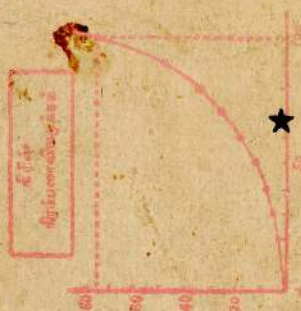


உயர்தர மாணவர்

# மீட்டல் பௌதிகம்



Revision Physics  
For A/L Students

ஆசிரியர்:

கருணாகரர் B. Sc. (Lond) Dip-in-Ed.

யாழ்ப்பாணம்











உயர்தர மாணவர்  
மீட்டல் பௌதிகம்

Revision Physics  
For A / L Students



ஆசிரியர்

அ. கருணாகரர் B. Sc. (Lond) Dip-in-Ed,  
யாழ்ப்பாணம்.

முதற்பதிப்பு 1988

அச்சுப்பதிவு;  
நாமகள் அச்சகம், யாழ்ப்பாணம்.

பதிப்புரிமை ஆசிரியருக்கு]

[விலை ரூபா 45-00

## முகவுரை

இந்நூல் உயர்தர மாணவர் பௌதிக நூல் வரிசையில் வருகின்ற நூலாகும். இது ஒளியியல், ஒலியியல், வெப்பவியல், மின்னியல், சடப்பொருள்களின் இயல்புகள் என்னும் பாடநூல்கள் கற்றுத் தெளிந்தபின் இலகுவாகவும் விரைவாகவும் மீட்டல் செய்வதற்குகந்த ஒரு சிறந்த கைநூல் ஆகும். மாணவர்களும் ஆசிரியர்களும் இக்கைநூலை வர வேற்பார்கள் என்பது எனது திடமான நம்பிக்கை;

10 - 7 - 88

அ. கருணாகரர்



## பொருளடக்கம்

	பக்கம்
அலகு 1 தளமேற்பரப்பில் ஒளித்தெறிப்பு, கோளவரடிகள்	1 — 8
அலகு 2: தளமேற்பரப்பில் ஒளி முறிவு	8 — 17
அலகு 3: வில்லைகள், கண்	17 — 30
அலகு 4: ஒளியியற் கருவிகள்	31 — 40
அலகு 5: அலை இயக்கம்	41 — 47
அலகு 6: அடிப்புக்கள், வலிந்த அதிர்வு, பரிவு, அதிர்வெண் துணிதல்	47 — 50
அலகு 7: நிலையான அலைகள்	50 — 64
அலகு 8: வெப்பம், திண்ம, திரவ, வாயு விரிவுகள்	65 — 84
அலகு 9: கலோரியளவியல், ஆவியழுக்கம், ஈரப்பதனியல்	84 — 95
அலகு 10: வெப்பக் கடத்து திறன், கதிர்வீசல்	95 — 101
அலகு 11: இயக்கவியல், நேர்கோட்டியக்கம், புனியீர்ப்பு இயக்கம்	101 — 108
அலகு 12: விசை, உந்தம், கணத்தாக்கு, வேலை, வலு, சத்தி	108 — 111
அலகு 13: பரிமாணம், வட்ட இயக்கம், எளிய இசை இயக்கம்	112 — 115
அலகு 14: நிலையியல், விசைகள், பொறிகள், உராய்வு	116 — 125
அலகு 15: நீர்நிலையியல், ஆக்கிமிடசின் தத்துவம், அழுக்கம்	125 — 128
அலகு 16: சடப்பொருளின் இயல்புகள், மீள்தன்மை, பாகுநிலை, மேற்பரப்பிழுவிசை	129 — 143
அலகு 17: நிலைமின்னியல்	144 — 153
அலகு 18: ஓட்ட மின்னியல், கலங்கள், மின்னோட்டத்தினால் ஏற்படும் காந்த விளைவுகள்	154 — 163
அலகு 19: மின்சுற்றுத் தத்துவங்கள் மின்னோட்டத்தினால் ஏற்படும் வெப்ப, இரசாயன விளைவுகள்	164 — 171
அலகு 20: மின்காந்தத் தூண்டல்	172 — 176

## ஒளி

தளமேற்பரப்பில் ஒளித் தெறிப்பு

ஒர் ஒப்பமான மேற்பரப்பில் படும் ஒளிக்கதிரின் தெறிப்பு ஒழுங்கான தெறிப்பு எனப்படும்.

ஒரு கரடான மேற்பரப்பில் படும் ஒளிக்கதிரின் தெறிப்பு பரவற்றெறிப்பு எனப்படும்.

தெறிப்பு விதிகள்

1. படுகோணம் சமன் தெறிகோணம்
2. படுகதிர், தெறிகதிர். படுபுவிளியிலுள்ள செவ்வன் யாவும் ஒரு தளத்தில் உள்.

தளவாடியில் தோற்றும் விம்பம்

1. பொருளையும் விம்பத்தையும் இணைக்கும் கோடு தளவாடிக்குச் செங்குத்தாக இருக்கும்.
2. மாயம், நிமிர்ந்தது, பக்க நேர் மாறுக்கலும் சமபருமனும் உடையது.
3. ஆடியிலிருந்து பொருளினதும் விம்பத்தினதும் தூரங்கள் சமமானவை.

தளவாடியின் நகர்தல்

பொருளையும் விம்பத்தையும் இணைக்கும் நேர்கோட்டில் தளவாடி செங்குத்தாக  $x$  தூரம் நகர்த்தப்படின விம்பம்  $2x$  தூரத்துக்கூடாக நகர்த்தப்படும்.

தளவாடியின் சுழற்சி

படுகதிரின் திசை மாறுதிருக்க தளவாடி  $\theta$  க் கூடாகச் சுழற்றப்படின தெறிகதிர்  $2\theta$  க் கூடாகச் சுழற்றப்படும். இத்தத்துவம் சட்டிமம் ஆடிக்கல்வனோமானி போன்றவற்றில் பிரயோகிக்கப்படும்.

## கோளவாடிகள்

வரைவிலக்கணங்கள்

1. வளைவுமையம்: கோளவாடி ஒரு கோளத்தின் பகுதி என்ப



தால் கோளத்தின் மையம் அவ்வாடியின் வளைவு மையம் எனப்படும்.

2. துவாரம்: கோளவாடியின் தெறிமேற்பரப்பின் விட்டம் துவாரம் எனப்படும்.
3. முனைவு: கோளவாடியின் நடுப்புள்ளி முனைவு எனப்படும்.
4. தலைமை அச்சு: வளைவு மையத்தையும் முனைவையும் இணைக்கும் நேர்கோடு தலைமை அச்சு எனப்படும்.
5. தலைமைக் குவியம்: தலைமை அச்சுக்குச் சமாந்தரமாகவும் அணித்தாகவும் உள்ள கதிர்கள் கோளவாடியில் தெறிப்படைந்தபின் தலைமை அச்சில் ஒரு புள்ளியில குவியும் அல்லது ஒரு புள்ளியிலிருந்து விரிவதுபோல் கோற்றும். அப்புள்ளி கோளவாடியின் தலைமைக் குவியம் எனப்படும்.
6. குவியத்தூரம்: முனைவிலிருந்து தலைமைக் குவியத்தின் தூரம் குவியத்தூரம் (f) எனப்படும்.
7. வளைவினாறு: முனைவிலிருந்து வளைவுமையத்தின் தூரம் வளைவினாறு (r) எனப்படும்.

$$\text{குவியத்தூரம்} = \frac{\text{வளைவினாறு}}{2}$$

$$\text{அதாவது} \quad f = \frac{r}{2}$$

குழிவாடி அல்லது ஒருங்கு ஆடி

1. இதன் குவியம் உண்மையானது.
2. பொருள் இதன் குவியத்தூரத்துக்கு வெளியேயிருப்பின் விம்பம் உண்மை, தலைகீழ்.
3. பொருள் குவியத்தூரத்துக்கு உள்ளே இருப்பின் விம்பம் மாயம், நிமிர்ந்தது உருப்பெருத்தது.

குவிவாடி அல்லது விரிவாடி

1. இதன் குவியம் மாயமானது.
2. பொருள் தலைமை அச்சில் எங்கிருப்பினும் விம்பம் எப்பொழுதும் மாயம், நிமிர்ந்தது. உருச்சிறுத்தது.
3. இது அன்றை பார்வைப்புலத்தை உடையது.



### குறிவழக்கு

1. ஒளிக்கதிர்களின் திசைக்கு எதிராக அளக்கப்படும் தூரங்கள் எதிர் (-) எனவும் ஒளிக்கதிர்களின் திசைவழியே அளக்கப்படும் தூரங்கள் நேர் (+) எனவும் கொள்ளப்படும். இது புதுத் தெக்காட்டு குறிவழக்கு எனப்படும்.
2. ஒளிக்கதிர்களின் திசைக்கு எதிராக அளக்கப்படும் தூரங்கள் நேர் (+) எனவும் ஒளிக்கதிர்களின் திசை வழியே அளக்கப்படும் தூரங்கள் எதிர் (-) எனவும் கொள்ளப்படும். இது பழைய தெக்காட்டு குறிவழக்கு எனப்படும்.

குறிப்பு: மாணவர்களுடைய நலன் கருதி இந் நூலில் இரு குறிவழக்களுக்கும் கொண்டும் ஆடிச் சூத்திரங்கள் வில்லைச் சூத்திரங்கள் நிறுவப்பட்டுள்ளன. உத்திக் கணக்குகள் ப. தெ கு. வ உபயோகித்துச் செய்யப்பட்டுள்ளன.

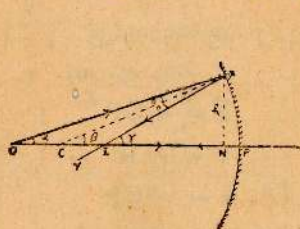
மேலும் (a) புதுத் தெக்காட்டுக் குறிவழக்கின்படி

ஒரு குறிவாடியின் குவியத்தூரம் எதிர் (-) எனவும் ஒரு குவிவாடியின் குவியத்தூரம் நேர் (+) எனவும் கொள்ளப்படும்.

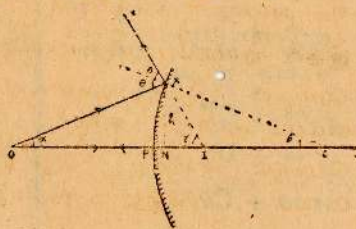
(b) பழைய தெக்காட்டு குறிவழக்கின்படி

ஒரு குறிவாடியின் குவியத்தூரம் நேர் (+) எனவும் ஒரு குவிவாடியின் குவியத்தூரம் எதிர் (-) எனவும் கொள்ளப்படும்.

கோளவாடிச் சூத்திரம் அதாவது  $u, v, f$  இன் தொடர்பு



படம் (1)



படம் (2)

குறிவாடி

$$v = \theta + \beta, \quad \beta = \theta + \alpha$$

$$\text{ஆனால் } \theta = \beta - \alpha$$

$$\therefore v = 2\beta - \alpha \quad \text{--- (I)}$$

குவிவாடி

$$\theta' = \theta, \quad v = \theta' + \beta = \theta + \beta$$

$$\text{ஆனால் } \theta = \beta + \alpha$$

$$\therefore v = 2\beta + \alpha \quad \text{--- (II)}$$

N என்பது X இலிருந்து கீறப்பட்ட செங்குத்தில் அடி ஆகும் (படம் 1, 2). எனவே அயல் அச்சக் கதிர்களுக்கு

$$\gamma = \frac{h}{IN}, \quad \beta = \frac{h}{CN}, \quad \alpha = \frac{h}{ON}$$

மேலும் N ஆனது P யுடன் அண்ணளவாகப் பொருந்துவதால்

$$\gamma = \frac{h}{IP}, \quad \beta = \frac{h}{CP}, \quad \alpha = \frac{h}{OP} \text{ ஆகும்.}$$

இவற்றை மேற்சமன்பாடு (i) இலும் (ii) இலும் பிரதியிடுக.

குழிவாடிக்கு

$$\frac{h}{IP} = \frac{2h}{CP} - \frac{h}{OP}$$

பு. தெ. கு. வ.

$$u = - OP$$

$$v = - IP$$

$$r = - CP$$

$$\Delta \quad -\frac{h}{v} = -\frac{2h}{r} - \frac{h}{-u}$$

$$-\frac{1}{v} = -\frac{2}{r} + \frac{1}{u}$$

$$\Delta \quad \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{2}{r}$$

குவிவாடிக்கு

$$\frac{h}{IP} = \frac{2h}{CP} + \frac{h}{OP}$$

பு. தெ. கு. வ.

$$u = - OP$$

$$v = + IP$$

$$r = + CP$$

$$\frac{h}{v} = \frac{2h}{r} + \frac{h}{-u}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{2}{r} - \frac{1}{u}$$

$$\therefore \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{2}{r}$$

குழிவாடிக்கு

பு. தெ. கு. வ.

$$u = + OP$$

$$v = + IP$$

$$r = + CP$$

$$\frac{h}{v} = \frac{2h}{r} - \frac{h}{u}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{2}{r} - \frac{1}{u}$$

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{2}{r}$$

குவிவாடிக்கு

பு. தெ. கு. வ.

$$u = + OP$$

$$v = - IP$$

$$r = - CP$$

$$-\frac{h}{v} = \frac{2h}{-r} + \frac{h}{u}$$

$$-\frac{1}{v} = -\frac{2}{r} + \frac{1}{u}$$

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{2}{r}$$



ஈ. இரு ஆடிசைக்கும் இரு குறிவழக்குகளின் படியும் ஆடிசை குத்திரம்

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{2}{r}$$

அதாவது  $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$  ஆகும்?

நேர்கோட்டு உருப்பெருக்கம் (m)

1. நேர்கோட்டு உருப்பெருக்கம்  $m = \frac{\text{விம்ப உயரம் } (h_2)}{\text{பொருள் உயரம் } (h_1)}$

அதாவது  $m = \frac{h_2}{h_1} = \left| \frac{v}{u} \right|$

2. m ஆனது u, v, f சார்பாகவும் எழுதப்படும்.

குறிவாடிக்கு

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

பு. தெ. கு. வ:

$$- \frac{1}{|v|} + - \frac{1}{|u|} = - \frac{1}{|f|}$$

$$- \frac{1}{|v|} - \frac{1}{|u|} = - \frac{1}{|f|}$$

$$\frac{1}{|v|} + \frac{1}{|u|} = \frac{1}{|f|}$$

$$\frac{|v|}{|v|} + \frac{|v|}{|u|} = \frac{|v|}{|f|}$$

$$1 + |m| = \left| \frac{v}{f} \right|$$

$$\Delta \quad |m| = \left| \frac{v}{f} \right| - 1$$

பு. தெ. கு. வ:

$$+ \frac{1}{|v|} + + \frac{1}{|u|} = + \frac{1}{|f|}$$

$$\frac{1}{|v|} + \frac{1}{|u|} = \frac{1}{|f|}$$

$$\frac{|v|}{|v|} + \frac{|v|}{|u|} = \left| \frac{v}{f} \right|$$

$$1 + |m| = \left| \frac{v}{f} \right|$$

$$\Delta \quad |m| = \left| \frac{v}{f} \right| - 1$$

$$\therefore |m| = \left| \frac{v}{f} \right| - 1$$



மேற்பரப்பு உருப்பெருக்கம்:

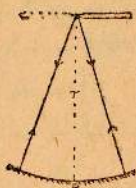
மேற்பரப்பு உருப்பெருக்கம் =  $\frac{\text{விம்பநீளம்} \times \text{விம்பஅகலம்}}{\text{பொருள்நீளம்} \times \text{பொருள்அகலம்}}$

$$\text{மேற்பரப்பு உருப்பெருக்கம்} = \left| \frac{v}{u} \right| \times \left| \frac{v}{u} \right| = \left| \frac{v^2}{u^2} \right|$$

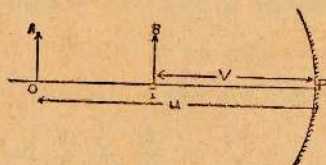
$$\therefore m^2 = \left| \frac{v^2}{u^2} \right|$$

நியூற்றனின் சூத்திரம்: பொருளினதும் விம்பத்தினதும் தூரங்கள் குவியத்திலிருந்து  $x$ ,  $x_1$  எனின். இரு குறியழகுகளின் படியும்  $f^2 = x \cdot x_1$

கோளவாடிகளின்  $r$  ஐயும் ( $f$  ஐயும்) துணிதல்



படம் (3)

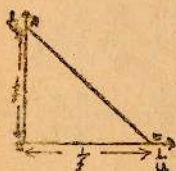


படம் (4)

1. படம் (3) இல் காட்டியவாறு பொருள் (ஊசி) அதன் விம்பத்துடன் ஒன்றுமவரை நகர்த்தப்படும். அப்பொழுது இரண்டும் வளைவு மையத்தில் இருக்கும். ஆடியின் முனைவிலிருந்து

இத்தூரம்  $r$  ஐத் தரும். அடையிலிருந்து  $f = \frac{r}{2}$  துணியப்படும்

2.  $u$ ,  $v$  முறை



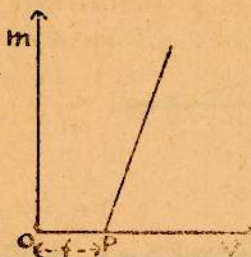
படம் (5)

படம் (4) இல் காட்டியவாறு வெவ்வேறு பொருள் தூரங்களுக்கு விம்ப தூரங்களைக் காண்க.  $\frac{1}{u}$  ஐ கிடை அச்சிலும்  $\frac{1}{v}$  ஐ நிலை

ஒத்து அச்சிலும் கொண்டு ஒரு வரைபை கவனிக்க. அப்பொழுது இரு அச்சுகளிலும் உள்ள வெட்டுத்துண்டுகள்  $f$  ஐத் தரும். (படம் 5)

$$\Delta f = \frac{1}{\text{வெட்டுத்துண்டு}}$$

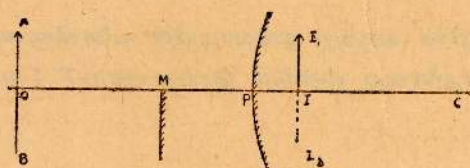
### 3. உருப்பெருக்கமுறை:



வெவ்வேறு விம்ப தூரங்களுக்கு ( $v$ ) நேர்கோட்டு உருப்பெருக்கங்களைக் காண்க.  $m$  ஐ நிலைக்குத்தச்சிலும்  $v$  ஐ கிடை அச்சிலும் கொண்டு ஒரு வரைபை அமைக்க. அப்பொழுது கிடை அச்சில் உள்ள வெட்டுத்துணை  $f$  ஐத் தரும்படம் (6)

படம் (6)

### 1. குவிவாடி



படம் (7)

படம் (7) இல் காட்டியவாறு தளவாடியொன்றை உபயோகித்து அதன் முன் ஓர் ஊசியை நிறுத்தி தளவாடியினூடும் குவிவாடியினூடும் தோற்றும் மாயனிம்பங்களை ஒன்றும் வரை ஊசியை நகர்த்துக. அப்பொழுது

$$\text{பொருட்டேரம்} = OP$$

$$\text{விம்பதூரம்} PI = MI - MP$$

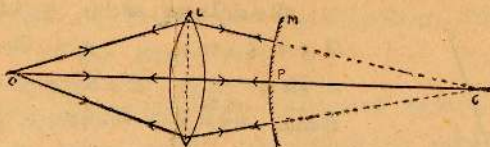
$$\text{ஆனால் } OM = MI$$

$$\therefore PI = OM - MP$$

இவ்வாறு  $u$  வையும்  $v$  ஐயும் கணித்தபின்,  $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$  இக் குப்பெறுமானங்களைப் பிரதியிட்டு  $f$  ஐக் கணிக்க. பரிசோதனை



மீண்டும் மீண்டும் செய்து சராசரி  $f$  ஐக் கணிக்க.



படம் (8)

படம் 8 இல் காட்டியவாறு குவிவில்லையொன்றை உபயோகித்து அதன் முன் ஒரு பொருளை வைத்து குவிவாடியை பொருளும் விம்பமும் ஒன்றுமவரை நகர்த்துக. விவிலைக்கும் குவிவாடிக்கும் உள்ள இடைத்தூரத்தைக் கணிக்க. குவிவாடியை அகற்றி அப்பொருளின் குவிவில்லையால் ஏற்படும் விம்பத்தின் தூரத்தை அளவிடுக. இத்தூரத்திலிருந்து மேற் சொல்லப்பட்ட இடைத்

தூரத்தைக் கழிக்க வருவது குவிவாடியின் வளைவினரை.  $f = \frac{r}{2}$  ஆகும். பரிசோதனையை மீண்டும் செய்து சராசரி  $f$  ஐ காண்க.

## அலகு 2

### தளமேற்பரப்பில் ஒளிமுறிவு

ஒளி ஓர் ஊடகத்திலிருந்து இன்னோர் ஊடகத்தினூடு செல்லும் பொழுது அதன் திசை மாறுகின்றது. இத்திசை மாற்றம் ஒளிமுறிவு எனப்படும். இது ஒளியின் வேகம் மாறுகின்றதனால் நிகழ்கின்றது. ஊடகத்திக்கு ஊடகம் ஒளியின் வேகம் மாறும்.

ஒளிமுறிவு விதிகள்

1. படுகதிர், முறிகதிர், படுபுள்ளியிலுள்ள செவ்வன் யாவும் ஒரு தளத்தில் உள்.
2. தரப்பட்ட ஈர் ஊடகங்களுக்கிடாக ஒரே அலைநீளமுள்ள ஒளிக்

கதிர்கள் செல்லின்  $\frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } r}$  என்னும் விகிதம் ஒரு மாறிவி.



முறிவுக்குணகம்

ஊடகம் (1) இலிருந்து ஊடகம் (2) க்கு ஒளிக்கதிர் செல்லின்  
 $\frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } r}$  என்னும் மாறிலி முதலாம் ஊடகம் சார்பாக இரண்டாம் ஊடகத்தின் முறிவுக்குணகம் ஆகும்.

$$\text{அதாவது } n_2 = \frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } r}$$

வளியிலிருந்து கண்ணாடிக்கு ஒளி செல்லின்

$$n_g = \frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } r}$$

$$\text{அதேபோல் வளி - நீருக்கு } n_{wv} = \frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } r}$$

$i, r$  அவ்ஊடகங்களில் படுகோணமும் முறிவுக் கோணமுமாகும்;  
 அலைக்கொள்கையின் படி

$$n_2 = \frac{\text{ஊடகம் (1) இல் ஒளியின் வேகம்}}{\text{ஊடகம் (2) இல் ஒளியின் வேகம்}}$$

இது முறிவுக்குணகத்துக்கு சிறந்த வரைவிலக்கணமாகும்.

தனிமுறிவுக்குணகம்

வெற்றிடத்திலிருந்து ஒளி ஓர் ஊடகத்துக்குச் செல்லின்  
 அப்பொழுது  $\frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } r}$  என்னும் மாறிலி தனிமுறிவுக் குணகம் எனப்படும்.

$$n = \frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } r}$$

$$\text{அத்துடன் } n = \frac{\text{வெற்றிடத்தில் ஒளியின் வேகம்}}{\text{ஊடகத்தில் ஒளியின் வேகம்}}$$

$$\text{உ+ம் கண்ணாடியின் } n = 1.5 \text{ அல்லது } \frac{3}{2}$$

$$\text{நீரின் } n = 1.33 \text{ அல்லது } \frac{4}{3}$$

நீரின்  $n = \frac{4}{3}$ , ஒளியின் வேகம்  $= 3 \times 10^8 \text{ m/s}$  வெற்றிடத்தில், நீரில் ஒளியின் வேகத்தைக் காண்க.

$$\frac{4}{3} = \frac{\text{வெற்றிடத்தில் ஒளியின் வேகம்}}{\text{நீரில் ஒளியின் வேகம் (v)}}$$

$$\frac{4}{3} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{v}$$

$$\therefore v = \frac{3}{4} \times 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$= \frac{9}{4} \times 10^8 = 2.25 \times 10^8 \text{ m/s}$$

முறிவுக்குணகங்களின் தொடர்பு

சமாந்தரப் படைகளுக்கிடாக ஒளி செல்லின் படுகதிரும் வெளிப்படும் கதிரும் சமாந்தரமாகும். எனவே ஒளியானது 1, 2, 3 என்னும் ஊடகங்களுக்கிடாகச் சென்று 1 என்ற ஊடகத்துக்கிடாக வெளிப்படின்

$${}_1n_2 \cdot {}_2n_3 \cdot {}_3n_1 = \frac{v_1}{v_2} \times \frac{v_2}{v_3} \times \frac{v_3}{v_1} = 1$$

$$\therefore {}_1n_2 \cdot {}_2n_3 \cdot {}_3n_1 = 1$$

வளி - கண்ணாடி - நீர் - வளி இவற்றிற்கிடாக ஒளி சென்று வெளிப்படின்

$${}_an_g \cdot {}_gn_w \cdot {}_wn_a = \frac{v_a}{v_g} \times \frac{v_g}{v_w} \times \frac{v_w}{v_a} = 1$$

$$\text{மேலும் } {}_gn_w = \frac{1}{{}_an_g \times {}_wn_a} = \frac{{}_an_w}{{}_an_g}$$

$$\frac{4}{3/2} = \frac{8}{9}$$

$$\text{மேலும் } {}_an_g = \frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } r} \text{ எனின் } {}_gn_a = \frac{\sin r}{\sin i}$$

$${}_an_g \times {}_gn_a = 1$$

$$\therefore {}_an_g = \frac{1}{{}_gn_a}$$

ஒளி ஓர் ஊடகத்திலிருந்து இன்னோர் ஊடகத்துக்குச் செல்லின் “ $n$  சைன்  $i$ ” என்பது ஒரு மாறாக்கணியம்.  $n$  தனிமுறிவுக் குணகம்.  $i$  அவ்வுடகத்தில் படுகோணம் ஆகும்.

எல்லைகள் சமாந்தரமாகவுள்ள வளி - நீர் - கண்ணாடி போன்ற ஊடகங்களுக்கிடாக வளியிலிருந்து ஒளி செல்லின்



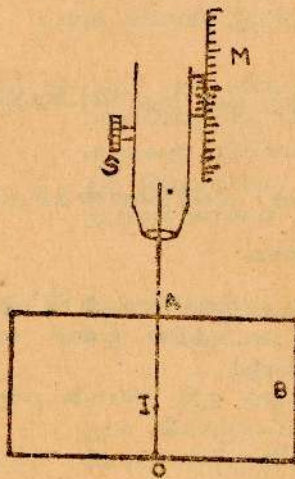
$n_s$  சைன்  $i_s = n_w$  சைன்  $i_w = n_o$  சைன்  $i_o$ . இவை கணக்குகளை செய்ய உபயோகிக்கப்படும்.

இடப்பெயற்சி, தோற்றவாமம்

ஒரு சமாந்தரப் பக்கக் குற்றியின் தடிப்பு  $t$  எனின், அதன் தோற்றத்தடிப்பு  $\frac{t}{n}$ . எனவே இடப்பெயர்ச்சி  $= t \left( 1 - \frac{1}{n} \right)$

இதே சூத்திரம் வெற்றுக் கனக் குற்றிக்குத் திரவம் இருப்பின் தோற்ற ஆழம், இடப்பெயற்சி காண்பதற்கு உபயோகிக்கப்படும்.

முறிவுக்குணகத்தைத் துனியும் சில முறைகள்



திண்மம்; தோற்ற ஆழமுறை

திண்மங்களுக்கு நகரு நுணுக்கிக்குக் காட்டியை உபயோகித்துத் துனியலாம் (படம் 9)

$$n = \frac{\text{உண்மை ஆழம்}}{\text{தோற்ற ஆழம்}} = \frac{AO}{AI}$$

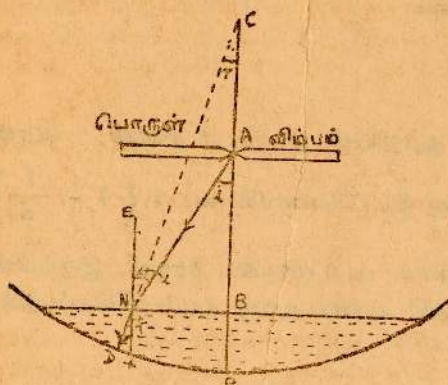
படம் 9

திரவம்;

1. நுணுக்கிக்காட்டி முறை

2. வளி - கலம் போன்றவற்றிலும் முறிவுக் குணகத்தைத் துனியலாம்.

### 3. குழிவாடி முறை



படம் 10

சிறிதளவு திரவம் கிடைப்பின் இம் முறையைக் கையாளலாம். குழிவாடியை நிலைக்குத்தாக நோக்கிக்கொண்டு ஊசியும் விம்பமும் ஒன்றும் இடத்தை அவதானிக்க. பின் திரவத்தை ஆடிக்குள் விட்டு ஊசியும் விம்பமும் ஒன்றும் இடத்தை அவதானிக்க.

$$n = \frac{CP}{AP} \quad (\text{படம் 10})$$

முழுவுட்டெறிப்பும் அவதிக்கோணமும்

முழுவுட்டெறிப்பு நிபந்தனைகள்

1. ஒளி ஓர் ஒளிஅடர் ஊடகத்திலிருந்து ஒளி ஐது ஊடகத்துள் செல்லல் வேண்டும்.

2. அடர் ஊடகத்திலுள்ள படுகோணம் அவதிக்கோணத்திலும் பெரிதாக இருத்தல் வேண்டும்.

அவதிக்கோணம்: ஒளி - ஐது ஊடகத்தில் முறிவுக்கோணம்  $90^\circ$  ஆக இருக்கும்பொழுது ஒளி அடர் ஊடகத்தில் உள்ள படுகோணம் அவதிக்கோணம் எனப்படும்.

$$\text{கண்ணாடி - வளி சைன் } c = \frac{1}{n_g}$$

$$\text{கண்ணாடி - நீர் } n_g \text{ சைன் } c = n_w \text{ சைன் } 90$$

$$\text{சைன் } c = \frac{n_w}{n_g}$$

ஒரு திரவத்தின் முறிவுக் கோணத்தைத் துணியும் வளிகலம் முறை இத்தத்துவத்தில் தங்கியுள்ளது.

$$n_1 = \frac{1}{\text{சைன் } c}$$



அரியங்கனினூடு ஒளிமுறிவு

1. ஓர் அரியத்தினூடு ஒளிக்கதிர் செல்லும்பொழுது அது படு புள்ளியிலும் வெளிப்படுபுள்ளியிலும் கண்ணாடிக்குள் செல்லு னுடன் ஆகும் கோணங்கள்  $r_1$ ,  $r_2$  எனின் A அரியக் கோணம் எனின்

$$A = r_1 + r_2$$

2.  $i_1$ ,  $i_2$  என்பன படுகோணம், வெளிப்படுகோணம் எனின், d விலகற்கோணம் எனின்

$$d = (i_1 - r_1) + (i_2 - r_2) = i_1 + i_2 - A$$

3. அரியத்தின் முதல் முகத்தில் உள்ள படுகோணம் படிப்படி யாக அதிகரிக்கப்படி விலகற்கோணம் மிகத் தாழ்வு நிலைக்கு குறைக்கப்பட்டு அதன்பின் அதிகரிக்கும். ஒரு குறித்த படு கோணத்துக்கே ஒரேயொரு மிகத் தாழ்ந்த பெறுமானம் உள்ள விலகல் இருக்கும்.

உயர் விலகல்: ஓர் அரியத்தின் முதல் முகத்தில் படுகதிர் மருவிப் படும்பொழுதே அதி உயர் விலகல் உண்டாக்கப்படும். அதாவது படுகோணம்  $90^\circ$  ஆக இருப்பின் அதிஉயர் வில கல் பெறப்படும். இந்நிலையில் முதல் முகத்தில் உள்ள முறிவுக்கோணம் ஆனது அவதிக் கோணம் ஆகும்.

$$\text{சைன் } 90^\circ = n \text{ சைன் } r$$

$$\therefore \text{சைன் } r = \frac{1}{n}$$

இழிவு விலகல்: இது ஒளிக் கதிர் அரியத்தினூடு சமச்சீராக செல் லும் பொழுது நிகழும். அப்பொழுது படுகோணமும், வெளிப்படுகோணமும் சமம். அத்துடன் இரு முகங்களி லும் கண்ணாடிக்குள் செல்வனுடன் ஆக்கப்படும் கோணங் கள்  $r$  உம் சமம். இழிவு விலகல் D எனின்

$$D = 2i - 2r$$

$$A = r + r$$

$$\text{இவற்றிலிருந்து } n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\text{சைன் } \frac{(A + D)}{2}}{\text{சைன் } \left(\frac{A}{2}\right)}$$

ஒளிமுறிவுக்குரிய அதிஉயர் அரியக்கோணம்

இச் சந்தர்ப்பத்தில் படுகதிரும், வெளிப்படு கதிரும் முதலாம் முகத்திலும், இரண்டாம் முகத்திலும் மருவிச் செல்லும்.

$$\text{எனவே } A = 2C \quad \left( \begin{array}{l} C \equiv \text{அவதிக்கோணம்} \\ A \equiv \text{அரியக்கோணம்} \end{array} \right)$$

மேலும் இரு சமபக்க செங்கோண அரியங்கள் முழுவட்டே றிப்பு அரியங்களாகும்.

இறு அரியக் கோண அரியம்

$A, i_1, i_2, r_1, r_2$  யாவும் சிறிதாகும்.

$$A = r_1 + r_2.$$

$$n = \frac{\sin i_1}{\sin r_1} = \frac{i_1}{r_1} \quad (\theta \text{ சிறிதாகின் னை } \theta = 0 \text{ ஆரே யங்களில்})$$

$$i_1 = nr_1 \quad i_2 = nr_2$$

$$\begin{aligned} A \quad d &= i_1 + i_2 - r_1 - r_2 \\ &= nr_1 + nr_2 - r_1 - r_2 \\ &= (n - 1) (r_1 + r_2) \\ &= (n - 1) A \end{aligned}$$

நிறப்பிரிக்கை

ஓர் அரியத்தினால் வெள்ளொளி அதனைக் கொண்டுள்ள நிறங்களாகப் பிரிக்கப்படுதல் நிறப்பிரிக்கை எனப்படும். இந்நிறங்கள் சிவப்பு, செம்மஞ்சள், மஞ்சள், பச்சை, நீலம், கருநீலம், ஊதா ஆகும்.

குறிப்பு: (1) அலைநீளம். மே. வரிசைக் கிரமப்படி சிவப்பு கூடிய அலைநீளத்தையும் அவ்வாறு குறைந்து ஊதா மிகக் குறைந்த அலைநீளத்தையும் உடையது.

சிவப்பையும் நீலத்தையும் கொள்ளின்

$$\lambda_r > \lambda_B$$

2: முறிவுக்குணகம்

$$n_B > n_r$$

3. விலகல்

$$d_B > d_r$$



கோண நிறப்பிரிக்கை! இரு நிற ஒளிக் கதிர்களுக்கிடையேயுள்ள கோணம் கோண நிறப்பிரிக்கை அல்லது இரு நிற ஒளிக் கதிர்களினது விலகல்களின் வித்தியாசம் கோண நிறப்பிரிக்கை எனப்படும்.

