு வகையிலும் தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகம் நூல்களை வெளியிட்டுவருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்றான 'செய்முறை பௌதிகம்—II' என்ற இந்நூல் தமிழ்வெளியீட்டுக் கழகத்தின் 231ஆவது வெளியீடாகும். இதுவரை 266 நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன.

உழைப்பின் வாரா உறுதிகள் இல்லை; ஆதலின், உழைத்து வெற்றி காண்போம். தமிழைப் பயிலும் மாணவர்கள் உலக மாணவர்களிடையே சிறந்த இடம் பெறவேண்டும்; அதுவே தமிழன்னையின் குறிக்கோளுமாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக் கழகங்களின் பலவகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனம்கலந்த நன்றி உரித்தாகுக.

இரா. நெடுஞ்செழியன்

பொருளடக்கம்

பக்கம்

4. ஒலியியல் (Sound)

ஒத்ததிர்வு ... 1
சோனாமீட்டர் - குறுக்கதிர்வுகளின் விதிகள் ... 4
சோனாமீட்டர் - இசைக்கவையின் அதிர்வெண் காணல் 8
பரும ஒத்ததிர்வி ... 9
இசைக்கவையின் அதிர்வெண் - விழும் பட்டை முறை ... 11
'குண்ட்' குழாய் ... 13
'மெல்டீ' சோதனை ... 17

5. காந்த இயல் (Magnetism)

விலகு காந்தமானி—காந்தத் திருப்புதிறன்களை ஒப்பிட்டுப் பார்த்தல் ... 21
விலகு காந்தமானி—M, H இவற்றைக் காணல் ... 33
விலகு காந்தமானி—இருமடி எதிர்விதியைச் சரிபார்த்தல் —காந்தத்தின் முனைவலிமையைக் காணல் 39
அலைவு காந்தமானி—இருமடி எதிர்விதி—காந்தமுனை வலிமை ... 49
ஆடி காந்தமானி—இருமடி எதிர்விதியைச் சரிபார்த்தல் 53
இரும்பின் தயக்கக் கண்ணி—காந்தமானி முறை ... 57

6. மின்னியல்

பக்கம்

P.O. பெட்டி—மின்தடை எண் ... 64

மீட்டர் பாலம்—மின்தடை எண் ... 67

டேஞ்செண்ட் கால்வனாமீட்டரின்—அம்மீட்டரின் அளவுத் திருத்தம் ... 70

செம்பின் மின் வேதிய எண் ... 74

மின்னோட்டத்தினால் கம்பிச் சுருளின் அச்சுக்கோட்டில் ஏற்படும் காந்தவயல்—விலகு காந்தமானி ... 77

கம்பிச் சுருளில் மின்னோட்டத்தினால் அதன் அச்சுக் கோட்டில் ஏற்படும் காந்தவயல்—அலைவுக் காந்தமானி ... 81

மின்பகு பொருளின் மின்கடத்தல் ... 84

மின்னழுத்தமானி—இரு கலங்களின் மின் இயக்கு விசைகளை ஒப்பிட்டுப் பார்த்தல் ... 87

மின்னழுத்தமானி—மின்னோட்டம்—அம்மீட்டர் அளவுத் திருத்தம் ... 91

மின்னழுத்தமானி—மின்தடை காணல் ... 95

மின்னழுத்தமானி—கலத்தின் அக மின்தடை ... 98

மின்னழுத்தமானி—மின்னழுத்தமானியைப் படித்தரப் படுத்தல்—குறைந்த நெடுக்க வோல்ட் மீட்டரை அளவுத்திருத்தம் செய்தல் ... 100

மின்னழுத்தமானி—உயர் நெடுக்க வோல்ட் மீட்டர்-அளவுத் திருத்தம் ... 102

ராலே மின்னழுத்தமானி ... 105

காரிஃபாஸ்டர் பாலம் ... 107

மின்தடை வெப்பநிலை எண் ... 110

வெப்ப எந்திர ஆற்றல் இணைமாற்று—மின்னியல் முறை 113

தொங்கு சுருள் கால்வனாமீட்டர்—கால்வனாமீட்டர் மின்தடை, மின்னோட்ட, மின்னழுத்த உணர்வு நுட்பங்கள் ... 116

பக்கம்

தொங்கு சுருள் கால்வனுமீட்டர்—குறைந்த மின்தடைகளை ஒப்பிட்டுப் பார்த்தல் ... 120

தொங்கு சுருள் அல்லது ஆடி கால்வனுமீட்டர்—உயர்ந்த மின்தடைகளை ஒப்பிடுதல் ... 123

வெப்ப மின் இரட்டையின் மின் இயக்கு விசை—நேர் விலகல் முறை ... 125

வெப்ப மின் இரட்டையின் மின் இயக்குவிசை—மின்னழுத்தமானி முறை ... 128

அலைவு காட்டும் கால்வனுமீட்டர்—கால்வனுமீட்டரின் மாறிலி ... 132

காந்தத்தின் முனை வலிமை துருவு சுருள் ... 138

அலைவு காட்டும் கால்வனுமீட்டர்—மின் கலங்களின் மின் இயக்குவிசைகளை ஒப்பிடுதல் ... 141

அலைவு காட்டும் கால்வனுமீட்டர்—மின்கலத்தின் அக மின்தடை காணல் ... 144

அலைவு காட்டும் கால்வனுமீட்டர்—மின்தேக்கியின் சார்பிலாத் திறன் காணல் ... 146

அலைவு காட்டும் கால்வனுமீட்டர்—பரிமாற்று மின் தூண்டுதல்களை ஒப்பிடுதல் ... 150

பரிமாற்று மின்தூண்டல்—சார்பிலா அளவு ... 152

புவி தூண்டல் கருவி ... 155

ஆண்டர்சன் முறை—தன்மின்தூண்டுதல் எண் ... 159

டிரையோடு வால்வின் பண்புகள் ... 161

செய்முறை பௌதிகம்

(இரண்டாம் புத்தகம்)

4. ஒலியியல்

1. ஒத்ததிர்வு (Resonance)

நோக்கம்

1. காற்றில் ஒலியின் வேகத்தை நிர்ணயித்தல்.
2. இசைக்கவையின் (tuning fork) அதிர்வெண் (frequency) காணல்.

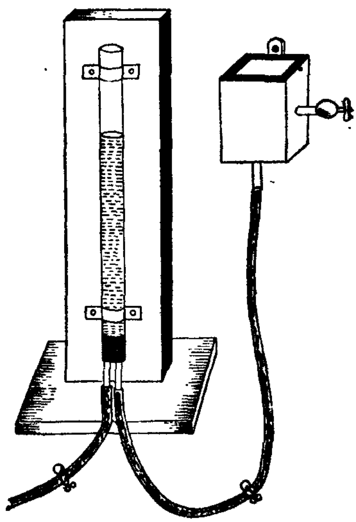
ஆய்கருவிகள்

ஒத்ததிர்வுத் தம்ப ஆய்கருவி (Resonance column apparatus), இசைக்கவைகள், சிறிய ரப்பர் சுத்தி.

கருவி விளக்கம்

ஒரு மீட்டர் நீளம், மூன்று நான்கு சென்டிமீட்டர் விட்டமுள்ள கண்ணாடிக் குழாய் செங்குத்துப் பலகையில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

குழாயின் கீழ்முனை இரு துளையுள்ள ரப்பர் கார்க்கினால் மூடப்பட்டிருக்கும். நீர்த்தேக்கி ஒன்று ரப்பர் குழாயினால், ஒரு துளையிலுள்ள சிறு கண்ணாடிக் குழாயுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மற்றத் துளையிலுள்ள சிறு கண்ணாடிக் குழாயில், ரப்பர் குழாய்த் திருகு இருக்கியுடன் (screw clip) இணைக்கப்பட்டுள்ளது.



IV·1

படம் 1

நீர்த்தேக்கியை ஏற்றி இறக்கி, கண்ணாடிக் குழாயில் நீர் மட்டத்தை உயர்த்த, தாழ்த்த முடியும். நீர் மட்டத்தைத் துல்லிய

மாக மாற்றத் திருகு இருக்கியைப் பயன்படுத்தி நீரை வெளிப் படுத்தலாம்.

செய்முறை

குழாயில் நீர்மட்டத்தை மேல் முனையிலிருந்து 10 செ.மீ.-ல் வை. அதிக அதிர்வெண்ணுள்ள இசைக்கவையை ரப்பர் சுத்தியால் அதிரவைத்துக் குழாயின் முனைக்குச் சற்றுமேல், குழாயில் படாமல் பிடி. கவை எழுப்பும் ஒலி அலைகள், நீர்மட்டம் வரை சென்று திரும்பிவரும்.

குழாயின் நீர்மட்டத்தை மெல்லக் கீழிறக்கினால், ஒரு நிலையில், ஒலி நல்ல வலிமையுடன் கேட்கும். ஓரிருமுறை இசைக் கவையை இயக்கி, மிக்க வலிமையுடன் ஒலி கேட்கும் நிலையில், நீர்மட்டத்தைச் சரிசெய்து நிறுத்து. நீர்மட்டத்திலிருந்து குழாயின் மேல் முனைவரையுள்ள காற்றுத் தம்பம், இசைக்கவையுடன் ஒத்ததிரும் தம்பம் (Resonating column). இந் நீளத்தைச் சரியாக அளந்து குறித்துக்கொள்.

நீர்த்தேக்கியை யிறக்கி, குழாயில் நீர்மட்டத்தை யிறக்கிக் கொண்டே போனால், இன்னொரு மட்டத்திலும் இசைக்கவையை முன்போலப் பிடிக்கும்பொழுது ஒலி வலிமையுடன் கேட்கும். இரண்டு மூன்று முறை துல்லியமாக நீர்மட்டத்தைச் சரிசெய்து ஒலி வலிமையாகக் கேட்கும் நிலையில் நிறுத்தி, ஒத்ததிரும் காற்றுத் தம்பத்தின் நீளத்தை அள.

இவ்வாறே ஒவ்வோர் இசைக் கவைக்கும் ஒத்ததிரும் காற்றுத் தம்ப நீளங்களைக் கண்டுபிடி.

காட்சிப் பதிவுகளை அட்டவணைப்படுத்துக :

வரிசை எண்	இசைக்கவையின் அதிர்வெண் N	ஒத்ததிரும் காற்றுத் தம்பத்தின் நீளம்		அலை நீளம் $2(l_2-l_1) = \lambda$	காற்றில் ஒலி வேகம் $N\lambda$
		முதல் நீளம் l_1	இரண்டாம் நீளம் l_2		
1	256	a	a^1		
		b	b^1		
		c	c^1		
	சராசரி				
2	426				
3					

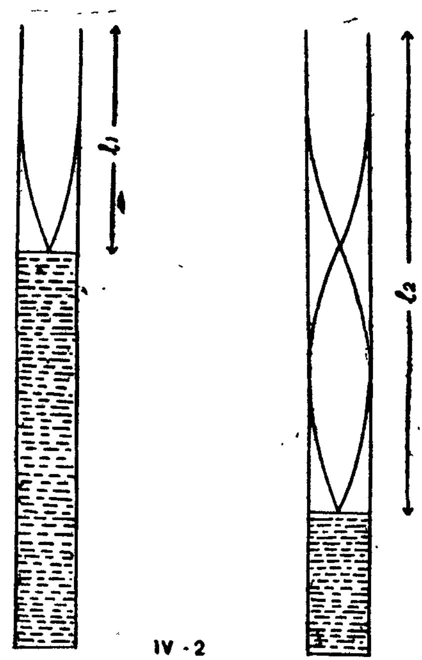
சோதனைக்கூடத்தின் வெப்பநிலை = $t°$ செ.கி.
இவ்வெப்ப நிலையில் காற்றில் ஒலியின் வேகம் $= V_t$ மீட்டர்கள் வினடிக்கு
ஒலி வேகம் காற்றின் வெப்ப நிலையைச் சார்ந்தது.

$$V_t = V_0\sqrt{1+\frac{t}{273}} = V_0 \sqrt{1+\alpha t}$$

V_t = $t°$ செ.கி.ல் ஒலியின் வேகம்.
V_0 = $0°$ செ.கி.ல் ஒலியின் வேகம்.
α = காற்றின் பருமப் பெருக்கெண்.
இவ் வாய்பாட்டைப் பயன்படுத்தி V_0 ஐக் கணக்கிடு.

கொள்கை

அதிரும் இசைக் கவையுடன் ஒத்ததிரும் காற்றுத் தம்பத்தில் நிலை அலைகள் (stationary waves) உள்ளன. நீர்மட்டத்தினருகில்,



IV · 2

படம் 2

நிலை அலையின் கணுவும் (node), குழாயின் திறந்த முனையருகில் எதிர்க் கணுவும் (antinode) இருக்கும்.

$$l_1 + c = \frac{\lambda}{4} \quad (1)$$

l_1 — கவையுடன் ஒத்ததிரும் குறைந்த நீளத்தம்பம்.

c — முனைத்திருத்தம் (எதிர்க்கணு குழாயின் முனைக்குச் சற்று மேலே யிருப்பதால்).

λ — ஒலி அலை நீளம்.

அதே கவையுடன் அடுத்த ஒத்ததிரும் தம்பத்தின் மிகை நீளம் 'l_2' ஆனால்,

$$l_2 + c = 3\frac{\lambda}{4} \quad (2)$$

$(2) - (1): \; l_2 - l_1 = \frac{\lambda}{2}, \; \lambda = 2(l_2 - l_1)$

ஒலியின் வேகம் $V = n\lambda$.

n — ஒலியின் அதிர்வெண்.

λ — ஒலியின் அலை நீளம்.

'c' ஐக் கணக்கிட, $(2) - 3x(1) = l_2 - 3l_1 = 2c$

$$c = \frac{l_2 - 3l_1}{2}$$

2. சோனாமீட்டர் (Sonometer)

கம்பிகளில் குறுக்கதிர்வுகளின் விதிகள் (Laws of transverse vibrations of strings).

நோக்கம்

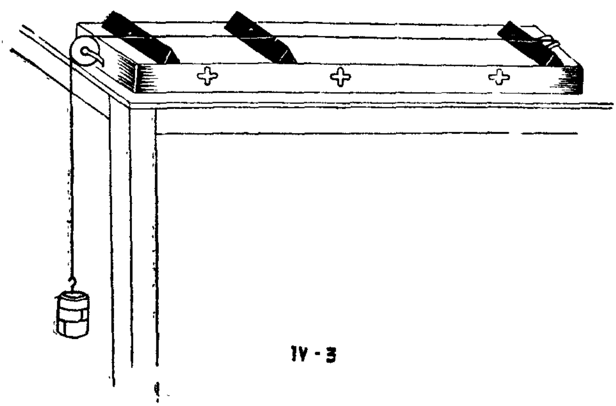
கம்பிகளில் குறுக்கதிர்வுகளின் விதிகளைச் சரியெனக் காட்டுதல்.

ஆய்கருவிகள்

சோனாமீட்டர் இசைக்கவைகள், எடைதாங்கி, எடைகள், கத்தி முனைகள் (knife edges).

கருவிகள் விளக்கம்

சோனமீட்டர், தக்கையான பலகையினுல் செய்யப்பட்ட, 120 செ.மீ. நீளமும், 10 செ.மீ. அகலமும், 10 செ.மீ. உயரமுமுள்ள பெட்டியாகும். பெட்டியின் மேல்தளத்தின் இரு முனைகளருகிலும் முப்பட்டைக் கட்டைகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இவைகளின் மேலோரங்களில் உலோகப் பட்டைகள் பதித்திருக்கும். பெட்டியின்மேல் ஒரு முனையில் கம்பிகளைக் கட்ட, இரும்பு அல்லது பித்தளை முனைகள் இறுகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். மற்ற முனையில் இரு கப்பிகள் உள்ளன.



படம் 3

மீட்டர் அளவுகோலொன்று, மேல் பலகையில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

சோதனைக்குப் பயன்படுத்த, தனியே இரு கத்திமுனைகளுண்டு.

செய்முறை

எஃகு அல்லது பித்தளைக் கம்பியின் ஒரு முனையைச் சோன மீட்டர் முனையில் பிணைத்து, கப்பியின்மேல் கொணர்ந்து, மறு முனையில் எடைதாங்கியைக் (weight hanger) கட்டித் தொங்க விடு. 3 அல்லது 4 கிலோகிராம் எடைகளைத் தாங்கியில் வை.

மீட்டினுல் ஒலி யெழுப்புமாறு, கம்பி நன்குக இழுபட்டிருக்கும். கம்பியின்கீழ் இரு கத்தி முனைகளை வை. இவைகளின் உயரம் கம்பியின் மட்டத்தைச் சற்றே உயர்த்துமாறு இருக்க வேண்டும். இவைகளினிடையே உள்ள கம்பியின் பகுதியை

மீட்டி அதிரவை. எழும் ஒலியை, ஓர் இசைக்கவையை அதிர வைத்துப் பெட்டியின்மேல் வைத்து எழும் ஒலியுடன் ஒப்பிட்டுப் பார். கம்பியின் அதிரும் நீளத்தை மாற்றினால், அதன் அதிர்வெண் மாறும். கத்தி முனைகளினிடை நீளத்தை மாற்றி, அப்பகுதி, இசைக்கவையின் அதிர்வெண்ணுடன் அதிருமாறு செய். ஒலிகளைக் காதினால் கேட்டே இவ்வாறு செய்யலாம்.

இயலாவிட்டால், '∧' வடிவத்தில் கத்தரித்த சிறு காகிதத் துண்டை, கத்தி முனைகளுக்கிடையிலுள்ள கம்பியின் பகுதியின் மையத்தில் வை. இசைக் கவையை அதிரவைத்து சோனாமீட்டர் மீது வை. இசைக் கவைக்குரிய ஒலி கேட்கும். கம்பியில் அதிரும் பகுதி இதே சுர (pitch) ஒலியை எழுப்பக் கூடியதாக இருந்தால், கம்பி தானாகவே அதிரும். காகிதத்துண்டு எறியப்படும். கத்தி முனைகளுக்கிடையே உள்ள நீளத்தை மாற்றி, அதிரும் இசைக் கவையைப் பெட்டியின் மேல் வைத்து, கம்பி தானே அதிரும்படி செய். அந்த நீளத்தைக் குறித்துக் கொள். இம்மாதிரி அதிர்வது ஒத்ததிர்வினாலாகும்.

இவ்வாறே மூன்று நான்கு இசைக் கவைகளுக்கு, ஒத்ததிரும் கம்பியின் நீளங்களைக் கண்டுபிடி. கீழுள்ள அட்டவணையிலெழுது.

வரிசை எண்	இசைககவையின் அதிர்வெண் N	கமபியின் அதிரும் பகுதியின் நீளம் l செ.மீ	N×l
	512	—	—
	340	—	—
	256	—	—

$N \times l$ ஒரு மாறிலியாகவிருக்கும்.

இது $l \propto \frac{1}{N}$ என்ற முதல் விதியைச் சரியெனக் காட்டும்.

அடுத்து, ஒரே இசைக்கவையை வைத்து, கம்பியை இழுக்கும் விசையை—எடைதாங்கியில் எடையை—மாற்றி, கம்பியின் ஒத்ததிரும் பகுதியின் நீளங்களை, மூன்று நான்கு எடைகளுக்குக் கண்டுபிடி.

காட்சிப் பதிவுகளைக் கீழுள்ள அட்டவணையில் குறித்து இரண்டாவது விதியின் உண்மையைக் காண்.

இசைக்கவையின் அதிர்வெண் =

வரிசை எண்	கம்பியின் இழுவிசை (Tension) $T = mg$ டைன்கள்	கம்பியின் அதிரும் பகுதியின் நீளம் l	$\frac{\sqrt{T}}{l}$
1	3000 × 980	—	—
2	3500 × 980	—	—
3	—	—	—

$\frac{\sqrt{T}}{l}$ — மாறிலியாகும், அதிர்வெண் இவ்வாறே மாறாதிருக்கையில். இவ்வாறே வேறிரு இசைக்கவைகளை வைத்துச் சோதனை செய்.

மூன்றாவது விதி

வெவ்வேறு கம்பிகளின் இழுவிசையும், அதிர்வெண்ணும் ஒன்றாயிருந்தால், $l\sqrt{m}$ மாறிலியாகும்.

l — கம்பியின் அதிரும் பகுதியின் நீளம்.

m — ஒரு செ.மீ. நீளத் துண்டுக் கம்பியின் நிறை.

ஒரே இசைக் கவையைப் பயன்படுத்தி, விட்டங்கள் அல்லது கம்பியாக்கப்பட்ட பொருள்கள் வெவ்வேறான இரண்டு கம்பிகளைச் சம இழுவிசைக்குட்படுத்தி அவைகளின் அதிரும் நீளங்களைக் கண்டுபிடி.

அட்டவணை

இழுவிசை T =

அதிர்வெண் N =

ஒரு செ.மீ. நீளமுள்ள கம்பியின் நிறை m	கம்பியின் அதிரும் பகுதி நீளம் l	$l\sqrt{m}$

$l\sqrt{m}$ மாறிலியாகவிருக்கும்.

ஒரு செ.மீ. கம்பியின் நிறையைக் கணக்கிட, மாதிரி கம்பி யின் நிறையைக் கண்டு, கம்பியின் நீளத்தால் வகு.

அல்லது $\pi r^2 d$ என்ற வாய்பாட்டினுல், கம்பியின் ஆரத்தைத் திருகு அளவியால் அளந்து, அடர்த்தி எண்ணை அறிந்து, கணக்கிடு.

ஆய்பயன் =

3. சோனுமீட்டர் (Sonometer)

இசைக் கவையின் அதிர்வெண் காணல் (Determination of frequency of tuning fork)

நோக்கம்

ஓர் இசைக் கவையின் அதிர்வெண்ணைக் கண்டுபிடித்தல்.

ஆய்கருவிகள்

சோனுமீட்டர், இசைக்கவை, எடைதாங்கி, எடைகள், பித்தளை அல்லது எஃகு கம்பி, திருகு அளவி.

செய்முறை

எஃகு அல்லது பித்தளைக் கம்பியின் ஒரு முனையை சோனு மீட்டர் மேலுள்ள முனையில் இருகக் கட்டி, கம்பியின் மேல் கொணர்ந்து, மறுமுனையில் எடைதாங்கியைக் கட்டித் தொங்க விடு. 3 அல்லது 4 கிலோகிராம் எடையைத் தாங்கியில் வை. இரு கத்தி முனைகளைக் கம்பியினடியில் வை.

கம்பியை மீட்டி ஒலியைக் கவனி. இசைக் கவையைத் தட்டி சோனுமீட்டரில் வைத்து எழும் ஒலியைக் கேள். இரு ஒலிகளும் ஒத்திசைக்குமாறு கம்பியின் அதிரும் பகுதியின் நீளத்தைச் சரி செய். அந்த நீளத்தைச் சரியாக அள.

கம்பியின் இழுவிசையை மாற்றி, இரண்டு மூன்று விசைகளுக்கு, இசைக் கவையுடன் ஒத்ததிரும் நீளங்களை நிர்ணயித்துக் குறித்துக் கொள்.

காட்சிப் பதிவுகளை அட்டவணைப்படுத்து.

வரிசை எண்	கம்பியில் இழுவிசை $mg = T$ டைன்ஸ்	கம்பியின் அதிரும் பகுதியின் நீளம் 'l' செ.மீ.	$\frac{\sqrt{T}}{l}$
1			
2			
3			
4			

$$\frac{\sqrt{T}}{l} \text{ ன் சராசரி } =$$

கம்பியின் விட்டத்தைத் திருகு அளவியால் ஐந்தாறு இடங்களில் கண்டுபிடித்து ஆரத்தைக் கணக்கிடு.

ஒரு செ.மீ. கம்பியின் நிறை 'm' $= \pi r^2 d$ கிராம். d கம்பியாக்கப்பட்ட பொருளின் அடர்த்தி எண்.

$n = \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{T}{m}} = \frac{1}{2\sqrt{m}} \frac{\sqrt{T}}{l}$ இவ்வாய்பாட்டினால் 'n'ஐக் கணக்கிடு.

4. பரும ஒத்ததிர்வி (Volume Resonater)

நோக்கம்

காற்றின் பருமனுக்கும் அதன் ஒத்ததிர்வெண்ணுக்கும் உள்ள தொடர்பு காணல்.

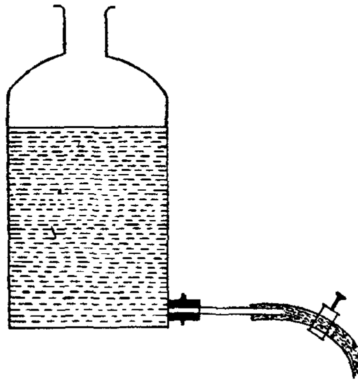
கருவிகள்

ஆஸ்பிரேட்டர் பாட்டில், இசைக் கவைகள், அளவு ஜாடி.

செய்முறை

1 அல்லது 2 லிட்டர் பிடிக்கும் ஆஸ்பிரேட்டர் பாட்டில் ஒன்றில் அதன் கீழ்ப்பகுதியில் பக்கவாட்டிலுள்ள புறவாயில் (outlet) ஒரு துளையுள்ள ரப்பர் மூடியைப் பொருத்து.

அத்துளையில் சிறு கண்ணாடிக் குழாயைச் சொருகு. கண்ணாடிக் குழாயில் ரப்பர்க் குழாயை இணை. ரப்பர்க் குழாயை அழுத்தி யடைக்க ஒரு 'திருகு இறுக்கி' யைக் (screw clip) குழாயில் பொருத்து. இறுக்கியை நன்றாகத் திருகி, ஆஸ்பிரேட்டர் பாட்டிலில் நீரை ஊற்றி நிரப்பு.



IV-4

படம் 4

அதிக அதிர் வெண்ணுள்ள இசைக்கவை (tuning fork ஒன்றை அதிரச்செய்து ஏற்பு வாயின் அருகில் வை. ரப்பர்க் குழாய் வழியாக நீரை மெல்ல வெளிப்படுத்து. பாட்டிலில் நீர் மட்டம் இறங்கும். ஒரு மட்டத்தில் பாட்டிலில் நீருக்குமேல் இருக்கும் காற்று இசைக்கவையுடன் ஒத்ததிரும். ஒலி வன்மையாகக் கேட்கும். சிறிய அளவில் நீரைச் சேர்த்து வெளிப்படுத்தி, மிக்க வன்மையுடன் ஒலி கேட்கும் பொழுது, நீர் மட்டத்தை நிலைப்படுத்து.

ஒத்ததிரும் காற்றின் பருமனை, அளவு ஜாடியால், பாட்டிலை நிரப்புதற்கான நீரை ஊற்றிக் கண்டுபிடி.

இவ்வாறே மற்ற இசைக் கவைகளைக் கொண்டு, ஒத்ததிரும் காற்றின் பருமன்களைக் கண்டு கீழுள்ள அட்டவணையில் குறி.

வரிசை எண்	இசைக்கவையின் அதிர்வு எண் n	ஒத்ததிரும் காற்றின் பருமன் v	n^2v	
1.				
2.				
3.				
4.				

n^2v — மாறிலியாக இருக்கும்.

n^2, v இரண்டிற்கும் வரைபடம் வரை.

'v'க்கு கழுத்துத் திருத்தம் காண்.

5. இசைக் கவையின் அதிர்வு எண்

விழும் பட்டை முறை (Fall plate apparatus)

நோக்கம்

விழும் தகட்டுக் கருவியால் இசைக்கவையின் அதிர்வு எண் காணல்.

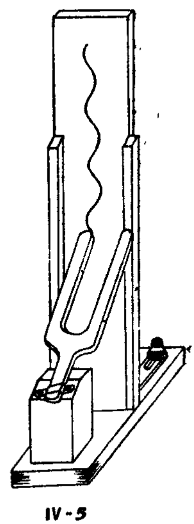
கருவிகள்

விழும் பட்டைக் கருவி, இசைக்கவை, வெர்னியர் நுண்ணோக்கி (Vernier Microscope).

கருவியின் விளக்கம்

பலத்த அடித்தளத்தின்மேல் மரப்பலகை ஒன்று செங்குத்தாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இப்பலகையின் ஓரங்களில் ஒரு செவ்வகக் கண்ணாடிப் பட்டை விழுமாறு (Grooves) வருவிகள் உள்ள சட்டங்கள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

இந்த மரப்பலகையை நோக்கிச் சாய்ந்தவாறு இசைக் கவையைப் பற்றிப் பிடிக்க அடித்தளத்தில் ஒரு தாங்கி உள்ளது. இத்தாங்கியைப் பலகைக்கு அருகிலும் தொலைவிலும் தள்ளி நிறுத்த முடியும். இசைக் கவையின் ஒரு முனையிலிருந்து நீட்டிக் கொண்டிருக்குமாறு நான்கைந்து செ.மீ. நீளமுள்ள மெல்லிய கம்பி (stylus) நன்றாக ஒட்டி வைக்கப்பட்டிருக்கும். கண்ணாடிப் பட்டை விழும்போது, இக்கம்பியின் முனை, பட்டையில் அழுத்தமின்றிப் படுமாறு; இசைக் கவையைத் தள்ளிப் பொருத்த வேண்டும். கண்ணாடிப்பட்டை, வருவிகள் வழியே தளத்தில் வேகமாக விழுந்து உடையாதிருக்க, ரப்பர் துண்டு அல்லது பஞ்சு விழுமிடத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கும்.



IV-5
படம் 5

செய்முறை

புகை எழும்படி எரியும் எண்ணெய் விளக்கை எரியவிட்டு, கண்ணாடிப் பட்டையின் ஒரு பக்கத்தில் ஒரே கனத்திற்குக் கரியைப் பூசு. பட்டையின்மேல் ஓரத்தில் ஒரு கயிற்றைக் கட்டி, சட்டங்களிலுள்ள கீற்றுகளுக்கு இடையில் தொங்கவிடு. கரி பூசிய பக்கம் இசைக்கவையை நோக்கியிருக்கட்டும். பட்டையின் கீழ் ஓரம் இசைக் கவையிலிருக்கும் கம்பிமுனை மட்டத்திலிருக்க வேண்டும். கம்பியின் முனை கண்ணாடிப் பட்டையில் சற்றே பட்டுக்

கொண்டிருக்க வேண்டும். கண்ணாடிப் பட்டை செங்குத்தாக உள்ளதா எனச் சரிபார்.

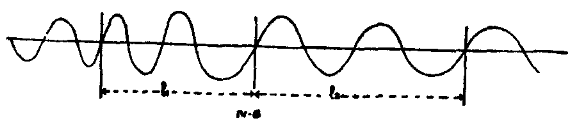
இசைக்கவையைத் தட்டி அதிர வை. கண்ணாடிப் பட்டை விழுமாறு அதைத் தொங்கவிடப்பட்டிருக்கும் கயிற்றை வெட்டு அல்லது கொளுத்தி அறு.

தடையேதுமின்றிக் கண்ணாடிப் பட்டை கீழே விழுகையில் கரி படிந்த பக்கத்தில் ஓர் அலைகோடு (wavy line) மெல்லிய கம்பியால் கீறப்படும்.

திறம்படச் செய்தால் பட்டையின் கரி பூசிய பக்கத்தில் நல்ல தோர் அலைகோட்டினைப் பெறலாம். பட்டையை வெளியில் எடுத்து, கீற்றின் நடுவில் மெல்லிய நேர்க்கோட்டை ஊசியால் வரை. இந்தக் கோட்டை இசைக்கவையிலுள்ள கம்பியாலேயே பட்டையை எடுக்கும்போது வரையலாம்.

நுண்ணோக்கியின் கண்ணருகு கருவியில் குறுக்குக் கம்பிகளைத் தெளிவாகத் தெரியும்படி செய்து நுண்ணோக்கியைச் செங்குத்தாக வை. நுண்ணோக்கியின் மேடையில் கண்ணாடிப் பட்டையை வைத்து, அதில் வரையப்பட்ட நடு கோடு தெளிவாகத் தெரியுமாறு நுண்ணோக்கியைக் குவியப்படுத்து. நுண்ணோக்கியை ஒரு கோடியிலிருந்து மறு கோடிக்கு நகர்த்தினால் எந்த இடத்திலும் அந்தக் கோடு நுண்ணோக்கியில் தெரியுமாறு கண்ணாடிப் பட்டையைச் சரி செய்து வை.

அலைகோடும், நேர்க்கோடும் வெட்டும் இடங்கள், குறுக்குக் கம்பிகள், வெட்டுப் புள்ளியுடன் ஒன்றித் தெரியுமாறு, நுண்ணோக்கியைக் குவியப்படுத்து. அலைகோடும் நேர்க்கோடும்



படம் 6

வெட்டுமிடங்களில் முதலிரண்டு மூன்றை விட்டு, மற்ற இடங்களில் வரிசையாக நுண்ணோக்கியைத் தள்ளி 'வெர்னியர் காட்சிப் பதிவு எண்களை எடு.

கொள்கையும் கணக்கிடுதலும்

l_1 — முதலிரண்டு அலைகளின் மொத்த நீளம்

l_2 — அடுத்த இரண்டு அலைகளின் மொத்த நீளம்

= இரண்டு அலைவுகளுக்கு நேரம்

$$l_1 = u\,t + \tfrac{1}{2}\,g\,t^2$$

$$l_2 = (u + gt)\,t + \tfrac{1}{2}\,gt^2$$

$$l_2 - l_1 = gt^2 = g\left(\frac{2}{N}\right)^2$$

N — இசைக் கவையின் அதிர்வெண்.

$$N^2 = \frac{g\,2^2}{l_2 - l_1}$$

g — புவி ஈர்ப்பு முடுக்கம்.

$$N = 2\sqrt{\frac{g}{l_2 - l_1}}$$

நுண்ணோக்கி வெர்னியரின் மீச்சிற்றளவு.

நீளங்கள் அளக்கப்பட்ட முழு அலைகள் = 2

	l_1 முதலிரண்டு அலைகளின் நீளம்	l_2 அடுத்த இரண்டு அலைகளின் நீளம்	$n = 2\sqrt{\frac{g}{l_2 - l_1}}$

ஆய்பயன்

6. குண்ட் குழாய் (Kundt's Tube)

நோக்கம்

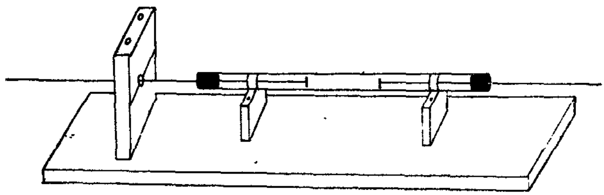
1. ஒரு தண்டில் ஒலியின் வேகத்தைக் கண்டுபிடித்தல்.
2. தண்டாக்கப்பட்ட பொருளின் 'யங்' குணகம் காணல்.

ஆய்கருவிகள்

'குன்ட்' குழாய்க் கருவி, கார்க் தூள்.

கருவியின் விளக்கம்

குன்ட் குழாய்க் கருவியில் சுமார் 150 செ.மீ. நீளமும் 4 செ.மீ. அல்லது 5 செ.மீ. விட்டமுமுள்ள கண்ணாடிக் குழாய் ஒன்று நீண்ட பலகையில் சிறு மரத்தாங்கிகளில் பிடித்துப் பொருத்தப்



IV - 7

படம் 7

பட்டிருக்கும். 120 செ.மீ. நீளம், 1 அல்லது $1\frac{1}{2}$ செ.மீ. விட்டமுள்ள ஒரு பித்தளை அல்லது மர நீள் உருளைத் தண்டு குழாயினுள் 30, 40 செ.மீ. நுழைக்கப்பட்டு, பலகையின் ஓரத்தில் பற்றியால் (clamp) பிடித்து வைக்கப்பட்டிருக்கும். இப் பற்றி அரைவிட்ட வெட்டுகளுடைய இரு கட்டைகளால் ஆனது. இவ்வெட்டுகளுக்கு இடையே தண்டை அழுத்திப் பிடிக்க, மேல் கட்டையைத் திருகுகளினால் அடிக்கட்டையுடன் நெருக்கிச் சேர்க்க வேண்டும். தண்டின் மையம் இப்பற்றியிலிருக்கும். தண்டின் அச்சும் (axis) குழாயின் அச்சும் ஒரே கோட்டில் கிடைமட்டமாக இருக்கும். குழாயினுள்ளிருக்கும் தண்டின் முனையில் வட்டமான சிறு அட்டை அல்லது கார்க் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இதன் விட்டம் குழாயின் விட்டத்தைவிடச் சற்றுக் குறைவாக இருக்கும்.

கண்ணாடிக் குழாயின் மறுகோடியில் ஒரு கார்க் வழியே ஒரு நீள் உருளைத் தண்டு சொருகப்பட்டிருக்கும். இதன் உள் முனையில் சிறிய வட்டத் தகடு அல்லது கார்க் முதல் தண்டிலுள்ளதுபோல் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இத் தண்டை எளிதாகக் குழாய்க்குள்ளும் வெளியிலும் தள்ள முடியும்.

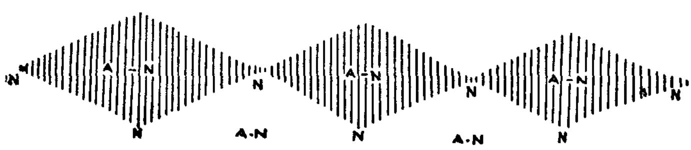
செய்முறை

குழாயின் உட்புறத்தை வெப்பக் காற்றைச் செலுத்தி உலர்த்த வேண்டும். குழாயை எடுத்து, புன்சன் தீயின் மீது (Bunsen flame) காட்டியும் உலர்த்தலாம். குழாயைத் தாங்கிகளில் வைத்து, அதனுள் உலர்ந்த கார்க் தூளைக் கொட்டி, ஒரு மீட்டர் அளவுகோலினால் பரப்பு.

நீண்ட தண்டைக் குழாயினுள் நுழைத்து தண்டின் மையத்தைப் பற்றியில் கெட்டியாகப் பிடித்துப் பொருத்து. குறுகிய தண்டைக் குழாயின் மற்ற முனையினுள் நுழைத்துவை.

வெளியில் நீட்டிக்கொண்டிருக்கும் பற்றியில் பிடிபட்ட நீண்ட தண்டின் பகுதியை உரைசலால் நெட்டலைவு எழும்படி செய். இப்படிச் செய்ய, தோல் அல்லது முரட்டுத் துணியில் கோந்துப் பொடியைத் தூவி, தண்டை உருவி இழுக்கலாம். தண்டின் நெட்டதிர்வுகள், குழாயினுள்ளிருக்கும் காற்றில் அலைகளை விளைவிக்கும். இவ்வலைகள் மற்றத் தண்டின் முனையில் எதிரொலித்து நிலை அலைகள் ஏற்படும். இதற்கேற்றவாறு எதிரிலுள்ள தண்டின் முனையைத் தள்ளிவைத்துக்கொள்ள வேண்டும். அதிரும் தண்டின் முனையில் அலைகளின் (anti-node) எதிர்க் கணுவும் மற்றத் தண்டின் முனையில் கணுவுமிருக்கும் (node).

குழாயினுள் உள்ள கார்க் துகள்கள் காற்றினால் அதிர்ச்சியுறுகையில் அவை வரிவரியாகப் படத்தில் காட்டியவாறு அமையும். துகள்கள் நெருங்கிக் குவிந்த இடங்களைக் கணுக்களாகவும், துகள்கள் குறைந்து காணுமிடங்களை எதிர்க் கணுக்களாகவும் கொள்ளலாம்.



படம் 8

இம்மாதிரி அமைப்புத் தெளிவாகக் கிடைத்தபிறகு கணுக்களிடை நீளங்களை அளந்து சராசரியைக் கணக்கிடு.

அட்டவணை

கணு வின் வரிசை எண்	மீட்டர் அளவு கோல் அளவு	கணுக்களிடை நீளம் l செ.மீ.	காற்றில் அலை நீளம் $= \lambda = 2l$
1			
2			
3			
4			

காற்றில் 0°C-ல் ஒலிவேகம் = 330 மீட்டர்கள் / விநாடிக்கு
காற்றில் சூழ்வெப்ப நிலையில் = V_t மீட்டர்கள் / விநாடிக்கு
ஒலிவேகம்

$$= 330 \times \left(1 + \frac{t}{546}\right) \text{ மீட்டர்/விநாடிக்கு.}$$

V_t ஐக் கணக்கிட்டுக்கொள்.

ஒலியின் அதிர்வு எண் $= \frac{V_t}{\lambda}$ காற்றில் $= N$

நீண்ட தண்டின் நீளம் $= L$ செ.மீ.

தண்டில் ஒலி வேகம் $= \frac{V_t}{\lambda} \times 2 \times L$ செ.மீ./விநாடிக்கு
$= V$ செ.மீ. விநாடிக்கு

$V = \sqrt{\frac{q}{\rho}}$ ρ தண்டின் அடர்த்தி எண்.

'q' தண்டின் 'யங்' குணகம்

V, ρ இவைகளைத் தெரிந்து 'q' வைக் கணக்கிடு. 'ρ' கண்டு பிடிக்க, தண்டின் மாதிரித் துண்டைக் காற்றில், நீரில் நிறுத்துக் கணக்கிடலாம்.

கொள்கை

நடுவில் பற்றப்பட்டிருக்கும் தண்டு முதல் சுரத்தில் நெட்டதிரும்போது தண்டின் முனைகள் எதிர்க் கணுக்களாகவும் நடுப் புள்ளி கணுவாகவும் இருக்கும்.

L — தண்டின் முழு நீளம் ஆனல்
முதல் சுரத்தின் அலை நீளம் $= 2\,L$ செ.மீ.
குழாயில் காற்றில் இதனுல் எழுப்பப்படும் சுரத்தில்
அலை நீளம் $= 2\,l$ செ.மீ.
l = கார்க் துகள்களில் கணுக்களுக்கு இடை தூரம்.
காற்றில் ஒலி வேகம் $V_t = n \times 2l$
தண்டில் ஒலி வேகம் $V = n \times 2L$

$$\frac{V}{V_t} = \frac{L}{l} \qquad \therefore V = V_t \frac{L}{l}$$

ஆய்பயன் =

7. மெல்டீ சோதனை (Melde's Experiment)

நோக்கம்

கம்பியில் குறுக்கதிர்வுகளின் விதிகளின் உண்மையைச் சரி பார்த்து ஓர் அதிர்வியின் (vibrator) அதிர்வு எண் காணல்.

கருவிகள்

மின்னேட்டத்தால் அதிரும் இசைக் கவை அல்லது அதிரும் இரும்புப் பட்டை, 6 வோல்ட் பாட்டரி, முளைச்சாவி, மின் தடை மாற்றி, மெல்லிய நூலுருண்டை, நிறைதட்டு.

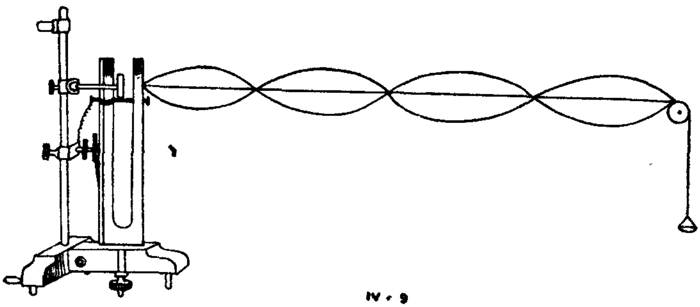
விளக்கம்

அதிரும் இரும்புப் பட்டை (vibrating iron strip) 20, 25 செ.மீ. நீளம், 2 செ.மீ. அகலம், 3, 4 மி.மீ. கனமுள்ளது. இவ் வதிர்வியின் முனை ஒரு பற்றியில் இறுகப் பிடிபட்டு இருக்கும். மற்ற முனைக்கு எதிரில் சிறு மின்காந்தம் பொருத்தப்பட்டு இருக்கும். இம்முனையின் மறுபக்கத்தில் பிளாட்டினம் புள்ளியுள்ள சிறிய பித்தளைப் பட்டை ரிவெட் செய்யப்பட்டிருக்கும். பிளாட் டினப் புள்ளிக்கு எதிரில் ஒரு திருகு அமைப்பு இருக்கும். இத் திருகைப் பிளாட்டினப் புள்ளியில் படும்படி திருகிவைக்கலாம். மின்காந்தச் சுருளின் ஒரு முனையை அதிர்வியில் உள்ள திருகு முனையில் (terminal on fork or prong) இணைக்க வேண்டும். மறு முனையைப் பாட்டரி, முளைச்சாவி, மின்தடை மாற்றி இவை களின் வழியே பிளாட்டினப் புள்ளிக் கெதிரிலுள்ள திருகு அமைப் புடன் இணைக்க வேண்டும். மின்னேட்டத்தால் அதிரும் இசைக் கவையும் இதுபோலவே யிருக்கும். மின்காந்தம் அதிருங் கரங் களுக்கிடையில் வைக்கப்பட்டிருக்கும்.

செய்முறை

மின் சுற்றை இணைத்து பிளாட்டினப் புள்ளியை எதிரிலுள்ள திருகைத் தொடுமாறு வை. முளைச் சாவியால் சுற்றை மூடு. மின்காந்தம் இயங்கி அதிர்வியை இழுக்கும். இதனுல் மின் சுற்று திறக்கப்படும். மின்காந்தம் இயங்காது. அதிர்வி முன்னிருந்த நிலைக்குச் சென்று, பிளாட்டினப் புள்ளித் திருகைத் தொடும். மறுபடி மின்னேட்டமேற்பட்டு மின்காந்த மியங்கும். இவ்வாறே அதிர்வி தொடர்ந்து அதிரும். மின் தடையைப் பயன்படுத்தி அதிர்வியைச் சீராக அதிரும்படி செய்.

மின்சுற்றைத் திறந்து அதிர்வை நிறுத்து. அதிர்வியின் மேல் முனையில் 3 அல்லது 4 மீட்டர் நீளமுள்ள மெல்லிய நூலின் முனையைக் கட்டு. நூலை 3 மீட்டர் தொலைவிலுள்ள கப்பியின் மேல் கொணர்ந்து மறுமுனையில் அட்டையாலான சிறு தட்டு ஒன்றைத் தொங்கவிடு.



படம் 9

அதிர்வியைத் திருப்பி, அதிர்வு நூலில் நெட்டதிர்வை (longitudinal vibrations) விளைவிக்குமாறு வை. நிறைத்தட்டில் 4, 5 கிராம் எடையை வை. நூல் நன்ருக இழுபட்டிருக்கும்.

மின்சுற்றை மூடு. அதிர்வு ஏற்படும்பொழுது, அதிர்விக்கும் கப்பிக்குமுள்ள தூரத்தை நீட்டிக் குறைத்து நூலில் நிலை அலைகளேற்படுமாறு செய்.

படத்திலுள்ளவாறு ஐந்தாறு வளையங்கள் (loops) அமைந்து படத்திலுள்ளதுபோல் காணப்படும்.

நூலில் கணுக்களிடை தூரங்களை மீட்டர் அளவுகோலில் அள.

எடையை மாற்றி நூலிழுப்பு விசையை மாற்றினால் கணுக்களிடை தூரம் மாறும். மூன்று நான்கு எடைகளுக்குக் காட்சிப் பதிவுகளை எடு.

அதிர்வியைத் திருப்பி, நூலில் குறுக்கதிர்வுகள் (transverse vibration) சென்று திரும்பி நிலை அலைகளேற்படுமாறு செய்து முன்போலவே எடைகளை மாற்றிக் கணுக்களிடை தூரங்களை அள.

நூலுருண்டையிலிருந்து, 10 அல்லது 15 மீட்டர் அளந்தெடுத்து, அதன் நிறையைத் துல்லியமாகக் கண்டுபிடி. ஒரு செ.மீ. நூலின் நிறையைக் கணக்கிடு.

அட்டவணை 1

நெட்டதிர்வுகள்

அதிர்வியின் அதிர்வு எண் $= n$

நூலிலதிர்வு எண் $= \frac{n}{2}$

வரிசை எண்	எடைத்தட்டு உட்பட இழுவிசை $mg = T$ டைன்கள்	n வளையங்களின் மொத்த நீளம்	ஒரு வளையத்தின் நீளம் 'l' செ.மீ.	$\frac{\sqrt{T}}{l}$
1				
2				
3				

$\frac{\sqrt{T}}{l}$-ன் சராசரி

1 செ.மீ. நூலின் நிறை $= m$ கிராம்

$n = \frac{1}{l}\sqrt{\frac{T}{m}}$ என்ற வாய்பாட்டினால் n ஐக் கணக்கிடு.

$$= \frac{1}{\sqrt{m}} \frac{\sqrt{T}}{l}$$

அட்டவணை 2

குறுக்கதிர்வுகள்

அதிர்வியின் அதிர்வு எண் = நூலில் அதிர்வு எண்

$$\therefore n = \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{T}{m}}$$

வரிசை எண்	எடைத்தட்டு உட்பட இழுவிசை $mg = T$ டைன்கள்	n வளையங்களின் மொத்த நீளம்	ஒரு வளையத்தின் நீளம் 'l' செ.மீ.	$\frac{\sqrt{T}}{l}$
1				
2				
3				

$\frac{\sqrt{T}}{l}$-ன் சராசரி

$n = \frac{1}{2\sqrt{m}}, \frac{\sqrt{T}}{l}, \frac{\sqrt{T}}{l}$-ன் சராசரி மதிப்பைக் கொண்டு, 'n' ஐக் கணக்கிடு.

ஆய்பயன் =

5. காந்தவியல்

1. விலகு காந்தமானி
(Deflection Magnetometer)

காந்தத் திருப்புதிறன்களை ஒப்பிட்டுப் பார்த்தல்
(Comparison of Magnetic Moments)

நோக்கம்

விலகு காந்தமானியைக் கொண்டு இரு காந்தங்களின் காந்தத் திருப்புதிறன்களை ஒப்பிடல்.

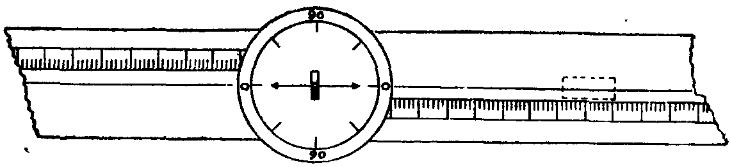
தேவையான ஆய்கருவிகள்

விலகு காந்தமானி, இரு காந்தங்கள், அளவுகோல்.

