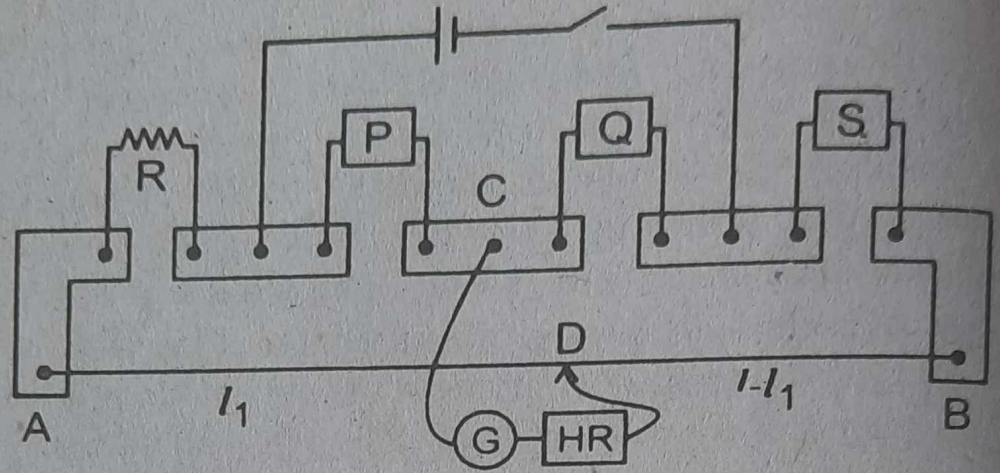


iv) கேரி பாஸ்டர் சமனச் சுற்று: (Carey Foster Bridge)



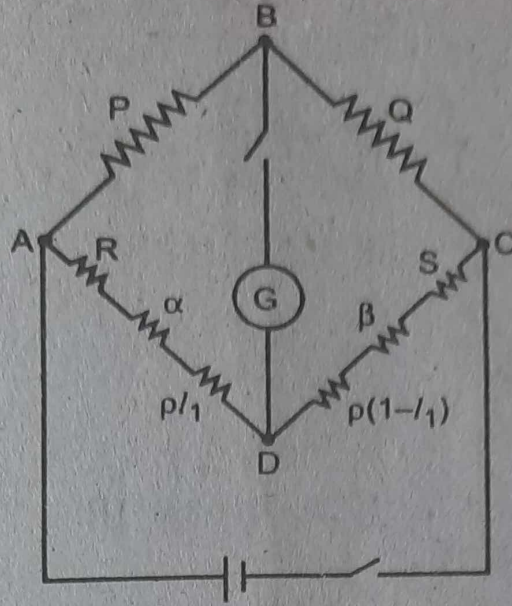
படம் 2-5

கேரி பாஸ்டர் சமனச்சுற்று, மீட்டர் சமனச் சுற்றின் திருத்திய அமைப்பேயாகும். இது மிக உயர்வான உணர்வு நுட்பம் கொண்டது. இதனைப் பயன்படுத்தி, ஏறத்தாழ சமமான இரு மின்தடைகட்கிடையே உள்ள மின்தடை வேறுபாட்டினை அளவிடலாம். ஒரு மின்தடையின் மதிப்பு தெரிந்தால், மற்றதன் மதிப்பினைக் கணக்கிடலாம். இவ்வகையான அமைப்பில் முனை மின்தடைகள் (end resistance) நீக்கப்படுகிறது. ஆகவே இதனைப் பயன்படுத்தி மிகக் குறைவான மின்தடையினையும் துல்லியமாக அளவிடலாம்.

குறைந்த மின்தடை கொண்ட 1 மீட்டர் நீளக்கம்பி ஒரு மரச் சட்டத்தில் (A, B) விறைப்பாகப் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. கம்பியின் முனைகள் குறைந்த மின்தடை கொண்ட தடிமனான பித்தளைத் தகட்டுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மரச் சட்டத்தில் நான்கு இடைவெளிகள் அமையுமாறு பித்தளைத் தகடுகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. (படம் 2-5). மரச் சட்டத்தில் கம்பி ABற்கு இணையாக ஒரு மீட்டர்கோல் பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

A, B ஆகிய முனைகளின் முனை மின்தடைகள் α, β எனக் கொள்வோம். கம்பியின் ஓரலகு மின்தடை ρ எனக் கொள்வோம். இட, வலப்பக்க இடைவெளிகளில் முறையே R, S உள்ளபோது சரியீட்டு நீளம் l_1 எனக் கொள்வோம். இந்நிலையில் வீட்ச்டன் சமனச் சுற்றின் இணைமாற்று படம் 2-6 ல் காட்டியவாறு அமையும். சுற்று சரியீடு செய்யப்பட்டுள்ளபோது.

$$\frac{P}{Q} = \frac{R + \alpha + \rho l_1}{S + \beta + (1 - l_1)\rho} \quad \dots (1)$$



படம் 2-6

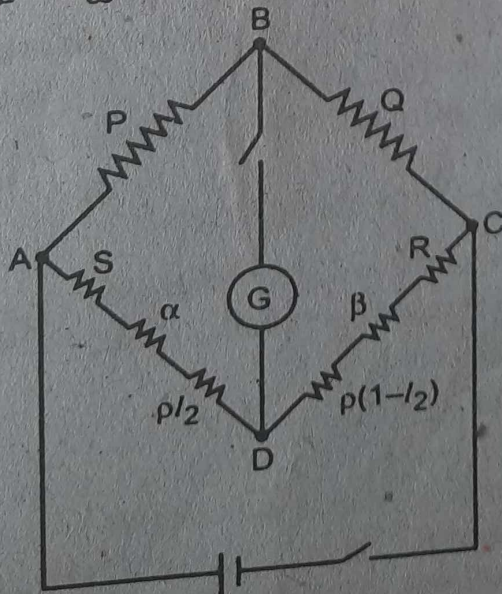
அடுத்து S,R ஆகியவற்றை இடம் மாற்ற, அதாவது S இடது பக்க இடைவெளியிலும், R வலப்பக்க இடைவெளியிலும் உள்ளபோது, சரிமீட்டு நீளம் l_2 எனக் கொள்வோம். இப்போது இணைமாற்றுச் சுற்று படம் 2-7 - ல் காட்டியபடி அமையும். சுற்று சரிமீட்டு செய்யப்பட்டுள்ளபோது.

$$\frac{P}{Q} = \frac{S + \alpha + Pl_2}{R + \beta + (1 - l_2)\rho} \quad \dots (2)$$

சமன்பாடு (1),(2) ஆகியவற்றை ஒப்பிட.,

$$\frac{R + \alpha + l_1\rho}{S + \beta + (1 - l_2)\rho} = \frac{S + \alpha + Pl_2}{R + \beta + (1 - l_2)\rho}$$

இரு பக்கங்களிலும் 1-ஐக் கூட்ட



படம் 2-7

$$\frac{R + \alpha + l_1 \rho + S + \beta + (1 - l_1) \rho}{S + \beta + (1 - l_1) \rho} = \frac{S + \alpha + l_2 \rho + R + \beta + (1 - l_2) \rho}{R + \beta + (1 - l_1) \rho}$$

$$\frac{R + S + \alpha + \beta + \rho}{S + \beta + (1 - l_1) \rho} = \frac{R + S + \alpha + \beta + \rho}{R + \beta + (1 - l_2) \rho}$$

$$\therefore S + \beta + (1 - l_1) \rho = R + \beta + (1 - l_2) \rho$$

$$S - l_1 \rho = R - l_2 \rho$$

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

$$\therefore R = S + \rho (l_2 - l_1) \quad \dots (5)$$

ஓரலகு மின்தடை ρ , l_1 , l_2 தெரிந்தால் $(R - S)$ கணக்கிடலாம். S தெரிந்தால் R கணக்கிடலாம்.

ρ கணக்கிடல்:

ஓரலகு நீளக் கம்பியின் மின்தடை காண, மின்தடை R - ற்குப் பதிலாக இந்த இடைவெளியில் ஒரு பித்தளைத் தகட்டினை இணைக்கவேண்டும். ($R=0$). இப்போது சரியீட்டு நீளம் l_1 எனக் கொள்வோம். அடுத்து மின்தடை S -ஐ இடது இடைவெளியிலும், பித்தளைத் தகட்டினை வலது இடைவெளியிலும் அமைத்து சரியீட்டு நீளம் காணவேண்டும். இப்போது சரியீட்டு நீளம் l_2 எனக் கொள்வோம். P, Q ஆகியவற்றின் மதிப்பு சமமாக இருக்கவேண்டும்.

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

இங்கு $R = 0$

$$\therefore \rho = \frac{S}{(l_1 - l_2)} \quad \dots (6)$$

பல மாறுபட்ட S மதிப்புகளுக்கு, இச்சோதனையை பல முறை செய்து ρ -ன் சராசரி மதிப்பு கணக்கிடலாம். இந்த மதிப்பினைச் சமன்பாடு (5) - ல் பயன்படுத்தி, கம்பியின் மின்தடை R கணக்கிடலாம்.

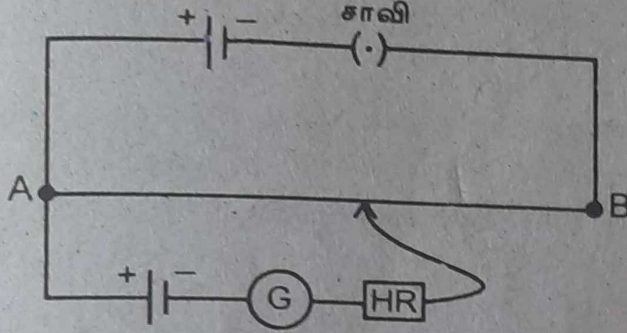
1-3 மின்னழுத்தமானி. (Potentiometer)

மின்னழுத்த வேறுபாட்டை அளவிடுவதற்காக அமைக்கப்பட்ட கருவி மின்னழுத்தமானி. இதனைப் பயன்படுத்தி மின்னோட்டம், மின்தடை ஆகியவற்றையும் அளவிடலாம்.