சிறிய அரியக்கோண அரியத்துக்குரிய நிறப்பிரிக்கை

இரு நிற ஒளிகளைச் சிவப்பு, நீலம் ஆகியவற்றிற்கு கோண நிறப்பிரிக்கை  $d_b - d_r$  ஆகும்.

$$\text{இது } d_b - d_r = (n_b - n_r) A$$

சராசரி விலகல்: இது மஞ்சள் ஒளிக்குரியது.

$$d = (n - 1) A$$

நிறந்தரா அரியங்கள்; இத் தொகுதி ஒரு கிறவுண் கண்ணாடி அரியத்தையும் திக்கற்கண்ணாடி அரியத்தையும் கொண்டுள்ளது. அத்துடன் ஏதாவது ஒன்று மற்றதுடன் தலைகீழாக் கப்பட்டிருத்தலும் வேண்டும். இரு நிறங்கள் சிவப்பு, நீலம் என்பவற்றிற்குரிய நிறப்பிரிக்கையை அகற்ற வேண்டின்

$$(n_b - n_r) A = (n_b' - n_r') A'$$

$$\text{இதற்குரிய சராசரி விலகல்} = (n - 1) A - (n' - 1) A'$$

விலகல் இல்லாதிருக்க வேண்டின்

$$(n - 1) A - (n' - 1) A' = 0$$

$$(n - 1) A = (n' - 1) A'$$

அப்போழுது நிறப்பிரிக்கை

$$(n_b - n_r) A - (n_b' - n_r') A'$$

நிறப்பிரிக்கை வலு ( $\omega$ ): நீலத்துக்கும் சிவப்புக்கும் நிறப்பிரிக்கைவலு

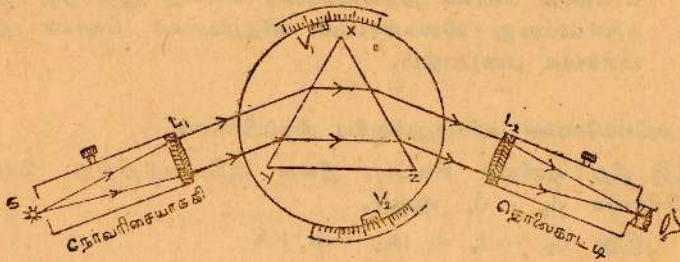
$$\omega = \frac{n_b - n_r}{n - 1}$$

சிறுகோண அரியத்துக்கு நிறப்பிரிக்கை வலு

$$\omega = \frac{\text{நீலத்துக்கும் சிவப்புக்குமுரிய கோண நிறப்பிரிக்கை}}{\text{சராசரி விலகல்}}$$

$$\text{அதாவது } \omega = \frac{d_b - d_r}{d} = \frac{n_b - n_r}{n - 1}$$

திருசியமாவீ



படம் 11

திருசியமாவீ (i) நேர்வரிசையாக்கி

(iii) அரியம் வைக்கும் மேசை

(iii) தொலைகாட்டி என்பவற்றைக் கொண்டுள்ளது. இது வருமாறு சரிசெய்யப்படும்.

1. தொலைகாட்டி தூரப் பொருளைப் பார்ப்பதன் மூலம் சமாந்தரக் கதிர்களை பெறுவதற்கு சரிசெய்யப்படும்.
2. நேர்வரிசையாக்கி சமாந்தரக் கதிர்களை கொடுப்பதற்கு சரிசெய்யப்படும்.
3. அரியம் வைக்கும் மேசை ஒப்பமாக்கப்படும்.

முறிவுக்குணகத்தைத் துணிதல்

(i) A என்னும் அரியக்கோணத்தைத் துணிதல்.

(ii) இழிவு விலகல் கோணம் D ஐத் துணிதல்.

$$(iii) n = \frac{\sin \left( \frac{A + D}{2} \right)}{\sin \left( \frac{A}{2} \right)}$$

என்னுஞ் சூத்திரத்தில் இவற்றைப் பிரதியிட்டு n ஐத் துணிக.

திருசியங்கள்

சூரியனின் திருசியம்; இது (i) ஊதாக்கடந்த கதிர்கள்;

(ii) கண்ணுக்குப் புலப்படும் திருசியம்

(iii) செந்நிறக் கீழ்க்கதிர்கள் எப்பவற்றைக் கொண்டுள்ளது

ஊதாக்கப்பாலுள்ள கதிர்கள் மிகச் சிறிய அலைநீளமுடையவை. அதாவது இவை ஊதாவின் அலைநீளத்திலும் சிறியவை; செந்நிறக் கீழ்க் கதிர்கள் சிவப்பு நிறத்தின் அலைநீளத்திலும் பெரியவை.



காலல் திருசியம்: (a) தொடர்ந்த திருசியம்

(b) கோட்டுத் திருசியம்

(c) பட்டைத்திருசியம் என மூன்று வகையைக் கொண்டுள்ளது.

தொடர்ந்த திருசியம்: இது உயர் அழுக்கத்திலுள்ள வெள்ளொளிர்வுள்ள தீண்டங்கள், தீரவங்களை வாயுக்களில் இருந்து காலப்பதும். இதில் எல்லா அலைநீளங்களும் இருக்கும்.

உ + ம்; சூரியனின் திருசியம்

கோட்டுத் திருசியம்: இது அணுக்களைக் கொண்ட வெள்ளொளிர்வுள்ள ஆவிகளால் காலப்பதும்.

உ + ம்: ஆவியாக்கப்பட்ட சோடியம் இரு மஞ்சள் கோடுகளையும், ஒளிரும் ஐதரசன், ஈலியம் பல நிறக் கோடுகளையும் கொடுக்கும்.

பட்டைத் திருசியம்: இது மூலக்கூறுகளைக் கொண்ட வெள்ளொளிர்வுள்ள ஆவிகளால் காலப்பதும்.

உ + ம்: ஒட்சிசன். நைதரசன் மூலக்கூறுகளிலிருந்து இது பெறப்படும்.

உறிஞ்சல் திருசியம்: இது கோடாகவோ, பட்டையாகவோ அல்லது தொடர்ந்ததாகவோ இருக்கும். ஒரு குறித்த அலைநீளமுள்ள ஒளியை உறிஞ்சுவதால் இவை உண்டாகும்.

## அலகு 3

### வில்லைகள்

வரைவிலக்கணங்கள்

வளைவுமையம்: வில்லையின் மேற்பரப்பு ஒரு கோளத்தின் ஒரு பகுதியாதலினால் அக்கோளத்தின் மையம் ஆம்மேற்பரப்பின் வளைவுமையம் எனப்படும்.

தலைமை அச்சு: ஒரு வில்லையின் இரு மேற்பரப்புக்களினதும் வளைவு மையங்களை இணைக்கும் கோடு தலைமை அச்சு எனப்படும்.

ஒளியியல் மையம்: வில்லையினூடு விலகல் அற்றுச் செல்லும் ஓர் ஒளிக்கதிர் தலைமை அச்சை ஒரு புள்ளியில் வெட்டும். அப்புள்ளி ஒளியியல் மையம் எனப்படும்.

தலைமைக் குவியம்: தலைமை அச்சுக்குச் சமாந்தரமாகவும் அணித் தாகவும் செல்லும் கதிர்கள் வில்லையில் முறிவடைந்தபின் தலைமை அச்சின் ஒரு புள்ளியில் குவியும் அல்லது ஒரு புள்ளியிலிருந்து விரிவது போலத் தோற்றும். அப்புள்ளி வில்லையின் தலைமைக் குவியம் எனப்படும்.

குவியத்தூரம்: ஒளியியல் மையத்திலிருந்து தலைமைக் குவியத்துக் குள்ள தூரம் குவியத்தூரம் எனப்படும்.

இணைக்குவியங்கள்: ஒரு புள்ளிப் பொருள் O ஆனது I என்னும் புள்ளியில் மெய்விம்பத்தை உண்டாக்கின் அத் தடவ் பொருள் ஆனது Iக்குப் பரிமாறப்படிவ் விம்பமும் Oக்கு பரிமாறப்படும். இவ்வாறான புள்ளிகளை இணைக்குவியங்கள் எனப்படும்.

வில்லையினூடு முறிவு

குவிவில்லை அல்லது ஒருங்குவில்லை

1. இதன் குவியம் உண்மையானது.
2. குவியத்தாரத்துக்கு வெளியே பொருள் இருப்பின் தோற்றம் விம்பங்கள் உண்மை தலைகீழ்.
3. குவியத் தாரத்துக்குள் பொருள் இருப்பின் விம்பம் மாயம், நிமிர்ந்தது, உருப்பெருத்தது.

குழிவில்லை அல்லது விரிவில்லை

1. இதன் குவியம் மாயமானது.
2. பொருள் தலைமை அச்சின் எங்கிருப்பினும் தோற்றம் விம்பம் மாயம், நிமிர்ந்தது, உருச்சிறுத்தது.

குறிவழக்கு: புதுத் தெக்காட்டு, பழைய தெக்காட்டு இரண்டும் உபயோகிக்கப்படும்.



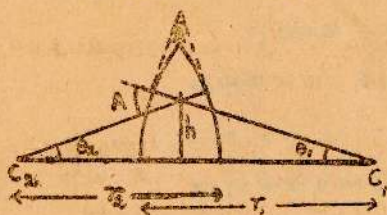
புதுத் தெக்காட்டு குறிவழக்கின்படி

- (i) குவிவில்லையின் குவியத்தூரம் நேர் (+) எனவும்
- (ii) குழிவில்லையின் குவியத்தூரம் எதிர் (-) எனவும் கொள்ளப்படும்.

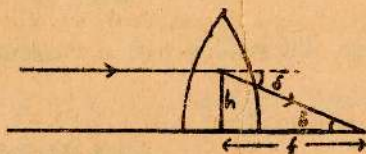
பழைய தெக்காட்டு குறிவழக்கின்படி

- (i) குவிவில்லையின் குவியத்தூரம் எதிர் (-) எனவும்
- (ii) குழிவில்லையின் குவியத்தூரம் நேர் (+) எனவும் கொள்ளப்படும்.

வில்லைச் சூத்திரங்களின்படி



படம் 12



படம் 13

படம் 12 இல்  $A = \theta_1 + \theta_2$

பு. தெ. கு. வ.

$$d = (n-1) A \text{ --- (1)}$$

$$= (n-1) (\theta_1 + \theta_2)$$

$$\theta_1 = \frac{h}{+r_1}; \theta_2 = \frac{h}{-r_2}$$

$$\therefore d = \frac{h}{+f} \text{ (படம் 13)}$$

(1) இல் இவற்றைப் பிரதியிடுக.

$$\frac{h}{f} = (n-1) \left( \frac{h}{r_1} - \frac{h}{r_2} \right)$$

$$\frac{1}{f} = (n-1) \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

பு. தெ. கு. வ.

$$d = (n-1) A \text{ --- (1)}$$

$$= (n-1) (\theta_1 + \theta_2)$$

$$\theta_1 = \frac{h}{-r_1}; \theta_2 = \frac{h}{r_2}$$

$$d = \frac{h}{-f}$$

(1) இல் இவற்றைப் பிரதியிடுக.

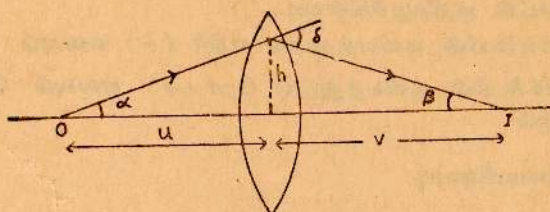
$$-\frac{h}{f} = (n-1) \left( \frac{h}{-r_1} + \frac{h}{r_2} \right)$$

$$-\frac{1}{f} = (n-1) \left( -\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

$$\frac{1}{f} = (n-1) \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

▲ இரு குறிவழக்குகளின் படியும்

$$\frac{1}{f} = (n-1) \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$



படம் 14

படம் 14 இல்  $\delta = \alpha + \beta$

பு. தே. கு. வ.

$$\delta = \frac{h}{+f}; \alpha = \frac{h}{-u}; \beta = \frac{h}{v}$$

$$\frac{h}{+f} = \frac{h}{-u} + \frac{h}{v}$$

$$\frac{1}{f} = -\frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

அதாவது  $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

ப. தே. கு. வ.

$$\delta = \frac{h}{-f}; \alpha = \frac{h}{+u}; \beta = \frac{h}{-v}$$

$$-\frac{h}{f} = \frac{h}{+u} + \frac{h}{-v}$$

$$-\frac{1}{f} = \frac{1}{u} - \frac{1}{v}$$

அதாவது  $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

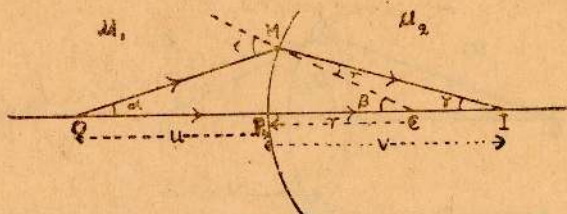
எனவே இரு குறிவழக்குகளின் படியும்

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

வளைமேற்பரப்பில் ஒளிமுறிவு

$n_2$  என்பது விம்பம் இருக்கும் ஊடகத்தின் முறிவுக்குணகம்.  $n_1$  என்பது பொருள் இருக்கும் ஊடகத்தின் முறிவுக்குணகம்  $r$  எனப் பது மேற்பரப்பின் வளைவினரை





படம் 15

$$n_1 \text{ சைன் } i = n_2 \text{ சைன் } r$$

ஆனால்  $n_1 i = n_2 r$  ( $i, r$  சிறியனவும் ஆரையன்

$$i = \alpha + \beta; r = \beta - \gamma \quad \text{களிலும் இருப்பதால்)}$$

$$\therefore n_1 (\alpha + \beta) = n_2 (\beta - \gamma)$$

பு. தெ. கு. வ.

$$n_1 \left( \frac{h}{-u} + \frac{h}{+r} \right) = n_2 \left( \frac{h}{+r} - \frac{h}{+v} \right)$$

$$n_1 \left( \frac{1}{-u} + \frac{1}{+r} \right) = n_2 \left( \frac{1}{+r} - \frac{1}{+v} \right)$$

$$-\frac{n_1}{u} + \frac{n_1}{r} = \frac{n_2}{r} - \frac{n_2}{v}$$

$$\therefore \frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{n_2 - n_1}{r}$$

ப. தெ. கு. வ.

$$n_1 \left( \frac{h}{+u} + \frac{h}{-r} \right) = n_2 \left( \frac{h}{-r} - \frac{h}{-v} \right)$$

$$\frac{n_1}{u} - \frac{n_1}{r} = -\frac{n_2}{r} + \frac{n_2}{v}$$

$$\frac{n_1}{u} - \frac{n_2}{v} = -\frac{n_2}{r} + \frac{n_1}{r}$$

$$\text{அதாவது } \frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{n_2 - n_1}{r}$$

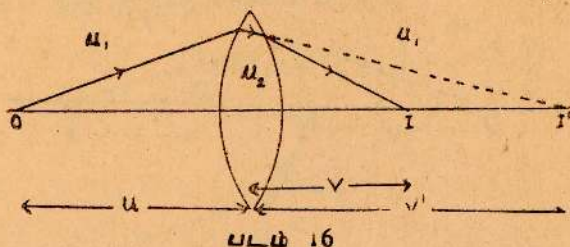
எனவே இரு குறிவழிக்குகளின் படியும்

$$\frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{n_2 - n_1}{r}$$

$n_1 = 1$ ;  $n_2 = n$  ஆயின்

$$\frac{n}{v} - \frac{1}{u} = \frac{n - 1}{r} \quad (n = 1 \text{ வளிக்கு})$$

வில்லைச் சூத்திரம்



முதலாம் மேற்பரப்பிற்கு: பொருள்  $n_1$  ஊடகத்தில் இருக்கும் பொழுது விம்பம்  $n_2$  ஊடகத்தில் இருக்கும். அப்பொழுது அவற்றின் தூரங்கள்  $u$ ,  $v'$  எனின், வளைவினாறை  $r_1$  எனில்

$$\frac{n_2}{v'} - \frac{n_1}{u} = \frac{n_2 - n_1}{r_1} \quad \text{--- (i)}$$

இரண்டாம் மேற்பரப்பிற்கு: முதலாம் மேற்பரப்பிற்கான விம்பம்,  $n_2$  ஊடகத்தில் பொருளாகவும் இறுதி விம்பம் ஊடகம்  $n_1$  இலும் தோன்றும். இரண்டாம் வளைவினாறை  $r_2$  எனில்

$$\frac{n_1}{v} - \frac{n_2}{v'} = \frac{n_1 - n_2}{r_2} \quad \text{--- (ii)}$$

(1) + (2)

$$\frac{n_1}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{n_2 - n_1}{r_1} + \frac{-(n_2 - n_1)}{r_2}$$

$$\frac{n_1}{v} - \frac{n_1}{u} = \frac{n_2 - n_1}{r_1} - \frac{n_2 - n_1}{r_2}$$

$$n_1 \left( \frac{1}{v} - \frac{1}{u} \right) = (n_2 - n_1) \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$\therefore \frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{n_2 - n_1}{n_1} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \left( \frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

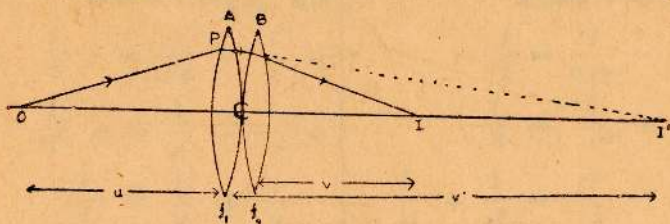
மேலும்  $u = \alpha$  ஆயின்  $v = f$

$$\therefore \frac{1}{f} = \left( \frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$\text{ஆகவே} \quad \frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$



தொடுகையில் இருக்கும் வில்லைகளின் சேர்மானக் குவியத் தூரம்



படம் 19

முதலாம் வில்லைக்கு:- பொருட்டேரம்  $u$  விம்பதூரம்  $v'$  குவியத் தூரம்  $f_1$  ஆகும்.

இரண்டாம் வில்லைக்கு:- பொருட்டேரம்  $v'$  விம்பதூரம்  $v$  குவியத் தூரம்  $f_2$  ஆகும்.

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \quad \text{என்பதில் குறிவழக்கைப் பிரதியிடுக.}$$

எனவே பு. தெ. கு. வ.

முதலாம் வில்லைக்கு

$$\begin{aligned} \frac{1}{v'} - \frac{1}{-u} &= \frac{1}{+f_1} \\ \frac{1}{v'} + \frac{1}{u} &= \frac{1}{f_1} \quad \text{--- (1)} \end{aligned}$$

இரண்டாம் வில்லைக்கு

$$\begin{aligned} \frac{1}{+v} - \frac{1}{+v'} &= \frac{1}{+f_2} \\ \frac{1}{v} - \frac{1}{v'} &= \frac{1}{f_2} \quad \text{--- (2)} \end{aligned}$$

(1) + (2)

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

ப. தெ. கு. வ.

முதலாம் வில்லைக்கு

$$\begin{aligned} \frac{1}{-v'} - \frac{1}{u} &= \frac{1}{-f_1} \\ \frac{1}{v'} + \frac{1}{u} &= \frac{1}{f_1} \quad \text{--- (1)} \end{aligned}$$

இரண்டாம் வில்லைக்கு

$$\begin{aligned} \frac{1}{-v} - \frac{1}{-v'} &= \frac{1}{-f_2} \\ -\frac{1}{v} + \frac{1}{v'} &= -\frac{1}{f_2} \quad \text{--- (2)} \end{aligned}$$

(1) - (2)

$$\begin{aligned} \frac{1}{u} + \frac{1}{v} &= \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \\ \frac{1}{v} + \frac{1}{u} &= \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \end{aligned}$$

சேர்மான குவியில்லைக்கு குவி  
யத்தூரம்  $F$  எனின்

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{-u} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{F}$$

$$\therefore \frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

சேர்மான வில்லைக்கு குவி  
யத் தூரம்  $F$  எனின்

$$-\frac{1}{v} - \frac{1}{+u} = -\frac{1}{F}$$

$$-\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = -\frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

எனவே இரு குறிவழக்குகளின் படி

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

1. நேர்கோட்டு உருப்பெருக்கம்  $m = \frac{v}{u}$

இரு குறிவழக்குகளின்படி

$$m = \frac{v}{f} - 1$$

$$\frac{1}{m} = \frac{u}{f} - 1$$

2. நியூற்றனின் குத்திரம்:  $xx_1 = f^2$

3. உண்மை விம்பத்துக்கும் பொருளுக்கும் இடையிலுள்ள அந்  
குறைந்த தூரம்  $4f$  ஆகும்.

4. இடப்பெயற்சி  $d$ , பொருளுக்கும் திரைக்கும் இடையி  
லுள்ள தூரம்  $l$ , இவை சார்பாக குவியில்லையின் குவியத்தூரம்

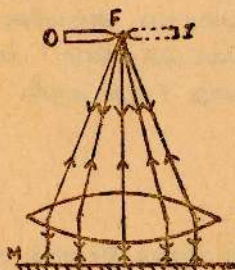
$$f = \frac{l^2 - d^2}{4l}$$

இம்முறை அணுக இயலாத வில்லைகளுக்குக் கையாளப்படும்.



வில்லுகளின் குவியத்தார்களைத் துணிதல்  
குவிவில்லை

1. தளவாடிமுறை

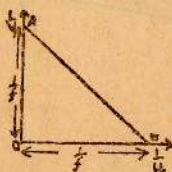


படம் 18 இல் காட்டியவாறு பொருளும் (ஊசி) விம்பமும் ஒன்றும் இடம் குவியத்தாரம்  $f$  ஐத் தரும்.

படம் 18

2.  $u$ ,  $v$  முறை; இடமாறு தோற்ற வழுவின்றி வில்லையின் இடப்பக்கத்தில் ஊசியையும், விம்பத்தைக் காணும் ஊசியை வலப்பக்கத்திலும் வைத்து பொருள் ஊசியின் விம்பத் துடன் ஒன்றும் வரை விம்பம் காணும் ஊசியைச் சரிசெய்தல் வேண்டும். அப்பொழுது  $u$ ,  $v$  ஐ அளந்து  $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$  என்னும் சூத்திரத்தில் பிரதியிட்டு  $f$  ஐத் துணிக.

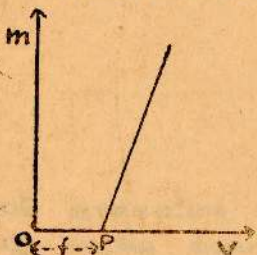
3.  $\frac{1}{v}$  ஐ  $y$  அச்சிலும்  $\frac{1}{u}$  ஐ  $x$  அச்சிலும் கொண்டு ஒரு வரைபை அமைப்பின் இரு அச்சங்களிலும் உள்ள வெட்டுத்துண்டுகள் படம் 19 இல் காட்டியவாறு  $\frac{1}{f}$  ஐத் தரும்.



படம் 19

$$f = \frac{1}{\text{வெட்டுத்துண்டு}}$$

4. உருப்பெருக்கமுறை:



$m$  ஐ  $y$  அச்சிலும்,  $v$  ஐ  $x$  அச்சிலும் கொண்டு ஒரு வரைபை அமைக்க  $x$  அச்சில் உள்ள வெட்டுத்துண்டு படம் 20 இல் காட்டியவாறு  $f$  ஐத் தரும்.

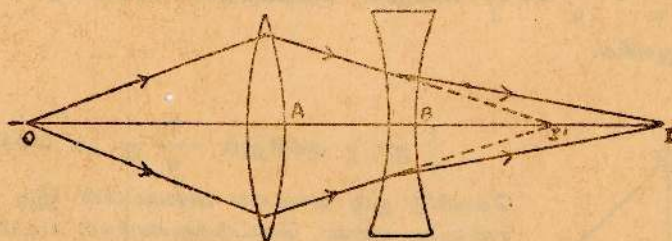
படம் 20

5. இடப்பெயற்சி முறை: இம்முறை வில்லை அணுக இயலாத நிலையில் அல்லது ஒரு குழாய்க்குள் பொருத்தப்பட்டிருப்பின் இம் முறை கையாளப்படும்.

$f = \frac{l^2 - d^2}{4l}$  என்னும் சூத்திரத்தில்  $l$  என்னும் பொருளுக்கும் திரைக்கும் இடைப்பட்ட தூரத்தையும்,  $d$  என்னும் வில்லை நகர்த்தப்படும் தூரத்தையும் பிரதியிடுவதன் மூலம்  $f$  காணப்படும்.

குழிவில்லை

1. குழிவில்லைமுறை



படம் 21

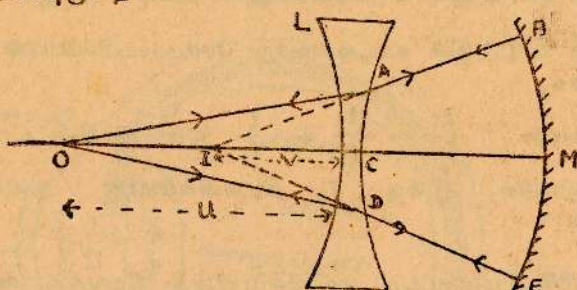
$BI'$  ஐக் காண்க.  $BI$  ஐக் காண்க:

குழிவில்லைக்கு  $BI' = u$ ,  $BI = v$

பின்பு  $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$  இல் இவற்றைப் பிரதியிட்டு  $f$  ஐக் காண்க:



2. குழிவாடிமுறை



படம் 22

படம் 22 இல் காட்டியவாறு  $u$  ஐயும்  $v$  ஐயும் காண்க.

இவற்றை  $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$  இல் பிரதியிட்டு  $f$  ஐக் காண்க:

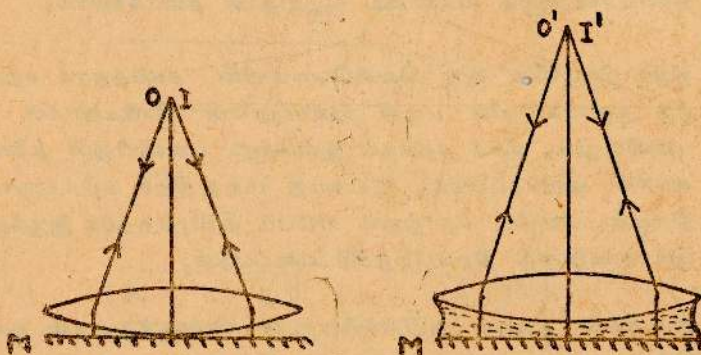
வில்லையின் முறிவுக்குணகத்தைத் துணிதல்

போயின்முறை:

இம் முறையால் வில்லையின் வளைவினாறைகளை  $r_1$  ஐ  $r_2$  ஐ கணித்தறியலாம். வில்லையின்  $f$  ஐயும் துணியலாம். இவற்றை

$\frac{1}{f} = (n - 1) \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$  என்பதில் பிரதியிட்டால்  $n$  ஐத் துணியலாம்.

சிறிதளவு திரவத்தின் முறிவுக் குணகத்தைத் துணிதல்



(a)

படம் 23

(b)

1. படம் 23 (a) இல் காட்டியவாறு வில்லையின்  $f_1$  ஐக் காண்க.
2. படம் 23 (b) இல் காட்டியவாறு சேர்மானவில்லையின்  $F$  ஐக் காண்க.

இவற்றை  $\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$  இல் பிரதியிட்டால்  $\frac{1}{f_2}$  பெறப்படும். இங்கு  $f_2$  திரவவில்லையின் குவியத்தூரம் ஆகும்.

3. போயின் முறைப்படி குவிவில்லையினது திரவத்துடன் தொடுகையிலிருந்த வளைமேற்பரப்பின் வளைவினாரை  $r$  ஐக் கணித்தறிக.

பின்பு  $\frac{1}{f_2} = (n-1) \frac{1}{r}$  இல்  $f_2$  ஐயும்  $r$  ஐயும் பிரதியிடுக; அப்பொழுது திரவத்தின்  $n$  துணியப்படும்.

வில்லைக் குறைபாடுகள்

1. கோளப் பிறழ்ச்சி: விசாலமாக அகன்ற சமாந்தர ஒளிக்கற்றை ஒரு குவிவில்லையில் படிவ் அக்கதிர்கள் தலைமை அச்சில் ஒரு புள்ளியில் குவியாது வெவ்வேறு புள்ளிகளில் குவியும். அதனால் விம்பம் திரிபுடையதாக இருக்கும். இக்குறைபாடு கோளப் பிறழ்ச்சி எனப்படும்.

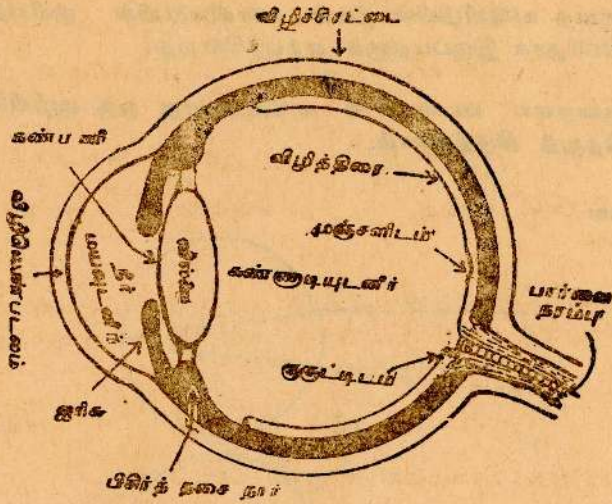
இதனை ஒரு மையத்தில் துவாரம் உள்ள ஓர் ஒளிபுகவிடாத தகடொன்றினால் வில்லையை சூழ்வதால் தவிர்க்கலாம்.

2. நிறப் பிறழ்ச்சி: ஒரு வெண்ணொளியின் சமாந்தரக் கற்றை ஒரு குவிவில்லையில் படிவ் ஒளியிலுள்ள செங்கதிர்கள் ஒரு புள்ளியிலும், நீலக் கதிர்கள் இன்னொரு புள்ளியிலும் தலைமை அச்சில் குவிக்கப்படும். இவ்வாறு மற்ற நிறக் கதிர்களுக்கும் நிகழும். எனவே தோற்றம் விம்பம் திரிபுற்றதாக இருக்கும். இஃ குறைபாடு நிறப்பிறழ்ச்சி எனப்படும்.

குவிவில்லை தகுந்த குழிவில்லையுடன் பொருத்துவதன் மூலம் இக்குறைபாட்டைத் தவிர்க்கலாம்; இச் சேர்மானம் நிறந்தராச் சேர்மானம் எனப்படும்.



கண்



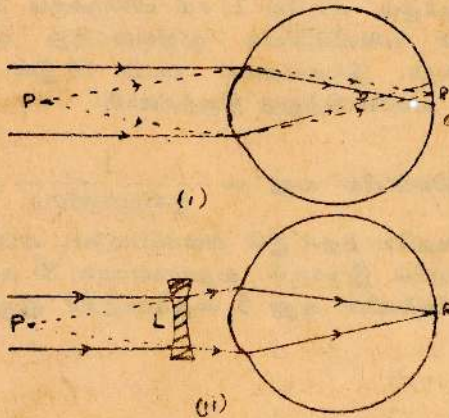
படம் 24

கண்ணின் முக்கிய பாகங்களை: (i) கண்வில்லை (ii) விழித்திரை  
(iii) ஜரிசு (iv) பிசிர்த்தசை நார்கள் (v) கண்மணி

ஒரு சாதாரண கண்ணின் அண்மைப்புள்ளி கண்ணிலிருந்து 25 சமீ. ஆகும். இது தெளிவுப்பார்வை இழிவுத்தாரம் எனப்படும். அதன் செய்மைப்புள்ளி முடிவிலி ஆகும்.

கண்ணின் குறைபாடுகள்

குறும்பார்வை

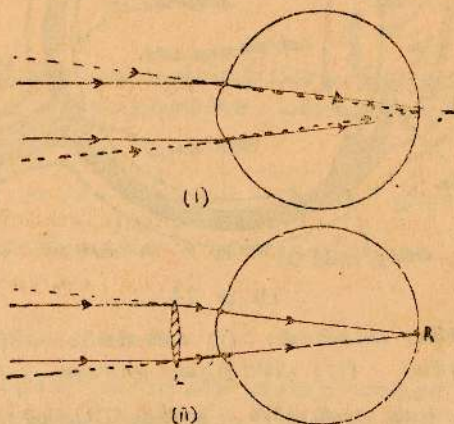


படம் 25

இக்குறை கண்விழியின் நீளம் கண்வில்லையின் குவியத்தூரத் திலும் பெரிதாக இருப்பதனால் ஏற்படுகின்றது.

இக்குறையை படம் 25 ல் காட்டியவாறு ஒரு குழிவில்லையை உபயோகித்துத் திருத்தலாம்.

நீள்பார்வை



படம் 26

இக்குறை கண்விழியின் நீளம் குறுகி இருப்பதனால் ஏற்படும். அத்துடன் இதன் அண்மைப் புள்ளியாவது 25 சமீ. இலும் பார்க்கக் கூடுதலாக இருக்கும். எனவே 25 சமீ. யிலிருக்கும் பொருளிலிருந்து வரும் கதிர்கள் கண்வில்லையில் முறிவடைந்து விழித்திரைக்குப் பின்னால் குவியும். இக்குறையை படம் 26 இல் காட்டியவாறு குவிவில்லையை உபயோகித்துத் திருத்தலாம்.

மேலும் வில்லையின் வலு =  $\frac{1}{\text{குவியத்தூரம்}}$  இனால் தரப்

படும். வலு தையொத்தர் இல் அளக்கப்படும். அப்பொழுது குவி யத்தூரம் மீற்றரில் இருக்கும். உதாரணமாக 20 சமீ குவியத்தூர முடைய குவிவில்லையின் வலு 5 தையொத்தர் ஆகும்.



## அலகு 4

### ஒளியியற் கருவிகள்

பார்வைக் கோணம்:

ஒரு பொருள் கண்ணில் எதிரமைக்கும் கோணம் பார்வைக் கோணம் எனப்படும்.

கோண உருப்பெருக்கம்:

ஒளியியற் கருவிகளில் இறுதி விம்பம் கண்ணில் எதிரமைக்கும் கோணத்துக்கும் பொருள் வெற்றுக் கண்ணில் எதிரமைக்கும் கோணத்துக்கும் உள்ள விகிதம் கோண உருப்பெருக்கம் எனப்படும்.

அதாவது

$$M = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{\text{இறுதிவிம்பம் கண்ணில் எதிரமைக்கும் கோணம்}}{\text{பொருள் வெற்றுக்கண்ணில் எதிரமைக்கும் கோணம்}}$$

எளிய நுணுக்குக்காட்டி:

இது ஒரு குறுகிய குவியத்தூரம் உடைய குவிவிலையைக் கொண்டிருக்கிறது.

விம்பம் தெளிவுப்பார்வை இழிவுத்தூரத்தில் இருப்பின் அதாவது D இல் இருப்பின்

$$\text{உருப்பெருக்கவலு } M = 1 + \frac{D}{f} \text{ இனால் தரப்படும்.}$$

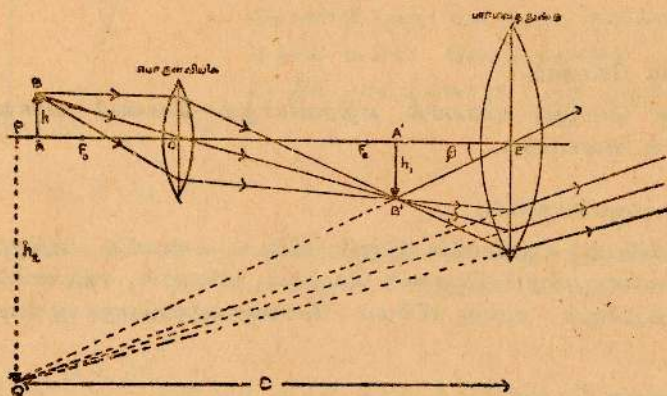
விம்பம் முடிவிலையில் இருப்பின் உருப்பெருக்கவலு  $M = \frac{D}{f}$  இனால் தரப்படும்.

கூட்டு நுணுக்குக்காட்டி

இது இரு குவிவிலைகளைக் கொண்டிருக்கிறது. இரண்டினதும் குவியத்தூரங்கள் மிகக் குறுகியன. இதில் ஒன்று பொருள்விலையை மற்றது பார்வைத்துண்டு. பொருள்விலையின் குவியத்தூரம் பார்வைத்துண்டினதிலும் சிறிதாக இருக்கும்.

கூட்டு நுணுக்குக்காட்டியை ஒழுங்குபடுத்தல்

இயல்பான செம்மைச் செய்கையில் அதாவது இறுதிவிம்பம் D இல் அல்லது 25 சமீ. தூரத்தில் பார்வைத்துண்டிலிருந்து தோற்றச் செய்தலாகும் ( $D = 25$  சமீ.).