அமைப்பு

விலகு காந்தமானியில் ஒரு பெரிய காந்த முள் பெட்டி (Compass box), நீண்ட மரச்சட்டம் ஒன்றின் நடுவில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. பெட்டியின் இரு புறங்களிலும் மரச் சட்டத்தின் நீளத்திற்கு இணையாக இரு அளவுகோல்கள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. காந்தமுள் பெட்டி பித்தளை அல்லது காந்தவியலற்ற (non-magnetic) பொருளாலான உருளை வடிவப் பெட்டி. கண்ணாடித் தகட்டால் மூடப்பட்டுள்ள இப் பெட்டியின் அடிப்பாகத்தின் மையத்தில் ஒரு கூரான சுழற்சித் தானம் (pivot) பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இச் சுழற்சித் தானத்தின் மேல் சமச் சீராக ஒரு சிறிய காந்த ஊசி கிடைமட்டமாக அமைக்கப் பட்டுள்ளது. ஊசியில் பொருத்தப்பட்டுள்ள அகேட்டுத் (agate) தளம் கூரான சுழற்சித் தானத்தின் மேல் அமர்ந்துள்ளது. காந்த ஊசியினால் அதன் மையம் வழியாகச் செல்லும் செங்குத்து அச்சைப்பற்றி கிடைத்தளத்தில் தடையில்லாமல் சுழல முடியும்.

ஒரு நீண்ட அலுமினியக் குறிமுள் ஊசியின் மையத்திலும் ஊசிக்கு நேர் குத்தாகவும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. அலுமினியக் குறிமுள்ளின் முனைகள் பெட்டியின் அடியில் பொருத்தப் பட்டுள்ள ஒரு வட்ட அளவுகோலின்மீது (circular scale) நகருகின்றன. வட்ட அளவுகோலைக் கொண்டு குறிமுள்ளின் விலகல்களை அளக்க முடியும். வட்ட அளவுகோல் ஒரு சமதள ஆடியின்மீது அமர்ந்துள்ளது. இதில் அலுமினியக் குறிமுள்ளின்



படம் 1

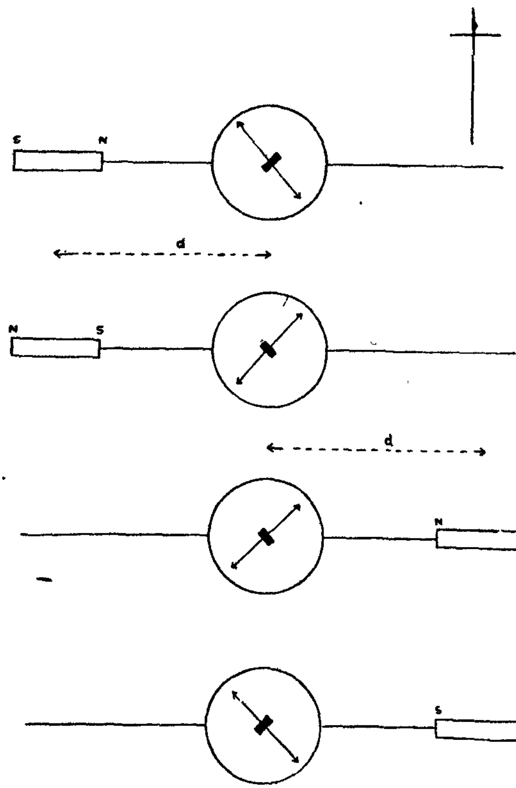
பிம்பம் தெரியும். இதனுதவியால் இடமாறு தோற்றப் பிழையை (parallax error) நீக்கிக் காட்சிப் பதிவுகளைக் காணலாம். வட்ட அளவுகோல் கால் வட்டங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டு ஒவ்வொரு பகுதியிலும் 0 முதல் 90 முடிய பாகை அளவுகள் குறிக்கப்பட்டுள்ளன. காந்த முள் பெட்டியை மட்டும் சுழற்றி அலுமினியக் குறிமுள்ளின் ஒவ்வொரு முனையும் வட்ட அளவு கோலிலுள்ள ஒரு சுழி அளவீட்டுக் குறியின்மேல் அமையுமாறு செய்ய முடியும்.

I. சமத் தொலைவு முறை (Equal Distance Method)

1. டேன்—A நிலை (Tan—A Position) அல்லது நீளவாக்கு நிலை (End on Position)

விலகு காந்தமானியை மேசைமீது அதன் நீளம் கிழக்கு-மேற்காக உள்ளவாறு வை. அதனருகிலிருந்து காந்தங்களையும், காந்தவியலுள்ள பொருள்களையும் அப்புறப்படுத்து. மரச் சட்டத்திலுள்ள அளவுகோல், அலுமினியக் குறிமுள்ளிற்கு இணையாக இருக்குமாறு அமை. பின்னர் காந்தமுள் பெட்டியை மட்டும் சுழற்றி அலுமினியக் குறிமுள்ளின் இரு முனைகள், சுழி அளவுக் குறிகளைக் காட்டுமாறு அமை. இரு காந்தங்களுள் ஒன்றை ஒரு கரத்தின்மீது (காந்தமுள் பெட்டிக்கு மேற்கில்) வை. காந்தத்தின் அச்சு கிடைமட்டமாகவும், புவி காந்த வடக்கு தெற்கு திசைக்கு நேர்க் குத்தாகவும், அதன் அச்சுக் கோடு (axial line) காந்தமுள் பெட்டியிலுள்ள காந்த ஊசியின் மையம் வழியாகச் செல்லுமாறும் அமை. இதுவே டேன்—A நிலை

அல்லது நீளவாக்கு நிலை எனப்படும். காந்த ஊசியும், அத்துடன் இணைக்கப்பட்ட அலுமினியக் குறிமுள்ளும் விலகும். குறிமுள்ளின் விலகல் (deflection) 30° யிலிருந்து 60°க்குள்ளிருக்குமாறு காந்தத்தின் மையத்திற்கும், காந்தமுள் பெட்டியின் மையத்திற்குமிடையேயுள்ள தொலைவைச் சரி செய். இத்தொலைவைத் திருத்தமாக அள (d). அலுமினியக் குறிமுள்ளின் இரு முனைகளின் விலகல்களையும் (θ_1, θ_2) காண். காந்தத்தை முனைக்கு முனை திருப்பி அதே தொலைவில் அமைத்து அலுமினியக் குறிமுள்ளின் இரு காட்சிப் பதிவுகளைக் காண் (θ_3, θ_4). பின்னர் காந்தத்தை விலகு



படம் 2

டேன்—A நிலை

காந்தமானியின் மற்றக் கரத்தில் (காந்தப் பெட்டிக்குக் கிழக்கில்) அதே தொலைவில், முன் வைத்தவாறு வைத்து நான்கு காட்சிப் பதிவுகளைக் காண் (θ_5, θ_6, θ_7, θ_8). எட்டுக் காட்சிப் பதிவுகளின்

சராசரி மதிப்பைக் கணக்கிடு (θ). இதுவே டேன்—A நிலையில், d தொலைவுக்கு காந்தம் உண்டாக்கும் விலகல்.

காந்தத்தின் மையத்திற்கும் காந்த ஊசியின் மையத்திற்கு மிடையேயுள்ள தொலைவை மாற்றிச் சோதனையைத் திரும்பச் செய்.

முதல் காந்தத்தை அப்புறப்படுத்து. இரண்டாவது காந்தத்தை விலகு காந்தமானியின் கரங்களில் வைத்து, முதல் காந்தத்திற்குக் கண்டவாறு அதே தொலைவுகளுக்கு ஒவ்வொரு தொலைவிற்கும் சராசரி விலகலைக் காண்.

கணக்கிடுதல் : இரு காந்தங்களின் காந்தத் திருப்புதிறன், நீளம் இவற்றை முறையே M_1, M_2 ; $2l_1$, $2l_2$ எனவும், புவிக்காந்த வயலின் கிடைத்தளச் செறிவை H எனவும் கொள்வோம். ஒவ்வொன்றும் 'd' தொலைவிலுள்ளபொழுது இக் காந்தங்கள் உண்டாக்கும் சராசரி விலக்கத்தை முறையே α, β எனக் கொண்டால்,

$$\frac{2M_1 d}{(d^2 - l_1^2)^2} = H \tan \alpha$$

$$\frac{2 M_2 d}{(d^2 - l_2^2)^2} = H \tan \beta$$

ஆதலால்,

$$\frac{M_1}{M_2} \times \frac{(d^2 - l_2^2)^2}{(d^2 - l_1^2)^2} = \frac{\tan \alpha}{\tan \beta}$$

$$\text{அல்லது} \quad \frac{M_1}{M_2} = \frac{\tan \alpha}{\tan \beta} \times \frac{(d^2 - l_1^2)^2}{(d^2 - l_2^2)^2}$$

இச் சமன்பாட்டைக் கொண்டு காந்தங்களின் காந்தத் திருப்புதிறன்களின் விகிதத்தைக் கணக்கிடு.

காட்சிப் பதிவுகளை அட்டவணைப்படுத்து. ஒவ்வொரு குறிப்பிட்ட தொலைவுக்கும் கண்ட காட்சிப் பதிவுகளைக் கொண்டு காந்தத் திருப்புதிறன்களின் விகிதத்தைக் கணக்கிடு. சராசரி விகிதத்தைக் காண்.

காட்சிப் பதிவுகள்

காந்தமும் அதன் காந்தத் திருப்பு திறனும்	வரிசை எண்	காந்தத்தின் தொலைவு d	காந்தம் பெட்டிக்குக் கிழக்கில்				காந்தம் பெட்டிக்கு மேற்கில்				சராசரி விலகல் θ	$\tan\theta$
			வட முனை கிழக்காக		வட முனை மேற்காக		வட முனை கிழக்காக		வட முனை மேற்காக			
			θ	θ	θ_3	θ_4	θ_5	θ_6	θ_7	θ_8		
முதற்காந்தம் M_1	1											
	2											
	3											
இரண்டாம் காந்தம் M_2	1											
	2											
	3											

முதற் காந்தத்தின் நீளம் $2l_1$ = ... செ.மீ.
இரண்டாவது காந்தத்தின் நீளம் $2l_2$ = ... செ.மீ.

வரிசை எண்	காந்தத்தின் தொலைவு d	சராசரி விலக்கத்தின் டேஞ்சன்ட்		$\frac{M_1}{M_2} = \frac{(d^2 - l_1^2)^2}{(d^2 - l_2^2)^2} \times \frac{\tan\alpha}{\tan\beta}$
		முதற் காந்தத்திற்கு $\tan\alpha$	இரண்டாவது காந்தத்திற்கு $\tan\beta$	
1				
2				
3				

சராசரி $\frac{M_1}{M_2}$ =

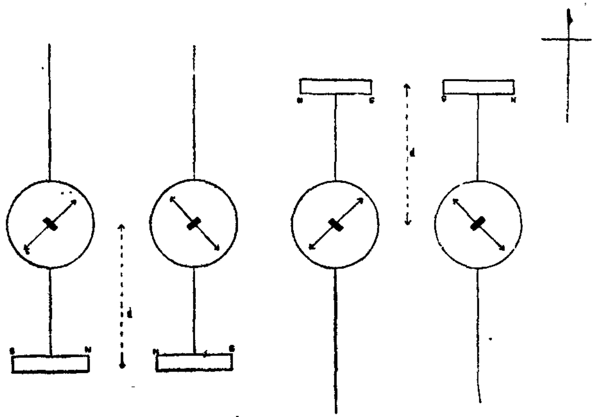
2. டேன்—B நிலை (Tan—B position) அல்லது பக்கவாட்டு நிலை (Broad side—on position)

செய்முறை : விலகு காந்தமானியை அதன் நீண்ட சட்டம் தெற்கு வடக்காக உள்ளவாறு வை. அதன் அருகிலுள்ள காந்தங்களையும், காந்தவியலுள்ள பொருள்களையும் அப்புறப்படுத்து. மரச் சட்டத்திலுள்ள அளவுகோல் அலுமினியக் குறிமுள்ளுக்குச் செங்குத்தாக இருக்குமாறு வை. பின்னர் காந்தமுள் பெட்டியை மட்டும் சுழற்றி அலுமினியக் குறிமுள்ளின் இரு முனைகள் சுழி அளவுக் குறிகளைக் காட்டுமாறு செய். இரு காந்தங்களுள் ஒன்றை ஒரு கரத்தின்மீது (காந்தமுள் பெட்டிக்கு வடக்கில்) வை. காந்தத்தின் அச்சு கிடைமட்டமாகவும், காந்தத்தின் நடு வரைகோடு (equatorial line) காந்தமுள் பெட்டியிலுள்ள காந்த ஊசியின் மையம் வழியே புவிகாந்த வடக்குத் தெற்கில் உள்ளவாறும் வை. இதுவே டேன் - B நிலை அல்லது பக்கவாட்டு நிலை எனப்படும். காந்த ஊசியும், அலுமினியக் குறிமுள்ளும் விலகும். குறிமுள்ளின் விலகல் 30°யிலிருந்து 60°க்குள்ளிருக்குமாறு காந்தத்தின் மையத்திற்கும் காந்தமுள் பெட்டியின் மையத்திற்கும் உள்ள தொலைவைச் சரிசெய். இத் தொலைவை (d) அள. அலுமினியக் குறிமுள்ளின் இரு முனைகளின் விலகல்களையும் (θ_1, θ_2) காண். காந்தத்தை முனைக்கு முனை திருப்பி, அதே இடத்தில் அமைத்து அலுமினியக் குறிமுள் முனைகளின் காட்சிப் பதிவுகளைக் (θ_3, θ_4) காண். பின்னர் காந்தத்தை விலகு காந்தமானியின் மற்றக் கரத்தில் (காந்தமுள் பெட்டிக்குத் தெற்கில்) அதே தொலைவில் அதே முறையில் வைத்து நான்கு விலகல்களைக் (θ_5, θ_6, θ_7, θ_8) காண். எட்டுக் காட்சிப் பதிவுகளின் சராசரி மதிப்பைக் கணக்கிடு (θ).

இதுவே டேன்—B நிலையில் 'd' தொலைவுக்குக் காந்தம் உண்டாக்கும் விலகல்.

காந்தத்தின் மையத்திற்கும், காந்த ஊசிப்பெட்டியின் மையத்திற்குமிடையேயுள்ள தொலைவை மாற்றிச் சோதனையைத் திரும்பச்செய்.

முதல் காந்தத்தை அப்புறப்படுத்து. இரண்டாவது காந்தத்தை விலகு காந்தமானியின் கரங்களில் வைத்து, முதல் காந்தத்திற்குக் கண்டவாறு, அதே தொலைவுகளுக்கு, ஒவ்வொரு தொலைவிற்கும் சராசரி விலகலைக் காண்.



படம் 3

கணக்கிடுதல்: இரு காந்தங்களின் காந்தத்திருப்புதிறன், நீளம் இவற்றை முறையே M_1, M_2 ; $2l_1$, $2l_2$ எனவும், புவிக்காந்தவயலின் கிடைத்தளச் செறிவை H எனவும் கொள்வோம். ஒவ்வொன்றும் 'd' தொலைவிலுள்ளபொழுது இரு காந்தங்கள் உண்டாக்கும் சராசரி விலகல்களை முறையே α, β எனக் கொண்டால்,

$$\frac{M_1}{(d^2 + l_1^2)^{3/2}} = H \tan \alpha$$

$$\frac{M_2}{(d^2 + l_2^2)^{3/2}} = H \tan \beta$$

ஆதலால் $$\frac{M_1}{M_2} \times \frac{(d^2 + l_2^2)^{3/2}}{(d^2 + l_1^2)^{3/2}} = \frac{\tan \alpha}{\tan \beta}$$

அல்லது

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{\tan \alpha}{\tan \beta} \times \frac{(d^2 + l_1^2)^{3/2}}{(d^2 + l_2^2)^{3/2}}$$

காட்சிப் பதிவுகள்

காந்தமும் அதன் காந்தத் திருப்பு திறனும்	வரிசை எண்	காந்தத்தின் தொலைவு	காந்தம் பெட்டிக்குத் தெற்கில்				காந்தம் பெட்டிக்கு வடக்கில்				சராசரி விலக்கம் θ	tan θ
			வட முனை கிழக்காக		வட முனை மேற்காக		வட முனை கிழக்காக		வட முனை மேற்காக			
			θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	θ_5	θ_6	θ_7	θ_8		
முதற்காந்தம் M_1	1											
	2											
	3											
இரண்டாம் காந்தம் M_2	1											
	2											
	3											

முதற் காந்தத்தின் நீளம் : $2l_1$ ..... செ.மீ.

இரண்டாம் காந்தத்தின் நீளம் : $2l_2$ ...... செ.மீ.

வரிசை எண்	காந்தத்தின் தொலைவு d	சராசரி விலக்கத்தின் டேஞ்சன்ட்		$\frac{M_1}{M_2}=\frac{(d^2+l_1^2)^{3/2}}{(d^2+l_2^2)^{3/2}}\times\frac{\tan\alpha}{\tan\beta}$
		முதற் காந்தத்திற்கு $\tan\alpha$	இரண்டாவது காந்தத்திற்கு $\tan\beta$	
1				
2				
3				

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{\tan \alpha}{\tan \beta} \times \frac{(d^2+l_1^2)^{3/2}}{(d^2+l_2^2)^{3/2}}$$

இச் சமன்பாட்டைக்கொண்டு காந்தங்களின் காந்தத் திருப்புதிறன்களின் விகிதத்தைக் கணக்கிடு.

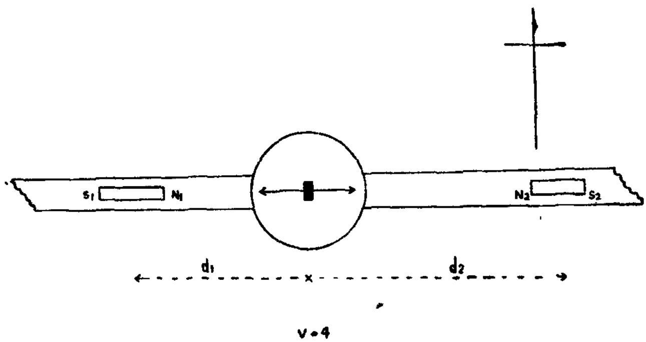
காட்சிப் பதிவுகளை அட்டவணைப்படுத்து. ஒவ்வொரு குறிப்பிட்ட தொலைவுக்கும் கண்ட காட்சிப் பதிவுகளைக் கொண்டு, காந்தத் திருப்புதிறன்களின் விகிதத்தைக் கணக்கிடு. சராசரி விகிதத்தைக் காண்.

II. சம விலக்க முறை (Equal Deflection Method) அல்லது சுழி விலக்க முறை (Null Deflection Method)

1. டேன்-A நிலை

கொடுக்கப்பட்டுள்ள காந்தங்களுள் ஒன்றை டேன்-A நிலையில் அமைக்கப்பட்ட விலகு காந்தமானியின் ஒரு கரத்தின்மீது (காந்தமுள் பெட்டிக்கு மேற்கில்) வை. காந்தத்தின் நீளம் கிடைமட்டமாகவும், புவிகாந்த வடக்கு தெற்கிற்கு நேர்க் குத்தாகவும், காந்தத்தின் அச்சுக்கோடு ஊசியின் மையம் வழியாகச் செல்லுமாறும் அமை. காந்தத்தின் மையத்திற்கும், காந்தமுள் பெட்டியின் மையத்திற்கு மிடையேயுள்ள தொலைவு (d) ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு இருக்குமாறு வை. இரண்டாவது காந்தத்தை முதல் காந்தத்தை வைத்தது போலவே எதிர் கரத்தின்மீது (காந்தமுள் பெட்டிக்குக் கிழக்கில்) வை. இரு காந்தங்களின் வடமுனைகளும் எதிர்த் திசைகளை நோக்கியிருக்குமாறு அமை. முதல் காந்தத்தின் தொலைவை நிலையாக இருக்கச்செய்து அலுமினிய குறிமுள்ளின் விலகல் சுழியாகும் வரை இரண்டாவது காந்தத்தை நகர்த்து. இரண்டாவது காந்தத்தின் மையத்திற்கும், காந்தமுள் பெட்டியின் மையத்திற்கு மிடையேயுள்ள தொலைவை (X_1) அள. இரு காந்தங்களையும் முனைக்கு முனை திருப்பு. முதல் காந்தத்தை முன்னர் வைக்கப்பட்ட அதே தொலைவில் வைத்து இரண்டாவது காந்தத்தை விலகல் சுழியாகும்வரை நகர்த்து. இரண்டாவது காந்தத்தின் மையத்திற்கும், காந்தமுள் பெட்டியின் மையத்திற்கு மிடையேயுள்ள தொலைவை (X_2) அள. காந்தங்களை ஒரு புயத்திலிருந்து மற்றொரு புயத்திற்கு மாற்றி, முதல் காந்தத்தை முன்னர் வைக்கப்பட்ட அதே தொலைவில் வைத்துச் சோதனையைத் திரும்பச் செய்து, விலகல் சுழியாக இரண்டாவது காந்தத்தின் தொலைவுகளை (X_3, X_4) அள. இரண்டாவது காந்தத்தின் நான்கு தொலைவுகளுக்குச் (X_1, X_2, X_3, X_4) சராசரியைக் கணக்கிடு. இதை (d_2) எனக் கொள்.

மொத்த விலகல் சுழியாவதால் காந்தமுள் பெட்டியின் மையத்தில் முதல் காந்தத்தின் வயல் வலிமைச் செறிவும் இரண்



படம் 4

டாவது காந்தத்தின் வயல் வலிமைச் செறிவும் சமமாகவும், ஆனால் எதிர்த் திசைகளிலும் இருக்கும்.

எனவே $$\frac{2M_1d_1}{(d_1^2 - l_1^2)^2} = \frac{2M_2d_2}{(d_2^2 - l_2^2)^2}$$

அல்லது $$\frac{M_1}{M_2} = \frac{(d_1^2 - l_1^2)^2}{(d_2^2 - l_2^2)^2} \times \frac{d_2}{d_1}$$

இச் சமன்பாட்டைக் கொண்டு காந்தங்களின் காந்தத் திருப்புதிறன்களின் விகிதத்தைக் கணக்கிடு.

முதல் காந்தத்தின் மையத்திற்கும் காந்தமுள் பெட்டியின் மையத்திற்கு மிடையேயுள்ள தொலைவை மாற்றிச் சோதனையைத் திரும்பச் செய்.

காந்தத் திருப்புதிறன்களின் சராசரி விகிதத்தைக் கணக்கிடு.

காட்சிப் பதிவுகள்

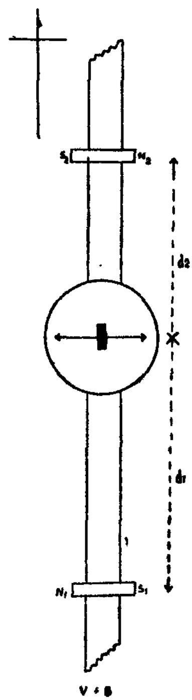
முதல் காந்தத்தின் நீளம் = $2l_1$ ...... செ.மீ.
இரண்டாவது காந்தத்தின் நீளம் = $2l_2$ ...... செ.மீ.

வரிசை எண்	முதல் காந்தத்தின் தொலைவு d_1	இரண்டாம் காந்தத்தின் தொலைவு					$\frac{M_1}{M_2}=\frac{(d_1^2-l_1^2)\times d_2}{(d_2^2-l_2^2)\times d_1}$
		X_1	X_2	X_3	X_4	சராசரி d_2	

சராசரி $\frac{M_1}{M_2}$ =

2. டேன் — B நிலை

கொடுக்கப்பட்டுள்ள காந்தங்களுள் ஒன்றை டேன்—B நிலையில் அமைக்கப்பட்ட விலகு காந்தமானியின் ஒரு கரத்தில் காந்தமுள் பெட்டிக்குத் தெற்கில்) வை. காந்தத்தின் நீளம் புவிகாந்த வடக்குத் தெற்கிற்கு நேர்க்குத்தாகவும், காந்தத்தின் நடுவரைகோடு காந்தமுள் பெட்டியிலுள்ள காந்த ஊசியின் மையம் வழியே செல்லுமாறும் அமை. காந்தத்தின் மையத்திற்கும் காந்தமுள் பெட்டியின் மையத்திற்குமிடையேயுள்ள தொலைவு (d_1) ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு இருக்குமாறு வை. இரண்டாவது காந்தத்தை முதல் காந்தத்தை வைத்தது போலவே மற்றொரு கரத்தின்மீது (காந்தமுள் பெட்டிக்கு வடக்கில்) வை. இரு காந்தங்களின் வடமுனைகளும் எதிர்த்திசைகளை நோக்கியிருக்குமாறு அமை. முதல் காந்தத்தின் தொலைவை நிலையாக இருக்கச்செய்து அலுமினியக் குறி முள்ளின் விலகல் சுழியாகும்வரை இரண்டாவது காந்தத்தை நகர்த்து. இரண்டாவது காந்தத்தின் மையத்திற்கும் காந்தமுள் பெட்டியின் மையத்திற்கு மிடையேயுள்ள தொலைவை (X_1) அள. இரு காந்தங்களையும் முனைக்குமுனை திருப்பு. முதல் காந்தத்தை முன்னர் வைக்கப்பட்ட அதே தொலைவில் வைத்து, இரண்டாவது காந்தத்தை விலக்கம் சுழியாகும்வரை நகர்த்து. இரண்டாவது காந்



படம் 5

தத்தின் மையத்திற்கும் காந்தமுள் பெட்டியின் மையத்திற்கு மிடையேயுள்ள தொலைவை (X_2) அள. காந்தங்களை ஒரு கரத்தி லிருந்து மற்றொரு கரத்திற்கு மாற்றி, முதல் காந்தத்தை முன்னர் வைக்கப்பட்ட அதே தொலைவில் வைத்துச் சோதனையைத் திரும்பச்செய்து விலகல் சுழியாக இரண்டாவது காந்தத்தின் தொலைவுகளை (X_3, X_4) அள. இரண்டாவது காந்தத்தின் நான்கு தொலைவுகளுக்குச் (X_1, X_2, X_3, X_4) சராசரியைக் கணக்கிடு. இதை d_2 எனக்கொள்.

மொத்த விலகல் சுழியாவதால் காந்தமுள் பெட்டியின் மையத்தில் முதல் காந்தத்தின் வயல் வலிமைச் செறிவும் இரண்டாவது காந்தத்தின் வயல் வலிமைச் செறிவும் சமமாகவும், ஆனால் எதிர்த்திசைகளிலும் இருக்கும்.

எனவே, $$\frac{M_1}{(d_1^2+l_1^2)^{3/2}} = \frac{M_2}{(d_2^2+l_2^2)^{3/2}}$$

அல்லது $$\frac{M_1}{M_2} = \frac{(d_1^2 + l_1^2)^{3/2}}{(d_2^2 + l_2^2)^{3/2}}$$

இச் சமன்பாட்டைக் கொண்டு காந்தங்களின் காந்தத் திருப்புதிறன்களின் விகிதத்தைக் கணக்கிடு.

முதல் காந்தத்தின் மையத்திற்கும் காந்தமுள் பெட்டியின் மையத்திற்குமிடையே உள்ள தொலைவை மாற்றிச் சோதனையைத் திரும்பச் செய்.

காந்தத் திருப்புதிறன்களின் சராசரி விகிதத்தைக் கணக்கிடு.

காட்சிப் பதிவுகள்

முதல் காந்தத்தின் நீளம் : $2l_1$ ...... செ.மீ.

இரண்டாம் காந்தத்தின் நீளம் : $2l_2$ ...... செ.மீ.

வரிசை எண்	முதல் காந்தத்தின் தொலைவு d_1	இரண்டாம் காந்தத்தின் தொலைவு					$\frac{M_1}{M_2} = \frac{(d_1^2+l_1^2)^{3/2}}{(d_2^2+l_2^2)^{3/2}}$
		X_1	X_2	X_3	X_4	சராசரி d_2	

சராசரி $\frac{M_1}{M_2}$ =

முறை	காந்தத் திருப்பு திறன்களின் விகிதம் $= \frac{M_1}{M_2}$		சராசரி
	டேன்-A நிலை	டேன்-B நிலை	
சமத்தொலை முறை			
சமவிலக்க அல்லது சுழிவிலக்கமுறை			

சராசரி $\frac{M_1}{M_2} = \ldots\ldots$

முடிவு

$$\frac{\text{முதற் காந்தத்தின் திருப்புதிறன்}}{\text{இரண்டாம் காந்தத்தின் திருப்புதிறன்}} = \frac{M_1}{M_2} = \ldots\ldots$$

2. விலகு காந்தமானி—M, H இவற்றைக் காணல் (Determination of M and H)

நோக்கம்

ஒரு காந்தத்தின் காந்தத் திருப்புதிறன், புவிக்காந்தப் புலத்தின் கிடைத்தளச் செறிவு ஆகியவற்றைக் காணல்.

தேவையான ஆய்கருவிகள்

விலகு காந்தமானி, காந்தம், பெட்டி வடிவ அலைவு காந்தமானி (box type vibration magnetometer).

செய்முறை

$\frac{M}{H}$ ஐக் காணல். விலகு காந்தமானியை மேசைமீது அதன் நீளம் கிழக்கு-மேற்காக உள்ளவாறு வை. அதனருகிலிருந்து

காந்தங்களையும், காந்தவியலுள்ள பொருள்களையும் அப்புறப் படுத்து. மரச்சட்டத்திலுள்ள அளவுகோல், அலுமினியக் குறி முள்ளிற்கு இணையாக இருக்குமாறு அமை. பின்னர் காந்தமுள் பெட்டியைமட்டும் சுழற்றி, அலுமினியக் குறிமுள்ளின் இரு முனைகள் சுழி அளவுக் குறிகளைக் காட்டுமாறு அமை. காந்தத்தை ஒரு கரத்தின்மீது (காந்தமுள் பெட்டிக்கு மேற்கில்) வை. காந்தத்தின் அச்சு கிடைமட்டமாகவும், புவிக்காந்த வடக்குத் தெற்கிற்கு நேர்க் குத்தாகவும், அதன் அச்சுக்கோடு காந்தமுள் பெட்டியிலுள்ள காந்த ஊசியின் மையம் வழியாகச் செல்லுமாறும் அமை. இது டேன்-A நிலை. காந்தத்தின் மையத்திற்கும் காந்த முள் பெட்டியின் மையத்திற்குமிடையேயுள்ள தொலைவை (d) அள. அலுமினியக் குறிமுள்ளின் இரு முனைகளின் விலகல்களையும் (θ_1, θ_2), காந்தத்தை முனைக்குமுனை திருப்பி அமைத்து அலுமினியக் குறிமுள்ளின் இரு காட்சிப் பதிவுகளையும் காண் (θ_3, θ_4). இவ்வாறே காந்தத்தை மற்றக் கரத்தில் (காந்தப் பெட்டிக்குக் கிழக்கில்) வைத்து நான்கு காட்சிப் பதிவுகளைக் காண் (θ_5, θ_6, θ_7, θ_8). எட்டுக் காட்சிப் பதிவுகளின் சராசரி மதிப்பைக் கணக்கிடு (θ).

காந்தத்தின் தொலைவை மாற்றி மூன்று முறை சோதனையைச் செய்.

காந்தத் திருப்புதிறன் M உள்ள ஒரு காந்தத்தின் அச்சுக் கோட்டில் காந்தத்தின் மையத்திலிருந்து d தொலைவிலுள்ள ஒரு புள்ளியில் காந்த வயல் செறிவு $F = \frac{2Md}{(d^2-l^2)^2}$. $2l$ என்பது காந்தத்தின் நீளம்.

அப் புள்ளியில் கிடைமட்டமாகப் புவிக்காந்த வடக்குத் தெற்கில் வைக்கப்பட்ட ஒரு சிறிய காந்த ஊசியின் விலகல் θ ஆனால்,

$$F = H \tan\theta$$

H - புவிக்காந்தப் புலத்தின் கிடைத்தளச் செறிவு.

ஆகையால், $$\frac{2Md}{(d^2-l^2)^2} = H\tan\theta$$

அல்லது $$\frac{M}{H} = \frac{(d^2-l^2)^2}{2d} \cdot \tan\theta$$

$\frac{M}{H}$ மாறிலி.

$$\text{ஆதலால்,}\quad \frac{M}{H} = \frac{(d^2-l^2)^2}{2d} \tan\theta = \text{மாறிலி.}$$

காட்சிப் பதிவுகளைக் கொண்டு $\frac{M}{H}$ ஐக் கணக்கிட்டு அதன் சராசரி மதிப்பைக் காண்.

பின்னர் விலகு காந்தமானியைத் தெற்கு வடக்காக அமையுமாறு வை. அதன் அருகிலிருந்து காந்தங்களையும் காந்தவியலுள்ள பொருள்களையும் அப்புறப்படுத்து. முன் சோதனையில் செய்தவாறு டேன்-B நிலையில் வை. காந்தத்தை ஊசியின் வடக்கில் வைத்து அதன் மையத்திற்கும் காந்தமுள் பெட்டியின் மையத்திற்கு மிடையேயுள்ள தொலைவை அள (d). அலுமினியக் குறிமுள்ளின் இரு விலக்கங்களைக் காண் (θ_1, θ_2). காந்தத்தை முனைக்குமுனை திருப்பிக் குறிமுள்ளின் இரு காட்சிப் பதிவுகளைக் காண் (θ_3 ,θ_4). இவ்வாறே காந்தத்தை மற்றக் கரத்தில் (காந்தப் பெட்டிக்குத் தெற்கில்)வைத்து நான்கு காட்சிப் பதிவுகளைக் காண் (θ_5, θ_6, θ_7, θ_8) எட்டுக் காட்சிப் பதிவுகளின் சராசரியைக் கணக்கிடு (θ).

காந்தத்தின் தொலைவை மாற்றிச் சோதனையை மூன்று முறை செய். காந்தத்தின் மையத்திலிருந்து நடு வரைகோட்டின் மேல் 'd' தொலைவிலுள்ள ஒரு புள்ளியில் காந்தவயல் செறிவு

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

அப்புள்ளியில் புவிக்காந்த வடக்குத் தெற்கில் வைக்கப்பட்ட ஒரு சிறிய காந்த ஊசியின் விலகல் θ ஆனால்,

$$F = H\tan\theta$$

$$\text{ஆகையால்}\quad \frac{M}{(d^2+l^2)^{3/2}} = H\tan\theta$$

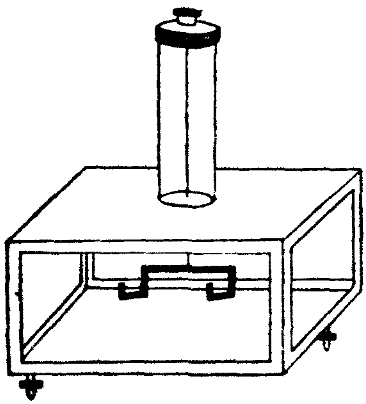
$$\frac{M}{H} = (d^2+l^2)^{3/2}\tan\theta$$

$\frac{M}{H}$ மாறிலி. ஆதலால், $(d^2 + l^2)^{3/2} \tan\theta = \frac{M}{H}$ = மாறிலி.

காட்சிப் பதிவுகளைக் கொண்டு $\frac{M}{H}$ ஐக் கணக்கிட்டு அதன் சராசரி மதிப்பைக் காண்.

MH ஐக் காணல் : காந்தத்தின் அலைவு நேரம் பெட்டி வடிவ அலைவு காந்தமானியைக் கொண்டு காணப்படுகிறது.

பெட்டி வடிவ அலைவு காந்தமானியில் கண்ணாடியாலான பக்கங்களையுடைய ஒரு மரப்பெட்டி உள்ளது. பெட்டியின் அடித்தளம், மூன்று சரி மட்டத் திருகாணிகளின் மேல் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. பெட்டியின் மேல் பக்கத்தின் மையத்தில் ஒரு பித்தளை அல்லது கண்ணாடிக் குழாய் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இக் குழாயின் உச்சியிலுள்ள அமைப்பிலிருந்து முறுக்கில்லாத பட்டு இழையினால் (unspun silk fibre) ஒரு கொக்கி தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. செருகப்பட்டுள்ள கண்ணாடியாலான பெட்டியின் பக்கங்களை விலக்கிக் கொக்கியின்மேல் காந்தத்தை வைக்கமுடியும்.



படம் 6

காந்தத்தைக் கொக்கியில் வை. காந்தத்தின் அச்சுக் கோடு இடைமட்டமாக அமைய வேண்டும். காந்தம் நிலையானவுடன் அதன் சமநிலை நிலைமையைக் குறிக்கக் காந்தத்தின் ஒரு முனைக் கெதிராகவுள்ள கண்ணாடிப் பக்கத்தில் ஒரு குறிப்புக் கோடு வரை. மற்றொரு காந்தத்தை அதனருகில் சற்றே கொணர்ந்து தொங்க விடப்பட்டுள்ள காந்தம் அதன் மையத்தின் வழியே செல்லும் செங்குத்துக் கோட்டை அச்சாக, சிறிய வீச்சுடன் அலைந்தாடு மாறு செய். 25 அலைவுகளுக்கான நேரத்தைக் கண்டு அலைவு நேரத்தைக் (T) கணக்கிடு.

காந்தத்தை வெளியே எடுத்து அதன் நிறை (m), நீளம் ($L=2l$), அகலம் (B) இவற்றை அள. காந்தத்தின், அதன் மையம் வழியாகச் செல்லும் செங்குத்து அச்சைச் சார்ந்த, நிலைமத் திருப்பு திறன் I ஆனால்,

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

ஆகையால், $$MH = \frac{4\pi^2 I}{T^2}$$

நிறை m, நீளம் L, அகலம் B உள்ள ஒரு சட்டக் காந்தத்தின் நிலைமத் திருப்புதிறன் $I = m\left[\frac{L^2 + B^2}{12}\right]$. MHஐக் கணக்கிடு.

$$\left\{ \begin{array}{c} \text{ஆரம் ‘}r\text{’ உள்ள உருளை வடிவ காந்தத்திற்கு} \\ I = m\left[\frac{L^2}{12} + \frac{r^2}{4}\right] \end{array} \right\}$$

$\frac{M}{H}$-ன் மதிப்பை ‘x’ எனவும், MH-ன் மதிப்பை ‘y’ எனவும் கொள்வோம்.

$$\frac{M}{H} \times MH = xy$$

$$\text{அல்லது } M^2 = xy$$

$$\text{ஆகையால் } M = \sqrt{xy}$$

$$MH + \frac{M}{H} = \frac{y}{x}$$

$$\text{அல்லது } H^2 = \frac{y}{x}$$

$$\text{ஆகையால் } H = \sqrt{\frac{y}{x}}$$

M மற்றும் H ஐக் கணக்கிடலாம்.

காட்சிப் பதிவுகள்

காந்தத்தின் நீளம்: $2l$......செ.மீ.

டேன் - A நிலை

வரிசை எண்	காந்தத்தின் தொலைவு d	காந்தம் பெட்டிக்கு கிழக்கில்				காந்தம் பெட்டிக்கு மேற்கில்				சராசரி விலக்கம் θ	$\frac{M}{H} = \frac{\frac{(d^2-l^2)^2}{2d}}{\tan\theta}$
		வடமுனை கிழக்காக		வடமுனை மேற்காக		வடமுனை கிழக்காக		வடமுனை மேற்காக			
		θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	θ_5	θ_6	θ_7	θ_8		

டேன் - B நிலை

வரிசை எண்	காந்தத்தின் தொலைவு d	காந்தம் பெட்டிக்கு வடக்கில்				காந்தம் பெட்டிக்குத் தெற்கில்				சராசரி விலக்கம் θ	$\frac{M}{H} = (d^2+l^2)^{3/2} \tan\theta$
		வடமுனை கிழக்காக		வடமுனை மேற்காக		வடமுனை கிழக்காக		வடமுனை மேற்காக			
		θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	θ_5	θ_6	θ_7	θ_8		

சராசரி $\frac{M}{H} = x = \ldots\ldots$

காந்தத்தின் அலைவு நேரம்

25 அலைவுகளுக்கான நேரம்			அலைவு நேரம் T
1	2	சராசரி	

காந்தத்தின் நிறை (*m*)...... கிராம்

காந்தத்தின் நீளம் $\{L = 2l\}$ ...... செ.மீ.

காந்தத்தின் அகலம் (*B*) ...... செ.மீ.

சட்டக் காந்தத்தின் நிலைமத் திருப்புதிறன்

$$I = m\left[\frac{L^2 + B^2}{12}\right] = \ldots\ldots \text{ கிராம் செ.மீ.}^2$$

$$MH = y = \frac{4\pi^2 I}{T^2} = \ldots\ldots$$

$$M = \sqrt{xy} = \ldots\ldots \text{ C.G.S. அலகுகள்.}$$

$$H = \sqrt{\frac{y}{x}} = \ldots\ldots \text{ ஓர்ஸ்டட்.}$$

முடிவு

காந்தத்தின் காந்தத் திருப்புதிறன் (M) = …… C.G.S. அலகுகள்.

புவிக் காந்தப் புலத்தின் கிடைத்தளச் செறிவு (H) = …… ஓர்ஸ்டட்

3. விலகு காந்தமானி இருமடி எதிர் விதியைச் சரிபார்த்தல்—காந்தத்தின் முனைவலிமையைக் காணல் (Verification of Inverse Square Law—Determination of Pole Strength of a Magnet)

நோக்கம்

I. ஒரு குட்டையான காந்தத்தைக் கொண்டு 'காஸ்' முறையிலும் (Gauss method), ஒரு நீளமான காந்தத்தைக் கொண்டும் காந்தவியலைச் சார்ந்த இருமடி எதிர் விதியைச் சரி பார்த்தல்

ஒரு காந்தத்தின் முனை வலிமையைக் காணல் :

தேவையான ஆய்வுக் கருவிகள்

விலகு காந்தமானி, நீளமான காந்தம், குட்டையான காந்தம், பெட்டி வடிவ அலைவுக் காந்தமானி, நிறுத்து கடிகாரம், அளவு கோல்.

செய்முறை

காஸ் முறையில் இருமடி எதிர் விதியைச் சரிபார்த்தல் : விலகு காந்தமானியை மேசைமீது வைத்து, காந்தம் காந்தவியலுள்ள பொருள்கள் இவற்றை அப்புறப்படுத்தியபின், மரச் சட்டத்திலுள்ள அளவுகோல் அலுமினியக் குறிமுள்ளுக்கு இணையாக இருக்குமாறு செய். காந்தமுள் பெட்டியை மட்டில் சுழற்றி அலுமினியக் குறிமுள் 0—0 காட்டுமாறு அமை கொடுக்கப்பட்ட குட்டையான காந்தத்தை அதன் அச்சுக்கோடு,

புவிக்காந்தத் தெற்கு வடக்கிற்கு நேர்க்குத்தாக அமையுமாறும், அதன் அச்சுக்கோடு காந்தமுள் பெட்டியின் மையம் வழியாகச் செல்லுமாறும் அமை (டேன்—A நிலை). காந்தத்திற்கும் காந்தமுள் பெட்டியின் மையத்திற்குமிடையேயுள்ள தொலைவை அள. காந்தத்தை முனைக்கு முனை திருப்பியும், மற்றக் கரத்தில் அதே தொலைவில் வைத்தும், எட்டு விலக்கங்களைக் கண்டு சராசரி விலக்கத்தைக் கணக்கிடு.

சோதனையைக் காந்தத்தின் பல தொலைவுகளுக்குத் திரும்பச் செய்.

விலகு காந்தமானியை மாற்றி அமைத்து, காந்தம் காந்த வியலுள்ள பொருள்களை அப்புறப்படுத்தி, மரச்சட்டத்திலுள்ள அளவுகோல் அலுமினியக் குறிமுள்ளுக்குச் செங்குத்தாக இருக்குமாறு அமை. காந்தமுள் பெட்டியை மட்டும் சுழற்றி அலுமினியக் குறிமுள் 0—0 காட்டுமாறு அமை. காந்தத்தைக் கரத்தின்மீது, டேன்—B நிலையில் வை. காந்தத்தைக் கரங்களில் வைத்து டேன்—A நிலைகளில் கண்டவாறு, அதே தொலைவுகளுக்கு, ஒவ்வொரு தொலைவிற்கும் சராசரி விலகலை டேன்—B நிலையில் கண்டுபிடி.

கணக்கிடுதல்

காந்தத்தின் காந்தத் திருப்புதிறனை M எனவும், அதன் நீளத்தை $2l$ எனவும், அதன் மையத்திலிருந்து 'd' தொலைவில் அச்சுக் கோட்டின் மீதுள்ள புள்ளியில் காந்த ஊசியின் விலகல் θ_A எனவும், அதன் மையத்திலிருந்து அதே 'd' தொலைவில் நடு வரை கோட்டின் மேல் உள்ள புள்ளியில் காந்த ஊசியின் விலகல் θ_B எனவும், புவிக்காந்தப் புலத்தின் கிடைத்தளச் செறிவு H எனவும் கொள்வோம்.

$$\frac{2Md}{(d^2-l^2)^2} = H \tan\theta_A \text{—} \qquad \tan\text{—}A \text{ நிலையில்}$$

$$\frac{M}{(d^2+l^2)^{3/2}} = H \tan\theta_B \text{—} \qquad \tan\text{—}B \text{ நிலையில்}$$

$\frac{l}{d}$ சிறியதாக இருந்தால், (குட்டை காந்தங்களுக்கு)

$$\frac{2M}{d^3} = H\tan\theta_A \qquad (1)$$

$$\frac{M}{d^3} = H\tan\theta_B \qquad (2)$$

என எழுதலாம்.

இவ் வாய்பாடுகள் இருமடி எதிர் விதியைக் கொண்டு தருவிக்கப்பட்டுள்ளன.

(1) ÷ (2)

$$2 = \frac{\tan \theta_A}{\tan \theta_B}$$

எனவே $\frac{\tan \theta_A}{\tan \theta_B} = 2$ என்று நிலைநாட்டினால் இருமடி எதிர் விதி சரியானது என்று மெய்ப்பிக்கப்படும்.

காட்சிப் பதிவுகள்

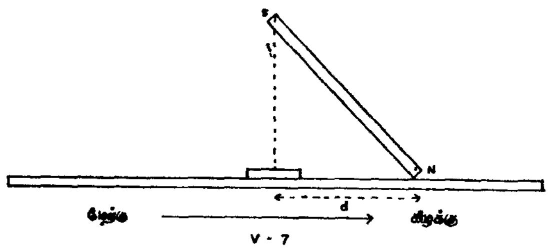
வரிசை எண்	தொலைவு d	விலக்கங்கள்																		$\frac{\tan \theta_A}{\tan \theta_B}$
		டேன்-A நிலை									டேன்-B நிலை									
		1	2	3	4	5	6	7	8	சராசரி θ_A	1	2	3	4	5	6	7	8	சராசரி θ_B	

கடைசிப் பத்தியிலுள்ள மதிப்புகள் ஒவ்வொன்றும் கிட்டத்தட்ட இரண்டுக்குச் சமமாயிருக்கும். இது இருமடி எதிர்விதியை மெய்ப்பிக்கிறது.

II. *நீளமான சட்டக் காந்தத்தைக் கொண்டு இருமடி எதிர் விதியைச் சரிபார்த்தல். காந்தத்தின் முனை வலிமையைக் காணல்.*

விலகு காந்தமானியை அதன் நீளம் கிழக்கு மேற்காக உள்ளவாறு வை. அதனருகிலிருந்து காந்தங்களையும், காந்தவியல் பொருள்களையும் அப்புறப்படுத்து. மரச்சட்டத்திலுள்ள அளவுகோல் அலுமினியக் குறிமுள்ளிற்கு இணையாக இருக்குமாறு அமை. நீண்ட சட்டக் காந்தத்தின் வடமுனையை (north pole) ஒரு கரத்தின் மீது (காந்தமுள் பெட்டிக்குக் கிழக்காக) வை. வடமுனை காந்த முள்

பெட்டியிலுள்ள காந்த ஊசியிருக்கும் அதே கிடைத்தளத்திலும், வடமுனையையும், காந்த ஊசியின் மையத்தையும் இணைக்கும் நேர் கோடு புவிக் காந்த வட தென் திசைக்கு நேர்க்குத்தாகவும் அமைய வேண்டும். காந்தத்தின் தென் முனை (south pole) காந்த ஊசியின் மையத்திற்குச் செங்குத்தாக நேர் மேலே இருக்க வேண்டும். இவ்வாறு அமைத்தால் காந்த ஊசியில் தென் முனையின் சுழற்று விசை (rotational force) சுழியாகும். வட முனை மட்டிலுமே காந்த



படம் 7

ஊசியில் சுழற்று விசையை உண்டாக்கும். காந்த ஊசியின் மையத்திலிருந்து வட முனையின் தொலைவை (d) அள. அலுமினியக் குறிமுள்ளின் இரு விலக்கங்களைக் (θ_1, θ_2) காண். வடமுனை மற்றக் கரத்தில் (காந்த முள் பெட்டிக்கு மேற்காக) அதே தொலைவில் அவ்வாறே அமையும்பொழுது அலுமினியக் குறிமுள்ளின் இரு விலக்கங்களைக் (θ_3, θ_4) காண். நான்கு விலக்கங்களின் சராசரியைக் கணக்கிடு (θ).

வட முனைக்கும் காந்த ஊசியின் மையத்திற்குமிடையேயுள்ள தொலைவை மாற்றிச் சோதனையைத் திரும்பச் செய்.

அவ்வாறே காந்தத்தின் தென்முனை கரத்தின்மீதும் வடமுனை காந்த ஊசியின் மையத்திற்குச் செங்குத்தாக நேர் மேலேயுமுள்ளவாறு வைத்துக் காட்சிப் பதிவுகளைக் காண்.

கணக்கிடுதல்

முனை வலிமை 'm' உடைய ஒரு காந்த முனையிலிருந்து 'd' தொலைவிலுள்ள ஒரு புள்ளியில் காந்த வயல் செறிவு F-ஐக் கீழ்க்காணும் வாய்பாட்டினால் காணலாம்.

$$F = \frac{m}{d^2}$$

இவ் வாய்பாடு இருமடி எதிர் விதியைக் கொண்டு தருவிக்கப் பட்டது.