அமைப்பு: மின்னழுத்தமானியில் 10 மீட்டர் நீளம் கொண்ட சீரான கம்பியை பத்தாக மடித்து ஒரு மரப் பலகையில் இணையாகப் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இவற்றின் முனைகளில் மின்தடையற்ற பித்தளை தகடு அமைத்து, இணைப்பிற்காக பிணைப்புத் திருகுகள் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. நகரும் தொடுசாவியைப் பயன்படுத்தி கம்பியின் எப்புள்ளியிலும்

இணைப்புத் தரலாம். கம்பிகட்கு இணையாக மரப் பலகையில் பொருத்தப்பட்டுள்ள அளவு கோலினைப் பயன்படுத்தி சரியீட்டு நீளம் அளவிடலாம்.

கொள்கை: படம் 2-8 ல் காட்டப்பட்டுள்ள சுற்றினைப் பயன்படுத்தி மின்னழுத்தமானியில் தத்துவத்தை விளக்கலாம்.



படம் 2 - 8

AB என்பது மின்னழுத்தமானியின் கம்பியினைக் குறிக்கிறது. A, B ஆகிய முனைகட்கிடையே சீரான மின்னியக்கு விசை கொண்ட மின்கலம் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்தச் சுற்றிலுள்ள சாவியை மூடும்போது, மின்னழுத்தமானிக் கம்பியின் வழியாகச் சீரான மின்னோட்டம் செல்கிறது. இந்தச் சுற்றினை முதன்மைச் சுற்று (primary circuit) என்பர்.

டேனியல் மின்கலத்தின் நேர்முனையில் மின்னழுத்தமானியின் முனை A - உடன் இணைக்கவேண்டும். இதன் எதிர் முனையை கால்வனாமீட்டர் உயர்மின்தடை வழியாக நகரும் தொடுசாவிக்கு இணைக்கவேண்டும். இந்தச் சுற்றினை துணைச்சுற்று (Secondary circuit) என்பர். துணைச் சுற்றிலுள்ள மின்கலத்தின் நேர்முனை A உடன் இணைக்கப்பட்டிருப்பதால், இதனால் தோன்றும் மின்னோட்டம் முதன்மைச் சுற்றால் தோன்றும் மின்னோட்டத் திசைக்கு எதிர் திசையில் செல்லும். அதாவது இந்த மின்கலமானது, மின்னழுத்தமானியின் முனைகட்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டினை எதிர்க்கிறது.

நகரும் தொடுசாவியினைப் பயன்படுத்தி கம்பியில் J ல் இணைப்புக் கொடுப்பதாகக் கொள்வோம். A, J ஆகியவற்றிற்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு துணைச் சுற்றிலுள்ள மின்கலத்தில் e.m.f. ஐவிட அதிகமாக இருந்தால் கால்வனாமீட்டரின் குறிமுள் வலப் பக்கம் விலகலடையும். இவ்வாறின்றி AJ ஆகிய முனைகட்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு குறைவாக இருந்தால், கால்வனாமீட்டர் இடப் பக்கம் விலகலடையும். நகரும் தொடுசாவியினை நகர்த்தி, கால்வனாமீட்டரில் எவ்வித விலகலும் இல்லாதவாறு செய்யவேண்டும். இப்போது A - ற்கும், தொடுசாவி தொடும் புள்ளிக்குமிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு துணைச் சுருளிலுள்ள மின்கலத்தின் மின்னியக்கு விசைக்குச் சமமாகும். இந்த நிலையில் தொடுசாவி கம்பியினைத் தொடும் புள்ளியை சரியீட்டுப் புள்ளி என்பர். AJ

என்ற நீளத்தினை சரியீட்டுநீளம் என்பர். சரியீட்டு நீளம் l எனவும், கம்பியின் வழியாகச் செல்லும் சீரான மின்னோட்டம் i எனவும், கம்பியின் ஓரலகு மின்தடை ρ எனவும் கொண்டால், A, B ஆகியவற்றிற்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு $i\rho l$ ஆகும்.

$$\text{எனவே } E = i\rho l$$

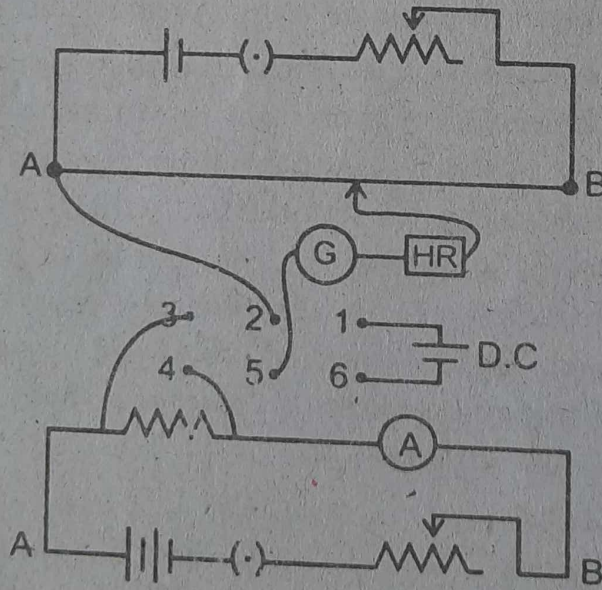
இங்கு ρ, i என்பவை மாறிலி

$$\therefore E \propto l$$

இதுவே மின்னழுத்தமானியின் தத்துவமாகும். மின்னழுத்தமானியின் கம்பியின் வழியாக சீரான மின்னோட்டம் பாயும்போது, ஒரு குறிப்பிட்ட நீளத்திற்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு, கம்பியின் நீளத்திற்கு நேர் தகவில் அமையும்.

i) அம்மீட்டர் அளவு திருத்தம் செய்தல் (Calibration of Ammeter)

அம்மீட்டர் அளவு திருத்தம் செய்வதற்கான சுற்று படம் 2-9 ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. மின்னழுத்தமானியின் முனை A, B ஆகியவற்றிற்கிடையே சீரான மின்னியக்குவிசை கொண்ட மின்கலம், சாவி மின்தடைமாற்றி ஆகியவை இணைக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 2-9

துணைச் சுற்றில் ஆறு வழிச் சாவி பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதனைப் பயன்படுத்தி இரு மின்னழுத்த வேறுபாடுகளைத் தனித் தனியாக மின்னழுத்தமானிச் சுற்றுடன் தொடர்பு கொள்ளுமாறு செய்யலாம். மின்னழுத்தமானியின் முனை ஆறு வழிச் சாவியின் மையத் திருகு 2 உடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. எதிர் திருகு 5 ஒரு கால்வனா மீட்டர், உயர்மின்தடை வழியாகத் தொடுசாவியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. முனை 1, 6 ஆகியவற்றிற்

கிடையே டேனியல் மின்கலம் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. படித்தர மின்தடை R (standard resistance), மின்தடைமாற்றி, அளவு திருத்தம் செய்யப்பட வேண்டிய அம்மீட்டர், மின்கலம், சாவி ஆகியவை தொடராக இணைத்து, படித்தர மின்தடை R-ன் முனைகளுடன் படத்தில் காட்டியவாறு முனை 2,3 உடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

முதலில் டேனியல் மின்கலம் மின்னழுத்தமானிச் சுற்றுடன் அமையுமாறு ஆறு வழிச்சாவியை அமைத்து, சரியீட்டு நீளம் l_0 காணவேண்டும்.

$$\therefore 1.08 \propto l_0 \quad \dots (1)$$

படித்தர மின்தடை அமைந்துள்ள துணைச் சுற்றிலுள்ள மின்தடை மாற்றியைச் சரிசெய்து அம்மீட்டர் காட்டும் அளவு i - னைக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். இப்போது படித்தர மின்தடையின் முனைக்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டை மின்னழுத்தமானிக்குக் கொடுத்து, சரியீட்டு நீளம் l_1 காணவேண்டும். படித்தர மின்தடையின் முனைக்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு $i' R$

$$\therefore i' R \propto l_1 \quad \dots (2)$$

சமன்பாடு (1), (2) ஆகியவற்றை வகுக்க

$$\frac{1.08}{i' R} = \frac{l_0}{l_1}$$

$$\therefore i' = \frac{1.08 \times l_1}{R \cdot l_0} \quad \dots (3)$$

இதுவே கணக்கிடப்பட்ட மின்னோட்டமாகும்.

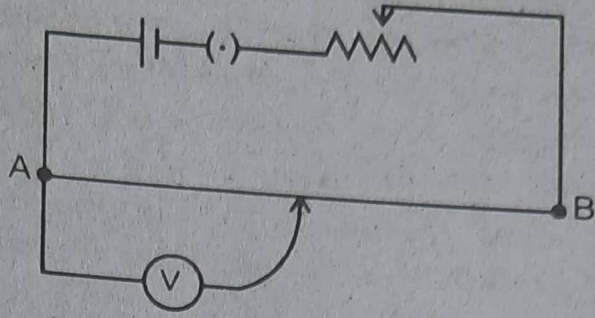
$$\text{திருத்தம்,} = i' - i \quad \dots (4)$$

அம்மீட்டர் அளவினை 0.1, 0.2, எனக் கொண்டு, ஒவ்வொரு அம்மீட்டர் அளவீட்டிற்கும் திருத்தம் கண்டு அளவு திருத்த வரைபடம் வரையலாம்.

ii) வோல்ட் மீட்டர் அளவு திருத்தம் செய்தல்
(Calibration of Voltmeter)

a) குறை நெடுக்க வோல்ட்மீட்டர் (Low range Voltmeter)

மின்னழுத்தமானியின் முனை A, B ஆகியவற்றிற்கிடையே சீரான மின்னியக்கு விசை கொண்ட மின்கலம் படம் 2-10 ல் காட்டியவாறு இணைக்க வேண்டும். துணைச் சுற்றில் 1.08 வோல்ட் மின்னழுத்தம் கொண்ட டேனியல் மின்கலத்தை இணைத்து, சரியீட்டு நீளம் l_0 அளவிட வேண்டும். எனவே ஓரலகு நீளக்கம்பியில் மின்னிறக்கம் $1.08 l_0$ ஆகும். இதனை முதலில் கணக்கிட்டுக் கொள்ளவேண்டும்.