படம் 27

உருப்பெருக்கவலு

D இலிருக்கும் இறுதிவிம்பம் கண்ணில் எதிரமைக்கும் கோணம் D இல் பொருள் இருக்கும்பொழுது கண்ணில் எதிரமைக்கும் கோணம்

$$M = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{h_2}{D} / \frac{h}{D} = \frac{h_2}{h}$$

$$M = \frac{h_2}{h_1} \times \frac{h_1}{h}$$

$$= M_o \times M_e \left( \begin{array}{l} M_o \equiv \text{உருப்பெருக்கம் பார்வைத்துண்டில்} \\ M_e \equiv \text{பொருள்விலையில்} \end{array} \right)$$

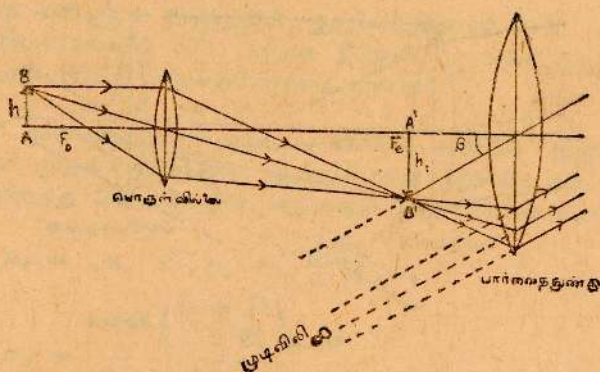
$$M_o = \left( 1 + \frac{D}{f_o} \right) \quad \text{இங்கு பார்வைத்துண்டு எளிய நுணுக்குக் காட்டிபோல் தொழிற்படும்,}$$

$$M_e = \left( \frac{v}{f_e} - 1 \right)$$

$$\Delta M = \left( 1 + \frac{D}{f_o} \right) \left( \frac{v}{f_e} - 1 \right) \quad \text{இது இரு குறிவழக்குகளுக்கும் பொருந்தும்.}$$



விம்பம் முடிவிலியில் இருப்பின்



படம் 28

$$M = \left( \frac{V}{f_0} - 1 \right) \left( \frac{D}{f_0} \right)$$

இச்சூத்திரங்களில்  $M$  ஐக் காண்பதற்கு  $V, f_0, D, f_0$  எவ்வளவு வற்றின் எண்பெறுமானங்களையே பிரதியிடல் வேண்டும்.

கண்வளையம்

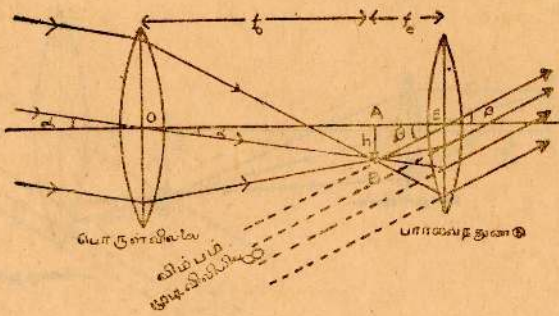
பொருள் வில்கையினது பார்வைத் துண்டுக்கூடாது நோக்கும் பொழுது தோற்றம் விம்பத்தின் நிலை கண்வளையம் எனப்படும்.

தொலைகாட்டிகள்

இவை தூரப்பொருள்களைப் பார்க்க உபயோகிக்கப்படும்.

1. வானியல் தொலைகாட்டி இயல்பான செம்மைச் செய்கையில்

இது இரு குவிவில்களைக் கொண்டுள்ளது. பொருள் வில்கை நீளமான குவியத்தாரத்தையும் பார்வைத்துண்டு குறுகிய குவியத்தாரத்தையும் உடையன. இதன் இறுதிவிம்பம் முடிவிலியில் இருப்பின் இத்தொலைகாட்டி இயல்பான செம்மைச் செய்கையில் சரிசெய்யப்பட்டதெனக் கொள்ளப்படும்.



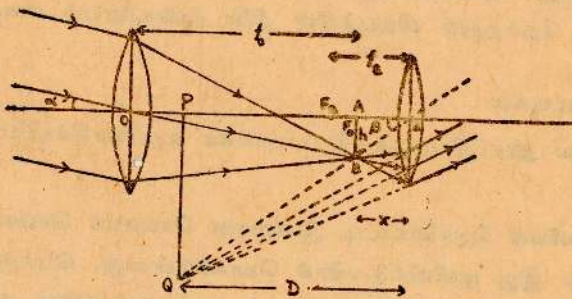
படம் 29

கோண உருப்பெருக்கம்  $M = \frac{f_o}{f_e}$

மேலும்  $M = \frac{\text{பொருள் வில்லையின் விட்டம்}}{\text{கண்வளையத்தின் விட்டம்}}$

இங்கு வில்லைகளுக்கிடையேயுள்ள தூரம்  $= f_o + f_e$

2. இறுதி விம்பம் அண்மைப் புள்ளியில்

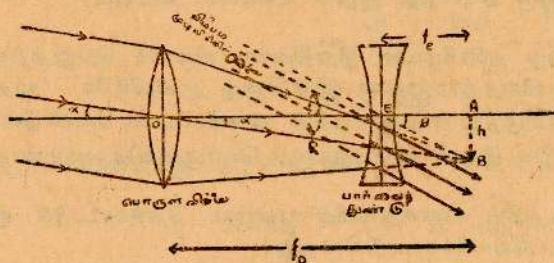


படம் 30

இங்கு  $M = \frac{f_o}{f_e} \left( 1 + \frac{f_e}{D} \right)$



1. கலிஸியோவின் தொலைகாட்டி இறுதிநிம்பம் முடிவிலியில்



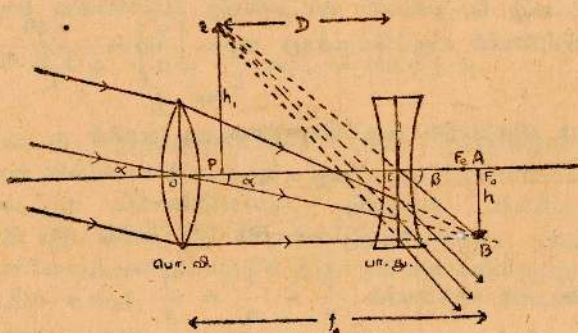
படம் 31

இது நீளமான குவியத்தாரமுடைய குவிவிலையை பொருள் வில்லையாகவும் குறுகிய குவியத்தாரமுடைய குழிவிலையை பார்வைத்துண்டாகவும் கொண்டுள்ளது.

இக்கு விலைகளுக்கிடையேயுள்ள தூரம்  $= f_o - f_e$ .

கோண உருப்பெருக்கம்  $M = \frac{f_o}{f_e}$ .

2. இறுதிநிம்பம் அண்மைப்புள்ளியில்



படம் 32

கோண உருப்பெருக்கம்  $M = \frac{f_o}{f_e} \left( 1 - \frac{f_e}{D} \right)$

உத்திக் கணக்குகள்

1. ஒரு பொருள் 10 சமீ. குவியத்தாரமுள்ள குவிவிலையின் குந்து 40 சமீ. தூரத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளது.

(i) ஒரு நிமிர்ந்த இறுதி உண்மை விம்பம்

(ii) ஒரு தலைகீழான இறுதிமாய விம்பம் பெறுதற்கு 50 சமீ. குவிவத்தூரமுள்ள இன்னொரு குவிவில்லை முதல் வில்லையிலிருந்து எத்தூரத்தில் வைக்கப்பட வேண்டும்?

(இரு இறுதி விம்பங்களும் பொருளளவு பருமன் உடையன)

குறிப்பு: உத்திக் கணக்குகளில் பழைய தெக்காட்டுக் குறிவழக்கு உபயோகிக்கப்படுகின்றது.

1. முதல் வில்லைக்கு  $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{+40} = -\frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{v} = -\frac{1}{10} + \frac{1}{40}$$

$$= \frac{-4 + 1}{40}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{-3}{40}, \therefore v = \frac{-40}{3} \text{ சமீ}$$

முதல் வில்லையில் உருப்பெருக்கம்  $m_1 = \left| \frac{v}{u} \right| = \frac{40}{3 \times 40}$

$$= \frac{1}{3}$$

இரண்டாம் வில்லையில் உருப்பெருக்கம்  $m_2$  எனின்

$$m_1 \times m_2 = 1$$

$$\frac{1}{3} \times m_2 = 1; \therefore m_2 = 3$$

இரண்டாம் வில்லையில்  $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

$$-\frac{1}{3u} - \frac{1}{u} = -\frac{1}{50}$$

$$\frac{1}{3u} + \frac{1}{u} = \frac{1}{50}$$

$$\frac{1+3}{3u} = \frac{1}{50}; 3u = 200$$

$$\therefore u = \frac{200}{3}$$



ஃ. இரு வில்லைகளுக்கு இடையிலுள்ள தூரம்

$$= \frac{40}{3} + \frac{200}{3} = \frac{240}{3}$$

$$= 80 \text{ சமீ.}$$

(ii) இரண்டாம் வில்லைக்கு  $m_1 \times m_2 = 1$

$$\frac{1}{3} \times m_2 = 1 \quad \text{ஃ} \quad m_2 = 3$$

$$\text{ஃ} \quad v = 3u$$

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}; \quad + \frac{1}{3u} - \frac{1}{u} = -\frac{1}{50}$$

$$\frac{1-3}{3u} = -\frac{1}{50}$$

$$\frac{-2}{3u} = -\frac{1}{50}; \quad 3u = 100$$

$$u = \frac{100}{3}$$

முதலாம் வில்லைக்கும் இரண்டாம் வில்லைக்கும் இடைப்பட்ட

$$\text{தூரம்} \quad \frac{40}{3} + \frac{100}{3} = \frac{140}{3} \text{ சமீ.} = 46.7 \text{ சமீ.}$$

2. ஒரு கூட்டு நுணுக்குக்காட்டி 2 சமீ. குவியத்தூரமுடைய பொருள் வில்லையையும் 5 சமீ. குவியத்தூரமுடைய பார்வைத் துண்டையும் கொண்டுள்ளது. பொருள் வில்லையிலிருந்து 2.2 சமீ. தூரத்தில் ஒரு பொருள் இருக்கின்றது. இறுதி விம்பம் பார்வைத்துண்டுக்கருகில் இருக்கும் கண்ணிலிருந்து 25 சமீ. தூரத்தில் உளது.

(i) வில்லைகளுக்கிடையிலுள்ள தூரத்தையும்

(ii) கோண உருப்பெருக்கத்தையும். தெளிவுப்பார்வை இழிவுத் தூரம் 25 சமீ. எனின் கண் இருக்கத்தக்க சிறந்த நிலையையும் காண்க.

$$\text{பொருள் வில்லைக்கு} \quad \frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{2.2} = -\frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{2 \cdot 2} - \frac{1}{2} = \frac{1 - 1 \cdot 1}{2 \cdot 2} = \frac{0 \cdot 1}{2 \cdot 2}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{22}; \therefore v = 22 \text{ சமீ.}$$

பார்வைத்துண்டுக்கு  $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

$$\frac{1}{25} - \frac{1}{u} = -\frac{1}{5}; \quad \frac{u - 25}{25u} = -\frac{1}{5}$$

$$5u - 125 = -25u$$

$$\therefore 30u = 125$$

$$u = \frac{125}{30} = \frac{25}{6} = 4\frac{1}{6} \text{ சமீ.}$$

பொருள் விலகிக்கும் பார்வைத்துண்டுக்கும் இடைப்பட்ட தூரம்

$$22 + 4\frac{1}{6} = 26\frac{1}{6} \text{ சமீ.} = 26.2 \text{ சமீ.}$$

கோண உருப்பெருக்கம் =  $m_o \times m_e$

$$= \frac{22}{2 \cdot 2} \times \frac{25}{25} \times 6 = 10 \times 6$$

$$= 60$$

கண்ணையம்: பார்வைத்துண்டுக்கு  $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

பொருள் விலகியானது பார்வைத்துண்டிலிருந்து  $26\frac{1}{6}$  சமீ. இது இருக்கின்றது.

$$\therefore u = \frac{+157}{6} \text{ சமீ.}$$

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{v} - \frac{6}{157} = -\frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{6}{157} - \frac{1}{5} = \frac{30 - 157}{785} = -\frac{127}{785}$$

$$\therefore v = \frac{-785}{127} = -6.2 \text{ சமீ.}$$

கண்ணையம் பார்வைத்துண்டிலிருந்து  $6.2$  சமீ இது உள்ளது.



3: (a) ஒரு கண்ணாடி அரியத்தின் முறிவுக்குணகம் 1.5, அதன் அரியக்கோணம்  $60^\circ$ . அரியம் நீரினால் சூழப்பட்டிருப்பின் அதன் இழிவு விலகற்கோணம் என்ன?

(b) 1.5 முறிவுக்குணகம் உடைய அரியம் வளியில் இருப்பின் ஒளி முதல் முகத்தில் முறிவுபெற்று இரண்டாம் முகத்திலிருந்து வெளியேறின அதிகூடிய அரியக்கோணம் என்ன?

$$(u) \quad {}_w n_g = {}_w n_a \times {}_a n_g = \frac{1.5}{1.33}$$

$${}_w n_g = \frac{\text{சைன்} \left( \frac{A + D}{2} \right)}{\text{சைன்} \frac{A}{2}}$$

$$\frac{1.5}{1.33} = \frac{\text{சைன்} \left( \frac{A + D}{2} \right)}{\text{சைன்} 30^\circ}$$

$$\frac{1.5}{1.33} \times 0.5 = \text{சைன்} \left( \frac{A + D}{2} \right)$$

$$\text{அதாவது சைன்} \left( \frac{A + D}{2} \right) = \frac{0.75}{1.33} = \frac{75}{133} = 0.5639$$

$$\frac{60^\circ + D}{2} = 34^\circ 20'$$

$$60^\circ + D = 68^\circ 40'$$

$$D = 68^\circ 40' - 60^\circ = 8^\circ 40'$$

(b) இச் சந்தர்ப்பத்தில் படுகதிர் முதலாம் முகத்தில் மருவியும் வெளிப்படுகதிர் இரண்டாம் முகத்தில் மருவியும் செல்லும்

$$\therefore A = 2c$$

$$\text{முதல் முகத்தில் } {}_a n_g = \frac{1}{\text{சைன் } c}$$

$$1.5 = \frac{1}{\text{சைன் } c}$$

$$\therefore \text{சைன் } c = \frac{1}{1.5} = \frac{10}{15} = 0.6666$$

$$c = 41^\circ 49'$$

$$A = 2c = 2 \times 41^\circ 49' = 83^\circ 38'$$

4. ஒரு வானியல் தொலைகாட்டியின் பொருள் வில்லையின் குவியத்தூரம் 80 சமீ. அதன் பார்வைத்துண்டின் குவியத்தூரம் 5 சமீ. ஒரு தூரப்பொருளை பார்வைத்துண்டுக் கருகிலுள்ள கண்ணால் நோக்கும்பொழுது இறுதி விம்பம் பார்வைத்துண்டிலிருந்து 25 சமீ. யில் தோற்றின் கோண உருப்பெருக்கம் என்ன? கண்ணின் சிறந்த நிலை என்ன?

$$\begin{aligned}\text{கோண உருப்பெருக்கம் } M &= \frac{f_o}{f_e} \left( 1 + \frac{f_o}{D} \right) \\ &= \frac{80}{5} \left( 1 + \frac{5}{25} \right) = 16 \times \frac{30}{25} \\ &= \frac{16 \times 6}{5} = \frac{96}{5} = 19.2\end{aligned}$$

$$\therefore M = 19.2$$

கண்ணின் சிறந்த நிலையைக் கணித்தல்

$$\text{பார்வைத்துண்டுக்கு } \frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{25} - \frac{1}{u} = -\frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{u} = \frac{1}{25} + \frac{1}{5} = \frac{1+5}{25} = +\frac{6}{25}$$

$$\therefore u = +\frac{25}{6} = +4\frac{1}{6}$$

$\therefore$  பொருளிலில்லை பார்வைத்துண்டிலிருந்து  $80 + 4\frac{1}{6} = 84\frac{1}{6}$  சமீ. தூரத்தில் உளது. இதன் விம்பம்  $v$  உல் இரும்பின்

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{84\frac{1}{6}} = -\frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{6}{505} - \frac{1}{5} = \frac{6-101}{505} = -\frac{95}{505}$$

$$v = -\frac{505}{95} = -\frac{101}{19} = -5.3 \text{ சமீ.}$$

$\therefore$  கண்ணையம் பார்வைத்துண்டிலிருந்து 5.3 சமீ; தூரத்தில் அதற்கு வலப்பக்கத்தில் இருக்கின்றது.



## அலகு 5

### அலை இயக்கம்

அடிப்படை மட்டத்தில் அலைகள் இரு பிரிவுகளாக வகுக்கப்படும். (1) பொறிமுறை அலைகள்

(2) மின்காந்த அலைகள்

#### பொறிமுறை அலைகள்

- (a) நீர் அலைகள்
- (b) ஒலி அலைகள்
- (c) சுருளி விற்களில் ஏற்படும் அலைகள்
- (d) ஈர்க்கப்பட்ட இழைகளில் ஏற்படும் அலைகள்
- (e) புவி நடுக்கத்தால் ஏற்படும் அலைகள்

#### மின்காந்த அலைகள்

- (a) இரேடியோ அலைகள்
- (b) இராடார் அலைகள்
- (c) செந்நிறக் கீழ்க் கதிர் அலைகள் அல்லது வெப்ப அலைகள்
- (d) ஒளி அலைகள்
- (e) ஊதா கடந்த அலைகள்
- (f) X கதிர் அலைகள்
- (g) γ கதிர் அலைகள்

அலைகளின் தன்மைகள்

பொறிமுறை அலைகள்

- (i) திரவிய ஊடகத்தில் ஒரு குழப்பத்தை ஏற்படுத்துவதால் உண்டாகும்.
- (ii) செல்லுவதற்கு ஒரு திரவிய ஊடகம் தேவைப்படும்.
- (iii) ஊடகம் முழுமையாக நகர்வதில்லை. ஆயினும் ஊடகத்தின் வெவ்வேறு பகுதிகள் தொடர்பு அசைவுகள் உடையனவாக இருக்கும்.

மின்காந்த அலைகள்

- (i) மின் காந்தப்புலத்தில் குழப்பத்தை ஏற்படுத்துவதால் உண்டாகும்.
- (ii) வெற்றிடத்தில் செல்லும். அத்துடன் சில திரவிய ஊடகங்களிலும் செல்லும்.

(iii) மின் அல்லது காந்தப்புல வெளிகளில் செல்லும்பொழுது சென்றதாக அடையாளம் அல்லது குறிகள் காணப்படுவதில்லை.

விருத்தி அலை: ஓர் அலையின் முகம் தொடர்ச்சியாக முன்னேறிக் கொண்டுபோகும். இத்தகைய அலை விருத்திஅலை எனப்படும்.

நீள்பக்க அலை: அலை செல்லும் திசையின் வழியே ஊடகத்தின் துணிக்கைகள் அதிரின் அது நீள்பக்கஅலை எனப்படும்..

குறுக்கலை: அலை செல்லும் திசைக்குச் செங்குத்தாக ஊடகத்தின் துணிக்கைகள் அதிரின் அது குறுக்கலை எனப்படும்.

நீள்பக்க அலை

குறுக்கலை

1. ஒலி அலை

1. மின் காந்த அலைகள்

2. ஈர்க்கப்பட்ட இழைகளை நீள் பக்கமாக அருட்டும் பொழுது ஏற்படும் அலை இயக்கம்

2. நீர் அலைகள்

3. ஈர்க்கப்பட்ட இழைகளை செங்குத்தாக அருட்டும் பொழுது ஏற்படும் அலை இயக்கம்

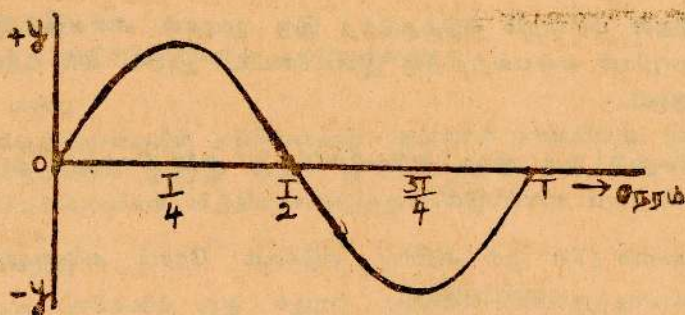
எளிய இசை இயக்கம்

இயக்கங்களுள் மிக எளியது எளிய இசை இயக்கம் ஆகும். மேற்கூறிய இரு அலைகளிலும் உள்ள ஊடகத் துணிக்கைகள் எளிய இசை இயக்கங்களை உடையனவாக அதிரும்.

ஒலி அலைகள்

இது ஊடகத்திற்குடாக செல்லும்: வெற்றிடத்துக்குடாக செல்லமாட்டாது. ஒலி வளிக்கூடாக அல்லது ஓர் ஊடகத்துக் கூடாக செல்லும்பொழுது ஒவ்வொரு படையும் ஒரே அதிர்வெண்ணில் எளிய இசை இயக்கத்துடன் அதிரும். ஒரு குறித்த நேரத்தில் படையளின் இடப்பெயற்சி எளிய இசை மாறலை பின்பற்றும்; எனவே இத்தகைய மாறலை ஒரு சைன் வரையியினால் காட்டலாம்: இடப்பெயற்சிக்கும் நேரத்துக்கும் உள்ள மாறல் படம் 33 இல் காட்டியவாறு அமையும்.





படம் 33

ஒர் எளிய இசை இயக்கத்தின் சமன்பாடு  $y = a \sin \omega t$  ஆகும். இங்கு 'a' வீச்சத்தையும், t நேரத்தையும், y இடப் பெயற்சியையும் குறிக்கும்.

ஒலி அலை வளியினூடு செல்லும்பொழுது வளிப்படை நெருக்கலையும் தொடர்ந்து ஐதாக்கலையும் கொண்டதாக ஒரு தொடரில் செல்லும். நெருக்கல் உயர் அழுக்கத்தையும் ஐதாக்கல் தாழ் அழுக்கத்தையும் உடையதாக இருக்கும். அழுக்கத்துக்கும் தூரத்தக்கும் ஒரு வரைபு அமைக்கப்படின அதாவது சைன் வளையிபோல் அமையும். வளிப்படை முடிகள் நெருக்கலையும் தாழ்க்கை ஐதாக்கலையும் குறிக்கும்.

அழுக்கம் அதி உயர்வாக அல்லது அதி குறைவாக இருக்கும் பொழுது இடப்பெயர்ச்சி பூச்சியமாக இருக்கும்.

சில வரைவிலக்கணங்கள்

1. வீச்சம் (a): சராசரி ஒய்வுநிலையிலிருந்து அதிரும் பொருளின் அதிகுடிய இடப்பெயற்சி வீச்சம் எனப்படும்.
2. வட்டம்: ஒரு முழுமையான அங்குமிங்கும் அலைதலின் இயக்கம் வட்டம் எனப்படும்.
3. அதிர்வெண் (f): ஒரு செக்கனில் ஏற்படும் அதிர்வுகளின் எண்ணிக்கை அதிர்வெண் எனப்படும்.
4. அலைநீளம் ( $\lambda$ ): அலை இயக்கத்தின்போது அடுத்தடுத்துள்ள ஒத்த அவததையிலுள்ள இரு துணிக்கைகளுக்கிடையிட்ட தூரம் அலை நீளம்

இதன் பிரகாரம் அடுத்தடுத்த இரு முழுகள் அல்லது இரு தாழிகள் என்பவற்றிற்கு இடைப்பட்ட தூரம் அலை நீளம் ஆகும்.

மேலும் ஒரு முழு அதிர்வின்போது அலை செல்லும் தூரம் அலைநீளம் எனப்படும்.

அலைவுகாலம் (T), ஓர் அதிர்வு எடுக்கும் நேரம் அலைவுகாலம் எனப்படும்.

வேகம் (v), அதிர்வெண் (f), அலைநீளம் ( $\lambda$ ) இவற்றிடையே யுள்ள தொடர்பு

$$1 \text{ செக்கனில் அலைசெல்லும் தூரம்} = v$$

$$1 \text{ செக்கனில் செல்லும் அலைகளின் எண்ணிக்கை} = f$$

$$1 \text{ அலையின் நீளம்} = \lambda$$

$$\Delta \quad 1 \text{ செக்கனில் செல்லும் அலைகளின் மொத்த நீளம்} = f \cdot \lambda$$

$$\Delta \quad \text{எனவே } v = f \lambda$$

$$\text{மேலும் } f = \frac{1}{T} \text{ அல்லது } T = \frac{1}{f}$$

ஒலியின் சிறப்பியல்புகள், குணங்கள், வேகம்

ஒலி ஆனது சுரம், சத்தம் என இரு பிரிவுகளாக உளது.

சுரம் இனிமையான உணர்வுடையது. ஒழுங்கான நேர இடைகளில் தொடரும்.

சத்தம் இனிமையற்றது. ஒழுங்கற்ற நேர இடைகளில் தொடரும். சடுதியாக உரப்பு ஏறும் அல்லது இறங்கும்.

சுரத்தின் சிறப்பியல்புகள்

(i) உரப்பு அல்லது செறிவு (ii) சுருதி (iii) பண்பு

(i) உரப்பு அல்லது செறிவு

அதிர்வினது வீச்சத்தின் வார்க்கத்திலும், குழப்பப்படும் வளியின் திணிவிலும் தங்கியுள்ளது. அத்துடன் ஊடகத்தின் அடர்த்தி உயர்வாயின் உரப்பும் உயர்வாகும். ஒலி முதலிடத்தின் பரப்பும் பெரிதாயின் உரப்பும் பெரிதாகும்.



(ii) சுருதி

இது அதிர்வெண்ணில் தங்கியுள்ளது.

(iii) பண்பு

மேற்றொளிகளில் தங்கியுள்ளது. ஆதலால் வெவ்வேறு இசைக் கருவிகளில் இருந்து வரும் ஒரே சுரத்தினை வித்தியாசமான மேற்றொளிகள் வித்தியாசப்படுத்தும்.

ஒலிச்செறிவு

ஒரு செக்களில் ஒரு சதுரப் பரப்பில் செங்குத்தாகப்படும் ஒலிச்சத்தி செறிவு எனப்படும்.

ஒலித் தெறிப்பு

ஒளியைப்போல் ஒலியும் மேற்பரப்புகளில் படும் பொழுது தெறிப்பு விதிகளுக்கமைய தெறிக்கின்றது. எதிரொலி இதற்கு ஒரு எடுத்துக்காட்டாகும். இதனை உபயோகித்து ஒலியின் வேகத்தையும் கடலின் ஆழத்தையும் துணியலாம்.

ஒலி முறிவு

ஒளியைப்போல் ஒலியும் ஓர் ஊடகத்திலிருந்து இன்னோர் ஊடகத்துக்கு நுழையும்பொழுது முறிவடையும். ஒலியின் வேகம் மாறுவதால் முறிவு நிகழ்கின்றது.

$$1^{n_2} = \frac{(1) \text{ இல் ஒலியின் வேகம்}}{(2) \text{ இல் ஒலியின் வேகம்}}$$

குறிப்பு

ஒலியின் வேகம் குறைகின்ற ஊடகங்கள் ஒலி - அடர் ஊடகங்கள் எனவும் ஒலியின் வேகம் கூடுகின்ற ஊடகங்கள் ஒலி - ஐது ஊடகங்கள் எனவும் கொள்ளப்படும்.

வளி - கண்ணாடியை எடுத்துக்கொண்டால் வளி ஓர் ஒலி - அடர் ஊடகம் எனவும் கண்ணாடி ஓர் ஒலி - ஐது ஊடகம் எனவும் கொள்ளப்படும். ஏனெனில் வளியிலும் பார்க்கக் கண்ணாடியில் ஒலியின் வேகம் கூடுதலாக இருக்கும்.

இது ஒளியியல் முறிவுக்கு முற்றாக மாறானதாகும். எனவே ஒலி வளியில் இருந்து கண்ணாடிக்குள் செல்லின் செல்வனை விவசி முறிவடையும்.

ஒலியின் வேகம்

$$V = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \text{ இதை தரப்படும்.}$$

V ஒலியின் வேகத்தையும், E மீள் தன்மைக் குணகத்தையும்  $\rho$  அடர்த்தியையும் குறிக்கும்.

திண்மத்திக்கு — E ஆனது யங்கின் குணகம் ஆகும்.

திரவத்துக்கு — E ஆனது மீள் தன்மைக் கனவளவுக் குணகம்

வாயுவுக்கு — E ஆனது மீள் தன்மைக் கனவளவுக் குணகம்

மேலும் வாயுவில் ஒலியின் வேகம் இலப்பிளாசின் திருத்தத் தின்படி

$$V = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho}} \text{ இதை தரப்படும்.}$$

$p$  அழுக்கத்தையும்,  $\rho$  அடர்த்தியையும்,  $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$  ஐ யும் குறிக்கும்.

வளியில் அல்லது வாயுவில் ஒலியின் வேகத்தைப் பாதிக்கும் காரணிகள்

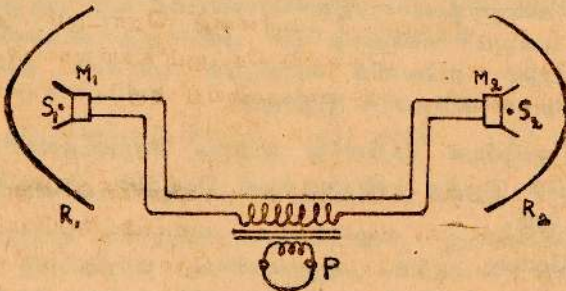
(i) வேகம் அழுக்கத்தில் தங்குவதில்லை.

(ii) வேகம்  $v \propto \sqrt{T}$ ; அதாவது தனிமவப்பநிலையின் வர்க்கமூலத்துக்கு நேர்விகித சமம்

(iii)  $v \propto \frac{1}{\sqrt{\rho}}$  அதாவது அடர்த்தியின் வர்க்கமூலத்துக்கு நேர் மாறு விகித சமம்.

(iv) வேகம் ஈரப்பதனில் தங்கியுள்ளது; ஈர வளியில் ஒலியின் வேகமானது உலர் வளியிலும் கூடுதலாக இருக்கும்.

கயாதின வளியில் ஒலியின் வேகத்தைத் துணிதல் (எப்பின் முறை)





எப்பின் முறையால் படம் 38 இல் காட்டியவாறு ஒலியின் வேகத்தைத் துணிதற்கு,  $M_1, M_2$  என்பன இரு நுணுக்குப்பண்ணிகள்.  $P$  என்பது ஒரு தொலைப்பணி.  $S_1$  என்பது  $R_1$  இன் குவியம், அதில் வைக்கப்பட்டுள்ள ஓர் ஒலிமுதலும்  $R_1$  உம்  $M_1$  உம் அடுத்தடுத்த தாழ் வொலிகள்  $P$  க்குடாக கேட்கத்தக்க வகையில் நகர்த்தப்படும். அப்பொழுது அடுத்தடுத்த இரு தாழ்வொலிகள் கேட்கப்படும்போது,  $R_1$  இன் நிலைகளுக்கிடைப்பட்ட தூரம் அலைநீளம்  $\lambda$  வைத் தரும். ஒலிமுதலின் அதிர்வெண்  $f$  எனின் வேகம்  $v$  ஆனது  $v = f\lambda$  இனால் தரப்படும்.

## அலகு 6

அடிப்புக்கள், வலிந்த அதிர்வு, ரிஷி. அதிர்வெண் துணிதல்

அடிப்புக்கள்

ஏறத்தாழ சமமான அதிர்வெண்களையுடைய இரு சுரங்கள் ஒன்றாக ஒலிக்கும்பொழுது மாறிமாறி ஏறி இறங்கும் ஒரு வீளையுள் ஒலி கேட்கப்படும். ஒழுங்கான நேர இடைகளில் கேட்கப்படும் ஒலியின் இத்தகைய ஏற்ற இறக்கத் தோற்றப்பாடு அடிப்புக்கள் எனப்படும்.

ஒரு செக்கனில் கேட்கும் அடிப்புக்களின் எண்ணிக்கை ஒலிக்கும் பொருள்களின் அதிர்வெண்களின் வித்தியாசமாகும். உதாரணமாக ஒரு பொருள் 256 அதிர்வெண்ணை உடையதென்றும் மற்றது 260 உடையதென்றும் கொள்ளின், அவை ஒன்றாக ஒலிக்கும் பொழுது கேட்கும் அடிப்புக்கள்  $(260 - 256) = 4$  ஆகும்.

மேலும் ஓர் அடிப்பு ஓர் உயர்வைத் தொடரும் தாழ்வைக் கொண்டுள்ளதால் ஒரு செக்கனில் கேட்கும் உயர்வுகளின் எண்ணிக்கையும் அடிப்புக்களின் எண்ணிக்கையைத் தரும்.

கட்டில்லாத அதிர்வு

ஒவ்வொரு அதிரும் பொருளும் ஒரு விசையால் அசுட்டப்படும் பொழுது அதிரும். அவ்விசை அகற்றப்பட்டபின் அப்பொருள் தனக்குச் சொந்தமான அதிர்வெண்ணுடன் தொடர்ந்து அதிரும். இது கட்டில்லாத அதிர்வு எனப்படும்.

## வலிந்த அதிர்வு

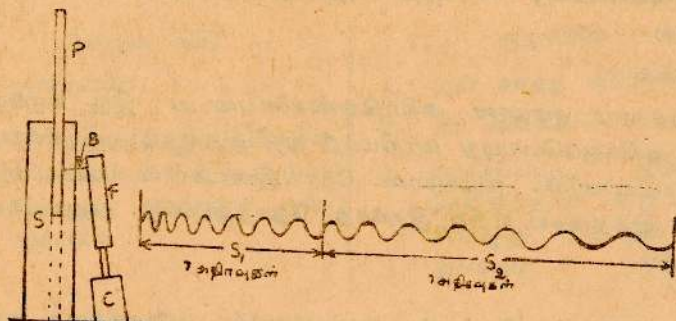
வித்தியாசமான அதிர்வெண்களையுடைய பொருள்களுள் ஒன்றை அதிரச் செய்து மற்றதன் மீது அழுத்தி வைத்திருப்பின் அப்பொருளும் அதிரும். இத்தகைய அதிர்வு வலிந்த அதிர்வு எனப்படும்.

## பரீவு

ஒரே அதிர்வெண்களையுடைய இரு பொருள்களுள் ஒன்றை அதிரச் செய்து மற்றதன் மீது அழுத்தும்பொழுது அப்பொருள் தனது சொந்த அதிர்வெண்ணுடனும் பெரிய வீச்சத்துடனும் அதிரும். இத்தகைய அதிர்வு பரீவு எனப்படும்.

அதிர்வெண்ணைத் துணிதல்

விழுந்தட்டு முறை



(i)

(ii)

படம் 39

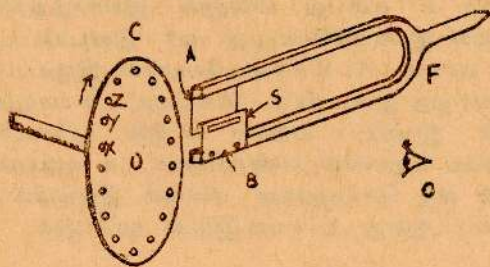
படம் 39 (i) புகைப்படுத்தப்பட்ட விழுந்தட்டு, எழுத்தாணி ஒரு புயத்தில் பொருத்தப்பட்ட இசைக்கவர் எப்பனவற்றைக் காட்டுகின்றது. விழுந்தட்டு விழும்பொழுது அதிரும் இசைக்கவரி லுள்ள எழுத்தாணி ஆக்கும் வளையியை படம் 39 (ii) காட்டுகின்றது.  $S_1$ ,  $S_2$  சம எண்ணிக்கையுள்ள அலைகளின் தூரங்களாகும். இசைக்கவரின் அதிர்வெண்  $f$  எனின்

$$f = n \sqrt{\frac{g}{S_2 - S_1}} \quad \text{என்னுஞ் சமன்பாட்டிலிருந்து } f \text{ கணிக்கப்}$$

படும். இதனில்  $n$  ஆனது சமஎண்ணிக்கையுள்ள அலைகள்,  $g$  = புவிசர்ப்பு ஆர்முடுகல்,  $S_2$ ,  $S_1$  என்பன சமஎண்ணிக்கை அலைகளின் நீளங்கள் ஆகும்.