இந்தக் காந்த வயலின் செறிவு (F) புவிக் காந்த வயலின் கிடைத்தளச் செறிவுக்கு நேர் குத்தாக இருந்தால்,

$$F = H \tan\theta$$ என எழுதலாம்.

ஆகையால் $$\frac{m}{d^2} = H \tan\theta$$

$$\therefore \quad \frac{m}{H} = d^2 \tan\theta$$

$\frac{m}{H}$ = மாறிலி. ஆதலால் $d^2 \tan\theta$ = மாறிலி

$d^2 \tan\theta$ மாறிலி என்று காட்டினால் இருமடி எதிர்விதி மெய்ப்பிக்கப்படும்.

$$m = H \times d^2 \tan\theta$$

புவிக்காந்த வயலின் கிடைத்தளச் செறிவு (H) தெரிந்தால், முனை வலிமையைக் (m) கணக்கிடலாம்.

காட்சிப் பதிவுகள்

காந்தத்தின் முனைகளின் நிலைகள்	ஊசியின் மையத்திலிருந்து முனையின் தொலைவு d	விலகல்கள்: முனை ஊசிக்குக் கிழக்காக		விலகல்கள்: முனை ஊசிக்கு மேற்காக		சராசரி விலகல் θ	$\tan\theta$	$d^2 \tan\theta$
		θ_1	θ_2	θ_3	θ_4			
வட முனை கரத்திலும் தென் முனை ஊசிக்குச் செங்குத்தாக மேலும்								
தென் முனை கரத்திலும் வட முனை ஊசிக்குச் செங்குத்தாக மேலும்								

சராசரி $d^2 \tan\theta$ = ……

கடைசிப் பத்தியிலுள்ள $d^2 \tan \theta$ மதிப்புகள் கிட்டத்தட்டச் சமமாயிருக்கும். இது இருமடி எதிர் விதியை மெய்ப்பிக்கிறது.

சராசரி $d^2 \tan \theta$ = ...

புவிக்காந்தப் புலத்தின் கிடைத்தளச் செறிவு H ....

ஓர்ஸ்ட்டட்

காந்தத்தின் முனை வலிமை $m = H d^2 \tan \theta$

= .... C.G.S. அலகுகள்

III. குட்டையான காந்தத்தின் முனை வலிமையைக் காணல் (டேன்-C நிலை).

விலகு காந்தமானியை அதன் நீளம் கிழக்கு மேற்காக உள்ள வாறு வை. அதனருகிலிருந்து காந்தங்களையும், காந்தவியல் பொருள்களையும் அப்புறப்படுத்து. மரச்சட்டத்திலுள்ள அளவு கோல் அலுமினியக் குறி முள்ளிற்கு இணையாக இருக்குமாறு அமை. காந்தத்தின் நீளம் கரத்திற்குச் செங்குத்தாக இருக்குமாறும், வடமுனை காந்தமுள் பெட்டிக்குக் கிழக்காகக் கரத்தின்மீதிருக்கு மாறும் அமை. வடமுனை காந்த முள்பெட்டியிலுள்ள காந்த ஊசி இருக்கும் அதே கிடைமட்டத்திலும், வட முனையையும் காந்த ஊசியின் மையத்தையும் இணைக்கும் நேர்க் கோடு புவிக் காந்த வட தென் திசைக்கு நேர்க் குத்தாகவும் அமைய வேண்டும். அலுமினியக் குறிமுள்ளின் விலகல் 30° யிலிருந்து 60°-க்குள்ளிருக்கு மாறு காந்தத்தின் வடமுனைக்கும் காந்த ஊசியின் மையத்திற்கு மிடையேயுள்ள தொலைவைச் (d) சரி செய். இத் தொலைவைத் திருத்தமாக அள. அலுமினியக் குறிமுள்ளின் இரு விலகல்களைக் (θ_1, θ_2) காண். வடமுனையைக் காந்தமுள் பெட்டிக்கு மேற்காக மற்றக் கரத்தில் அதே தொலைவில் அவ்வாறே வைத்து அலுமினியக் குறிமுள்ளின் இருவிலகல்களைக் (θ_3 , θ_4) காண்.

காந்தத்தின் தென்முனையைக் கரத்தின்மீது அதே தொலைவில் (d) அவ்வாறே வைத்து நான்கு விலகல்களைக் (θ_5, θ_6, θ_7, θ_8) காண்; எட்டு விலகல்களின் சராசரியைக் கணக்கிடு.

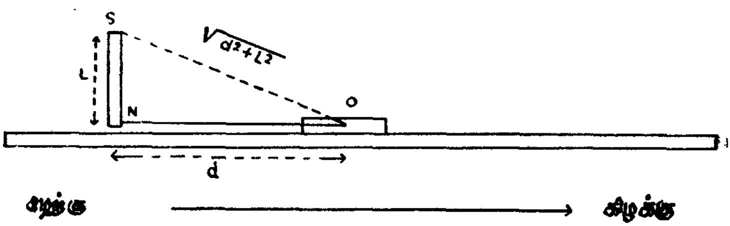
காந்த ஊசியின் மையத்திற்கும் காந்த முனைக்குமிடையே உள்ள தொலைவை—(அலுமினியக் குறி முள்ளின் விலக்கம் 30°க்குக் குறையாமலும் 60°-க்கு மேற்படாமலுமிருக்குமாறு)—மாற்றி அமைத்துச் சோதனையைத் திரும்பச் செய்.

பெட்டி வடிவ அலைவு காந்தமானியிலுள்ள கொக்கியில் காந்தத்தைப் பொருத்து. அதைச் சிறிய வீச்சுடன் அலைந்தாடுமாறு செய்து 25 அலைவுகளுக்கான நேரத்தைக் கண்டு அலைவு நேரத்தைக் கணக்கிடு (T).

காந்தத்தை வெளியே எடுத்து அதன் எடை (W), நீளம் (L), அகலம் (B) இவற்றை அள.

கணக்கிடுதல்

செங்குத்தாக வைக்கப்பட்ட சட்டக் காந்தத்தின் (NS) நீளத்தை 'L' எனவும், அதன் முனைவலிமையை 'm' எனவும், காந்த



V - 8

படம் 8

ஊசியின் மையத்திலிருந்து (O) அதே கிடைமட்டத்திலுள்ள காந்தத்தின் வடமுனையின் (N) தொலைவு 'd' எனவும் கொள்வோம்.

O-விலிருந்து காந்தத்தின் தென் முனையின் (S)

$$\text{தொலைவு} = \sqrt{(d^2+L^2)}$$

காந்தத்தின் வட முனையினால் O-வில் உண்டாகும் காந்தவயல் செறிவு $= \frac{m}{d^2}$. இது NO என்ற திசையில் இருக்கும்.

காந்தத்தின் தென் முனையினால் O-வில் உண்டாகும் காந்தப் புலச் செறிவு $= \frac{m}{(d^2+L^2)}$. இது OS என்ற திசையில் அமையும்.

ஆதலால், தென்முனையினால் O-வில் உண்டாகும் காந்தப்புலச் செறிவின் கிடைமட்ட ஆக்கக்கூறு (horizontal component)

$$= \frac{m}{(d^2+L^2)} \times \frac{d}{(d^2+L^2)^{1/2}} = \frac{md}{(d^2+L^2)^{3/2}}$$

இந்த ஆக்கக்கூறு (component) ON என்ற திசையில் (வடமுனையினால் உண்டாகும் காந்த வயலின் செறிவுக்கு நேர் எதிராக) உள்ளது. அதனால் ஊசியின் மையத்தில் (O) கிடைமட்டத் தளத்தில் உள்ள விளைவுச் செறிவு (resultant intensity)

$$F = \frac{m}{d^2} - \frac{md}{(d^2 + L^2)^{3/2}} = m\left[\frac{1}{d^2} - \frac{d}{(d^2 + L^2)^{3/2}}\right]$$

இவ் விளைவுச் செறிவு (F) புவிக்காந்தப் புலத்தின் கிடைத் தளச் செறிவுக்கு (H) நேர்க்குத்தாக இருப்பதால்,

$$F = H \tan(\theta)$$

ஆதலால் $$m\left[\frac{1}{d^2} - \frac{d}{(d^2 + L^2)^{3/2}}\right] = H \tan\theta$$

அல்லது $$\frac{m}{H} = \frac{\tan\theta}{\left[\frac{1}{d^2} - \frac{d}{(d^2 + L^2)^{3/2}}\right]}$$

d, L, θ தெரிந்தால் $\frac{m}{H}$-ன் மதிப்பைக் கணக்கிடலாம்.

புவிக்காந்த வயலில் காந்தத்தின் அலைவு நேரம் T ஆனால்

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

I-காந்தத்தின் நிலைமத் திருப்பு திறனையும், M-காந்தத்தின் காந்தத் திருப்பு திறனையும் குறிக்கும்.

அல்லது $MH = \frac{4\pi^2 I}{T^2}$

ஆனால் $M = mL$

ஆதலால் $mH = \frac{4\pi^2 I}{LT^2}$

$\frac{m}{H}$-ன் மதிப்பை x எனவும், mH-ன் மதிப்பை y எனவும் கொள்வோம்.

$$\frac{m}{H} \times mH = xy$$

அல்லது $m^2 = xy$

ஆகையால் $m = \sqrt{xy}$

$$mH \div \frac{m}{H} = \frac{y}{x}$$

அல்லது $H^2 = \frac{y}{x}$

ஆதலால் $H = \sqrt{\frac{y}{x}}$

m, H இவற்றைக் கணக்கிடலாம்.

காட்சிப் பதிவுகள்

காந்தத்தின் நீளம் : L ...... செ.மீ.

வரிசை எண்	காந்தத்தின் முனைக்கும் ஊசியின் மையத்திற்கு முள்ள தொலைவு d	வடமுனை கரத்தின் மீது				தென்முனை கரத்தின் மீது				சராசரி θ	$\frac{m}{H} = \frac{\tan\theta}{\frac{1}{d^2} - \frac{d}{(d^2+L^2)^{3/2}}}$
		பெட்டிக்குக் கிழக்காக		பெட்டிக்கு மேற்காக		பெட்டிக்குக் கிழக்காக		பெட்டிக்கு மேற்காக			
		θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	θ_5	θ_6	θ_7	θ_8		

சராசரி $\frac{m}{H} = x = ...$

25 அலைவுகளுக்கான நேரம்			அலைவு நேரம் T
1	2	சராசரி	

காந்தத்தின் நிறை, W .. ... கிராம்

காந்தத்தின் அகலம், B ...... செ.மீ.

சட்டக் காந்தத்தின் நிலைமத் திருப்புதிறன் $I = W\left[\frac{L^2+B^2}{12}\right]$

= ...... கிராம். செ.மீ.^{2}

$$mH = \frac{4\pi^2 I}{L \times T^2} = y$$

$$m = \sqrt{xy} = \text{......}$$ C.G.S. அலகுகள்.

$$H = \sqrt{\frac{y}{x}} = \text{.........}$$ ஓர்ஸ்டட்

முடிவுகள்

1. காந்தவியலைச் சார்ந்த இருமடி எதிர்விதி சரிபார்க்கப்பட்டது.

2. நீள காந்தத்தின் முனைவலிமை .... C.G.S. அலகுகள்.

3. குட்டையான காந்தத்தின் முனைவலிமை .... C.G.S. அலகுகள்.

4. புவிக் காந்த வயலின் கிடைத்தளச் செறிவு...... ஓர்ஸ்டட்

4. அலைவு காந்தமானி (Vibration Magnetometer)

இருமடி எதிர்விதி — காந்தமுனை வலிமை (Inverse Square Law — Pole strength of a magnet)

நோக்கம்

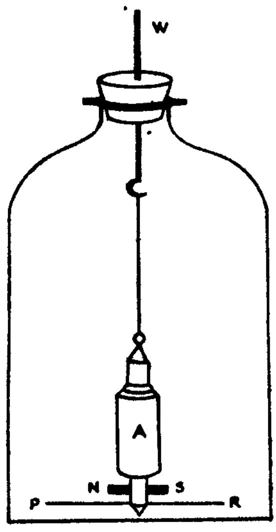
அலைவு காந்தமானியைக் கொண்டு

1. இருமடி எதிர் விதியைச் சரிபார்த்தல் ;
2. காந்தமுனை வலிமையைக் காணல்.

தேவையான ஆய்கருவிகள்

'சியேர்ள்' அலைவு காந்தமானி (Searle's vibration magnetometer), ராபின்சன் குண்டுமுனைக் காந்தம் (Robinson's ball-ended magnet), நிறுத்து கடிகாரம், அளவுகோல்.

அமைப்பு : 'சியேர்ள்' அலைவு காந்தமானியில் ஒரு காந்த வியலற்ற பொருளாலான உருளையின் (A) அடிப்பாகத்தில் மிகச் சிறிய காந்த ஊசி (ns) சமச்சீராகச் செருகப்பட்டுள்ளது. காந்த ஊசிக்கு இணையாகவும், அதற்குச் சற்றுக் கீழாகவும், நீண்ட அலுமினியக் குறிமுள் (PR) உருளையில் செருகப்பட்டுள்ளது. இவ்வமைப்பு முறுக்கில்லாத பட்டு இழையினால் (unspun silk fibre) ஒரு கண்ணாடி சாடி அல்லது முகவைக்குள் (J) ஒரு பித்தளைக் கொக்கியிலிருந்து தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. சாடியை மூடி இருக்கும் தக்கையின் மையத்தில் உள்ள துளைவழியாகப் பித்தளைக் கொக்கி செங்குத்தாகச் செருகப்பட்டுள்ளது. கொக்கியை மேலே உயர்த்தி அல்லது கீழே இறக்கி நிறுத்த முடியும்.



V - 9
படம் 9

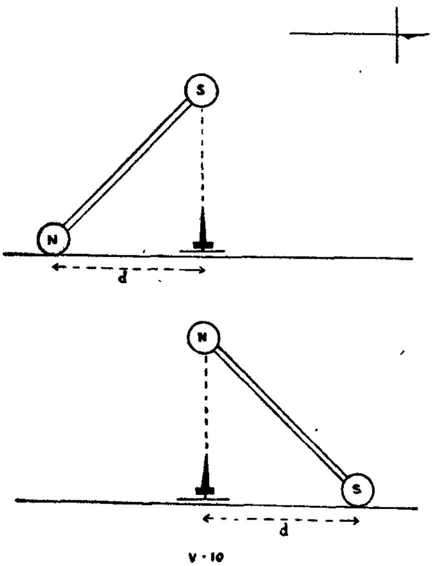
செய்முறை

1. இருமடி எதிர் விதியைச் சரி பார்த்தல் :

காந்தங்களையும் காந்தவியலுள்ள பொருள்களையும், மேசையிலிருந்து அப்புறப்படுத்து. மேசையின்மீது புவிக்காந்த வடக்கு-

தெற்குக் கோட்டை (Magnetic meridian) வரை. அலைவு காந்தமானியை இக்கோட்டின்மீது வை. காந்த ஊசி சற்று நேரம் அலைந்தாடிய பின்னர் நிலையாகும். இந்நிலையில் காந்த ஊசியின் அச்சு மேசைமீது வரைந்துள்ள கோட்டிற்கு மேல் அதற்கு இணையாக அமையவேண்டும்.

மற்றொரு காந்தத்தை காந்த ஊசிக்கு அருகில் கொணர்ந்து காந்த ஊசியைச் சிறிய வீச்சுடன் அலைந்தாடுமாறு செய். இரண்டாவது காந்தத்தைத் தொலைவுக்கு நகர்த்திய பின்னர், காந்த ஊசி 25 அலைவுகளுக்கு எடுத்துக் கொள்ளும் நேரத்தைக் கணக்கிடு. சோதனையைத் திரும்பச் செய்து, 25 அலைவுகளுக்கான சராசரி நேரத்தைக் கண்டு, அலைவு நேரத்தைக் கணக்கிடு. இதிலிருந்து ஊசியின் அதிர்வெண்ணைக் (frequency) கண்டுகொள் (n_0).



படம் 10

நீண்ட ராபின்சன் குண்டு முனைக்காந்தத்தின் வடமுனை மேசை மீது போடப்பட்டுள்ள கோட்டின் மீது, ஊசிக்குத் தெற்கிலும், தென் முனை காந்த ஊசியின் மையத்திற்குச் செங்குத்தாக நேர் மேலே இருக்குமாறும் மரத்தாங்கியில் வை. வடமுனை காந்த ஊசியின் அச்சு உள்ள அதே கிடைமட்டத்தில் இருக்க வேண்டும். வடமுனைக்கும் ஊசியின் மையத்திற்குமிடையேயுள்ள தொலைவு 'd' குறைவாக (எடுத்துக்காட்டாக 10 செ.மீ.) இருக்க வேண்டும். ஊசியை அலைந்தாட விட்டு அலைவு நேரத்தைக் (T_1) கண்டு அதன்

அதிர் வெண்ணைக் (n_1) கணக்கிடு. ஊசிக்கும் வடமுனைக்குமிடையே யுள்ள தொலைவை மாற்றிச் சோதனையைத் திரும்பச் செய்.

அவ்வாறே தென்முனை கோட்டின்மீது ஊசிக்கு வடக்கிலும், வடமுனை காந்த ஊசியின் மையத்திற்குச் செங்குத்தாக மேலே யுள்ளபொழுதும் காட்சிப் பதிவுகளைக் காண்.

காந்தத்தின் முனைவலிமையை m எனவும், புவிக்காந்தப் புலத் தின் கிடைத்தளச் செறிவை (H) எனவும் கொள்வோம். காந்த ஊசிக்குத் தெற்கில் காந்தத்தின் வடமுனையும் அல்லது காந்த ஊசிக்கு வடக்கில் காந்தத்தின் தென்முனையும், காந்தத்தின் மற்ற முனை ஊசியின் மையத்திற்குச் செங்குத்தாக நேர் மேலேயும் அமைந்தால், ஊசியின் மையத்தில் காந்த முனையில் உண்டாகும் காந்த வயல் செறிவும் (F) புவிக் காந்த வயல் கிடைத்தளச் செறிவும் (H) ஒரே நேர்க் கோட்டில் அதே திசையில் அமையும். ஆதலால், அப்புள்ளியில் உண்டாகும் காந்தப்புலத்தின் மொத்தச் செறிவு ($F+H$) ஆகும்.

$$H \propto n_0^2 \qquad F+H \propto n_1^2$$

ஆதலால், $$\frac{F+H}{H} = \frac{n_1^2}{n_0^2} \qquad \frac{F}{H} = \frac{n_1^2 - n_0^2}{n_0^2}$$

இருமடி எதிர் விதியின்படி

$$F = \frac{m}{d^2}$$

ஆதலால், $$\frac{m}{d^2H} = \frac{n_1^2 - n_0^2}{n_0^2}$$

அல்லது

$$\frac{m}{H} = d^2 \left[\frac{n_1^2 - n_0^2}{n_0^2}\right]$$

$\frac{m}{H}$ = மாறிலி ஆதலால் $d^2 \left[\frac{n_1^2 - n_0^2}{n_0^2}\right]$ = மாறிலி.

ஆதலால், $d^2 \left[\frac{n_1^2 - n_0^2}{n_0^2}\right]$ மாறிலி என்று காட்டினால் இரு மடி எதிர் விதி மெய்ப்பிக்கப்படும்.

$$\frac{m}{H} = d^2 \left[\frac{n_1^2 - n_0^2}{n_0^2}\right]$$

H-ன் மதிப்புத் தெரிந்தால், இச் சமன்பாட்டிலிருந்து 'm' ஐக் கணக்கிடலாம்.

காட்சிப் பதிவுகள்

1. புவிக்காந்த வயலில் அலைவுகள்

25 அலைவுகளுக்கான நேரம்				அலைவு நேரம் T_0	அதிர் வெண் n_0
1	2	3	சராசரி		

2. காந்த முனையின் வயலும் புவிக்காந்த வயலும் ஒரே திசையில் சேரும்பொழுது அலைவுகள்

முனைகளின் நிலை	முனையின் தொலைவு d	25 அலைவுகளுக் கான நேரம்				அலைவு நேரம் T_1	அதிர்வெண் n_1	n_1^2	$d^2\left[\frac{n_1^2-n_0^2}{n_0^2}\right]$
		1	2	3	சரா சரி				
வட முனை ஊசிக்குத் தெற்கில்									
தென் முனை ஊசிக்கு வடக்காக									

சராசரி ......

$d^2\left[\frac{n_1^2-n_0^2}{n_0^2}\right]$ன் மதிப்புகள் கிட்டத்தட்டச் சமமாக இருக்கும். இது இருமடி எதிர்விதியை மெய்ப்பிக்கிறது.

சராசரி $d^2\left[\frac{n_1^2-n_0^2}{n_0^2}\right]=$ ....

புவிக்காந்த வயலின் கிடைத்தளச் செறிவு H = ... ஓர்ஸ்டட்

ஆதலால்,

காந்தத்தின் முனைவலிமை $m = d^2\left[\frac{n_1^2 - n_0^2}{n_0^2}\right] \times H$

$= \ldots\ldots\ldots$ C.G.S. அலகுகள்

முடிவு

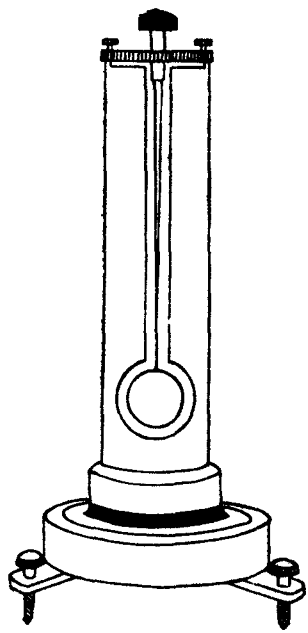
1. இருமடி எதிர்விதி மெய்ப்பிக்கப்பட்டது.
2. காந்தத்தின் முனை வலிமை .... C.G.S. அலகுகள்.

5. ஆடி காந்தமானி (Mirror Magnetometer)

இருமடி எதிர் விதியைச் சரிபார்த்தல் (Verification of Inverse Square Law)

நோக்கம்: ஆடி காந்தமானியைக் கொண்டு இருமடி எதிர் விதியைச் சரிபார்த்தல்.

தேவையான ஆய்கருவிகள்: ஆடி காந்தமானி, குட்டையான காந்தம், மரத்தாலான தாங்கி, 'தொலை நோக்கி – அளவுகோல்' (Telescope & scale).



V-11

படம் 11

அமைப்பு: ஏறத்தாழ 1 செ.மீ. விட்டமுள்ள வட்டமான ஆடித் துண்டிற்குப் பின்புறம் மூன்று சிறிய காந்தத் துண்டுகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. காந்தங்களின் அச்சுகள் இணையாகவும், அவற்றின் வட முனைகள் ஒரே திசையை நோக்கியும் அமைந்துள்ளன. இந்த ஆடி ஓர் இலேசான அலுமினியச் சட்டத்துடன் இணைக்கப்பட்டு முறுக்கில்லாத பட்டு இழையினால் ஒரு பித்தளை அல்லது அலுமினிய உறைக்குள் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. ஆடிக்கு எதிராக உலோக உறையில் ஒரு கண்ணாடிச் சாளரம் (glass window) உள்ளது. இவ்வுறையின் வட்டமான அடிப்பாகத்தில் சரிமட்டத் திருகாணிகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. பட்டு இழை உறைக்கு உச்சியிலுள்ள ஒரு திருகிலிருந்து தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. இத்

திருகைச் சுழற்றி ஆடியின் நிலையை மாற்றமுடியும். ஆடி தடையின்றிச் சுழல உறைக்குள் தேவையான இடம் உள்ளது.

செய்முறை: மேசையிலிருந்து காந்தங்களையும் காந்தவியலுள்ள பொருள்களையும் அகற்று. மேசையின்மீது புவிக்காந்த வடக்குத் தெற்குத் திசையைக் குறிக்கும் கோட்டை வரை. மேசையில் இக் கோட்டிற்கு ஒரு நேர்க்குத்துக் கோடு வரை. ஆடி காந்தமானியை, ஆடியின் மையம் இவ்விரண்டு கோடுகளும் வெட்டும் புள்ளிக்குச் செங்குத்தாக நேர் மேல் இருக்குமாறு வை. ஆடியின் தளம் புவிக் காந்த வடதென் திசை செங்குத்து தளத்தில் அமையுமாறு காந்த மானியைத் திருப்பி வை. ஆடி காந்தமானியைச் சரிமட்டப்படுத்து. 'தொலைநோக்கி-அளவுகோலைச்' சமதள ஆடிக்கெதிரிலும், அதிலிருந்து ஏறத்தாழ 1 மீட்டர் தொலைவிலும் வை. அளவு கோலைக் கிடைமட்டமாகப் பொருத்து. தொலைநோக்கியிலுள்ள கண்ணருகு கருவியைக் குறுக்குக் கம்பிகள் தெளிவாகத் தெரியுமாறு சரிசெய். தொலைநோக்கியைத் திருப்பி அதன் அச்சுக்கோடு சமதள ஆடியின் மையம் வழியாகச் செல்லுமாறு அமை. எதிரொளிப்பால் ஆடியில் தெரியும் அளவுகோலின் பிம்பம் தெளிவாகத் தெரியுமாறு தொலைநோக்கியைக் குவியப்படுத்து. செங்குத்துக் குறுக்கிணை கம்பியுடன் ஒன்றிக்கும் அளவுகோலின் குறியீட்டைக் காண். இதுவே தொடக்கக் காட்சிப் பதிவு.

குட்டையான காந்தத்தை அதன் அச்சு கிடைமட்டமாக உள்ளவாறு மரத்தாங்கியில் பொருத்து. காந்தத்தின் அச்சு ஆடியின் மையம் உள்ள மட்டத்திலேயே இருக்குமாறு தாங்கியின் உயரத்தைச் சரிசெய். தாங்கியை ஆடிகாந்தமானிக்கு மேற்காக, புவிக்காந்த வடதென் திசைக்கு நேர்க்குத்தாக வரையப்பட்ட கோட்டின் மேல் வை. காந்தத்தின் அச்சு இக்கோட்டிற்கு இணையாகவும் ஆடியின் மையம் வழியாகச் செல்லுமாறும் தாங்கியைச் சரிசெய். காந்தமானி டேன்-A நிலையிலிருக்கும். காந்தத்தின் மையத்திற்கும் ஆடியின் மையத்திற்கு மிடையேயுள்ள தொலைவு 'd' அதிகமாக இருக்க வேண்டும் (எடுத்துக்காட்டாக 60 செ.மீ.). இத் தொலைவை அள. ஆடி நிலையானவுடன் தொலைநோக்கியின் காட்சிப் பதிவைக் காண்.

காந்தத்தை முனைக்கு முனை மாற்றிக் காட்சிப் பதிவைக் காண். தொலைவை மாற்றிச் சோதனையைத் திரும்பச் செய்து காட்சிப்பதிவு களைக் காண். அவ்வாறே காந்தத்தை ஆடி காந்தமானிக்குக் கிழக்காக வைத்து அதே தொலைவுகளுக்கு ஒவ்வொரு தொலைவுக்கும் இரு காட்சிப் பதிவுகளைக் காண்.

பின்னர் தாங்கியைக் காந்தமானிக்குத் தெற்காக, காந்தம் tan 'B' நிலையிலுள்ளவாறு வை. டேன்-A நிலையில் கண்ட அதே தொலைவுகளுக்கு, ஒவ்வொரு தொலைவிற்கும் இரு காட்சிப் பதிவு களைக் காண். காந்தத்தைக் காந்தமானிக்கு வடக்கில் அமைத்து அதே தொலைவுகளுக்கு ஒவ்வொரு தொலைவிற்கும் இரு காட்சிப் பதிவுகளைக் காண்.

கணக்கிடுதல் : காந்தத்தின் காந்தத் திருப்புதிறனை M எனவும், அதன் நீளத்தை $2l$ எனவும், அதன் மையத்திலிருந்து 'd' தொலைவில் அச்சுக் கோட்டின்மீதுள்ள புள்ளியில் காந்த ஊசியின் விலகல் θ_A எனவும், அதன் மையத்திலிருந்து அதே 'd' தொலைவில் நடு வரைகோட்டின் மேல் உள்ள புள்ளியில் காந்த ஊசியின் விலகல் θ_B எனவும், புவிக்காந்தப் புலத்தின் கிடைத்தளச் செறிவு H எனவும் கொள்வோம்.

$$\frac{2Md}{(d^2-l^2)^2} = H \tan \theta_A$$

$$\frac{M}{(d^2+l^2)^{3/2}} = H \tan \theta_B$$

$\frac{l}{d}$ சிறியதாக இருந்தால்,

$$\frac{2M}{d^3} = H \tan \theta_A \quad - (1)$$

$$\frac{M}{d^3} = H \tan \theta_B \quad - (2)$$

இச் சமன்பாடுகள் இருமடி எதிர் விதியைக் கொண்டு தருவிக்கப்பட்டுள்ளன.

$(1) \div (2)$

$$2 = \frac{\tan \theta_A}{\tan \theta_B}$$

எனவே $\frac{\tan \theta_A}{\tan \theta_B} = 2$ என்று நிலைநாட்டினால்

இருமடி எதிர் விதி மெய்ப்பிக்கப்படும். இது காஸ் முறை (Gauss' method) என்று கூறப்படுகிறது.

தொலைநோக்கியில் தொடக்கக் காட்சிப் பதிவு : x_0 = ...

காந்தத்தின் மையத்திற்கும் ஆடியின் மையத்திற்கும் இடையேயுள்ள தொலைவு	டேன்-A நிலையில் காட்சிப் பதிவு				சராசரி x_1	மாறுபாடு $s_1 = x_1 \sim x_0$	டேன்-B நிலையில் காட்சிப் பதிவு				சராசரி x_2	மாறுபாடு $s_2 = x_2 \sim x_0$	$\frac{s_1}{s_2}$
	காந்தம் ஆடிக்குக் கிழக்காக		காந்தம் ஆடிக்கு மேற்காக				காந்தம் ஆடிக்குத் தெற்காக		காந்தம் ஆடிக்கு வடக்காக				
	வடமுனை மேற்காக	வடமுனை கிழக்காக	வடமுனை மேற்காக	வடமுனை கிழக்காக			வடமுனை மேற்காக	வடமுனை கிழக்காக	வடமுனை மேற்காக	வடமுனை கிழக்காக			

கடைசிப் பத்தியிலுள்ள $\frac{s_1}{s_2}$ மதிப்புகள் ஒவ்வொன்றும் கிட்டத்தட்ட இரண்டுக்குச் சமமாயிருக்கும். இது இருமடி எதிர் விதியை மெய்ப்பிக்கிறது.

முடிவு

இருமடி எதிர் விதி மெய்ப்பிக்கப்பட்டது.

மேலும், ஆடியின் மையத்திற்கும் அளவுகோலுக்குமிடையே யுள்ள தொலைவு D ஆகவும், θ கோணத்தின் மூலம் ஆடி விலகும் பொழுது தொலைநோக்கியில் காட்சிப்பதிவின் மாறுபாடு 's' ஆகவும் இருந்தால்,

$$\tan\theta = \frac{s}{2D}$$

ஆதலால், காந்தத்திற்கும் ஆடிக்குமிடையேயுள்ள அதே தொலை விற்கு (d), டேன்-A நிலையில் ஆடியின் விலகல்-θ_A -க்குக் காட்சிப் பதிவு மாறுபாடு s_1 ஆகவும், டேன்-B நிலையில் ஆடியின் விலகல் θ_B-க்குக் காட்சிப் பதிவு மாறுபாடு s_2 ஆகவுமிருந்தால்,

$$\frac{\tan\theta_A}{\tan\theta_B} = \frac{s_1}{2D} \div \frac{s_2}{2D} = \frac{s_1}{s_2} = 2$$

இருமடி எதிர்விதியை மெய்ப்பிக்க $\frac{s_1}{s_2} = 2$ என்று நிலைநாட்ட வேண்டும்.

6. இரும்பின் தயக்கக் கண்ணி — காந்தமானி முறை (Hysteresis Loop of Iron—Magnetometer Method)

நோக்கம்

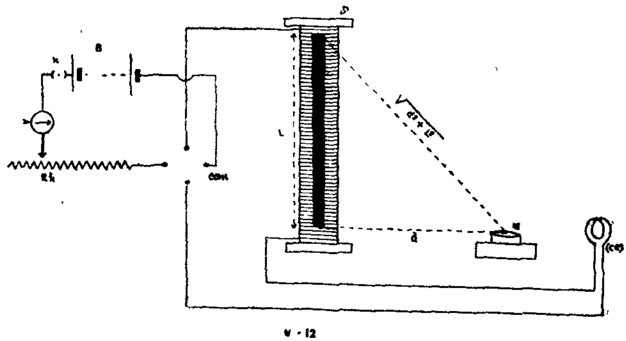
1. காந்தப்படுத்தும் சுழற்சிக்கு (Cycle of Magnetisation) உட்படுத்தப்படும் ஓர் இரும்புத்துண்டின் காந்தப் பண்புகளை (magnetic properties) ஆராய்ந்து இரும்பின் தயக்கக் கண்ணியை வரைதல்.

2. தயக்கக் கண்ணியிலிருந்து அந்த இரும்பின் (i) பற்றுதிறன் (Retentivity), (ii) காந்த நீக்கு விசை (Coercive Force), (iii) ஒரு கன சென்டிமீட்டர் பருமனுள்ள மாதிரிப் பொருள் ஒரு சுழற்சியில் இழக்கும் ஆற்றல் (Energy lost per c.c. per cycle of the specimen) இவற்றைக் கணக்கிடல்.

தேவையான ஆய்கருவிகள்

நீண்ட வரிச் சுருள் (Solenoid), மெல்லிய இரும்புத்தண்டு மின் சேமக்கலங்கள் (Accumulators), மின் தடை மாற்றிகள் (Rheostats), அம்மீட்டர், ஈடு செய்யும் சுருள் (Compensating Coil), முளைச்சாவி (Plug Key), திசை மாற்றி (Commutator), காந்த முள் பெட்டி.

செய்முறை: மின் சேமக்கலம் (B), முனைச்சாவி (K), அம்மீட்டர் (A), தடை மாற்றிகள் (Rh), திசை மாற்றி (Com) மூலம் வரிச்சுருள் (D), மற்றும் ஈடு செய்யும் சுருள் (Cl) இவற்றைத் தொடரிணைப்பாக இணை. ஈடு செய்யும் சுருளின் செங்குத்து தளம் புவிக்காந்த வட தென் தளத்தில் உள்ளவாறு அமை. வரிச்சுருளைச் செங்குத்தாக வை. வரிச் சுருளின் கீழ் முனைக்குச் சற்று மேல் அதன் அச்சுக் கோட்டை ஈடு செய்யும் சுருளின் அச்சு வெட்டுமாறு அமை. காந்த முள் பெட்டியிலுள்ள ஊசியின் மையம் ஈடு செய்யும் சுருளின் அச்சில் அமையுமாறு வரிச் சுருளுக்கும் ஈடு செய்யும்



படம் 12

சுருளுக்குமிடையே அப்பெட்டியை (M) வை. காந்த முள் பெட்டியைச் சுழற்றி அலுமினியக் குறி முள்ளின் முனைகள் 0—0 குறிக்குமாறு அமை. மின் தடை மாற்றிகளைக் காந்த முள் பெட்டியிலிருந்து மிகத் தொலைவில் வை.

மின்சுற்றில் (circuit) பெரும அளவு தடை இருக்குமாறு மின் தடை மாற்றிகளைச் சரிசெய். சுற்றை மூடு (close the circuit). வரிச்சுருளும், ஈடு செய்யும் சுருளும் காந்தமுள் பெட்டியில் விலகல்களை உண்டாக்கும். இவ்விலகல்கள் எதிர்த்திசைகளில் அமையுமாறு சுருள்களில் மின்னோட்டத்தின் திசைகளைச் சரிசெய். ஈடு செய்யும் சுருளை முன்னும் பின்னும் நகர்த்திக் காந்த ஊசியின் விலக்கம் சுழியாகுமாறு செய். பாதுகாப்பான பெரும அளவு மின்னோட்டம் மின் சுற்றில் பாயுமாறு மின் தடை மாற்றிகளைச் சரிசெய். இப்பொழுதும் காந்த ஊசியின் விலக்கம் சுழியாக இருக்க வேண்டும். மின் சுற்றில் செலுத்தப்படும் மின்னோட்டத்தின் எம்மதிப்பிற்கும் காந்த ஊசியின் விலகல் சுழியாகவே இருக்கவேண்டும். மின் சுற்றைத் திற (open the circuit). சோதனைக்கான இரும்புத் தண்டில் மீந்த காந்தம் (residual magnetism) இருக்கக் கூடாது. அவ்வாறிருந்தால் தண்டைச் சூடாக்கி அல்லது

தண்டைச் சுத்தியால் பலமுறை தட்டி மீந்த காந்தம் நீக்கப்பட வேண்டும். வரிச்சுருளுக்குள், தண்டின் அச்சும் சுருளின் அச்சும் ஒன்றிக்குமாறு, இரும்புத் தண்டை வை. தண்டின் முனைகள் வரிச்சுருளுக்குள்ளாகவே அமையவேண்டும். மேலும் தண்டின் கீழ்முனை, காந்த ஊசியின் மையம் இவை ஒரே கிடைமட்டத்தில் அமையவேண்டும்.

மின் சுற்றை மூடு. மின் தடை மாற்றிகளைக் கொண்டு மின் சுற்றிலுள்ள மின் தடையை மாற்றி மின்னோட்டம் பாதுகாப்பான பெரும அளவிற்கு அதிகரிக்குமாறு செய். பின்னர் மின்னோட்டம் பெரும அளவிலிருந்து படிப்படியாகக் குறைந்து சிறும அளவை அடையுமாறு செய். முளைச் சாவியிலுள்ள முளையை எடுத்து மின்னோட்டம் சுழியாகுமாறு செய். திசை மாற்றியினுதவியால் வரிச்சுருளில் மின்னோட்டம் எதிர்த்திசையிலிருக்குமாறு செய். மின்னோட்டத்தைப் பெரும அளவிற்குப் படிப்படியாக அதிகரிக்கச் செய்து, பின்னர் படிப்படியாகச் சிறும அளவிற்குக் குறை. முளைச்சாவியை எடுத்து மின்னோட்டம் சுழியாகுமாறு செய். திசை மாற்றியைத் திருப்பு. சுற்றை மூடி மறுபடியும் மின்னோட்டத்தைப் படிப்படியாகப் பெரும அளவை எட்டுமாறு செய். இச் சுழற்சியை நான்கு அல்லது ஐந்து முறை திரும்பச் செய். ஒவ்வொரு சுழற்சியிலும் வரிச்சுருளில் பாயும் மின்னோட்டம் படிப்படியாக நேரான பெரும அளவிலிருந்து (positive maximum) குறைந்து சுழியாகி, பின்னர் எதிரான பெரும அளவை (negative maximum) அடைந்து, மறுபடியும் சுழியாகி, சுழியிலிருந்து நேரான பெரும அளவை எட்டுகிறது.

சுற்றில் பெரும அளவு மின்னோட்டம் பாயும்பொழுது அலுமினியக் குறிமுள்ளின் இரு முனைகளின் காட்சிப் பதிவுகளைக் காண். மின்னோட்டத்தை முறைக்கு 0·2 ஆம்பியராகப் படிப்படியாகக் குறைத்து ஒவ்வொரு மதிப்பிற்கும் காட்சிப் பதிவுகளைக் காண். மின்னோட்டம் சிறும அளவு ஆன பிறகு, மின் சுற்றைத் திறந்து, மின்னோட்டம் சுழியாக இருக்கும்பொழுது காட்சிப் பதிவுகளைக் காண்.

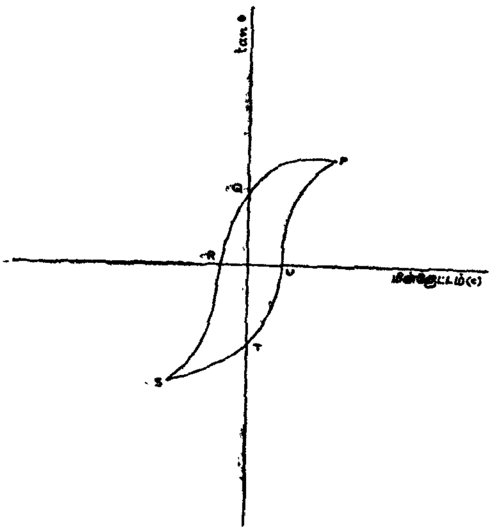
திசை மாற்றியைத் திருப்பு. மின் சுற்றை மூடு. மின்னோட்டத்தை முறைக்கு 0·2 ஆம்பியராகப் படிப்படியாகக் கூட்டி, ஒவ்வொரு மின்னோட்டத்திற்கும் காட்சிப் பதிவுகளைக் காண். மின்னோட்டம் பெரும அளவு ஆனபிறகு அதை முறைக்கு 0·2 ஆம்பியராகப் படிப்படியாகக் குறைத்து ஒவ்வொரு மதிப்பிற்கும்

காட்சிப் பதிவுகளைக் காண். மின்னோட்டம் சிறும அளவு ஆன பின் சுற்றைத் திறந்து மின்னோட்டத்தைச் சுழியாக்கிக் காட்சிப் பதிவுகளைக் காண். திசை மாற்றியைத் திருப்பு. மின் சுற்றை மூடு. மீண்டும் மின்னோட்டத்தை முறைக்கு 0·2 ஆம்பியராகப் படிப்படியாகக் கூட்டிப் பெரும அளவு எட்டும்வரை ஒவ்வொரு மதிப்பிற்கும் காட்சிப் பதிவுகளைக் காண்.

அடுத்தடுத்த இரண்டு சுழற்சிகளுக்கான காட்சிப் பதிவுகள் ஒன்றாக அமையும்வரை இவ்வாறே சோதனையைத் தொடர்ந்து செய்.

முக்கியக் குறிப்பு

இச்சோதனையில் மின்சுற்றில் உண்டாக்கப்படும் மின்னோட்ட மாறுபாடு தொடர்ந்து ஒரே திசையில் அமைய வேண்டும். எக்காரணத்தைக் கொண்டும் மின்னோட்டம் மாறுபடும் திசையை மாற்றவோ, அல்லது மின் சுற்றில் மின்னோட்டம் சுழியாக வேண்டிய கட்டத்தைத் தவிர மற்ற நிலைகளில் மின்னோட்டத்தை திருத்தவோ கூடாது.



V-13

படம் 13

தண்டின் அடிமுனைக்கும் காந்த ஊசியின் மையத்திற்கு மிடையேயுள்ள தொலைவை (d) அள. தண்டை வெளியே எடுத்து அதன் நீளத்தையும் (L) சராசரி ஆரத்தையும் (r) அள.

மின்னோட்டத்தை X-அச்சிலும் சராசரி விலக்கக் கோணத்தின் 'டேஞ்சன்டை', Y-அச்சிலும் கொண்டு ஒரு வரைபடம் வரை. இது PQRSTUP என்ற மூடப்பட்ட கண்ணியாக (closed loop) அமையும். இதுவே மாதிரிப் பொருளின் தயக்கக் கண்ணி' எனப்படுகிறது.

கணக்கிடுதல்

C ஆம்பியர் மின்னோட்டம் வரிச்சுருளில் இருக்கும்பொழுது மாதிரிப் பொருளில் தூண்டப்படும் காந்தத்தின் முனை வலிமை 'm' எனக் கொள்வோம். வரிச்சுருளில் சென்டிமீட்டருக்கு n சுருள்கள் இருந்தால், காந்தத்தைத் தூண்டும் காந்தவயல் வலிமை f-ஐ வருமாறு கணக்கிடலாம்.

$$f = \frac{4\pi nC}{10} \text{ ஒர்ஸ்ட்டட்.}$$

மாதிரிப் பொருள் காந்தமாவதால் ஊசியின் மையத்தில் கிடைத்தளத்தில் உண்டாகும் காந்த வயலின் விளைவுச் செறிவு

$$\text{(Resultant Field) } F = m\left[\frac{1}{d^2} - \frac{d}{(d^2 + L^2)^{3/2}}\right]$$

$$= md\left[\frac{1}{d^3} - \frac{1}{(d^2 + L^2)^{3/2}}\right]$$

இந்நிலையில் காந்த ஊசியின் விலகல் θ ஆகவும், புவிக்காந்தப் புலத்தின் கிடைத்தள வலிமை 'H' ஆகவும் இருந்தால்,

$$H \tan\theta = md\left[\frac{1}{d^3} - \frac{1}{(d^2 + L^2)^{3/2}}\right]$$

$$\text{அல்லது} \quad m = \frac{H\tan\theta}{d\left[\frac{1}{d^3} - \frac{1}{(d^2 + L^2)^{3/2}}\right]}$$

மாதிரிப் பொருளில் காந்தச் செறிவு (Intensity of Magnetisation),

$$I = \frac{m}{\pi r^2}$$

$$\text{ஆதலால் } I = \frac{H\tan\theta}{\pi r^2 d\left[\frac{1}{d^3} - \frac{1}{(d^2 + L^2)^{3/2}}\right]}$$

வரைபடத்தில் Q (அல்லது T) என்ற புள்ளிக்கான tan θ வின் மதிப்பைக் கண்டு அப்புள்ளிக்கு I-ன் மதிப்பைக் கணக்கிடு. இது, மாதிரிப் பொருளின் பற்றுதிறனைத் தரும்.

(R அல்லது U) என்ற புள்ளிக்கான C–ன் மதிப்பைக் கொண்டு 'f'- ஐக் கணக்கிடு. இது மாதிரிப் பொருளின் காந்த நீக்கு விசையைத் தரும்.

தயக்கக் கண்ணியின் பரப்பை வரைபடத்திலிருந்து கணக்கிட்டு, அதைப் பொருத்தமான அளவுக் கூறுகளால் (scale factors) பெருக்கு. இது மாதிரிப் பொருள் ஒரு சுழற்சியில் இழக்கும் ஆற்றலின் மதிப்பைத் தரும்.

காட்சிப் பதிவுகள்

மின்னோட்டம் ஆம்பியரில்	சுழற்சி I			சுழற்சி II			tan θ
	விலக்கங்கள்			விலக்கங்கள்			
	1	2	சராசரி	1	2	சராசரி	

தண்டின் கீழ் முனைக்கும் காந்த ஊசியின் மையத்திற்கு மிடையேயுள்ள தொலைவு } d ...... செ.மீ.

தண்டின் நீளம் : L ...... செ.மீ.

தண்டின் சராசரி ஆரம் : r ...... செ.மீ.

புவிக் காந்தப் புலத்தின் கிடைத்தளச் செறிவு : H ...... ஓர்ஸ்டட்

வரிச்சுருளில் ஒரு செ.மீ. நீளத்தில் உள்ள சுற்றுகள் } : n ......

வரைபடத்தில் Q-என்ற புள்ளியின் Y-ஆயம் $= \tan\theta =$ ....

$$\text{பற்றுதிறன்} = \frac{H\tan\theta}{\pi r^2 d\left[\frac{1}{d^3} - \frac{1}{(d^2 + L^2)^{3/2}}\right]} = \text{.........} \text{ C.G.S. அலகுகள்}$$

வரைபடத்தில் R என்ற புள்ளியின் X-ஆயம் $C =$ .... ஆம்பியர்

$$\text{காந்த நீக்கு விசை} = \frac{4\pi nC}{10} = \text{.........} \text{ ஓர்ஸ்டட்}$$

கண்ணியின் பரப்பு = ... ச.செ.மீ.

ஒரு கன செ.மீ. பருமனுள்ள மாதிரிப் பொருள் ஒரு சுழற்சியில் இழக்கும் ஆற்றல் } = ... எர்க்

முடிவு

மாதிரிப் பொருளின் பற்றுதிறன் .... C.G.S. அலகுகள்

மாதிரிப் பொருளின் காந்த நீக்கு விசை .... ஓர்ஸ்டட்

ஒரு கன சென்டிமீட்டர் பருமனுள்ள மாதிரிப் பொருள் ஒரு சுழற்சியில் இழக்கும் ஆற்றல் } .... எர்க்

6. மின்னியல்

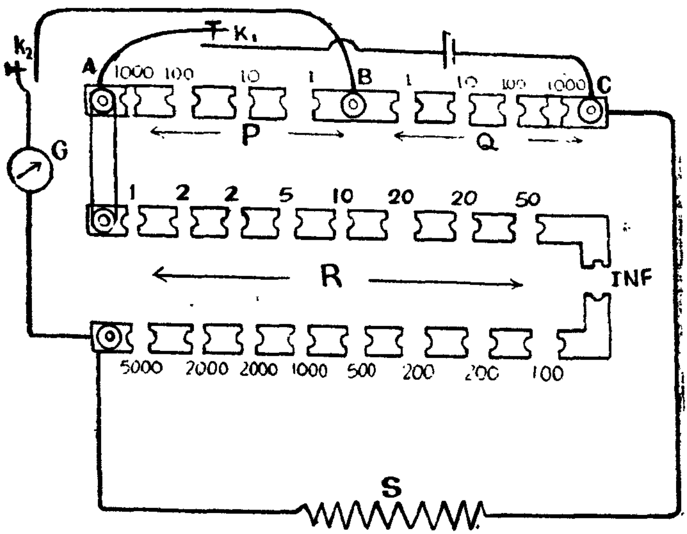
1. P.O. பெட்டி—மின்தடை எண்
(Post Office Box-Specific Resistance

நோக்கம்

P.O. பெட்டியால் ஒரு கம்பிச் சுருளின் மின்தடையைக் கண்டு, கம்பியின் பருப்பொருளின் மின்தடை எண் காணல்.

கருவிகள்

P.O. பெட்டி, மின்தடை கண்டுபிடிக்க வேண்டிய சுருள்



VI.1

படம் 1

கம்பி, உணர்வு நுட்ப கால்வனு மீட்டர், உயர்மின்தடை, திருகு மாணி, லெக்லாஞ்சி கலம்.