படம் 2-10

துணைச் சுற்றிலுள்ள மின்கலத்தை நீக்கி, வோல்ட்மீட்டரின் நேர்முனையை மின்னழுத்தமானியின் முனை A உடனும், மறு முனையை நகரும் தொடுசர்வியுடனும் இணைக்கவேண்டும். தொடுசர்வியினை மின்னழுத்தமானியின் கம்பியின்மீது அழுத்தும்போது, வோல்ட்மீட்டர் காட்டும் அளவு V எனக் கொள்வோம். தொடுசர்வி தொடும் புள்ளி J. AJ ன் நீளம் l எனக்கொண்டால், AJ நீளம் கொண்ட கம்பியின் முனைகட்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு $\frac{1.08}{l_0} \times l$ ஆகும்.

$$\text{ஆகவே திருத்தம்} = \left(\frac{1.08}{l_0} - V \right)$$

வோல்ட் மீட்டரின் அளவு 1.0, 0.2, எனக் கொண்டு, ஒவ்வொரு வோல்ட்மீட்டர் அளவிற்கும் திருத்தம் கண்டு அளவு திருத்த வரைபடம் வரையலாம்.

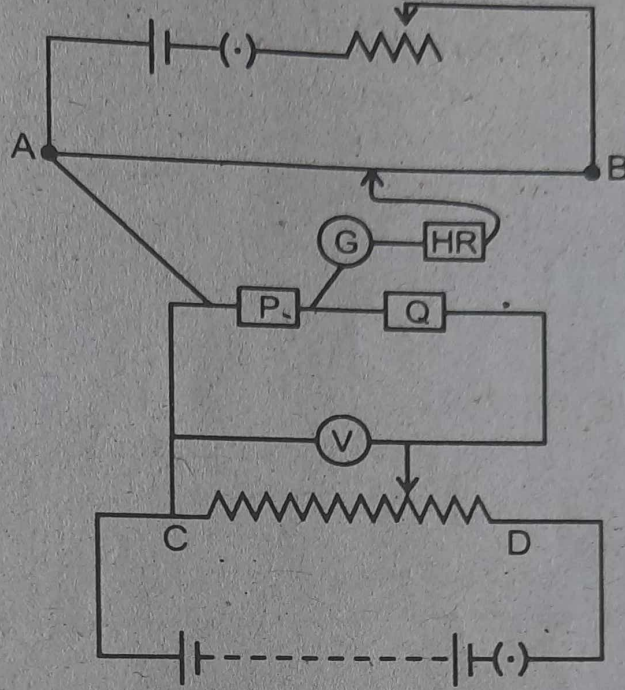
b) உயர் நெடுக்க வோல்ட்மீட்டர் (High Range Voltmeter)

முதன்மைச் சுற்றில் சீரான மின்னியக்கு விசை கொண்ட மின்கலமும், மின்தடைமாற்றியும் இணைக்கவேண்டும். துணைச் சுற்றில் E வோல்ட் மின்னழுத்தம் கொண்ட மின்கலம் கொண்டு சரியீட்டு நீளம் l_0 அளவிடவேண்டும். ஆகவே ஓரலகுக் கம்பியிலுள்ள மின்னிறக்கம் E/l_0 ஆகும். முதலில் இதனைக் கணக்கிட்டுக் கொள்ளவேண்டும்.

உயர் நெடுக்க வோல்ட்மீட்டரை அளவு திருத்தம் செய்வதற்குத் தேவையான சுற்று, படம் 2-11-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. முதலில் பயன்படுத்திய முதன்மைச் சுற்றையே இப்போதும் பயன்படுத்தவேண்டும்.

உயர் d.C மின்னழுத்த மூலம் உயர் மின்தடை மாற்றியின் முனை C, D ஆகியவற்றுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. P, Q என்ற இரு மின்தடைப் பெட்டிகளைத் தொடராக இணைத்து இவ்வினைப்பின் ஒரு முனை மின்தடைமாற்றியின் முனை C - யுடனும், மறுமுனை மின்தடைமாற்றியின் நகரும் புயத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. P, Q ஆகியவற்றின் முனைகட்கிடையே அளவு திருத்தம் செய்யப்படவேண்டிய வோல்ட்மீட்டர்

இணைக்கவேண்டும். நகரும் புயத்தினை மாற்றி, தேவையான மின்னழுத்த வேறுபாடு தோற்றுவிக்கலாம். இவ்வமைப்பினை மின்னழுத்தப் பகுப்பான் என்பர். அளவிடப்படவேண்டிய மின்னழுத்த வேறுபாட்டினை வோல்ட் மீட்டர் கொண்டு அளவிடலாம்.



படம் 2-11

P, Q ஆகிய மின்தடைப் பெட்டிகளில் முறையே 100, 9900 ஓம் இருக்குமாறு செய்யவேண்டும். ஆகவே P - ன் முனைகட்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு $\frac{P}{P+Q} = \frac{1}{100}$ ஆகும். ஆகவே (P+Q) ஆகியவற்றின் மதிப்பு மிக அதிகமாக அமைப்பதன் மூலம், மின்தடைப்பெட்டிகள் வழியாகக் குறைந்த மின்னோட்டம் செல்லுமாறு செய்யலாம். மின்தடை மாற்றியினைச் சரி செய்து தகுந்த மின்னழுத்த வேறுபாடு பெறலாம்.

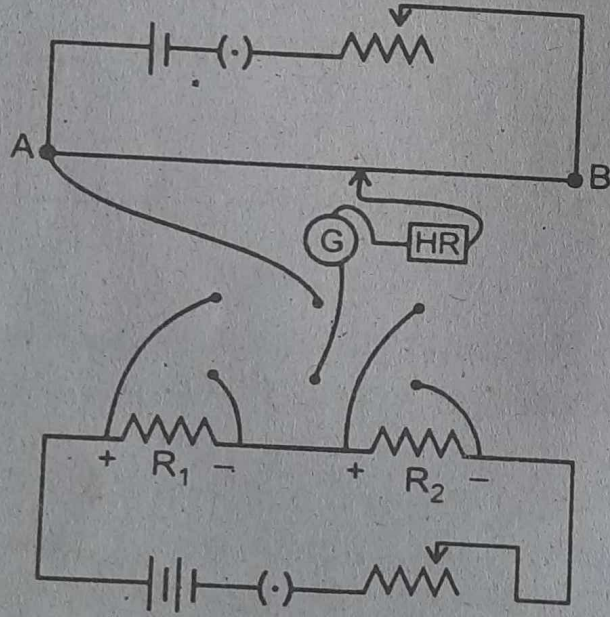
மின்தடை மாற்றியினைச் சரிசெய்து வோல்ட் மீட்டர் அளவு V ஆக இருக்குமாறு செய்யவேண்டும். இப்போது சரியீட்டு நீளம் l காணவேண்டும். இப்போது P - ன் முனைகட்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு $\frac{E}{l_0} \times l$ வோல்ட். ஆகவே P, Q ஆகியவற்றிற்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு $\frac{P+Q}{P} \times \frac{E}{l_0}$ வோல்ட் ஆகும். வோல்ட்மீட்டர் அளவு V ஆகும்.

$$\text{ஆகவே திருத்தம்} = \left[\frac{P+Q}{P} \times \frac{E}{l_0} - V \right]$$

வோல்ட் மீட்டர் காட்டும் அளவு, 5, 10, 15 எனக் கொண்டு ஒவ்வொரு அளவீட்டிற்கும் திருத்தம் கணக்கிடலாம்.

iii) மின்தடைகளை ஒப்பிடல்

இரு மின்தடைகளை ஒப்பிடுவதற்கான சுற்று, 2-12ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. முதன்மைச்சுற்றில் சீரான மின்னழுத்தம் கொண்ட மின்கலம் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. ஒப்பிடப்படவேண்டிய இரு மின்தடைகள் R_1 , R_2 ஆகியவற்றைத் தொடராக இணைத்து அதன் வழியாக மின்னோட்டம் செல்லுமாறு, படம் 2-12 ல் காட்டியவாறு இணைக்கவேண்டும். இவ்விரு மின்தடைகட்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டினை அடுத்தடுத்து ஒன்றன்பின் ஒன்றாக மின்னழுத்தமானியின் சுற்றுடன் அமையுமாறு செய்யலாம்.