## 2. சுழநிலை காட்டி முறை



படம் 40 ஒரு சுழநிலைகாட்டியைக் காட்டுகின்றது. இதனால்

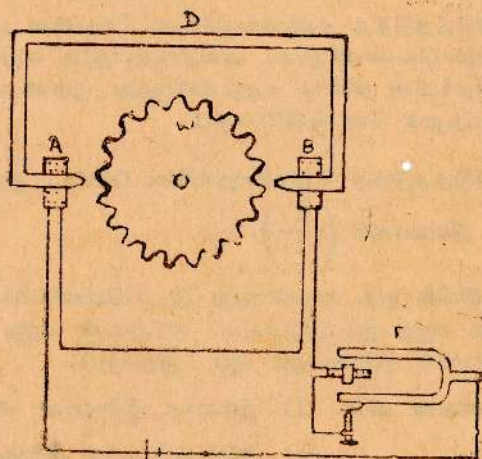
1. தட்டு, அதன் பரிதியைச் சுற்றி சம இடைகளில் சுழப்பப் பொட்டுகள் உள்.

படம் 40

2. இசைக்கவர், அதன் புயமுனைகளில் பிளவுகள் வெட்டப்பட்ட இரு தகடுகள் உள்; பிளவுகள் ஒன்றுடனொன்று பொருந்தும். இசைக்கவரை அதிர்ச் செய்து தட்டையும் சுழலச் செய்க. பிளவுக்குள்ளாக நோக்கும்பொழுது தட்டிலுள்ள சுழப்பப் பொட்டுகள் நிலையாக இருக்கத்தக்க தோற்றத்தைத் தருமி வரை தட்டின் சுழல்கதியைச் சரிசெய்க. அப்பொழுது சுழல்கதி  $n$  எனவும், பொட்டுக்களின் எண்ணிக்கை  $m$  எனவும் இசைக்கவரின் அதிர்வெண்  $f$  எனவும் இருப்பின்

$$f = \frac{nm}{2} \text{ இவை தரப்படும்.}$$

## ஒலிச்சிலிலு முறை



படம் 41

இங்கு  $w$  என்பது படம் 41 இல் காட்டியவாறு ஒரு சுழலத் தக்க இரும்புப் பற்சில்லு;  $F$  என்பது மின்னூல் இயக்கத்தக்க இசைக்கவர். இதை மின்னூல் இயக்கும்பொழுது ஓர் இடையிட்ட மின்னோட்டம் மின்சுற்றில் பாயும்.  $A, B$  க்கிடையேயுள்ள இரும்புப் பற்சில்லு சுழலும் அப்பொழுது இடையிட்ட மின்னோட்டம் பாயும் அதே வீதத்தில், சில்லின் இரும்புப் பற்கள்  $D$  இன் முனைவுக் கிடையில் செல்லும். எனவே பற்களின் எண்ணிக்கை  $n$  எனவும் சில்லின் சுதி  $m$  சுழற்சிகள் ஒரு செக்கனுக்கு எனவும் இருப்பின், இசைக்கவரின் அதிர்வெண்  $f$  ஆனது  $f = nm$  இனால் தரப்படும்.

## அலகு 7

நிலையான அலைகள், இழைகளில், குழாய்களில், கோல்களில் அதிர்வுகள்

நிலையான அலைகள்

ஒரே அதிர்வெண்ணும், வீச்சமும் உடைய இரு விருத்தி அலைகள் எதிர்த் திசைகளில் செல்லும்பொழுது அவற்றின் தலையீட்டினால் உண்டாகும் அலை நிலையான அலை எனப்படும்.

- (i) இங்கு சில புள்ளிகள் ஓய்வில் நிரந்தரமாக உள. இப் புள்ளிகள் கணுக்கள் எனப்படும்.
- (ii) அடுத்தடுத்த கணுக்களுக்கிடையேயுள்ள புள்ளிகள் ஒரே அதிர்வெண்ணிலும், அவதையிலும் அதிரும், ஆயினும் அதிர்வின் வீச்சம் கணுவிலிருந்து முரண்கணுவரை அதிகரித்துக் கொண்டுபோகும்.
- (iii) அடுத்தடுத்த கணுக்களுக்கிடையிட்ட தூரம் அரை அலை நீளமாகும்  $\left(\frac{\lambda}{2}\right)$ .
- (iv) ஒவியில் ஒரு முரண்கணு இடப்பெயர்ச்சியானது அமூக்கக் கணு ஆக இருக்கும். அத்துடன் கணு இடப்பெயர்ச்சி அமூக்க முரண்கணு ஆக இருக்கும்.

மேலும் நிலையான அலை (i) நீளபக்க நிலையான அலை

(ii) குறுக்குப் பக்க நிலையான அலை என இரு வகையுண்டு:



குழாய்களில் அதிர்வு: இங்கு நீளபக்க நிலையான அலைகள் உண்டாகும்.

(i) மூடிய குழாய்

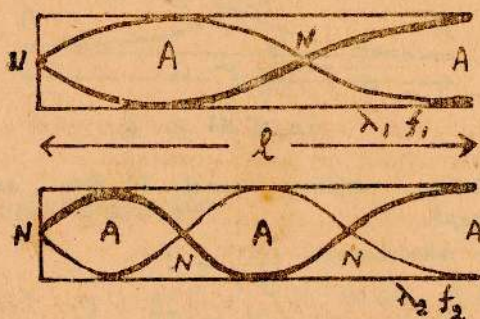
அடிப்படை அதிர்வு படம் 42 இல் காட்டியவாறு அமையும்.

$$\frac{\lambda}{4} = l$$



படம் 42

∴ அதிர்வெண்  $f_1 = \frac{v}{4l}$  இங்கு  $v$  ஒலியின் வேகமாகும்.



படம் 43

(ii) முதலாம் மேற்றொனி அதிர்வு படம் 43 (i) இல் காட்டியவாறு அமையும்.

$$l = \frac{3\lambda}{4}$$

$$\lambda = \frac{4}{3} l$$

$$\text{அதிர்வெண் } f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{3v}{4l}$$

$$\therefore f_1 = 3f_0$$

(iii) இரண்டாம் மேற்றொனி அதிர்வு படம் 43 (ii) இல் காட்டியவாறு அமையும்.

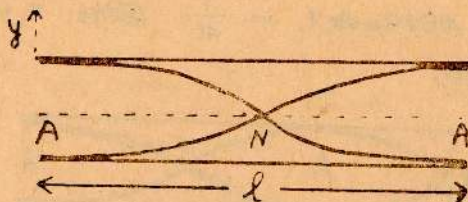
$$l = \frac{5}{4} \lambda_2$$

$$\Delta \lambda_2 = \frac{4}{5} l$$

$$\Delta f_2 = \frac{v}{\lambda} = \frac{5v}{4l}$$

$$f_2 = 5f_0$$

2. திறந்த குழாயில் அதிர்வு



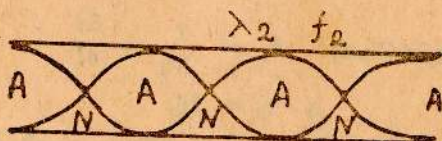
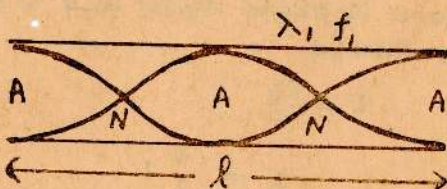
படம் 44

(i) அடிப்படை அதிர்வு படம் 44 இல் காட்டியவாறு அமையும்.

$$\frac{\lambda}{2} = l$$

$$\therefore \lambda = 2l$$

$$\text{அடிப்படை அதிர்வெண் } f_0 = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{2l}$$



படம் 45



(ii) முதலாம் மேற்றெனி அதிர்வு படம் 45 (i) இல் காட்டியவாறு அமையும்.

$$\lambda_1 = l$$

$$\therefore f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{l}$$

$$\Delta f_1 = 2f_0$$

(iii) இரண்டாம் மேற்றெனி அதிர்வு படம் 45 (ii) இல் காட்டியவாறு அமையும்?

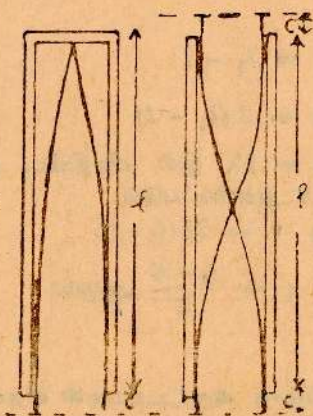
$$\frac{3\lambda_2}{2} = l$$

$$\Delta \lambda_2 = \frac{2l}{3}$$

$$f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{3v}{2l}$$

$$\Delta f_2 = 3f_0$$

குழாய்களில் முனைத்திருத்தங்கள்



(i)

(ii)

படம் 46

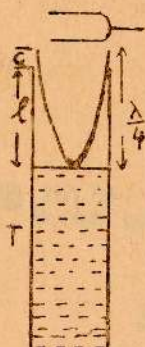
குழாய்களில் வளி அதிர்விடப் பொழுது, அதிர்வானது குழாய்க்கு சற்று வெளியேயும் நீளும். எனவே முரண்களு முனையிலிருந்து c என்னும் தூரத்தில் இருக்கும். அப்பொழுது ஒரு முடிய குழாய்க்கு படம் 46 (i) இல் காட்டியவாறு  $\frac{\lambda}{4} = l + c$  ஆகும்.

திறந்த குழாய்க்கு படம் 46 (ii) இல் காட்டியவாறு

$$\frac{\lambda}{2} = l + 2c \text{ ஆகும்.}$$

குறிப்பு: முனைத்திருத்தம் = 0.6 x குழாயின் ஆரை

ஒலியின் வேகத்தைத் துணிதல் (பரிவுக் குழாய்முறை)



படம் 47 இல் காட்டியவாறு ஓர் ஒலிக்கும் இசைக்கவரை நீர் கொண்ட பரிவுக் குழாய்க்கு மேல் பிடித்து நீரின் மட்டத்தை பரிவு பெறும் வரை சரிசெய்க. அப்பொழுது குழாயின் திறந்த முனை நீரின் மட்டத்திலிருந்து  $l$  எனவும் முனை திருத்தம்  $c$  எனவும் கொள்ளின்

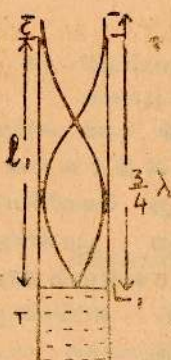
$$\frac{\lambda}{4} = l + c \quad \text{--- (1)}$$

$$\therefore \lambda = 4(l + c)$$

$$\text{ஆனால் } \lambda = \frac{v}{f} \quad (f = \text{இசைக்கவரின் அதிர்வெண்})$$

படம் 47

$$\therefore l + c = \frac{v}{4f}$$



மேலும் பரிசோதனையை குழாயின் இரண்டாம் பரிவு நிலைக்கும் சரிசெய்க (படம் 48). அப்பொழுது

$$\frac{3\lambda}{4} = l_1 + c \quad \text{--- (ii)}$$

$$(ii) - (i) \quad \frac{\lambda}{2} = l_1 - l$$

$$\therefore \lambda = 2(l_1 - l)$$

இதனை  $v = f\lambda$  இல் பிரதியிட ஒலியின் வேகம்  $v$  துணியப்படும்.

$$\text{அதாவது } v = 2f(l_1 - l)$$

படம் 48

$$\text{மேலும் } c = \frac{l_1 - 3l}{2} \quad \text{ஆகும்.}$$

சர்க்கப்பட்ட இழையின் அதிர்வு

1. ஓர் சர்க்கப்பட்ட இழை நீளப்பக்கமாக அறுட்டப்படின் அதனில் ஒரு நீளப்பக்க நிலையான அலை ஏற்படும். அதன் வேகம்

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad \text{இதில் தரப்படும். இங்கு } E \text{ இழையின் மங்கின்}$$

குணகமும்  $\rho$  அதன் அடர்த்தியும் ஆகும்.

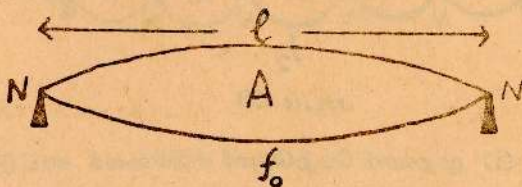


2. ஓர் ஈர்க்கப்பட்ட இழை செங்குத்தாக அசுட்டப்படின் அதனில் ஒரு குறுக்குபக்க நிலையான அலை ஏற்படும்.

அக்குறுக்கையின் வேகம்  $v = \sqrt{\frac{T}{m}}$  இனால் தரப்படும்.

இதனில்  $T$  இழுவையையும்  $m$  ஓர் அலகு நீள இழையின் தணிவையும் குறிக்கும்:

ஈர்க்கப்பட்ட இழையின் அதிர்வின் விதங்கள்



படம் 49

1. ஒரு தடத்தில் அதிர்வதை படம் 49 காட்டுகின்றது, முனைகளில் கணுக்களும் மத்தியில் முரண்கணுவும் தோன்றும். இது அடிப்படை அதிர்வு எனப்படும்.

$$\text{இங்கு } \frac{\lambda}{2} = l$$

$$\lambda = 2l$$

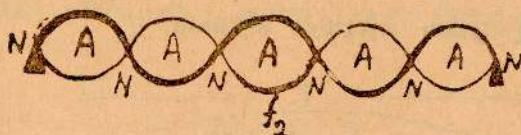
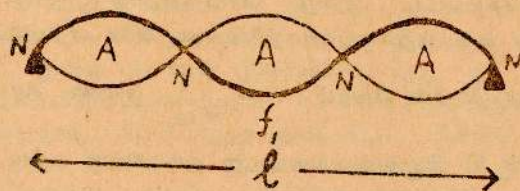
$$f_0 = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{2l} \quad (v \text{ குறுக்கையின் வேகம்})$$

$$\text{ஆனால் } v = \sqrt{\frac{T}{m}}$$

$$\Delta f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}}$$

இது இழையின் அடிப்படை அதிர்வெண் ஆகும். இவ் விழையின் ஒரு நீளபக்க அலை ஏற்படின்

$$f_0 = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{E}{\rho}} \text{ இனால் தரப்படும்.}$$



படம் 50

படம் 50 (i) முதலாம் மேற்றெனி அதிர்வைக் காட்டுகிறது.

$$\text{இங்கு } \frac{3\lambda}{2} = l$$

$$\lambda = \frac{2}{3} l$$

$$f_1 = \frac{3}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}}$$

$$\Delta f_1 = 3f_0$$

படம் 50 (ii) இரண்டாம் மேற்றெனி அதிர்வைக் காட்டுகிறது.

$$\text{இங்கு } \frac{5\lambda}{2} = l$$

$$\lambda = \frac{2}{5} l$$

$$\Delta = \frac{5}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}}$$

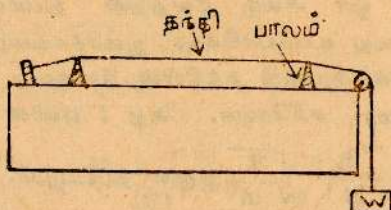
$$\Delta f_2 = 5f_0$$

சுருங்கி கூறிக்  $l$  நீளமுள்ள ஓர் சுர்க்கப்பட்ட இழை  $n$  தடவிகளில் அதிரிக்

$$f = \frac{n}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}} \text{ இதை தரப்படும்.}$$



சுரமணி



படம் 51

இது ஈர்க்கப்பட்ட தந்தியை இரு பாலங்கள் மீது கொண்டுள்ளது.

தந்தியின் குறுக்கதிர்வினது விதிகள்

1. இழுவை மாறாதிருப்பின், தந்தியின் அதிர்வெண்  $f$  அதன் நீளம்  $l$  இற்கு நேர்மாறு விகிதசமம்;

$$f \propto \frac{1}{l}$$

$$\lambda. \quad f.l = k \quad (\text{ஒரு மாறிலி})$$

2. நீளம் மாறாதிருப்பின் அதே தந்திக்கு அதிர்வெண் இழுவையின் வர்க்கமூலத்துக்கு நேர்விகிதசமம்.

$$f \propto \sqrt{T} \quad \text{அதாவது} \quad \frac{f}{\sqrt{T}} = k$$

3. இழுவை மாறாதிருப்பின் ஒரே நீளத்தையுடைய இழைகளின் அதிர்வெண்கள் இழைகளின் ஓர் அலகு நீளத்தினது திணிவின் வர்க்கமூலத்துக்கு நேர்மாறு விகித சமம்.

$$f \propto \frac{1}{\sqrt{m}}$$

$$\text{அதாவது} \quad f \sqrt{m} = k$$

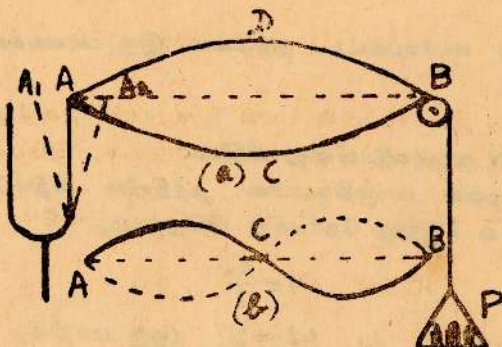
சுரமானியை உபயோகித்து ஓர் இசைக்கவரின் அதிர்வெண்ணைத் துணிதல்.

இழுவையும், ஓர் அலகு நீளத்தின் திணிவும் தெரிந்த ஒரு முறுக்கற்ற தந்தியை உபயோகிக்க. இசைக்கவரை அருட்டி சுரமானிப் பெட்டியில் அழுத்தி தந்தியின் நீளத்தை இசைக்கவருடன் ஒத்திசைக்கும் வரை சரிசெய்க. அது  $l$  எனின் இசைக்கவரின்

$$\text{அதிர்வெண் } f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}} \text{ இனால் தரப்படும்.}$$

மெலிடேயின் பரிசோதனை

(i) நீள்பக்க அதிர்வு



படம் 52

இஃகு இசைக்கவரின் புயம் இழையின் நீளத்துக்குச் சமாந்தரமாக அதிரும். இழை  $x$  தடங்களில் அதிரின் அப்பொழுது இழையின் அதிர்வெண்

$$f = \frac{x}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}} \text{ ஆகும்.}$$

இசைக்கவரின் அதிர்வெண்  $N$  எனின்

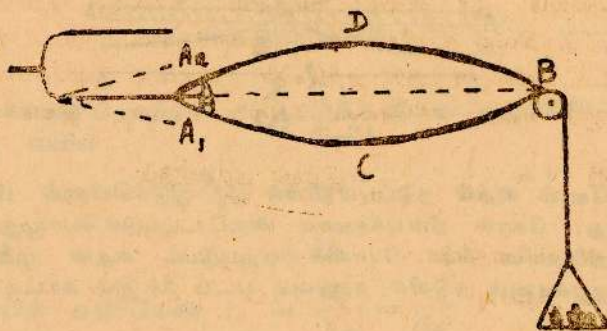
$$f = \frac{N}{2}$$

$$\Delta \quad \frac{N}{2} = \frac{x}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}}$$

$$\Delta \quad T \cdot x^2 = N^2 l^2 m \text{ ---- (1)}$$



(ii) குறுக்கு விதஅதிர்வு



படம் 53

இங்கு இசைக்கவரின் புயம் இழையின் நீளத்துக்குச் செங்குத்தாக அதிரும். இழை  $y$  தடங்களில் அதிரின், இழையின் அதிர்வெண்

$$f = \frac{y}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}} \text{ ஆகும்.}$$

$$\text{ஆனால் } f = N$$

$$\therefore N = \frac{y}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}}$$

$$\therefore 4l^2 N^2 m = T \times y^2 \text{ — (ii)}$$

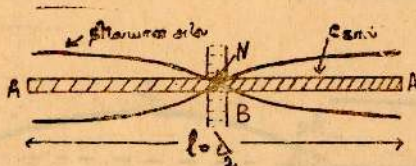
(i) ஐயும் (ii) ஐயும் ஒப்பிடும்பொழுது

$$\frac{T \cdot x^2}{T \cdot y^2} = \frac{1}{4}$$

$$\therefore \frac{x}{y} = \frac{1}{2} \quad y = 2x$$

எனவே இழையின் இரு விதமான அதிர்வின்போதும் இழுவையும், இழையின் நீளமும் மாறுதிருப்பின் குறுக்கதிர்வின்போது அதிரும் தடங்களின் எண்ணிக்கையானது நீளப்பக்க அதிர்வின்போது நிகழும் தடங்களின் எண்ணிக்கையினது இருமடங்காகும்.

கோல்களில் அதிர்வு



படம் 54

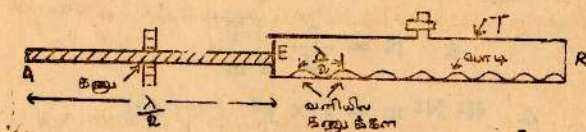
ஒரு கோல் அதன் நடுப்புள்ளியில் ஓர் இடுக்கியினால் பிடிக்கப் பட்டுள்ளது. கோல் நீள்பக்கமாக அருட்டப்படும்பொழுது ஒரு நீள்பக்க நிலையான அலை கோலில் ஏற்படும். அதன் முனைகளில் முரண்கணுக்களும் நடுவில் கணுவும் படம் 54 இல் காட்டியவாறு

ஏற்படும்: எனவே  $\frac{\lambda}{2} = l$

$$\therefore \lambda = 2l$$

▲ கோலில் ஒலியின் வேகம்  $v = f \times 2l$ , இங்கு  $l$  கோலில் எழும் சுரத்தின் அதிர்வெண் ஆகும்.

குண்டின் குழாய்



படம் 55

படம் 55 இல் குண்டின் குழாய் காட்டப்பட்டுள்ளது. இதனில் AE ஒரு கோல், T என்பது ஒரு குழாய். T க்குள் இலைக்கப்போடியம் பொடி நீளம் வழியே தூவப்பட்டுள்ளது. கோல் அதன் நடுவில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. குழாய்க்குள் வளி இருக்கும். கோல் நீள் பக்கமாக அதிரும் பொழுது, இலைக்கப்போடியம் பொடி துள்ளும். பொடி தெளிவான திட்டைகளாக இடம்பெறும் வரை கோல் குழாய்க்குள் நகர்த்தப்படும். அப்பொழுது இரு அடுத்தள்ள திட்டைகளுக்கிடையேயுள்ள தூரம் வளியில்  $\frac{\lambda}{4}$  வைத் தரும். இதைக் கொண்டு கோலில் ஒலியின் வேகத்தைத் துணியலாம்.



$$\text{மேலும் } \frac{\lambda_r}{2} = l_r$$

$$\Delta \lambda_r = 2l_r$$

$$\therefore \text{கோலின் அதிர்வெண் } f_r = \frac{v_r}{2l_r} \text{ ——— (1)}$$

குழாய்க்குள் தோற்றும் அடுத்தடுத்த திட்டைகளுக்கிடையிட்ட தூரம்  $l_a$  எனின்

$$\frac{\lambda_a}{2} = l_a$$

$$\Delta \lambda_a = 2l_a$$

$$\Delta \text{ அலையின் அதிர்வெண் } f_a = \frac{v_a}{\lambda_a} = \frac{v_a}{2l_a}$$

$$\text{ஆனால் } f_r = f_a$$

$$\Delta \frac{v_r}{2l_r} = \frac{v_a}{2l_a}$$

$$\therefore v_r = \frac{l_r}{l_a} \times v_a$$

இங்கு  $l_r$ ,  $l_a$ ,  $v_a$  தெரியுமாதலினால்  $v_r$  கணிக்கப்படும்.

மேலும் குண்டின் குழாயை உபயோகித்து ஒரு கோலின் யக் கின் குணகத்தை, வாயுவில் ஒலியின் வேகத்தைத் துணியலாம்.

உத்திக் கணக்குகள்

1. 4000 Hz மீட்டறையுடைய ஒலிமுதலை உபயோகித்து  $0^\circ\text{C}$  இல் நிலையான அலைகள் வளியில் எழுப்பப்பட்டன. இவற்றின் பின்னடும் கணுக்களுக்குக் கிடையிலான தூரம் 4.15 சமீ; என்று காணப்பட்டுள்ளது. இதே முதலை உபயோகித்து வேறொரு வெப்பநிலையில் பின்னடும் கணுக்களுக்கிடையிலான தூரங்கள் 4.22 சமீ. எனக் காணப்பட்டுள்ளது. இவற்றின் குந்து

(i)  $0^\circ\text{C}$  இல் ஒலியின் வேகத்தைக் காண்க.

(ii) இரண்டாவதின் போது வெப்பநிலை என்ன?

$$(i) v = f\lambda. \quad f = 4000 \text{ Hz}; \quad \frac{\lambda}{2} = 4.15$$

$$\Delta \lambda = 8.30$$

$$\therefore v_0 = 4000 \times 8.30 = 33200 \text{ சமீ. s}^{-1}$$

$$v_0 = 332 \text{ ms}^{-1}$$

$$(ii) \quad \frac{v_t}{v_0} = \sqrt{\frac{T}{273}}$$

$$\Delta \quad v_t = v_0 \sqrt{\frac{T}{273}} = 332 \sqrt{\frac{T}{273}}$$

$$\text{ஆனால் } v_t = f \cdot \lambda = \frac{4000 \times 8.44}{100} \text{ ms}^{-1}$$

$$= 337.6 \text{ ms}^{-1}$$

$$\Delta \quad 337.6 = 332 \sqrt{\frac{T}{273}}$$

$$\sqrt{T} = \frac{337.6 \times \sqrt{273}}{332}$$

$$\Delta \quad T = \frac{(337.6)^2 \times 273}{(332)^2} = 282.3 \text{ K}$$

$$\therefore t^\circ\text{C} = 282.3 - 273$$

$$= 9.3^\circ\text{C}$$

2. 60 சமீ. நீள ஈர்த்த அதிர்வுறும் சீரான கம்பியொன்றுக்கு அருகில் இசைக் கவரொன்றை ஒலிக்கச் செய்யும் போது ஒரு செகிசனுக்கு 5 அடிப்புக்கள் கேட்கின்றன. இக்கம்பியிலுள்ள இழுவையை மாற்றாமல் கம்பியின் நீளத்தை 58 சமீ. ஆக மாற்றும் பொழுது அதே இசைக்கவர் ஒரு செக்சனுக்கு 2 அடிப்புக்கள் கொடுக்கின்றன. இவ்விசைக்கவரின் அதிர்வெண்ணைக் காண்க.

இசைக் கவரின் அதிர்வெண்ணை  $f$  என்க

60 சமீ. நீளக் கம்பியின் அதிர்வெண்ணை  $f_1$  என்க

58 சமீ நீளக் கம்பியின் அதிர்வெண்ணை  $f_2$  என்க

$$\text{இத்கு } f - f_1 = 5 \text{ ——— (i)}$$

$$f - f_2 = 2 \text{ ——— (ii)}$$

$$(i) - (ii) \quad f_2 - f_1 = 3$$

$$f_1 = \frac{100}{2 \times 60} \sqrt{\frac{T}{m}}; \quad f_2 = \frac{100}{2 \times 58} \sqrt{\frac{T}{m}}$$



$$\therefore f_2 - f_1 = 100 \sqrt{\frac{T}{m}} \left( \frac{1}{116} - \frac{1}{120} \right) = \frac{400}{116 \times 120} \left( \sqrt{\frac{T}{m}} \right)$$

$$3 = \sqrt{\frac{T}{m}} \times \frac{100}{116 \times 30}$$

$$\Delta \quad \sqrt{\frac{T}{m}} = \frac{3 \times 116 \times 30}{100} = \frac{90 \times 116}{100}$$

$$\Delta \quad f_1 = \frac{100}{120} \times \frac{90 \times 116}{100} = \frac{3 \times 116}{4} = 87$$

$$\Delta \quad f_1 = 87$$

$$\text{ஆனால் } f - f_1 = 5$$

$$f - 87 = 5 \quad \therefore f = 87 + 5 = 92$$

$$\Delta \quad \text{இசைக்கவரின் அதிர்வெண்} = 92 \text{ Hz}$$

3. 330 Hz மீடிறனுடைய ஓர் அதிரும் இசைக்கவர் ஒரு நீளமான கண்ணாடிக்குழாய்க்குமேல் பிடிக்கப்படுகின்றது. குழாயிலுள்ள நீர் வெளியில் மெதுவாக வெளியேற்றப்படுகிறது. முதல் இரண்டு பரிவு நிலைகளுக்கு முரிய வளிநிரலின் நீளங்களைக் காண்க. ஒலியின் வேகம்  $330.0 \text{ ms}^{-1}$ . குழாயின் விட்டம்  $4.0 \text{ cm}$ .

$$\begin{aligned} \text{ஒரு குழாயின் முனைத்திருத்தம் } c \text{ ஆனது} &= 0.6 \times \text{ஆரை} \\ &= 0.6 \times 2 = 1.2 \text{ சமீ.} \end{aligned}$$

$$\text{ஆனால் } v = f\lambda : \lambda = \frac{330 \times 100}{530} = 100 \text{ சமீ.}$$

$$\text{முதலாம் பரிவு நிலையில் } l + c = \frac{\lambda}{4}$$

$$l + 1.2 = \frac{100}{4} = 25$$

$$\therefore l = 25 - 1.2 = 23.8 \text{ சமீ.}$$

$$\text{இரண்டாம் பரிவு நிலையில் } l_1 + c = \frac{3\lambda}{2}$$

$$l_1 + 1.2 = \frac{3 \times 100}{4} = 75 \text{ சமீ.}$$

$$\Delta \quad l_1 = 75 - 1.2 = 73.8 \text{ சமீ.}$$

4. தியம வெப்பநிலை அழுக்கத்தில் வளியினை அடர்த்தி 129 kg. m<sup>-3</sup> ஆயின் 17°C இல் ஒலியின் வேகத்தைக் காண்க.  $\mu = 1.41$ .

$$v_0 = \sqrt{\frac{1.41 \times 0.76 \times 13600 \times 9.8}{1.29}}$$

$$= 332.8 \text{ m/s}$$

$$\frac{v_0}{v_{17}} = \sqrt{\frac{290}{273}}$$

$$v_{17} = 332.8 \sqrt{\frac{290}{273}}$$

$$= 343.9 \text{ m/s}$$

∴ 17°C இல் ஒலியின் வேகம் = 343.9 m/s

31/8



## வெப்பம்

வெப்பம், வெப்பநிலை, திண்ம, திரவ, வாயு விரிவுகள்

வெப்பம்; இது ஒரு வித சத்தியாகும்.

வெப்பநிலை: ஒரு பொருள் இன்னொரு பொருளுடன் வெப்பச் சமநிலையில் இருக்கின்றதா அல்லது இல்லையா என்பதை நிர்ணயிக்கின்ற அப் பொருளின் தகைமை வெப்பநிலை எனப்படும்.

வெப்பநிலை அளவுத்திட்டம்; (i) வெப்ப இயக்கவெவியல் அளவுத்திட்டம் அல்லது செல்வின் அளவுத்திட்டம். இதனில் ஒரு நிலைத்த புள்ளியே உபயோகிக்கப்படுகின்றது. அது நீரின் மூம்மைப்புள்ளி எனப்படும்.

மூம்மைப்புள்ளி; தூயநீர், உருகும் பனிக்கட்டி நீரின் திரும்பலாவி இவையாவும் வெப்பச் சமநிலையில் இருக்கும் வெப்பநிலை மூம்மைப்புள்ளி எனப்படும்.

$$\text{மூம்மைப்புள்ளி} = 273.16 \text{ K}$$

வெப்ப இயக்கவெவியை வெப்பநிலை T இனால் குறிக்கப்படும். இது செல்வின் அளக்கப்படும். இதன் அளவீட்டின் குறியீடு K ஆகும். இந்த அளவுத்திட்டத்தில் பனிபடுநிலை  $273.15 \text{ K}$  இனால் தரப்படும்; இங்கு மூம்மைப்புள்ளிக்கும் பனிபடுநிலைக்கும் உள்ள சிறு வித்தியாசம் அழுக்க வித்தியாசத்தினாலும் ( $4.6 \text{ மிமி}$ ). இரச அழுக்கம் மூம்மைப்புள்ளியிலும்,  $760 \text{ மிமி}$ . இரச அழுக்கம் பனிபடுநிலையிலும் உள்) அத்துடன் காய்ச்சி வடித்த நீரிலிருந்து அகற்றப்பட்ட வளியினாலும் ஏற்பட்டதாகும்.

(ii) சதமவளவை அளவுத்திட்டம்: இதனில் நிலைத்த புள்ளிகள்

$$(i) \text{ பனிபடுநிலை} = 0^\circ\text{C} \quad (ii) \text{ கொதி நீராவிநிலை} = 100^\circ\text{C}$$

K க்கும்  $^\circ\text{C}$  க்கும் உள்ள தொடர்பு (1)  $0^\circ\text{C} = 273.15 \text{ K}$

$$(2) \text{ TK} = (273.15 + t) \text{ K. இங்கு } t \text{ ஆனது } ^\circ\text{C} \text{ வெப்பநிலை ஆகும்.}$$

$$(3) 1 \text{ K இடைவெளி} = 1^\circ\text{C இடைவெளி, அத்துடன் } K^{-1} = ^\circ\text{C}^{-1}.$$

### வெப்பமானிகளின் வகைகள்

ஒரு பொருளின் வெப்பநிலை எதேச்சையானது — அதாவது ஒரு நிலைத்த எண் அல்ல ஆனால் அது வெப்பமானியின் வகையிலும் உபயோகப்படுத்தப்படும் அளவுத்திட்டத்திலும் தங்கியுள்ளது. பொதுவாக வெப்பமானிகளில் உபயோகிக்கப்படும் பதார்த்தம் வெப்பநிலை மாற்றத்தை உடன் உணரத்தக்கதும் அளவிடு செய்யத்தக்கதுமான தகைமையைக் கொண்டிருத்தல் வேண்டும்.

1. இரசங்கொண்ட கண்ணாடி வெப்பமானியில்: வெப்பநிலை மாற்றத்துடன் நிகழும் இரசத்தின் கனவளவு மாற்றம் பிரயோகிக்கப்படுகின்றது.

சதமவளவை அளவுத்திட்டத்தில்: வெப்பநிலையின் வரைவிலக்கணம்

$$t_m = \frac{v_t - v_0}{v_{100} - v_0} \times 100^\circ\text{C இனால் தரப்படும்.}$$

2. மாறாக்கனவளவு வாயு வெப்பமானியில்: வெப்பநிலை மாற்றத்தினை மாறாக்கனவளவில் நிகழும் வாயுவின் அழுக்கமாற்றம் பிரயோகிக்கப்படுகின்றது.

சதமவளவை அளவுத் திட்டத்தில்:

$$\text{வெப்பநிலை } t = \frac{P_t - P_0}{P_{100} - P_0} \times 100^\circ\text{C இனால் வரையறுக்கப்படும்.}$$

வெப்ப இயக்கவிசையியல் அளவுத்திட்டத்தில்

$$\text{வெப்பநிலை } T = \frac{P_T}{P_{tr}} \times 273.16 \text{ K இனால் தரப்படும்.}$$

$$\left( \therefore \frac{P_{tr}}{273.16} = \frac{P_T}{T} \right)$$

3. மிளற்றினத்தடை வெப்பமானியில்: வெப்பநிலை மாற்றத்துடன் நிகழும் மின் தடையின் மாற்றம் பிரயோகிக்கப்படுகின்றது.