விளக்கம்

P.O. பெட்டியின் அமைப்புப் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. இப் பெட்டியில் தொடர்ச்சியாக இணைக்கப்பட்ட மூன்று மின் தடை வரிசைகள் உள்ளன. படத்தில் இவை P, Q, R என்று குறிக்கப்பட்டுள்ளன. 'P', 'Q' இரண்டு வரிசைகள் ஒவ்வொன்றிலும், ஒன்று, பத்து, நூறு, ஆயிரம் ஓம்கள் உள்ள மின்தடைகள் உள்ளன. இவை இரண்டும் மின்சுற்றின் விகிதக் கரங்கள் ஆகும். மூன்றாவது வரிசையில் ஒன்று முதல் 5000 ஓம் வரை மின்தடைகள் உள்ளன. மற்றொரு மின்தடை 'S' என்பதை இவைகளுடன் சேர்த்து வீட்ஸ்டன் வலைச் சுற்றாக இணைக்கலாம். P, Q, சேருமிடம், P, R சேருமிடம் Q, R-ன் முனைகள் இவ்விடங்களில் திருகு முனைகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. பெட்டியிலுள்ள இரண்டு தட்டுச் சாவிகளைக் கலம் உள்ள மின் சுற்றிலும் கால்வனுமீட்டர் சுற்றிலும் இணைத்துப் பயன்படுத்தலாம்.

செய்முறை

மின்தடை தெரியாத கம்பிச் சுருளின் (S) முனைகளை Q, R இவைகளின் முனைகளுடன் இணை. லெக்லாஞ்சிக் கலத்தின் நேர் முனையை Qவின் முனையிலும் மறுமுனையைக் கலச்சுற்றின் தட்டுச் சாவியிலும் இணை. உணர்வு நுட்ப கால்வனு மீட்டரை R, S சந்திப்பிலும், கால்வனுமீட்டர் சுற்றின் தட்டுச் சாவியிலும் உயர் மின்தடை வழியாக இணை. P, Q கரங்கள் ஒவ்வொன்றிலும் ஓர் ஓம் மின்தடை யிருக்குமாறு முளைகளை எடு. பிறகு உயர் மின்தடை முளையையும் எடு. கலச் சுற்றின் சாவியை முதலில் அழுத்திப் பிறகு கால்வனுமீட்டர் சுற்றுச் சாவியை அழுத்துக. கால்வனுமீட்டர் முள் விலகலைக் கவனி. 'R' கரத்திலுள்ள ஈறிலா மின்தடையின் (infinite-resistance) முளையை எடுத்துச் சாவிகளை அழுத்தி கால்வனுமீட்டரின் முள்ளைக் கவனி. மின் சுற்றுச் சரியாக இணைக்கப்பட்டிருந்தால் கால்வனுமீட்டரின் முள் 'R' சுழியாகவும், ஈறிலியாகவுமிருக்கையில் சுழிநிலைக்கு இரு பக்கங்களிலும் விலகும்.

ஈறிலா மின்தடை முளையை அழுத்திச் சொருகு. 'R' கரத்தில் மின்தடையை ஒவ்வோர் ஓம் ஆக அதிகரித்து முன் மாதிரித் தட்டுச் சாவிகளை அழுத்திக் கால்வனுமீட்டர் விலகல்களைக் கவனி. ஓர் ஓம் மாறுபாட்டில் முள், சுழிநிலைக்கெதிர்ப் புறங்களுக்கு விலகினால் அவ்விரு மின்தடைகளையும் குறித்துக் கொள். இதைச் சரியாகக் காண உயர் மின்தடையை முளையிட்டு நீக்கிக்கொள்.

'P' கரத்தில் பத்து ஓம் மின் தடையும் 'Q' கரத்தில் ஓர் ஓம் மின் தடையும் உள்ளவாறு முனைகளை எடு. முன்போலவே சுழி நிலைக்கு இருபுறமும் கால்வனுமீட்டரின் முள் விலகுதல்விளைவிக்கும் ஓர் ஓம் மாறுதல் உள்ள மின் தடைகளை 'R' கரத்தில் கண்டுபிடி.

இம்மாதிரியே 'P' கரத்தில் 100 ஓம் மின் தடையும் 'Q' கரத்தில் ஓர் ஓம் மின் தடையும் வைத்து, 'R' கரத்தில் மின் தடைகளைக் கண்டுபிடி. இவ்வாறு செய்கையில் சில சமயங்களில் 'R' கரத்தில் ஒரு மின் தடைக்குக் கால்வனுமீட்டரில் விலகல் ஏற்படாது. அம் மின் தடையைக் காட்சிப் பதிவாக எடுத்துக்கொள்ளலாம்.

கம்பிச் சுருளைப் பெட்டியிலிருந்து கழற்றி நீட்டி அதன் நீளத்தைச் சரியாக அள. திருகுமானியால் நான்கைந்து இடங்களில் கம்பியின் விட்டத்தை அளந்து ஆரத்தைக் கணக்கிடு.

கீழுள்ள அட்டவணையில் காட்சிப் பதிவுகளை எழுது.

அட்டவணை

P கரத்தில் மின் தடை	Q கரத்தில் மின் தடை	R-ல் மின் தடை		கம்பிச் சுருளின் மின் தடை
		முள் இடப்பக்கம் விலகுகையில்	முள் வலப்பக்கம் விலகுகையில்	
ஓம்கள்	ஓம்கள்	ஓம்கள்	ஓம்கள்	ஓம்கள்
1	1	3	4	3-க்கும் 4-க்கும் இடையில்
10	1	37	38	3·7-க்கும் 3·8-க்கும் இடையே
100	1	372	373	3·72-க்கு மேல் 3·73-க்குள்

கால்வனுமீட்டர் விலகல் மைய அளவீட்டிற்கு அருகிலுள்ள போது, 'R'-ல் மின் தடையைக் கணக்கிட எடுத்துக்கொள்.

$X = 3.72$ ஓம்கள்

கம்பியின் நீளம் = L செ.மீ.

கம்பியின் சராசரி விட்டம் = d செ.மீ.

கம்பியின் ஆரம் = r செ.மீ.

மின் தடை எண். $s = \frac{X \pi r^2}{L}$ ஓம் செ.மீ.

2. மீட்டர் பாலம் — மின் தடை எண்

(Metre Bridge—Specific resistance)

நோக்கம்

ஒரு கம்பிச் சுருளின் மின் தடையை மீட்டர் பாலச் சுற்றால் கண்டுபிடித்துக் கம்பிப் பொருளின் மின் தடை எண்ணைக் கணக்கிடுதல்.

ஆய்கருவிகள்

மீட்டர் பாலம், லெக்லாஞ்சி கலம், மின் தடைப் பெட்டி, சுமார் 5 ஓம் மின்தடையுள்ள கம்பிச்சுருள், உயர் மின் தடை, முனைச்சாவி, உணர்வு நுட்ப கால்வனாமீட்டர், தொடுகோடு (jockey) திருகுமானி (screw gauge).

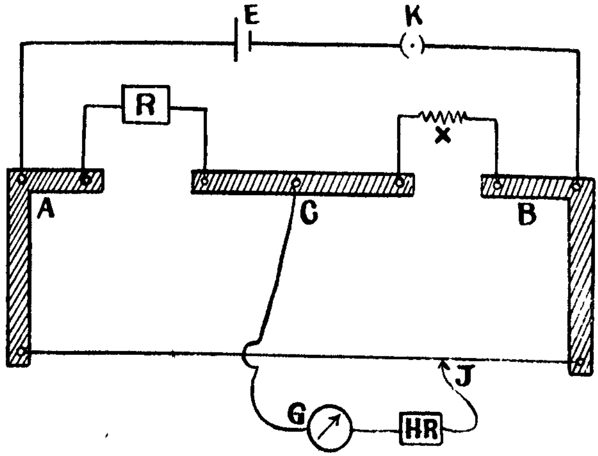
கருவிகளின் விளக்கம்

மீட்டர் பாலத்தின் முக்கிய பாகம் ஒரு நீண்ட பலகையில் ஒரு மீட்டர் நீளத்திற்கு இழுத்துப் பொருத்தியுள்ள ஒரே பருமனுள்ள கான்ஸ்டன்டன் அல்லது ஜெர்மன் சில்வர் கம்பியாகும். கம்பியின் இரு முனைகள் 'L' வடிவமான செப்புப் பட்டைகளில் ஈயப் பற்றவைப்பால் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். இப் பட்டைகளின் இடையில் படத்திலுள்ளவாறு மற்றொரு செப்புப் பட்டை இருக்கும்.

இந்த மூன்று பட்டைகளும் பலகையில் திருகுகளினால் நன்றாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இவைகளில் கம்பியை இணைக்கத் திருகு முனைகள் (terminal screws) உள்ளன. நீண்ட கம்பியினருகில் அதற்கு இணையாக ஒரு மீட்டர் அளவுகோல் பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

செய்முறை

இணைக்கும் கம்பிகளால் மீட்டர் பாலத்தின் கம்பியின் முனை களிலுள்ள பட்டைகளுக்கு லெக்லாஞ்சி கலத்தின் மின் முனைகளை ஒரு முளைச்சாவியின் வழியே இணை.



VI. 2

படம் 2

'A', 'C' பட்டைகளிடைவெளியில் மின் தடைப் பெட்டியை இணை. 'C', 'B', பட்டைகளிடைவெளியில், மின் தடை காண வேண்டிய கம்பிச் சுருளின் முனைகளை இணை. 'C' பட்டையின் நடுவி லுள்ள திருகு முனையிலிருந்து உணர்வு நுட்ப கால்வனுமீட்டர், உயர் மின் தடை, தொடுகோடு இவைகளைத் தொடர்ச்சியாக இணை.

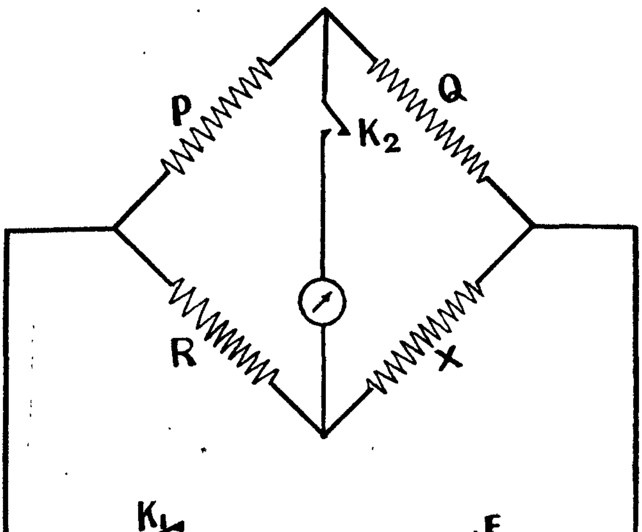
உயர் மின் தடையின் முளையை எடு. கலச்சுற்றை முளைச் சாவியால் மூடு. மின் தடைப் பெட்டியில் 4 அல்லது 5 ஓம்கள் மின் தடையுள்ள முளையை எடு. தொடுகோட்டினுல் பாலக்கம்பியின் இரு முனைகளிலும் தொட்டுக் கால்வனுமீட்டரின் முள் விலகலைக் கவனி. முள், கால்வனுமீட்டரின் சுழி நிலைக்கு இரு பக்கத்திலும் விலகினுல், மின் சுற்றின் இணைப்புகள் சரியாக உள்ளனவாகும். இவ்வாறில்லாவிடில், சுற்றின் இணைப்புகளை மறுபடி பார்த்துச் சரியாக இணை.

தொடுகோட்டைக் கம்பியின் நடுவே, பல இடங்களில் தொட்டு, கால்வனுமீட்டர் முள் விலகல் சுழியாகும் இடத்தைக் கண்டுபிடி. உயர் மின் தடையில் முளையைச் செருகி, மின் தடை

யிராமல் செய். கம்பியைத் தொட்டுக் கால்வனுமீட்டர் முள் விலகாத இடத்தைத் துல்லியமாகக் கண்டுபிடி. இப் புள்ளி சரியீட்டுப் புள்ளியாகும் (balance point). கம்பியின் முனைகளிலிருந்து, இப் புள்ளிவரை நீளங்களை மீட்டர் அளவுகோலில் சரியாக அளந்து l_1 செ.மீ. $(100 - l_1)$ எனக் குறித்துக்கொள்.

மின் தடைப் பெட்டியையும் கம்பிச் சுருளையும் இடம் மாற்றி இணைத்துச் சரியீட்டுப் புள்ளியை மறுபடியும் கண்டுபிடி. கம்பியின் சரியீட்டு நீளங்களை l_2, $(100 - l_2)$ என எடுத்தெழுது. மின்தடைப் பெட்டியில் மின்தடையை, ஓரிரண்டு ஓம்கள் மாற்றிச் சரியீட்டு நீளங்களைக் கண்டுபிடி.

மின் தடை காண வேண்டிய கம்பிச்சுருளை மின்:"சுற்றிலிருந்து எடுத்து நீட்டி அதன் நீளத்தைச் சரியாக அளந்தெழுது. முனைகள் திருகுகளில் இணைத்திருந்த நீளங்களைத் தள்ளிவிடு. திருகுமானியால் அக் கம்பியின் விட்டத்தை நான்கைந்து இடங்களில் நிர்ணயித்து ஆரத்தின் சராசரி மதிப்பைக் கணக்கிடு.



VI.3

படம் 3

கொள்கை: மீட்டர் பாலத்தின் மின் சுற்று, 'வீட்ஸ்டன்' வலைச் சுற்றேயாகும். R, X இரண்டு மின் தடைகளும், மின்

தடைப் பெட்டியிலுள்ள மின் தடையும் கம்பிச் சுருளின் மின் தடையுமாகும். P, Q இரண்டும் பாலக் கம்பியின் சரியீட்டு நீளங்களின் மின் தடைகளாகும்.

$$\frac{R}{X} = \frac{P}{Q}$$

$$= \frac{l_1 \rho}{(100 - l_1)\rho}$$

ρ — ஒரு செ.மீ. பாலக்கம்பியின் மின் தடை.

கம்பிச் சுருளின் மின்தடை $X = \dfrac{R\,(100 - l_1)}{l_1}$

$$X = \frac{sL}{\pi r^2}$$

s ஐக் கணக்கிடு

$$s = \frac{X \pi r^2}{L} \text{ ஓம் செ.மீ.}$$

s = மின்தடை எண்

L = சுருளின் நீளம்

r = கம்பியின் ஆரம்

3. டேஞ்சென்ட் கால்வனுமீட்டர் (Tangent Galvanometer)

அம்மீட்டரின் அளவுத் திருத்தம்

நோக்கம்

(அ) டேஞ்செண்ட் கால்வனுமீட்டரினுல் மின்னேட்டத்தின் சார்பிலா அளவை நிர்ணயித்தல் (absolute determination of current).

(ஆ) அம்மீட்டரின் பிரிவுகளை அளவுத் திருத்தம் செய்தல்.

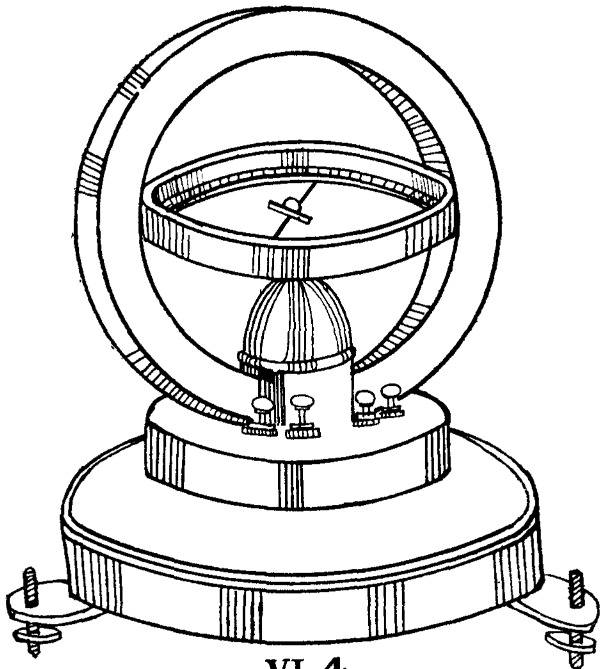
ஆய்கருவிகள்

டேஞ்செண்ட் கால்வனுமீட்டர், அம்மீட்டர், திசைமாற்றி, மின்தடை மாற்றி, இரண்டு அல்லது மூன்று 2 வோல்ட்டு பாட்டரிகள்.

கருவியின் விளக்கம்

டேஞ்செண்ட் கால்வனுமீட்டரின் முக்கியப் பகுதி மரம் அல்லது பித்தளையால் செய்த 15 செ.மீ. விட்டமுள்ள கப்பி (pulley) போன்ற வளையம் ஆகும். இதன்மேல் காப்பிடப்பட்ட (insulated) செப்புக் கம்பி சுற்றப்பட்டிருக்கிறது. இரண்டு சுற்றுகள், ஐந்து சுற்றுகள், ஐம்பது சுற்றுகள் உள்ள கம்பிச் சுருள்கள் உள்ளன. இவைகளின் ஒவ்வொன்றின் இரு முனைகளும், டேஞ்செண்ட் கால்வனுமீட்டரின் கீழ்ப்பகுதியில் இணைப்புத் திருகுகளில் (connecting terminals) சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. கம்பிச் சுருள்கள் உள்ள வளையம் செங்குத்தாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கிறது. அதன் மையத்தில் ஒரு விலகு காந்தமானி (Deflection Magnetometer) வைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

விலகு காந்தமானியில் சிறு காந்த முள்ளும் அதனுடன் நேர்க்குத்தாக நீண்ட குறி காட்டி முள்ளும் இணைத்து ஓர்



VI.4.

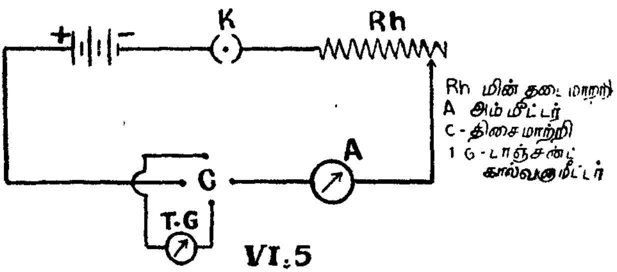
படம் 4

ஊசி முனை சுழற்சித்தானத்தில் (pivoted) தாங்கப்பட்டிருக்கிறது. காந்த முள் சுழற்சியினால் குறி காட்டி முள்ளின் முனைகள்

ஒரு வட்ட அளவுகோலில் கோணப் பிரிவுகள் மேல் நகரும். இவைகள் கண்ணுடியினுல் மூடப்பட்ட பெட்டியிலிருக்கும்.

செய்முறை

மின் தடை மாற்றி, மூன்று பாட்டரிகள், அம்மீட்டர், முளைச் சாவி, திசை மாற்றி இவைகளைப் படத்தில் காட்டியவாறு தொடர்ச்சியாக இணை. திசை மாற்றியில் டேஞ்சென்ட் கால்வனு மீட்டரின் சுருளை இணை. டேஞ்சென்ட் கால்வனுமீட்டர் அருகில் மின் தடை மாற்றியை வைக்கக் கூடாது. அப்படி வைத்தால், மின் தடை மாற்றியில் உள்ள மின் ஓட்டத்தால் ஏற்படும் காந்த வயல், காந்தமானியைப் பாதிக்கும். அம்மீட்டரையும் சற்றுத் தூரத்திலேயே வைக்க வேண்டும். விலகு காந்தமானியில் உள்ள காந்த முள்ளும் குறி காட்டியும் ஒரு தடையுமின்றி நன்ருக இரு பக்கங்களுக்கும் நகர்கிறதா என்று பார்க்க வேண்டும். இல்லையெனில், மட்டத்தைச் சரிப்படுத்தும் திருகுகளைச் (levelling screws) சரிசெய்தல் வேண்டும்.



VI.5

படம் 5

விலகு காந்தமானியில் உள்ள நீண்ட அலுமினியக் குறி காட்டியின் முனைகள் 0-0 கோணங்களுக்கு நேர் இருக்க வேண்டும். இதைப் பிழையில்லாது செய்ய குறிகாட்டியின் கீழ் உள்ள சமதள ஆடி உதவும். மின் சுற்றிலுள்ள முளைச் சாவியை மூடு.

டேஞ்சென்ட் கால்வனுமீட்டரின் கம்பிச் சுருளின் தளம் வடக்குத் தெற்காகப் புவிக்காந்த திசைக்கு இணையாக இருக்குமாறு வைக்க வேண்டும். மின்சுற்றை முளைச்சாவியால் மூடி, மின் சுற்றில் மின்னேட்டம் 0·3 அல்லது 0·4 ஆம்பியர் இருக்கும் பொழுது விலகு காந்தமானியின் குறிமுள்ளின் முனைகள்

காட்டும் அளவுகளைக் குறித்துக்கொள். திசை மாற்றியைத் திருப்பினால், கம்பிச் சுருளில் மின்னோட்டத்தின் திசை மாறும். விலகு காந்தமானியின் முள் எதிர்த் திசையில் விலகி நிற்கும். இப்போது அது காட்டும் அளவுகளைக் குறித்துக் கொள்.

அம்மீட்டரின் பிரிவுகள் எவ்வாறு குறிக்கப்பட்டுள்ளன என்று பார்த்து அதற்கேற்றவாறு மின்னோட்டத்தை 0·1 அல்லது 0·2 ஆம்பியர் அதிகரித்து விலகு காந்தமானியின் காட்சிப் பதிவுகளைக் குறித்துக்கொள். அவ்வாறே படிப்படியாக 1·5 ஆம்பியர் வரை மின்னோட்டத்தை உயர்த்திக் காட்சிப் பதிவுகளை எடு.

மின்னோட்டத்தைப் படிப்படியாகக் குறைத்து மறுபடியும் காட்சிப் பதிவுகளை எடு. விலகு காந்தமானியில் விலகு கோணங்கள் 30° லிருந்து 60° வரை இருத்தல் சோதனைக்கு உகந்தது. மின்னோட்டத்தில் கீழ், உச்ச அளவுகளை அதற்கு ஏற்ப வைத்துக் கொள்.

டேஞ்சென்ட் கால்வனாமீட்டரின் கம்பிச் சுற்றின் சுற்றளவைச் சரியாக அள. சுருளில் சுற்றுகள் எத்தனை என்று குறித்துக் கொள்.

காட்சிப் பதிவுகளைக் கீழ் உள்ள அட்டவணையில் பதிவு செய்.

வரிசை எண்	அம்மீட்டரின் பிரிவு	காந்தமானியில் கோண விலக்கம்								சராசரி	tanθ	மின்னோட்டம் கணக்கீட்டின்படி $= \frac{10\,r\,H}{2\pi n}\tan\theta$	திருத்தம் + அல்லது −
		மின்னோட்டம் அதிகரிக்கும் போது				மின்னோட்டம் குறையும் போது							
		θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	θ_5	θ_6		θ_8				

கம்பிச் சுருளின் ஆரம் $= r$ செ.மீ.

சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை $= n$

புவிக் காந்த வயலின் கிடைமட்டச் செறிவு = ...காஸ்

கொள்கை : டேஞ்சென்ட் கால்வனுமீட்டர், காட்சிப் பதிவுக ளெடுக்கச் சரிசெய்யப்பட்ட நிலையில் மின்னோட்டம் 'C' ஆம்பிய ராகவும், மின்னோட்டமிருக்கும் சுற்றுகள் n ஆகவும், முள் கோண விலகல் θ ஆகவும் இருந்தால், சுருளின் மையத்தில் மின்னோட்டத் தினுல் காந்தவயல்

$$F = \frac{2\pi nc}{10r} \text{ ஆகும்.}$$

$$F = H\tan\theta \text{ (H—புவிக்காந்த வயலின் கிடைமட்டச் செறிவு)}$$

$$\frac{2\pi nc}{10r} = \mathrm{H}\tan\theta$$

$$C = \frac{10r\ H\tan\theta}{2\pi n}$$

4. செம்பின் மின் வேதிய எண்

நோக்கம்

செம்பின் மின் வேதிய எண்ணைச் செம்பு வோல்ட்டாமீட்ட ரினுல் கண்டுபிடித்தல்.

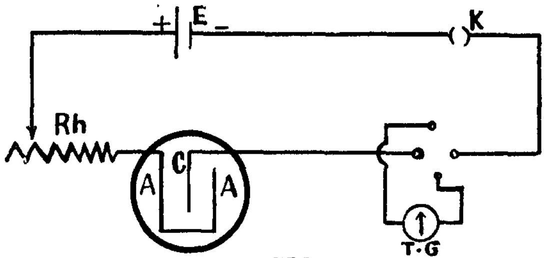
கருவிகள்

ஆறு வோல்ட் பேட்டரி, செம்பு வோல்ட்டா மீட்டர், டேஞ்சென்ட் கால்வனுமீட்டர், மின்தடை மாற்றி, திசை மாற்றி, முளைச்சாவி, நிறுத்து கடிகாரம்.

கருவிகளின் விளக்கம்

செம்பு வோல்ட்டாமீட்டர் என்பது ஒரு கண்ணுடி ஜாடியில் மூன்று செப்புத் தகடுகள் கொண்டது. செப்புத் தகடுகள் ஜாடி யின் மேல் ஒரு மர மூடியில் இருந்து தொங்கவிடப்பட்டிருக்கும். இவற்றில் நடுத்தகடு மூடியின் மேல் ஒரு திருகு முனையில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். மற்ற இரண்டு தகடுகளும் ஒன்ருக இணைக்கப்பட்டு ஒரு திருகு முனையில் மூடியின் மேல் இணைக்கப் பட்டிருக்கும். செப்புத் தகடுகள் சுமார் 15 செ.மீ. × 7·5 செ.மீ. பரப்பு உடையவை. செப்புத்தகடுகளின் இடையில் 3 அல்லது

4 செ.மீ. இடைவெளியிருக்கும். ஜாடியினுள் காப்பர் சல்பேட் கரைசல், செப்புத் தகடுகள் முழுதும் அமிழும் அளவிற்கு ஊற்றப் பட்டிருக்கும்.



VI.6

படம் 6

செய்முறை

பாட்டரி, முளைச்சாவி, மின்தடை மாற்றி, செம்பு வோல்ட்டா மீட்டர் இவைகளைத் தொடர்ச்சியாக இணை. திசை மாற்றியில் டேஞ்சன்ட் கால்வனுமீட்டரை இணை. நடுச் செப்புத் தகடு பாட்டரியின் எதிர்மின் முனையிலும், மற்றத் தகடுகள் நேர்மின் முனையிலும் சேருமாறு மின்சுற்றை இணைக்க வேண்டும். டேஞ்சன்ட் கால்வனுமீட்டரைக் கம்பிச் சுருளின் தளம் புவிக் காந்த வடக்குத் தெற்குத் திசையில் இருக்குமாறு வை. நடுவில் இருக்கும் விலகு காந்தமானியைத் திருப்பி அலுமினியக் குறிமுள் 0—0 திசையில் இருக்குமாறு வை. மின் சுற்றை மூடு. மின் தடை மாற்றியால், விலகு காந்தமானியில் சுமார் 45° விலகல் இருக்கு மளவுக்கு மின்னோட்டத்தைச் சரி செய்.

இவ்வாறு செய்தபின் மின் சுற்றைத் திறந்து வோல்ட்டா மீட்டரின் நடுவில் உள்ள செப்புத் தகட்டை வெளியில் எடு. இதை நன்ருகக் கழுவி உலர வைத்து உப்புக் காகிதத்தால் சிறிது தேய்த்துப் பளபளப்பாக்கு. தகட்டின் நிறையைச் சரியாக நிறுத்துக் குறித்துக் கொள். தகட்டை மறுபடியும் வோல்டா மீட்டரினுள் வை. மின் சுற்றை மூடி நிறுத்துக் கடிகாரத்தை ஓட விடு. விலகு காந்தமானியின் முள் நிலைத்துக் காட்டும் கோணங் களைக் குறித்துக்கொள்.

ஐந்து நிமிடங்களுக்கு ஒரு முறை, திசைமாற்றியைத் திருப்பி விலகுமானியின் காட்சிப் பதிவைக் குறித்துக்கொள். சுமார் அரைமணி மின்னோட்டத்திற்குப் பிறகு மின்சுற்றைத் திற. சுற்றில்

மின்னோட்டம் இருந்த கால அளவைச் சரியாகக் குறித்துக்கொள். காந்தமானியில் விலகல்களின் சராசரியைக் கணக்கிட்டுக்கொள்.

வோல்ட்டா மீட்டரின் நடு செப்புத் தகட்டை வெளியே எடுத்துக் குழாயில் நீரை மெல்ல வரும்படி செய்து கழுவு. பிறகு நன்றாக உலர்த்தி அதன் நிறையை மி.கிராம் வரை சரியாகத் தராசில் அள. நிறையில் அதிகரிப்பு அதில் மின்னோட்டத்தால் படிந்துள்ள செம்பின் நிறைக்குச் சமம்.

கீழ் உள்ள அட்டவணையில் குறிப்புகளைப் பதிவு செய்து செம்பின் மின் வேதிய எண்ணைக் கணக்கிடு.

I பயன்படுத்திய சுருளின் சுற்றுகள் $= n$

சுருளின் சராசரி ஆரம் $= r$

மின்னோட்டம் இருந்த காலம் $= t$ விநாடிகள்

டேஞ்சென்ட் கால்வனாமீட்டரின் சராசரி விலகல் $= \theta$

புவிக்காந்த வயலின் கிடைமட்டச் செறிவு $= H$

தராசில் தட்டில் நிறை		மாறுநிலைப் புள்ளி		நிலைப்புள்ளி		மி. கிராம் வரை சரியான நிறை
இடது	வலது	இடது	வலது			
செப்புத் தகடு செம்பு படியும் முன்						
செப்புத் தகடு செம்பு படிந்த பிறகு						

செப்புத்தட்டில் படிந்த செம்பு $= \ldots\ldots m$

செம்பின் மின்வேதிய எண் $= m / ct$ கிராம் / கூலோம்.

கொள்கை

செம்பு வோல்ட்டா மீட்டரில் t விநாடிகளில் ஆம்பியர் மின்னோட்டத்தால் படியும் செம்பு

$e \times c \times t$ கிராம் எனக் காட்டலாம்.

e என்பது = மின்வேதிய எண்

$$c = \frac{10 r H}{2 \pi n} \tan \theta$$

5. மின்னோட்டத்தினால் கம்பிச்சுருளின் அச்சுக்கோட்டில் ஏற்படும் காந்த வயல் — விலகு காந்தமானி

(Field along the axis of a coil carrying current — Deflection Magnetometer)

நோக்கம்

(அ) வட்டமான கம்பிச் சுருளில் மின்னோட்டத்தினால் சுருளின் அச்சுக்கோட்டில் ஏற்படும் காந்த வயலை விலகு காந்தமானியால் அளத்தல்.

(ஆ) காந்த வயலின் செறிவிலிருந்து மின்னோட்டத்தைக் கணக்கிடுதல்.

கருவிகள்

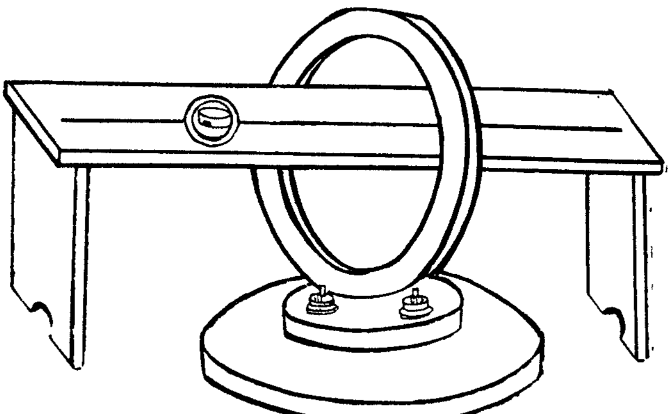
விலகு காந்தமானி, இரண்டு மூன்று வோல்ட் பேட்டரிகள், அம்மீட்டர், மின்தடை மாற்றி, மின்திசை மாற்றி, முளைச்சாவி, கம்பிச் சுருளின் அச்சு வழி காந்த வயல் கருவி (field along the axis of a coil apparatus).

கருவிகளின் விளக்கம்

டேஞ்சென்ட் கால்வனாமீட்டரில் உள்ளது போன்ற வட்டமான கம்பிச் சுருள்கள் கொண்ட வளையம் ஓர் அடித்தளத்தில் செங்குத்தாகப் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. சுருள்களின் முனைகள் அடித்தளத்தில் இணைப்புத் திருகுகளில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

கம்பிச் சுருளின் மத்தியில் கிடைமட்டமாகச் சுமார் ஒரு மீட்டர் நீளமுள்ள மரப்பலகை சுருளின் அச்சு மட்டத்தில் எளிதில் முன்னும் பின்னும் நகரும்படி வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்தப் பலகை கிடைமட்டமாக நிற்பதற்கு இரு சட்டங்கள் பலகையின் முனைகளில் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. நீண்ட பலகையின் அகலம் சுருளின் விட்டத்திற்குச் சற்றுக் குறைவாக இருக்கும்.

விலகு காந்தமானியை இப் பலகையின் மையக் கோட்டில் எந்த இடத்தில் வைத்தாலும், காந்த முள்ளின் மையம் சுருளின் அச்சின் தளத்தில் இருக்கும்.



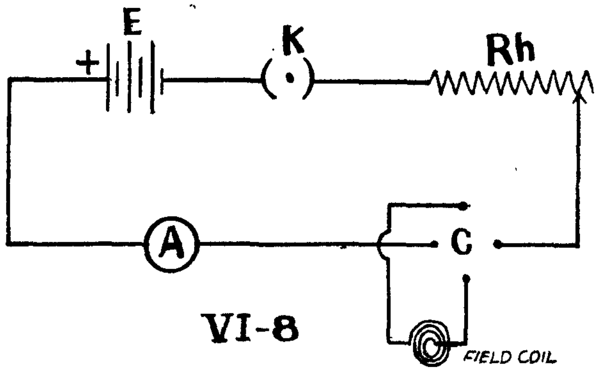
VI-7

படம் 7

செய்முறை

பாட்டரி, முளைச்சாவி, அம்மீட்டர், மின் தடை மாற்றி, மின் திசை மாற்றி இவைகளைத் தொடர்ச்சியாக இணை. மின் திசை மாற்றியைக் கம்பிச் சுருளுடன் இணை. இத் திசை மாற்றியினால் கம்பிச் சுருளில் உள்ள மின்னோட்டத்தின் திசையை மாற்ற முடியும். கம்பிச் சுருளை அதன் செங்குத்துத் தளம் புவிக்காந்த வடக்குத் தெற்குத் திசையில் இருக்குமாறு வை. விலகு காந்தமானியைச் சுருளுக்கு மத்தியில் வைத்து காந்த முள்ளைப் பார்த்து இவ்வாறு செய்யலாம். அம்மீட்டரையும் மின் தடை மாற்றியையும் கம்பிச் சுருளுக்கு அருகில் வைக்கக் கூடாது. சுருளின் மத்தியில் உள்ள பலகையில் சுருளின் அச்சுக் கோட்டில் சுருளின் மையத்திலிருந்து 5 செ.மீ. தொலைவில் விலகு காந்தமானியின் மையம்

பொருந்துமாறு வை. விலகு காந்தமானியை அதன் குறி காட்டி முள் வட்ட அளவுகோலின் 0°—0° விட்டத்திலிருக்குமாறு திருப்பிவை.



VI-8

படம் 8

மின் சுற்றைச் சாவியிட்டு மூடி மின்னோட்டம் 0·5 ஆம்பியரிருக்குமாறு மின்தடை மாற்றியைச் சரி செய். மின்னோட்டத்தின் திசையைத் திசை மாற்றியால் மாற்றி மறுபடி விலகு கோணங்களை எடுத்து எழுது. விலகு காந்தமானியை அச்சுக்கோட்டில் மேலும் 5 செ.மீ. தள்ளி வைத்து மறுபடியும் விலகு கோணங்களைக் குறித்து எழுது. இம்மாதிரி விலகுமானியைக் கம்பிச்சுருள் மையத்திலிருந்து 20 செ.மீ. வரை ஐந்தைந்து செ.மீ. தள்ளி வைத்து விலகு கோணங்களைக் குறித்து எழுது.

விலகுமானியை இவ்வாறே கம்பிச் சுருளின் மறுபக்கத்தில் வைத்து அதே மின்னோட்டத்திற்கு ஏற்படும் விலகு கோணங்களைக் குறித்து எழுது.

மின்னோட்டத்தை 0·3 அல்லது 0·5 ஆம்பியர் அதிகரித்து மறுபடியும் முன் செய்தவாறு விலகு காந்தமானியைக் குறிப்பிட்ட தொலைவுகளில் சுருளினிரு பக்கங்களிலும் வைத்து விலகு கோணங்களைக் குறித்துக்கொள்.

விலகு கோணங்கள் 30° யில் இருந்து 60°-க்குள் இருக்குமாறு மின்னோட்டத்தின் அளவுகளைச் சோதனைக்கு எடுத்துக் கொள்ள

வேண்டும். மின்னோட்டத்தினல் சுருளின் அச்சுக்கோட்டில் ஓரிடத்தில் காந்த வயலின் செறிவு

$$F = \frac{2\pi n a^2 i}{10(a^2 + d^2)^{3/2}}$$

n = கம்பிச் சுருளின் சுற்றுகள்.

a = கம்பிச்சுருளின் ஆரம்.

d = விலகு காந்தமானி மையத்திற்கும் கம்பிச் சுருளின் மையத்திற்கும் இடைத் தொலைவு.

i = மின்னோட்டம் ஆம்பியர் அளவில்.

அட்டவணை

பயன்படுத்திய சுருளின் சுற்றுகள் :

சுருளின் ஆரம் = a செ.மீ.

கம்பிச்சுருளின் மையத்திற்கும் ஊசிக்கும் தொலைவு 'd' செ.மீ.	விலகு காந்தமானி								சராசரி θ	$\tan\theta$	$F = H\tan\theta$	மின்னோட்டம், கணக்கிடப்பட்ட அளவு $\frac{10(a^2+d^2)^{3/2}}{2\pi n a^2} \times H\tan\theta$ ஆம்பியர்கள்
	சுருளின் கிழக்கில்				சுருளின் மேற்கில்							
	மின்னோட்டப் நேர்த் திசையில்		மின்னோட்டம் திசைமாறி		மின்னோட்டப் நேர்த் திசையில்		மின்னோட்டம் திசைமாறி					
	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	θ_5	θ_6	θ_7	θ_8				

சராசரி...

∴ மின்னோட்டத்தின் சராசரி மதிப்பு = ... ஆம்பியர்கள்

6. கம்பிச் சுருளில் மின்னோட்டத்தினால் அதன் அச்சுக்கோட்டில் ஏற்படும் காந்தவயல்

அலைவுக் காந்தமானி

(Vibration Magnetometer)

நோக்கம்

மின்னோட்டத்தால் ஒரு கம்பிச் சுருளின் அச்சுக் கோட்டில் காந்த வயல் செறிவை அலைவுக் காந்தமானியால் கண்டுபிடித்து மின்னோட்டத்தைக் கணக்கிடல்.

ஆய்கருவிகள்

அலைவுக் காந்தமானி, இரண்டு அல்லது மூன்று பாட்டரிகள் அம்மீட்டர், மின் தடை மாற்றி, முளைச்சாவி, நிறுத்துக் கடிகாரம், கம்பிச் சுருளின் அச்சுக்கோட்டில் காந்த வயல் கருவி (field along the axis of coil apparatus).

விளக்கம்

முன் செய்த சோதனையில் பயன்படுத்திய கருவியே இச் சோதனைக்கும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. விலகு காந்தமானிக்குப் பதில் அலைவுக் காந்தமானி பயன்படுத்தப்படும்.

செய்முறை

இரண்டு பாட்டரிகள், முளைச்சாவி மின் தடை மாற்றி, அம் மீட்டர், காந்த வயல் விளைவிக்கும் கம்பிச் சுருள் இவற்றைத் தொடர்ச்சியாக இணை. கம்பிச் சுருளைத் திசை மாற்றி வழியாக இணைக்க வேண்டும்.

கம்பிச் சுருளின் தளம் (plane of the coil) புவிக் காந்தத் திசைக்கு நேர்குத்தாக (கிழக்கு மேற்காக) இருக்குமாறு கருவியைத் திருப்பி வை. புவிக்காந்தத் திசையைக் காந்த ஊசிப்பெட்டியால் (compass needle) நிர்ணயித்துக் கொண்டு இவ்வாறு செய். கம்பிச் சுருளின் அச்சுக்கோடு மரப்பலகை மேடையின் மையத்தில் புவிக்காந்தத் திசையில் சரியாக இருக்கவேண்டும். அலைவுக் காந்தமானியின் காந்த ஊசியைப் பலகை மேடையின்மீது சுருளின் அச்சுக்கோட்டில் இருக்குமாறு தொங்கவிடு.

ஊசியின் மையம் சுருளின் மையத்திலிருந்து 5 செ.மீ வடக்கே உள்ளபொழுது அலைவுக் காந்த ஊசியை ஆட்விட்டு அதன் அலைவு நேரத்தை (period of oscillation) நிறுத்து கடிகாரத்தால் கண்டு பிடி. ஊசியை ஆடச்செய்ய ஒரு சிறு காந்தத்தை அதனருகில் கொணர்ந்து எடுத்துவிடு. 15 அல்லது 20 அலைவுகளின் நேரத்தை நிறுத்து கடிகாரத்தால் அளந்து அலைவு நேரத்தைக் கணக்கிடு.

முளைச் சாவியால் மின் சுற்றை மூடி மின் தடையைப் பயன் படுத்தி மின்னோட்டம் ஓர் ஆம்பியர் உள்ளவாறு செய். முன் செய்தவாறே அலைவுக் காந்த ஊசியை ஆடச்செய்து அலைவு நேரத்தைக் கண்டுபிடி. கம்பிச்சுருளில் மின்னோட்டம் உள்ள பொழுது, அலைவுக் காந்த ஊசியின் மையத்தில் காந்த வயல் செறிவு $(H+F)$ அல்லது $(H-F)$ ஆகும். காந்த வயல் F கம்பிச் சுருளால் ஏற்படுவது, 'H' புவிக்காந்த வயலில் கிடைமட்டச் செறிவு (horizontal intensity of earth's field).

அலைவுக் காந்தமானியைக் கம்பிச் சுருளின் அச்சுக் கோட்டில் நகர்த்தி, ஊசியின் மையம் சுருளின் மையத்திலிருந்து 10 செ.மீ. தொலைவிலுள்ளவாறு வை. முன் செய்தவாறே காந்த ஊசியின் அலைவு நேரத்தைக் கண்டுபிடி.

அலைவுக் காந்தமானியைச் சுருளின் அச்சுக் கோட்டில் 5 செ.மீ. நகர்த்தி காந்த ஊசியின் அலைவு நேரத்தைக் கண்டு எழுது. அலைவுக் காந்தமானியைக் கம்பிச் சுருளின் தெற்கே முறையே 5, 10, 15 செ.மீ. தொலைவுகளில் வைத்து அலைவு நேரங்களைக் கண்டு எழுது.

அட்டவணை I

I. புவிக்காந்த வயலில் காந்த ஊசியின் அலைவு நேரம்

சுருளில் மின்னோட்டமில்லாமலிருக்கையில்.

20 அலைவுகளுக்கு மொத்த நேரம்				அலைவு நேரம் T_0
1	2	3	சராசரி	

II. கம்பிச் சுருளில் மின்னோட்டம் உள்ளபொழுது அதன் அச்சுக்கோட்டில் உள்ள அலைவுக் காந்தமானியின் அலைவு நேரம்

(i) அலைவு நேரம், T_0 ஐவிடக் குறைந்து இருக்கையில்

கம்பிச் சுருளின் ஆரம் $= r$ செ. மீ.

சுருளில் மின்னோட்டம்	சுருள் மையத்திலிருந்து ஊசிக்குத் தொலைவு d	20 அலைவுகளுக்கு மொத்த நேரம்						காந்த ஊசியின் அலைவு நேரம் T_1	கணக்கிட்ட மின்னோட்டம் $\frac{10(r^2+d^2)^{3/2}}{2\pi n r^2} \times \frac{H(T_0^2-T_1^2)}{T_1^2}$
		காந்தமானி சுருளுக்கு வடக்கில்			காந்தமானி சுருளுக்குத் தெற்கில்				
		1	2	சராசரி	1	2	சராசரி		

(ii) அலைவு நேரம் T_0 ஐவிட மிகுந்து இருக்கையில்.

சுருளின் மின்னோட்டம்	சுருள் மையத்திலிருந்து அலைவு ஊசியின் மையத்துக்குத் தொலைவு d	20 அலைவுகளுக்கு மொத்த நேரம்						காந்த ஊசியின் அலைவு நேரம் T_1	கணக்கிட்ட மின்னோட்டம் $\frac{10(r^2+d^2)^{3/2}}{2\pi n r^2} \times \frac{H(T_1^2-T_0^2)}{T_1^2}$
		காந்தமானி சுருளுக்கு வடக்கில்			காந்தமானி சுருளுக்குத் தெற்கில்				
		1	2	சராசரி	1	2	சராசரி		

7. மின்பகு பொருளின் மின்கடத்தல் (Conductivity of an Electrolyte)

கோல்ராஷ் முறை (Kohlraush's Method)

நோக்கம்

கோல்ராஷ் முறையினால் மின் பகுபொருளின் மின் கடத்தல் எண்ணையும் (specific conductivity) மின் தடை எண்ணையும் கண்டு பிடித்தல்.

ஆய்கருவிகள்

மீட்டர் பாலம், பாட்டரிகள் மின் தடை மாற்றி, முளைச்சாவி, இரண்டு மின் தடைப் பெட்டிகள், இரண்டு குறை மின்தடைக் காதொலியங்கள் (Head phones), சிறிய தூண்டு மின் சுருள் (Induction coil) சுமார் 25 செ. மீ. நீளம், 3, 4, செ. மீ. விட்டம் உள்ள கண்ணாடிக் குழாய்.

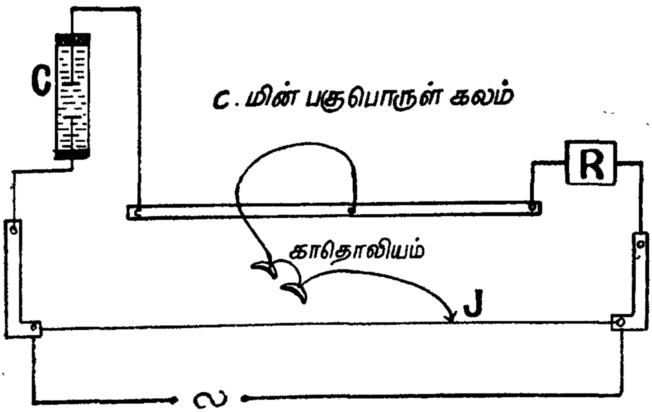
செய்முறை

நேர் மின்னோட்டத்தினால், மின் பகு பொருள் கரைசலின் செறிவு மின் முனைகளுக்கு அருகிலும் மற்ற இடங்களிலும் மாறு படும் ; ஒரே சீராக இராது. எதிர் மின் இயக்கு விசையும் (back e. m. f.) ஏற்படும்.

இக் காரணங்களில் பாட்டரியோ மின்கலங்களோ இச் சோதனைக்கு உகந்ததாகாது. இதற்குப் பதிலாக மாறு திசை மின் அழுத்தத்தைப் (Alternating e. m. f.) பயன்படுத்த வேண்டும். கால்வனாமீட்டருக்குப் பதில் காதொலியங்களைப் பயன்படுத்தலாம்.

ஒரு நீண்ட கண்ணாடிக் குழாயின் இருமுனைகளும் ரப்பர் கார்க்கினால் மூடப்பட்டிருக்கும். தடித்த செப்புக் கம்பிகள் இந்தக் கார்க்குகளின் துளைகள் வழியாகச் செருகப்பட்டிருக்கும். இக் கம்பிகளின் உள் முனைகளில் குழாயின் விட்டத்திற்குச் சமமான வட்டச் செப்புத் தகடுகள் ஈயப்பற்றால் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். கண்ணாடிக் குழாய் நிறையக் காப்பர் சல்பேட் கரைசலை ஊற்றி ரப்பர் கார்க்குகளினால் அழுத்தி மூடு. செப்புத் தகடுகள் கரைசலினுள் இருக்குமாறு வை. இவைகளே மின் பகு பொருள் கலத்தின் மின் வாய்களாகும். (Electrodes of Electrolytic cell).

கரைசல் உள்ள குழாயை ஒரு தாங்கியில் நேர்குத்தாகப் பிடித்து வை. கரைசலிலுள்ள செப்புத் தகடுகளின் இடை தூரத்தை 15 செ.மீ. உள்ளவாறு கம்பிகளைப் புகுத்திவை.



VI-9

படம் 9

மீட்டர் பாலத்தின் கம்பியின் முனைகளுக்குத் தூண்டு மின் சுருளின் (output terminals) பயன் முனைகளை இணை. பாலத்தின் ஓர் இடைவெளியில் மின் தடைப் பெட்டியையும், மற்ற இடை வெளியில் மின் பகு பொருள் கலத்தின் முனைகளையும் இணை. காதொலியத்தின் ஒரு முனையைத் தொடுகோட்டிலும் மறுமுனை யைப் பாலத்தின் இடைவெளிகளுக்கு மையத்திலும் இணை. தூண்டு மின்சுருளின் முதன்மைச் சுருளைப் பாட்டரி, முளைச்சாவி, மின் தடை மாற்றி இவைகளுடன் தொடர்ச்சியாக இணை.

முளைச்சாவியை மூடி தூண்டு மின் சுருளின் அதிர்வுகள் சீரா இருக்குமாறு மின்தடை மாற்றியைச் சரிசெய். காதொலிய தைத் தலையில் மாட்டிக்கொள். மின் தடைப் பெட்டியில் மின் தடையைச் சரிசெய்து தொடுகோட்டினல் கம்பியில் தொட்டு ஒலி மிகக் குறைவாகக் கேட்கும் இடத்தைக் கண்டுபிடி. தொடு கோட்டை இப்புள்ளிக்கு இருபக்கங்களிலும் கம்பியின் மேல் நகர்த் தினல் ஒலி மிகும். சரியீட்டு நீளங்களைக் கம்பியின் பக்கத்திலுள்ள அளவுகோலிலிருந்து எடுத்து எழுது. இவைகளை l_1 செ.மீ. $(100-l_1)$ செ. மீ எனக் குறி. மின் தடைப் பெட்டியையும் பகு மின் பொருள் கலத்தையும் இடம் மாற்றி இணைத்து மறுபடியும் சரியீட்டு நீளத்தைக் கண்டுபிடி. l_2 செ. மீ $(100-l_2)$ செ. மீ. எனக் குறி.