படம் 2-12

முதலில் R_1 முனைகட்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டினை மின்னழுத்தமானியின் சுற்றுடன் அமையுமாறு செய்து, சரியீட்டு நீளம் காணவேண்டும். இதனை l_1 எனக் கொண்டால்

$$iR_1 \propto l_1 \quad \dots (1)$$

அடுத்து R_2 முனைகட்கிடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு, மின்னழுத்தமானிச் சுற்றுடன் அமையுமாறு செய்து, சரியீட்டு நீளம் l_2 காணவேண்டும்.

$$iR_2 \propto l_2 \quad \dots (2)$$

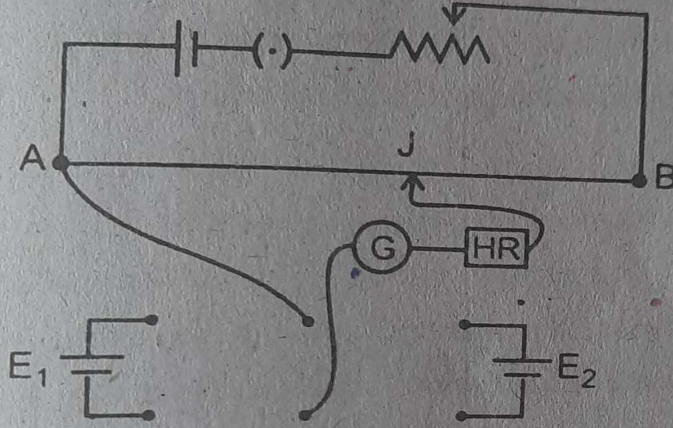
$$\therefore \frac{R_1}{R_2} = \frac{l_1}{l_2}$$

... (3)

இதிலிருந்து இரு மின்தடைகளை ஒப்பிடலாம். சூற்றிலுள்ள மின்னோட்டத்தை மாற்றி சோதனையை மீண்டும் செய்து இரு மின்தடைகளை ஒப்பிடலாம்.

iv) மின்னியக்கு விசைகளை ஒப்பிடல்

மின்னழுத்தமானி AB-ன் முனைக்கிடையே ஒரு மின்கலம், சாவி, மின்தடைமாற்றி ஆகியவற்றை படம் 2-13 ல் காட்டியவாறு தொடராக இணைக்கவேண்டும். இது முதன்மைச் சுற்றாகும். மின்னியக்கு விசை E_1, E_2 கொண்ட மின்கலங்கள் படத்தில் காட்டியவாறு இணைக்கப்பட்டுள்ளது.



படம் 2-13

முதன்மைச் சுற்றின் வழியாகச் செல்லும் மின்னோட்டம் i எனவும், ஓரலகுக் கம்பியின் மின்தடை ρ எனவும் கொள்வோம். ஆறுவழிச்சாவியைப் பயன்படுத்தி, மின்கலம் E_1 - ஐ மின்னழுத்தமானிச் சுற்றுடன் தொடர்பு கொள்ளச் செய்யவேண்டும். தொடுசாவியை நகர்த்தி, கால்வனாமீட்டர் விலகல் சுழியாக இருக்குமாறு செய்யவேண்டும். சரியீட்டு நிலம் l_1 எனக் கொள்வோம்.

$$\therefore E_1 = ip l_1 \quad \dots (1)$$

அடுத்து E_2 ஐ மின்னழுத்தமானியுடன் இணைப்பு கொடுத்து, மேற்கூறியவாறு சரியீட்டு நிலம் காணவேண்டும். இதனை l_2 எனக் கொள்வோம்.

$$\therefore E_2 = ip l_2 \quad \dots (2)$$

$$\therefore \frac{E_1}{E_2} = \frac{l_1}{l_2} \quad \dots (3)$$

$$Z_1 = 0.000\ 000\ 34 \text{ கி.கி.க. } |$$

$$Z_2 = 0.000\ 000\ 35 \text{ கி.கி.க. } |$$

$$O_1 = 6814000 \text{ ஜூல்}$$

$$O_2 = 3683000 \text{ ஜூல்}$$

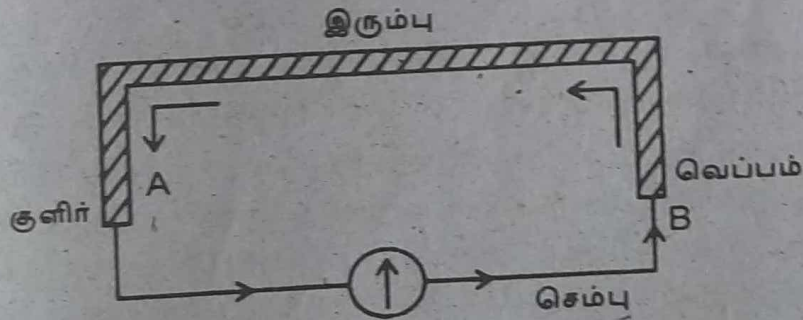
$$\therefore E = (0.00000034 \times 6814000) - (0.00000035 \times 3683000) \\ = 1.1 \text{ ஜூல்}$$

ஜூல் டேனியல் மின்கலத்தின் c.m.f. E வோல்ட் எனின் 1 கூலும் மின்னூட்டம் எடுக்கப்படும்போது, செலவிடப்படும் ஆற்றல் $E \times I$ ஜூல் ஆகும். எனவே டேனியல் மின்கலத்தின் மின்னியக்கு விசை 1.1 வோல்ட் ஆகும்.

3. வெப்ப-மின் விளைவுகள் (Thermo-electricity)

3-1 சீபெக் விளைவு (Seebeck Effect)

1821 ல் சீபெக் என்பவர் இரு வெவ்வேறு உலோகக் கம்பி முனைகள் சேரும் சந்திகள் வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளில் அமைக்கும் போது, அந்தச் சுற்றில் ஓர் மின்னியக்கு விசை தோன்றுகிறது என்பதைக் கண்டுபிடித்தார். இவ்வாறு தோன்றுகின்ற மின்னியக்கு விசையை வெப்ப மின்னியக்கு விசை என்றும், சுற்றின் வழியாகச் செல்கின்ற மின்னோட்டத்தை வெப்ப மின்னோட்டம் எனவும் அழைப்பர். மின்னோட்டத்தைத் தருகின்ற உலோக இரட்டையை வெப்பமின்னிரட்டை (Thermocouple) என்பர். வெப்ப மின்னிரட்டையின் ஓர் சந்தியை வெப்பப்படுத்தி, மறு சந்தியை குளிர்ச்சியாக்கவும் வைக்கப்பட்டுள்ளபோது, அதில் மின்னியக்கு விசை தோன்றுகின்ற நிகழ்வினை சீபெக் விளைவு என்பர்.



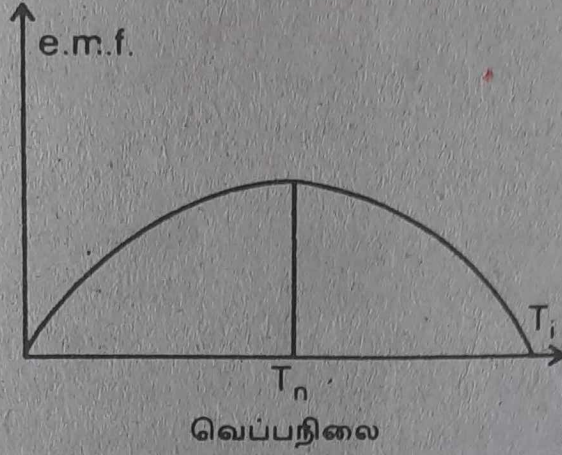


சீபெக் விளைவினை ஓர் எளிய சோதனை மூலம் விளக்கலாம். ஓர் இருபுக் தண்டினையும், தடித்த இரு செம்புக் கம்பியையும் A, B என்ற முனைகளில் பற்றவைக்கப்பட்டுள்ளது. செம்புக் கம்பியின் முனையில் படம் 2-18ல் காட்டியவாறு ஓர் உணர்வு நுட்பம் கொண்ட கால்வனாமிட்டரி இணைக்கப்பட்டுள்ளது. சந்தி A - னைப் பணிக்கட்டியில் அமைத்து (குளிர் சந்தி), சந்தி B - யை வெப்பப்படுத்தும்போது, ஓர் மின்னியக்கு விசை தோன்றுகிறது. இதனால் கால்வனாமிட்டரில் விலகல் ஏற்படுகிறது. மின்னோட்டமானது வெப்பச் சந்தியில் செம்பிலிருந்து இரும்பிற்கும், குளிர் சந்தியில் இரும்பிலிருந்து செம்பிற்கும் செல்கிறது. வெப்ப மற்றும் குளிர் சந்தியினை மாற்றும்போது மின்னோட்டம் எதிர் திசையில் செல்கிறது.

அணுக் கொள்கையின் அடிப்படையில் சீபெக் விளைவிற்கு விளக்கம் தரலாம். ஒவ்வொரு உலோகத்திலும் கட்டுப்பாடற்ற மின்னணுக்கள் (Free electron) உள்ளன. இந்த மின்னணுக்கள் உலோகத்திலுள்ள எவ்விதக் கட்டுப்பாடுமின்றி ஓரிடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு நகரும். மாறுபட்ட உலோகங்களில் மின்னணுக்களின் செறிவு மாறுபட்டதாகும். அதாவது ஓரலகு பருமனிலுள்ள கட்டுறா மின்னணுக்களின் எண்ணிக்கையும், அவற்றின் சராசரித் திசைவேகமும் உலோகத்திற்கு உலோகம் மாறுபடும். இரு வேறுபட்ட உலோகங்களை அவற்றின் இரு முனைகளை இணைக்கும்போது, மின்னணுவானது, உயர் செறிவு கொண்ட உலோகத்திலிருந்து, செறிவு குறைந்த உலோகத்திற்கு விரலடைகிறது. இதனால் சந்திகட்கிடையே ஓர் மின்னழுத்தம் தோன்றுகிறது. இந்த மின்னழுத்த வேறுபாடு மின்னணுவின் இயக்கத்தை நிறுத்த முயலுகிறது. இதனை தொடர்பு மின்னழுத்த வேறுபாடு (Contact potential difference) என்பர். இரு சந்திகளும் சம வெப்ப நிலையில் இருக்கும்போது, அந்தச் சந்திகளிலுள்ள தொடர்பு மின்னழுத்த வேறுபாடு சமமாகும். எனவே மின்னணு ஒட்டம் இருக்காது. ஆகவே இந்தச் சுற்றில் மின்னியக்கு விசை தோன்றாது. தொடர்பு மின்னழுத்த வேறுபாடு வெப்பநிலையைச் சார்ந்தது. ஒரு சந்தியை வெப்பப்படுத்தி, மறுமுனையை நீரில் வைக்கும்போது தொடர்பு மின்னழுத்த வேறுபாடு மாறுகிறது. இதனால் இரு சந்திகட்கிடையே மின்னழுத்த வேறுபாடு தோன்ற, சுற்றின் வழியாக வெப்ப மின்னோட்டம் தோன்றுகிறது.