சதமவளவை அளவுத்திட்டத்தில்:

$$\text{வெப்பநிலை } t_p = \frac{R_t - R_0}{R_{100} - R_0} \times 100^\circ\text{C இனால் வரையறுக்கப்படும்.}$$



வெப்ப இயக்கவியலில் அளவுத்திட்டத்தில்:

$$T_{pt} = \frac{R_t}{R_{tr}} \times 273.16 \text{ K இனால் தரப்படும். } \left( \because \frac{R_{Tr}}{273.16} = \frac{R_T}{T_{pt}} \right)$$

4. வெப்ப - மின்வெப்பமானியில்: வெப்பநிலை மாற்றத்துடன் நிகழும் மின் - இயக்கவிசை மாற்றம் பிரயோகிக்கப்படும்.

வெப்ப இயக்கவியலில் அளவுத்திட்டத்தில்:

$$T_{th} = \frac{E_t}{E_{tr}} \times 273.16 \text{ K இனால் தரப்படும். இங்கு E குறிப்பது மின் - இயக்க விசையையாகும்.}$$

வெப்பநிலையின் சர்வதேச அளவுத்திட்டத்தில்:

மாறாக்கனவளவு வாயு வெப்பமானி அளவுத் திட்டத்தில் துணியப்பட்ட ஒட்சிசன் நீர். சந்தகம். வெள்ளி, தங்கம் ஆகியவற்றின் உறை வெப்ப நிலைகள் கொதி வெப்பநிலைகள் நிலைத்த புள்ளிகளாக உபயோகிக்கப்படுகின்றன.

குறிப்பு: மும்மைப் புள்ளிக்குப் பதிலாக பனிப்பு நிலைகள் பாவிக்கப்பட்டன

$$(1) \text{ வாயுவெப்பமானியில் } T = \frac{P_T}{P_{பனி}} \times 273.15 \text{ K}$$

(2) பிளாற்றினத் தடை வெப்பமானிக்கு

$$T = \frac{R_T}{R_{பனி}} \times 273.15 \text{ K}$$

வெவ்வேறு வெப்பமானிகளை வெப்ப நிலையை அளக்க உபயோகிக்கப்படும்பொழுது நிலைத்த புள்ளிகளில் மட்டும் (அதாவது வெப்பவியல் அளவுத்திட்டத்தில் 273.16K, சதம அளவைத் திட்டத்தில் 0°C, 100°C) ஒரே அளவினைதைத் தரும். மற்ற எந்த ஒரு பொருளின் வெப்பநிலையை வெவ்வேறு வெப்பமானிகளால் அளக்கும்பொழுது வெவ்வேறு அளவினைதைத் தரும். இது ஏனெனில் வெப்பநிலை மாற்றத்துடன் நிகழும் வெப்பமானிப் பதார்த்தங்களின் தகைமைகளின் மாற்றங்கள் வித்தியாசமாக இருப்பதனாலாகும்; உதாரணமாக வெப்பநிலையுடன் பிளாற்றினத்தடையின்

மாறல் ஆனது வெப்பநிலையுடன் மாறா கனவளவில் அழுக்க மாறலுடன் நோக்கின் வித்தியாசமானதாகும்.

உத்திக் கணக்கு

	கொதி நீராவி நிலை 100°C	பனிபடுநிலை 0°C	அறைவெப்ப நிலை
தடைவெப்ப மானியின் தடை	75.000 ட	63.000 ட	64.992 ட
மாறாக்கனவளவு வாயுவெப்ப மானி யின் அழகம்	$1.10 \times 10^5$ Nm <sup>-2</sup>	$8.00 \times 10^4$ Nm <sup>-2</sup>	$8.51 \times 10^4$ Nm <sup>-2</sup>

மேல் அட்டவணைவைப் பிரயோகித்து இரு வெப்பமானிகளை யும் கொண்டு அளக்கப்படும் அறைவெப்பநிலைகளைக் காண்க.

அறையின் வெப்பநிலையை  $t$  என்க.

$$\begin{aligned}
 \text{தடை வெப்பமானிக்கு: } t &= \frac{R_t - R_0}{R_{100} - R_0} \times 100^\circ\text{C} \\
 &= \frac{64.992 - 63}{75 - 63} \times 100 \\
 &= \frac{1.992}{12} \times 100 = \frac{199.2}{12}
 \end{aligned}$$

$$\therefore \text{அறையின் வெப்பநிலை} = 16.6^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned}
 \text{மாறாக்கனவளவுவெப்பமானிக்கு: } t &= \frac{P_t - P_0}{P_{100} - P_0} \times 100^\circ\text{C} \\
 t &= \frac{(8.51 - 8) 10^4}{(11 - 8) 10^4} \times 100 \\
 &= \frac{0.51}{3} \times 100 = \frac{51}{3}
 \end{aligned}$$

$$\therefore \text{அறைவெப்பநிலை} = 17^\circ\text{C}_2$$



வகை	அருகிலுங்கள்	பிரதி அருகிலுங்கள்	விச்சு
1. திரவங் கொண்ட கண்ணாடி வெப்பமானி	1. எளிதாகப் பாவிக்கலாம். 2. நேரடியாக வாசிக்கலாம் 3. இலகுவாக வாசிக்கலாம் 4. வசதியானது	1. சிறிய விச்சு. 2. பூச்சியம் ஊலத்துடன் மாறும். 3. வாசிப்பு வெளியிலிருக்கும். நிரலின் நீளத்தில் தங்கி யுள்ளது. 4. குழாயின் பாகங்களில் திர வம் ஒட்டிக்கொள்ளும். 5. குழாயின் மீதான அழுக்க மாறல், வாசிடபை மாற்றும். 6. பருத்தது. 7. மெதுவாகத் தொழிற்படும். 8. நேரடி வாசிப்பு இல்லை. 9. குமிழின் விரிவுக்கு தள்ளு படி செய்தல் வேண்டும்.	இரசத்தின்மேல் நைதரசனை இருப்பின் - 40°C இலிருந்து 500°C வரை விச்சு இருக்கும்.
2. வாயு வெப்பமானி	1. மிகவும் பெருந்த விச்சு. 2. வாயுவின் விரிவு மிகவும் பெரியது. அதனால் அது நிரத்தமானதாகும். 3. கேல்வின் வெப்பவியக்க வியக்கி அளவுத்திட்டத்துடன் பொருந்தத்தக்கது.	1. நேரடியாக வாசிக்க இய லாது. 2. வில்லங்கமானது.	- 250°C இலிருந்து 2000°C வரை.
3. பிளாற்றின் தடை வெப்பமானி	1. இலகுவாக 1°C வரை வாசிக்கும். 2. நல்ல விச்சு. 3. வெப்பநிலை வித்தியாசத் தைத் திருத்தமாக வாசிக் கலாம்.	1. நேரடியாக வாசிப்பு இல்லை. 2. மின் - இயக்க விசையானது கம்பியிலுள்ள மாகக்க ளால் பாதிக்கப்படும்.	- 200°C இலிருந்து 1100°C வரை.
4. வெப்ப இணை	1. தாழ்ந்த வெப்பக் கொளி ளளவும் சிறிய பருமனு மாதலினால் குழப்பங்கள் மிகக்குறைவாகும்; 2. சிறந்த விச்சு. 3. விரைவாகத் தொழிற்படும்.	1. நேரடியாக வாசிப்பு இல்லை. 2. மின் - இயக்க விசையானது கம்பியிலுள்ள மாகக்க ளால் பாதிக்கப்படும்.	- 250°C இலிருந்து 800°C வரை.

திண்மங்களின் விரிவு

திண்மங்கள் பெரும்பாலானவை வெப்பமாக்கப்படும்பொழுது நீளத்தில், பரப்பில், கனவளவில் விரிவடைகின்றன.

நீட்டல் விரிவுக் குணகம்:

ஓர் அலகு நீளமுள்ள திண்மம் ஓர் அலகு பாகைக் கூடாக வெப்பமாக்கப்படும் பொழுது அதனால் ஏற்படும் நீளவிரிவு நீட்டல் விரிவுக்குணகம் எனப்படும்.

இது  $\alpha$  இலால் குறிக்கப்படும்.

உதாரணமாக ஒரு திண்மத்தின் நீளம்  $t_1^\circ \text{C}$  இல்  $l_1$  எனவும்  $t_2^\circ \text{C}$  இல்  $l_2$  எனவும் கொள்ளின்,

$$\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1(t_2 - t_1)} \text{ ஆகும்.}$$

$$\therefore l_2 = l_1 \{ 1 + \alpha (t_2 - t_1) \}$$

இது  $t_1^\circ \text{C}$  க்கும்  $t_2^\circ \text{C}$  க்குமிடையேயுள்ள சராசரி நீட்டல் விரிவுக் குணகம் ஆகும்.

அவ்வாறே  $0^\circ \text{C}$  க்கும்  $t^\circ \text{C}$  க்கும் எடுக்கப்படின்,

$$\alpha = \frac{l_t - l_0}{l_0 \cdot t}$$

$$\therefore l_t = l_0 (1 + \alpha t)$$

இங்கு  $\alpha$  ஆனது  $0^\circ \text{C}$  க்கும்  $t^\circ \text{C}$  க்குமிடையேயுள்ள சராசரி நீட்டல் விரிவுக் குணகம் எனப்படும்.

நீட்டல் விரிவுக் குணகம் வெப்பநிலை மாற்றத்துடன் மாறும் இயல்புடையது.

மேலும் நீட்டல் விரிவுக் குணகம் திருத்தமாக வருமாறு வரை யறுக்கப்படும்.

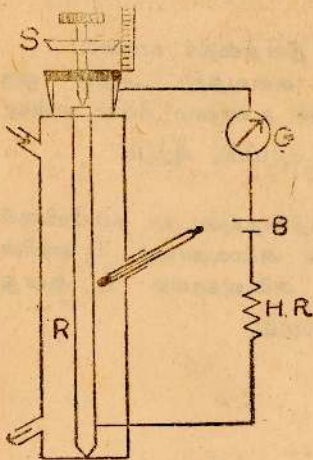
$0^\circ \text{C}$  இலுள்ள ஓர் அலகு நீளமுள்ள பொருளில் ஒரு பாகை வெப்பநிலை ஏற்றத்திற்கு ஏற்படும் நீளவிரிவு நீட்டல் விரிவுக்குணகம் எனப்படும்; அலகு:  $\text{K}^{-1}$

உதா: இரும்பின்  $\alpha = 1.1 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ .



கோலின் நீட்டல் விரிவுக்குணத்தைத் துணிதல்

1. கோளமானி முறை:



படம் 56

உபகரணம் படம் 56 இல் காட்டிய வாறு அமையும். கோலின் நீளம் ( $l$ ) ஒரு மீற்றர் சட்டத்தினால் அளக்கப்படும். கோல் கொதி நீராவி உறைக்குள் வைக்கப்பட்டு கோளமானியின் ஆரம்ப வாசிப்பு ( $x$ ) எடுக்கப்படும். பின்பு கொதிநீராவி செலுத்தப்பட்டு மீண்டும் கோளமானி வாசிப்பு ( $y$ ) எடுக்கப்படும். ஆரம்ப வெப்பநிலை ( $\theta_1$ ) இறுதி வெப்பநிலை ( $\theta_2$ ) வெப்பமானியால் அளக்கப்படும்.

$$\alpha = \frac{y - x}{l(\theta_2 - \theta_1)} \text{ இனால் துணி யப்படும்.}$$

2. ஒப்பீடுமானிமுறை:

இது  $\alpha$  மிகவும் திருத்தமாக அளப்பதற்கு உபயோகிக்கப்படும் முறை.

பரப்பு விரிவுக்குணம் ( $\beta$ )

ஓர் அலகு வெப்பநிலை ஏற்றத்தக்கு ஓர் அலகு பரப்புத்தின் மத்தில் ஏற்படும் பரப்பு அதிகரிப்பு அத்திண்மத்தின் பரப்பு விரிவுக் குணகம் எனப்படும்.

எப்பொழுதும்  $\beta = 2\alpha$

கனவளவு விரிவுக்குணகம்; ( $\gamma$ )

ஓர் அலகு வெப்பநிலை ஏற்றத்திற்கு ஓர் அலகு கனவளவுத் திண்மத்தில் ஏற்படும் கனவளவுவிரிவு கனவளவுக்கவிரிவுக் குணகம் எனப்படும்.

எப்பொழுதும்  $\gamma = 3\alpha$

பொதுக் குறிப்புகள்

1. விரிவினால் அல்லது குளிர் தவினால் ஒரு சட்டத்தில் கொழிற் படும் விசை  $F$  ஆனது வருமாறு தரப்படும். அதாவது  $F = E \cdot A \cdot \alpha \cdot t$ . இங்கு  $E$  என்பது சட்டத்தின் யங்கின்

குணகம்.  $\Delta$  என்பது சட்டத்தின் வெட்டுமுகப் பரப்பு,  $\alpha$  என்பது நீட்டல் விரிவுக்குணகம்,  $t$  என்பது வெப்பநிலை மாற்றம்.

2. ஓர் அளவுச் சட்டத்தின் உண்மை நீளத்தைக் காணல்:  
 $0^\circ\text{C}$  இல் திருத்தமாக இருக்கும் அளவுத்திட்டத்தில் ஒரு வாசிப்பு 772 மிமி. ஆயின்  $15^\circ\text{C}$  இல் உண்மை நீளம் என்ன  
 உண்மை நீளம் =  $772 (1 + 15 \alpha)$  மிமி. ஆகும்

3.  $\alpha$  என்னும் நீட்டல் விரிவுக் குணகத்தையுடைய கம்பியினால் தொங்கவிடப்பட்ட ஊசற் குண்டின் அலைவுகாலம்  $T_1$  எனின் வெப்பநிலை  $t$  ஏற்றத்தின் பின் அலைவுகாலம்  $T_2$  ஆனது  
 $T_2 = T_1 \sqrt{1 + \alpha t}$  இனால் தரப்படும்.

$$\left( \text{இங்கு } T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \right)$$

உத்திக்கணக்குகள்

1. 1 மீற்றர் நீளமுள்ளதும் 2 ச.மீ. விட்டமுடையதமான ஓர் உருக்கு உருளைவடிவான கோல் விரிவடையாதவாறு இரு முனைகளும் தாங்கப்பட்டுள்ளன. கோல்  $12^\circ\text{C}$  இலிருந்து  $100^\circ\text{C}$  க்கு வெப்பமாகச் சப்பப்பட்டுள்ளது. கோலின் ஒவ்வொரு முனையிலும் செயற்படும் விசையை kgf இல் காண்க.

(உருக்கின் நீட்டல் விரிவுக்குணகம்  $12 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , யங்கின் குணகம்  $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ )

$$F = E. A. \alpha t.$$

$$= 2 \times 10^{11} \times \frac{22}{7} \times \frac{1}{100} \times \frac{1}{100} \times 12 \times 10^{-6} \times 88 \text{ N}$$

$$= 2 \times \frac{22}{7} \times 12 \times 88 \times 10 \text{ N}$$

$$= \frac{44 \times 12 \times 88}{7} \text{ kgf}$$

$$F = 6637 \text{ kgf.}$$

2. 120 சமீ. நீளமுள்ள ஓர் உருக்குக் கம்பியில் தொங்கவிடப்பட்ட எளிய ஊசலின் அலைவுக்காலம்  $6^\circ\text{C}$  இல் 2.2 செக்கன் ஆகும்.  $18^\circ\text{C}$  இலுள்ள அலைவு காலத்திற்கான வித்தியாசத்தைக் காண்க. (உருக்கின் நீட்டல் விரிவுக்குணகம் =  $12 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ )



$$T_2 = T_1 \sqrt{1 + a \cdot t}$$

$$T_2 = T_1 (1 + \frac{1}{2} a \cdot t)$$

$$= T_1 + \frac{T_1 \times a \cdot t}{2}$$

$$T_2 - T_1 = \frac{2.2 \times 12 \times 10^{-6} \times 12}{2}$$

$$= 1.1 \times 144 \times 10^{-6}$$

$$= 158.4 \times 10^{-6}$$

$$= 1.584 \times 10^{-4}$$

$$= 1.6 \times 10^{-4}$$

$$\therefore \text{வித்தியாசம்} = 1.6 \times 10^{-4} \text{ செகண்ட்}$$

திரவங்களின் விரிவு

திரவங்களில் கனவளவில் மட்டுமே விரிவு ஏற்படும். இவ் விரிவை இரு வகையாகக் கையாளலாம்.

(1) திரவங்கள் பாத்திரங்களில் அல்லது கொள்கலன்களில் கொள்ளப்படுவதால் வெப்பமாக்கப்படும்போழுது திரவமும் கொள்கலனும் சேர்ந்து விரிகின்றன. அதனால் திரவத்தின் விரிவு தோற்ற விரிவுக் குணகம் என்றும் (2) திரவத்தின் உண்மை விரிவை உண்மை விரிவுக் குணகம் என்றும் கூறப்படும்.

திரவத்தின் உண்மை விரிவுக்குணகம் = திரவத்தின் தோற்ற விரிவுக் குணகம் + கொள்கலத்தின் கனவளவு விரிவுக் குணகம்

$$\therefore C_r = C_o + g.$$

திரவத்தின் உண்மை விரிவுக் குணகம்: ஓர் அலகு பாதை வெப்ப நிலை ஏற்றத்திக்கு ஒரு கன அலகுத் திரவத்தின் ஏற்படும் உண்மை விரிவு அத்திரவத்தின் உண்மை விரிவுக்குணகம் எனப்படும்.

திரவத்தின் தோற்ற விரிவுக் குணகம்: விரிவடையும் கலமொன்றில் ஒரு கன அலகுத் திரவம் ஓர் அலகு பாதைக்கூடாக வெப்பமாக்கப்படும்போழுது அதனில் தோற்றமும் விரிவு அத்திரவத்தின் தோற்ற விரிவுக் குணகம் எனப்படும்.

திரவத்தின் உண்மை விரிவுக்குணகத்துக்கும், அடர்த்திக்கும் உள்ள தொடர்பு

$$\frac{\rho_0}{\rho_t} = 1 + \gamma \cdot t \quad (\gamma = \text{உண்மை விரிவுக்குணகம்})$$

தோற்ற விரிவுக் குணகத்தைத் துணிதல்

1. தன்னிரப்புப் போத்தல் முறை:

$$\text{தத்துவம் } C_s = \frac{\text{வெளியேறிய திரவத்தின் திணிவு}}{\text{எஞ்சியதிரவத்தின் திணிவு} \times \text{வெ. நி. ஏற்றம்}}$$

தன்னிரப்புப் போத்தலின் திணிவு  $m$  துணியப்படும். இது திரவத்தால் நிரப்பப்பட்டு சுத்தமாக்கப்பட்டபின்  $t_1^\circ\text{C}$  இல் திணிவு  $m_1$  துணியப்படும். பின்பு  $t_2^\circ\text{C}$  க்கு வெப்பமாக்கப்பட்டு ஆறியபின் திணிவு  $m_2$  துணியப்படும்.  $C_s = \frac{m_1 - m_2}{m_2(t_2 - t_1)}$  இல் மேற் பேறுகளைப் பிரதியிட்டால் தோற்ற விரிவுக்குணகம் துணியப்படும்.

2. நிறை வெப்பமானிக்கும், அடர்த்தி ஒப்புமானிக்கும் இத்ததி துவம் பொருந்தும்.

உண்மை விரிவுக் குணகத்தைத் துணிதல்

தூலோன் பெற்றிறற் முறை:  $u$  க் குழாய் ஒன்றின் புயங்களில் திரவம் விடப்படும். ஒரு புயம்  $t_1^\circ\text{C}$  இல் நிலைநாட்டப்பட்ட கஞ்சுக் குழாயினாலும் மற்றப்புயம்  $t_2^\circ\text{C}$  இல் நிலைநாட்டப்பட்ட கஞ்சுக் குழாயினாலும் சூழப்பட்டிருக்கும்.  $t_1^\circ\text{C}$  இலுள்ள திரவமட்டத்தின் உயரம்  $h_1$  தளத்திலிருந்து  $h_2$  எனவும்  $t_2^\circ\text{C}$  இலுள்ள மட்டத்தின் உயரம்  $h_2$  எனவும் கொள்ளப்படின் உண்மை விரிவுக் குணகம்  $C_r = \frac{h_2 - h_1}{h_1(t_2 - t_1)}$  இனால் தரப்படும்.

நீரின் நேரில் விரிவு: நீரின் விரிவு மற்றத் திரவங்களுடன் ஒப்பிடும்பொழுது விசித்திரமானது. இது  $0^\circ\text{C}$  இலிருந்து வெப்பமாக்கப்படும்பொழுது அதன் கனவளவு  $4^\circ\text{C}$  வரை குன்றி பின்பு அதன் வெப்பநிலை அதிகரிக்க கனவளவு அதிகரிக்கும். எனவே  $4^\circ\text{C}$  இல் நீரின் கனவளவு மிகக் குறைவாகவும் அதன் அடர்த்தி மிக உயர்வாகவும் இருக்கும்.

உத்திக் கணக்குகள்:

1. பின்வரும் தரவுகளைக் கொண்டு ஒரு மரக்குற்றி பென்சீனி



(benzene) மட்டுமட்டாக அமிழும்பொழுது வெப்பநிலையைத் துணிக்.

$$0^{\circ}\text{C இல் பென்சீனின் அடர்த்தி} = 9.0 \times 10^2 \text{ Kg m}^{-3}$$

$$0^{\circ}\text{C இல் மரக்குற்றியின் அடர்த்தி} = 8.8 \times 10^2 \text{ Kg m}^{-3}$$

$$\text{பென்சீனின் கனவளவு விரிவுக்குணகம்} = 1.2 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$$

$$\text{மரக்குற்றியின் கனவளவு விரிவுக்குணகம்} = 1.5 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$$

மரக்குற்றி அமிழும்பொழுது வெப்பநிலை =  $t^{\circ}\text{C}$

$$t^{\circ}\text{C இல் மரக்குற்றியின் கனவளவு} = v_0 (1 + 1.5 \times 10^{-4} \times t)$$

$$t^{\circ}\text{C இல் மரக்குற்றியின் அடர்த்தி} = \frac{\rho_0}{1 + \gamma \cdot t} = \frac{8.8 \times 10^2}{1 + 1.5 \times 10^{-4} \times t}$$

$$\Delta \quad t^{\circ}\text{C இல் மரக்குற்றியின்திணிவு} = \frac{v_0 (1 + 1.5 \times 10^{-4} \times t) 8.8 \times 10^2}{(1 + 1.5 \times 10^{-4} \times t)}$$

$$\Delta \quad t^{\circ}\text{C இல் மேலுதைப்பு} = \frac{v_0 (1 + 1.5 \times 10^{-4} \times t) \times 9 \times 10^2}{(1 + 1.2 \times 10^{-3} \times t)} \text{ g}$$

$$\Delta \quad \frac{v_0 (1 + 1.5 \times 10^{-4} \times t) 8.8 \times 10^2}{(1 + 1.5 \times 10^{-4} \times t)} \text{ g} = \frac{v_0 (1 + 1.5 \times 10^{-4} \times t) \times 9 \times 10^2}{(1 + 1.2 \times 10^{-3} \times t)} \text{ g}$$

$$\Delta \quad 8.8 = \frac{9 (1 + 1.5 \times 10^{-4} \times t)}{(1 + 1.2 \times 10^{-3} \times t)}$$

$$8.8 + 8.8 \times 1.2 \times 10^{-3} t = 9 + 9 \times 1.5 \times 10^{-4} t$$

$$10^{-3} (10.56 t - 13.5 \times 10^{-1} t) = 0.2$$

$$10^{-3} (10.56 - 1.35) t = 0.2$$

$$\Delta \quad t = \frac{0.2 \times 10^3}{9.21} = \frac{20000}{921} = 21.7^{\circ}\text{C}$$

2. ஒரு சீரான துளையுடைய குழாயையும் கண்ணாடிக் குமிழையும் கொண்ட நிறைவெப்பமானி 150 கிராம் இரசத்தினை குழாயிலுள்ள  $0^{\circ}\text{C}$  வரை கொண்டுள்ளது. வெப்பநிலை  $100^{\circ}\text{C}$  க்கு உயரும்பொழுது குழாயின் பிறையரு எவ்வளவு உயரும் என்பதைக் காண்க. துளையின் வெட்டுமுகப்பரப்பு  $0^{\circ}\text{C}$  இல்  $0.8 \text{ மிமீ}^2$ . ஆகும்.  $0^{\circ}\text{C}$  இல் இரசத்தின் அடர்த்தி  $13.6 \text{ g cm}^{-3}$ , இரசத்தின் விரிவுக் குணகம்  $1.82 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ , கண்ணாடியின் நீட்டல் விரிவுக் குணகம்  $1.1 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$

$$\text{இரசம் } v_0 = \frac{150}{13.36} \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{இரசத்தின் தோற்ற விரிவுக் குணகம்} &= 1.82 \times 10^{-4} - 0.33 \times 10^{-5} \\ &= 1.82 \times 10^{-4} - 0.33 \times 10^{-4} \\ &= 1.4 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{தோற்றக் கனவளவு விரிவு} &= v_0 \times Y \times t \\ &= \frac{150}{13.6} \times 10^{-6} \times 1.49 \times 10^{-4} \times 10^2 \end{aligned}$$

பிறையுருவின் உயரம்  $l$  எனின் மீற்றரில்

$$\text{தளையின் கனவளவு விரிவு} = \frac{0.8}{10^6} \times l \text{ m}^3$$

$$\therefore 0.8 \times 10^{-6} \times l = \frac{150 \times 10^{-6} \times 1.49 \times 10^{-4} \times 10^2}{13.6} \text{ m}$$

$$l = \frac{150 \times 1.49 \times 10^{-2} \times 10^2}{13.6 \times 0.8} \text{ cm.}$$

$$= \frac{22350}{1088} \text{ cm.}$$

$$= 20.5 \text{ cm.}$$

$$\Delta \text{ பிறையுருவின் உயரம் } = 20.5 \text{ cm.}$$

வாயுக்களின் விரிவு

வாயுக்களின் விதிகள்

1. போயிலின் விதி: மாறாவெப்பநிலையில் ஒரு குறித்தநிலை வாயுவின் கனவளவு அதன் அழுக்கத்துக்கு நேர்மாறு விகித சமம்.

$$\text{விதாவது } v \propto \frac{1}{p}$$

$$\therefore pv = k \text{ (மாறிலி)}$$

போயிலின் விதியை வாய்ப்புப்பார்த்தல்:

- இப் பரிசோதனை ஓர் இரசவிழை கொண்ட மயிர்த்துளைக் குழாயினால் செய்யலாம். குழாய்க் வளிபாணது ஒரு குறித்த நீளம்  $l$  ஐக் கொண்ட இரசவிழையினால் அடைக்கப்பட்டுள்ளது. மறுமுனை திறந்திருக்கும். வளிமண்டல அழுக்கத்தை



H சம். இரசம் எனக் கொள்க. குழாய் (1) நிலைக்குத்த நிலையில் இருக்கும்பொழுது வளியின் நீளம்  $L$  ஐ அளக்க. இது கனவளவுக்கு விநிதசமமாதலினால்  $L$  ஐ கனவளவுக்குப் பதிலாகப் பாவிக்கலாம். அப்பொழுது அழுக்கம்  $(H + l)$  சம். இரசம். (2) குழாயைக் கிடைநிலையில் வைத்து வளிநிரலின் நீளம்  $L_1$  ஐக் காண்க. அப்பொழுது அழுக்கம்  $H$  சம் இரசம். (3) குழாயை நிலைக்குத்தாக நேர்மாறுக்கி நீளம்  $L_2$  ஐ அளக்க. அப்பொழுது அழுக்கம்  $(H - l)$  சம். இரசம். இம் மூன்று பரிசோதனைகளிலும் இருந்து

$$(H + l)L = H \times L_1 = (H - l)L_2$$

எனக் காணப்படும் எனவே போயிலின் விதி வாய்ப்புப் பார்க்கப்படுகிறது.

2. போயிலின் உபகரணத்தைக் கொண்டும் இவ்விதியை வாய்ப்புப் பார்க்கலாம். வெப்பநிலை மாறுதிருக்க வளியின் வெவ்வேறு கனவளவுகளுக்கு ( $V$  அழுக்கத்தை ( $p$ ) காண்க.  $p$  க்கும்  $\frac{1}{V}$  க்கும் ஒரு வரைபு அமைக்கப்படும் பொழுது அது உற்பத்தித் தாணத்தினாடு செல்லும் நேர்மேடாக அமையும். எனவே போயிலின் விதி வாய்ப்புப் பார்க்கப்படுகின்றது.

மாறு அழுக்கத்தில் வாயுவின் விரிவு (சாளிசின் விதி)

சாளிசின் விதி: மாறு அழுக்கத்தில் ஒவ்வொரு சதமவளவைப் பாணை வெப்பநிலை ஏற்றத்துக்கும் ஒரு குறித்த திணிவு வாயுவின் கனவளவானது  $0^\circ\text{C}$  க் கனவளவின்  $\frac{1}{273}$  ஆல் அதிகரிக்கும்.

சாளிசின் விதியை வாய்ப்புப் பார்த்தல்

ஒரு முனை மூடப்பட்ட மயிர்த்துளைக் குழாயொன்றினுள் சிறிய இரசவிளையால் அடைக்கப்பட்ட வளிநிரலைக் கருத்திற் கொள்க. ஒரு வெப்பமானி இதனுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. வளிநிரலின் நீளம் கனவளவிற்கு விநிதசமமாதலினால் அதற்குப் பதிலாக நீளங்களை கனவளவுகளாக எடுத்துக் கொள்ளலாம். திறந்த முனை நிலைக்குத்தாக வைக்கப்படும். அதனால் அழுக்கம் மாறுதிருக்கும். இது வளிமண்டல அழுக்கம் + இரசவிளைய நிரலின் அழுக்கத்துக்குச் சமன். குழாய் நிலைக்குத்தாக சூடாக்கப்படும் நீரில் வைக்கப்பட்டு வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளுக்கு வளிநிரலின் நீளங்கள் அளக்கப்படும். வளிநிரலின் நீளங்களை  $y$  அச்சிலும் வெப்பநிலையை கிடை

அச்சிலும் கொண்டு ஒரு வரைபு அமைக்கப்படும். அவ்வரைபு நேர் கோடாக அமையும். எனவே வளியின் விரிவு வெப்பநிலையுடன் சீரானதாக அமைகின்றது. மேலும் இவ்வரைபு பிடிபுறமாக நீட்டப் படி அது கிடை அச்சை  $-273^{\circ}\text{C}$  இல் வெட்டும். இவ்வெப்பநிலை தனிப்பூச்சியம் எனப்படும்.

வரைபிலிருந்து  $1^{\circ}\text{C}$ க்குரிய  $v_t$  ஐயும்  $0^{\circ}\text{C}$ க்குரிய  $v_0$  ஐயும் காணலாம். அப்பொழுது  $\frac{v_t - v_0}{v_0 t}$  இன் பெறுமானம்  $\frac{1}{273}$  எனக் காணப்படும். அதாவது வளியானது ஒவ்வொரு சதம அளவைப்பாகை வெப்பநிலை ஏற்றத்துக்கும்  $0^{\circ}\text{C}$ க் கனவளவின்  $\frac{1}{273}$  மடங்கால் அதிகரிக்கின்றதென்பது புலனாகின்றது. எனவே சாளரின் விதி வாய்ப்புப் பார்க்கப்படுகின்றது.

மேலும்  $\frac{v_t - v_0}{v_0 t} = \alpha_p$ . இது மாறா அமுக்கத்தில் வளியின் கனவளவு விரிவுக்குணகம் ஆகும். இதன்பிரகாரம் கனவளவு விரிவுக் குணகம் வருமாறு வரையறுக்கப்படும்.

மாறா அமுக்கத்தில்  $0^{\circ}\text{C}$  இலுள்ள ஒரு கன அலகு வாயுவின் வெப்பநிலை  $1^{\circ}\text{C}$ க்கு உயரும் பொழுது அதன் கனஅளவு விரிவு அவ்வாயுவின் கனவளவு விரிவுக் குணகம் எனப்படும்.

$$\text{பேற்சமன்பாட்டிலிருந்து } v_t = v_0 (1 + \alpha^p t)$$

$$\text{அதாவது } v_t = v_0 \left( 1 + \frac{1}{273} t \right)$$

$$v_t = v_0 \left( \frac{273 + t}{273} \right)$$

$$\frac{v_t}{273 + t} = \frac{v_0}{273}$$

$$\text{ஆனால் } 273 + t = T \text{ K; } 273 = T_0 \text{ K}$$

$$\frac{v_t}{T} = \frac{v_0}{T_0}$$

$$\therefore v \propto T$$



இதன் பொருட்டு சாளரின் விதி வருமாறும் வரையறுக்கப்படும்; மாறா அழுக்கத்தில் ஒரு குறித்த திணிவு வாயுவின் கனவலை தனிவெப்பநிலைக்கு நேர்விகித சமம்.

**தனிப்பூச்சியம்:**

ஓர் இலட்சிய வாயுக்கு அழுக்கத்தினதும் கனவளவினதும் பெருக்கம் அற்றுப்போகும் வெப்பநிலை தனிப்பூச்சியம் எனப்படும். அல்லது ஒரு வாயு மேலும் திரவமாக்க முடியாத நிலையினைக் குறிக்கும் வெப்பநிலை தனிப்பூச்சியம் எனப்படும்.

தனிவெப்பநிலை அளவுத்திட்டம்

தனிப்பூச்சியத்தை (OK) தாழ்வெப்பநிலையாகவும் ஒவ்வொரு பாகையும் சதமவளவைப் பாகைக்குச் சமனானதாகவும் கொண்டு அமைக்கப்படும் அளவுத்திட்டம் தனிவெப்பநிலை அளவுத்திட்டம் எனப்படும். (தனிப்பூச்சியம் =  $-273^{\circ}\text{C}$ )

இது கெல்வின் அளவுத் திட்டம் என்றும் சொல்லப்படும்.

அழுக்கத்துக்கும் வெப்பநிலைக்கும் உள்ள தொடர்பு:

**அழுக்கவிதி:-** மாறாக்கனவளவில் ஒரு குறித்த திணிவு வாயுவின் அழுக்கம் ஒவ்வொரு சதமவளவைப் பாகை வெப்பநிலை ஏற்றத்துக்கும்  $0^{\circ}\text{C}$  அழுக்கத்தின்  $\frac{1}{273}$  மடங்கால் அதிகரிக்கும்.

**வாயுவின் அழுக்கக் குணகம்:-** மாறாக்கனவளவில் ஒரு குறித்த திணிவு வாயுவின் வெப்பநிலை  $1^{\circ}\text{C}$  க்குடாக அதிகரிக்கும்பொழுது அதனில் ஏற்படும் அழுக்க அதிகரிப்புக்கும்  $0^{\circ}\text{C}$  இலுள்ள அழுக்கத்துக்கும் உள்ள விகிதம் அழுக்கக் குணகம் எனப்படும்.

அதாவது  $\alpha_v = \frac{\text{அழுக்க அதிகரிப்பு}}{0^{\circ}\text{C அழுக்கம்} \times \text{வெ. நி. ஏற்றம்}}$

$$\alpha_v = \frac{P_t - P_0}{P_0 \times t}$$

$$\begin{aligned} \Delta P_t &= P_0 (1 + \alpha_v t) \\ &= P_0 \left( 1 + \frac{1}{273} t \right) \\ &= P_0 \left( 1 + \frac{1}{273} \cdot t \right) \end{aligned}$$

$$P_t = P_0 \left( \frac{273 + t}{273} \right)$$

$$\frac{P_t}{T} = \frac{P_0}{T_0}$$

$$\Delta P \propto T$$

இதன் பிரகாரம்! அழுக்கவிதி வருமாறும் வரையறுக்கப்படும். மாறாக்கனவளவில் ஒரு குறித்த திணிவு வாயுவின் அழுக்கம் தனி வெப்பநிலைக்கு நேர் விகித சமம்.

இவ்விதியை மாறாக்கனவளவு வாயு வெப்பமானியைக் கொண்டு வாய்ப்புப்பார்க்கலாம்.

இலட்சியவாயு அல்லது நிறை வாயு

எல்லா வெப்பநிலைகளுக்கும் அழுக்கங்களுக்கும் வாயு விதிகளுக்கு கீழ்ப்படிவின்ற ஒரு வாயு இலட்சிய வாயு அல்லது நிறை வாயு எனப்படும்.