கரைசலிலுள்ள மின் வாய்களுக்கிடை தூரத்தை, 10 செ. மீ., 20 செ.மீ. யாக வைத்து, மின் தடைகளையும், சரியீட்டு நீளங்களையும் முன்போலவே கண்டுபிடி.

மின் வாய்களின் விட்டத்தை காலிப்பரினுல் அளந்து பரப்பளவைக் கண்டுபிடி.

10 செ. மீ. கரைசல் மின் தடை R_1 ஓம்கள்

15 செ.மீ. ,, ,, R_2 ,,

மின் தடை எண் $\rho = \frac{R_1 a}{10} = \frac{R_2 a}{15} = \frac{(R_2 - R_1)a}{(15 - 10)}$

மின் கடத்தல் எண் $= \frac{1}{\rho}$

a = மின் வாயின் பரப்பளவு

கரைசலின் செறிவு = கிராம்கள் /cc

அட்டவணை

மின்வாய்களின் சராசரி ஆரம் $= r^1$ செ. மீ.

மின்வாய்களின் சராசரி பரப்பளவு $= \pi r^2 = a$ ச. செ. மீ.

மின்வாய்களுக்கிடை தூரம்	மின் தடைப் பெட்டியில் மின் தடை R ஓம்கள்	சரியீட்டு நீளங்கள்						மின்பகு பொருள் மின் தடை $\frac{R \times l'}{l''}$	$\rho = \frac{(R_2-R_1)a}{L_2 - L_1}$
		கலத்தின் பக்கம் l_1	பெட்டியின் பக்கம் $(100-l_1)$	கலத்தின் பக்கம் l_2	பெட்டியின் பக்கம் $(100-l_2)$	$\frac{l_1+l_2}{2} = l'$	$l'' = 100 - l'$		
L_1								R_1	
L_2								R_2	

8. மின்னழுத்தமானி (Potentiometer)

இரு கலங்களின் மின் இயக்கு விசைகளை ஒப்பிட்டுப் பார்த்தல் (Comparison of Electromotive forces of cells)

நோக்கம்

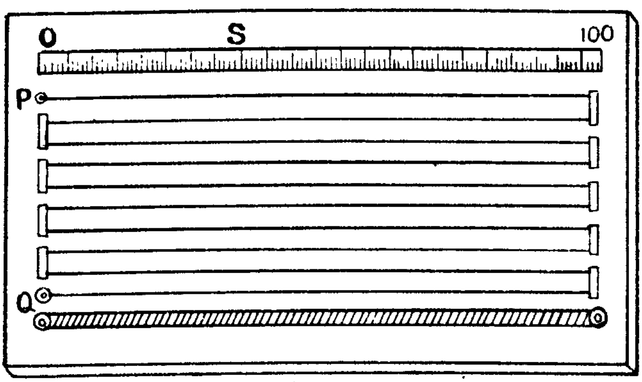
டேனியல் கலம், லெக்லாஞ்சி கலம் இவைகளின் மின் இயக்கு விசைகளை மின் அழுத்த மானியால் ஒப்பிட்டுப் பார்த்தல்.

ஆய்கருவிகள்

மின் அழுத்தமானி, இரண்டு வோல்டு பாட்டரி, டேனியல், லெக்லாஞ்சி கலங்கள், மின் தடை மாற்றி, உணர்வு நுட்ப கால்வனு மீட்டர், இரு முனை இரு எறிச்சாவி, முளைச்சாவி.

ஆய்கருவி விளக்கம்

மின் அழுத்தமானி என்பது கான்ஸ்டன்டன் (constantan) அல்லது ஜெர்மன் ஸில்வரால் செய்யப்பட்ட 100 செ. மீ. நீளமுள்ள பத்து கம்பிகளை ஒரு நீண்ட பலகையில் இழுத்துப் பொருத்தப்பட்டதாகும். பத்து கம்பிகளும் ஒரே தடிப்பு உள்ளவை. ஒரே பொருளால் ஆனவை. இவைகளுக்கு அடியில் ஒரு கண்ணாடிப்



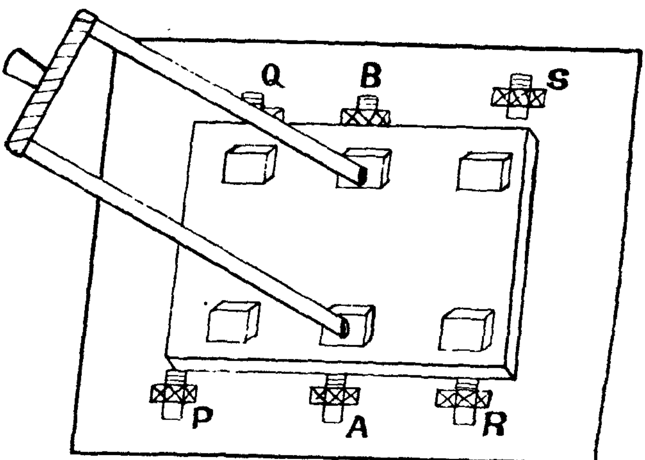
VI-10

படம் 10

பட்டை பொருத்தப்பட்டிருக்கும். பத்து கம்பிகளும் 1000 செ.மீ. நீளமுள்ள ஒரே கம்பியாகுமாறு அவைகளின் முனைகள் கனத்த செப்புப் பட்டைகளில் ஈயப்பற்றால் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

முதல் கம்பியின் துவக்க முனையும் கடைசி கம்பியின் இறுதி முனையும், திருகு முனைகளில் ஈயப்பற்றால் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். முதல் கம்பியின் அருகில் மீட்டர் அளவு கோலும், கடைசி கம்பியின் அருகில் ஒரு மீட்டர் நீள தடித்த செப்புப்பட்டையும், பலகையில் நன்றாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். மெல்லிய வில் பித்தளை (springy brass) பட்டைகளால் செய்த பத்து தொடு கோடுகள் மூன்று கால்களில் நிற்கும் பித்தளைச் சட்டத்தில் பொருத்தப்பட்டிருக்கின்றன. இதன் பின் இரண்டு கால்களை கனத்த செப்புப் பட்டை மீதும் முன்காலை மீட்டர் அளவுகோலுக்கு இணையாக பலகையில் உள்ள கீற்றிலும் வைத்து கம்பியின் முழு நீளத்திற்கும் நகர்த்தலாம். தொடு கோடுகளினால் 1000 செ.மீ. கம்பியை எந்த இடத்திலும் தொட முடியும். செப்புப் பட்டையின் முனைகளில் திருகு முனைகள் உள்ளன.

தொடு கோடுகள் கம்பியைத் தொடும் இடத்திற்கு நேராக அளவுகோலில் காட்சிப்பதிவை எடுக்க, தொடு கோட்டுச் சட்டத்தில் ஒரு குறி காட்டி உள்ளது.



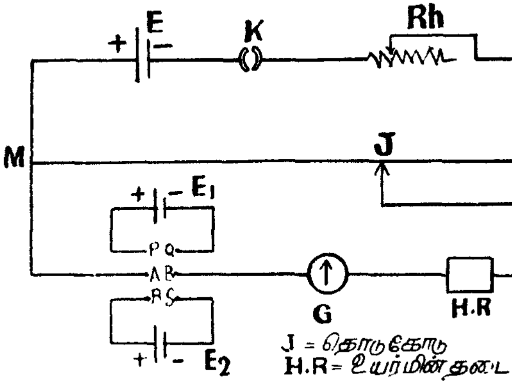
VI-11

படம் 11

இருமுனை இரு எறிச்சாவி ஒன்று படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. இச் சாவியில் ஆறு (6) திருகு முனைகள் உள்ளன. A, B, முனைகளை முதன்மைச் சுற்றிற்கும், (P, Q), (R, S) முனைகளை கலங்களுக்கும் இணைக்க வேண்டும். கைப்பிடியினுடைய இரு செப்புப் பட்டைகள் A, B யுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

இப் பட்டைகளினால் A, B முனைகளை P, Q உடன் அல்லது R, S முனைகளுடன் இணைக்க முடியும்.

பாட்டரியின் நேர் மின்முனையை மின் அழுத்தமானியின் கம்பியின் ஒரு முனைக்கும், எதிர் மின்முனையை முளைச்சாவி, மின் தடை மாற்றி இவை வழியே கம்பியின் மறுமுனைக்கும் இணை. இச் சுற்று முதன்மைச் சுற்றாகும் (primary circuit).



VI -12

படம் 12

கம்பியின் நேர்மின்முனையை இருமுனை இரு எறிச்சாவியின் நடுத்திருகு முனைகளில் ஒன்றில் இணை. சாவியில், இதற்கு எதிர் முனையை உயர்மின்தடை, உணர்வு நுட்ப கால்வனாமீட்டர் வழியே, மின் அழுத்தமானியில் உள்ள நீண்ட செப்புப் பட்டையின் திருகு முனையுடன் இணை. இச் சுற்று துணைச்சுற்றாகும் (secondary circuit). படத்தில் காட்டியவாறு சாவியின் மற்ற நான்கு திருகு முனைகளை இரு கலங்களின் நேர், எதிர் மின் முனைகளுடன் இணை. நேர் மின் முனைகள் இணைக்கப்பட்ட திருகு முனைகளும் முதன்மைச் சுற்றின் நேர்மின் முனை இணைக்கப்பட்ட திருகு முனையும் ஒரே வரிசையில் இருக்கவேண்டும்.

முளைச்சாவியை மூடி, மின்தடை மாற்றியில் மின்தடையைப் பாதி அளவில் வை. இருமுனை இரு எறிச்சாவியால், லெக்லாஞ்சி கலம், கால்வனாமீட்டர் சுற்றில் இருக்குமாறு செய். உயர்மின் தடை சுற்றில் இருக்கும் முளையை எடு. தொடு கோட்டினால் மின் அழுத்தமானியின் கம்பியின் நேர் மின்முனைக்கு அருகில் தொடு. கால்வனாமீட்டரில் முள் விலகலைக் கவனி. தொடுகோட்டினால்

கம்பியின் மறுமுனையைத் தொடு. கால்வனு மீட்டர் முள் விலகலைக் கவனி. மின்சுற்றின் இணைப்புகள் சரியாக இருந்தால், கால்வனு மீட்டர் முள் சுழியின் இருபக்கங்களுக்கும் விலகும். அவ்வாறு இல்லையானால், இணைப்புகளைச் சரிபார்த்து, பிறகு சோதனையைத் துவக்கு. தொடு கோட்டுச் சட்டத்தை நகர்த்தி, கம்பியில் சரியீட்டு இடத்தைக் கண்டுபிடி. இவ்விடத்தில் கால்வனு மீட்டரில் விலகல் இராது. உயர்மின் தடையை முளையிட்டுச் சுழியாக்கி, துல்லியமாக சரியீட்டுப் புள்ளியைக் கண்டுபிடி. இப்புள்ளியிலிருந்து நேர்மின்முனை வரை கம்பியின் நீளம், சரியீட்டு நீளமாகும் (balancing length).

இருமுனை இரு எறிச்சாவியை மறுபக்கம் சாய்த்து டேனியல் கலம் துணைச்சுற்றில் இருக்குமாறு செய். முன் செய்தது போலவே இக் கலத்திற்கு ஏற்ற சரியீட்டு நீளத்தைக் கண்டுபிடி.

முதன்மைச் சுற்றில் மின்தடையை மாற்றி இரண்டு கலங்களுக்கும் சரியீட்டு நீளங்களைக் கண்டுபிடி. இவ்வாறு மூன்று, நான்கு காட்சிப்பதிவுகளை எடு.

அட்டவணை

சரியீட்டு நீளம்		$\frac{E_1}{E_2} = \frac{L_1}{L_2}$
லெக்லாஞ்சி கலத்திற்கு L_1	டேனியல் கலத்திற்கு L_2	

கொள்கை

மின் அழுத்தமானியின் கம்பியில், மின்னோட்டம் மாறாமலிருக்கையில், கம்பியின் இரு முனைகளுக்கும் இடையே மின் அழுத்தம்

$CR = V$ வோல்டுகள்.

C = கம்பியில் மின்னோட்டம்

R = கம்பியில் மின் தடை

1 செ. மீ. கம்பியில் மின் அழுத்த இறக்கம்

$$= \frac{V}{1000} \text{ வோல்டு.}$$

கம்பி முழுவதும் ஒரே ஆரமுடையதாகையால், இவ்விறக்கம் முழு நீளத்திற்கும் மாறிலியாகும். துணைச்சுற்றில் E_1 மின் இயக்கு விசையுள்ள கலம் இருக்கையில் சரியீட்டு நீளம் L_1 செ.மீ. கள். இந் நீளத்திற்கு மின் அழுத்த இறக்கம் $= \frac{L_1 V}{1000}$ வோல்டு.

$$\therefore E_1 = \frac{L_1 V}{1000}$$

இதே போல, E_2 மின் இயக்கு விசையுள்ள கலம் இருக்கையில், சரியீட்டு நீளம் L_2 ஆகையால்,

$$E_2 = \frac{VL_2}{1000}$$

$$\therefore \frac{E_1}{E_2} = \frac{L_1}{L_2}$$

9. மின்னழுத்தமானி (Potentiometer)

மின்னோட்டம்—அம்மீட்டர் அளவுத் திருத்தம் (Measurement Of Current—Ammeter Calibration)

நோக்கம்

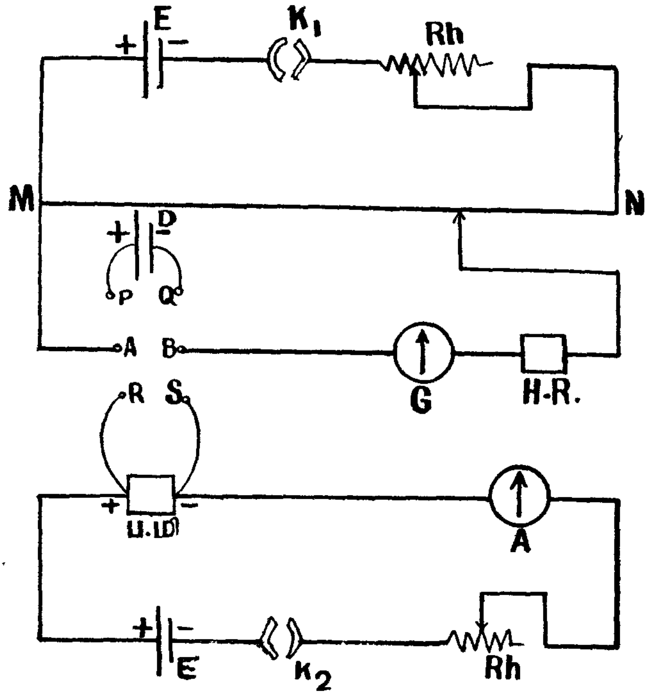
மின்னழுத்தமானியால், ஒரு மின்சுற்றிலுள்ள மின்னோட்டத்தைக் கண்டு, அச் சுற்றிலுள்ள அம்மீட்டரை அளவுத் திருத்தம் செய்தல்.

ஆய்கருவிகள்

பாட்டரிகள், மின்னழுத்தமானி, முளைச்சாவிகள் இரு மின் தடை மாற்றிகள், படித்தர மின் தடை, டேனியல் அல்லது படித்தர கலம், உணர்வு நுட்ப கால்வனோமீட்டர், உயர் மின் தடை, இரு முனை இரு எறிச்சாவி.

செய்முறை

முதன்மைச்சுற்றில், 2V பாட்டரி, மின்னழுத்தமானியின் கம்பி, மின்தடை மாற்றி, முளைச்சாவி இவைகளைத் தொடர்ச்சியாக இணை.



VI -13

படம் 13

இரு முனை இரு எறிச் சாவியின் நடுமுனைத் திருகுகளி லொன்றை, மின்னழுத்த மானியின் கம்பியில் நேர் மின் முனைக்கும், மறுமுனைத் திருகை, உணர்வு நுட்ப கால்வனு மீட்டர், உயர் மின் தடை வழியாக, தொடு கோட்டிற்குமிணை.

துணைச் சுற்றில் பாட்டரி, முளைச்சாவி, மின்தடை மாற்றி, அம்மீட்டர், படித்தர மின்தடை இவைகளைத் தொடர்ச்சியாக இணை. இருமுனை இரு எறிச் சாவியுடன், படித்தர மின் தடையின் நேர் மின் முனை, டேனியல் கலத்தின் நேர் மின் முனை இவைகளை மின்னழுத்த மானியின் நேர்மின்முனையுடன் இணைத்துள்ள திருகு

முனைக்கு இருபக்கத்திலுள்ள திருகு முனைகளிலிணை. படித்தர மின் தடையின் மறுமுனையையும், டேனியல் கலத்தின் எதிர் மின் முனையையும், சாவியின் மற்ற இரு திருகு முனைகளுடன் முறையே இணை.

இரு முனை இரு எறிச்சாவியைத் தள்ளி, மின் தடையையோ டேனியல் கலத்தையோ, மின்னழுத்தமானியின் துணைச் சுற்றிலிணைக்கலாம். டேனியல் கலத்தைத் துணைச் சுற்றில் சேர்த்து, அதன் மின்னியக்கு விசைக்கேற்ற சரியீட்டு நீளத்தைச் சரியாக மின்னழுத்தமானியில் கண்டுபிடி (l'). இந் நீளம், ஏறத்தாழ கம்பியின் முழு நீளமாகவிருக்குமாறு, முதன்மைச் சுற்றின் மின்தடை மாற்றியைச் சரி செய்துகொள்.

அம்மீட்டருள்ள சுற்றை முளைச் சாவியால் மூடி, சுற்றில் மின்னோட்டம் 1 ஆம்பியருள்ளவாறு செய். இருமுனை இரு எறிச்சாவியால் படித்தர மின் தடையை, துணைச் சுற்றிலுள்ளவாறு செய். $1 \times r$ வோல்ட், மின்தடை முனைகளுக்கிடையேயுள்ள மின்னழுத்தமாகும் (படித்தர மின்தடை r ஓம்). இதற்கேற்ற சரியீட்டு நீளத்தைத் துல்லியமாகக் கண்டுபிடி.

மின்தடை மாற்றியால், மின்னோட்டத்தைப் படிப்படியாக, 0·2 ஆம்பியர் வரைக் குறைத்து, ஒவ்வொரு மின்னோட்டத்திற்குமேற்ற சரியீட்டு நீளங்களைக் கண்டெழுதிக் கொள். இவ்வாறு மின்னோட்டத்தைப் படிப்படியாக உயர்த்தி நீளங்களை எடு.

அட்டவணை

டேனியல் கலத்தின் மின் இயக்கு விசை = E வோல்ட்
படித்தர மின்தடை = r ஓம்.

அம்மீட்டர் முள் காட்டும் அளவு	சரியீட்டு நீளங்கள்				கணக்கிட்ட மின்னோட்டம் $\frac{El}{l'r}$	திருத்தம்
	டேனியல் கலத்திற்கு l'	படித்தர மின் தடைக்கு				
		மின்னோட்டம் குறைகையில் l_1	மின்னோட்டம் ஏறுகையில் l_2	சராசரி $l = \frac{l_1 + l_2}{2}$		

கொள்கை

மின் தடையில் C ஆம்பியர் மின்னோட்டமானால், அதன் முனைகளுக்கிடையில் மின்னழுத்தம் $= Cr$ வோல்ட்

$Cr = l v \ldots (1)$ v = ஒரு செ. மீ. கம்பியின் மின்னழுத்த இறக்கம்.

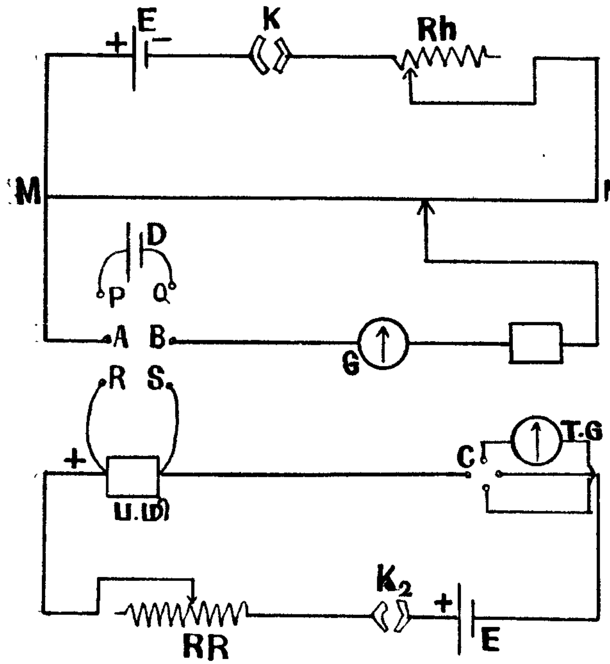
$1{\cdot}08 = l' v$ l = சரியீட்டு நீளம்.

$\frac{1{\cdot}08}{l'} = v$ $1{\cdot}08\ V$ = டேனியல் கல மின் இயக்கு விசை

(1) இல், $Cr = \frac{l \times 1{\cdot}08}{l'}$ l' = அதன் சரியீட்டு நீளம்.

$\therefore C = \frac{l \times 1{\cdot}08}{l' . r}$

அம்மீட்டர் சுற்றில் டேஞ்சன்ட் கால்வனா மீட்டரையும் தொடர்ச்சியாக இணைத்து, கால்வனா மீட்டரைச் சரி செய்து, அதி



VI-14

படம் 14

லேற்படும் விலகலிலிருந்தும், மின்னோட்டத்தைக் கணக்கிடலாம்.

அட்டவணையில், $C = K \tan \theta$ வை ஒரு வரிசையில் பதியலாம்.

$$K = \frac{10r\,H}{2\pi n}$$

θ—விலகல்

r = சுருளின் ஆரம்
H = புவிகாந்த வயலின் கிடைமட்டச் செறிவு
n = சுருளில் சுற்றுகளின் எண்ணிக்கை.

10. மின்னழுத்தமானி
(Potentiometer)
மின்தடை காணல் (Measurement of Resistance)

நோக்கம்

மின்னழுத்த மானியால் மின்தடையைக் கண்டுபிடித்தல்.

ஆய்கருவிகள்

பாட்டரிகள், மின்னழுத்தமானி, இரண்டு மின்தடை மாற்றிகள், உணர்வுநுட்ப கால்வனுமீட்டர், உயர்மின்தடை, படித்தர மின்தடை (standard resistance) காண வேண்டிய மின்தடை, இருமுனை இரு எறிச்சாவி, முளைச்சாவிகள்.

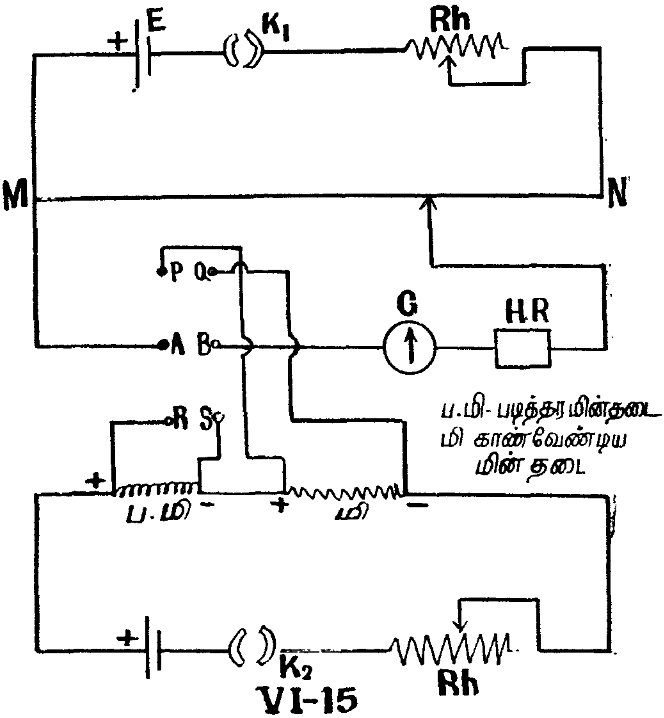
செய்முறை

முதன்மைச் சுற்றில் (primary circuit) இரண்டு 2V பாட்டரிகள், மின்னழுத்தமானியின் கம்பி, மின்தடை மாற்றி, முளைச்சாவி இவைகளைத் தொடர்ச்சியாக இணை.

கம்பியின் நேர்முனையை இருமுனை இரு எறிச்சாவியின் நடுத் திருகுமுனையுடனிணை. மற்ற நடுத்திருகுமுனையை கால்வனுமீட்டர், உயர் மின்தடை வழியாக, மின்னழுத்த மானியின் தொடு கோட்டுடனிணை.

ஒரு பாட்டரி, மின்தடை மாற்றி, முளைச்சாவி, படித்தர மின் தடை (1 அல்லது 2 ஓம்கள்) காணவேண்டிய மின் தடை இவை களைத் தொடர்ச்சியாக இணை. இரு மின் தடைகளின் நேர்மின் முனைகளைத் தெரிந்து, அவைகளை இருமுனை இரு எறிச்சாவியில், மின்னழுத்தமானியின் நேர்மின் முனையுடனிணைத்துள்ள திருகு

முனையில் மேலும் கீழும் உள்ள இருகுமுனைகளுடனிணை சாவியின் மற்ற இருகு முனைகளை, அந்த மின்தடைகளின் மற்ற இரு முனைகளுடனிணை.



படம் 15

இருமுனை இரு எறிச்சாவியால், மின்தடைகளில் ஒன்றை அல்லது மற்றொன்றை, கால்வனுமீட்டருள்ள துணைச்சுற்றில் சேர்க்கலாம்.

மின் தடைகளுள்ள சுற்றில் மூளைச்சாவியைப் பொருத்தி, மின்னோட்டமிருக்குமாறு செய். இருமுனை இரு எறிச்சாவியால் படித்தர மின்தடையை துணைச்சுற்றிலிணை. இந்த மின்தடையில் மின் அழுத்த இறக்கம், CR' வோல்ட் ஆகும். (C' ஆம்பியர் மின் தடையில் மின்னோட்டம், R' ஓம் அதன் மின்தடை.) தொடு கோட்டை நகர்த்தி, இம் மின்னழுத்தத்திற்கேற்ற சரியீட்டு நீளத்தைத் துல்லியமாகக் கண்டுபிடி. அதை l' எனக் குறி.

இரு முனை இரு எறிச்சாவியைத் தள்ளி, காண வேண்டிய மின் தடையைத் துணைச்சுற்றில் சேர். இம் மின் தடையின் முனைகளுக்கிடையில் மின் அழுத்தம் CR வோல்ட் ஆகும். (மின்னோட்டம் C ஆம்பியர், மின் தடை R ஓம்கள்.)

இம் மின்னழுத்தத்திற்கேற்ற சரியீட்டு நீளத்தை மின்னழுத்தமானியால் கண்டுபிடி. இந் நீளத்தை l செ. மீ. எனக் கொள்.

முதன்மைச் சுற்றிலுள்ள மின்தடை மாற்றியில் மின்தடையை மாற்றி, மறுமுறை R', R-க்கு ஏற்ற சரியீட்டு நீளங்களை அளந்தெழுது. நான்கைந்து முறை இவ்வாறு காட்சிப் பதிவுகளை எடு.

அட்டவணை

சரியீட்டு நீளங்கள்		$R = \frac{R'}{l'} \times l$
படித்தர மின்தடை R'க்கு l' செ.மீ.	மின் தடை R-க்கு l செ.மீ.	ஓம்கள்

கொள்கை

மின்னழுத்தமானியின் கம்பியில் 1 செ.மீ.-க்கு மின்னழுத்த இறக்கம் v வோல்ட். CR'-க்குச் சரியீட்டு நீளம் l' செ.மீ.

$$\therefore CR' = l'v$$

CR-க்குச் சரியீட்டு நீளம் l செ.மீ.

$$\therefore CR = lv$$

$$\therefore \frac{R}{R'} = \frac{l}{l'} \qquad R = \frac{R'}{l'}\, l \text{ ஓம்கள்.}$$

11. மின்னழுத்தமானி (Potentiometer)

கலத்தின் அக மின்தடை (Internal Resistance of a Cell)

நோக்கம்

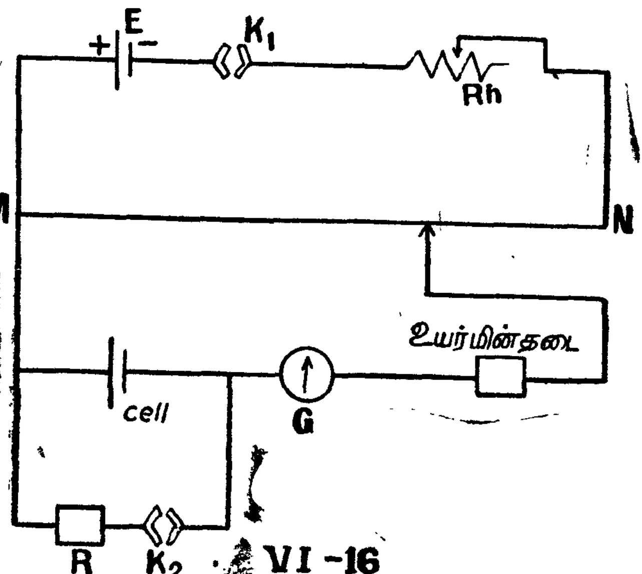
லெக்லாஞ்சி கலத்தின் அக மின்தடையை நிர்ணயித்தல்.

ஆய்கருவிகள்

பாட்டரி, மின்னழுத்தமானி, முளைச்சாவிகள், மின்தடை மாற்றி, மின்தடைப் பெட்டி, உணர்வு நுட்ப கால்வனு மீட்டர், உயர் மின்தடை.

செய்முறை

பாட்டரி, மின்னழுத்தமானி, முளைச்சாவி, மின்தடை மாற்றி இவைகளை முதன்மைச் சுற்றிலும், லெக்லாஞ்சி கலம், கால்வனு மீட்டர், உயர் மின்தடை, தொடுகோடு இவைகளைத் துணைச் சுற்றிலும் இணை.



VI-16

படம் 16

மின் தடைப் பெட்டியையும் முளைச்சாவியையும் லெக்லாஞ்சி மின்கலத்துக்குப் பக்க இணைப்பாக இணை. பாட்டரி, கலம்

இவை இரண்டின் நேர்மின் முனைகளையும் கம்பியின் ஓர் முனையிலிணைக்க வேண்டும்.

மின்தடை மாற்றியில் மின்தடையைக் குறைத்து, கலத்துடன் பக்க விணைப்பிலுள்ள மின்தடைப் பெட்டி சுற்றில் சேராமலிருக்க முனைச்சாவி K_2 ஐத் திற.

லெக்லாஞ்சி கலத்தின் சரியீட்டு நீளத்தை, துல்லியமாகக் கண்டு குறித்துக்கொள்.

மின் தடைப் பெட்டியில் 20 ஓம்கள் மின்தடை யிருக்குமாறு செய். K_2 சாவியை மூடி இம் மின்தடையைக் கலத்தின் பக்க விணைப்பில் சேர். சரியீட்டு நீளத்தைக் கண்டுபிடி. பெட்டியில் மின்தடையை 15, 10, 5 ஓம்களாக மாற்றி சரியீட்டு நீளங்களைக் கண்டுபிடி.

மின் தடை மாற்றியில், மின்தடையை மாற்றி சரியீட்டு நீளங்களை மறுபடி கண்டு குறித்துக்கொள்.

அட்டவணை

பக்க இணைப்பு திறந்து, மின்தடை ஈறிலியாக இருக்கையில் சரியீட்டு நீளம் $= l$.

பக்க இணைப்பில் மின் தடை R	சரியீட்டு நீளம் l_1	அக மின்தடை $r = \frac{R(l - l_1)}{l_1}$

இம்மாதிரியே, டேனியல் மின் கலத்திற்கும் அக மின்தடை காணலாம்.

கொள்கை

$E = l \times v$ — 1 l — சரியீட்டு நீளம்
v — 1 செ.மீ.-க்கு, மின்ன முத்த இறக்கம்.

$\frac{ER}{(R+r)} = l_1 \times v$ — 2 R — பக்கவிணைப்பில் மின்தடை
r — கலத்தின் அக மின்தடை
E — கலத்தின் மி. இ. விசை (*e.m.f.*)

$$\frac{2}{1}, \quad \frac{R+r}{R} = \frac{l}{l_1}$$

$$1 + \frac{r}{R} = \frac{l}{l_1}$$

$$\frac{r}{R} = \frac{l}{l_1} - 1$$

$$r = \frac{R(l - l_1)}{l_1}$$

12. மின்னழுத்தமானி (Potentiometer)

1. மின்னழுத்தமானியைப் படித்தரப்படுத்தல் (Standardisation of Potentiometer)
2. குறைந்த நெடுக்க வோல்ட்மீட்டரை அளவுத் திருத்தம் செய்தல்(Calibration of Low Range Voltmeter)

நோக்கம்

மின்னழுத்தமானியைப் படித்தரப்படுத்தி, குறைந்த நெடுக்க வோல்ட் மீட்டரை அளவுத் திருத்தம் செய்தல்.

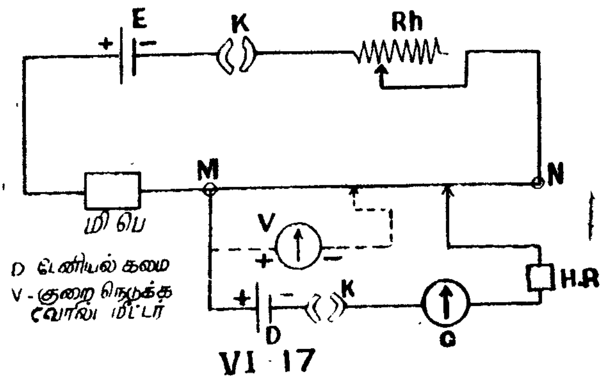
ஆய்கருவிகள்

மின்னழுத்தமானி, முனைச்சாவிகள், மின் தடைமாற்றி, டேனியல் கலம், 6 வோல்ட் பாட்டரி, உயர் மின்தடை, உணர்வு நுட்ப கால்வனுமீட்டர்.

செய்முறை

6 வோல்ட் பாட்டரி அல்லது மூன்று 2 வோல்ட் பாட்டரிகள், மின்னழுத்தமானியின் கம்பி, மின்தடை மாற்றி, முனைச்சாவி

இவைகளைத் தொடர்ச்சியாக இணை. டேனியல் மின் கலத்தின் நேர்மின் முனையை, பாட்டரியின் நேர் மின் முனைக்கிணைக்கப்பட்ட மின்னழுத்தமானியின் கம்பியின் முனையிலிணை. டேனியல் கலத்தின் மற்ற முனையை, முளைச்சாவி, கால்வனுமீட்டர், உயர் மின் தடை இவைகளின் வழியே தொடுகோட்டுடனிணை.



படம் 17

முதன்மைச் சுற்றைச் சாவியிட்டு மூடு. மின் தடை மாற்றியின் மின்தடையைக் குறைத்து வை.

துணைச் சுற்றை முளைச்சாவியிட்டு மூடி, உயர்மின் தடைச் சாவியை எடு. தொடு கோட்டைக் கம்பியின் நேர்மின் முனையிலிருந்து 108 செ.மீ. தூரத்தில் அழுத்திக் கம்பியைத் தொடு.

மின் தடையை, கால்வனு மீட்டரில் விலகல் சுழியாகும் வரை சரிசெய். உயர் மின்தடைச் சாவியைப் பொருத்தித் துல்லியமாக மின் தடையைச் சரிசெய்து விலகலைச் சுழியாக்கு.

டேனியல் கலத்தில் மின் இயக்கு விசை 1·08 வோல்ட் கம்பியில் 108 செ.மீ. சரியீட்டு நீளமாக வைக்கப்பட்டிருப்பதால், 1 செ.மீ.-க்கு மின்னழுத்த இறக்கம், $\frac{1{\cdot}08}{108}$ வோல்ட் அல்லது 0·01 வோல்ட்டாகும்.

டேனியல் கலத்தை அதனுடனிணைத்துள்ள முளைச்சாவியைத் திறந்து, சுற்றிலில்லாதவாறு செய்.

குறைந்த நெடுக்கம் (3 அல்லது 5 வோல்ட்) வோல்ட் மீட்டரின் நேர் மின் முனையை, மின்னழுத்த மானியின் கம்பியின் நேர்மின் முனையுடனிணை. மற்ற முனையைத் தொடுகோட்டுடனிணை. தொடு கோட்டைத் தள்ளி அழுத்தி, வோல்ட் மீட்டர் 0·2 வோல்ட் காட்டுமிடத்தைக் கண்டுபிடி. இப் புள்ளிக்கு நேர் மின் முனையிலிருந்து கம்பியின் நீளத்தைக் குறித்துக் கொள். இவ்வாறே, படிப்படியாக 3 வோல்ட் வரை நீளங்களைக் கண்டுபிடி.

டேனியல் கலத்தின் மின் இயக்குவிசை = 1·08 வோல்ட்

இதற்குச் சரியீட்டு நீளம் = 108 செ.மீ.

1 செ.மீ. கம்பிக்கு அழுத்த இறக்கம் = 0·01 வோல்ட்.

வோல்ட் மீட்டர் அளவு	சரியீட்டு நீளம் l செ.மீ.	கணக்கிட்ட மின்னழுத்தம் $l \times 0{\cdot}01$ வோல்ட்	திருத்தம்

இம்முறையில் 5 வோல்ட் வரை அளவுத் திருத்தம் செய்யலாம்.

13. மின்னழுத்தமானி
(Potentiometer)

உயர் நெடுக்க வோல்ட் மீட்டர்-அளவுத் திருத்தம்
(High range voltmeter-calibration)

நோக்கம்

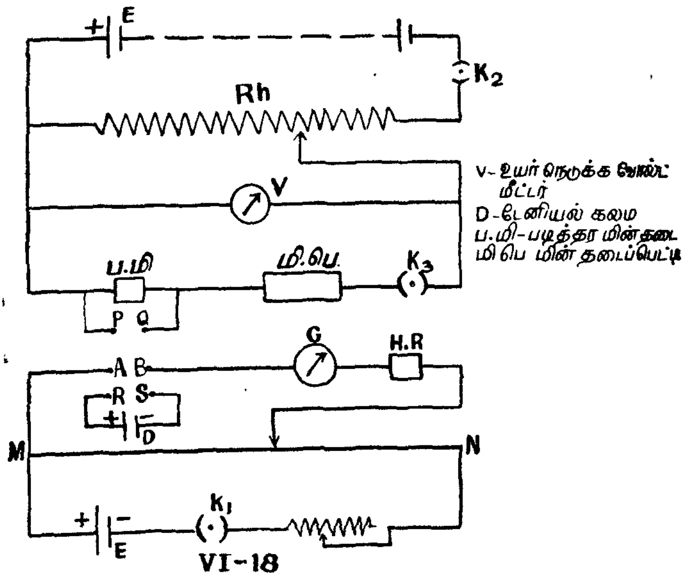
மின்னழுத்த மானியால், உயர் நெடுக்க வோல்ட் மீட்டரை அளவுத் திருத்தம் செய்தல்.

ஆய்கருவிகள்

மின்னழுத்தமானி, 2 வோல்ட் பாட்டரி, உயர்மின் தடை மாற்றி, குறைந்தளவு மின்தடை மாற்றி, முளேச்சாவிகள், இரு முனை இரு எறிச்சாவி, மின்தடைப் பெட்டி, படித்தர மின்தடை, உயர் நெடுக்க வோல்ட் மீட்டர், வோல்ட் மீட்டர் உச்ச வரம்புக்கு மேற்பட்ட மின் இயக்கு விசையுள்ள பாட்டரி தொகுதி.

செய்முறை

முதன்மைச் சுற்றில் 2 வோல்ட் பாட்டரி, குறைந்தளவு மின்தடை மாற்றி, முளேச்சாவி இவைகளைத் தொடர்ச்சியாக இணைத்துக்கொள்.



படம் 18

மற்றச் சுற்றுகளைப் படத்திலுள்ளவாறு இணைத்துக்கொள். வோல்ட் மீட்டரின் பெரும அளவைவிடச் சற்று அதிகமான மின் இயக்கு விசையுள்ள பாட்டரி, உயர் மின் தடை மாற்றியுடன் முளேச்சாவி K_2 வழியாக இணைத்துள்ளது. இம் மின் தடையின் ஒரு நிலையான திருகு முனைக்கும் நகர்த்தித் தொடும் திருகுமுனைக்கும் இடையே வோல்ட் மீட்டரிணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதற்குப் பக்க இணைப்பில், மின்தடைப் பெட்டி, படித்தர மின்தடை, முளேச்சாவி இவைகளுள்ளன.

படித்தர மின்தடையின் இரு முனைகளிலிருந்தும், டேனியல் கலத்தின் மின் முனைகளிலிருந்தும், இருமுனை இரு எறிச் சாவிக்கு இணைப்புகள் படத்திலுள்ளவாறு செய்யப்பட்டுள்ளன. இச் சாவியின் நடுத்திருகு முனைகள், மின்னழுத்த மானியின் துணைச் சுற்றிலுள்ளன. இருமுனை இரு எறிச்சாவியின் ஒரு பக்கத் திருகு முனைகள் யாவும் நேர்மின் முனைகளுக்கிணைக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும்.

முன் சோதனையில் செய்தவாறு, டேனியல் கலத்தைத் துணைச் சுற்றில் சேர்த்து, மின்னழுத்தமானியில் 1 செ.மீ.-க்கு 0·01 வோல்ட் அழுத்த இறக்கமுள்ளவாறு படித்தரப்படுத்து.

மின்தடைப் பெட்டியில், படித்தர மின் தடையைப் போல் 4, 5 மடங்கு மின்தடையுள்ளவாறு முளைச்சாவியை எடு. K_2 முளைச் சாவியை மூடி, உயர் மின்தடை மாற்றியை, வோல்ட் மீட்டர் 5 வோல்ட் காட்டுமாறு சரி செய்.

K_3 முளைச் சாவியை மூடி, இருமுனை இரு எறிச்சாவியை இயக்கிப் படித்தர மின்தடையை மின்னழுத்த மானியின் துணைச் சுற்றில் சேர்.

இந்த மின் தடையின் முனைகளுக்கு இடையில் மின் அழுத்தத்திற்கேற்ற சரியீட்டு நீளத்தை மின்னழுத்தமானியின் தொடு கோட்டினால் துல்லியமாகக் கண்டுபிடி.

உயர் மின்தடை மாற்றியால் வோல்ட் மீட்டர் அளவை, படிப்படியாக உயர்த்தி அவைகளுக்கேற்ற சரியீட்டு நீளங்களைக் கண்டுபிடி.

$$\frac{Vr}{R+r} = v.$$ V — உயர்நெடுக்க வோல்ட்மீட்டர் அளவு.

v — 'r'-ன் முனைகளுக்கிடை மின்னழுத்தம்.

$$V = \frac{v\,(R+r)}{r}$$

$R = n\,r$

R — மின்தடைப் பெட்டியில் மின்தடை

$$= v\,(n+1)$$ r — படித்தர மின்தடை

n — இரண்டிற்கும் விகிதம்

முன் சோதனையில் செய்தவாறு, மின்னழுத்த மானியைப் படித்தரப்படுத்த,

டேனியல் கலத்தின் மின் இயக்கு விசை = 1·08 ஓல்ட்

மின்னழுத்தமானியின் சரியீட்டு நீளம் = 108 செ.மீ.

1 செ.மீ.-க்கு மின்னழுத்த இறக்கம் = 0·01 ஓல்ட்.

அட்டவணை

வோல்ட் மீட்டர் அளவு வோல்ட்	மின்னழுத்த மானியின் சரியீட்டு நீளம் l செ.மீ.	படித்தர மின் தடையில் குறுக்கே மின்னழுத்தம் $v = l \times 0{\cdot}01$ வோல்ட்	$(r + R)$ மின் தடைக்குக் குறுக்கே மின்னழுத்தம் $V = v(n + 1)$ வோல்ட்	திருத்தம்

14. ராலே மின்னழுத்தமானி

Rav leigh's Potentiometer)

நோக்கம்

இரண்டு கலங்களின் மின்னியக்கு விசைகளை ராலே மின்னழுத்தமானியால் ஒப்பிட்டுப் பார்த்தல்.

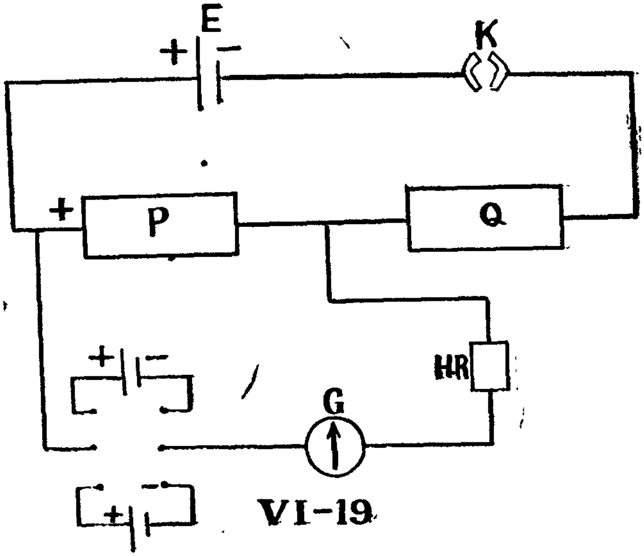
கருவிகள்

டேனியல் கலம், லெக்லாஞ்சே கலம், உணர்வு நுட்ப கால்வனுமீட்டர், இரண்டு மின்தடைப் பெட்டிகள், உயர் மின்தடை முளைச்சாவி, இரு முனை இரு எறிச்சாவி (double pole, double throw key).

செய்முறை

பாட்டரி, இரண்டு மின்தடைப் பெட்டிகள், முளைச்சாவி இவைகளைத் தொடர்ச்சியாக இணை. 'P' மின்தடைப் பெட்டியின் நேர்மின் முனையை இருமுனை எறிச்சாவியின் நடுத்திருகு முனையுடன் இணை.

'P' பெட்டியின் மறுமுனையை உயர் மின்தடை கால்வனு மீட்டர் இவைகளின் வழியே சாவியின் மறு நடுத்திருகு முனையுடன் இணை. லெக்லாஞ்சி கலம், டேனியல் கலம் இவைகளின் நேர்



படம் 19

மின் முனைகளை 'P' -ன் நேர்மின் முனை இணைத்த திருகு முனைக்கு மேலும் கீழும் உள்ள திருகு முனைகளுடன் இணை. எதிர் மின் முனை களைச் சாவியின் மற்ற இரு திருகு முனைகளோடு இணை.

P, Q இரு பெட்டிகளிலும், மொத்த மின்தடை 10,000 ஓம்கள் உள்ளவாறு முளைகளை எடு. இரு முனை இரு எறிச்சாவியை இயக்கி டேனியல் கலத்தைச் சுற்றில் சேர். உயர் மின்தடை முளையை எடு. முளைச் சாவியால் முதன்மை மின் சுற்றை மூடு.

'P', 'Q' பெட்டிகளின் மின் தடைகளைச் சரி செய்து கால்வனு மீட்டர் விலகல் சுழியாகுமாறு செய். இவ்வாறு செய்கையில் 'P' 'Q' வின் மொத்த மின்தடை பத்தாயிரம் ஓம்களாகவே இருக்க வேண்டும்.

உயர் மின்தடையை முளையிட்டு நீக்கித் துல்லியமாக P, Q வின் மின்தடைகளைச் சரி செய்து கால்வனுமீட்டர் விலகல் சுழியாகு மாறு செய். 'P' மின் தடைப் பெட்டியில் உள்ள மின்தடையைக் குறித்துக் கொள்.

இரு முனை இரு பக்கச் சாவியை இயக்கி லெக்லாஞ்சி கலத்தைத் துணை மின் சுற்றில் சேர். முன் செய்தவாறே P, Q மின் தடைகளை மாற்றிக் கால்வனுமீட்டர் விலகலைச் சுழியாக்கும் 'P' யின் மின் தடையை எடுத்துக் குறி. இப்போதும் P, Q-ன் இரண்டின் மொத்த மின்தடை 10,000 ஓம்களாக இருக்க வேண்டும். இவ்வாறே P, Q-ன் மொத்த மின்தடையை 8,000, 12,000 ஓம்கள் வைத்து P-ன் சரியீட்டு மதிப்புகளைக் கண்டுபிடி.

அட்டவணை

P Q-ன் மொத்த மின் தடை	P-ல் சரியீட்டுதலுக்கு மின் தடை		$\frac{E_1}{E_2} = \frac{R_1}{R_2}$
	டேனியல் கலம் R_1 ஓம்கள்	லெக்லாஞ்சி கலம் R_2 ஓம்கள்	

15. காரி ஃபாஸ்டர் பாலம் (Carey Foster Bridge)

நோக்கம்

இரண்டு ஏறத்தாழ சமமான மின் தடைகளை ஒப்பிட்டுப் பார்த்தல்.

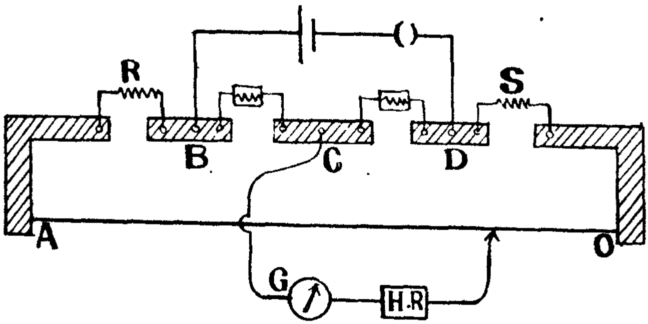
கருவிகள்

காரி ஃபாஸ்டர் பாலம், இரண்டு ஏறத்தாழ சமமான மின் தடைகள், இரண்டு மின்தடைப் பெட்டிகள், படித்தர மின்தடை, லெக்லாஞ்சி கலம், உணர்வு நுட்ப கால்வனுமீட்டர், தொடுகோடு, முளைச்சாவி (plug key).

கருவி விளக்கம்

மீட்டர் பாலத்தைப் போன்றதே காரி ஃபாஸ்டர் பாலமும். மீட்டர் பாலத்தை ஒரு சில மாற்றங்கள் செய்து காரி ஃபாஸ்டர் பாலமாக மாற்ற முடியும்.