(i) வெப்பநிலைச் சார்ந்து வெப்ப மின்னியக்கு விசை மாறுதல்
(Variation of thermemf with temperature)

மின்னிரட்டையில் தோன்றுகின்ற வெப்ப மின்னியக்கு விசை, இரு சந்திகளிலுமுள்ள வெப்பநிலை வேறுபாட்டினைச் சார்ந்து மாற்றமடைகிறது. மின்னிரட்டையில் தோன்றுகின்ற மின்னியக்கு விசைக்கும், இரு சந்திகட்கிடையே உள்ள வெப்பநிலை வேறுபாட்டிற்குமுள்ள தொடர்பினை ஓர் வரைபடம் மூலம் காட்டலாம். வெப்பநிலை வேறுபாட்டினை X - அச்சிலும், மின்னியக்கு விசையை Y - அச்சிலும் கொண்டு வரையப்படும் வரைபடம் படம் 2-19 ல் காட்டியவாறு அமையும். இது ஓர் பரவளையமாகும்.



படம் 2-19

குளிர்சந்தியை 0°C ல் அமைத்து மறு சந்தியை நீரடங்கியை பாத்திரத்தில் வைத்து அதன் வெப்பநிலையைப் படிப்படியாக அதிகரிக்க வேண்டும். வெப்பச் சந்தியின் வெப்பநிலையை மெதுவாக அதிகரிக்கும் போது, வெப்ப மின்னியக்கு விசை தொடர்ந்து அதிகரிக்கிறது. இரு சந்திகளின் வெப்பநிலை வேறுபாடு குறைவாக உள்ளபோது, வெப்ப மின்னியக்கு விசை, வெப்பநிலை வேறுபாட்டிற்கு நேர் தகவில் அமைகிறது. வெப்பச் சந்தியின் வெப்பநிலையை மேலும் அதிகரிக்கும்போது, மின்னியக்கு விசையின் அதிகரிப்பு வீதம் குறைகிறது. ஓர் குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் அதிகரிப்பு வீதம்கழியாகி, தோன்றுகின்ற மின்னியக்கு விசை பெருமமாகிறது.

இந்த வெப்பநிலையை நடுநிலை வெப்பநிலை (neutral temperature) என்பர். கொடுக்கப்பட்ட மின்னிரட்டைக்கு, நடுநிலை வெப்பநிலை மாறிலியாகும். இது தேர்ந்தெடுக்கப்படும் உலோகங்களின் தன்மையைச் சார்ந்தது. குளிர் சந்தியின் வெப்பநிலையைச் சார்ந்ததல்ல. எடுத்துக்காட்டாக Cu-Fe வெப்ப மின்னிரட்டையின் நடுநிலை வெப்பநிலை 270°C ஆகும்.

வெப்பச் சந்தியின் வெப்பநிலையை நடுநிலை வெப்பநிலைக்கு மேலும் அதிகரிக்கும்போது, வெப்ப மின்னியக்கு குறைந்து, ஓர் குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் சுழியாகிறது. இந்த வெப்பநிலையை புரட்டு வெப்பநிலை (temperature of inversion) என்பர். மேலும் வெப்பநிலையை அதிகரிக்கும் போது, மின்னியக்கு விசை எதிர் திசையில் அதிகரிக்கிறது. எந்தவொரு வெப்பநிலையில் வெப்ப மின்னியக்குவிசை சுழியாகிறதோ அல்லது எதிர் திசையில் அதிகரிக்க ஆரம்பிக்கிறதோ, அந்த வெப்பநிலையை புரட்டு வெப்பநிலை என்பர். புரட்டு வெப்பநிலை குளிர் சந்தியின் வெப்பநிலையைச் சார்ந்தது. குளிர் சந்தியின் வெப்பநிலையிலிருந்து எவ்வளவு வெப்பநிலையில் நடுநிலை வெப்பநிலை அமைகிறதோ, இதே அளவு வெப்பநிலையில் புரட்டு வெப்பநிலை நடுநிலை வெப்பநிலையிலிருந்தது அமைகிறது. குளிர் சந்தியின் வெப்பநிலை T_0 எனவும், நடுநிலை வெப்பநிலை T_n எனவும், புரட்டு வெப்பநிலை T_i எனவும் கொண்டால் $T_n - T_0 = T_i - T_n$. Cu - Fe

வெப்பமின்னிரட்டையின் குளிர் சந்தி 0°C வெப்பநிலையில் இருப்பதாகக் கொள்வோம். நடுநிலை வெப்பநிலை $27(0^\circ\text{C})$ எனவே
 $T_n - T_o = 27(0) - (0) = 27(0)$ ஆகவே புரட்டு வெப்பநிலை
 $T_i = (T_n - T_o) + T_n = 54(0^\circ\text{C})$ குளிர் சந்தி $2(0^\circ\text{C})$ வெப்பநிலையில் இருந்தால் புரட்டு வெப்பநிலை $T_i = (T_n - T_o) + T_n$
 $= (27(0) - 2(0)) + 27(0) = 53(0^\circ\text{C})$

லார்டு கெல்வின் என்பவர் மேற்கண்ட வளைகோட்டினை சோதனைமூலம் நிரூபணம் செய்தார். வெப்பமின்னியக்கு விசைக்கும், வெப்பநிலை வேறுபாட்டிற்கும் உள்ள வளைகோட்டு பரவளையம் எனக்காட்டினார், நடுநிலை வெப்பநிலைக்கு இரு பக்கங்களிலும் அமைந்த பகுதி ஒரே அமைப்பு கொண்டதாக இருக்கும். வெப்பச் சந்தியின் நிலை l -ல் மின்னியக்கு விசை E எனின்,

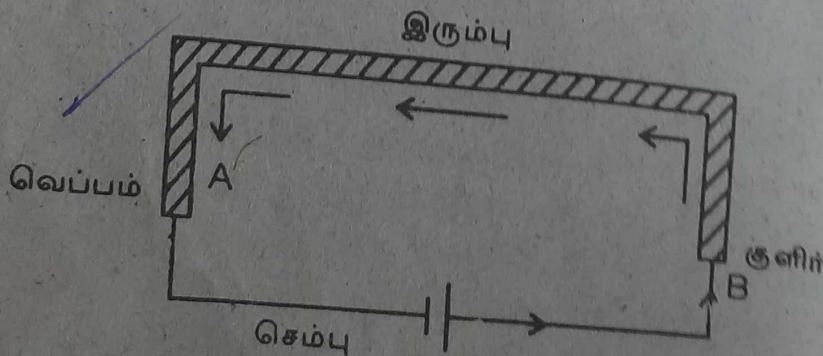
$$E = at + bt^2$$

இங்கு a, b என்பவை மாறிலி

3-2 பெல்டியர் விளைவு (Peltier Effect)

1834 பெல்டியர் என்பவர் சீபெக் விளைவின் மாறுதலையைக் கண்டுபிடித்தார். வெப்ப மின்னிரட்டையின் வழியாக மின்னோட்டம் செலுத்தப்படும்போது, ஒரு சந்தியில் வெப்பம் உட்கவரப்படுகிறது. மறு சந்தி வெப்பத்தை வெளியிடுகிறது. இதனைப் பெல்டியர் விளைவு என்பர்.

இரும்பு செம்பினாலான வெப்ப மின்னிரட்டையின் முனையில் படம் 2-20 ல் காட்டியபடி ஒரு மின்மூலம் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. படத்தில் காட்டிய திசையில் மின்னோட்டம் செல்லும்போது, சந்தி B -ல் வெப்ப ஆற்றல் உட்கவரப்படுவதால் குளிர்ச்சி அடைகிறது. சந்தி A -ல் வெப்ப ஆற்றல் வெளியிடப்படுவதால், வெப்பமடைகிறது. மின்னிரட்டையின் வழியாகச் செல்லக்கூடிய மின்னோட்டத்தின் திசை மாற்றப்படும் போது, குளிர்ச்சி அடைந்த சந்தி வெப்பமடைகிறது. வெப்பமடைந்த சந்தி குளிர்ச்சி அடைகிறது.



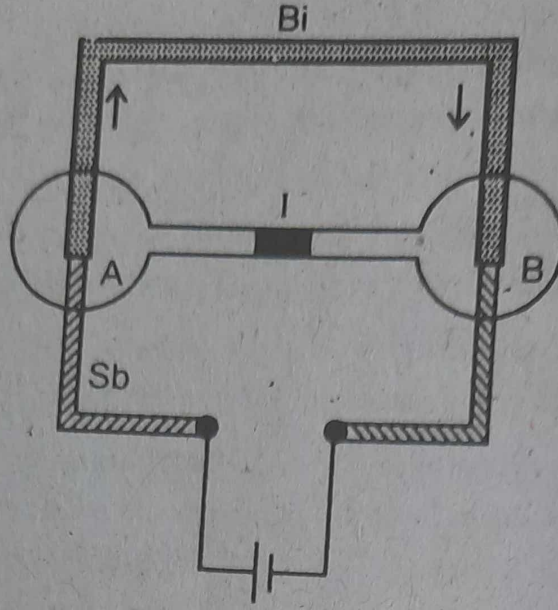
சுற்றின் வழியாக மின்னோட்டம் செலுத்தும்போது பெல்டியர் விளைவிலும், ஜூல் விளைவிலும் வெப்பம் தோன்றுகிறது. எனவே இரு விளைவுகளும் ஒத்தவை போன்று தோன்றும். ஆனால் இரு விளைவுகளும் வேறுபட்டதாகும்.