நிறைவாயுச் சமன்பாடு

ஆரம்பத்தில்  $p_1$  அழுக்கமும்  $v_1$  கனவளவும்  $T_1$  தனிவெப்பநிலையும் உடைய ஒரு குறித்த திணிவு வாயுவைக் கருத்திற் கொள்க. இதன் இறுதி நிலை  $p_2, v_2, T_2$  இனால் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த மாற்றம் இரு படிசனில் நிகழ்கிறதெனக் கொள்க.

(i) மாறா அழுக்கத்தில் மாற்றம் நிகழின்  $v_1$  ஆனது  $v$  க்கும்  $T_1$  ஆனது  $T_2$  க்கும் மாறட்டும். அப்பொழுது சாளிசின் விதிப்படி

$$\frac{v_1}{v} = \frac{T_1}{T_2} \text{ ——— (1)}$$

(ii) மாறா வெப்பநிலையில் மாற்றம் இப்பொழுது நிகழின்  $p_1$  ஆனது  $p_2$  க்கும்  $v$  ஆனது  $v_2$  க்கும் மாறட்டும்.

எனவே போய்லின் விதிப்படி  $p_1 v = p_2 v_2$  ——— (ii)

$$\Delta v = \frac{p_2 v_2}{p_1}$$

இதனைச் சமன்பாடு (1) இல் பிரதியிட்டு  $v$  ஐ நீக்குக.

$$\frac{p_1 v_1}{p_2 v_2} = \frac{T_1}{T_2}$$



$$\Delta \quad \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} = \text{மாறிலி}$$

$$\text{அதாவது} \quad \frac{PV}{T} = K \quad (K \text{ ஒரு மாறிலி})$$

$$\therefore PV = KT$$

இங்கு K என்னும் மாறிலி வாயுவின் திணிவிலும், இயல்பிலும் தங்கியுள்ளது.

ஒரு கிராம் மூலக்கூற்றைக் கருத்திற் கொண்டால்

$PV = RT$  இதனில் R பொது வாயு மாறிலி எனப்படும்: எந்த ஒரு வாயுவின் ஒரு கிராம் மூலக்கூறு நி, வெ.அ.இல்  $22.4$  இலிற்றர் கனவளவுடையதாகும்.

$$R = \frac{PV}{T} = \frac{0.76 \times 13600 \times 9.8 \times 22.4 \times 10^{-3}}{273}$$

$$= 8.3 \text{ J Mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

ஒரு கிலோகிராம் திணிவு வாயுவைக் கருத்திற் கொண்டால்

$$PV = rT \quad (r = \text{ஒரு கிலோ கிராம் வாயுவுக்குரிய மாறிலி})$$

Δ. m கிலோகிராம் வாயுவைக் கருத்திற்கொண்டால்

$$\Delta \quad PV = mrT$$

$$\Delta \quad m = \frac{PV}{rT}$$

r ஆனது வெவ்வேறு வாயுக்களுக்கு வெவ்வேறு அளவினதாகும்;

$$\text{மேலும்} \quad T = \frac{R}{M} \quad (M \text{ மூலக்கூற்று நிறை})$$

வாயுக்களின் இயக்கப்பண்புக் கொள்கைகளும் எடுகோள்களும்

1. மூலக்கூறுகள் நிறை மீள் தன்மையுள்ள கோளங்கள்.
2. மோதுகைகள் நிகழ எடுக்கும் நேரத்துடன் மோதுகை நேரத்தை ஒப்பிடிக்க அது புறக்கணிக்கப்படும்.
3. மூலக்கூறுகளுக்கிடையேயுள்ள கவர்ச்சி புறக்கணிக்கப்படும்.
4. மூலக்கூறுகளின் கனவளவு வாயுவின் கனவளவுடன் ஒப்பிடிக்க புறக்கணிக்கப்படும்.

இயக்கப்பண்புச் சத்தி கொள்கையின் எடுகோள்களுக்கிணங்க ஒரு மூடிய கொள்கலத்தில்,

$$\text{வாயுவின் அழுக்கம் } P = \frac{1}{3} \frac{Nm \overline{C^2}}{V}$$

$N$  = மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை

$m$  = ஒரு மூலக்கூற்றின் திணிவு

$\overline{C^2}$  = சராசரி வேகவர்க்கம்

$V$  = வாயுவின் கனவளவு

$$PV = \frac{1}{3} Nm \overline{C^2}$$

$$PV = \frac{1}{3} M \overline{C^2} \quad (M = Nm \text{ வாயுவின் திணிவு})$$

$$PV = \frac{1}{3} \frac{M}{V} \overline{C^2}$$

$$P = \frac{1}{3} \rho \overline{C^2}$$

$$\therefore \overline{C^2} = \frac{3P}{\rho}$$

$$\overline{C^2} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$$

வாயுவின் விதிகளைப் பெறல்

(i) போயிலின் விதி

$$PV = \frac{1}{3} M \overline{C^2}$$

மாறா வெப்பநிலையில் (T)  $\overline{C^2}$  ஒரு மாறிலி.

$$\therefore \text{மாறா வெப்பநிலையில்} \quad \frac{1}{3} M \overline{C^2} = \text{மாறிலி}$$

எனவே மாறா வெப்பநிலையில்  $PV = \text{மாறிலி}$

(ii) சாஸின் விதி

$$PV = \frac{1}{3} Nm \overline{C^2}$$

$$= \frac{2}{3} \times \frac{1}{2} Nm \overline{C^2}$$



$$\text{ஆனால் } \frac{1}{2} NmC^2 \propto T$$

$$\therefore PV \propto T$$

கி. மாறா அழுக்கத்தில்  $V \propto T$  இதுவே சாளிசின் விதி,  
மேலும்  $PV \propto T$

$$\therefore \frac{PV}{T} = \text{மாறிலி (R)}$$

அதாவது  $PV = RT$  இது நிறை வாயுச் சமன்பாடு

பொதுவான தகவல்கள்

1. ஒருதரப்பட்ட வாயுவின் மூலக்கூறுகளின் சராசரி வேக வர்க்கமூலம்  $\propto \sqrt{T}$

2. ஒரே வெப்பநிலையில் வெவ்வேறு வாயுக்களின் மூலக்கூறுகளின் சராசரி வேக வர்க்கமூலம்  $\propto \frac{1}{\sqrt{M}}$

3. ஒரு மூலக்கூற்றின் இடப்பெயர்ச்சியினது சராசரி இயக்கப் பண்புச் சத்தி  $\propto T$ .

4. ஒரு வாயுவின் பரவல் வீதம்  $\propto \frac{1}{\sqrt{\rho}}$

உத்திக்குணக்குகள்

1. ஒடுங்கிய சூழாயினால் இணைக்கப்பட்டுள்ள சமக்கனவளவுள்ள இரு கண்ணாடி குமிழ்களில் நி.வே. அ. இலுள்ள வாயு நிரப்பப்பட்டுள்ளது. ஒரு குமிழ் உருகும் பனிக்கட்டியிலும் மற்றது சூடான தொட்டியிலும் வைக்கப்பட்டபொழுது புது அழுக்கம் 877.6 மி.மி. இரசம் ஆகும். தொட்டியின் வெப்பநிலையைக் கணிக்க.

ஆரம்பத்தில் வாயுவின்

$$\text{திணிவு} = \frac{760 \times V}{r \times 273} + \frac{760 \times V}{r \times 273} = \frac{2 \times 760 \times V}{r \times 273}$$

இறுதியில் வாயுவின்

$$\text{திணிவு} = \frac{877.6 \times V}{r \times 273} + \frac{877.6 \times V}{r \times T}$$

$$\therefore \frac{877.6 V}{r \times 273} + \frac{V 877.6}{r \times T} = \frac{2 \times 760 V}{r \times 273}$$

$$\frac{877.6}{273} + \frac{877.6}{T} = \frac{1520}{273}$$

$$\frac{877.6}{T} = \frac{1520 - 877.6}{273} = \frac{642.4}{273}$$

$$\therefore T = \frac{877.6 \times 273}{642.4} = 373\text{K}_2 \text{ அண்ணளவாக}$$

$$\therefore t^{\circ}\text{C} = 373 - 273 = 100^{\circ}\text{C}$$

2. நி. வெ. அ. இல் ஈவியத்தின் அடர்த்தி =  $0.178 \text{ kg.m}^{-3}$   
ஆகவும் 1 வளிமண்டலம் =  $1.013 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$  ஆகவும் இருப்பின்  
அதன் வேகவர்க்க மூலத்தைக் காண்க:

$$C = \sqrt{\frac{3P}{\rho}} = \sqrt{\frac{3 \times 1.013 \times 10^5}{0.1758}} \\ = 1305 \text{ ms}^{-1}$$

## அலகு 9

கலோரியளவில், ஆவிய முக்கம், ஈர்ப்பதரையில்

வெப்பக்கொள்ளளவு: ஒரு பொருளின் வெப்பநிலையை ஒரு பாகைக்கூடாக (அல்லது ஒரு கெல்வினுக்கூடாக) உயர்த்துவதற்கு வேண்டிய வெப்பக்கணியம் வெப்பக்கொள்ளளவு எனப்படும்.

இதன் அலகு  $\text{JK}^{-1}$  இதன் குறி C.

தனிவெப்பக்கொள்ளளவு: ஓர் அலகு திணிவுடைய பொருளின் வெப்பநிலையை ஒரு பாகைக்கூடாக உயர்த்துவதற்கு வேண்டிய வெப்பக்கணியம் தனிவெப்பக்கொள்ளளவு எனப்படும்.

அல்லது

ஒரு கிலோகிராம் திணிவுடைய பொருளை ஒரு கெல்வினுக்கூடாக உயர்த்துவதற்கு வேண்டிய வெப்பக்கணியம் தனிவெப்பக்கொள்ளளவு எனப்படும்.

இதன் அலகு:  $\text{JKg}^{-1} \text{K}^{-1}$  அல்லது  $\text{KJ.Kg}^{-1} \text{K}^{-1}$  இதன் குறி c.



பொருளின் தணிவு  $m k g$  எனவும் தன் வெப்பக்கொளவு  $\theta$  எனவும், வெப்பநிலை உயர்வு  $t$  எனவும் கொள்ளின்

$$Q = m \times c \times t \quad J \text{ ஆகும்.}$$

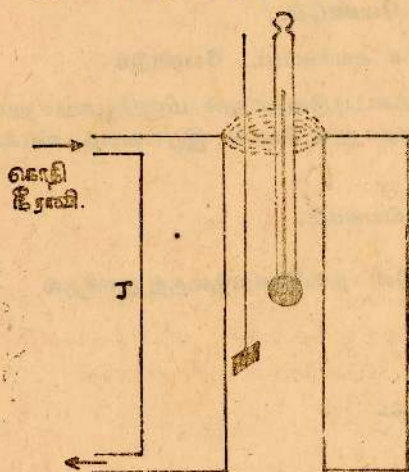
$$\text{மேலும் வெப்பக்கொளவு} = m \times c \quad JK^{-1}$$

கலோரியளவியலின் தத்துவம்

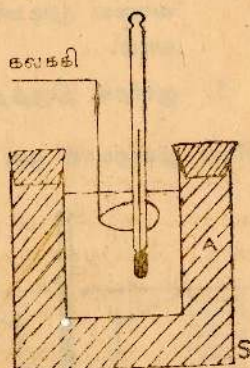
ஒரு பொருள் இழக்கும் வெப்பம் = மற்றப்பொருள் பெறும் வெப்பம் இத்தத்துவத்தைப் பிரயோகித்து திண்மம், திரவம் எவ்வற்றின் தன் வெப்பக் கொள்ளளவுகளைத் துணியலாம்.

கலவை முறையால் ஒரு திண்மத்தின் தன்வெப்பக் கொள்ளளவைத் துணிதல்:

இப்பரிசோதனைக்குரிய படம் 57 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



(a)



(b)

படம் - 67

$C_s$ ,  $C_w$ ,  $C_c$ , திண்மத்தினதும், நீரினதும், கலோரிமானியினதும் தன்வெப்பக்கொளவுகள் ஆகும்.

$m_s$ ,  $m_w$ ,  $m_c$  இவற்றின் தணிவுகளை,  $\theta_3$ ,  $\theta_2$ ,  $\theta_1$  குடாக்கப் பட்ட திண்மத்தினதும் வெப்பநிலையும் நீரினதும் இறுதி ஆரம்ப வெப்பநிலைகளாகும்.





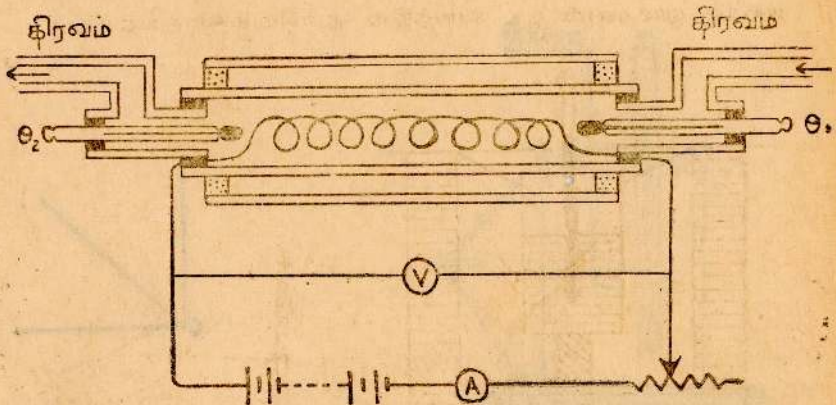
படம் 58(a)இல் காட்டியவாறு கலோரிமானிக்குள் ஒரு குறித்த கலவைத் திரவம் விடப்பட்டு வெப்பநிலைகள் சமநேர இடைகளுக்குக் குறிக்கப்படும். பின்பு கலோரிமானி வெறுமையாக்கப்பட்டு அதே கனவளவு சூடான நீருக்கும் வெப்பநிலைகள் சமநேர இடைகளுக்குக் குறிக்கப்படும். இவ்வாறு இரு சந்தர்ப்பங்களிலும் பரிசோதனை நிபந்தனைகள் ஒத்தவையாக்கப்பட்டுள்ளன. படம் 58 (b)இல் காட்டியவாறு குளிரல் வளையிகள் கீறப்பட்டு ஒரு குறித்த வெப்பநிலைக் குரிய வெப்பநிலைவீழ்ச்சி வீதங்களை  $g_1, g_2$  காணப்படும். கணிப்புகள் வருமாறு அமையும்.

நிபந்தனைகள் சர்வசமனானதால்,

$$(m_2 c_2 + m_c c_c) g_2 = (m_1 c_1 + m_c c_c) g_1$$

இங்கு  $m_2 c_2$  நீரின் திணிவும் தன்வெப்பக்கொள்ளளவும் ஆகும்.  $m_c, c_c$  கலோரிமானியின் திணிவும் தன் வெப்பக்கொள்ளளவுமாகும்.  $g_2$  நீருக்குரிய வெப்பநிலை வீழ்ச்சிவீதமாகும்.  $m_1, c_1$  திணிவும், தன்வெப்பக்கொள்ளளவுமாகும்.  $g_1$  திரவத்தின் வெப்பநிலைவீழ்ச்சி வீதமாகும். மேற்சமன்பாட்டிலிருந்து திரவத்தின் தன்வெப்பக்கொள்ளளவு  $c_1$  கணிக்கப்படும்.

## 2. தொடர்ந்த பாய்ச்சன் முறை



படம் 58

படம் 58இல் காட்டியவாறு பரிசோதனை செய்யப்படும்.

கணிப்புகள்

$$ivt = mc(\theta_2 - \theta_1) + R \text{ — (i)}$$

இங்கு R கதிர்வீசலாக் ஏற்படும் வெப்பஇழப்பு. இதனை  $i, v, m$  ஆகியவற்றை மாற்றி அதேவேளையில்  $(\theta_2 - \theta_1)$  உம்  $t$  யும் அதே அளவினதாக வைத்துத் தவிர்க்கலாம்.

$$I_1 v_1 t = m_1 c (\theta_2 - \theta_1) + R \text{ — (ii)}$$

$$(II) - (I) \quad (I_1 v_1 - iv)t = c(m_1 - m)(\theta_2 - \theta_1)$$

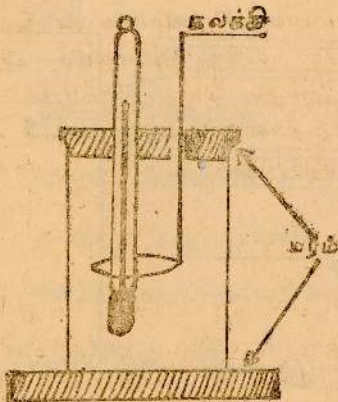
$$c = \frac{(I_1 v_1 - iv)t}{(m_1 - m)(\theta_2 - \theta_1)} \text{ J Kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

நியூற்றனின் குளிரல் விதி

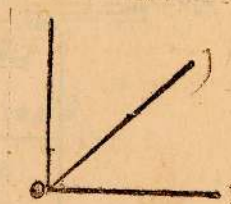
குளிர்தலினால் ஒரு பொருள் இழக்கும் வெப்பவீதம் பொருளுக்கும் குழலுக்குமிடையேயுள்ள மேலதிக வெப்பநிலைக்கு விகிதசமமாகும்.

நிபந்தனைகள் :

- (i) அசையாவளியில் சிறிய மேலதிக வெப்பநிலைகளுக்கே இவ்விதி அமையும்.
- (ii) வலிந்த மேற்காவுகையின் கீழ் இவ்விதி எல்லாவெப்பநிலைகளுக்கும் அமையும்.



(a)



(c)





உலோகம் இழந்தவெப்பம் = கலோரிமானியும் நீரும் பெற்ற வெப்பம்

$$0.4 \times c(100 - 35) = 0.24 \times 400(35 - 15) + 0.16 \times 4200(35 - 15)$$

$$26c = 1920 + 13440$$

$$26c = 15360$$

$$c = \frac{15360}{26}$$

$$= 590 \text{ J Kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

2. ஒரு தொடர்ந்த பாய்ச்சல் கலோரிமானியில் உட்புகும் வெளியேறும் திரவத்தின் வெப்பநிலைகள் முறையே  $14^\circ\text{C}$ ,  $19^\circ\text{C}$  ஆகும். திரவப்பாய்ச்சல் வீதம்  $4 \text{ g s}^{-1}$ , மின்னோட்டம்  $3.2 \text{ A}$ , மி. அ. வெ.  $9.6 \text{ V}$  ஆகும். மீண்டும் செய்யப்பட்ட பரிசோதனையில் மின்னோட்டம்  $2.0 \text{ A}$ , மி. அ. வெ.  $6.0 \text{ V}$  திரவப்பாய்ச்சல் வீதம்  $1.8 \text{ g s}^{-1}$  ஆகும். வெப்பநிலைகள் அதே அளவினதாக இருந்தன. திரவத்தின் தன் வெப்பத்தைக் காண்க.

$$IV = mc(\theta_2 - \theta_1) + h$$

$$3.2 \times 9.6 = \frac{4}{1000} \times c \times 5 + h \quad \text{--- (i)}$$

$$2 \times 6 = \frac{1.8}{1000} \times c \times 5 + h \quad \text{--- (ii)}$$

$$\text{(ii)} - \text{(i)} \quad 18.72 = \frac{2.2 \times 5 \times c}{1000}$$

$$c = \frac{18720}{11} \text{ J Kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

$$= 1.7 \text{ KJ Kg}^{-1} \text{ K}^{-1}.$$

தன்மறை வெப்பம்

ஒர் அவகு திணிவுள்ள பொருளை வெப்பநிலை மாறுதிருக்கும் பொழுது ஒரு நிலையிலிருந்து இன்னொரு நிலைக்கு மாற்றுவதற்கு வேண்டிய வெப்பக்கணியம் தன்மறைவெப்பம் எனப்படும்.

உருகலின் தன்மறைவெப்பம்

ஒர் அவகு திணிவுள்ள திண்மத்தை அதன் உருகுநிலையில் திரவ நிலைக்கு மாற்றுவதற்கு வேண்டிய வெப்பக்கணியம் உருகலின் தன்மறைவெப்பம் எனப்படும்.



ஆவியாதலின் தன் மறைவெப்பம்

ஓர் அலகு திணிவுள்ள திரவத்தை அதன் கொதிநிலையில் ஆவியாக்குவதற்கு வேண்டிய வெப்பக்கணியம் ஆவியாதலின் தன்மறை வெப்பம் எனப்படும்.

இதன் அலகு  $\text{JKg}^{-1}$  அல்லது  $\text{KJ Kg}^{-1}$  ஆகும்.

பனிக்கட்டி உருகலின் தன்மறைவெப்பத்தைத் துணிதல்

அறைவெப்பநிலையிலும்  $4^{\circ}\text{C}$  உயர்ந்த நீர் கலோரிமானிக்குள் எடுக்கப்படும். பின்பு நீரினை வெப்பநிலை அறைவெப்பநிலையிலும்  $4^{\circ}\text{C}$  தாழ்ந்திருக்கும் அளவிற்கு உலர் பனிக்கட்டித்துண்டுகள் போடப்படும். இதனால் வெப்ப இழப்பு தவிர்க்கப்படும். பின்பு பனிக்கட்டியின் உருகலின் தன்மறைவெப்பம் வருமாறு கணிக்கப்படும்.

பனிக்கட்டியின் திணிவு  $m \text{ Kg}$  எனவும், உருகலின் தன்மறை வெப்பம்  $l$  எனவும் நீரின் ஆரம்ப, இறுதிவெப்பநிலைகள்  $\theta_1, \theta_2$  எனவும் கொள்க.

கலோரிமானி + நீர் இழந்த வெப்பம் = பனிக்கட்டி பெற்ற வெப்பம்

$$(m_c c_c + m_w c_w) (\theta_1 - \theta_2) = ml + mc_w (\theta_2 - 0)$$

$$\therefore l = \frac{(m_c c_c + m_w c_w) (\theta_1 - \theta_2)}{m} - c_w \theta_2 \text{ JKg}^{-1}$$

ஆவியாதலின் தன் மறைவெப்பத்தைத் துணிதல்

இங்கு கலோரிமானிக்கும் உபயோகிக்கப்படும் நீரினை ஆரம்ப நிலை அறைவெப்ப நிலையிலும்  $4^{\circ}\text{C}$  தாழ்வாகவிருக்கும். பின்பு கொதிநீரான இறுதிவெப்பநிலை அறைவெப்பநிலையிலும்  $4^{\circ}\text{C}$  உயர்வாகவரும் வரை செலுத்தப்படும், கணிப்பு வருமாறு அமையும்.

கலோரிமானியின் திணிவு =  $m_c \text{ Kg}$

நீரின் திணிவு =  $m_w \text{ Kg}$

ஆரம்ப வெப்பநிலை =  $\theta_1^{\circ}\text{C}$

செலுத்திய கொதிநீரானியின் திணிவு =  $m \text{ Kg}$

$\therefore$  இறுதி வெப்பநிலை =  $\theta_2^{\circ}\text{C}$

ஆவியாதலின் தன் மறைவெப்பம்  $l$  எனில்

கொதிநீரானி இழந்த வெப்பம் = கலோரிமானியும் + நீரும் பெற்ற வெப்பம்.

$$m_l + m_{c_w} (100 - \theta_2) = m_c c_c (\theta_2 - \theta_1) + m_w c_w (\theta_2 - \theta_1)$$

$$l = \frac{(m_c c_c + m_w c_w) (\theta_2 - \theta_1)}{m} - c_w (100 - \theta_2) \text{ JKg}^{-1}$$

உத்திக் கணக்குகள்

1. 0.020 Kg பனிக்கட்டிகளை  $0^\circ\text{C}$  இலுள்ள  $0.10\text{Kg}$  நீரும் ஒரு கொள்கலத்தில் இருக்கின்றன.  $100^\circ\text{C}$  இலுள்ள கொதி நீரான பனிக் கட்டி முழுவதும் உருகும்வரை செலுத்தப்பட்டுள்ளது. கொள்கலத் தில் இப்பொழுதுள்ள நீரின் திணிவு என்னவாகும். (கொதி நீரான யின்  $l = 2.3 \times 10^6 \text{ JKg}^{-1}$ , பனிக்கட்டியின்  $l = 3.4 \times 10^5 \text{ JKg}^{-1}$ , நீரின்  $c = 4.2 \times 10^3 \text{ JKg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )

கொதிநீரானியின் திணிவு =  $m \text{ Kg}$  என்க.

$$m \times 2.3 \times 10^6 + m \times 4.2 \times 10^3 \times 100 = (0.02 \times 3.4 \times 10^5 + 27.2m) \times 100$$

$$27.2m = 0.068$$

$$m = 0.0025 \text{ Kg.}$$

$$\begin{aligned} \text{தற்போதுள்ள நீர்} &= 0.0025 + 0.02 + 0.1 \\ &= 0.1225 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

நிரம்பாத ஆவி, நிரம்பல் ஆவி, பனிபடு நிலை, சார்ப்பதன்

நிரம்பாத ஆவி:- ஒரு மூடிய வெளியில் தன் திரவத்துடன் தொட்டுக்கொண்டிருக்காத ஆவி நிரம்பாத ஆவி எனப்படும்.

நிரம்பிய ஆவி:- ஒரு மூடிய வெளியில் தன் திரவத்துடன் தொட்டுக்கொண்டிருக்கும் ஆவி நிரம்பல் ஆவி எனப்படும்.

அப்பொழுது இவ்வாவி உருற்றும் அழுக்கம் அவ்வெப்பநிலைக் குரிய நிரம்பல் ஆவி அழுக்கம் ஆகும்.

நிரம்பாத ஆவி அண்ணளவாக போயிலின் விதிக்கும் சானிசின் விதிக்கும் கீழ்ப்படியும்.

நிரம்பிய ஆவி இவ்விதங்களுக்குக் கீழ்ப்படியாததாகும். இதன் கன வளவில் மாற்றம் நிகழினும் நிரம்பல் ஆவி அழுக்கம் மாறாத தொன்றாகும். மேலும் வெப்பநிலை அதிகரிக்க அழுக்கமும் அதிகரிக்கும். ஆனால் இவ்விதங்களுக்கு இம்மாற்றம் கட்டுப்படமாட்டாது.

ஆவியாதலின்போது குளிர்தல் ஏற்படும்.



ஆவியாதலைப் பரதிக்கும் காரணிகள்

1. கொதிநிலையில் தங்கியுள்ளது. தாழ்ந்த கொதிநிலையில் விரைவாக ஆவியாகும்.
2. மேற்பரப்பு பெரிதாகின் ஆவியாதலின் வீதம் கூடும்.
3. உயர்ந்த வெப்பநிலையில் ஆவியாதலின் வீதம் கூடும்.
4. திரவத்தின் மேலுள்ள அழுக்கம் குறைந்தால் ஆவியாதலின் வீதம் அதிகரிக்கும்.

ஆவியாதலுக்கும் கொதித்தலுக்கும் உள்ள வேறுபாடுகள்

1. ஆவியாதல் எல்லா வெப்பநிலைகளிலும் நிகழும், கொதித்தல் கொதிநிலையில் மட்டும் நிகழும்.
2. ஆவியாதல் திரவத்தின் மேற்பரப்பில் நிகழும், கொதித்தல் திரவத்தின் எல்லாப் பாகங்களிலும் நிகழும்.

கொதிநிலை! திரவத்தின் ஒரு வெப்பநிலையின்போது அதன் நிரம்பல் ஆவியழுக்கம் வெளி அழுக்கத்துடன் சமனாகும். அப்போது கொதித்தல் நிகழும். அவ்வொப்பநிலை கொதிநிலை எனப்படும்.

தாற்றலின் பகுதி அழுக்கவிதி: ஒரு வாயுக்களின் கலவையில் ஒவ்வொரு வாயுவும் உடனேயும் அழுக்கம் தனியே அது அக் கலவையின் கனவளவில் இருக்கும்பொழுது உடனேயும் அழுக்கத்துக்குச் சமனாகும்.

வளிமண்டலத்தில் நீராவி

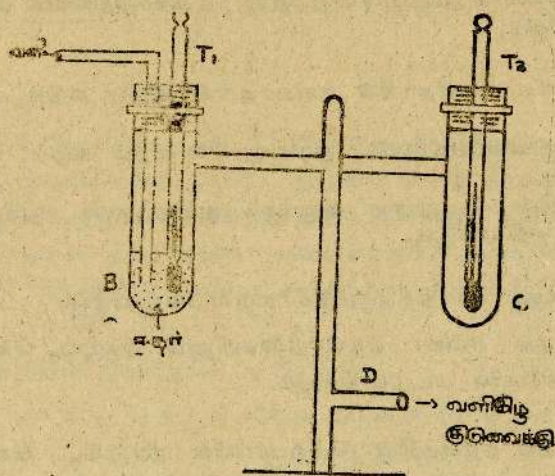
பனிபடுநிலை: வளிமண்டலத்திலுள்ள நீராவி அவ்வளியை முற்றாக நிரப்பும்பொழுதுள்ள வெப்பநிலை பனிபடுநிலை எனப்படும்.

சாரீர்ப்பதன்:

சாரீர்ப்பதன் =  $\frac{\text{பனிபடுநிலையிலுள்ள நீரின் நிரம்பலாவியழுக்கம்}}{\text{வளிவெப்பநிலையிலுள்ள நீரின் நிரம்பலாவியழுக்கம்}}$

தனி சரப்பதன்: ஒரு கனமீற்றர் வளிமண்டல வளியில் இருக்கும் நீராவியின் தனிவு தனி சரப்பதன் எனப்படும்.

சாரீரப்பதனைத் துணிதல்:



(படம் 61)

இரேனோவின் சுரமானிமுறை

B என்னும் குழாய்க்குள் வளி செலுத்தப்படும். பூனில் சுரம் தோற்றும்போது வெப்பநிலை  $t_1$  ஐ  $T_1$  இல் அவதானிக்க. வளி செலுத்தலை நிறுத்தி சுரம் பூனில் நீங்கும்போதுள்ள வெப்பநிலை  $t_2$  ஐயும்,  $T_1$  இல் அவதானிக்க. எனவே பனிபடுநிலை =  $\frac{t_1 + t_2}{2}$  ஆகும். வளியின் வெப்பநிலை  $T_2$  இல் அவதானிக்கப்படும். இவ்விரு வெப்பநிலைகளுக்கிடையே நிரம்பலாவி அழுக்கங்கள் ஆவிஅழுக்க அட்ட வளையிலிருந்து காணப்படும். பின்பு சாரீரப்பதன் வருமாறு கணிக்கப்படும்.

$$\text{சாரீரப்பதன்} = \frac{\text{பனிபடுநிலையில் நிரம்பக் ஆவிஅழுக்கம்}}{\text{அறைவெப்பநிலையிலே நிரம்பக் ஆவிஅழுக்கம்}} \times 100\%$$

உத்திக்கணக்கு

ஓர் அறையின் கனவளவு 40 கனமீற்றர். அதன் வெப்பநிலையும் அழுக்கமும் முறையே  $15^\circ\text{C}$  உம்  $75$  ச.மீ. இரசமுமாகும். பனிபடுநிலை  $= 6^\circ\text{C}$  ஆகும். சாரீரப் பதனையும், வளியினதும் நீராவியினதும் திணிவுகளைக் காண்க.



15°Cஇல் நீரின் நீ. ஆ. அ. = 12.8 மி.மி. இரசம்,

6°Cஇல் நீரின் நீ. வெ. அ. = 7.6 மி.மி. இரசம்,

உலர் வளியின் அடர்த்தி நீ. வெ. அ. இல் = 1.29 Kg m<sup>-3</sup>.

நீராவியின் அடர்த்தி உலர்வளி அடர்த்தியின் =  $\frac{5}{8}$  மடங்காகும்;

$$\text{சாரீரப்பதன்} = \frac{6^\circ\text{C இல் நீரின் நீ. ஆ. அ.}}{15^\circ\text{C இல் நீரின் நீ. ஆ. அ.}} \times 100\%$$

$$= \frac{7}{12.8} \times 100\%$$

$$= 54.7\%$$

$$\text{வளியின் தணிவு} = 20 \times \frac{273}{288} \times \frac{74.3}{76} \times 1.29$$

$$= 23.9 \text{ Kg.}$$

$$\text{நீராவியின் தணிவு} = 20 \times \frac{273}{288} \times \frac{0.7}{76} \times 1.29 \times \frac{5}{8}$$

$$= 0.14 \text{ Kg.}$$

## அலகு 10

வெப்பக்கடத்து திறன்

ஓர் அலகு வெப்பநிலைச் சாய்வு வீதத்துக்கு ஓர் அலகு பரப்பிற் கூடாகச் செங்குத்தாக ஒரு செக்கனுக்குப் பாயும் வெப்பக்கணிவம் ஒரு பதார்த்தத்தின் வெப்பக் கடத்துத்திறன் எனப்படும்.

$$\text{அதாவது} \quad \frac{Q}{t} = k \cdot A \cdot \frac{t_1 - t_2}{d}$$

இங்கு Q ஆனது t செக்கனுக்குப் பாயும் வெப்பக்கணிவம், A ஆனது பதார்த்தத்தின் வெட்டுமுகப்பரப்பு,  $\frac{t_1 - t_2}{d}$  = g ஆனது வெப்பநிலைச் சாய்வு வீதமாகும்.

கடத்துத்திறன் k இன் அலகு, W m<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup> ஆகும்.

Q — J இலும், t — செக்கனிலும், A — m<sup>2</sup> இலும், g — Km<sup>-1</sup> இலும் உள்.

காவற்கட்டிட சட்டமும் காவற்கட்டில்லாத சட்டமும்

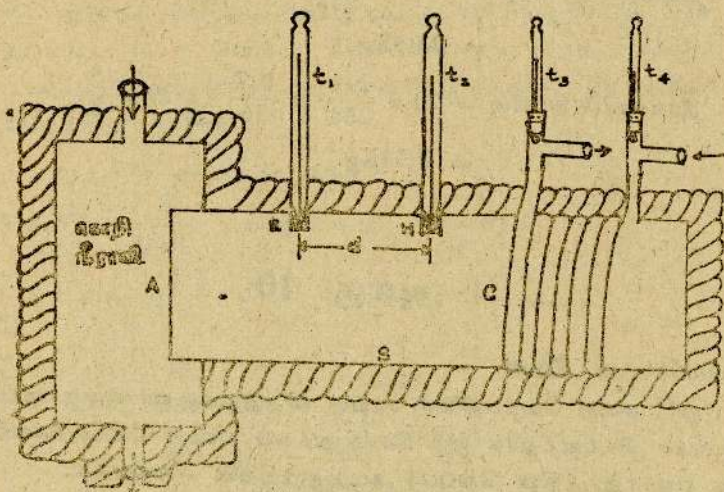
காவற்கட்டிட சட்டத்தில் வெப்பநிலைச் சாய்வு மாறிலியாக இருக்கும் இது ஏனெனில் ஒரு செக்கனுக்குப் பாயும் வெப்பம் மாறாததனாலாகும்.

காவற்கட்டில்லாத சட்டத்தில் வெப்பம் பக்கங்களுக்கிடாக இழக்கப்படும், எனவே வெப்பம் செல்லும் வீதம் குன்றிக் கொண்டு போகும். அதனால் வெப்பநிலைச் சாய்வு வீதமும் குன்றும்.

வெப்பக் கடத்துத் திறனைத் துணியும்முறைகள்

(a) சிறந்த கடத்தி

சேளின் முறை



படம் 62

படம் 62இல் காட்டியவாறு (i) செப்பு உருளைக்கோல் காவற்கட்டிடப்பட்டுள்ளது. (ii) ஒரு முனை கொதி நீராவி செலுத்தப்படும் அறைக்குப் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. (iii) இரு இரசவெப்பமானிகள், d என்னும் தூரத்திலுள்ள துளைகளுக்குள் நிறுத்தப்பட்டுள்ளன, (iv) அடுத்தமுனைக்கு செப்புச் சுருள் பற்றுகப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இதற்கூடாக நீர் செலுத்தப்பட்டு வெளியேற்றப்படும். சுருளின் உட்புறம் வழியிலும் வெளியேறும் வழியிலும் வெப்பமானிகள் நிறுத்தப்பட்டுள்ளன. கொதிநீராவி ஒரு முனையிலும்



நீர் சுருளினூடும் செலுத்தப்படும். வெப்பநிலைகள் உறுதியாக இருக்கும் பொழுது, அவை குறிக்கப்படும், அத்துடன்  $t$  செக்கனுக்குப் பாயும் நீரின் திணிவும் நிர்ணயிக்கப்படும். பின்பு சூத்திரத்தைப்பிரயோகித்து  $k$  துணியப்படும்.