ஒரு மீட்டர் நீளமுள்ள கான்ஸ்டன்டன் கம்பியை நீண்ட பலகையின் மேல் 'L' வடிவமுள்ள செப்புப் பட்டைகளில் ஈயப்பற்றினால் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. பலகையில் இவ்விரு பட்டைகளுக்கு



VI-20

படம் 20

மிடையில் மூன்று செப்புப் பட்டைகள் படத்தில் உள்ளவாறு இடைவெளிகள் விட்டுப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். 'L' வடிவப் பட்டைகளிலும், மற்றப் பட்டைகளின் முனைகளிலும், கம்பிகளை இணைக்கத் திருகு முனைகள் உள்ளன. நடுப் பட்டையின் மையத்திலும் ஒரு திருகுமுனை இருக்கிறது. மீட்டர் அளவுகோல் ஒன்று நீண்ட கம்பிக்கு இணையாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

செய்முறை

செப்புப் பட்டைகளுக்கு இடையில் உள்ள நான்கு இடைவெளிகளில், நடு இரண்டில் இரு மின்தடைப் பெட்டிகளை P, Q இணை. மற்ற இடைவெளிகளில் ஒன்றில் 1 அல்லது 0·5 ஓம் படித்தர மின் தடையையும் மற்றோர் இடைவெளியில் ஒரு செப்புப் பட்டையையும் இணைத்துப் பொருத்துக.

லெக்லாஞ்சி கலத்தின் மின் முனைகளை மின் தடைப் பெட்டிகளின் வெளி முனைகளில் (B, D) இணைக்கப்பட்ட பட்டைகளில் இணை. நடுப்பட்டையில் உள்ள திருகு முனையிலிருந்து கால்வனுமீட்டர், உயர் மின்தடை, தொடுகோடு இவைகளைத் தொடர்ச்சியாக இணை.

P, Q மின் தடைப் பெட்டிகளில் முளைகளை எடுத்து இரண்டிலும் 5 ஓம் மின்தடையிருக்குமாறு செய். கலச் சுற்றில் இணைத்துள்ள முளைச்சாவியைச் செருகு. உயர்மின்தடையின் முளையை எடு. தொடுகோட்டால் கம்பியைத் தொட்டு கால்வனுமீட்டரின்

முள் விலகாமல் இருக்குமிடத்தைக் கண்டுபிடி. உயர் மின்தடையை முளையிட்டுச் சுழியாக்கித் துல்லியமாகச் சரியீட்டுப் புள்ளியை (balance point) கண்டுபிடி. இடைவெளியை மூடியுள்ள பட்டையையும் படித்தர மின்தடையையும் இடம் மாற்றி இணை.

மறுபடி முன் செய்தவாறே கம்பியில் சரியீட்டுப் புள்ளியைக் கண்டுபிடி. இரண்டு சரியீட்டுப் புள்ளிகளுக்கும் இடை நீளத்தை 'l' செ.மீ. எனக் குறிப்பிடு. 'l' செ.மீ. கம்பியின் மின்தடைப் படித்தர மின்தடைக்குச் சமம். இதிலிருந்து 1 செ.மீ. கம்பியின் மின் தடையைக் கணக்கிட்டுக் கண்டுபிடி. இதை ρ எனக் கொள்.

செப்புத் தகட்டையும் படித்தர மின்தடையையும் விலக்கி அவ் விடைவெளிகளில் ஏறத்தாழச் சமமான மின்தடைகளை இணை. சரியீட்டுப் புள்ளியை உயர் மின்தடையுடன் கண்டுபிடி. உயர் மின்தடை இராது செய்து துல்லியமாகக் கம்பியில் சரியீட்டு நீளத்தை 'A' முனையிலிருந்து அள. l_1 செ.மீ. எனக்கொள்.

இவ்விரு மின்தடைகளையும் இடம்மாற்றி இணைத்து மறுபடியும் 'A' விருந்து சரியீட்டு நீளத்தைத் (l_2 செ.மீ.) துல்லியமாகக் கணக்கிடு. சரியீட்டு நீளங்களின் மாறுதல் (l_2-l_1) ஆனால், மின் தடைகளின் மாறுபாடு $(l_2-l_1)\,\rho$ ஓம்கள் ஆகும்.

கொள்கை

முதல் சரியீட்டில் l_1, $(100-l_1)$ சரியீட்டு நீளங்கள்.

$$\frac{P}{Q} = \frac{R + l_1\,\rho + x}{S + (100 - l_1)\,\rho + y}$$

x, y கம்பியின் முனைத் திருத்தங்கள்.

$$\frac{P}{P+Q} = \frac{R + l_1\,\rho + x}{R + S + 100\,\rho + x + y}$$

R, S இடம் மாற்றப்பட்ட பிறகு சரியீட்டு நீளங்கள்.

l_2, $(100 - l_2)$ செ.மீ. ஆகும்.

$$\frac{P}{Q} = \frac{S + l_2\,\rho + x}{R + (100 - l_2)\,\rho + y}$$

$$\frac{P}{P+Q} = \frac{S + l_2\,\rho + x}{R + S + 100\,\rho + x + y}$$

இச் சமன்பாடுகளிலிருந்து $R + l_1\,\rho + x = S + l_2\,\rho + x$

$$R - S = (l_2 - l_1)\,\rho$$

அட்டவணை I

R-ல்	S-ல்	சரியீட்டு நீளம் A யிலிருந்து		$\frac{1}{l_2-l_1} = \rho$
		இடமாற்று முன் l_1	இடமாற்றிய பின் l_2	
1	0.			
0	1			
R	S			$(l_2-l_1)\,\rho = R-S$

16. மின்தடை வெப்பநிலை எண் (Temperature Coefficient of Resistance)

நோக்கம்

ஒரு கம்பிச் சுருள் செய்யப்பட்ட பொருளின் மின்தடை வெப்பநிலை எண்ணைக் காணல்.

கருவிகள்

மின்தடைக் கம்பிச் சுருள், P.O. பெட்டி, லெக்லாஞ்சி கலம், உணர்வு நுட்ப கால்வனுமீட்டர், உயர்மின்தடை, நீர்த் தொட்டி (water bath).

விளக்கம்

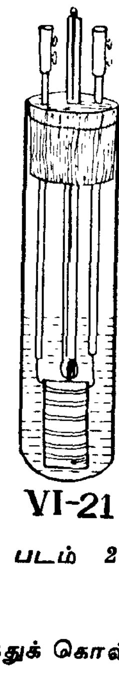
மின்தடை வெப்பநிலை எண்ணைக் காணவேண்டிய கம்பி, ஒரு மைக்கா பட்டையில் சுற்றப்பட்டு ஒரு சோதனைக் குழாயினுள் (test tube) வைக்கப்பட்டிருக்கும். அதன் முனைகள் தடித்த செப்புவழிக் கம்பிகளுடன் (copper leads) ஈயப்பற்றினால் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். செம்புக் கம்பிகளின் மேல் முனைகள், மூடிவழியே, குழாயின் வெளியில் திருகு முனைகளுடன் இணைக்கப் பட்டிருக்கும். மின் காப்பு எண்ணெய் (insulating oil) குழாயில்

கம்பிச் சுருள் அமிழுமாறு ஊற்றப்பட்டிருக்கும். மூடிவழியே ஒரு வெப்பநிலைமானியின் கீழ்முனை திரவத்தினுள்ளிருக்குமாறு செருகப்பட்டிருக்கும்.

மின் தடைக் கம்பி மின் காப்புடையதாயிருந்தால் (insulated) கம்பிச் சுருளை நேரே நீரிலிட்டுச் சோதனை செய்யலாம். மேற் சொன்ன அமைப்புத் தேவையில்லை.

செய்முறை

கம்பிச் சுருளுள்ள குழாயை, நீர்த்தொட்டியில் அமிழ்த்திக் கம்பியின் முனைகளை P.O. பெட்டியில், காணவேண்டிய மின் தடையை இணைக்கும் திருகு முனைகளில் இணை. P.O. பெட்டியுடன் லெக்லாஞ்சிக் கலம், உணர்வு நுட்ப கால்வனுமீட்டர், உயர்மின் தடை இவைகளைச் சோதனைக் கேற்ப இணை. பெட்டியின் விகிதக் கரங்களில் 10, 10 ஓம்கள் மின் தடை முனைகளை எடுத்து, R கரத்தில் கால்வனு மீட்டரின் முள் எதிர்ப் பக்கங்களில் விலகச் செய்யும் ஓர் ஓம் மாறுதலுள்ள மின் தடைகளைக் கண்டுபிடி. இதுபோல் 100, 10 ஓம்கள், 1000, 10 ஓம்கள் மின்தடைகளைக் காண உயர்மின் தடையை நீக்கித் துல்லியமாகக் காட்சிப் பதிவுகளை எடு. இவைகளிலிருந்து கம்பிச் சுருளின் சரியான மின் தடையைக் கணக்கிட்டுக் கொள்.



VI-21

படம் 21

சோதனைக் குழாயிலுள்ள வெப்ப நிலையைக் குறித்துக் கொள்.

நீர்த் தொட்டியைச் சூடாக்கி குழாயின் வெப்ப நிலை 40°C, 50°C... நீரின் கொதிநிலையிலுள்ளபொழுது சுருளின் மின் தடையைக் கண்டுபிடி. இவ்வாறு செய்யும்பொழுது ஒவ்வொரு வெப்ப நிலையிலும் கம்பிச் சுருளை 5 நிமிடங்களுக்கு நிலையாக வைத்து அதன் மின்தடையைக் காணவேண்டும்.

இதுபோலவே வெப்ப நிலையை நீர்க் கொதிநிலையிலிருந்து படிப்படியாகக் குறைத்துச் சுருளின் மின் தடைகளைக் கண்டுபிடி.

அட்டவணை

சுருளின் வெப்பநிலை	சுருளின் மின்தடை		சராசரி மின் தடை	மின்தடை வெப்ப நிலை எண் $\frac{R_2-R_1}{R_1t_2-R_2t_1}$
	வெப்ப நிலை உயரும் போது	வெப்ப நிலை குறையும் போது		
ஆய்வுக்கூட வெப்ப நிலை				
40				
50				
60				
70				
80				
90				
நீர்க் கொதி நிலை				

$$R_1 = R_0 (1+\alpha t_1)$$

$$R_2 = R_0 (1+\alpha t_2)$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{(1+\alpha t_2)}{(1+\alpha t_1)}$$

மின்தடை வெப்பநிலை எண் $\alpha = \frac{R_2-R_1}{R_1t_2-R_2t_1}$

$R_1 = t_1$°C-ல் மின்தடை

$R_0 = 0$°C-ல் மின்தடை

$R_2 = t_2$°C-ல் மின்தடை

17. வெப்ப எந்திர ஆற்றல் இணைமாற்று —மின்னியல்முறை

(Mechanical Equivalent of Heat—Electrical Method)

நோக்கம்

ஜூல் (Jule) கலோரி மீட்டரைப் பயன்படுத்தி, மின்னியல் முறையில் வெப்ப எந்திர ஆற்றல் இணைமாற்றுக் காணல்.

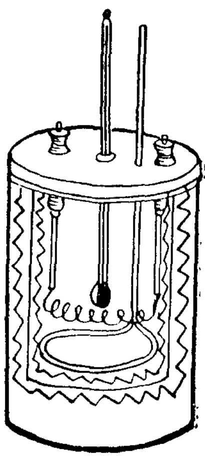
கருவிகள்

ஜூல் கலோரி மீட்டர், அம்மீட்டர் (0-5A), வோல்ட்மீட்டர் (0–10V), மூன்று நான்கு 2 வோல்ட் பாட்டரிகள், மின் தடைமாற்றி, முளைச்சாவி, நிறுத்து கடிகாரம் உணர்வு நுட்ப வெப்பநிலைமானி (sensitive thermometer).

விளக்கம்

அலுமினியம் அல்லது செம்பு கலோரிமீட்டர் ஒன்று மரப் பெட்டிக்குள் வைக்கப்பட்டிருக்கும். பெட்டியின் உள் பக்கங்களில் கம்பளிப் பட்டைகளிருக்கும்.

கலோரிமீட்டரின் மேல்மூடி எபொனைட் (ebonite) அல்லது மின்காப்புப் பொருளால் செய்யப்பட்டிருக்கும். இரு தடித்த செப்பு வழிக் கம்பிகள் (copper leads) மூடியினுள் நுழைக்கப்பட்டிருக்கும். இவைகளின் மேல் முனைகள், மூடிக்குமேல் இரு திருகு முனைகளில் ஈயப்பற்றினால் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். கீழ் முனைகள், மின்காப்புள்ள மின்தடைக் கம்பிச்சுருளின் இருமுனைகளுடன் ஈயப்பற்றினால் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். மூடியைப் பொருத்தினால், உள்ளே தொங்கும் இச்சுருள் கலோரிமீட்டரின் பக்கங்களில் படாது. வெப்பநிலைமானி நுழைக்க மூடியின் மத்தியிலும், கலக்கியை (stirrer) நுழைக்க ஓரத்திலும் இரு துளைகள் உள்ளன.

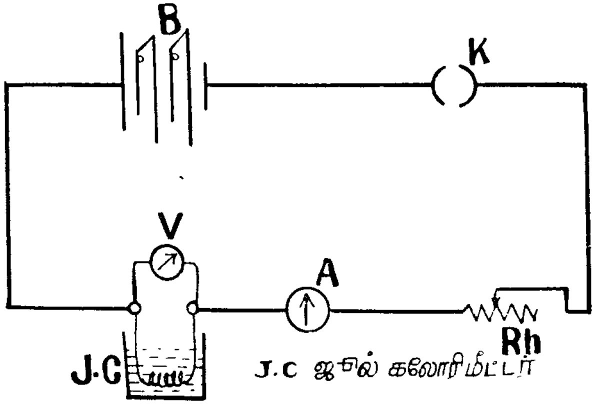


VI-22

படம் 22

செய்முறை

மூன்று பேட்டரிகள், முளேச்சாவி, மின்தடை மாற்றி, அம்மீட்டர், ஜூல் கலோரி மீட்டரின் மின்தடைச் சுருள், இவைகளைத் தொடர்ச்சியாகப் படத்திலுள்ளவாறு இணை. வோல்ட் மீட்டரைச் சுருளுக்குப் பக்க இணைப்பாக வைத்து இணை (parallel connection).



VI-23

படம் 23

கலோரிமீட்டரில் கம்பிச் சுருள் அமிழ்ந்திருக்குமாறு தண்ணீரை ஊற்றி மூடியை வை. மின்சுற்றில் முளேச்சாவியைப் பொருத்தி 1 அல்லது 1·5 ஆம்பியர் மின்னோட்டம் உள்ளவாறு மின்தடையை மாற்று. மின்தடையை இந்நிலையில் வைத்துக் கொள்.

மின் சுற்றைத் திறந்து கலோரிமீட்டரை வெளியில் எடுத்து, நீரை வெளிப்படுத்தி, உலர்த்தி, அதன் நிறையை எடு. கம்பிச் சுருள் உள் அமிழுமாறு, நீரை ஊற்றி மறுபடியும் நிறையை எடு. மின்தடைச் சுருளேக் கலோரிமீட்டருக்குள் வை. உணர்வு நுட்ப வெப்பநிலைமானியை மூடிவழியே நுழைத்து, நீரின் வெப்ப நிலையைக் குறித்துக்கொள்.

மின்சுற்றை மூடு. அதே சமயத்தில் நிறுத்து கடிகாரத்தை ஓடவிடு. நீரைக் கலக்கிக்கொண்டே ½ நிமிடத்துக்கு ஒரு முறை வெப்பநிலையைக் குறித்தெழுது. அம்மீட்டர், வோல்ட் மீட்டர், காட்சிப் பதிவுகளை எடு. வெப்பநிலை 5°C அல்லது 6°C

உயர்ந்ததும், மின்னோட்டத்தை நிறுத்து. வெப்பநிலையை 2°C குறையும் வரை குறித்துக்கொண்டேயிரு.

காலத்தை X அச்சிலும் வெப்பநிலையை Y அச்சிலும் குறித்து வரைகோடு வரைந்து, வீசு கதிர் திருத்தத்தை பார்டன் (Barton) முறையில் கணக்கிடு.

அட்டவணை

கலக்கியுடன் கலோரிமீட்டர் நிறை =
கலக்கி, கலோரி மீட்டர், நீர் இவைகளின் மொத்த நிறை =

காலம்	நீரின் வெப்பநிலை	அம்மீட்டர் காட்சிப் பதிவு = C	வோல்ட் மீட்டர் காட்சிப் பதிவு = E

ஒரு மின் தடையில் மின்னோட்டத்தினாலே ஏற்படும் வெப்பம்

$$= \frac{C^2Rt}{J} \text{ காலரிகள்}$$

E = மின்னழுத்தம்

$$= \frac{ECt}{J}$$

C-மின்னோட்டம், ஆம்பியரில்

R—மின் தடை-ஓம்கள்

t—விநாடிகள்

J—வெப்பஎந்திர ஆற்றல் இணைமாற்று

கலோரிமீட்டர், நீர் இவைகளுக்கேறிய வெப்பம்

$$= (W+w)\theta \text{ காலரிகள்}$$

$$\frac{ECt}{J} = (W+w)\theta, \quad J = \frac{ECt}{(W+w)\theta}$$

W— நீரின் நிறை

w— கலோரிமீட்டர், கலக்கியின் வெப்பச் சமநீர்

θ— திருத்தத்திற்குப் பிறகு, நீரின் கூடிய வெப்பநிலை.

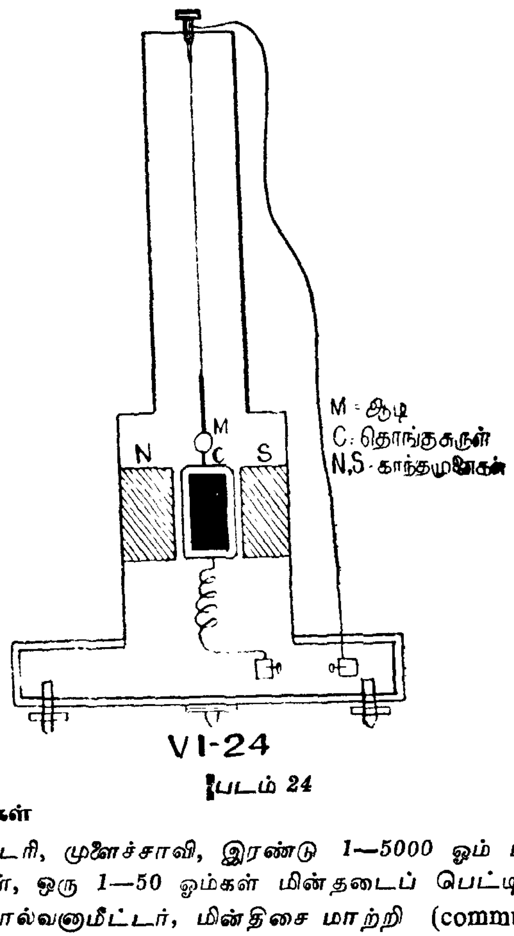
18. தொங்கு சுருள் கால்வனுமீட்டர் (Suspended coil Galvanometer)

கால்வனுமீட்டர் மின்தடை, மின்னோட்ட, மின்னழுத்த உணர்வு நுட்பங்கள்

(Current and Voltage Sensitivities and Resistance of Galvanometer)

நோக்கம்

தொங்கு சுருள் கால்வனுமீட்டரில் மின்தடையைக் கண்டு பிடித்து, அதன் மின்னோட்ட மின்னழுத்த உணர்வு நுட்பங்கள் கணக்கிடல்.



VI-24

படம் 24

ஆய்கருவிகள்

பாட்டரி, முளைச்சாவி, இரண்டு 1—5000 ஓம் மின்தடைப் பெட்டிகள், ஒரு 1—50 ஓம்கள் மின்தடைப் பெட்டி, தொங்கு சுருள் கால்வனுமீட்டர், மின்திசை மாற்றி (commutator).

ஆய்கருவி விளக்கம்

தொங்கு சுருள் கால்வனுமீட்டரில், மெல்லிய கம்பியாலான செவ்வகச் சுருள் ஒன்று மிகத்திறனுடைய லாடகாந்தத்தின் முனைகளுக்கிடையில், பாஸ்பர் ப்ரான்ஸ் பட்டைக் கம்பியில் தொங்கவிடப்பட்டிருக்கும். கம்பிச்சுருளின் மத்தியில் சுருளில் படாமல் ஒரு தேனிரும்பு உருளை பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இதனுல் காந்தவயல் வரிகள் இரு காந்த முனைகளின் வளை பரப்புகளுக்கு நேர்க்குத்தாகும்.

கம்பிச் சுருளினுள் மின்னேட்டம், பாஸ்பர் ப்ரான்ஸ் பட்டை வழியே சென்று சுருளின் கீழ் இணைத்துள்ள, பாஸ்பர் ப்ரான்ஸ் சுருளின் வழியே வெளிவரும். இவ்வழிக் கம்பிகள் (leads) கால்வனு மீட்டரில் திருகுமுனைகளில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

ஒரு செ.மீ. விட்டமுள்ள குவி ஆடி, அல்லது சமதள ஆடித் துண்டு, தொங்கும் சுருளுக்குச் சற்றுமேல் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இதற்குமுன் ஒரு மீட்டர் தூரத்திலுள்ள விளக்கிலிருந்து குறுகிய ஒளிக்கற்றை ஆடியில் விழுந்து எதிரொளித்து, பளபளப்பற்ற கண்ணுடி அளவுகோலில் (transluscent scale) விழும். கம்பிச் சுருள் திரும்புகையில், ஒளிப்பொட்டு அளவுகோல் பிரிவுகளின் மேல் நகரும்.

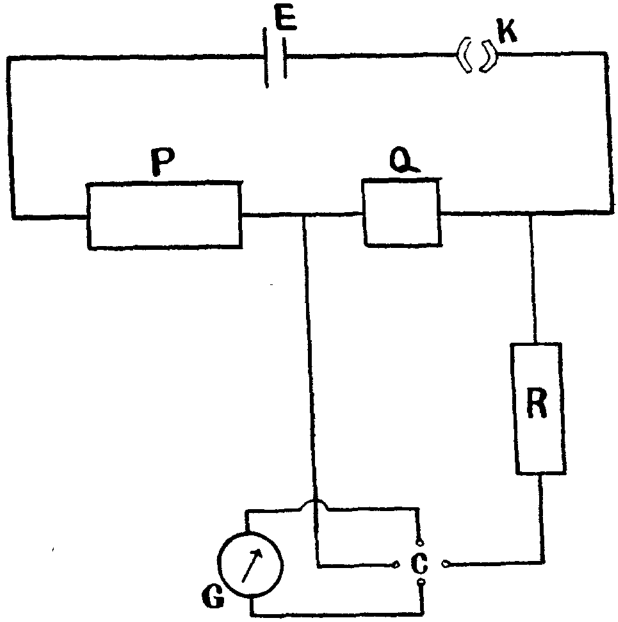
கால்வனுமீட்டர்களில், அலைவு காட்டா கால்வனுமீட்டர் (aperiodic), அலைவு காட்டும் கால்வனுமீட்டர் என இருவகை யுண்டு. முதலில் குறிப்பிட்ட கால்வனுமீட்டரில் உள்ள தொங்கு சுருளை ஆடவிட்டால் விரைவில் நிலைத்து நிற்கும். அலைவு காட்டும் கால்வனுமீட்டரில் தொங்கு சுருள் பல அலைவுகள் நன்ருக ஆடி, மெல்ல நிற்கும் நிலையை அடையும்.

1. கால்வனுமீட்டரின் மின்தடை

செய்முறை

பாட்டரி, முளைச்சாவி, 1—5000 ஓம்கள் மின்தடைப்பெட்டி (P), 1—50 ஓம்கள் மின்தடைப்பெட்டி (Q) இவைகளைத் தொடர்ச்சியாக இணை. சிறிய மின்தடைப் பெட்டிக்குப் பக்க இணைப்பாக, மற்ற மின்தடைப்பெட்டியையும் கால்வனுமீட்டரை யும் இணை. கால்வனுமீட்டரைத் திசைமாற்றி வழியாக இணை.

கால்வனுமீட்டர் விளக்கை ஏற்றி, ஒளிக்கற்றை ஆடியில் எதிரொளித்து, ஒளிப்பொட்டு அளவுகோலில் தெளிவாகத் தெரியுமாறு சரிசெய். விளக்கிலுள்ள சிறு கம்பியின் நிழல், ஒளிப்பொட்டின் மையத்தில் கோடுபோல் தெரியும். இக் கோடு அளவுகோலின் நடுவில் இருக்குமாறு அளவுகோலை நகர்த்தி வை.



VI-25

படம் 25

P மின்தடைப் பெட்டியில் 9999 ஓம்களும், *Q* பெட்டியில் 1 ஓமும் உள்ளவாறு முளைகளை எடு. *R*-ல் மின்தடையைச் சுழியாக்கு.

முதன்மைச் சுற்றை முளைச்சாவியால் மூடி, ஒளிப்பொட்டின் விலகலைக் குறித்துக்கொள். கால்வனுமீட்டரில் மின்னோட்டத்தின் திசையைத் திசைமாற்றியால் மாற்றி, ஒளிப் பொட்டின் மறு பக்க விலகலைப் பார்த்தெழுது.

ஒளிப்பொட்டின் விலகல், சரிபாதியாகும்வரை *R* பெட்டியில் மின்தடையை, முளைகளை எடுத்துச் சரிசெய். இவ்வாறு, மின்னோட்ட திசையை மாற்றி மறுபக்கத்திலும் *R*-ன் மின்தடையைக் கண்டுபிடி.

இவ்வாறு P-ல் 9998 ஓம்களும், Q-ல் 2 ஓம்களும் இணைத்து காட்சிப்பதிவெண்கள் எடு.

Q-ல் 3, 4, 5 ஓம்களும் $(P + Q)$ மொத்த மின்தடை 10,000 ஓம்களும் இருக்குமாறு P-ல் மின்தடைகளும் வைத்துக் காட்சிப் பதிவுகள் எடு.

அட்டவணை

மின்தடை		ஒளிப்பொட்டு விலகல்		விலகல் பாதியாக R-ல் மின்தடை		
P பெட்டியில் ஓம்கள்	Q பெட்டியில் ஓம்கள்	வலது பக்கம் செ. மீ.	இடது பக்கம் செ. மீ.	வலது ஓம்கள்	இடது ஓம்கள்	சராசரி Rg
			சராசரி			

கால்வனுமீட்டரின் சராசரி மின்தடை $Rg =$

2. மின்னேட்ட, மின்னழுத்த உணர்வு நுட்பங்கள்

முன் சோதனையிலெடுத்துப் பதிவான காட்சிப்பதிவுகளி லிருந்து, இவ்விரண்டு உணர்வு நுட்பங்களைக் கணக்கிடலாம்.

பாட்டரியின் மின்னியக்குவிசை $= E$ வோல்டு.

முதன்மைச் சுற்றில் மின்னேட்டம் $= \dfrac{E}{(P+Q)}$ ஆம்பியர்

Q வின் முனைகளுக்கிடை மின் அழுத்தம் $= \dfrac{EQ}{(P+Q)}$

R-ல் மின்தடை சுழியானல், கால்வனுமீட்டரில் மின்னேட்டம் $= \dfrac{EQ}{(P+Q)Rg} = C$

1 மீட்டர் தூரத்திலுள்ள அளவு கோலில் இதனுல் ஏற்படும் விலகல் $= d$ செ.மீ.

1 செ.மீ. விலகல் ஏற்பட மின்னேட்டம் $= \frac{C}{d}$ ஆம்பியர்/செ.மீ.

இதுவே கால்வனுமீட்டரின் மின்னேட்ட உணர்வு நுட்பம்.

கால்வனுமீட்டர் முனைகளுக்கு இடையே மின்னழுத்தம் $= \frac{EQ}{(P + Q)} = v$ வோல்டு

1 மீட்டர் தூரத்தில் உள்ள அளவு கோலில் இதனுல் ஏற்படும் விலகல் $= d$ செ.மீ.

மின்னழுத்த உணர்வு நுட்பம் $= \frac{v}{d}$ வோல்டு/செ.மீ.

அட்டவணை

கால்வனுமீட்டர் மின்தடை $= R_g$ ஓம்கள்

மின் தடை		விலகல்		சராசரி	கால்வனுமீட்டரின் முனைகளுக்கு இடையே மின்னழுத்தம் (v)	v/d	C	C/d
P	Q	இடது	வலது					

19. தொங்கு சுருள் கால்வனுமீட்டர் (Suspended coil galvanometer)

குறைந்த மின்தடைகளை ஒப்பிட்டுப் பார்த்தல் (Comparison of low resistances)

நோக்கம்

குறைந்த மின்தடைகளை, ஆடி அல்லது தொங்கு சுருள் கால்வனுமீட்டரால் ஒப்பிட்டுப் பார்த்தல்.

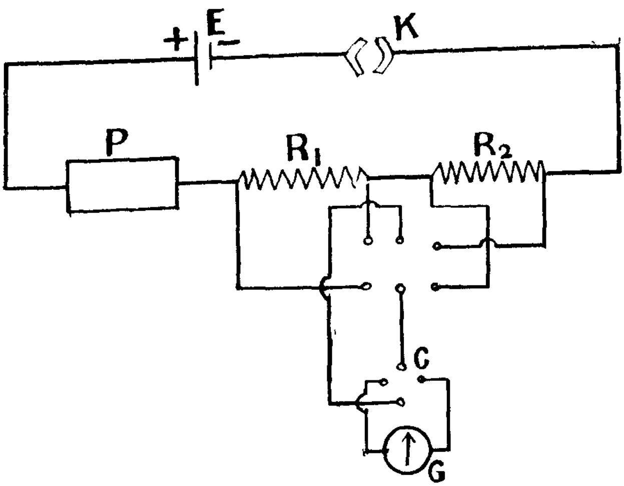
ஆய்கருவிகள்

தொங்கு சுருள் கால்வனுமீட்டர், பாட்டரி, ஒப்பிட்டுப் பார்க்க வேண்டிய இரு மின்தடைகள், 1—5000 ஓம்கள் மின் தடைப்பெட்டி, இருமுனை இரு எறிச்சாவி, முளைச்சாவி.

செய்முறை

பாட்டரி, முளைச்சாவி, இரு மின்தடைகள், மின்தடைப் பெட்டி இவைகளைத் தொடர்ச்சியாக இணை.

இருமுனை இரு எறிச்சாவியின் நடுதிருகு முனைகளுக்குத் திசை மாற்றி வழியே, ஆடி கால்வனுமீட்டரை இணை. இருமின்தடைகளின் (R_1, R_2) நேர்மின்முனைகளை இருமுனை இரு எறிச்சாவியின் ஒரேபக்கத் திருகு முனைகளுக்கு இணை. மற்ற இருமுனைகளை சாவியின் மற்ற இரு திருகு முனைகளுடன் இணை.



VI-26

படம் 26

மின்தடைப் பெட்டியில் 10,000 ஓம்களுள்ளவாறு முளைகளை எடு. முளைச்சாவியால் மின்சுற்றை மூடு. இருமுனை இரு எறிச்சாவியால் R_1 மின்தடையின் முனைகளுக்கிடை மின்னழுத்தம் கால்வனுமீட்டரை இயக்குமாறு செய். திசைமாற்றியால் இரு பக்கமும் தொங்கு சுருளை விலகச்செய்து, ஒளிப்பொட்டின் விலகல்களை எடு. இருமுனை இரு எறிச்சாவியைத் தள்ளி, 'R_2' மின் தடையின் முனைகளிடை மின்னழுத்தத்தால் கால்வனுமீட்டரை இயக்கு. திசைமாற்றியால் கால்வனுமீட்டர் விலகல்களை இரு பக்கங்களிலும் எடுத்தெழுது.

மின் தடைப் பெட்டியில் மின் தடையை 50, 100 ஓம்கள் மாற்றி R_1 R_2 மின் தடைகளுக்கு ஏற்ற விலகல்களைக் கண்டெழுது.

அட்டவணை

P-ல் மின் தடை	கால்வனுமீட்டர் விலகல்						$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\theta_1}{\theta_2}$
	R_1 மின்னழுத்தத்தால்			R_2 மின்னழுத்தத்தால்			
	இடது	வலது	சராசரி θ_1	இடது	வலது	சராசரி θ_2	

கொள்கை

R_1. R_2 இரண்டிலும் மின்னோட்டம்

$$\frac{E}{(P + R_1 + R_2)} = C$$

R_1 முனைகளுக்கிடை மின்னழுத்தம் $= CR_1$

இதனால் கால்வனுமீட்டரில் விலகல் $= \theta_1$

R_2 முனைகளிடை மின்னழுத்தம் $= CR_2$

இதனால் கால்வனுமீட்டரில் விலகல் $= \theta_2$

கால்வனுமீட்டரை இயக்கும் மின்னழுத்தமும் விலகலும் நேர் விகிதத்தில் இருக்கும்.

$$\frac{CR_1}{CR_2} = \frac{\theta_1}{\theta_2}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\theta_1}{\theta_2}$$

20. தொங்கு சுருள் அல்லது ஆடி கால்வனுமீட்டர் (Suspended coil or mirror Galvanometer)

உயர் மின்தடைகளை ஒப்பிடுதல் (Comparison of High Resistances)

நோக்கம்

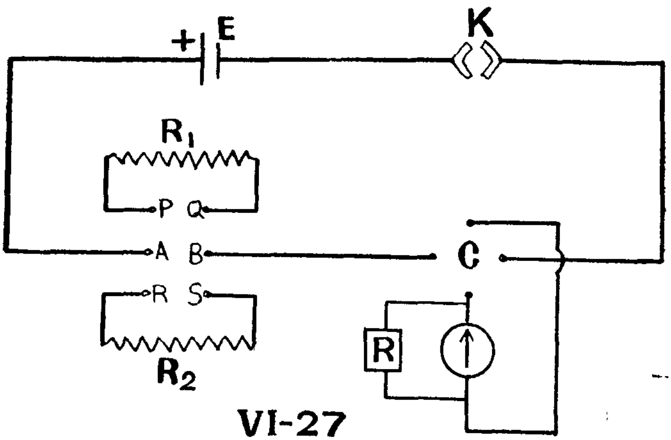
இரு உயர் மின்தடைகளை ஆடி கால்வனுமீட்டரினுல் ஒப்பிட்டுப் பார்த்தல்.

ஆய்கருவிகள்

பாட்டரி, முளைச்சாவி, இருமுனை இரு எறிச்சாவி, திசைமாற்றி, இரு உயர் மின்தடைகள், தொங்கு சுருள் கால்வனுமீட்டர், குறை மின்தடைப்பெட்டி.

செய்முறை

படத்திலுள்ளவாறு பாட்டரி, முளைச்சாவி, திசைமாற்றி, கால்வனுமீட்டர், இருமுனை இரு எறிச்சாவி இவைகளை இணைத்து மின்சுற்று அமை.



படம் 27

முளைச்சாவியால் மின்சுற்றை மூடு. இருமுனை இரு எறிச்சாவியால், 'R'_1 உயர்மின்தடையை மின்சுற்றில் சேர். திசைமாற்றியால், கால்வனுமீட்டரின் விலகல்களை இருபக்கங்களிலும் பார்த்தெழுது.

இருமுனை இரு எறிச்சாவியைச் சாய்த்து R_2 உயர்மின்தடையைச் சுற்றில் சேர். திசைமாற்றியால் கால்வனுமீட்டரின் விலகல்களை இருபக்கங்களிலும் பார்த்தெழுது.

உயர் மின்தடைகள் மெக் ஓம்களாக (Meg ohms) இருந்தால்

$$\frac{E}{R_1} = C_1 = K\theta_1$$

$$\frac{E}{R_2} = C_2 = K\theta_2$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\theta_2}{\theta_1}$$

என ஒப்பிட்டுப் பார்க்கலாம்.

குறிப்பு

உயர் மின்தடைகள் மெக் ஓமுக்குக் குறைவாகவிருந்தால், கால்வனுமீட்டருக்குப் பக்கவிணைப்பில், சிறு மின்தடைப் பெட்டியை இணைத்து, கால்வனுமீட்டர் அதிக மின்னோட்டத்தால் கேடுறுமல் காக்க வேண்டும்.

இப் பெட்டியில் சிறிய அளவு (5 ஓம்களுக்குள்) மின்தடைகள் வைத்து, R_1, R_2 மின்தடைகளுக்கேற்ற கால்வனுமீட்டர் விலகல்களைக் கண்டு, $\frac{R_1}{R_2}$ கணக்கிடு.

அட்டவணை

கால்வனுமீட்டர் பக்கவிணைப்பு மின்தடை	கால்வனுமீட்டர் விலகல்						$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\theta_2}{\theta_1}$
	R_1 சுற்றில்			R_2 சுற்றில்			
	வலது	இடது	சராசரி θ_1	வலது	இடது	சராசரி θ_2	

21. வெப்ப மின் இரட்டையின் மின் இயக்கு விசை—நேர் விலகல் முறை

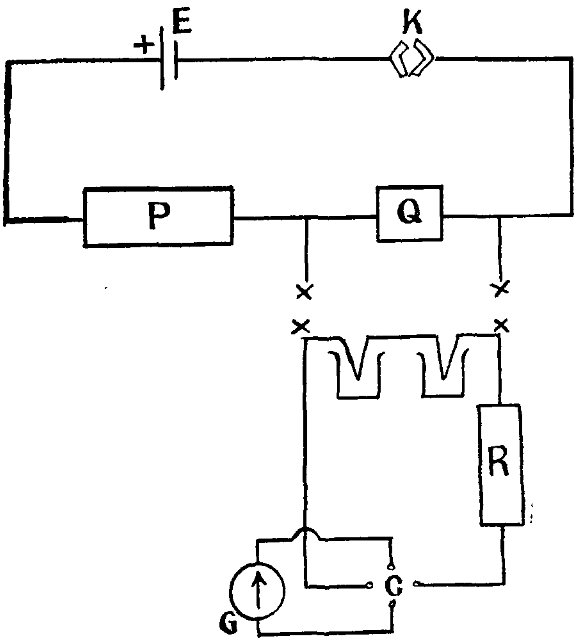
(E.M.F. of Thermocouple—Direct Deflection)

நோக்கம்

வெப்ப மின்னிரட்டையின் மின் இயக்கு விசையை, கால்வனு மீட்டரின் விலகலிலிருந்து நேரே கண்டுபிடித்தல்.

ஆய்கருவிகள்

செம்பு-இரும்பு (copper-iron) அல்லது செம்பு-கான்ஸ்டன்டன் (copper-constantan) வெப்ப மின் இரட்டை, ஆடி



VI-28

படம் 28

கால்வனுமீட்டர், பாட்டரி, முளைச்சாவி, திசைமாற்றி, மூன்று மின் தடைப் பெட்டிகள் (இரண்டு 1—5000 ஓம்கள், ஒன்று 1—50 ஓம்கள்).

செய்முறை

வெப்ப மின்னிரட்டையின் இருமுனைகள், திசை மாற்றி, உயர் மின்தடைப் பெட்டி (*R*) வழியாக ஆடி கால்வனு மீட்டருக்கு இணை.

வெப்ப மின்னிரட்டையின் ஒரு சந்திப்பை 0°C வெப்பநிலை நீர்த் தொட்டியிலும், மறு சந்திப்பை மற்றொரு நீர்த் தொட்டியிலும் வை. குளிர் வெப்பநிலை நீர்த் தொட்டியிலுள்ள நீர் 0°C-யிலேயே மாறுமல் இருக்க வேண்டும்.

மற்ற நீர்த் தொட்டியிலுள்ள நீரைக் கொதி நிலைக்குச் சூடாக்கு. சூடேறும்பொழுது, கால்வனு மீட்டர் ஒளிப் பொட்டு அளவு கோலில் விலகுவதைக் கவனி. மின்தடைப் பெட்டியில் மின்தடையை அதிகரித்து, ஒளிப் பொட்டு அளவு கோலுக்கு வெளியே போகாமல் செய்துகொள். நீரின் கொதி நிலையில், அளவு கோலின் கடைசியில் விலகலிருக்குமாறு மின்தடையைச் சரிசெய்து விலகலின் பெருமக் காட்சிப் பதிவை எடு. கொதி நீர் வெப்பநிலையைக் குறித்துக்கொள். சுடு நீரின் வெப்ப நிலையை 80°C, 70°C, 60°C, 50°C, 40°C-க்குக் குறைத்து ஒவ்வொரு வெப்பநிலையிலும், கால்வனு மீட்டரில் விலகல்களை எடு. ஒவ்வொரு வெப்பநிலையிலும் காட்சிப்பதிவு எடுக்குமுன் 5 நிமிடங்களாவது மாருமலிருக்க வேண்டும்.

ஒவ்வொரு முறையும் திசைமாற்றியால் கால்வனுமீட்டரில் விலகலை அளவுகோல் மையத்தின் இரு பக்கங்களிலுமெடுக்க வேண்டும்.

இவ்வாறே நீரைப் பத்துப் பத்து டிகிரி படிப்படியாகச் சூடு படுத்தி கால்வனுமீட்டர் விலகல்களை எடு. குளிர் சந்திப்பை சோதனைக்கூட வெப்பநிலையில் வைத்தும் சோதனையைச் செய்யலாம்.

பாட்டரி, முளைச்சாவி, 1—50 ஓம் மின்தடைப் பெட்டி '*Q*', 1—5000 ஓம் மின்தடைப் பெட்டி '*P*' இவைகளைத் தொடர்ச்சியாக இணை. 1—5000 ஓம் மின்தடைப் பெட்டியில் 9999 ஓம்கள் மின்தடை உள்ளவாறு முளைகளை எடு. '*Q*' பெட்டியில் 1 ஓம் மின்தடையிருக்கட்டும்.

வெப்ப மின்னிரட்டையில் இணைப்புகளை எடுத்து, மின் சுற்றிலிருந்து விலக்கு. '*Q*' மின்தடைப் பெட்டியின் முனைகளுக்கு கால்வனுமீட்டரை இணை. '*R*' பெட்டியிலிருக்கும் மின்தடை முன்னிருந்தவாறே இருக்கட்டும்.

முளைச்சாவியால் மின்சுற்றை மூடி, கால்வனுமீட்டர் விலகலைக் குறித்துக் கொள். P, Q-வின் மொத்த மின்தடையை மாற்றுமல் Q-வில் மின்தடையை 2, 3, 4 ஓம் வரை மாற்றி கால்வனுமீட்டர் விலகல்களை எடு.

இக் காட்சிப்பதிவுகளிலிருந்து, கால்வனுமீட்டர், மின்னழுத்த உணர்வைக் கணக்கிடலாம்.

'Q' மின்தடையின் முனைக்களுக்கிடையில் மின்னழுத்தம் $= \dfrac{EQ}{P+Q}$

'E'—பாட்டரிமின் இயக்குவிசை.

இதனுலேற்படும் விலகல் $= d'$

மின்னழுத்த உணர்வு $= \dfrac{EQ}{(P+Q)d'}$ வோல்ட்/பிரிவு.

வெப்ப மின்னிரட்டையால் விலகல் d பிரிவானுல்,

அதன் மின்னியக்கு விசை $= \dfrac{E\,Q\,d}{(P+Q)d'}$ வோல்ட்.

வெப்ப மின்னிரட்டையின் சந்திப்புகளில் வெப்ப நிலைகள் t_2°C, t_1°C ஆனுல்,

1°C மாற்றத்திற்கு மின்னியக்குவிசை $= \dfrac{E\,Q\,d}{(P+Q)\,d'\,(t_2-t_1)}$ வோல்ட்.

அட்டவணை

வெப்பநிலை		கால்வனுமீட்டர் விலகல்			மின்தடை		கால்வனு மீட்டர் விலகல் d'	வெப்பமின் இயக்கு விசை $E\,Q\,d$	$(P+Q)d'(t_2-t_1)$ வோல்ட்
குளிர் சந்திப்பு t_1°C	சூடு சந்திப்பு t_2°C	இடது	வலது	சராசரி d	P ஓம்கள்	Q ஓம்கள்			

வரைபடம்

கால்வனுமீட்டர் விலகல் d'-க்கும் இதை ஏற்படுத்தும் மின்னழுத்தம் $\frac{EQ}{P+Q}$-க்கும் ஒரு வரைபடம் வரைக. இதிலிருந்து குறிப்பிட்ட எந்த விலகலையும் ஏற்படுத்தும் மின்னழுத்தத்தையும் அறியலாம்.

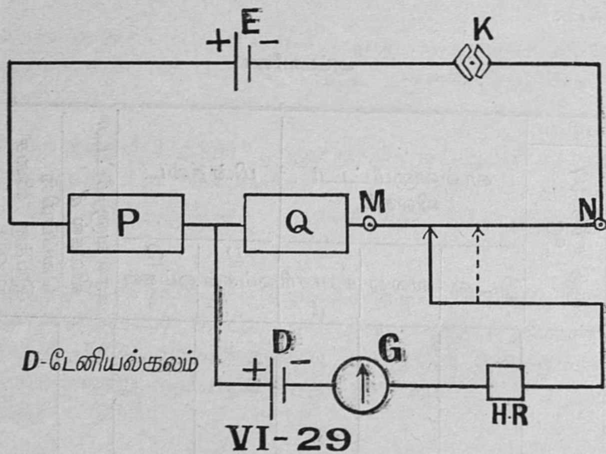
22. வெப்ப மின் இரட்டையின் மின் இயக்குவிசை மின்னழுத்தமானி முறை (Thermo E. M. F. by Potentiometer)

நோக்கம்

மின் அழுத்தமானியில் வெப்ப மின் இரட்டையின் மின் இயக்கு விசை காணல்.

கருவிகள்

மின்னழுத்தமானி, பாட்டரி, முளைச்சாவி, இருமின் தடைப் பெட்டிகள், டேனியல் கலம், உணர்வு நுட்ப கால்வனுமீட்டர், உயர்மின் தடை, வெப்ப மின் இரட்டை (செம்பு-இரும்பு அல்லது செப்பு-கான்ஸ்டன்டைன்).



படம் 29

செய்முறை

வெப்ப மின் இரட்டையின் மின் இயக்கு விசையைக் காண, முதலில் மின் அழுத்தமானியில் ஒரு மீட்டர் கம்பிக்கு, ஒரு

மில்லி வோல்ட் மின்னழுத்த இறக்கம் உள்ளவாறு மின்னழுத்த மானியை அளவீடு செய்ய வேண்டும்.

முதலில் மின்னழுத்தமானியின் கம்பியின் மின்தடையைக் கண்டு பிடிக்கவேண்டும்.

முதன்மைச் சுற்றில் பாட்டரி, இருமின்தடைப் பெட்டிகள், P, Q மின்னழுத்தமானியின் கம்பி, முளைச்சாவி இவைகளைத் தொடர்ச்சியாக இணை.

துணைச்சுற்றில் டேனியல் கலம், கால்வனுமீட்டர், உயர்மின் தடை, தொடுகோடு இவைகளைத் தொடர்ச்சியாக இணை. கலத்தின் நேர் மின்முனை 'P', 'Q' பெட்டிகளின் சந்திப்பில் இணைக்கப் படவேண்டும்.

'Q' பெட்டியில் 5 ஓம்கள் மின்தடையும் 'P'-ல் சுழிமின் தடையுமிருக்குமாறு செய். முளைச்சாவியைப் பயன்படுத்தித் தொடுகோட்டினால் சரியீட்டு நீளத்தைக் கண்டுபிடி. உயர்மின் தடையைச் சுழியாக்கித் துல்லியமாகச் சரியீட்டு நீளத்தை எடு (l_1 செ.மீ.).

P யில் 5 ஓம்கள் மின்தடை வைத்து 'Q' வில் மின் தடையைச் சுழியாக்கு. மறுபடியும் துல்லியமாகச் சரியீட்டு நீளத்தைக் கண்டுபிடி (l_2 செ.மீ.).

(l_2-l_1) செ.மீ. கம்பியின் மின்தடை 5 ஓம்கள்.

1000 செ.மீ. கம்பியின் மின்தடை.

$$\frac{5}{l_2-l_1} \times 1000 = R \text{ ஓம்கள்}$$

இவ்வாறே 5 ஓம்களுக்குப் பதில் 7, 10 ஓம்கள் 'Q' வில் மின் தடை வைத்துக் கம்பியின் மின்தடையைக் கண்டுபிடி.

அட்டவணை

Q வில் மின்தடை r	சரியீட்டு நீளம்		மின்னழுத்த மானியின் கம்பியின் மின்தடை $R = \frac{r \times (1000)}{(l_2 - l_1)}$ ஓம்கள்
	மின்தடை Q விலிருக்கையில் l_1 செ.மீ.	மின்தடை 'P' க்கு மாற்றிய பிறகு l_2 செ.மீ.	

மின்னழுத்த இறக்கத்தை அளவீடு செய்ய, 'Q' வில் $R \times 107$ ஓம்கள் மின்தடை இருக்குமாறு முளைகளை எடு.

தொடுகோட்டைக் கம்பியின் எதிர்மின் முனையில் படுமாறு அழுத்து. 'P'-ல் மின்தடையைச் சரிசெய்து கால்வனுமீட்டர் விலகலைச் சுழியாக்கு. இப்பொழுது மின்னழுத்தமானி ஒரு மீட்டருக்கு ஒரு மில்லிவோல்ட் அழுத்த இறக்கத்திற்கு அளவீடு செய்யப்பட்டிருக்கும்.

டேனியல் கலத்தின் மி.இ. விசை = 1·08 வோல்ட். மின் அழுத்தமானிக் கம்பியின் மின்தடை = R ஓம்கள். கலத்தின் எதிர் மின் முனை, கம்பியின் கோடி N-ல் இணைக்கப்பட்டால், கம்பி முழுமைக்கும் மின்னழுத்தம் $= \frac{1{\cdot}08\ R}{(Q+R)}$.

1 செ.மீ.-க்கு வேண்டிய மின்னழுத்தம் ·01 மி. வோல்ட்.

1000 செ.மீ.-க்கு வேண்டிய மின்னழுத்தம் $= .01 \times 10^{-3} \times 10^{3}$ வோல்ட்.