1. பெல்டியர் விளைவு சந்திகளில் மட்டும் நடைபெறுகிறது. ஆனால் ஜூல் விளைவு கடத்தியின் முழு நீளத்திலும் நடைபெறுகிறது.
2. பெல்டியர் விளைவு நேர்மாறத் தக்கது (Reversible). ஆனால் ஜூல் விளைவு நேர் மாறத் தக்கதல்ல. (irreversible)
3. பெல்டியர் விளைவில் தோன்றுகின்ற வெப்பம் மின்னோட்டத்திற்கு நேர் தகவில் அமையும். ஜூல் விளைவில் தோன்றுகின்ற வெப்பம் மின்னோட்டத்தின் இரு மடிக்கு நேர் தகவில் அமையும்.
4. ஜூல் விளைவில் எப்போதும் வெப்பம் தோன்றுகிறது. ஆனால் பெல்டியர் விளைவில் ஒரு சந்தியில் வெப்பமும், மற்றொரு சந்தியில் குளிர்ச்சியும் தோன்றுகிறது.
5. பெல்டியர் விளைவில் மின்னோட்டத்தின் திசை மாறும்போது செயல் மாற்றமடைகிறது. ஆனால் ஜூல் விளைவில் செயல் மாற்றமடைவது கிடையாது. அதாவது பெல்டியர் விளைவு மின்னோட்டத் திசையைச் சார்ந்தது. ஆனால் ஜூல் விளைவு மின்னோட்டத் திசையைச் சார்ந்ததல்ல.

i) பெல்டியர் விளைவிற்கு செயல்முறை விளக்கம்.

(Experimental Demonstration of Peltier Effect)

பெல்டியர் விளைவினை விளக்குவதற்கான சோதனை அமைப்பு படம் 2-21 ல் காட்டப்பட்டுள்ளது. பிஸ்மத்-ஆண்டிமனி மின்னிரட்டையின் சந்திகளில் மிக அதிகமான வெப்ப உட்கவரலும், வெப்ப வெளியீடும் தோன்றுகிறது. எனவே பெல்டியர் விளைவிற்கு செயல்முறை விளக்கம் தருவதற்கு Bi-Sb மின்னிரட்டை பயன்படுத்தப்படுகிறது. மின்னிரட்டையின் சந்திகளில் (A, B) மாறுநிலை காற்று வெப்பமானியின் (differential air thermometer) இரு குமிழ்கள் வைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்தச் சுற்றில் ஓர் மின்கலம் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இரு சந்திகளின் வெப்பநிலைகளும் சமமாக உள்ளபோது வெப்பமானியின் குறிமுள் மையத்தில் சமநிலையில் அமைகிறது. இப்போது மின்னோட்டம் சந்தி A-ல் ஆண்டிமனியிலிருந்து பிஸ்மத் நோக்கியும், சந்தி B-ல் பிஸ்மத்திலிருந்து ஆண்டிமனி நோக்கியும் செலுத்தப்படுகிறது. எனவே சந்தி A-ல் வெப்பம் வெளியிடப்படுகிறது. சந்தி B-ல் வெப்பம் உட்கவரப்பட்டு குளிர்ச்சி அடைகிறது. எனவே குறிமுள் A-B-ல் வெப்பம் உட்கவரப்பட்டு குளிர்ச்சி அடைகிறது. எனவே குறிமுள் A-B-யிலிருந்து B-ஐ நோக்கி நகர்கிறது. மின்னிரட்டையின் வழியாகச் செல்கின்ற மின்னோட்டத்தின் திசையை மாற்றும் போது குறிமுள் எதிர் திசையில் நகர்கிறது.



படம் 2-21

ii) பெல்டியர் குணகம் (Peltier coefficient)

இரு வெவ்வேறான உலோகங்களாலான சந்தியின் வழியாக 1 ஆம்பியர் மின்னோட்டம் 1 நொடி நேரம் பாயும்போது, அந்தச் சந்தியில் வெளியிடக்கூடிய அல்லது உட்கவரக்கூடிய வெப்ப ஆற்றலின் அளவு (ஜூலில்) பெல்டியர் குணகம் எனப்படுகிறது. இது π எனும் எழுத்தால் குறிப்பிடப்படுகிறது. பெல்டியர் குணகத்தின் அலகு வோல்ட் ஆகும். மாறுபட்ட உலோக அமைப்புகட்கு பெல்டியர் குணகம் மாறுபட்டதாகும். கொடுக்கப்பட்ட இரட்டைக்கு, பெல்டியர் குணகத்தின் மதிப்பு சந்தியின் தனிவெப்பநிலையைச் சார்ந்து மாறுகிறது.

பெல்டியர் குணகம் π கொண்ட சந்தியின் வழியாக i ஆம்பியர் மின்னோட்டம் t நொடி நேரத்திற்கு கடத்தப்பட்டால் வெளியிடப்பட்ட அல்லது உட்கவரப்பட்ட வெப்ப ஆற்றல்

$$H = \pi i t \text{ ஜூல்} \quad \dots (1)$$

சந்தியின் தொடர்பு மின்னழுத்த வேறுபாடு V எனின், சந்தியில் தோன்றும் வெப்பம்

$$H = V i t \text{ ஜூல்} \quad \dots (2)$$

சமன்பாடு (1), (2) ஆகியவற்றிலிருந்து,

$$\pi i t = V i t$$

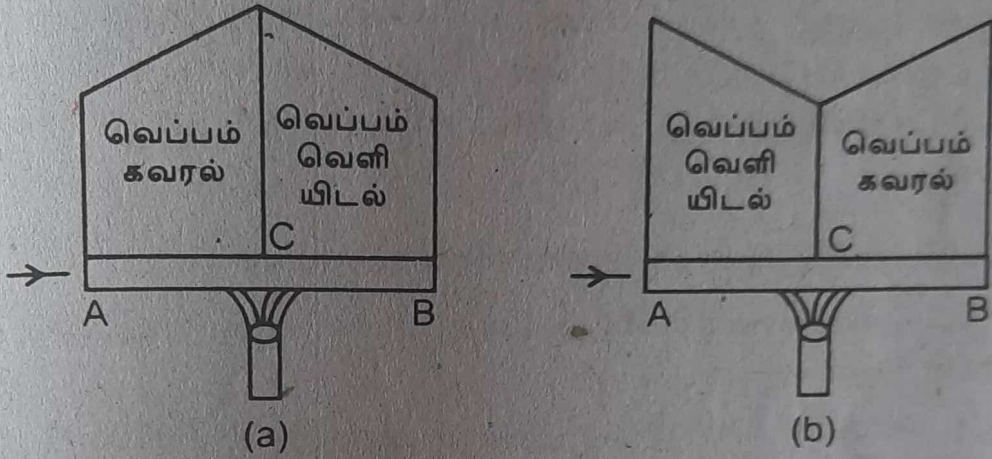
$$\therefore \pi = V$$

எனவே ஓர் சந்தியிலுள்ள பெல்டியர் குணகம், அந்த சந்தியிலுள்ள தொடர்பு மின்னழுத்த வேறுபாட்டிற்குச் சமமாகும். ... (3)

3-3 தாம்ஸன் விளைவு (Thomson Effect)

ஒர் கடத்தியின் வெவ்வேறு பகுதிகள் மாறுபட்ட வெப்பநிலையில் இருக்கும்போது, அதன் வழியாக மின்னோட்டம் செலுத்தப்படும்போது கடத்தி முழுவதிலும் வெப்ப ஆற்றல் உட்கவர்தலும், வெளிப்படுத்தலும் நடைபெறும். இதனை 1856 ல் தாம்சன் என்பவர் கண்டுபிடித்தார். இந்த விளைவினை தாம்சன் விளைவு என்பர்.)

இந்த விளைவு திருப்பத்தக்கது. செப்புத் தண்டில் வெப்பமான பகுதி, குளிர்வான பகுதியைவிட அதிகமான மின்னழுத்தம் கொண்டிருக்கும். இரும்பில் இதற்கு எதிரிடையாக அமையும்.



படம் 2-22

AB என்ற செப்புத் தண்டு அதன் மையத்தில் வெப்பப்படுத்துவதாகக் கொள்வோம். (படம் 2-22 (a)). இத்தண்டின் வழியாக மின்னோட்டம் செல்லாதபோது C-லிருந்து இரு பக்கங்களிலும் சம தொலைவில் அமைந்துள்ள புள்ளிகளில் வெப்பநிலை சமமாக இருக்கும். A-லிருந்து B-ற்குமின்னோட்டம் செலுத்தப்படும்போது, A-ற்கும் C-ற்கும் இடையே வெப்பம் உட்கவரப்படுகிறது. C-ற்கும் B-ற்கும் இடையே வெப்பம் வெளிவிடப்படுகிறது.. எனவே A- ஐவிட B அதிகமான வெப்பநிலையில் இருக்கும். இதனை நேர்குறி தாம்சன் விளைவு (Positive Thomson Effect) என்பர். B லிருந்து A- ற்கு மின்னோட்டம் செலுத்தப்படும்போது இதற்கு எதிரிடையாக அமையும்.

Sb, Ag, Zn, Cd போன்றவை நேர்குறி தாம்சன் விளைவு கொண்டது.

செப்புத் தண்டிற்குப் பதிலாக இரும்புத் தண்டு பயன்படுத்தும்போது (படம் 2-22 (b)) AC பகுதியில் வெப்பம் வெளிப்படுத்தலும், CA பகுதியில் வெப்பம் கவரலும் நடைபெறுகிறது. எனவே B - ஐவிட A அதிகமான வெப்பநிலையில் அமையும். இதனை எதிர்குறி தாம்சன் விளைவு (Negative Thomson Effect) என்பர். Pt, Bi, Co, Ni, Hg போன்றவை எதிர்குறி தாம்சன் விளைவு கொண்டவையாகும்.