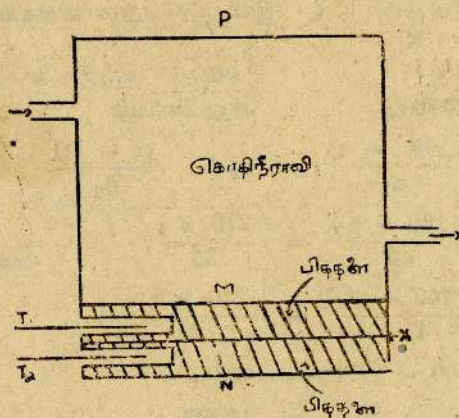
$$\text{அதாவது} \quad \frac{Q}{t} = kA \frac{t_1 - t_2}{d} = \frac{m c_w (t_3 - t_4)}{t}$$

$\frac{Q}{t} \cdot A, \frac{t_1 - t_2}{d}, m, (t_3 - t_4), c_w$  ஆகியன தெரிந்தமையால்  $k$  கணிக்கப்படும்.

$k$  ஆனது  $J s^{-1} \cdot m^{-2} \cdot K^{-1} m. = J s^{-1} \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$  இனம் தரப்படும்.

$$\text{அதாவது } k = W m^{-1} K^{-1} \quad (\because W = J s^{-1})$$

அரிதிற் கடத்தி



படம் 63

இலியின் தட்டுமுறை

இங்கு பதார்த்தம் தட்டுவடிவிலிருக்கும். இது கொதிநீராவி அறைக்கும் அடித்தளத்துக்குமிடையில் வைக்கப்படும். கொதிநீராவி செலுத்தப்பட்டு வெப்பநிலைகள் உறுதியாக இருக்கும்பொழுது அவை

குறிக்கப்படும். பிசுபு கொதிநீரானி அறை அகற்றப்பட்டு அடித் தளம் மட்டும் சற்று  $5^{\circ}\text{C}$  உயர்த்தப்பட்டு அதன்பின் குளிரவிடப் படும். வெப்பநிலைக்கும் நேரத்துக்கும் ஒரு வளையி கீறப்பட்டு அடித் தளத்தின் உறுதி வெப்பநிலைக்குரிய வெப்பநிலைச்சாய்வு வீதம் (g) காணப்படும். k வருமாறு துணியப்படும்.

k. A.  $\frac{t_1 - t_2}{d} = m \cdot c \cdot g$  என்னுஞ் சமன்பாட்டில் k ஐத் தவிர்ந்த மற்றக் கணியங்கள் தெரிந்த நமயால் k கணிக்கப்படும்.

உத்திக் கணக்கு

1. 40 ச.மீ. செப்புக் கோலும் 25 ச.மீ. அலுமினியக் கோலும் ஒன்றாக இணைக்கப்பட்ட ஒரு சேர்மானக்கோலின் வெட்டு முகப் பரப்பு 2 ச.மீ<sup>2</sup> ஆகும். இக்கோலின் இருமுனைகளும்  $100^{\circ}\text{C}$  இலும்  $0^{\circ}\text{C}$  யிலும் உள. ஒவ்வொரு கோலுக்கூடாகவும் 2 நிமிடங்களுக்கு வெப்பம் பாயின் சந்தியின் வெப்பநிலையைக் காண்க. செம்பினது அலுமினியத்தினதும் k இன் பெறுமானங்கள். முறையே,  $286, 310 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$

செம்பு	அலுமினியம்
$A_1 k_1 \frac{(100 - t)}{d_1}$	$= k_2 A \frac{(t - 0)}{d_2}$
$386 \frac{(100 - t)}{40}$	$= \frac{210 \times t}{25}$
$\frac{193(100 - t)}{4}$	$= \frac{210 \times t}{5}$
$19300 - 193t$	$= 168t.$
$361t$	$= 19300$
$t$	$= 53.5^{\circ}\text{C}.$

2. 0.2m நீளமும்  $2.5 \times 10^{-4} \text{ m}^2$  வெட்டுமுகப்பரப்புமுடைய கோல் செப்பமாக காவலிடப்பட்டுள்ளது. ஒரு முனை  $373\text{K}$  இலும் மற்றமுனை  $273\text{K}$  இல் பனிக்கட்டியாலும் சூழப்பட்டுள்ளது. பனிக் கட்டி உருகும் வீதத்தைக் கணிக்க. கோலின்  $k = 4 \times 10^2 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}$  பனிக்கட்டியின் உருகலின் மறைவெப்பம்  $= 3.4 \times 10^5 \text{ J Kg}^{-1}$ .



பனிக்கட்டியின் தனிவீண் வீதம் = mKg.

$$m \times 3.4 \times 10^5 = \frac{4 \times 10^2 \times 2.5 \times 10^{-4} \times 100}{0.2}$$

$$m = \frac{4 \times 10^2 \times 2.5 \times 10^{-4} \times 100}{0.2 \times 3.4 \times 10^5} = \frac{5}{3.4} \times 10^{-4}$$

$$= 1.47 \times 10^{-4} \text{ Kg S}^{-1}.$$

### கதிர்வீசல்

வெப்பம் இடமாற்றம் நடக்கும் முறையில் கதிர் வீசலும் ஒன்றாகும். சடத்தலுக்கும் மேற்காவுகைக்கும் வெப்ப இடமாற்றம் நிகழ்வதற்கு ஊடகங்கள் வேண்டுமாகும். ஆனால் கதிர் வீசலுக்கு ஊடகம் தேவைப்படுவதில்லை.

உதா: சூரியனிலிருந்து வெற்றிடத்துக்கூடாக வெப்பம் பூமிக்கு வந்து சேருகின்றது.

கதிர்வீசல்களின் இயல்புகள்: ஒரு சூடான பொருளிலிருந்து வரும் கதிர்வீசல் (i) தெறிப்பு விதிகளுக்கு (ii) முறிவு விதிகளுக்கு (iii) தலையீடு, முனைவாக்க விதிகளுக்கு கீழ்ப்படிக்கின்றது.

ஒரு மந்தமான கரும்பொருள் சிறந்த கதிர்வீசியாகும். அதே பொருள் சிறந்த உறிஞ்சியாகவும் இருக்கும்.

### பிரபோஷின் மாற்றுக்கொள்கை

வெவ்வேறு வெப்பநிலைகளிலுள்ள பொருள்களின் ஒரு தொகுதியில், பொருள்களுக்கிடையே வெப்ப மாற்றுகை கதிர் வீசல் மூலம் நிகழ்கின்றது. வெப்பநிலைகள் எல்லாம் சமமாக இருக்கும்பொழுது பொருள்கள் ஒரே வீதத்தில் வெப்பத்தை இழக்கின்றதும் பெறுகின்றதுமாகும். அப்பொழுது இயக்கவினசச் சமநிலை ஏற்படுகின்றது.

### கரும்பொருள் கதிர்வீசல்

எல்லா அலைநீள வெப்பக் கதிர் வீசல்களையும் காலநீரக்க பொருள் கரும்பொருள் எனப்படும். இது எல்லா அலை நீளக் கதிர்

வீசல்களையும் உறிஞ்சும் தன்மையும் உடையது.

உ + ம; (i) சூரியன் ஒரு சிறந்த கரும்பொருள் ஆகும்.

(ii) ஒரு சிறு துவாரம் ஆக்கப்பட்ட உட்குழிவான கோளம் அதன் உட்குழிவு விளக்குக் கரியால் பூசப்பட்டபின் சிறந்த கரும் பொருளாகும்.

காலற்றிறன்: ஒரு பொருளின் ஒரு சதுர அலகு மேற்பரப்பிலிருந்து ஒரு செக்கனுக்கு ஓர் அலகு பாகை மேலதிக வெப்பநிலைக்குக் காலப்படும் வெப்பம் அம்மேற்பரப்பின் காலற்றிறன் எனப்படும்.

தெபனின் விதி: ஒரு நிறை கரும்பொருளின் ஒரு சதுர அலகு மேற்பரப்பிலிருந்து காலப்படும் வீசு கதிர்ச்சத்தியின் வீதம் அதன் தனி வெப்பநிலையினது நான்காம் அடுக்குக்கு விகிதசமமாகும்.

$$\text{அதாவது } E \propto T^4$$

$$= \sigma T^4 \quad (\sigma = \text{தெபனின் மாறிலி})$$

பொருள் நிறை கரும் பொருளாக இல்லாவிட்டால் அதன் காலற்றிறன்  $e$  ஆயின்,

$$E = e\sigma T^4.$$

தெபனின் நிபந்தனைகளுக்குக் கீழ்.

ஒரு பொருளின் குளிர்தல் வீதம்  $\propto (T^4 - T_0^4)$

$T_0$  ஆனது சூழலின் தனி வெப்பநிலையாகும்.

தெபனினை விதியின் பிரயோகம்

சூரியனின் ஆகார  $r$  எனவும் அது கரும்பொருள் எனவும் கதிர் வீசும் வெப்பநிலை  $K$  இல்  $T$  எனவும் கொள்ளின் ஒரு செக்கனுக்கு காலப்படும் வெப்பம்  $Q = \sigma \times A \times T^4$

$$= \sigma \times 4\pi r^2 \times T^4$$

உ + ம (1) கரும்மேற்பரப்புடைய 2 ச.மீ. ஆரையுடைய ஒரு கோளம் குளிராக்கப்பட்டு ஒரு கரும் கவர்களைக்கொண்டதும்  $27^\circ\text{C}$  இலுள்ளதுமான வெறுமையாக்கப்பட்ட அடைப்பினுள் தொங்க விடப்பட்டுள்ளது. கோளத்தின் வெப்பசத்தி மாற்றவீதம்  $-73^\circ\text{C}$  இல்  $1.85\text{Js}^{-1}$  ஆயின் தெபனின் மாறிலியைக் காண்க.



$$\frac{1.85}{4 \times \pi r^2} = \sigma (T_1^4 - T_2^4)$$

$$\frac{1.85 \times 7 \times 10^4}{4 \times 22 \times 4} = \sigma (300^4 - 200^4)$$

$$\frac{7 \times 185 \times 10^4}{352} = \sigma \times 5 \times 10^4 \times 13 \times 10^4$$

$$= \sigma \times 65 \times 10^8$$

$$\Delta \sigma = \frac{7 \times 185 \times 10^4}{352 \times 65 \times 10^8}$$

$$= \frac{7 \times 185 \times 10^{-6}}{352 \times 65}$$

$$= 5.7 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-4}.$$

2. சூரியனின் ஒரு ச.ச.மீ. மேற்பரப்பில்  $6.3 \times 10^3 \text{ Js}^{-1} \text{ cm}^{-2}$  வீதம் வெப்பச் சக்தி காலப்படுகிறது. தெபனின் மாறிலி  $5.7 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-4}$  எனின் சூரியனது மேற்பரப்பின் வெப்ப நிலையை  $^{\circ}\text{C}$  இல் காண்க.

$$\frac{6.3 \times 10^3}{10^{-4}} = 5.7 \times 10^{-8} T^4$$

$$\Delta T^4 = \frac{6.3 \times 10^3}{10^{-4} \times 5.7 \times 10^{-8}} = \frac{6.3}{5.7} \times 10^{15}$$

$$\Delta T = 5766 \text{ K}$$

$$\Delta t^{\circ} = 5766 - 273 = 5493^{\circ}\text{C}.$$

## இயக்கவியல்

நேர் கோட்டியக்கம். புனியீர்ப்பு இயக்கம்,  
சத்தி, வேலை, வலு

காவிக்கணியம்: பருமனும் திசையும் உடைய ஒரு கணியம்,  
காவிக்கணியம் எனப்படும்.

உ + ம்; இடப்பெயர்ச்சி, வேகம், ஆர்முடுகல், விசை, உந்தம்.

எண்ணிக் கணியம்: பருமன் மட்டும் உடைய ஒரு கணி  
யம் எண்ணிக் கணியம் எனப்படும்.

உ + ம்: பரப்பு, கனவளவு, அடர்த்தி, வேலை, சத்தி

இடப்பெயர்ச்சி: ஒரு குறித்த திசையில் ஒரு பொருளின் நகர்வு  
இடப்பெயர்ச்சி எனப்படும்.

வேகம்: இடப்பெயர்ச்சி வீதம் வேகம் எனப்படும்.

ஆர்முடுகல்: வேகமாற்ற வீதம் ஆர்முடுகல் எனப்படும்.

### நேர்கோட்டியக்கம்

ஒரு நேர்கோட்டில்  $f$  என்னும் சீரான ஆர்முடுகலுடன்  $u$  என்  
னும் ஆரம்ப வேகத்துடன் புறப்பட்டு  $t$  செக்கன் நேரத்தில்  $v$  என்  
னும் இறுதி வேகத்தையடையின் அதன் ஆர்முடுகல்  $f = \frac{v - u}{t}$   
ஆகும்.

$$1. \quad v = u + ft \quad \text{--- (i)}$$

$$\text{தூரம் } s \text{ ஆனது} = \frac{1}{2}(u + v)t = \frac{1}{2}(u + u + ft)t$$

$$\text{அதாவது } s = ut + \frac{1}{2}ft^2 \quad \text{--- (ii)}$$

$$\text{மேலும் } s = \frac{1}{2}(v + u) \left( \frac{v - u}{f} \right)$$



$$s = \frac{1}{2f} (u^2 - v^2)$$

$$2fs = (v^2 - u^2)$$

$$\Delta v^2 = u^2 + 2fs - (iii)$$

புனியீர்ப்பினில் இயக்கம்

புனியீர்ப்பு ஆர்முடுகல்  $g$  என்பதால், ஒரு விழும் பொருளின் சமன் பாடுகளாவன வருமாறு அமையும்,

$$v = u + gt \quad \text{--- (i)}$$

$$s = ut + \frac{1}{2}gt^2 \quad \text{--- (ii)}$$

$$v^2 = u^2 + 2gh \quad \text{--- (iii)}$$

ஒரு பொருள் மேல்முகமாக நிலைக்குத்தாக எறியப்படுக,

$$v = u - gt$$

$$s = ut - \frac{1}{2}gt^2$$

$$v^2 = u^2 - 2gh.$$

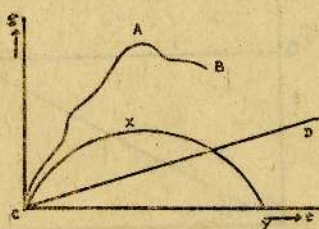
பொருள் ஓய்விலிருந்து விழுக.

$$v = gt$$

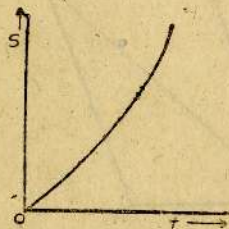
$$s = \frac{1}{2}gt^2$$

$$v^2 = 2gh.$$

தூர — நேர வளைவி



(a)



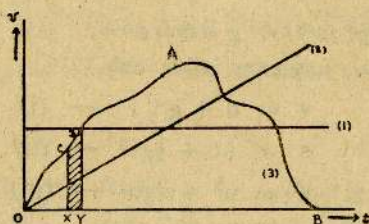
(b)

படம் 64

படம் 64(a) இல் காட்டப்பட்ட தூர-நேர வளையியில் OD எனும் வளையி நேர் கோடாக அமைவதால் அது சீரான வேகத்தைக்

குறிக்கும். இங்கு சாய்வு வீதம் எல்லாப் புள்ளிகளிலும் சமனாகும். மற்ற இரு வளைிகளும் சீரற்ற வேகத்தைக் குறிக்கின்றன.

படம் 64(b)இல் காட்டப்பட்ட தூர - நேர வளையி இயக்க மொன்று சீரான ஆர்முடுகல் உடையதென்பதை விளக்குகின்றது.

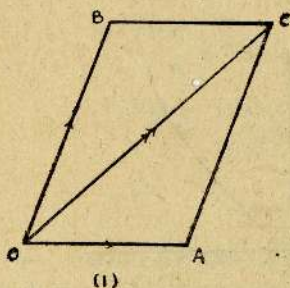


படம் 65

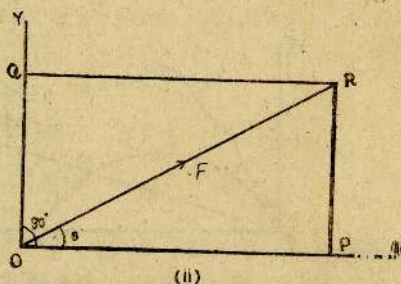
வேக - நேரவளையி:

வேகத்திற்கும் நேரத்திற்கும் கீறப்படும் வளையி, வேக - நேர வளையி எனப்படும். இவற்றில் பெறப்படும் தகவல்களாவன வளையி (1) நேர அச்சுக்குச் சமாந்தரமாக இருப்பதால், சாய்வுவீதம் பூச்சிய மாதனால் வேகம் சீரானதாகும். வளையி (2) சீரான ஆர்முடுக்கலைக் குறிக்கும். வளையி (3) சீரற்ற வேகத்தைக் குறிக்கும். மேலும் வளையி யிக்கும் நேர அச்சுக்கும் இடையேயுள்ள பரப்பின் பருமன் கடக்கும் தூரத்தைத் தரும்.

விளையுளும், கூறுகளும்



(a)



(b)

படம் 66

ஒருவன் OB என்னும் திசையில் செல்லும் கப்பலில் அதன் தளத்தில் OA வழியே செல்லின் அவனுடைய சார்பு வேகம் கடல்



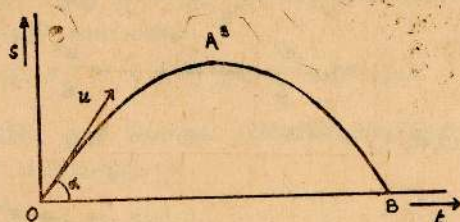
சார்பாக  $OC$  வழியேயிருக்கும். இது விளையுள்வேகம் ஆகும். (படம் 66a)

கூறுகள்: படம் 66b இல்  $F$  என்னும் விசையின் கூறுகளாக

வன  $OX$  வழியே  $= F \cos \alpha$

$OY$  வழியே  $= F \sin \alpha$  ஆகும்.

எறியம்



படம் 67

ஒரு பொருள்  $u$  என்னும் வேகத்தடன்  $\alpha$  என்னும் கிடை யுடன் ஆக்கும் கோணத்துடன் எறியப்படிந் அதன் கூறுகளாவன

- (i) கிடையாக  $u \cos \alpha$
- (ii) நிலைக்குத்தாக  $u \sin \alpha$
- (i) இதன் அதிகுடிய நிலைக்குத்துயரம் வருமாறாகும்.

$$u^2 \sin^2 \alpha = 2gh$$

$$h = \frac{u^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

- (ii) அதி கூடிய உயரத்தை எடுக்கும் நேரம்  $t$  எனின்

$$u \sin \alpha - gt = 0$$

$$t = \frac{u \sin \alpha}{g}$$

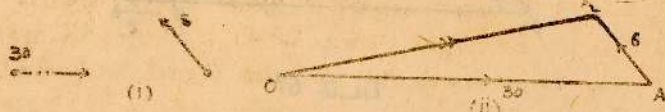
- (iii) பொருள் நிலத்தையடைய எடுக்கும் நேரம்

$$2t = \frac{2u \sin \alpha}{g}$$

(iv) அதிகூடிய கிடைவீச்சு  $\alpha = 45^\circ$  ஆக இருக்கும்பொழுது பெறப்படும்.

$$\begin{aligned}
 R &= u \text{ கோசை } \alpha \times t \\
 &= \frac{u \text{ கோசை } \alpha \times 2u \text{ சைன் } \alpha}{g} \\
 &= \frac{u^2}{g} 2 \text{ சைன் } \alpha \text{ கோசை } \alpha \\
 &= \frac{u^2 \text{ சைன் } 2\alpha}{g} \\
 &= \frac{u^2}{g} \text{ சைன் } 90^\circ = \frac{u^2}{g}
 \end{aligned}$$

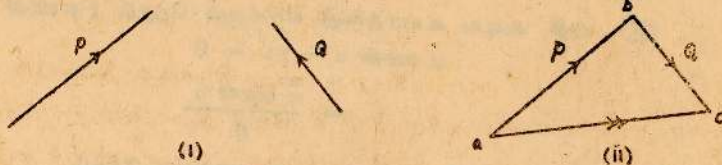
காவிகளின் கூட்டல்



படம் 68

எடுத்துக்காட்டு: கிழக்கு நோக்கி ஒரு கப்பல் 30 கி. மீ./மணி செல்லின் அதன் தளத்தில் வடமேற்கு நோக்கி ஒரு பையன் 6 கி மீ./மணி ஓடின படம் 68 (i) OA வழியே கப்பலின் வேகத்தையும் AC வழியே பையனின் வேகத்தையும் பருமனிலும் திசையிலும் குறிப்பின் விளையுள் வேகம் OC வழியே பருமனிலும் திசையிலும் இருக்கும் படம் 68 (ii). இது காவிகளின் கூட்டல் ஆகும்.

காவிகளின் கழித்தல்



படம் 69

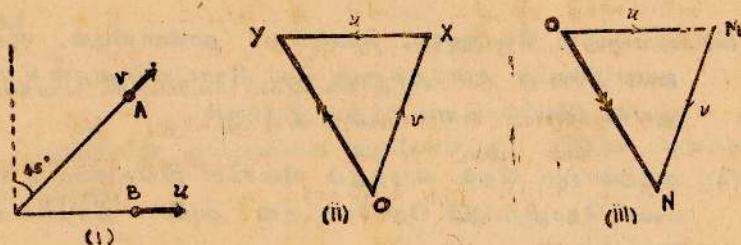
படம் 69 (i) P, Q எனினும் காவிகளைக் காட்டுகின்றன. அப்



பொழுது கழிக்கப்படின்  $\vec{P} - \vec{Q} = \vec{P} + (-\vec{Q})$  என காட்டப்படும். எனவே படம் 69 (ii) காட்டியபடி  $\vec{P}$  ஆனது  $ab$  வழியேயும்  $-\vec{Q}$  ஆனது  $bc$  வழியேயும் குறிக்கப்பட்டினை  $\vec{P} + (-\vec{Q}) = ac$  வழியே குறிக்கப்படும். அதாவது  $\vec{P} - \vec{Q} = ab$  இனால் பருமனிலும் திசையிலும் குறிக்கப்படும்.

### தொடர்பு வேகம்

இரு கார்கள் A உம் B யும் ஒரே திசையில்  $45 \text{ km. / மணி}$   $30 \text{ km. / மணி}$  வேகத்தில் செல்லின் B தொடர்பாக A யின் வேகம் =  $45 - 30 = 15 \text{ km. / மணி}$  ஆகும். இவை எதிர்த்திசையில் செல்லின் B தொடர்பாக A இன் வேகம் =  $45 + 30 = 75 \text{ km. / மணி}$  ஆகும். வெவ்வேறு திசைகளில் செல்லின் தொடர்பு வேகம் வருமாறு காணப்படும்.



### படம் 70

படம் 70 (i) காட்டியவாறு வட-கிழக்குத் திசையில்  $v$  இல் செல்லும் A என்னும் காரையும் கிழக்குத் திசையில்  $u$  இல் செல்லும் B என்னும் காரையும் கருத்திற் கொள்க. இங்கு கானிக் கழித்தல் செய்ய வேண்டும். அது படம் 70 (ii) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

B தொடர்பாக A இன் வேகம் =  $\vec{v} - \vec{u} = \vec{v} + (-\vec{u})$

$\vec{v}$  ஆனது OX இனால் குறிக்கப்படும்  $-\vec{u}$  ஆனது XY இனால் குறிக்க

கப்படும். இதன் காவிக் கூட்டல் OY இவை பருமனிலும் திசையிலும் தரப்படும்.

A தொடர்பாக Bஇன் வேகத்தைப் படம் 70 (iii) காட்டுகின்றது. இங்கு Bஇன் வேகத்தை OM உம் MN ஆனது -v ஐயும் குறிக்கும். OM இனதும் MN இனதும் காவிக் கூட்டுத்தொகை ON ஆனது A தொடர்பாக Bஇன் வேகத்தைத் தரும்.

## அலகு 12

விசை, உந்தம், கணத்தாக்கு, வேலை, வலு, சத்தி

விசை: ஒரு பொருளின் ஓய்வு நிலையை அல்லது இயக்கத்தை மாற்றும் அல்லது மாற்ற முயலும் எதவும் விசை எனப்படும்.

நியூற்றனின் இயக்க விதிகள்

- (1) ஒவ்வொரு பொருளும், வெளிவிசை தாக்காவிடில், அதன் ஓய்வு நிலையில் அன்றேல் ஒரு நேர் கோட்டில் அதன் சீரான இயக்க நிலையில் தொடர்ந்தும் இருக்கும்.
- (2) உந்தமாற்ற வீதம் அழுத்தம் விசைக்கு விகித சமமும் அவ்விசை தொழிற்படும் நேர்கோட்டின் வழியே நிகழ்கின்றதுமாகும்.
- (3) தாக்கமும் மறுதாக்கமும் எப்பொழுதும் சமனும்எதிருமாகும்.

நியூற்றனின் இரண்டாம் விதி

உந்தம் = திணிவு  $\times$  வேகம்

$$\therefore \text{உந்த மாற்றவீதம்} = \frac{m (v - u)}{t}$$

உருற்றப்படும் விசை P எனின்,

$$P \propto m \frac{(v - u)}{t}$$



$$P \propto m f$$

$$\therefore P = kmf. \quad \text{இங்கு } k \text{ ஒரு மாறிலி}$$

விசையின் அலகை ஓர் அலகு திணிவில் ஓர் அலகு ஆர்முடுகல் ஏற்படுத்துவதெனக் கொள்ளின்

$$P = 1, \quad m = 1, \quad f = 1 \text{ ஆகும்.}$$

$$\text{எனவே} \quad 1 = k \times 1 \times 1$$

$$\therefore k = 1$$

$$\text{இதன் பிரகாரம் } P = m.f.$$

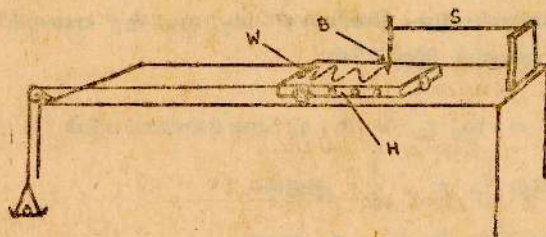
விசையின் அலகு நியூற்றன்  $\equiv N$  திணிவு  $\equiv \text{kg}$ . ஆர்முடுகல்  $\equiv \text{ms}^{-2}$ .

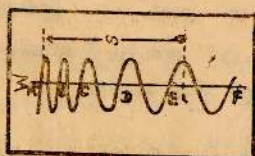
ஆர்முடுகலின் இன்னொரு அலகு  $\text{NKg}^{-1}$  இனாலும் குறிக்கப்படும்.

நியூற்றன்: ஒரு கிலோ கிராம் திணிவில் செக்கனுக்கு செக்கன் ஒரு மீற்றர் ஆர்முடுகலை ஏற்படுத்தும் விசை நியூற்றன் எனப்படும்.

இரண்டாம் விதியை வாய்ப்புப் பார்த்தல்

பிளேச்சரின் துரொலியை உபயோகித்து இதனை வாய்ப்புப் பார்க்கலாம்.





படம் 72

படம் 71இல் காட்டியவாறு பரிசோதனை செய்யப்படும் பொழுது படம் 72இல் காட்டியவாறு அலைவடிவ வளையி ஒன்று ஆக்கப்படும்.

அவ்வளையிலிருந்து ஆர்முடுகல்  $f = \frac{DE - CD}{T} = \frac{CD - BC}{T}$

ஆகும். அலைவுகாலம்  $T$ தெரிந்த ஒருகணியமாதலால்  $f$  கணிக்கப்படும். இவ்வாறு வெவ்வேறு நிறைகளை அளவுத்தட்டில் வைத்து பரிசோதனை செய்யப்படும்.

நிறைகள்  $P_1, P_2, P_3$  இனால் குறிக்கப்படின்,

$$\frac{P_1}{f_1} = \frac{P_2}{f_2} = \frac{P_3}{f_3} \text{ எனக் காணப்படும்,}$$

அதாவது  $P \propto f$

(b) பரிசோதனை நிறையை அளவுத் தட்டில் மாற்றுவதை வைத்தும் செய்யப்படும். வெவ்வேறு திணிவுகளுடைய துரொல்லிகளுக்கு ஆர்முடுகல் துணியப்படும். திணிவுகள்  $m_1, m_2, m_3$  எனவும் ஆர்முடுகல்  $f_1, f_2, f_3$  எனவும் இருப்பின்

$$m_1 f_1 = m_2 f_2 = m_3 f_3 \text{ எனக்காணப்படும்}$$

அதாவது  $m \propto \frac{1}{f}$  ஆகும்.

எனவே  $P \propto m f$  ஆகும்.

வேலை: விசை  $\times$  விசையின் கோட்டில் விசைப்பிரயோகப் புள்ளி நகரும் தூரம் = வேலை



இதன் அலகு யூல் ஆகும். (யூல் = நியூற்றன். மீற்றர்)

யூல்: ஒரு நியூற்றன் விசையானது பிரயோகப்படுள்ளியை ஒரு மீற்றர் தூரத்துக்கூடாக விசையின் திசையின் வழியே நகர்த்தின் செய்யப்படும் வேலை ஒரு யூல் எனப்படும்.

சத்தி: வேலை செய்யத்தக்க வலிமை சத்தி எனப்படும்.

இயக்கச் சத்தி: ஒரு பொருள் இயக்கத்தின் பண்பினால் பெறும் சத்தி இயக்கச் சத்தி எனப்படும்.

$$\text{இ. ச.} = \frac{1}{2} m v^2 \text{ இனால் தரப்படும்.}$$

அழுத்த சத்தி: ஒரு பொருள் நிலையின்பண்பினால் பெறும் சத்தி அழுத்தச் சத்தி எனப்படும்.

$$\text{அ. ச.} = m g h.$$

சத்தியின் அலகு = யூல்.

வலு: வேலை செய்யப்படும் வீதம் வலு எனப்படும். அதாவது  
வலு =  $\frac{\text{வேலை}}{\text{நேரம்}}$  இதன் அலகு உவாற்று ஆகும்.

சத்திக்காப்பு: சத்தி ஒரு ரூபத்திலிருந்து இன்னொரு ரூபத்துக்கு மாற முடியினும் தரப்பட்ட தொகுதியொன்றினது மொத்தசத்தி மாறாததொன்றாகும்.

உந்தக் காப்பு: வெளிவிசைகள் தாக்காவிடில் மோதும் பொருள்களைக் கொண்ட தொகுதியினது மொத்த உந்தம்மாறாததாகும்.

அதாவது ஆரம்ப உந்தம் = இறுதி உந்தம்.

## அலகு 13

பரிமாணம், வட்ட இயக்கம், எளிய இசை இயக்கங்கள்.

பரிமாணங்கள் :

பொறியியலில் கணியங்களை திணிவு (M), நீளம் (L), நேரம் (T) சார்பாக விவரிக்கலாம்.

$$உ + ம்: \quad பரப்பு = L^2$$

$$கனவளவு = L^3$$

$$வேகம் = LT^{-1}$$

$$ஆர்முடுகல் = LT^{-2}$$

$$உந்தம் = MLT^{-1}$$

$$விசை = MLT^{-2}$$

$$வேலை அல்லது சத்தி = ML^2 T^{-2}$$

பொதுவாக ஒரு பெளதிகக் கணியத்தின் வரைவிலக்கணம் தெரியின் அதனை பரிமாணத்தினால் விளக்கிவிடலாம்.

### வட்ட இயக்கம்

$$\text{கோணவேகம் } (\omega) = \text{ஒரு செக்கனுக்குக் கோணமாற்றம்} = \frac{d\theta}{dt}$$

இதன் அலகு "ஒரு செக்கனுக்கு ஆரையன்" ஆகும்.

ஒரு பொருள் ஒரு செக்கனுக்கு  $i$  சுழற்சிகளை ஆக்கின் அதன் கோணவேகம்  $\omega = 2\pi f$ .

வட்டத்தில் வேகம்:  $r$  என்னும் ஆரையுடைய வட்டத்தில் ஒரு பொருள் இயங்கின் அதன் வேகம்  $v$  ஆனது கோணவேகம் தொடர்பாக வருமாறு எழுதப்படும்.

$$\text{அதாவது } v = r\omega.$$

வட்டத்தில் ஆர்முடுகல்: ஒரு பொருள் வட்டத்தில் சீரான வேகத்துடன் இயங்கும் பொழுது இதன் மையநாட்ட ஆர்முடுகல் =

$$\frac{v^2}{r} \quad \text{அல்லது } r\omega^2 \quad \text{அதனால் மையநாட்ட விசை} = \frac{mv^2}{r} \quad \text{அல்லது}$$

$$mr\omega^2 \quad \text{அவ்வாறே மைய நீக்க விசையும்} = \frac{mv^2}{r}$$



சாய்ந்த பாதையில் காரின் இயக்கம்

சாய்ந்த வட்டப்பாதையில் செல்லும் காரைக் கருத்திற் கொள். பாதையின் கிடை ஆரை  $r$  என்க. சில்லுகளில் செயற்படும் செவ்வன் மறுதாக்கங்கள்  $R_1, R_2$  எனவும், பாதையின் சாய்வு கிடையுடன்  $\theta$  எனவும்கொள்ளின்

$$(R_1 + R_2) \text{ சைன் } \theta = \frac{m^2 v}{r} \text{ --- (1)}$$

$$(R_1 + R_2) \text{ கோசை } \theta = mg \text{ --- (2)}$$

$$\frac{(1)}{(2)} \text{ தான் } \theta = \frac{v^2}{rg} \text{ --- (3)}$$

எனவே ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்துக்கும் ஆரை  $r$  க்கும் காரி சறுக்காது செல்வதற்கு சாய்வு  $\theta$  ஆனது தான்  $\theta = \frac{v^2}{rg}$  இனால் தரப்படும்.

எளிய இசை இயக்கம்

ஒரு பொருளின் ஆர்முடுகல் எந்தக் கணத்திலும் நிலையான புள்ளியை நோக்கி அங்குமிங்கும் அலைகிறதாயும் அப்புள்ளியிலிருந்து அதன் தூரத்துக்கு ( $y$ ) விகிதசமமாயும் இருப்பின் அவ்வியக்கம் எளிய இசை இயக்கம் எனப்படும்.

$$\text{அதாவது ஆர்முடுகல்} = -\omega^2 y$$

எளிய இசை இயக்கத்தின் தொடர்புகள்

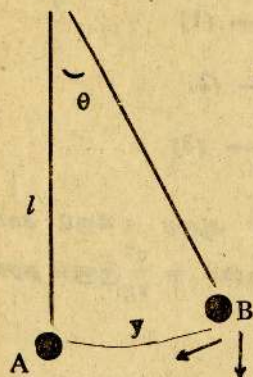
சீரான வேகம்  $v$  அல்லது  $r\omega$  வுடன் ஒரு வட்டத்தில் இயங்கும் ஒரு பொருளின் எறியம் ஒரு விட்டத்தின்மீது ஆக்கும் இயக்கம் எளிய இசை இயக்கம் எனக் கொள்ளப்படும்.

இத்தகைய ஒரு துணிக்கையின் ஒரு நிலையில் அதன் மைய நாட்ட ஆர்முடுகல்  $r\omega^2$  ஐ கூறுபோடின் அவ்வார்முடுகல்  $= -\omega^2 y$  ஆகும். பின்வரும் சூத்திரங்கள் எளிய இசை இயக்கத்துக்குரியனவாகும்.