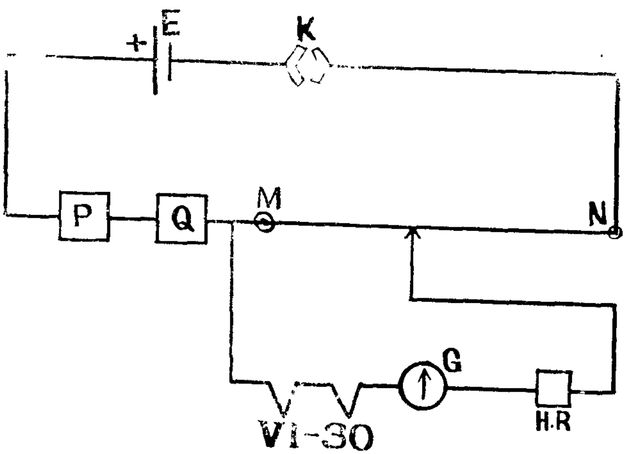
$= {\cdot}01$ வோல்ட்

$$\frac{1{\cdot}08R}{(Q+R)} = {\cdot}01 = \frac{1}{100}$$

$$100\,R \times 1{\cdot}08 = Q + R$$

$$R\,(108-1) = Q$$

$$R\,(107) = Q$$



படம் 30

அளவீடு செய்த பிறகு P, Q மின்தடைகளை மாற்றக்கூடாது.

வெப்ப மின் இரட்டை மி.இ. விசையைக் காண, இரட்டையின் ஒரு முனையை, மின்னழுத்தமானியின் கம்பியின் நேர் மின்முனை யுடன் இணை. மறுமுனையை கால்வனுமீட்டர், உயர் மின்தடை வழியே தொடுகோட்டுடன் இணை.

வெப்ப மின்னிரட்டையின் ஒரு சந்திப்பை 0° செ.கி.-ல் மாருமலிருக்கும் நீர்த் தொட்டியிலும், மறுசந்திப்பைச் சூடாக்கப் படும் நீர்த்தொட்டியிலும் வை. சுடுநீர் 40° செ.கி. இருக்கும் பொழுது, தொடுகோட்டினுல் சரியீட்டு நீளத்தைக் காண். கால்வனுமீட்டர் விலகல் ஒரே பக்கத்திலிருந்தால் துணைச் சுற்றில் வெப்ப மின் இரட்டையின் முனைகளை மாற்றி இணை.

சூடாக்கப்படும் சந்திப்பின் வெப்ப நிலையை, நீர் கொதி நிலைக்குப் படிப்படியாக உயர்த்தி 40°C, 50°C, 60°C நிலைகளில் சரியீட்டு நீளங்களைக் காண். இவ்வாறே வெப்ப நிலையைக் குறைத்து, சரியீட்டு நீளங்களை எடுத்தெழுது. காட்சிப்பதிவை எடுக்குமுன் ஒவ்வொரு வெப்ப நிலையும் 5 நிமிடங்களாவது மாருமலிருக்க வேண்டும்.

அட்டவணை

வெப்பமின் இரட்டையின் வெப்ப நிலை		சரியீட்டு நீளம்				
குளிர் சந்திப்பு t_1 °C	குடு சந்திப்பு t_2 °C	சந்திப்பின் வெப்ப நிலை உயரும்போது	சந்திப்பின் வெப்ப நிலை குறையும் போது	சராசரி l செ.மீ.	சந்திப்புகளுக் கிடையில் மின் அழுத்தம் $l \times \cdot 01$ மி. வோல்ட்	ஒரு டிகிரி மாறுதலுக்கு மி. இ. வி. $\frac{l \times \cdot 01}{(t_2 - t_1)}$ மி. வோல்ட்

23. அலைவு காட்டும் கால்வனுமீட்டர் (Ballistic Galvanometer)

கால்வனுமீட்டரின் மாறிலி (Galvanometer constant)

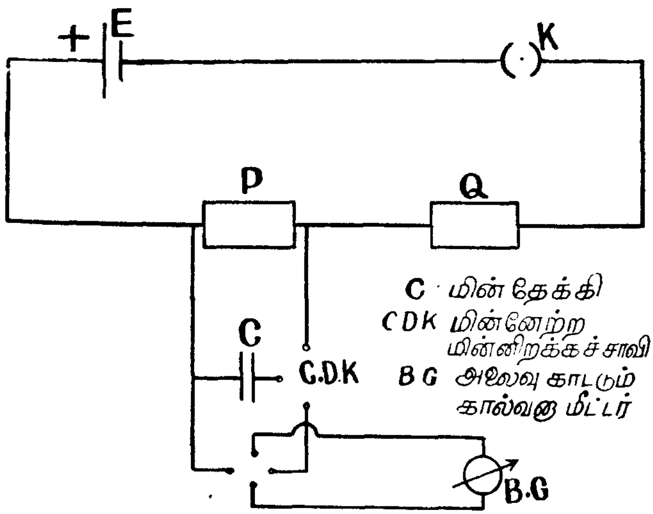
நோக்கம்

அலைவு காட்டும் கால்வனுமீட்டரின் மாறிலியை, படித்தர மின்தேக்கி (standard condenser) *முறையிலும், ஹிப்பர்ட் படித்தரக் காந்த* (Hibberts' Magnetic Standard) *முறையிலும் கண்டுபிடித்தல்.*

(1) *படித்தர மின்தேக்கி முறை.*

ஆய்கருவிகள்

படித்தர மின்தேக்கி, பாட்டரி, இருமின்தடைப் பெட்டிகள் (1-5000) ஓம்கள், அலைவு காட்டும் கால்வனுமீட்டர், முளைச்சாவி, திசைமாற்றி, மின்னேற்ற மின்னிறக்கச் சாவி.



VI-31

படம் 31

செய்முறை

மின்னியக்குவிசை தெரிந்த பாட்டரி, இரு மின்தடைப் பெட்டிகள் (P, Q), முளைச்சாவி இவற்றைத் தொடர்ச்சியாக இணை.

'P' பெட்டியின் முனைகளை, மின்னேற்றச்சாவி வழியே படித்தர மின் தேக்கியின் முனைகளுக்கிணை. கால்வனுமீட்டரைத் திசைமாற்றிவழியே, மின்தேக்கிக்கும் மின்னிறக்கச்சாவி முனைக்கும் இணை. விளக்கை ஏற்றி, ஒளிப்பொட்டுக் கண்ணாடி அளவு கோலின் மையத்திலுள்ளவாறு சரிசெய்.

மின்தடைப் பெட்டிகளொவ்வொன்றிலும் 5000 ஓம்கள் மின்தடை வை. மின்சுற்றை முளைச்சாவியால் மூடு. மின்னேற்ற மின்னிறக்கச் சாவியால், மின்தேக்கியை மின்னேற்றமுறச் செய்து, கால்வனுமீட்டர் வழியே மின்னிறக்கஞ்செய். ஒளிப் பொட்டின் துள்ளு தொலைவைக் (Throw) கண்டு எழுது. இதை 'θ' எனக் குறி.

கால்வனுமீட்டர் சுருளை அப்படியே ஆடவிட்டு, தொடர்ச்சியாக இருபக்கங்களிலும் ஐந்தாறு அலைவு வரை, விலகல்களைக் குறித்துக் கொள். $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4, \ldots$ என இவைகளைக்குறி.

$$\frac{\theta_1}{\theta_2} = e\left(1 + \frac{2}{\lambda}\right)$$ தடைத்திருத்தம் (Damping Correction)

$$\frac{\theta^1}{\theta_3} = \frac{\theta_1}{\theta_2} \times \frac{\theta_2}{\theta_3} = e^2{}_1 \; \theta_1, \theta_3,$$ அடுத்தடுத்த ஒரே பக்க விலகல்கள்.

$$\frac{\theta_1}{\theta_n} = e\,(n - 1)\,\lambda.$$

$$\log e \;\; \frac{\theta_1}{\theta_n} = (n-1)\,\lambda$$

$$\frac{\log e \;\; \theta_1 - \log e \;\; \theta_n}{n-1} = \lambda$$

$$\frac{\log_{10} \theta_1 - \log_{10} \theta_n}{4343\,(n-1)} = \lambda$$

அட்டவணை

விலகல்கள்		$\lambda = \dfrac{\log_{10}\theta_1 - \log_{10}\theta_n}{\cdot 4343\,(n-1)}$
இடது	வலது	
θ_1	θ_2	
θ_3	θ_4	
—	—	
θ_7	θ_8	

தடைத்திருத்தத்துடன் துள்ளு தொலைவு $= \theta\left(1 + \dfrac{\lambda}{2}\right)$.

திசை மாற்றியைத் திருப்பி, முன் செய்தவாறே, மறு பக்கத்திலும் துள்ளு தொலைவைக் காண். 'λ' வை ஒரு முறை கணித்ததையே பயன்படுத்தலாம். $(P + Q)$ மொத்த மின்தடையை மாற்றாமல், 'P' மின்தடையை மாற்றி, நான்கைந்து காட்சிப் பதிவுகளெடு.

கொள்கை

மின்தேக்கியை மின்னேற்றமுறச்செய்யும் மின்னழுத்தம்

$$= \frac{EP}{(P+Q)}$$

E — பாட்டரி மி. இ. விசை

'P', 'Q' பெட்டிகளில் மின்தடைகள்.

மின்தேக்கியில் மின்னேற்றம்

$$= \frac{C \times EP}{(P+Q)} = Q$$

'C' மின்தேக்கியின் மின்தேக்கத்திறன்.

$$Q = \frac{C \times EP}{(P+Q)} = K\theta\left(1 + \frac{2}{\lambda}\right)$$

K — கால்வனுமீட்டர் மாறிலி.

θ — துள்ளு தொலைவு

λ — தடைத்திருத்தம்

$$K = \frac{E\, P \times C}{(P+Q)\,\theta\,(1+\lambda/2)}$$ கூலோம்கள் ஒரு செ.மீ.க்கு.

அட்டவணை

பாட்டரி மி. இ. விசை = E வோல்ட்
படித்தர மின்தேக்கியின் மின்தேக்கத்திறன் = 'C' பாட்
தடைத்திருத்தம் = $(1+\lambda/2)$

மின் தடைகள்		கால்வனுமீட்டர் துள்ளு தொலைவு (Throw)			$K = \frac{E\, P \times Q}{(P+Q)\theta\,(1+\lambda/2)}$
P	$(P+Q)$	வலது	இடது	சராசரி θ	

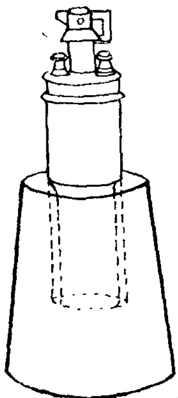
2. ஹிப்பர்ட் படித்தரக் காந்தமுறை.

ஆய்கருவிகள்

ஹிப்பர்ட் படித்தரக் காந்தம், மின்தடைப்பெட்டி, கால்வனு மீட்டர், திசைமாற்றி.

கருவி விளக்கம்

ஹிப்பர்ட் காந்தம் கடினமான எஃகினால் செய்யப்பட்டது. சுமார் 15 செ.மீ. உயரமுள்ள இக் கருவியின் அமைப்புப் படத்திலுள்ளவாறிருக்கும். இதன் நடுவில் மேல் பக்கத்திலிருந்து பாதி உயரத்திற்கு, 5 செ.மீ. விட்டமுள்ள குழாய் வடிவ மெல்லிய இடைவெளி குடையப்பட்டிருக்கும்.



ஹிப்பர்ட் படித்தர காந்தம்
VI-32

படம் 32

இடைவெளிக்கு, நடுவிலுள்ள உருளை ஒரு காந்தத்துருவமாகவும், சுற்றியுள்ள பகுதி மறு துருவமாகவுமிருக்குமாறு, கருவி காந்தப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இடைவெளி முழுதும், உருளைக்கு நேர்க்குத்தாகக் காந்த வயல் வரிகள் நெருக்கமாகவிருக்கும்.

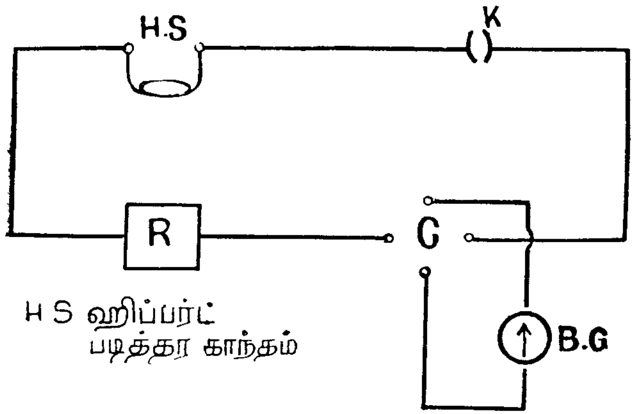
இவ் இடைவெளிக்குள் தடையின்றி விழுமாறு, பித்தளைக் குழலொன்றுள்ளது. ஒரு நெம்பு கோலை இயக்கி, குழலை இடைவெளியில் விழுமாறு செய்யலாம். குழலில் குறிப்பிட்ட சுற்றுகளுடைய, காப்புள்ள (insulated) மெல்லிய கம்பிச்சுருள் சுற்றியுள்ளது. சுருளின் முனைகள், குழலின் மேல் தளத்தில் திருகு முனைகளி லிணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

பித்தளைக்குழலில் சுற்றியுள்ள சுருள் தடையின்றிக் காந்த துருவங்களுக்கிடையில் விழுகையில், காந்தவயல் வரிகள் வெட்டப்படுவதால், சுருளில் மின்னியக்குவிசை தூண்டப்படும்.

செய்முறை

ஹிப்பர்ட் காந்த, கம்பிச் சுருள், முளைச்சாவி, மின்தடைப் பெட்டி, திசைமாற்றி வழியே கால்வனுமீட்டர் இவைகளைத் தொடர்ச்சியாக இணை. மின்தடைப்பெட்டியில் 50, 60 ஓம்கள் மின்தடை வைத்து முளைச்சாவியை மூடு. சுருளைக் காந்தத்தினிடைவெளியில் விழச்செய். கால்வனுமீட்டர் ஒளிப் பொட்டு துள்ளும் தொலைவைக் குறி. இத் தொலைவு அளவுகோலுக்குள்ளிருக்குமாறு மின்தடையைச் சரிசெய்துகொள். மின் தடையைக் குறித்து, மாற்றுமல் வை.

சுருளை வெளியிலெடுத்து விழச் செய்து, திசைமாற்றியைப் பயன்படுத்தி, கால்வனுமீட்டர் காட்சிப்பதிவை இரு பக்கங்களிலும் எடு. மின்தடையை உயர்த்தி மறுபடி காட்சிப்பதிவுகளெடு.



VI-33

படம் 33

தூண்டு மின்னியக்குவிசையால், சுற்றில் செல்லும் மின்னளவு,

$\frac{Nn}{10^8 \times R}$ கூலோம்களாகும்.

N—கம்பிச்சுருள் வெட்டும் காந்தப்பாயம் (Magnetic flux)

n—சுற்றுகளினெண்ணிக்கை.

R—மின்சுற்றில் மொத்த மின்தடை.

$$\frac{Nn}{10^8 \times R} = K\theta\ (1+\lambda/2)$$

K—கால்வனுமீட்டர் மாறிலி

θ—துள்ளு தொலைவு (Throw)

$(1+\lambda/2)$—தடைத்திருத்தம் (Damping correction)

$R = R_G + R'$, R_G — கால்வனுமீட்டர் மின்தடை

R'—பெட்டியில் மின்தடை.

$$R_G + R'_1 = \frac{Nn}{K\ 10^8\ \theta_1\ (1+\lambda/2)} \quad \text{—(1)}$$

$$R_G + R'_2 = \frac{Nn}{K\ 10^8\ \theta_2\ (1+\lambda/2)} \quad \text{—(2)}$$

(2) − (1) $$R'_2 - R'_1 = \frac{Nn}{K\,10^8(1+\lambda/2)}\left(\frac{1}{\theta_2} - \frac{1}{\theta_1}\right)$$

பெட்டியில் R'_1 இருக்கையில் துள்ளு தொலைவு θ_1

பெட்டியில் R'_2 இருக்கையில் துள்ளு தொலைவு θ_2

$$K = \frac{Nn}{(R_2' - R_1')\,10^8\,(1+\lambda/2)}\left(\frac{1}{\theta_2} - \frac{1}{\theta_1}\right)$$

λ-வைக் கண்டுபிடிப்பது இம்முறையில் எளிதல்ல.

அதற்குப் பதில், துள்ளு தொலைவைக் கண்டெழுதுகையில், அடுத்த அதே பக்க விலகலை எடுத்து, $\theta \times \left(\frac{\theta}{\theta'}\right)^{\frac{1}{4}}$ ஐக் கணக்கிட்டு $(1+\lambda/2)$-க்குப் பதில் பயன்படுத்து.

θ—துள்ளு தொலைவு.

θ'—தொடர்ந்து அடுத்த அதே பக்கத்தில் விலகல்.

3. மின்னோட்ட உணர்வு முறை (Current sensitivity method) கால்வனுமீட்டரின் மின்னோட்ட உணர்வை (18ஆவது) சோதனை முறையில் கண்டுபிடி. கால்வனுமீட்டர் சுருளை ஆடவிட்டு, அலைவு நேரத்தைக் கண்டுபிடி.

மின்னளவு மாறிலி (Quantity sensitivity) $K = K' \times \frac{T}{2\pi}$

K' = மின்னோட்ட உணர்வு

T = அலைவு நேரம்.

24. காந்தத்தின் முனை வலிமை (Pole Strength of a Magnet)

துருவு சுருள் (Search Coil)

நோக்கம்

துருவு சுருள், ஹிப்பர்ட் படித்தரக் காந்தம், அலைவு காட்டும் கால்வனுமீட்டர் இவைகளைப் பயன்படுத்தி ஒரு காந்தத்தின் முனை வலிமையைக் கண்டுபிடித்தல்.

ஆய்கருவிகள்

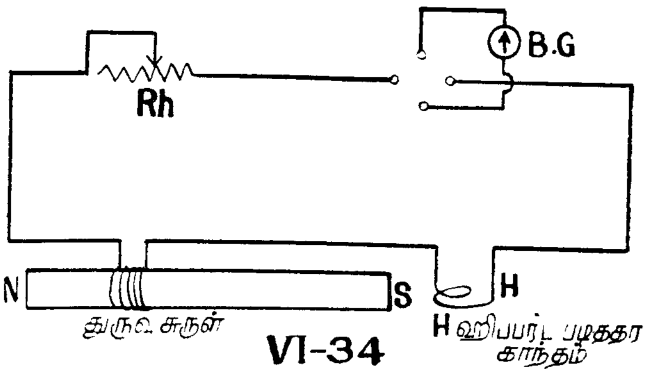
சட்டக் காந்தம், ஹிப்பர்ட் படித்தரக் காந்தம், மின் தடைப் பெட்டி, அலைவு காட்டும் கால்வனுமீட்டர், துருவு சுருள், திசை மாற்றி.

விளக்கம்

துருவு சுருளில் மெல்லிய காப்புடனுள்ள செப்புக் கம்பிச் சுற்றுகள் 10 அல்லது 15 இருக்கும். கம்பி சுற்றியுள்ள மரம் அல்லது மின்காந்தக் காப்புப் பொருளால் ஆன சிறு சட்டம் காந்தத்தில் செருகுமாறியிருக்கும். சுருளின் முனைகள் சட்டத்தில் இரு திருகுமுனைகளிலிணைந்து இருக்கும்.

செய்முறை

துருவு சுருள், மின்தடை மாற்றி, ஹிப்பர்ட் படித்தரக் காந்தத்தின் சுருள், கால்வனுமீட்டர் இவைகளைத் தொடர்ச்சியாக இணை. கால்வனுமீட்டரைத் திசை மாற்றி வழியே இணை.



படம் 34

துருவு சுருளைக் காந்தத்தின் மையத்தில் செருகி வை. விரைவாகச் சுருளைக் காந்தத்திலிருந்து வெளியே எடு. கால்வனுமீட்டர் ஒளிப் பொட்டின் துள்ளு தொலைவைக் குறித்துக் கொள். சுருளைத் திரும்பவும் காந்தத்தின் மையத்தில் வைத்து, திசை மாற்றியைத் திருப்பி விரைவாகச் சுருளை வெளியே எடுத்து கால்வனுமீட்டர் காட்சிப் பதிவை எடு.

இவ்வாறே துருவு சுருளைக் காந்தத்தின் மறுமுனை வழியே விரைவில் வெளியே எடுத்து கால்வனுமீட்டர் காட்சிப்பதிவை வெளியே எடு. இந் நான்கு காட்சிப்பதிவுகளின் சராசரியைக் கணக்கிடு.

ஹிப்பர்ட் படித்தரக் காந்தத்தின் சுருளைக் காந்தத்தினுள் விழச் செய்து கால்வனுமீட்டர் துள்ளு தொலைவைக் கண்டு எழுது.

திசை மாற்றியைத் திருப்பி மறுமுறை சுருளை விழச் செய்து கால்வனுமீட்டர் துள்ளு தொலைவைக் காண். இக் காட்சிப் பதிவு களின் சராசரி துள்ளு தொலைவைக் கணக்கிடு.

கொள்கை

ஹிப்பர்ட் படிக் காந்தத்தில் சுருள் விழுகையில் மின் சுற்றில் சென்ற மின் அளவு.

$$Q_1 = K\theta\,(1+\lambda/2)$$

$$= \frac{Nn}{R\times 10^8} \text{ கூலோம்கள்.}$$

θ—ஒளிப்பொட்டின் துள்ளு தொலைவு.

λ—தடைத்திருத்தம்.

N—ஹிப்பர்ட் காந்தத்தில் மொத்த பாயம்

n—ஹிப்பர்ட் காந்தத்தில் சுருளின் சுற்றுகள்

துருவு சுருளைக் காந்தத்தின் ஒருமுனை வழியாக வெளியே எடுக்கையில் வெட்டப்படும் காந்தப்பாயம் $4\pi mn'$ ஆகும்.

m — முனை வலிமை, n' — துருவு சுருளின் சுற்றுகள்.

இதனால் சுற்றில் செலுத்தப்படும் மின்னளவு

$$= \frac{4\pi\, m\times n'}{R\times 10^8}$$

$$= K\propto (1+\lambda/2)$$

$$\frac{4\pi\, mn'}{R\times 10^8} = K\propto (1+\lambda/2) \qquad \text{—(1)}$$

$$\frac{Nn}{R\times 10^8} = K\theta\,(1+\lambda/2) \qquad \text{—(2)}$$

$$\frac{(1)}{(2)} \qquad \frac{4\pi\, mn'}{Nn} = \frac{\propto}{\theta}$$

$$m = \frac{Nn}{4\pi n_{\prime}}\,\frac{\propto}{\theta}$$

அட்டவணை

ஹிப்பர்ட் படித்தரக் காந்தத்தின் சுருளில் சுற்றுகள் $= n$

ஹிப்பர்ட் படித்தரக் காந்தத்தின் சுருளில் பாயம் $= N$

துருவு சுருளின் சுற்றுகள் $= n'$

கால்வனுமீட்டரில் துள்ளு தொலைவு								$m = \frac{\alpha}{\theta} \frac{Nn}{4\pi n^1}$
துருவு சுருளைக் காந்தத்தினின்று எடுக்கும்பொழுது					ஹிப்பர்ட் படித்தரக் காந்தத்தில் சுருள் விழுகையில்			
N முனைவழி		S முனைவழி						
இடது	வலது	இடது	வலது	சராசரி θ	இடது	வலது	சராசரி α	

25. அலைவு காட்டும் கால்வனுமீட்டர் (Ballistie Galvanometer)

மின் கலங்களின் மின்இயக்குவிசைகளை ஒப்பிடுதல் (Comparison of E M F of Two Cells)

நோக்கம்

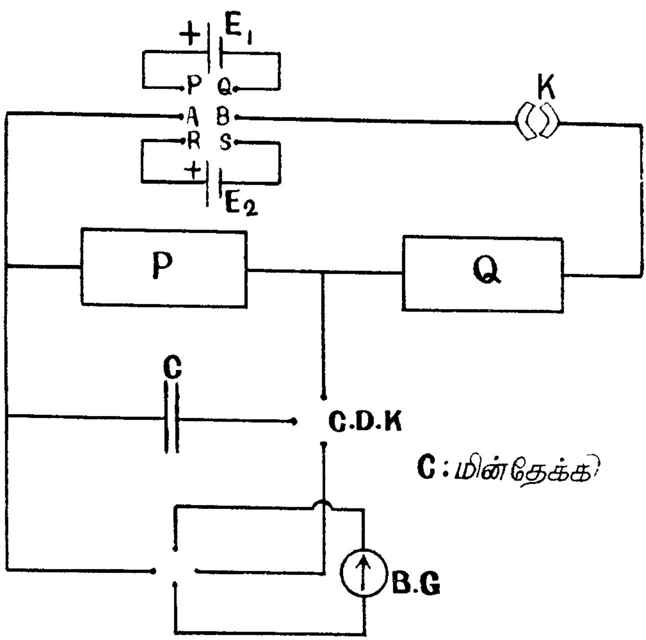
இரு மின் கலங்களின் மின் இயக்கு விசைகளை, அலைவு காட்டும் கால்வனுமீட்டரில் ஒப்பிட்டுப் பார்த்தல்.

கருவிகள்

இரு மின் கலங்கள், இரு மின்தடைப் பெட்டிகள் (1—5000 ஓம்கள்), முளைச்சாவி, இருமுனை இரு எறிசாவி, திசை மாற்றி, மின்தேக்கி, மின் ஏற்ற மின் இறக்கச் சாவி, அலைவு காட்டும் கால் வனுமீட்டர்.

செய்முறை

படத்திலுள்ளவாறு இருமின் தடைப் பெட்டிகள், முளைச் சாவி, இருமுனை இரு எறிசாவியின் நடுத்திருகு முனைகள் இவைகளைத் தொடர்ச்சியாக இணை. இச் சாவியின்மேல் இரு முனைகளுக்கு ஒரு மின் கலத்தையும், மற்றிரு முனைகளுக்கு மற்ற கலத்தையும் இணை.



VI-35

படம் 35

'P' மின் தடைப் பெட்டியின் இருமுனைகளுக்கு மின் தேக்கியை, மின் ஏற்ற இறக்கச் சாவியின் வழியே இணை.

மின்தேக்கியை கால்வனுமீட்டருக்குத் திசை மாற்றி வழியே இணை. P, Q மின் தடைப் பெட்டிகள் ஒவ்வொன்றிலும் 5000 ஓம்கள் மின் தடையிருக்குமாறு முனைகளை எடு.

சுற்றிணைப்புகளைச் சரியாக உள்ளனவா எனப் பார்த்து முளைச் சாவியால் சுற்றை மூடு. இருமுனை இரு எறிசாவியில் 'E_1' மின் கலத்தைச் சுற்றில் சேர். மின்னேற்ற இறக்கச் சாவியை இயக்கி மின் தேக்கியை மின்னேற்றப்படுத்து. மின்தேக்கியை கால்வனு

மீட்டர் வழியே மின் இறக்கஞ் செய். ஒளிப் பொட்டுத் துள்ளலை (Throw) எடுத்து எழுது. திசை மாற்றியைத் திருப்பி, இவ்வாறே கால்வனுமீட்டர் ஒளிப் பொட்டுத் துள்ளலை எழுது.

இருமுனை இரு எறிசாவியில் 'E_1' மின்கலத்தை மின் சுற்றிலிருந்து நீக்கி 'E_2' மின் கலத்தைச் சேர்.

முன் செய்தது போலவே, மின் தேக்கியை மின்னேற்றமுறஞ் செய்து கால்வனுமீட்டர் வழியே மின்னிறக்கச் செய். ஒளிப் பொட்டின் துள்ளுதலை எடுத்து எழுது. திசை மாற்றியில் மறு பக்கத் துள்ளுதலைக் கண்டு எழுது.

E_1 மின்கலம் சுற்றிலுள்ளபொழுது, மின்தேக்கியில் மின்னேறச் செய்யும் மின்னழுத்தம் $= \dfrac{E_1 P}{(P+Q)}$

E_2 மின்கலம் இருக்கும்பொழுது மின்னழுத்தம் $= \dfrac{E_2 P}{P+Q}$

$$\frac{E_1 P\times C}{(P+Q)} = K\theta_1$$ C — மின் தேக்கியின் மின் தேக்கத் திறன்

$$\frac{E_2 P\times C}{(P+Q)} = K\theta_2$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\theta_1}{\theta_2}$$

$P+Q$ மொத்த மின்தடையை மாற்றாமல் P யின் மின்தடையை மாற்றி, மூன்று நான்கு முறை காட்சிப் பதிவை எடுத்து

$\dfrac{E_1}{E_2}$ வைக் கணக்கிடு.

அட்டவணை

$(P+Q)$ மின்தடை =

'P' ல் மின் தடை	சுற்றில் 'E_1' கால்வனுமீட்டரில் துள்ளு தொலைவு			சுற்றில் 'E_2' கால்வனுமீட்டரில் துள்ளு தொலைவு			$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\theta_1}{\theta_2}$
	வலது	இடது	சராசரி θ_1	வலது	இடது	சராசரி θ_2	

26. அலைவு காட்டும் கால்வனுமீட்டர் (Ballistic Galvanometer)

மின்கலத்தின் அக மின்தடை காணல் (Internal resistance of a cell)

நோக்கம்

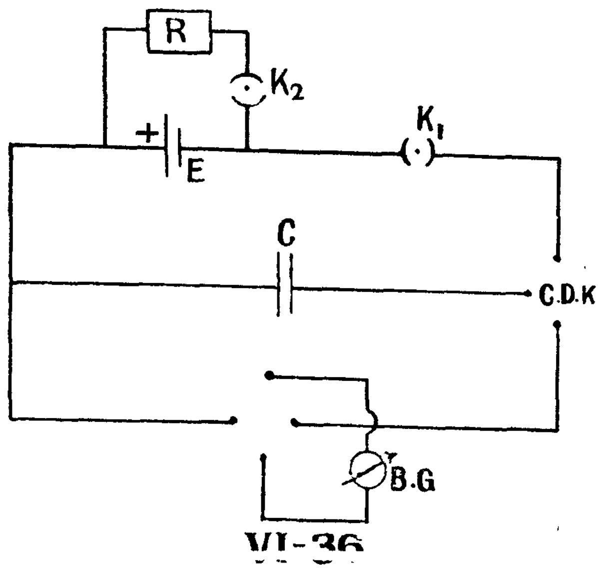
மின்தேக்கி, அலைவு காட்டும் கால்வனுமீட்டர் இவைகளைப் பயன்படுத்தி ஒரு மின் கலத்தின் அக மின் தடை காணல்.

கருவிகள்

மின்கலம் (லெக்லாஞ்சே அல்லது டேனியல்) முளைச்சாவிகள், மின் தடைப்பெட்டி, மின்னேற்ற மின் இறக்கச்சாவி, திசை மாற்றி, அலைவு காட்டும் கால்வனுமீட்டர்.

செய்முறை

மின் கலத்தை முளைச்சாவி, மின் ஏற்ற மின் இறக்கச்சாவி இவற்றின் வழியே மின்தேக்கியுடன் இணை. திசைமாற்றி வழியே மின்தேக்கியை கால்வனுமீட்டருடன் இணை.



VI-36

படம் 36

மின் கலத்துக்குப் பக்க இணைப்பில் மின்தடைப் பெட்டி, முளைச்சாவி ஆகியவைகளை இணை.

மின்கலச் சுற்றை முளைச் சாவியால் மூடி மின்தேக்கியை மின்னேற்ற இறக்கச் சாவியில் மின்னேற்றமுறச் செய். கால்வனு மீட்டர் வழியே மின் தேக்கியின் மின்னேற்றத்தை இறக்கு. கால்வனுமீட்டர் ஒளிப் பொட்டு துள்ளும் தொலைவைக் குறித்து எழுது. திசைமாற்றியில் மறுபக்கத்தில் ஒளிப் பொட்டின் துள்ளு தொலைவைக் கண்டு எழுது. சராசரி துள்ளு தூரத்தைக் கணக்கிடு.

பக்கவிணைப்பிலுள்ள மின் தடைப் பெட்டியில் 5 ஓம்கள் மின் தடை வைத்து அச்சுற்றின் முளைச்சாவியை மூடு. முன் செய்தவாறே மின்தேக்கியை மின்னேற்ற இறக்கச் சாவியால் மின்னேற்றமுறச் செய். மின்னேற்றத்தை இறக்கி கால்வனுமீட்டரில் துள்ளு தொலைவை எடு. திசைமாற்றியைத் திருப்பி மறுபக்கத்திலும் காட்சிப்பதிவை எடு.

மின்தடையை 7, 10, 12, 15 ஓம்களாக மாற்றி கால்வனுமீட்டரில் துள்ளு தொலைவுகளை எடுத்துக் காட்சிப் பதிவுகளை அட்டவணைப்படுத்தி, மின்கலத்தின் அகமின்தடையைக் கணக்கிடு.

மின்தேக்கியின் திறன் $= C$ பாரட்

கலத்தின் மி. இ. விசை $= E$ வோல்ட்

மின்னேற்றம் $EC \propto \theta \qquad -(1)$

கலத்தின் அக மின்தடை $= r$.

கலத்துடன் பக்க இணைப்பில் மின்தடை $= R$

$$\frac{E}{(R+r)} R \times C \propto \theta_1 \qquad -(2)$$

$$\frac{(2)}{(1)} = \frac{R+r}{R} = \frac{\theta}{\theta_1}$$

$$\frac{r}{R} = \frac{\theta}{\theta_1} - 1 \qquad r = \left(\frac{\theta - \theta_1}{\theta_1}\right) R$$

அட்டவணை

பக்க இணைப்பில் மின் தடை 'R'	துள்ளு தொலைவு			$r = \left(\frac{\theta-\theta_1}{\theta_1}\right) R$
	இடது	வலது	சராசரி θ_1	
∞			θ	ஓம்கள்
5			θ_1	

27. அலைவு காட்டும் கால்வனுமீட்டர் (Ballistic Galvanometer)

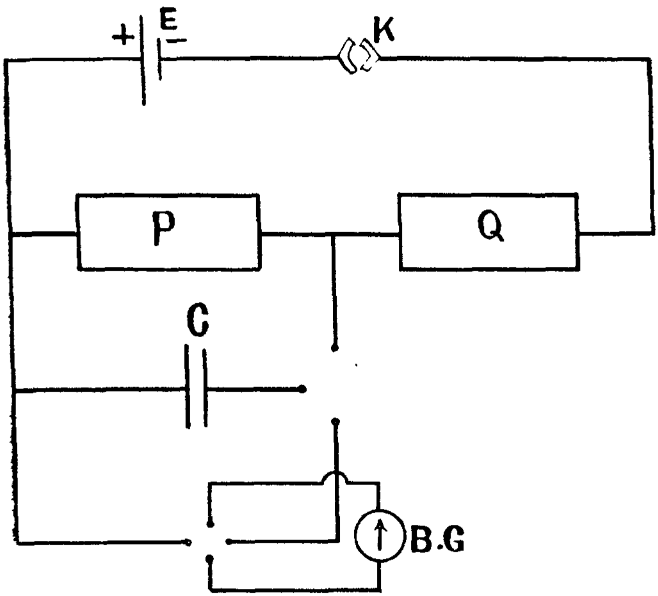
மின்தேக்கியின் சார்பிலாத் திறன் காணல் (Absolute Capacity of a Condenser)

நோக்கம்

மின் தேக்கியின் சார்பிலா மின் தேக்கத்திறனை அலைவு காட்டும் கால்வனுமீட்டரில் கண்டுபிடித்தல்.

கருவிகள்

அலைவு காட்டும் கால்வனுமீட்டர், முனைச்சாவி இருமின் தடைப்பெட்டிகள், மின்னேற்ற மின்னிறக்கச்சாவி, திசைமாற்றி, பாட்டரி.



VI-37

படம் 37

செய்முறை

பாட்டரி, முனைச்சாவி, இரு மின்தடைப் பெட்டிகள் இவைகளைத் தொடர்ச்சியாக இணை. 'P' பெட்டியின் முனைகளுக்குப்

படத்தில் காட்டியவாறு மின்னேற்ற மின்னிறக்கச் சாவி, மின்தேக்கி இவைகளை இணை. மின் தேக்கியை கால்வனு மீட்டருக்குத் திசை மாற்றி வழியே இணை.

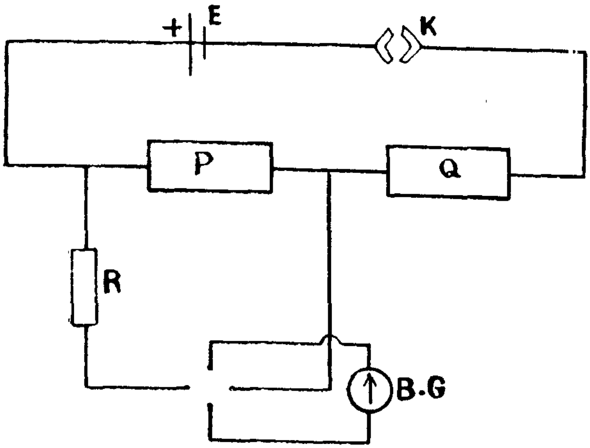
'P', 'Q' பெட்டிகள் ஒவ்வொன்றிலும் 5,000 ஓம்கள் மின்தடை உள்ளவாறு செய். முளைச்சாவியால் மின் சுற்றை மூடு. மின்னேற்ற இறக்கச் சாவியால் மின் தேக்கியை மின்னேற்றமுறச் செய்து கால்வனுமீட்டர் வழியே மின் தேக்கத்தை இறக்கு. கால்வனுமீட்டர் ஒளிப்பொட்டு துள்ளுதலைக் குறித்துக்கொள். இவ்வாறே திசை மாற்றியைப் பயன்படுத்தி மறுபக்கத்திலும் ஒளிப்பொட்டு துள்ளுதலைக் கண்டு எழுது.

மொத்த மின்தடையை மாற்றுமல் 'P' யிலும் Q யிலும் மின் தடையை மாற்றி, மூன்று நான்கு முறை மின்தேக்கியை மின்னேற்றமுறச் செய்து கால்வனுமீட்டர் வழியே மின்தேக்கத்தை இறக்கித் துள்ளு தூரங்களை எடு.

கால்வனுமீட்டர் சுருள் தடையின்றி ஆடுகையில் அதன் அலைவு நேரத்தை நிறுத்து கடிகாரத்தைப் பயன்படுத்திக் கண்டு பிடித்துக்கொள்.

கால்வனுமீட்டரின் நிலையான விலகல் (Steady deflection)

மின்தேக்கியையும் மின்னேற்ற இறக்கச் சாவியையும் சுற்றி லிருந்து எடு. 'P' பெட்டியை எடுத்து, அதற்குப் பதில் 1—50 ஓம்கள் மின்தடைப்பெட்டியை இணை. இதன் முனைகளை ஒரு



VI-38

படம் 38

மின்தடைப்பெட்டி (1—5000 ஓம்கள்), திசை மாற்றி, கால்வனு ட்டர் இவைகளைப் படத்தில் உள்ளவாறு இணை.

'P'-ல் ஓர் ஓமும் Q-ல் 10000 ஓம்களும் 'R'-ல் சுழி மின் தடையும் வைத்து மின் சுற்றை மூடு. கால்வனுமீட்டர் விலகலைக் குறித்துக்கொள். 'R' பெட்டியின் மின்தடைகளால் விலகல் பாதியளவுக்குக் குறையுமாறு செய். இம்முறையில் இரண்டு மூன்றுமுறை கால்வனுமீட்டரின் மின்தடையைக் கண்டுபிடி.

கால்வனுமீட்டரை ஆடவிட்டுத் தொடர்ச்சியாக, விலகல்களை இருபக்கங்களிலும் குறித்து, தடைத்திருத்தப் 'λ' வைக் கணக்கிட்டுக்கொள்.

கொள்கை

மின்தேக்கியில் மின்தேக்கம் = 'q' கூலோம்கள்.

$$'q' = K' \frac{T}{2\pi} \times \theta (1+\lambda/2)$$

$$= V\times C = \frac{EP}{P+Q} \times C \qquad \text{—(1)}$$

K'—கால்வனுமீட்டரின் மின்னோட்ட உணர்வு.

T—கால்வனுமீட்டரின் அலைவு நேரம்.

θ—கால்வனுமீட்டரின் ஒளிப்பொட்டு துள்ளு தொலைவு.

λ—தடைத்திருத்தம் (damping correction).

கால்வனுமீட்டரில் நிலை விலகல் 'd' ஆனால் மின்னோட்டம்

$$'i' = K'd = \frac{EP'}{(P'+Q') \times Rg} \qquad \text{—(2)}$$

E—பாட்டரி மி. இ. விசை.

Rg—கால்வனுமீட்டர் மின் தடை.

$$K' = \frac{EP'}{(P'+Q')\, Rg \times d} \qquad \text{—(3)}$$

K' ஐக் கணக்கிட்டு,

$$\frac{EP}{(R+Q)} \times C = K' \frac{T}{2\pi} \ \theta \ (1+\lambda/2)$$-லிருந்து மின்தேக்கியின் மின்தேக்கத் திறன் 'C' ஐக் கண்டுபிடி.

குறிப்பு

ஒவ்வொரு முறை காட்சிப்பதிவை எடுக்கும்போதும், கால்வனுமீட்டர் விரைவில் நடுநிலைக்கு வந்து நிற்காது. கால்வனுமீட்டர் ஊசலாடுதலைத் தடை செய்து நிறுத்த ஒரு தட்டுச் சாவியை, அதன் சுருளுக்குப் பக்கவிணைப்பில் சேர். சாவியைத் தட்டினால் சுருள் முனைகள் இணைக்கப்பட்டு, தடைப்பட்டு நிற்கும்.

அட்டவணை I

பாட்டரியின் மி.இ.விசை $= `E'$ வோல்ட்
கால்வனுமீட்டர் அலைவு நேரம் $= T$ secs.

வரிசை எண்	$P+Q$ மொத்த மின் தடை	'P'-ல் மின் தடை	P-ன் முனைகளுக்கிடை மின்னழுத்தம் $\frac{EP}{P+Q}$	துள்ளு தொலைவு		
				இடது	வலது	சராசரி θ

அட்டவணை II

வரிசை எண்	$P' + Q'$ மொத்த மின் தடை	P'ல் மின் தடை	கால்வனுமீட்டர் விலகல்			'R'ல் விலகல் பாதியாக மின் தடை R_g	$K' = \frac{EP'}{(P'+Q')\, R_g \times d}$
			இடது	வலது	சராசரி d		

28. அலைவு காட்டும் கால்வனுமீட்டர் (Ballistic Galvanometer)

பரிமாற்று மின்தூண்டுதல்களை ஒப்பிடுதல் (Comparison of Mutual Inductance)

நோக்கம்

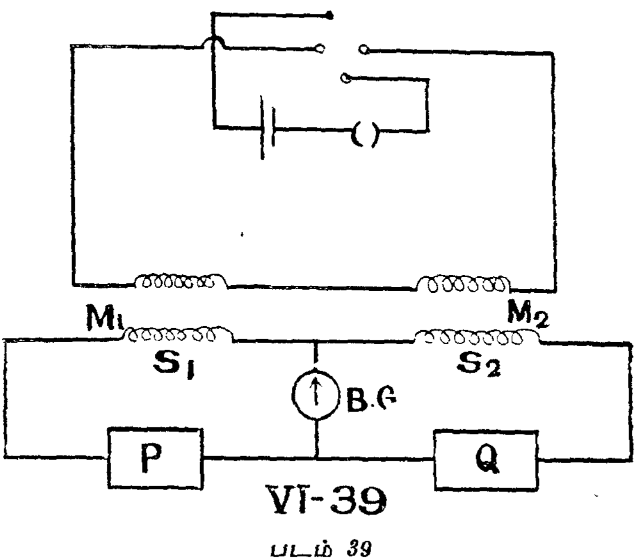
அலைவு காட்டும் கால்வனுமீட்டரில் இரு பரிமாற்று மின் தூண்டுதல்களின் மின் தூண்டுதல் எண்களை ஒப்பிட்டுப் பார்த்தல்.

கருவிகள்

இரு பரிமாற்று மின் தூண்டுதல் இரட்டைச் சுருள்கள், பாட்டரி, முளைச்சாவி, திசைமாற்றி, இருமின்தடைப் பெட்டிகள் (1—5000 ஓம்கள்).

செய்முறை

இரு இரட்டைச் சுருள்களில் ஒவ்வொன்று, பாட்டரி, முளைச் சாவி இவைகளைத் தொடர்ச்சியாக படத்திலுள்ளவாறு இணை. பாட்டரி, திசைமாற்றி வழியாக இணைக்கப்படவேண்டும்.



படம் 39

துணைச்சுற்றில் மற்ற இரு சுருள்கள், இரு மின்தடைப் பெட்டிகள் இவைகளைத் தொடர்ச்சியாக இணை. சுருள்கள் சந்திப்பிற்கும் பெட்டிகள் சந்திப்பிற்கும் இடையில் கால்வனுமீட்டரை இணை.

முதன்மைச் சுற்றை முளைச்சாவியால் மூடு.

திசை மாற்றியால் முதன்மைச் சுற்றில் மின்னோட்டத்தின் திசையை மாற்றும்பொழுது, கால்வனுமீட்டர் ஒளிப்பொட்டு சிறிதும் துள்ளாதவாறு '*P*', '*Q*' பெட்டிகளில் மின்தடைகளைச் சரிசெய்.

இது இயலாவிடில் சுருள்களைப் புரட்டி வைத்துச் சோதனையைச் செய்துபார்.

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{P_1 + S_1}{Q_1 + S_2}$$

P_1, Q_1 மின்தடைப் பெட்டிகளில் மின் தடைகள்.

S_1, S_2 மின் தூண்டுதல் சுருள்களின் மின்தடைகள்.

'*P*', '*Q*' விலுள்ள மின்தடைகளை மாற்றி மறுபடி திசை மாற்றியைத் திருப்புகையில் கால்வனுமீட்டர் விலகாதவாறு செய்.

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{P_2 + S_1}{Q_2 + S_2} \qquad \text{—(2)}$$

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{P_1 - P_2}{Q_1 - Q_2}$$

அட்டவணை

வரிசை எண்	*P*-ல் ஓம்கள்	*Q*-ல் ஓம்கள்	$\frac{M_1}{M_2} = \frac{P_1 - P_2}{Q_1 - Q_2}$

29. பரிமாற்று மின்தூண்டல்—சார்பிலா அளவு (Mutual Inductance– Absolute determination)

நோக்கம்

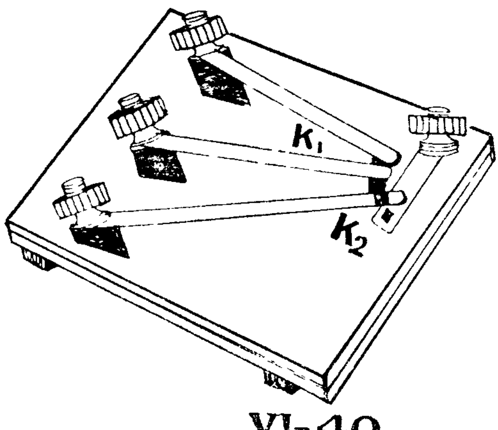
இரு கம்பிச்சுருள்களின் பரிமாற்று மின்தூண்டலைச் சார்பிலா முறையில் கண்டுபிடித்தல்.

ஆய்கருவிகள்

பாட்டரி, மின்தடைமாற்றி, இருமின் தூண்டு கம்பிச் சுருள்கள், மின்தடைப்பெட்டி, அலைவு காட்டும் கால்வனுமீட்டர், திசை மாற்றி, புனைச்சாவி, நான்கு வட்டப் பகுதி திசைமாற்றி (four sector commutator), தொடர்ந்தியங்கும் தட்டுச்சாவி (sequence keys), படித்தர பின்ன மின்தடை.

கருவி விளக்கம்

தொடர்ந்தியங்கும் சாவியில், இரு தட்டுச்சாவிகள் ஒன்றன் மேலொன்றாகவிருக்கும். இவைகளால், இரு தனி மின் சுற்றுகளை ஒன்றன்பின்னொன்றாக மூடவும் திறக்கவும் முடியும்.



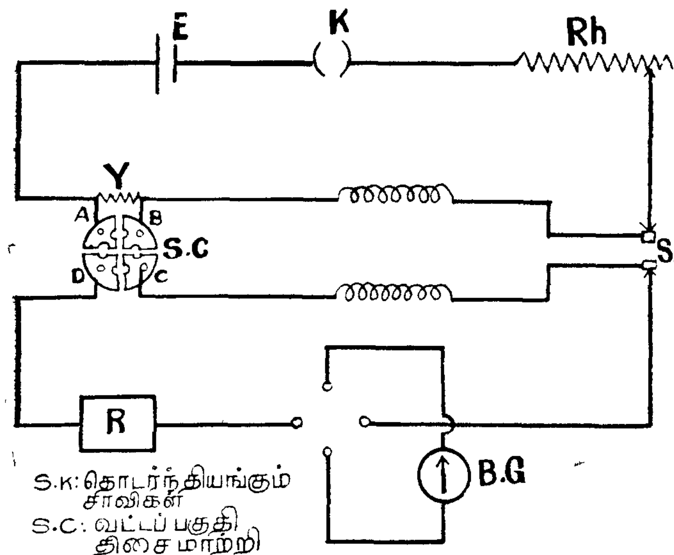
VI-40

படம் 40

நான்கு வட்டப்பகுதி திசைமாற்றியில், வட்டத்தின் நான்கு பகுதிகளாக, தடித்த பித்தளைப் பட்டைகள், இடைவெளிகள் விட்டு மரத்துண்டில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். ஒவ்வொரு பட்டையிலும் ஒரு திருகு முனையுண்டு. எந்த இரண்டு பட்டைகளையும் இடைவெளிகளில் முனைகளை இட்டு இணைக்கலாம்.

செய்முறை

மின்சுற்றுப் படத்திலுள்ளவாறு பாட்டரி, முளைச்சாவி, மின் தடைமாற்றி, தொடர்ந்தியங்கும் சாவிகளில் கீழ்ச்சாவி, தூண்டு மின் சுருளொன்று, படித்தர பின்ன மின்தடை இவைகளைத் தொடர்ச்சியாக இணை. இச் சுற்று முதன்மைச் சுற்றாகும்.