ஒரு ஈயத்தினாலான (Lead) தண்டின் மையத்தில் வெப்பப்படுத்தி, அதன் வழியாக மின்னோட்டம் செலுத்துவதாகக் கொள்வோம். மையத்தின் இரு பக்கங்களிலும் சம தொலைவில் அமைந்துள்ள புள்ளிகள் சம வெப்பநிலையில் அமையும். எனவே ஈயத்தை பொறுத்தமட்டில் தாம்சன் விளைவு இல்லை எனக் கூறலாம்.

1° C வெப்பநிலை வேறுபாடு கொண்ட இரு புள்ளிகட்கிடையே ஓரலகு நேரத்தில் (1 நொடி) ஓரலகு மின்னோட்டம் (1 ஆம்பியர்) செல்லும்போது வெளிப்படுகின்ற அல்லது கவரப்படுகின்ற வெப்ப ஆற்றல் தாம்சன் குணகம் (Thomson Coefficient) என்பர். இது σ எனும் எழுத்தால் குறிக்கப்படுகிறது. இதனை தன் வெப்ப ஏற்பு மின்னோட்டம் (Specific heat electricity) எனவும் அழைப்பர். நேர்குறி தாம்சன் விளைவு கொண்ட உலோகங்கட்கு σ நேர்குறி கொண்டதாகவும், எதிர்குறி தாம்சன் விளைவு கொண்ட உலோகங்கட்கு σ எதிர்குறி கொண்டதாகவும் கொள்ளப்படுகிறது. ஈயத்திற்கு தாம்சன் குணகம் சுழியாகும்.

3.4 வெப்பமின் திறன் (Thermo electric power)

வெப்பநிலையைச் சார்ந்து வெப்ப மின்னியக்கு மாறுபடும் வீதத்தை வெப்பமின்திறன் என்பர்.

மின்னரட்டையின் இரு சந்திகளும் ஆரம்பத்தில் T K வெப்பநிலையில் இருப்பதாகக் கொள்வோம். ஒரு சந்தியின் வெப்பநிலையை T + dT K-ற்கு அதிகரிக்கும்போது, இரட்டையில் தோன்றுகின் மின்னியக்கு விசை dE - எனின், dE/dT என்ற தகவினை வெப்பமின் திறன் என்பர். வெப்ப மின்திறன் ஒரு மாறிலி அல்ல. வெப்பச் சந்தியின் வெப்பநிலையைச் சார்ந்து, வெப்ப மின் திறன் மாறுகிறது.

சீபெக் விளைவில் வெப்பநிலைக்கும் வெப்ப மின்னியக்கும் உள்ள தொடர்பினைக் காட்டக்கூடிய வரைபடம் பரவளையமாகும். எனவே கணக்கீடு வடிவில்

$$E = aT + bT^2$$

இங்கு T- என்பது இரு சந்திகட்கிடையே உள்ள வெப்பநிலை வேறுபாடு, E என்பது மின்னியக்குவிசை, a, b என்பவை மாறிலிகள்

$$\therefore \frac{dE}{dT} = a + 2bT$$

இங்கு $\frac{dE}{dT}$ என்பது வெப்ப மின் திறனாகும். வெப்ப மின் திறனுக்கும் வெப்பநிலைக்கும் வரையப்படும் வரைபடம் ஒரு நேர் கோடாக அமையும். மின்னிரட்டையின் வெப்பச் சந்தி நடுநிலை வெப்பநிலையில் உள்ள போது,

$$\frac{dE}{dT} = 0$$

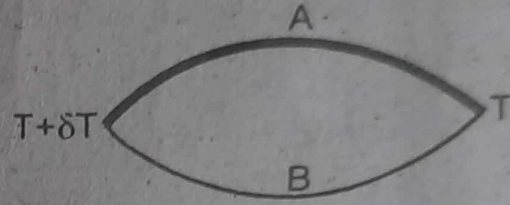
$$\therefore a + 2b T_n = 0$$

$$\therefore T_n = -\frac{a}{2b}$$

இரு மாறுபட்ட வெப்பநிலைகளில் வெப்ப மின்னியக்கு விசையினை அளவிடு செய்து. a, b ஆகியவற்றின் மதிப்பினை கண்டு. நடுநிலை வெப்பநிலை T_n கணக்கிடலாம்.

3-5 வெப்ப மின்னிரட்டைக்கு வெப்ப இயக்கவியல் (Thermodynamic to a Thermocouple)

A, B ஆகிய இரு உலோகங்களாலான வெப்ப மின்னிரட்டையைக் கருதுவோம். இவற்றின் தாம்சன் குணகங்கள் முறையே σ_A, σ_B எனக் கொள்வோம். வெப்பச் சந்தியின் வெப்பநிலை $T + dT$ K எனவும், குளிர் சந்தியின் வெப்பநிலை T K எனவும் கொள்வோம். இவ்விரு சந்திகளிலும் பெல்டியர் குணகங்கள் முறையே



படம் 2-23

$\pi + d\pi, \pi$ எனக் கொள்வோம். இந்த மின்னிரட்டையின் வழியாக மின்னோட்டம் செல்லும்பேரது தோன்றுகின்ற ஜூல் வெப்பம் புறக்கணிக்கத்தக்கது எனக் கொள்வோம்.

உலோகம் B- லிருந்து A- ற்கு வெப்பச் சந்தி வழியாக ஒரு கூலும் மின்னோட்டம் செல்வதாகக் கொள்வோம்.

பெல்டியர் விளைவால் வெப்பச் சந்தியில்

$$\text{உட்கவரப்படும் ஆற்றல்} = \pi + d\pi \text{ ஜூல்}$$

பெல்டியர் விளைவால் குளிர் சந்தியில்

$$\text{வெளிவிடப்படும் ஆற்றல்} = \pi \text{ ஜூல்}$$

தாம்சன் விளைவினால் உலோகம் A-ல்

$$\text{வெளியிடப்படும் ஆற்றல்} = \sigma_A \cdot dT \text{ ஜூல்}$$

தாம்சன் விளைவினால் உலோகம் B-ல்

$$\text{உட்கவரப்படும் ஆற்றல்} = \sigma_B \cdot dT \text{ ஜூல்}$$

உட்கவரப்படும் ஆற்றல் நேர்குறி கொண்டதாகவும், வெளியிடப்படும் ஆற்றல் எதிர்குறி கொண்டதாகவும் கொண்டால்,

$$\text{நிகர வெப்ப லாபம்} = (\pi + d\pi - \pi) + (\sigma_A dT - \sigma_B dT)$$

தோன்றுகின்ற வெப்ப மின்னியக்கு விசை dE வோல்ட் எனக் கொள்வோம். இதற்குத் தேவையான ஆற்றல் செலுத்தும் மின்னோட்டம்

தோன்றும் மின்னியக்கு விசை ஆகியவற்றின் பெருக்கற் பலனுக்குச் சமமாகும். அதாவது $l \times dE$ ஜூல்

$$\begin{aligned} \text{எனவே } dE &= (\pi + d\pi) - \pi - (\sigma_A dT - \sigma_B dT) \\ &= d\pi - (\sigma_A - \sigma_B) dT \end{aligned}$$

இரு பக்கங்களையும் dT ஆல் வகுக்க

$$\frac{dE}{dT} = \frac{d\pi}{dT} (\sigma_A - \sigma_B)$$

$$\text{அல்லது } (\sigma_A - \sigma_B) = \frac{d\pi}{dT} - \frac{dE}{dT} \quad \dots (1)$$

பெல்டியர் விளைவும், தாம்சன் விளைவும் நேர் மாறத் தக்கமையால் (reversible), வெப்ப இயக்கவியல் விதியின்படி முழுச் சுற்றில் ஆற்றல் மாற்றம் சுழியாகும்.

$$\therefore \frac{\pi + d\pi}{T + dT} - \frac{\pi}{T} - \frac{(\sigma_A - \sigma_B) dT}{T + \frac{dT}{2}} = 0$$

$$\therefore \frac{\pi + d\pi}{T + dT} - \frac{\pi}{T} = \frac{(\sigma_A - \sigma_B) dT}{T + \frac{dT}{2}}$$

$$\frac{T \cdot d\pi - \pi dT}{T(T + dT)} = \frac{(\sigma_A - \sigma_B) dT}{T + \frac{dT}{2}}$$

இரு பக்கங்களையும் dT - ஆல் வகுக்க

$$\frac{T \cdot d\pi - \pi dT}{T(T + dT) dT} = \frac{(\sigma_A - \sigma_B) dT}{(T + \frac{dT}{2}) dT}$$

dT மிகக் குறைவாதலால் dT^2 புறக்கணிக்கத்தக்கது

$$\frac{T \cdot d\pi - \pi dT}{T(T + dT) dT} = \frac{(\sigma_A - \sigma_B) dT}{(T + \frac{dT}{2}) dT}$$

$$\therefore \frac{T \cdot d\pi - \pi dT}{T \cdot dT} = \frac{(\sigma_A - \sigma_B) dT}{dT}$$

$$\frac{d\pi}{dT} - \frac{\pi}{T} = (\sigma_A - \sigma_B)$$

... (2)

சமன்பாடு (1), (2) ஆகியவற்றை ஒப்பிட

$$\frac{d\pi}{dT} - \frac{dE}{dT} = \frac{d\pi}{dT} - \frac{\pi}{T}$$

$$\therefore \frac{dE}{dT} = \frac{\pi}{T}$$

$$\therefore \pi = T \cdot \frac{dE}{dT} \quad \dots (3)$$

$\frac{dE}{dT}$ என்பது வெப்பமின் திறனாகும்.