VI- 41
படம் 41

வட்டப் பகுதி திசைமாற்றியின் A, B பட்டைகளை, பின்ன மின் தடையினிருமுனைகளுடனிணை. C, D பட்டைகள், மின்தடைப் பெட்டி, இன்னொரு மின் தூண்டு சுருள், தொடர்ந்தியங்கும் சாவி களின் மேல் சாவி, கால்வனுமீட்டர் இவைகளைத் தொடர்ச்சியாக இணை. கால்வனுமீட்டரைத் திசை மாற்றி வழியே இணைக்க வேண்டும். இது துணைச்சுற்றாகும்.

A, B பட்டைகளையும் C, D பட்டைகளையும் முளைகளிட்டிணைத்து, இரு மின் சுற்றுகளையும் தனிச் சுற்றுகளாகுமாறு செய். முதன்மைச் சுற்றின் முளைச்சாவியை மூடு. மின்தடை மாற்றியில் மின்தடையைப் பெருமமாக (maximum) வை.

தொடர்ந்தியங்கும் சாவிகளைத் தட்டி அழுத்து. முதலில் துணைச்சுற்றும் பிறகு முதன்மைச் சுற்றும் மூடப்படும். கால்வனு மீட்டர் ஒளிப்பொட்டு துள்ளி நகர்ந்து, மெல்ல சுழிநிலைக்கு வந்து

நிற்கும். சாவிகளைத் திறக்கும் பொழுது, ஒளிப்பொட்டின் துள்ளு தொலைவு அதிகமாகவிருக்கும். பலமுறை ஆடிப் பிறகு நிற்கும். இத்தொலைவை, மின்தடை மாற்றியால் அளவுகோலுக்குள்ளிருக்குமாறு செய்யலாம்.

தட்டுச் சாவிகளைத் திறக்கும் பொழுது, கால்வனுமீட்டர் துள்ளு தொலைவைச் சுழிநிலையினிரு பக்கங்களிலும் திசைமாற்றியைப் பயன்படுத்தி எடுத்தெழுது.

தடைத்திருத்தத்தையும் கணக்கிட்டுக்கொள். அலைவு நேரத்தையும் கண்டுபிடி.

வட்டப்பகுதி திசைமாற்றியின் A, D பட்டைகளையும் B, C பட்டைகளையும் முளைகளிட்டு இணை. இப்பொழுது பின்ன மின் தடையின் முனைகளிடையிலுள்ள மின்னழுத்தம் துணைச் சுற்றைப் பாதிக்கும். தொடர்ந்தியங்கும் சாவிகளை அழுத்தி கால்வனுமீட்டரின் நிலையான விலகலைக் (steady deflection) கண்டெழுது.

முதன்மைச் சுற்றில் மின்தடைமாற்றியால் மின்தடையை மாற்றி முதலில் துள்ளு தொலைவையும், பிறகு நிலையான விலகலையும் இரண்டு மூன்று முறை கண்டு குறித்துக்கொள்.

கொள்கை

முதன்மைச் சுற்றில் மின்னோட்டம் 'i' ஆம்பியராக இருந்து சாவி திறக்கையில் சுழியானால், $\frac{Mi}{R}$ மின்னளவு கால்வனுமீட்டர் சுற்றில் செல்லும். 'M', இரு மின் தூண்டு சுருள்களின் பரிமாற்று மின் தூண்டுஎண் (Coefficient of Mutual Induction), 'R' துணைச்சுற்றில் மொத்த மின் தடை.

$$\frac{Mi}{R} = K' \frac{T}{2\pi} \theta (1+\lambda/2) \qquad -(1)$$

K' — கால்வனுமீட்டர் மின்னோட்ட உணர்வு.

'T' — கால்வனுமீட்டர் அலைவு நேரம்.

'θ' — துள்ளு தொலைவு.

λ = தடைத்திருத்தம்.

நிலையான விலகல் 'd' செ.மீ. ஆனால்

$$\frac{ir}{R} = K' d \qquad -(2)$$

r-பின்ன மின்தடை

i-அதில் மின்னோட்டம்

ஒன்றை இரண்டால் வகுத்து

$$\frac{M}{r} = \frac{T}{2\pi} \frac{\theta(1+\lambda/2)}{d}$$

$$M = \frac{rt}{2\pi} \frac{\theta(1+\lambda/2)}{d}$$

அட்டவணை

கால்வனுமீட்டர் அலைவு நேரம் = T secs.
படித்தர மின்தடை = r ஓம். தடைத்திருத்தம் = λ

துள்ளு தொலைவு			நிலையான விலகல்			$M = \frac{rT}{2\pi} \frac{\theta\left(1+\frac{\lambda}{2}\right)}{d}$
இடது	வலது	சராசரி θ	இடது	வலது	சராசரி d	

30. புவித் தூண்டல் கருவி (Earth Inductor)

நோக்கம்

புவித்தூண்டல் கருவியால் 1. அலைவு காட்டும் கால்வனு மீட்டர் மாறிலி. 2. புவிகாந்த சரிவு (Dip). 3. புவிகாந்தத்தின் செங்குத்துச் செறிவு இவைகளைக் கண்டுபிடித்தல்.

ஆய்கருவி

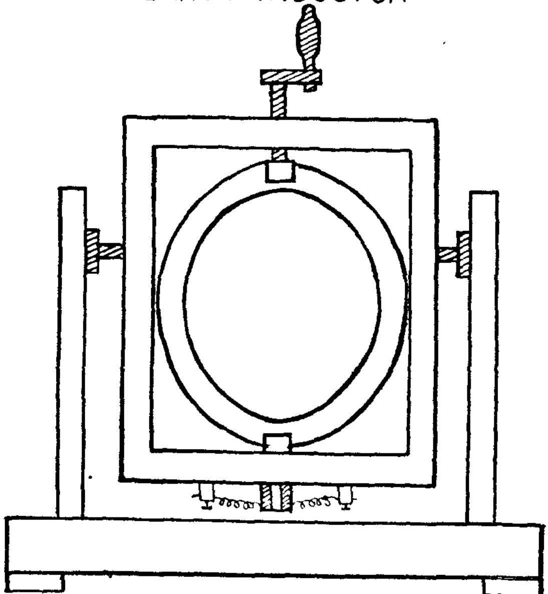
புவித் தூண்டல் கருவி, அலைவுகாட்டும் கால்வனுமீட்டர், மின்தடைப்பெட்டி, தட்டுச்சாவி.

கருவி விளக்கம்

புவித் தூண்டல் கருவியின் முக்கிய பகுதி, 30 அல்லது 40 செ.மீ. விட்டமுள்ள வட்டமான மரச்சட்டத்தில் சுற்றியுள்ள கம்பிச் சுருளாகும். இவ் வட்ட வடிவச் சட்டம், ஒரு சதுரமான சட்டத்தினுள்ளிருக்கிறது. கம்பிச் சுருள் அதன் ஒரு விட்டததை அச்சாக வைத்துச் சுழலுமாறு அச் சட்டத்தில் மாட்டப் பட்டிருக்கும்.

கம்பிச் சுருளின் முனைகள், இரு வழுக்கு வளையங்களுடன் (slip rings) ஈயப்பற்றிணைலிணைக்கப்பட்டிருக்கும். சுருளைச் சுற்றுகையில், இரு பித்தளைப் பட்டைகள் இவ் வளையங்களின் மேல் அழுத்திக் கொண்டிருக்கும். இப் பட்டைகள், சட்டத்திலுள்ள இரு திருகு முனைகளுடனிணைக்கப்பட்டிருக்கும்.

EARTH INDUCTOR



VI-42

படம் 42

சதுரச் சட்டம், ஒரு தாங்கியில் சுலபமாகச் சுழலுமாறு பொருத்தப்பட்டிருக்கும். சதுரச் சட்டத்தைக் கிடைத் தளத்திலும், செங்குத்துத் தளத்திலும் நிலையாக வைத்து நடுவிலுள்ள கம்பிச் சுருளை மாத்திரம் சுழற்றலாம். கம்பிச்சுருள், புவிகாந்தத்தின் கிடைமட்டப் பாயத்தையும் (horizontal flux), செங்குத்துப் பாயத்தையும் முறையே வெட்ட இந்நிலைகள் பயன்படும்.

செய்முறை

புவித்தூண்டுதல் கருவியின் கம்பிச் சுருள், மின்தடைப்பெட்டி, முளைச்சாவி, கால்வனமீட்டர் இவைகளைத் தொடர்ச்சியாக இணை. புவிகாந்தத் திசையை காந்தச் காம்பஸ் பெட்டியால் மேசை மீது கோடிட்டுக் குறித்துக்கொள்.

கம்பிச் சுருளும் சதுரச் சட்டமும் ஒரே செங்குத்துத் தளத்தில் புவி காந்தத் திசைக்கு நேர்க்குத்தாகவிருக்குமாறு வை.

மின்தடைப் பெட்டியில் சுமார் 100 ஓம்கள் மின்தடை வைத்து முளைச்சாவியை மூடு. விரைவாகக் கம்பிச் சுருளை 180° (அரை வட்டம்) மூலம் சுழற்று. கால்வனுமீட்டர் ஒளிப்பொட்டு துள்ளு தொலைவைக் காண். இன்னுமொரு 180° மூலம் சுழற்றினால் கால்வனுமீட்டர் ஒளிப்பொட்டு மறுபக்கம் துள்ளிச் செல்லும். இருபக்கத் துள்ளு தொலைவுகளையும் குறித்துச் சராசரியை எடு. இச் சோதனையில், தடை (damping) அதிகமிருக்கும். இதைக் குறைக்க முளைச்சாவிக்குப் பதில், தட்டுச்சாவியை இணைத்து, சுருளைச் சுழற்றி முடிக்கும் பொழுது, தட்டுச்சாவியைத் திறக்க வேண்டும். தடைத்திருத்தம் செய்ய முன்சோதனைகளில் செய்தவாறு, தொடர்ந்து அடுத்த துள்ளு தொலைவை அதே பக்கம் எடுத்துக் கணக்கிட்டுக்கொள்.

மின்தடையை மாற்றி இரண்டு மூன்று காட்சிப் பதிவுகளை எடு.

அடுத்து கம்பிச் சுருளும் சதுரச் சட்டமும், ஒரே கிடைமட்ட தளத்திலுள்ளவாறு வை. கம்பிச் சுருள் சுழலும் அச்சு புவி காந்த திசையில் இருக்க வேண்டும்.

சுருளை 180° சுழற்றி, கால்வனுமீட்டர் துள்ளுதொலைவை எடு. இன்னொரு 180° சுழற்றி, மறுபக்க துள்ளு தொலைவை எடு. முன் போலவே இரண்டு மூன்று காட்சிப்பதிவுகளெடு.

கொள்கை

செங்குத்துத் தளத்தில் வைத்துச் சுழற்றுகையில் கம்பிச் சுருள் வெட்டும் காந்தப்பாயம்

$= 2nAH$, A — சுருளின் பரப்பளவு.

n — சுருளின் சுற்றுகளினெண்ணிக்கை.

H — புவிக் காந்தக் கிடைமட்டச்செறிவு.

மின்சுற்றில் செல்லும் மின்னளவு

$$Q = \frac{2nAH}{10^8 R},$$ R — மின்சுற்றிலுள்ள மொத்த மின்தடை.

$$\frac{2nAH}{10^8 R} = K\theta_H (1+\lambda/2) \qquad -(1)$$

K, கால்வனுமீட்டர் மாறிலி. θ_H — கால்வனுமீட்டர் துள்ளு தொலைவு

$(1+\lambda/2)$ — தடைத்திருத்தம்

சுருளைக் கிடைமட்ட தளத்தில் வைத்துச் சுழற்றும்பொழுது

$$Q' = \frac{2n\,AV}{R \times 10^{8}},\quad V-\text{புவிகாந்தத்தின் செங்குத்துச் செறிவு}$$

$$\frac{2n\,AV}{10^{8}\,R} = K\,\theta_V\,(1+\lambda/2) \qquad -(2)$$

θ_V — கால்வனுமீட்டர் துள்ளு தொலைவு.

$$\frac{(2)}{(1)} \qquad \frac{V}{H} = \frac{\theta_V}{\theta_H}$$

$$V = H \times \frac{\theta_V}{\theta_H}$$

இதிலிருந்து 'V' ஐக் கணக்கிடலாம்.

$$\text{Tan}\ \varphi = \frac{V}{H} = \frac{\theta_V}{\theta_H}$$

இதிலிருந்து — φ — சரிவைக் கணக்கிடலாம். முதல் சமன் பாட்டிலிருந்து

$$\text{கால்வனுமீட்டர் மாறிலி}\quad K = \frac{2n\,AH}{10^{8}R\,\theta_H\,(1+\lambda/2)}$$

அட்டவணை

சுருளில் சுற்றுகள் = n

சுருளில் சுற்றின் பரப்பளவு = A ச.செ.மீ.

புவி காந்தத்தின் கிடைமட்டச் செறிவு = H காஸ்.

மின்தடைப் பெட்டியில் மின்தடை	கிடைமட்டச் செறிவால் துள்ளு தொலைவு			செங்குத்துச் செறிவால் துள்ளு தொலைவு			$\text{Tan}\ \varphi = \frac{\theta_V}{\theta_H}$
	இடது	வலது	சராசரி θ_H	இடது	வலது	சராசரி θ_V	

31. ஆண்டர்சன் முறை (Anderson's Method)

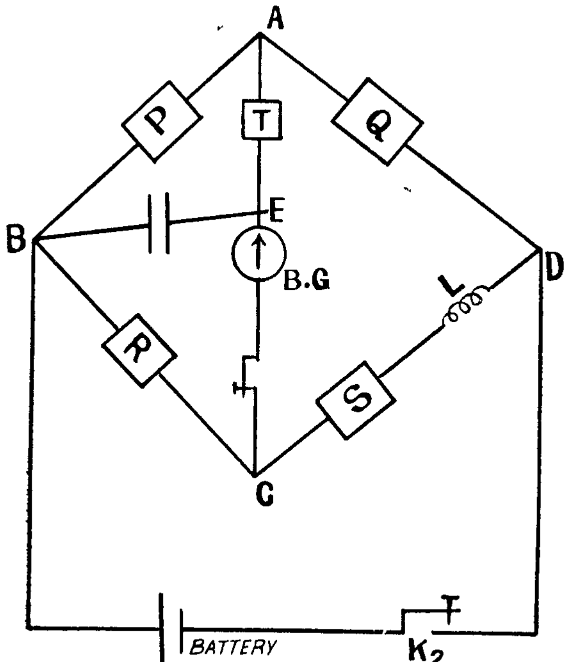
தன் மின்தூண்டுதல் எண் (Self Inductance)

நோக்கம்

ஒரு கம்பிச் சுருளின் தன் மின் தூண்டுதல் எண்ணை 'ஆண்டர்சன் முறையில்' கண்டுபிடித்தல்.

கருவிகள்

P. O. பெட்டி, இரண்டு மின்தடைப் பெட்டிகள், பின்ன மின் தடைப் பெட்டி (Fractional Resistance Box), தன் மின் தூண்டுதல்



VI-43

படம் 43

சுருள் (Self Inductance coil), படித்தர மின்தேக்கி (Standard Condenser), அலைவு காட்டும் கால்வனுமீட்டர், தட்டுச்சாவிகள், பாட்டரி.

செய்முறை

P. O. பெட்டியின் மூன்று மின்தடைகள் 'P', 'Q', 'R', ஒரு மின்தடைப் பெட்டியுடன் இணைத்த தன் மின் தூண்டுதல் சுருள் இவைகளை நான்கு கரங்களாக வைத்து வீட்ஸ்டன் வலைச் சுற்றை இணை. படத்தில் உள்ளவாறு மின்தேக்கி, கால்வனுமீட்டர், பாட்டரி, தட்டுச் சாவிகள் ஆகிய இவைகளை வலைச்சுற்றினுள் இணை. P, Q, R, S இவைகளில் மின் தடைகளை வை. பாட்டரிச் சுற்றில் உள்ள சாவியை முதலில் மூடிப் பிறகு கால்வனுமீட்டர் தட்டுச் சாவியை மூடு. கால்வனுமீட்டரின் ஒளிப் பொட்டு நகர்வதைக் கவனி. P, Q, R, S மின்தடைகளைச் சரி செய்து கால்வனு மீட்டரில் விலகல் சுழியாகுமாறு செய்.

இவ்வாறு செய்த பிறகு முதலில் கால்வனுமீட்டர் சாவியை அழுத்திப் பிறகு பாட்டரிச் சாவியை மூடினால் கால்வனுமீட்டர் ஒளிப் பொட்டு துள்ளிச் செல்லும்.

T மின்தடைப் பெட்டியில் மின்தடைகளைச் சரிசெய்து தட்டுச் சாவிகளை மேற் சொன்னவாறு ஒன்றன்பின் ஒன்றாக மூடுகையில் ஒளிப் பொட்டு துள்ளாதிருக்குமாறு செய். இப்பொழுது நிலை மின்னோட்டத்தினாலும், தூண்டு மின்னோட்டத்தினாலும் கால்வனுமீட்டர் பாதிக்கப்படவில்லை எனக் கொள்ளலாம். கம்பிச் சுருளின் தன் மின் தூண்டுதல்.

$$L = C\ [RQ + T\ (R + S)]$$ ஹென்ரி.

அட்டவணை

மின்தேக்கியின் மின்தேக்கத்திறன் = பாரட்.

சுருள்	P-ல் ஓம்கள்	Q-ல் ஓம்கள்	R-ல் ஓம்கள்	S-ல் ஓம்கள்	T-ல் ஓம்கள்	L-ல் ஹென்ரி
A						
B						

32. டிரையோடு வால்வின் பண்புகள் (Characteristics of Triode Valve)

நோக்கம்

டிரையோடு வால்வின் பண்புகளை அதற்குரிய வரை வளைவுகள் (characteristic curves) வரைந்து அறிதல்.

கருவிகள்

டிரையோடு வால்வு, குறைந்த மின்னழுத்த (low tension) பாட்டரிகள், உயர்மின் அழுத்தப் பாட்டரிகள், கிரிட் சார்பு மின்னழுத்த பாட்டரி (Grid Bias Battery), அம்மீட்டர், 15 வோல்ட் அளவு வோல்ட்மீட்டர், 250 அளவு வோல்ட்மீட்டர், மில்லி அம்மீட்டர், இரு உயர் மின்தடை மாற்றிகள், ஒரு குறை மின்தடை மாற்றி, திசை மாற்றி, முளைச்சாவிகள், வால்வு பொருத்தும் முளைத் திருகுகளுடன் உள்ள அடித்தளம் (mounted valve base with terminals).

கருவி விளக்கம்

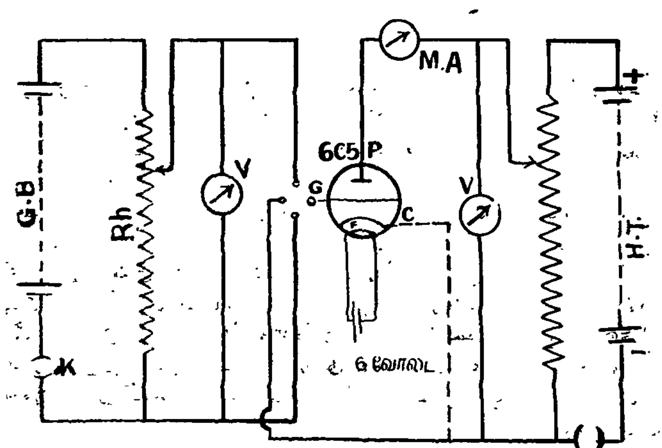
டிரையோடு வால்வின் உள் வெற்றிடத்தில் மூன்று முக்கிய மின் வாய்கள் உள்ளன. ஒரு மெல்லிய சூடாக்கும் கம்பியின் (filament) முனைகள் வால்வுக்கு வெளியே உள்ள இரண்டு ஊசிகளுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இதனால் சூடாக்கப்படும் எதிர்மின்வாய் (cathode) வால்வுக்கு வெளியே ஊசியி லிணைக்கப்பட்டிருக்கும். இரண்டாவது அமைப்பு கிரிடு. இது வால்வின் வெளியே ஓர் ஊசியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மூன்றாவது நேர்மின் வாயாகும் (plate or anode). இப்பகுதியும், வெளியில் ஓர் ஊசியில் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் ஃபில மென்டைச் சுற்றியவாறு கிரிட்டும், கிரிட்டுக்குச் சற்றுத் தள்ளி நேர் மின் வாயும் ஒன்றுடன் ஒன்று படாமல் வால்வினுள் அமைக் கப்பட்டிருக்கும்.

செய்முறை

வால்வ் சோதனை செய்ய மின் சுற்றின் இணைப்புகள் படத்தில் உள்ளவாறு இருக்கவேண்டும். கிரிட் சுற்று, ஃபிலமென்ட் சுற்று, நேர்மின் முனைச் சுற்று என மூன்று சுற்றுகளாக இணைக்க வேண்டும். வால்வுக்கு ஏற்ற மின் அழுத்தமுள்ள பாட்டரியால் ஃபிலமென்டைச் சூடாக்க வேண்டும். ஃபிலமென்டை ஒட்டி உள்ள எதிர்மின் வாயிலிருந்து (cathode) எலெக்டிரான்கள் வெளிப் பட்டு கிரிட் வழியாக நேர்மின் வாயை அடையும்.

கிரிட்டின் ஒரு சார்பு மின் அழுத்தத்திற்கும் பிளேட் மின்னோட்டத்திற்கும் தொடர்பு காணுதல்

ஃபிலமென்டைச் சூடுபடுத்து. கிரிட் சுற்றை மூடி, மின் தடை மாற்றியைச் சரிசெய்து வோல்ட்மீட்டர் பன்னிரண்டு வோல்ட் காட்டுமாறு வை. கிரிட்டை எதிர்மின்வாயுடன் ஒப்பிடும்போது, எதிர் மின் அழுத்தத்தில் இருக்குமாறு திசை மாற்றியைத் திருப்பி வை. உயர் மின் அழுத்தச் சுற்றை மூடி, மின்தடையைச் சரிசெய்து வோல்ட் மீட்டர் 40 வோல்ட் காட்டுமாறு செய். மில்லி அம்மீட்டரில் காட்சிப் பதிவு எண்ணை எடு. கிரிட் மின் அழுத்தத்தை இரண்டு இரண்டு வோல்ட்டுகளாக, —12 வோல்டிலிருந்து 0 வோல்ட் வரை படிப்படியாக அதிகரித்து, திசை மாற்றியைத் திருப்பி +12 வோல்ட் வரை அதிகரித்து ஒவ்வொரு மின் அழுத்தத்திற்கும் பிளேட் மின்னோட்டத்தை எடுத்து எழுது.



VI-44

படம் 44

இவ்வாறே பிளேட் மின்னழுத்தத்தை முறையே 60...100, 120 வோல்ட்டுகளில் நிறுத்தி, கிரிட் மின்னழுத்தத்தை மாற்றிக் காட்சிப் பதிவுகளை எடு.

அட்டவணை

பிளேட் மின்னழுத்தம் = 60 வோல்ட்

கிரிட் மின்னழுத்தம்	−12	−10	−8	−6	−4	−2	0	2	4	6	8	10	12
பிளேட் மின்னோட்டம்													
பிளேட் மின்னழுத்தம் = 70 வோல்ட்													
பிளேட் மின்னோட்டம்													

காட்சிப் பதிவுகளைப் பயன்படுத்தி, கிரிட் மின்னழுத்தத்திற்கும் பிளேட் மின்னோட்டத்திற்கும் வரைபடம் வரை.

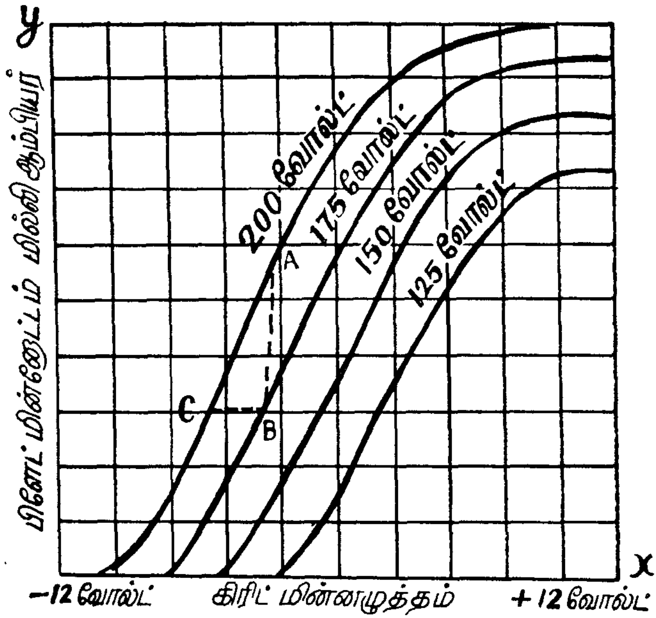
வரைபடத்திலிருந்து $\frac{dV_A}{dV_g} = \mu$. வால்வின் பெருக்கு எண்ணைக் (amplification factor) கண்டுபிடி.

பிளேட் மின்னோட்டம் மாறாமலிருக்க, பிளேட் மின்னழுத்தத்தில் மாறுதலையும், கிரிட் மின்னழுத்தத்தில் மாறுதலையும் நான்கைந்து முறை கண்டுபிடித்து 'μ' வைக் கணக்கிடு.

படத்தில் 200 வோல்ட், 175 வோல்ட் வரைகோடுகளிலிருந்து $\frac{200-175}{BC} = \mu = \frac{25}{BC}$ எனக் காட்டப்பட்டுள்ளது.

பிளேட் மின்தடை = R_p =

$$\frac{dV_A}{dI_p} = \frac{\text{பிளேட் மின்னழுத்த மாறுதல்}}{\text{பிளேட் மின்னோட்ட மாறுதல்}}$$



VI-45

படம் 45

கிரிட் மின்னழுத்தம் நிலையாக இருக்கையில்,

$$\text{படத்தில் } R_p = \frac{200-175}{AB} \text{ ஓம்கள்}$$

பரிமாற்றுக் கடத்துதிறன் (mutual conductance)

$$= \frac{dV_A}{dV_g} \div \frac{dV_A}{dI_p} = \frac{dI_p}{dV_g}$$

அதாவது, பிளேட் மின்னழுத்தம் நிலையாகவிருக்கையில், பிளேட் மின்னோட்ட மாறுதலுக்கும் அதை விளைவிக்கும் கிரிட் மின்னழுத்த மாறுதலுக்குமுள்ள விகிதம்.

வரைகோடுகளிலிருந்து இதையும் கணக்கிடு.

தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகம்

சென்னை

1970 ஜனவரிவரை வெளியிட்டுள்ள நூல்கள்

பொருளாதாரம்

			ரூ.	பை.
*1.	பொருளாதாரம்—I	சி. வேலாயுதம்	6	50
* -A	,, II	,,	9	00
*2.	சோவியத் பொருளாதார வளர்ச்சி	டாக்டர் எம். ஜே. கே. தவராஜ்	4	25
*3.	அமெரிக்கப் பொருளாதாரம்	,,	4	50
*4.	பொருளாதாரச் சிந்தனை வரலாறு	சோணசலம்	7	00
*5	பன்னாட்டு வாணிபம்	மு. ஆம்ராசுப்பிரமணியசாமி	6	00
6.	புதுமைப் பொருளாதாரக் கூறுகள்	திருமதி ஆர். தாமரைஜாட்சி	12	00
7.	பொருளாதாரம்—ஓர் அறிமுகம்—I	தி. சி மோகன்	12	00
8	,, II	எம ஏ. அபூர்வசாமி, பி. வி. ஸ்ரீநிவாசன	10	75
9.	பொருளாதாரக் கோட்பாடு வளர்ந்த வரலாறு			
10.	பணவியலும் பாங்கியலும்—I	க. முத்தையன்	7	00
*11.	,, II	சி வேலாயுதம்	6	75
*12.	நவீன பாங்கு இயல்	,,	11	50
*13.	இந்தியச் செலாவணியும் பாங்கு முறையும்	க. வெற்றிவேல்	7	50
*14.	அரசாங்க நிதி இயல்	பி. வி. ஸ்ரீநிவாசன்	5	50
15.	இந்தியப் பொருளியல்—I	அர. சேஷாசலம்	4	75
16.	,, II	எம். பாலசுப்பிரமணியன்	10	00
		எம். லூர்துநாதன்	4	25

*மூல நூல் (Original Book)

பொருளாதாரம் (தொடர்ச்சி)

			ரூ.	பை.
17.	நமது பொருளாதாரப் பிரச்சினை—I	சி. சுந்தரராஜன்	10	75
18.	,, II	எஸ். குழந்தைநாதன்	10	50
19.	இங்கிலாந்தின் பொருளாதார வரலாறு—I	கி. சி. இராமசாமி	6	00
20.	,, II	,,	6	00
21.	அமெரிக்காவின் நவீன பொருளாதார வளர்ச்சி	தி. சி. மோகன்	5	00
22.	அமெரிக்கப் பொருளாதார வரலாறு—I	மு. க. சுப்பிரமணியம்	11	00
23.	,, II	பி. வி. சீனிவாசன்	6	00
24.	,, III	,,	6	50
25.	அரசாங்க நிதியியலின் பொருளாதாரம்—I	மா. குமாரசாமி	10	00
26	,, II	அர. சேஷாசலம்	9	50
27.	இந்தியாவின் பொருளாதார வளர்ச்சி—I	கே. வேலப்பன்	10	00
28.	,, II	ஜி சிதம்பரம்	8	00
29	பணம்—சிறு விளக்கம்	கோ. இராதாகிருஷ்ணன்	10	00
30.	வணிக இயலின் தத்துவங்கள்	கு ஆளுடைய பிள்ளை	9	50
31.	பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டில் கிரேட் பிரிட்டனில் தொழில்-வாணிகப் புரட்சி	கரு ரா. கருப்பண்ணன்	11	00
32.	பெண்ஹாம் பொருளாதாரம்—I	ஏ. குழந்தை	11	00
33	,, II	எஸ். குழந்தைநாதன்	7	00
34	வரவு செலவுத் திட்டம்	ஆர். ரங்காச்சாரி	6	00
35.	பன்னாட்டுப் பொருளாதாரம்—I	ஏ. குழந்தை	7	50
36.	,, II	கே எஸ். இராமசாமி	9	00
37.	பொருளாதார ஆய்வு நூல்—I	கோ. இராதாகிருஷ்ணன்	7	75
38.	,, II	,,	7	00
39.	வளர்ச்சியுறாத நாடுகளின் அரசாங்க நிதியியல்	க. வெற்றிவேல்	4	25
40.	வளர்ச்சி குறைந்த நாடுகளில் முதலாக்கம் பற்றிய சிக்கல்கள்	மா. குமாரசாமி	5	50

41.	1939 முதல் இந்தியாவில் பணவீக்க விலைப் போக்குகள்	சி. சுந்தரராஜன்	7	50
42.	பொருளாதார வளர்ச்சி பற்றிய கட்டுரைகள்	எம். கே. சுப்பிரமணியம்	7	75
43.	இந்தியப் பொருளாதார வரலாறு (1857—1956)—I	ம. திருநாவுக்கரசு	7	00
44.	பொருளாதாரம்—ஓர் அறிமுகம்	பு. வி. சீனிவாசன்	6	25
	வரலாறு			
•45.	பிரிட்டன் வரலாறு—I	கி. ர. அனுமந்தன்	4	50
•46.	,, II	,,	3	50
•47.	,, III	,,	7	25
•48.	ஐரோப்பிய வரலாறு—I	டி. வி. சொக்கப்பா	4	50
49.	ஐரோப்பா—கடந்த ஐந்து நூற்றாண்டு காலச் சரித்திரம்	வை. விருத்தகிரீசன்	15	00
50.	இங்கிலாந்து வரலாறு—I	இரா. அண்ணாமலை	13	00
51.	,, II	பா. மாணிக்கவேலு	13	00
52.	,, III	என். ஜே. ராஜகோபால்	8	00
53.	,, IV	,,	8	00
54.	இங்கிலாந்தின் வரலாறு—I	க. த. திருநாவுக்கரசு	15	00
55.	,, II	எம். எக்ஸ். மிராண்டா	8	00
56.	,, III	,,	5	00
57.	இந்தியாவின் சிறப்பு வரலாறு—I	தி. வெ. குப்புசாமி	7	50
58.	,, II	ஏ உஸ்மான் ஷெரீப்	9	00
59.	,, III	அ. பாண்டுரங்கன்	11	00
60.	கிரேக்க நாட்டு வரலாறு—I	சைமன் ஐ. எஸ். பாக்கியநாதன்	7	50
61.	,, II	,,	7	00
62.	,, III	பி. இராமானுஜம் தேவதாஸ்	7	75
63.	ஆக்ஸ்ஃபோர்டின் இந்திய வரலாறு—I	தி. வெ. குப்புசாமி	8	25

•மூல நூல் (Original Book)

வரலாறு—(தொடர்ச்சி)

			ரூ.	பை.
64.	,, II	ஏ. உஸ்மான் ஷெரீப்	7	50
65.	,, III	க. த. திருநாவுக்கரசு	10	00
66.	முகலாயப் பேரரசு—I	ஏ. உஸ்மான் ஷெரீப், எம். எக்ஸ். மிராண்டா	7	50
67.	,, II	எம். எக்ஸ் மிராண்டா, பா. மாணிக்கவேலு	7	75
68.	ஆங்கில அரசியலமைப்பின் வரலாறு—I	வை. விருத்தகிரீசன்	7	50
69.	,, II	வை. விருத்தகிரீசன், இரா. அண்ணாமலை	6	75
70.	,, III	இரா. அண்ணாமலை, பா. மாணிக்கவேலு	6	50
71.	,, IV	பா. மாணிக்கவேலு	7	00
72.	ஆங்கிலேயரின் சமுதாய வரலாறு—I	சி. ஈ. இராமச்சந்திரன்	6	50
73.	,, II	சி. ஈ. இராமச்சந்திரன், இர. ஆலாலசுந்தரம்	6	75
74.	,, III	ஆர். ஆலாலசுந்தரம்	6	50
75.	இந்தியாவில் முகலாயரின் ஆட்சி—I	பா. மாணிக்கவேலு	5	00
76.	,, II	ஏ. உஸ்மான் ஷெரீப்	6	00

அரசியல்

•77.	அரசியல் அமைப்புகள்	ஜே. இராமச்சந்திரன்	4	62
78.	அரசாங்கத்தின் வரலாறு	மோ. கிளாரன்சு, டி. டி. பெலிக்ஸ்	7	50
79.	இந்திய அரசியலமைப்பு	வீ. கண்ணையா	4	75
80.	அரசியலுக்கு ஓர் அறிமுகம்	டி. செல்லப்பா	8	50
81.	தற்கால அரசியல் அமைப்புகள்	மோ. வள்ளுவன் கிளாரன்சு	8	50
82.	பன்னாட்டு அரசியல்—I	திருமதி நூர்ஜஹான் பாவா	16	00
83.	,, II	,,	13	25
84.	பொதுத்துறை ஆட்சி இயல்—I	வீ. கண்ணையா	9	00

85.	,, II	இ. ஜெகதீசன்	7	25
86.	பொதுத்துறை ஆட்சியியலுக்கு ஓர் அறிமுகம்—I	வீ. கண்ணையா	7	50
87.	,, II	டி. செல்லப்பா	7	50
88.	இந்திய அரசியலமைப்புத் திட்டம்	தி. வெ. குப்புசாமி, எஸ். சுப்பிரமணியன்	9	25
89.	இந்திய ஆட்சி அமைப்புமுறை வளர்ச்சி —I	வீ. கண்ணையா	6	25
90.	,, II	வீ. கண்ணையா, கி. ர. அனுமந்தன்	5	75
91.	,, III	கி. ர. அனுமந்தன்		
*92.	மக்கள் ஆட்சி	க. சந்தானம்	4	25
93.	1919 முதல் சர்வதேச உறவுகளும் உலக அரசியலும்	என். ஜே. ராஜகோபால்	7	75
94.	சமூக, அரசியல் கொள்கையின் அடிப்படைகள்	மோ. வள்ளுவன் கிளாரன்சு	7	00
95.	அரசியலமைப்புச் சட்ட ஆய்வுக்கு ஓர் அறிமுகம்—I	பா. சூரியநாராயணன்	5	75
96.	,, II	பா. சூரியநாராயணன், கி ர. அனுமந்தன்	6	00
97	,, III	கி ர. அனுமந்தன்	5	75

உளவியல்

98.	குழந்தை உளவியல்—I	கி. ர. அப்புள்ளாச்சாரி	8	00
99.	,, II	,,	7	00
100.	உட்கவர் மனம்	சி. ந. வைத்தீஸ்வரன்	7	00
101.	இளையோர் உளவியல்—I	தி. இரா. அரங்கராசன்	12	00
102.	,, II	,,	9	00
103.	சமூக உளவியல்	என். வேதமணி மானுவேல்	9	25
104.	பிறழ்நிலை உளவியல்	அ. பெசன்ட் கிரீப்பர்ராஜ்	11	00
105.	பித்தரின் உள்ளம்	,,	3	00
*106.	குமர உள்ளம்	டாக்டர் மு. அறம்	6	25

*மூல நூல் (Original Book)

			ரூ	பை.
தத்துவம்				
107.	இந்து சமயத் தத்துவம்	ஞா. ராஜாபகதூர்	5	50
•108.	அறிவு ஆராய்ச்சி இயல்	ஆர். ராமானுஜாச்சாரி	3	50
•109.	மேலைநாட்டுத் தத்துவம்	ஆர். எஸ். தேசிகன்	3	50
110.	அத்துவித தத்துவம்	கோ. மோ. காந்தி	6	50
111.	ஆங்கிலேயப் பயன்வழிக் கொள்கையினர்	மோ. வள்ளுவன் கிளாரன்சு	5	50
112.	இந்தியத் தத்துவம்—I	வ. அ. தேவசேனபதி, பா. நா. சண்முக சுந்தரம்	3	50
113.	„ II	„	6	00
114.	மெய்ப்பொருளியல்—ஓர் அறிமுகம்	சி. இராமலிங்கம்	6	00
அறவியல்				
115.	அறவியல்—ஓர் அறிமுகம்	கோ. மோ. காந்தி	8	50
அளவையியல்				
116.	அளவையியல் தொடக்க நூல்	கி. ர. அப்புள்ளாச்சாரி	2	50
மானிடவியல்				
117.	மானிடவியல்	ம. சு. கோபாலகிருஷ்ணன்	4	75
118.	பண்பாட்டுக் கோலங்கள்	கி. பூ. சுப்பிரமணியம்	5	50
•119.	இந்தியாவில் குடியானவர் வாழ்க்கை	எஸ். இலட்சுமி	3	50
சமூகவியல்				
120.	சமூகவியலின் அடிப்படைக் கோட்பாடுகள்	ஜே. நாராயணன்	10	50

புவியியல்

121	ஆசியா—I	கொ. சேஷ. நரசிம்மன்	9	50
122.	,, II	,,	8	75
123.	ஐரோப்பாக் கண்டத்தின் புவியியல்	ஏ. எஸ். நாராயணன்	8	50
*124.	தென்கிழக்கு ஆசியா	ஜி. கிருஷ்ணமூர்த்தி	8	50
*125.	வட அமெரிக்கா	குமாரி இரா. அலமேலு	8	25
*126.	தென் அமெரிக்கா	எம். என். பத்மநாபன்	9	00
*127.	தென் கண்டங்கள்—ஆஸ்திரேலியா	திருமதி எச் நியூமன்	4	00
*128	—ஆஃப்ரிக்கா	எஸ். முத்துகிருஷ்ணக் கரையாளர்	3	25
*129.	புவிப்புறவியல்—II	நா. அனந்தபத்மநாபன்	6	00
*130.	செய்முறைப் புவியியல்	சு. ஜெயச்சந்திரன்	9	00
*131.	மக்கட்பரப்பியல்	வி. எஸ். அனந்தபத்மநாபன்	6	25
*132.	சமுத்திரவியல்	கோ. இராமசாமி	6	50
133.	காலநிலை இயல்—I	கொ. சேஷ. நரசிம்மன்	10	00
134.	,, II	,,	5	00
135.	காலநிலை இயல்	திருமதி இராதா	10	00
136.	வளியியலுக்கு ஓர் அறிமுகம்	கோ. இராமசாமி	11	00
137.	புவி அமைப்பு இயல்	சி விஸ்வநாதன்	4	75
138.	பௌதிகப் புவியியலும் புவியமைப்பியலும்	கோ. இராமசாமி	6	00
139.	சிஷோமின் வாணிகப புவியியல்—I	எஸ். மாணிக்கம்	9	50
140.	,, II	எம். கார்த்திகேயன்	12	00
141.	,, III	சி. எஸ். நரசிம்மன்	5	75

*மூல நூல் (Original Book)

			ரூ.	பை.
புள்ளியியல்				
142	புள்ளியியல்—அறிமுகம்	சு. வைத்தியநாதன்	10	00
143	புள்ளியியல் முறைகள்—I	கோ. சண்முகசுந்தரம்	10	00
144.	,, II	இராஜகோபாலன்	14	00
*145.	நம்மைச் சுற்றியுள்ள பேரண்டம்	தி. வி. லட்சுமிநரசிம்மன்	6	50
உயர்கணிதம்				
•146.	ஆயத்தொலை வடிவகணிதம்	டி. கே. மாணிக்க வாசகம் பிள்ளை	12	50
•147	வகை நுண்கணிதம்	,,	8	00
•148.	தொகை நுண்கணிதம்	தி. கோவிந்தராசன்	9	00
விலங்கியல்				
•149	விலங்கியல்	பெ. மா. அண்ணாமலை, இரா. முருகேசன்	12	00
பௌதிகவியல்				
150	ஒளி நூல்	ச சம்பத்து	10	00
விஞ்ஞானம்				
•151.	வானவெளி வெற்றி	டாக்டர் எம். ஏ. தங்கராஜ்	6	00
•152.	ரேடியோ	டாக்டர் பி. திருஞானசம்பந்தம்	4	75
•153	எக்ஸ்-கதிர்கள்	பெ. நா. அப்புசாமி, ஜே. பி. மாணிக்கம்	4	50
•154.	பாம்புகள்	பெ. மா. அண்ணாமலை	3	50
•155.	தாவரம்—வாழ்வும் வரலாறும்	டாக்டர் கு. சீனிவாசன்	8	00
*156.	கரும்பு	கு. பெரியசாமி	4	00
•157.	தாவரங்களின் வாழ்வியல்	எஸ். சுந்தரம்	6	50

மருத்துவம்

*158.	நீரிழிவு—க்ஷயரோகம்	... டாக்டர் ஜி. வேங்கடசாமி, டாக்டர் ஏ. கதிரேசன்	... 2	50
159.	மகப்பேறும் மாதர் நோயும்	... டாக்டர் (குமாரி) மணிமேகலை	... 8	25
*160.	பாக்டீரியா	... சு. சுந்தரம்	... 2	50
161.	புற்றுநோய்	... அ. கதிரேசன்	... 3	50
162.	உடலியங்கியல்—I	... டாக்டர்கள் ஜி. வேங்கடசாமி, டி. சரோஜினி, எஸ். கே. துரைராஜ்	... 6	75
163.	,, II	ஆர். சேது	... 5	50
164.	என்புருக்கி நோய்	... டாக்டர் அ. கதிரேசன்	... 7	2

பொறியியல்

165.	நீங்களே உங்கள் வீட்டைக் கட்டலாம்	... கே. வி. கிருஷ்ணராஜ், சி. ஆர். சுப்பிரமணியம், ஆர். இராமசாமி, கே. வேணுகோபால்	... 8	50

கூட்டுறவு

166.	உலகக் கூட்டுறவு இயக்கம்	... அ. வேல்மணி	... 5	50

சட்டம்

*167.	குற்றவியல் சட்டம்	... எம். சண்முகசுப்பிரமணியம்	... 10	00

*மூல நூல் (Origi. al ook)

பொது நூல்கள்

			ரூ.	பை.
168.	மகாத்மா காந்தி	சரஸ்வதி தங்கையன்	3	25
169.	விவசாயப் புரட்சி	வி. கார்த்திகேயன்	8	00
*170.	சேமக் கை-நூல்	ஆ. சுப்பிரமணியம்	2	50
*171	முற்காலச் சோழர் கலையும் சிற்பமும்	எஸ். ஆர். பாலசுப்பிரமணியம்	9	00
*172	உணவும் ஊட்டமும்	தி. வேங்கட கிருஷ்ணய்யங்கார்	4	50

புகுமுக P. U. C. வகுப்புகளுக்குரியவை

*173.	உலக வரலாறு	டி. ஆர். இராமச்சந்திரன்	4	00
*174	பொருளாதாரம்	ஜி. சிதம்பரம்	2	75
*175	வணிகவியலுக்கு ஓர் அறிமுகம்—I	கு. ஆளுடைய பிள்ளை	2	50
*176.	,, II	,,	2	25
*177.	பௌதிகம்	டாக்டர் பி. திருஞானசம்பந்தம், ஆர். நாகராஜன்	7	50
*178.	புகுமுக பௌதிகம்	டாக்டர் எம். ஏ. தங்கராஜ்	5	75
*179	புகுமுக வகுப்புக் கணிதம்—I	கே. ராஜகோபாலன்	7	00
*180.	,, II	,,	3	00
*181	புகுமுக வகுப்புக் கணித நூல்—I	டி. கோவிந்தராஜன், முத்துசாமி	7	00
*182.	,, II	,,	4	50
*183.	கணிதம்-ஓர் அறிமுகம்—I	ஆர். மகாதேவன்	4	75
*184.	,, II	,,	3	25
*185.	வேதியியல்	டி. டி. முனியப்பா, ஆர். முத்துலட்சுமி	7	00
*186	புகுமுக வேதியியல்	சி. ஏ. பத்மநாபன்	5	50
*187	விலங்கியல்	எஸ். ஆப்ரகாம்	4	00
*188.	புகுமுக விலங்கியல்	பெ. மா. அண்ணாமலை	7	25
*189.	புகுமுக வகுப்புத் தாவரவியல்	எஸ். சுந்தரம்	4	50

பட்டப்படிப்பிற்குரிய B.Sc. நூல்கள்

பௌதிகம் (Physics)

எண்	நூல்	ஆசிரியர்	ரூ.	பை.
*190.	எந்திரவியல்—சிறப்புப்பாடம் (Book I)	ஆர். நாகராசன்	6	25
*191.	வெப்பவியல்—சிறப்புப்பாடம்	கே. நாச்சிமுத்து	5	25
*192.	செய்முறை பௌதிகம்—சிறப்புப்பாடம் (Book I)	டி. கமலக்கண்ணன், எஸ். கிருட்டிணசாமி	4	50
*193.	பௌதிகம்—துணைப்பாடம்—I (Book I)	பி. தங்கராஜன்	4	00
*194.	,, (Book II)	,,	3	00
*195.	செய்முறை பௌதிகம்—துணைப்பாடம்	கே. பாசுகரன், இரா செயராம்	4	50
*196.	மின்னியல் காந்தவியல் (Book I)	டி. ஏ கருப்பண்ணன்	4	75
*197.	ஒளியியல் சிறப்புப்பாடம்	டாக்டர் வி. சண்முகசுந்தரம், டாக்டர் ஆர். சபேசன்	7	75

வேதியியல் (Chemistry)

எண்	நூல்	ஆசிரியர்	ரூ.	பை.
*198.	செய்முறைக் கனிம வேதியியல்—சிறப்புப்பாடம்	டி. இராமலிங்கம்	2	25
*199.	பௌதிக வேதியியல் (Book I)	டி. சக்திவேலு	4	00
*200	கனிம வேதியியல்—துணைப்பாடம்	சி. ஏ. பத்மநாடன்	6	50
*201	கனிம வேதியியல் (Book I)	பி. டி. முனியப்பா	4	00
*202.	பொது பௌதிக வேதியியல்-துணைப்பாடம்	ஆர். துளசிதாஸ்	4	75

கணிதம் (Mathematics)

எண்	நூல்	ஆசிரியர்	ரூ.	பை.
*203.	இயற்கணிதம்—சிறப்புப்பாடம் (Book I)	டி. கோவிந்தராஜன், கே. முத்துசாமி	4	25
*204.	தொகுமுறை வரைகணிதம்—சிறப்புப்பாடம்	ஆர். மகாதேவன்	2	00

*மூல நூல் (Original Book)

கணிதம்—(தொடர்ச்சி)

				ரூ.	பை.
*205.	எண் சார் கணிதம்—சிறப்புப்பாடம்		எம். எம். இராமசாமி	5	50
*206.	திரிகோண கணிதம்—சிறப்புப்பாடம்		வி. அரங்கநாதன்	3	25
*207.	கணிதம்—துணைப்பாடம்		ஆர். அனுமந்தராவ்	6	00
*208.	நிலையியல்—சிறப்புப்பாடம்		கே. இராஜகோபாலன்	5	00

புள்ளியியல் (Statistics)

*209.	புள்ளியியல்—துணைப்பாடம்		எஸ். கருப்பையா	3	50

விலங்கியல் (Zoology)

*210.	முதுகெலும்பற்றவை I—சிறப்புப்பாடம்		ஆர். முருகேசன்	11	50
*211.	,, II—சிறப்புப்பாடம்		திருமதி எஸ் கே வெள்ளி	11	25
*212.	முதுகுநாணுள்ளவை I—சிறப்புப்பாடம்	(Book I)	திருமதி ராணி கந்தசுவாமி	8	00
*213.	,,	(Book II)	,,	9	75
*214.	முதுகுத்தண்டுள்ளவை—II—சிறப்புப்பாடம்		திருமதி கிருஷ்ணவேணி நாராயணன்	11	75
*215.	முதுகெலும்பற்றவை—துணைப்பாடம்		என. இராமலிங்கம்	9	00
*216.	முதுகுநாணுள்ளவை—துணைப்பாடம்		வி. சேது	10	00

தாவரவியல் (Botany)

*217.	தாவர வெளி உள்ளமைப்பியல்களும் வகைப்பாட்டியலும்—சிறப்புப்பாடம்		கே ராஜசேகரன்	11	00
*218.	தாவரப் புற அமைப்பியல்		கே. பாலச்சந்திரசேகரன்	9	25
*219.	தாவர உள்ளமைப்பியல்		டாக்டர் ஏ. கோவிந்தராஜுலு	7	25

*மூல நூல் (Original Book)