பெல்டியர் குணகம் = தனி வெப்பநிலை \times வெப்பமின் திறன்
சமன்பாடு (3) ஐ பகு ஆக்கம் செய்ய

$$\frac{d\pi}{dT} = \frac{dE}{dT} + T \frac{d^2 E}{dT^2}$$

$$\therefore \frac{d\pi}{dT} - \frac{dE}{dT} = T \cdot \frac{d^2 E}{dT^2} \quad \dots (4)$$

சமன்பாடு (1), (4) ஆகியவற்றை ஒப்பிட

$$\sigma_A - \sigma_B = T \cdot \frac{d^2 E}{dT^2} \quad \dots (5)$$

மின்னிரட்டையில் உலோகம் B காரியம் எனக் கொண்டால் $\sigma_B = 0$

$$\therefore \sigma_A = T \cdot \frac{d^2 E}{dT^2} \quad \dots (6)$$

சமன்பாடு (6) லிருந்து தாம்சன் குணகம் தனி வெப்பநிலை வெப்பநிலையுடன் வெப்பமின் திறன் மாறுபாடுவீதம் ஆகியவற்றின் பெருக்கற்பலனுக்குச் சமம் என்பது தெரிகிறது.

தாம்சன் குணகம் = தனி வெப்பநிலை \times வெப்பதிறன் மாறுபாடு வீதம்

3-6 வெப்பமின் படங்களும் பயன்களும் (Thermo electric diagram and uses)

i) வெப்பமின் படங்கள்.

A, B ஆகிய இரு உலோகங்கலான வெப்ப மின்னிரட்டையைக் கருதுவோம். இரு சுந்திகட்டிடையே உள்ள வெப்பநிலை T K எனின், வெப்ப மின்னியக்கு விசை

$$E = aT + bT^2 \quad \dots (1)$$

சமன்பாடு (1) ஐ பகு ஆக்கம் செய்ய

வெப்பமின் திறன் $\frac{dE}{dT} = a + 2bT$

$\frac{dE}{dT}$ ற்கும், T - ற்கும் வரையப்படும் வரைபடம் படம் 2-24 ல் காட்டியவாறு ஒரு நேர்கோடாகும். இக்கோட்டின் வாட்டம் $2b \cdot OA = a$.

நடுநிலை வெப்பநிலையில்

$$\frac{dE}{dT} = 0; T = T_n$$

$$\therefore a + 2bT_n = 0$$

$$T_n = -\frac{a}{2b} = \frac{Q}{\tan \phi}$$

a, ϕ ஆகியவற்றின் மதிப்புகளிலிருந்து, நடுநிலை வெப்பநிலை கணக்கிடலாம்.

இந்த நேர்கோட்டு வரைபடத்தை வெப்ப மின் படம் என்பர். பல உலோகங்கட்கான வெப்பமின் படங்கள் படம் 2-25 ல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

காரியத்திற்கான தாம்சன் குணகம் சுழி. பொதுவாக காரியத்தை வெப்ப மின்னிரட்டையின் ஒரு உலோகமாகக் கொண்டு, வெப்பமின் நேர்கோடுகள் வரையப்படுகிறது. Cu - Pb மின்னிரட்டை நேர்குறி வாட்டமும், Fe-Pb மின்னிரட்டை எதிர்குறி வாட்டமும் கொண்டிருக்கும்.

பயன்கள்

1) பெல்டியர் குணகம் காணல்.

$$E = aT + bT^2$$

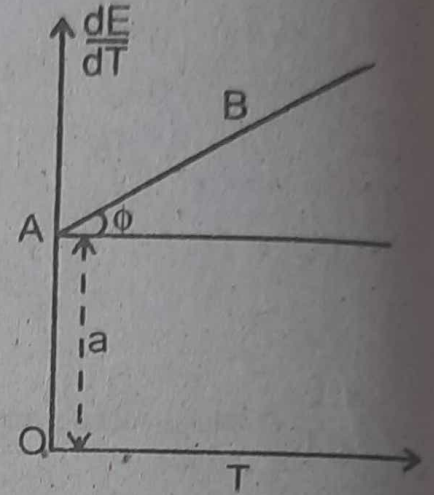
$$\therefore \frac{dE}{dT} = a + 2bT$$

பெல்டியர் குணகம்

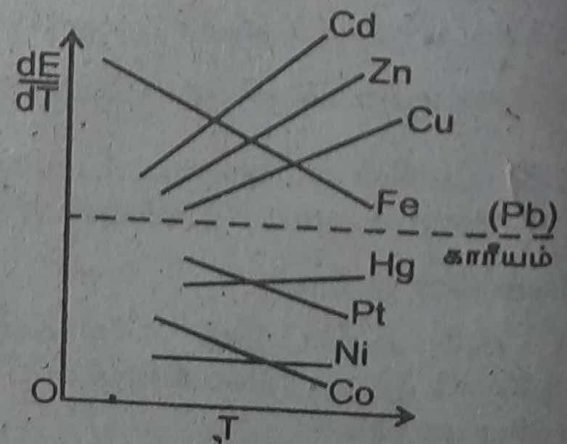
$$T_1 = T \cdot \frac{dE}{dT} = T(a + 2bT)$$

அதாவது படத்தில்

$$OABC = T \cdot \frac{dE}{dT}$$



படம் 2-24



படம் 2-25

∴ வெப்பநிலை T-ல் பெட்டியர் குணகம் = பரப்பளவு OABC
மேலும் $E_1 = P_2 - P_1$

= பரப்பளவு OFGK - பரப்பளவு OEHL.

2) தாம்சன் குணகம் காணல்

$$\sigma = T \cdot \frac{d^2 E}{dT^2}$$

இரு சந்திகளின் வெப்பநிலை T, T + dT எனின்

$$P = \frac{dE}{dT}$$

$$\frac{dP}{dT} = \frac{d^2 E}{dT^2}$$

$$\therefore \sigma = T \cdot \frac{dP}{dT}$$

படத்திலிருந்து, $dp = CC'$

$$\therefore \sigma dT = T \cdot dP = \text{பரப்பளவு } BB' C' C$$

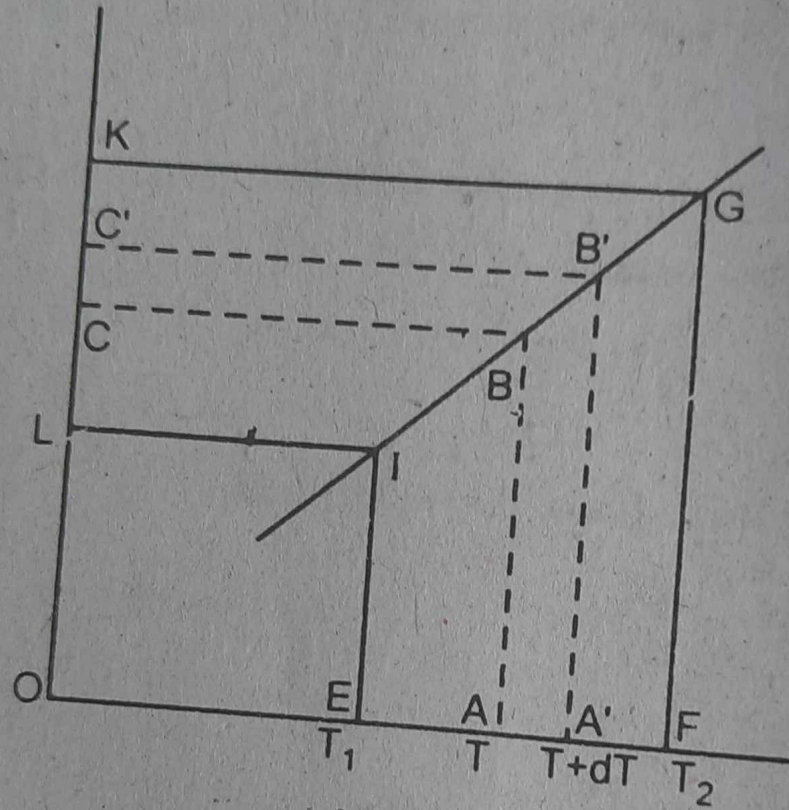
$$\sigma = \text{பரப்பளவு } \frac{BB' C' C}{dT}$$

$$\text{மேலும் } E_2 = \int_{T_1}^{T_2} \sigma dT = \text{பரப்பளவு } HGKL.$$

3) சீபெக் விளைவால் தோன்றும் மொத்த மின்னியக்கு விசை
(Totale.m.f. developed due to Seebeck effect)

படம் 2-26 ல் E, F சந்திகளிலுள்ள வெப்பநிலைகள் முறைபே $T_1 K, T_2 K$ எனக் கொள்வோம். வெப்பநிலை அச்சில் A, A' என்ற புள்ளிகளைக் கருதுவோம். இங்கு $AA' = dT$. dT-ன் மதிப்பு குறைவதால், வெப்பமின் திறன் மாறிலி எனக் கொள்ளலாம். இரு சந்திகட்கிடையே உள்ள வெப்பநிலை வேறுபாடு δT ஆக உள்ளபோது, தோன்றுகின்ற மின்னியக்கு விசை $\left(\frac{dE}{dT}\right) \delta T$ ஆகும். இது $AA'B'B$ என்ற பரப்பால் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது. ஆகவே சீபெக் விளைவால் தோன்றுகின்ற மொத்த மின்னியக்குவிசை

$$\int \left(\frac{dE}{dT}\right) dT$$



படம் 2-26

இந்த மின்னியக்கு விசை EFGK என்ற பரப்பால் குறிப்பிடப்பட்டுள்ளது.

4) பெல்டியர் விளைவால் தோன்றும் (e.m.f due to Peltier Effect) சந்தியின் வெப்பநிலை T_1 K, T_2 Kல் உள்ளபோது பெல்டியர் குணகம் π_1, π_2 எனக் கொள்வோம்.

$$\pi_1 = T_1 \left(\frac{dE}{dT} \right)_{T_1} = \text{பரப்பளவு OEIL}$$

$$\pi_2 = T_2 \left(\frac{dE}{dT} \right)_{T_2} = \text{பரப்பளவு OFGK}$$

சந்திகளில் தோன்றுகின்ற மொத்த e.m.f

$$= \pi_2 - \pi_1 = \text{பரப்பளவு OFGK} - \text{பரப்பளவு OEIL}$$

$$= \text{பரப்பளவு EFGKLI}$$