அலை காலம்  $T = \frac{2\pi}{\omega}$ ; ஆர்முடுகல்  $= -\omega^2 y = -\omega^2 \times$  இடப் பெயர்ச்சி.

எந்தவொரு கணத்திலும் வேகம்  $v = \omega \sqrt{r^2 - y^2}$   
எனவே அதிஉயர்வேகம்  $= \omega r$ .

எளிய ஊசல்



படம் 73

படம் 73இல் காட்டியவாறு Bஇல் செயற்படும் விசை,  $mg \sin \theta = mf$ .

சிறியதாகவும் ஆரையனிலும் இருப்பதால்

$$- mg \theta = mf$$

$$\text{ஆனால் } \theta = \frac{y}{l}$$

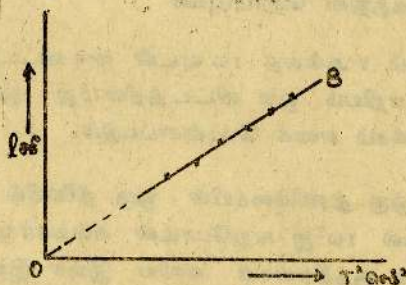
$$- mg \frac{y}{l} = mf$$

$$f = \frac{-gy}{l}$$

$$\therefore \omega^2 = \frac{g}{l}$$

$$\therefore T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

எயைத் துணிதல்



படம் 74



எளிய ஊசலின் 5 நீளங்கள்  $l$  இற்கு ஒவ்வொரு தடவையும் 30 அலைவு காலங்களுக்கு நேரத்தைக் கண்டு பிடிப்பு  $T$  ஐக் கணிக்க.  $y$  அச்சிலும்  $T^2$  ஐ கிடை அச்சிலும் கொண்டு ஒரு வரைபை அமைக்க. அது படம் 73 இல் காட்டியவாறு அமையும் வரைபின் சாய்வு வீதத்தைக் காண்க.

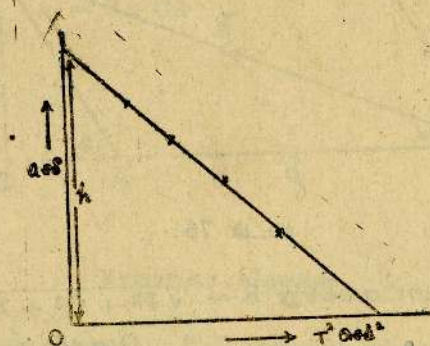
அப்பொழுது  $g = 4\pi^2 \times$  சாய்வு வீதமாகும்.

அனுகூல இயலாப்பள்ளியில் ஊசல் தொங்கின்

தொங்கு புள்ளி தரையிலிருந்து  $h$  தூரத்திலும் குண்டு தரையிலிருந்து  $a$  தூரத்திலிருப்பின் அப்பொழுது,  $T = 2\pi \sqrt{\frac{h-a}{g}}$  ஆகும்.

$$\text{எனவே } T^2 = \frac{4\pi^2 h - 4\pi^2 a}{g}$$

$$a = h - \frac{g}{4\pi^2} T^2$$



படம் 75

$a$  ஐ  $y$  அச்சிலும்  $T^2$  ஐ  $x$  அச்சிலும் கொண்டு ஒரு வரைபை அமைக்க. அது படம் 75 இல் காட்டியவாறு அமையும்.

$$\text{சாய்வு வீதம்} = \frac{g}{4\pi^2}$$

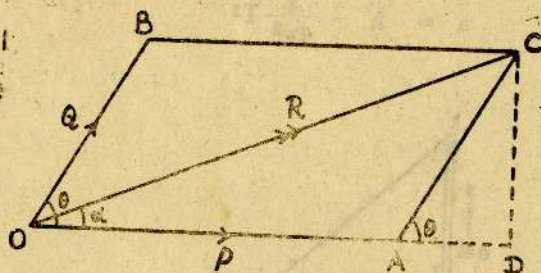
$$\therefore g = 4\pi^2 \times \text{சாய்வு வீதம்}$$

அத்துடன்  $y$  அச்சில் உள்ள வெட்டுத்துண்டு தரையிலிருந்து தொங்கு புள்ளியின் உயரம்  $h$  ஐத் தரும்.

# நிலையியல்

விசைகள், பொறிகள், உராய்வு

விசை இணைகரம்! ஒரு புள்ளியில் தொழிற்படும் இரு விசைகளை பருமனிலும் திசையிலும் ஓர் இணைகரத்தின் இரு அண்டைப் பக்கங்களால் குறிக்கப்படின் அப்புள்ளிக்கூடாகச் செல்லும் அவ்விணைகரத்தின் மூலவிட்டம் அவ்விரு விசைகளின் விளையுளைப் பருமனிலும் திசையிலும் குறிக்கும்.



படம் 76

படம் 76 இல் காட்டியவாறு  $R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ \cos \theta}$  கோசை  $\theta$

$$\text{தான் } \alpha = \frac{Q \cos \theta}{P + Q \cos \theta}$$

P, Q ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாயின்

$$R = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

P, Q சமனானால்

$$R = 2PQ \cos \frac{\theta}{2}$$

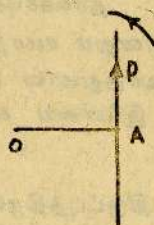
விசை முக்கோணி: ஒரு புள்ளியில் தொழிற்படும் மூவிசைகளை பருமனிலும் திசையிலும் ஒரு முக்கோணியின் ஒழுங்காக எடுக்கப்



பட்ட பக்கங்களால் குறிக்கப்படின் அவ்விசைகள் சமநிலையில் இருக்கும்.

மறுதலை: ஒரு புள்ளியில் தொழிற்படும் மூவிசைகள் சமநிலையில் இருப்பின் அவை ஒரு முக்கோணியின் ஒழுங்காக எடுக்கப் பட்ட பக்கங்களால் குறிக்கப்படும்.

விசையின் திருப்புத்திறன்: ஒரு புள்ளி பற்றி ஒரு விசையின் திரும்பல் விளைவு அப் புள்ளி பற்றி விசையின் திருப்புத்திறன் எனப்படும்.

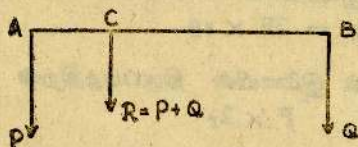


படம் 77இல் காட்டியவாறு P என்னும் விசையின் திருப்புத் திறன் புள்ளி O பற்றி  $= P \times OA$

படம் 77

சாமாந்தர விசைகள்

(a) நிகர்த்த விசைகள்: P, Q என்னும் விசைகள் ஒத்தனவாக இருப்பதால்  $R = P + Q$ .



சமநிலையில் C பற்றி திருப்புத் திறன்  $P \times AC = Q \times BC$

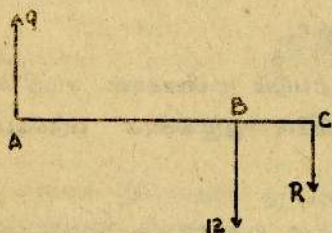
படம் 78

(b) நிகரவிசைகள்: படம் 78இல் P, Q என்னும் விசைகள்

ஒவ்வாதனவாக இருப்பதால்

$$R = P - Q$$

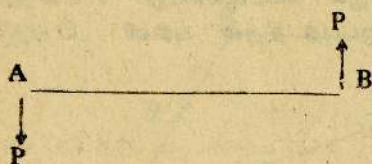
சமநிலையில் C பற்றி திருப்பு  
திறன்  $P \times BC = Q \times AC$



படம் 79

விசைகளின் இணை

வேவ்வேறு தாக்கக்கோடு  
களுடைய சமமானதும் சமாந்திர  
மானதும், ஒவ்வாததுமான இரு  
விசைகள் ஓர் இணையை உண்  
டாக்கும்.



இணையின் திருப்புத்திறன் =  
 $P \times AB$

படம் 80

இணையினால் செய்யப்படும் வேலை

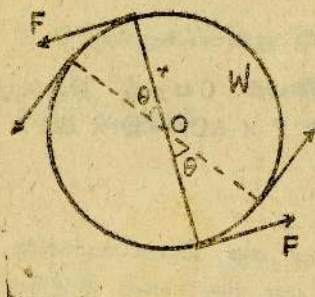
ஒவ்வொரு விசையினாலும் செய்யப்  
படும் வேலை =  $F \times r\theta$

$\therefore$  இணையால் செய்யப்படும் மொத்த  
வேலை =  $2F \times r\theta$

ஆனால் இணையின் திருப்புத்திறன் =  
 $F \times 2r$

$\therefore$  இணையால் செய்யப்படும் வேலை =  
இணையின் திருப்புத் திறன்  $\times \theta$

படம் 81)



படம் 81



மூவிசைகளின் சமநிலை நிகழ்வுகள்:

- (i) மூவிசைகளும் ஒரு தளத்தில் தொழிற்பட வேண்டும்.
- (ii) மூவிசைகளினதும் தாக்கக்கோடுகள் ஒரு புள்ளியில் சந்தித்தல் வேண்டும்.
- (iii) மூவிசைகளும் விசை முக்கோணியை பூர்த்தி செய்தல்வேண்டும்
- (iv) விசைகளை தொழிற்படும் தளத்துக்குச் செங்குத்தாகவுள்ள எந்த அச்சு பற்றியும் விசைகளினது திருப்பு திறன்களினது அட்சரகணிதக் கூட்டுத்தொகை பூச்சியமாதல் வேண்டும்.

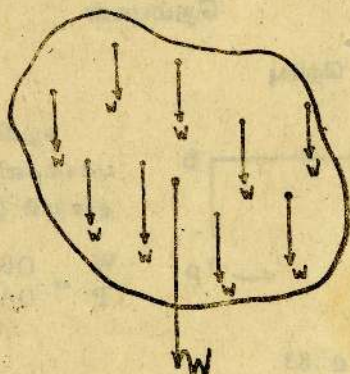
ஒரு தள பலவிசைகளின் சமநிலை.

- (i) ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாகவுள்ள இரு திசைகளில் எல்லா விசைகளினதும் பிரித்த கூறுகளின் அட்சரகணிதக் கூட்டுத் தொகை முறையே பூச்சியமாகும்.
- (ii) எந்தப் புள்ளியிலாயினும் விசைகளினது திருப்புத்திறன்களின் அட்சரகணிதக் கூட்டுத்தொகை பூச்சியமாகும்.
- (iii) எல்லா விசைகளும் விசை பல்கோணியைப்பூர்த்தி செய்தல் வேண்டும்.

சமாதார விசைகளின் சமநிலை நிகழ்வுகள்:

- (i) ஒரு திசையில் தொழிற்படும் விசைகளின் கூட்டுத்தொகை = எதிர்த்திசையில் தொழிற்படும் விசைகளின் கூட்டுத்தொகை
- (ii) எப்புள்ளி பற்றியும் விசைகளினது திருப்புத்திறன்களின் அட்சரகணிதக் கூட்டுத்தொகை பூச்சியமாகும்.

புவியீர்ப்பு மையம்



புவியீர்ப்புமையம்;

ஒரு பொருளின் ஒவ்வொரு துணிக்கையும் புவியால் கவரப்படும் (படம் 82). இவை யாவும் நிரந்தர சமர்த்தர வினசுள்ளாதலால் இவற்றின் விளையுள் W தொழிற்படும் புள்ளி பொருளின் புவியீர்ப்பு மையம் எனப்படும்.

### பொறிகள்

பொறிமுறை நயம்:- ஒரு பொறியில் சுமைக்கும் எத்தனத்துக்கும் உள்ள விகிதம் பொறி முறை நயம் எனப்படும்.

$$\text{அதாவது பொறி முறைநயம்} = \frac{\text{சுமை}}{\text{எத்தனம்}}$$

வேகவிகிதம்:- ஒரு செக்கனில் எத்தனம் அசையும் தூரத்துக்கும் ஒரு செக்கனில் சுமை அசையும் தூரத்துக்கும் உள்ள விகிதம் வேக விகிதம் எனப்படும்.

$$\text{அல்லது வேகவிகிதம்} = \frac{1 \text{ செக்கனில் எத்தனம் அசையுந்தூரம்}}{1 \text{ செக்கனில் சுமை அசையுந்தூரம்}}$$

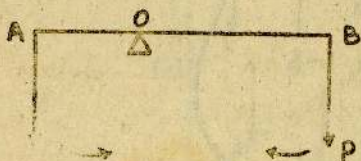
$$\text{திறன்:- திறன்} = \frac{\text{பொறியிலிருந்து பெறப்படும் வேலை}}{\text{பொறிக்கு வழங்கப்படும் வேலை}}$$

$$\text{அல்லது திறன்} = \frac{\text{பொறிமுறை நயம்}}{\text{வேகவிகிதம்}}$$

இது நூற்றுவிதத்தில் அளக்கப்படும்;

### நெம்புகள்

ஐதலாம் வகுப்பு நெம்பு



சுழலிடம் O விற்கு இரு பக்கங்களிலும் சுமையும் எத்தனமும் இருக்கும். (படம் 83)

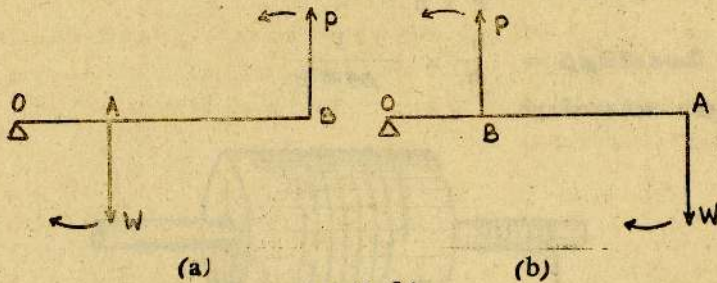
$$\frac{W}{P} = \frac{OB}{OA} = \frac{\text{எத்தனப் புயம்}}{\text{சுமைப் புயம்}}$$

படம் 83

உதா:- கத்தரிக்கோதி, பொதுத் தராகு, பசுவர



இரண்டாம் வகுப்பு நெம்பு



படம் 84

படம் 84a இரண்டாம் வகுப்பு நெம்பைக் காட்டுகின்றது. சுழலிடம் Oவுக்கு கிட்ட சுமையும் எட்ட எத்தனமும் இருக்கின்றன.

$$\frac{W}{P} = \frac{OB}{OA}$$

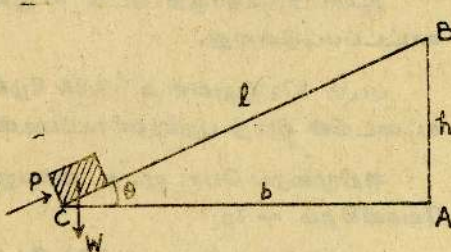
உ + ம்: ஒற்றைச்சில்லு வண்டி. பாக்குவெட்டி.

மூன்றாம் வகுப்பு நெம்பு: இதனில் சுழலிடம் Oவிற்குக் கிட்ட எதி தனமும் எட்ட சுமையும் படம் 84(b)இல் காட்டியவாறு இருக்கும்.

$$\frac{W}{P} = \frac{OB}{OA}$$

உ + ம்: முழங்கை, சாவணம், தணல் இடுக்கி.

சாய்தளம்:



(1) எதிதனம் CBவழியே செயற்படின்  $W \times h = P \times l$

$$\frac{W}{P} = \frac{l}{h} = \text{பொறி முறை நயம்}$$

$$\text{திறன்} = \frac{W \times h}{P \times l} \times 100\%$$

படம் 85

$$\text{வேகவிதிம்} = \frac{l}{h} = \frac{1}{\text{சைன் } \theta}$$

(ii) எதிதனம் CA வழியே செயற்படின்.

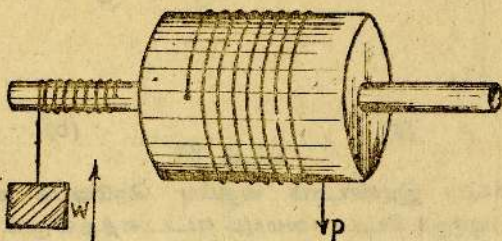
$$W \times h = P \times b$$

$$\frac{W}{P} = \frac{b}{h} = \text{பொறிமுறை நயம்}$$

$$\text{திறன்} = \frac{W \times h}{P \times b} \times 100\%$$

$$\text{வேகவிகிதம்} = \frac{b}{h} \times \frac{1}{\text{தான் } \theta}$$

சில்லும் அச்சாணியும்



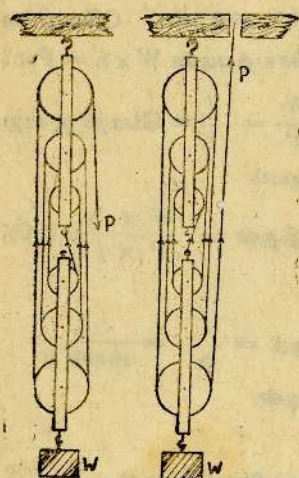
படம் 86

படம் 85இல் காட்டியவாறு சில்லின் ஆரை R எனவும், அச்சாணியின் ஆரை r எனவும் கொள்ளின்

$$\text{பொ. மு. ந. } \frac{W}{P} = \frac{R}{r} \quad \text{திறன் } 100\% \text{ ஆயின்}$$

$$\text{வேகவிகிதம்} = \frac{R}{r}$$

இரண்டாம் கப்பித் தொகுதி



(a) (b)

படம் 87

இக்கப்பித்தொகுதி படம் 87 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

படம் 87aஇலுள்ள கப்பியில் கீழ்க் கட்டையின் நிறை புறக்கணிக்கப்படின்

அறிமுறைப் பொ. மு. ந. அல்லது வேகவிகிதம் =  $2n$

படம் 87bஇலுள்ள கப்பியில் கீழ்க் கட்டையின் நிறை புறக்கணிக்கப்படின்

அறிமுறைப் பொ. மு. ந. அல்லது வேகவிகிதம் =  $2n + 1$  ஆகும்.



உராய்வு: ஒரு பொருள் இன்னொரு பொருளிடது இயங்கும் பொழுது அவ்வியக்கத்தை எதிர்க்கும் விசை உராய்வு எனப்படும்.

தின்ம உராய்வு விதிகள்

- (i) இரு மேற்பரப்புகளுக்கிடையே செயற்படும் உராய்வு விசை அவற்றின் தொடர்பியக்கத்தை எதிர்க்கும்.
- (ii) செவ்வன் மறுதாக்கம் மாறுதிருப்பின் உராய்வு விசை தொடுகை மேற்பரப்பின் பருமனில் தங்குவதில்லை.
- (iii) நிலையியல் உராய்வில், உராய்வு விசை செவ்வன் மறுதாக்கத்துக்கு நேர்விசை சமம்.

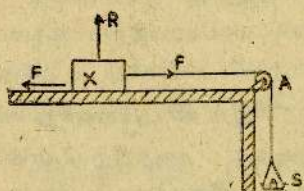
எனவே  $\mu = \frac{F}{R}$  ( $\mu$  = எல்லை உராய்வுக் குணகம்)

இயக்கவியல் உராய்வில் உராய்வு விசை செவ்வன் மறுதாக்கத்துக்கு நேர்விசை சமமும் அத்துடன் மேற்பரப்புகளின் தொடர்பு வேகத்திலும் தங்குவதில்லை.

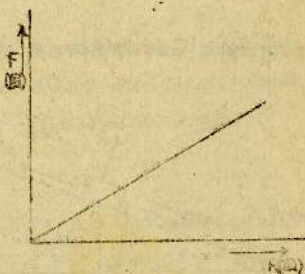
எனவே  $\mu' = \frac{F'}{R}$  ( $\mu'$  = இயக்கவியல் உராய்வுக்குணகம்)

எப்பொழுதும் எல்லை உராய்வுக் குணகம்  $\mu >$  இயக்கவியல் உராய்வுக் குணகம்  $\mu'$

நிலையியல் உராய்வுக்குணகத்தைத் துனிதல்



(a)



(b)

படம் 88(a) இன்படி

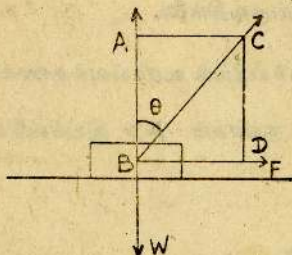
எல்லை உராய்வு விசை  $F =$  குற்றியிவழுக்க ஆரம்பிக்கும்போது தட்டில் உள்ள நிறை + தட்டின் நிறை.

செவ்வன் மறுதாக்கம்  $R =$  குற்றியின் நிறை + அதன்மீது வைக்கப்படும் வேறுநிறைகள்.

பரிசோதனைகள் ஐந்து தடவைகள் செய்து மேற்படி  $F$  உம்  $R$  உம் கணிக்கப்படும்.

படம் 88(b) இன்படி  $F$  இற்கும்  $R$  இற்கும் வரைபொன்றை அமைக்க. வரைபின் சாய்வு வீதம் எல்லை உராய்வுக் குணகம்  $\mu$  வைத் தரும்.

உராய்வுக் கோணம்:

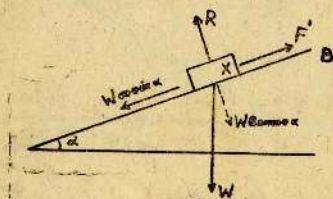


படம் 89 இல் காட்டியவாறு பொருளின்மீது செயற்படும் எல்லை உராய்வு விசை  $F$  எனவும் அப்பொழுது செவ்வன் மறுதாக்கம்  $R = W$  எனவும் கொள்ளின், வினையின் மறுதாக்கம்  $BC$  வழியே இருப்பின் அது  $AB$  யுடன் ஆக்கும் கோணம்  $\theta$  உராய்வுக் கோணம் எனப்படும்.

$$\text{எனவே தான் } \theta = \frac{F}{W} = \mu$$

படம் 89

உராய்வுக் கோணத்தைத் துணிதல்



படம் 90

படம் 90 இல் காட்டியவாறு சாய்தளத்தைக் கருத்திற் கொள்க.  $W$  என்னும் நிறையுடைய பொருள் அதனில் வைக்கப்பட்டுள்ளது.  $W$  இரு கூறுகளாகப் பிரிக்கப்படின்



தளத்திற்குச் செங்குத்தாக —  $R = W$  கோசை  $\alpha$ .

தளத்தின் வழியே —  $F = W$  சைன்  $\alpha$

$$\therefore \mu = \frac{F}{R} = \frac{\text{சைன் } \alpha}{\text{கோசை } \alpha} = \text{தான் } \alpha$$

எனவே சாய்தளம் குற்றி வழக்கும் வரை சாய்க்கப்படும். அப் பொழுதுள்ள சாயவுகோணம்  $\alpha$  ஆனது உராய்வுக் கோணத்தைத் தரும்.

## அலகு 15

### நீர் நிலையியல்

ஆக்கிமிடசின் தத்துவம், அழுக்கம்

அடர்த்தி ஒரு கன அலகுப் பொருளின் திணிவு அடர்த்தி எனப்படும்.

$$\rho = \frac{M}{V} \text{ Kgm}^{-3}$$

தன்வீர்ப்பு: ஒரு பொருளின் திணிவுக்கும் அதே கனவளவுள்ள நீரின் திணிவுக்கும் உள்ள விகிதம் தன்வீர்ப்பு எனப்படும்.

$$S = \frac{V_p}{V_w} = \frac{\rho}{\omega} \quad (\omega = 1 \text{ கனமீற்றர் நீரின் திணிவு})$$

$$\therefore \rho = S\omega$$

ஆக்கிமிடசின் தத்துவம்: ஓய்விலிருக்கும் பாயிபொன்றினுள் ஒரு பொருள் பகுதியாகவோ அல்லது முழுமையாகவோ அமிழ்த்தப்படின அதனைத்து ஏற்படும் மேலுதைப்பு அது இடம்பெயர்க்கும். பாயியின் நிறைக்குச் சமம்.

மிதத்தல் விதி: (i) ஒரு பொருள் ஒருதிரவத்தில் மிதக்குமாயின் அதன் நிறை அது இடம்பெயர்க்கும் திரவத்தின் நிறைக்குச் சமம்;

(ii) இரண்டினதும் தாக்கக் கோடுகளை ஒரே நேர் கோட்டின் ஒன்றுக்கொன்று எதிராக இருக்கும்.

ஆக்கிமிடசின் தத்துவத்தைப் பிரயோகித்து தன்னீர்ப்பைத் துணிதல்

(i) நீரில் கரையாத திண்மம்

வளியில் திண்மத்தின் நிறை =  $W_1$  கி.கி.

நீரில் திண்மத்தின் நிறை =  $W_2$  கி.கி.

Δ மேலுதைப்பு =  $W_1 - W_2$  கி.கி.

∴ தன்னீர்ப்பு =  $\frac{W_1}{W_1 - W_2}$

நீரில் கரையும் பொருள்

வளியில் பொருளின் நிறை =  $W_1$  கி.கி.

திரவத்தில் பொருளின் நிறை =  $W_2$  கி.கி.

திரவத்தின் அடர்த்தி =  $\rho$

∴ தன்னீர்ப்பு =  $\frac{W_1}{W_1 - W_2} \times \rho$

(திரவத்தின் அடர்த்தியைத் தன்னீர்ப்புப் போத்தல் முறையால் காணலாம்.)

தக்கையின் தன்னீர்ப்பு

வளியில் தக்கையின் நிறை =  $W_1$  கி.கி.

தக்கை வளியிலும் + ஆழி நீரிலும் இருக்கும்பொழுது  
நிறை =  $W_2$  கி.கி.

(தக்கை + ஆழி) நீரில் இருக்கும் பொழுது

நிறை =  $W_3$

Δ தன்னீர்ப்பு =  $\frac{W_1}{W_2 - W_3}$

திரவத்தின் அடர்த்தி

திரவத்தில் கரையாத திண்மத்தைக் கருத்திற்கொண்ட.

வழியில் திண்மத்தின் நிறை =  $W_1$  கி.கி.

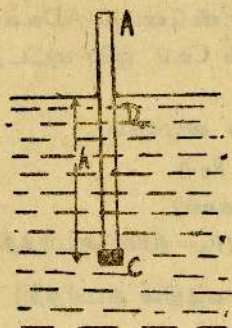
நீரில் திண்மத்தின் நிறை =  $W_2$  கி.கி.

திரவத்தில் திண்மத்தின் நிறை =  $W_3$  கி.கி.

திரவத்தின் தன்னீர்ப்பு =  $\frac{\text{திரவத்தில் மேலுதைப்பு}}{\text{நீரில் மேலுதைப்பு}} = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_3}$



மாருநிறை எளிய நிரமணி



படம் 91

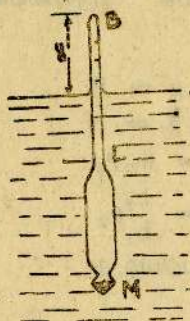
நீரமானியின் ஆழந்த பாகம்  $h$  எனின்,

$$h a \rho = W \quad (a = \text{வெட்டுமுகப்பரப்பு})$$

$$\rho = \frac{W}{ha} \quad (\rho = \text{திரவத்தின் அடர்த்தி})$$

$$\rho \propto \frac{1}{h} \quad (W = \text{நீரமானியின் நிறை})$$

செய் முறை நிரமணி



படம் 92

நீரமானியின் மொத்தக் கனவளவு  $V$  எனவும், தண்டின் வெட்டுமுகப்பரப்பு  $a$  எனவும்  $\rho$  திரவத்தின் அடர்த்தி எனவும் கொள்ளின்  $(V - ay) \rho = W$  ( $W$  நீரமானியின் நிறை ஆகும்).

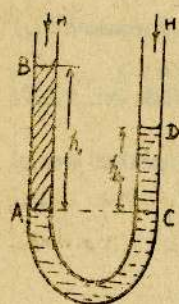
இச் சமன்பாட்டைக்கொண்டு திரவத்தின் அடர்த்தியைத் துணியலாம்.

திரவத்தில் அழுக்கம்

$$\text{அழுக்கம்} = \frac{\text{விசை}}{\text{பரப்பு}} = \frac{F}{A}$$

$h$  என்னும் ஆழத்தில் ஒரு புள்ளி இருப்பின் அப்புள்ளியிலுள்ள அழுக்கம்  $= h \rho g$  இதைத் தரப்படும்.

திரவத்தின் அடர்த்தியை  $U$ க் குழாய், எயரினாய்க் கருவியினால் துணிதல்



படம் 93

படம் 93இல் ABஇல் எண்ணெயும் ADவரை நீரும் இருக்கின்றன. Aஉம் Cஉம் ஒரே மட்டத்தில் இருப்பதால்,

Aஇல் அழுக்கம் = Cஇல் அழுக்கம்

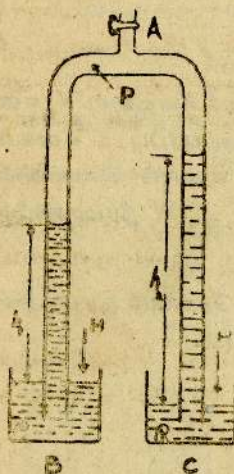
$$H + h_1 \rho_1 g = H + h_2 \rho_2 g$$

( $H$  = வளிமண்டல அழுக்கம்)

$$h_1 \rho_1 = h_2 \rho_2 \quad (\rho_2 = \text{நீரின் அடர்த்தி})$$

$$\rho_1 = \frac{h_2}{h_1} \rho_2 \quad (\rho_2 = \text{திரவத்தின் அடர்த்தி})$$

எனவே  $\rho_1$  ஐத் துணியலாம்.



படம் 94

படம் 94 எயரினாய்க் கருவியைக் காட்டுகின்றது:

$$\text{இடப்புயம் } P + h_1 \rho_1 g = H$$

$$\text{வலப்புயம் } P + h_2 \rho_2 g = H$$

$$\therefore h_1 \rho_1 = h_2 \rho_2$$

$$\therefore \rho_1 = \frac{h_2}{h_1} \rho_2$$

$\rho_2$  தெரியின்  $\rho_1$  துணியப்படும்.



## அலகு 16

### சுடப்பொருளின் இயல்புகள்

மீள்தன்மை, பாகுநிலை, மேற்பரப்பிழுவிசை

மீள்தன்மை: ஒரு கம்பி அதனில் தொங்கவிடப்படும் சுமை அகற்றப்பட்டதும் தன் ஆரம்ப நிலைக்கு வரின் அது மீள்தன்மை யுடையதெனப்படும்.

ஊக்கின் விதி: மீள்தன்மை எவ்வளவு மீறுதிறுக்கும்வரை ஒரு கம்பியின் நீட்சி பிரயோகிக்கப்படும் சுமைக்கு நேர்விசை சமமாகும்.

அதாவது நீட்சி  $\propto$  சுமை

மீள்தன்மை எவ்வளவு: அதி உயர் தகைப்பின் கீழ் விகாரப்பட்டிருக்கும் பொருளொன்று சுமை அகற்றப்பட்டதும் தனது ஆரம்பநிலையை அடையின் அவ் அதி உயர் தகைப்பு அப்பொருளின் மீள் தன்மை எவ்வளவு எனப்படும்.

இளகுநிலை: ஒரு பொருளின் பதார்த்தம் பாய ஆரம்பிக்கும் நிலை இளகு நிலை எனப்படும். இந்நிலைக்கப்பால் சுமை குறைக்கப் படினும் கம்பி தொடர்ந்து சிறிதளவு நேரம் நீழும்.

தகைப்பு! ஒரு பொருளின் ஓரலகு பரப்பில் தொழிற்படும் விசை தகைப்பு எனப்படும். கம்பியில் சுமை தொங்க விடுவதால் ஏற்படும் தகைப்பு இழுவைத் தகைப்பு எனப்படும்.

$$\text{இழுவைத் தகைப்பு} = \frac{\text{இழுவை விசை (F)}}{\text{பரப்பு (A)}}$$

$$\text{தகைப்பின் அலகு} = \text{Nm}^{-2} \text{ அத்துடன் பரிமாணம்} = \text{ML}^{-1} \text{T}^{-2}$$

விகாரம்: தகைப்புற்றிருக்கும் ஒரு பொருளினது வடிவத்தின் அல்லது பருமனின் பின்ன மாற்றம் விகாரம் எனப்படும்.

$$\text{இழுவை விகாரம்} = \frac{\text{நீட்சி}}{\text{ஆரம்ப நீளம்}} = \frac{e}{l}$$

மீள்தன்மைக் குணகம்: மீள்தன்மை எல்லைக்குள் ஒரு பொருள் விகாரப்பட்டிருக்கும்பொழுது தகைப்புக்கும் விகாரத்துக்கும் உள்ள விகிதம் அப்பொருளின் மீள்தன்மைக் குணகம் எனப்படும்.

யங்கின் குணகம் அல்லது யங்கின் மட்டு; மீள் தன்மை எல்லைக்குள் ஒரு கம்பி விகாரப்பட்டிருக்கும்பொழுது இழுவைத் தகைப்புக்கும் இழுவை விகாரத்துக்கும் உள்ள விகிதம் யங்கின் குணகம் அல்லது யங்கின் மட்டு எனப்படும்.

$$\text{மீள்தன்மைக் குணகம் } E = \frac{\text{தகைப்பு}}{\text{விகாரம்}}$$

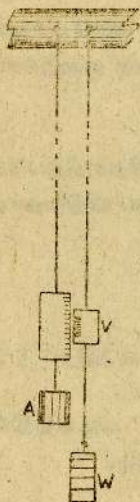
$$\text{யங்கின் குணகம் அல்லது மட்டு} = \frac{\text{இழுவைத் தகைப்பு}}{\text{இழுவை விகாரம்}}$$

$$E = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{e}{l}} = \frac{F.l.}{e.A}$$

$$\text{யங்கின் குணகத்தின் அலகு} = \text{Nm}^{-2}$$

$$\text{இதன் பரிமாணம்} = \text{ML}^{-1} \text{T}^{-2}$$

ஒரு கம்பியின் பதார்த்தத்தினது யங்கின் குணகத்தைத் துணிதல்

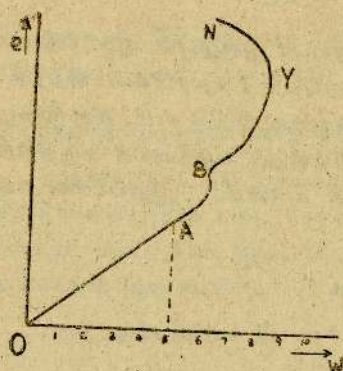


படம் 95இல் காட்டியவாறு P, Q என்னும் சர்வ சமனான இரு கம்பிகள் ஒரே வளை Bஇல் தொங்க விடப்பட்டுள்ளன. Q (V) பரிசோதனைக் கம்பியும் P(A)மாட்டேற்றும் கம்பியும் (Reference wire) ஆகும். Q என்னும் கம்பியில் நிறைகளை ஒரு கிலோ கிராமில் தொடங்கி 5 கிலோகிராம் வரை தொங்கவிடப்பட்டு நீட்சிகள் கணிக்கப்படும். கம்பியின் விட்டமும் ஆரம்ப நீளமும் ஏற்கனவே அளக்கப்பட்டுள்ளதாகும். கணிப்பு வருமாறாகும்.

$$E = \frac{F}{A} \times \frac{l}{e} \quad (A = \pi r^2)$$

இங்கு F (சுமை), A, l, e தெரியுமாதலினால் E துணியப்படும்.





படம் 96

படம் 96 நீட்சிக்கும் சுமைக்கும்  
கீறப்பட்ட வரைபாகும். A என்  
பது மீள் தன்மை எல்லையைக் குறி  
கின்றதாகும். எனவே OA நேர்  
கோடாக உற்பத்தித் தாழைத்  
தொகு செல்வதால், ஊக்கின் விதி  
வாய்ப்புப் பார்க்கப்படுகின்றது.

சுருங்குதலால் அல்லது விரிதலால் சட்டத்தில் தொழிற்படும் விசை

சட்டத்தின் மங்கின் குணகம் = E

வெட்டுமுகப்பரப்பு = A

ஆரம்ப நீளம் = l

இத்தகைய கோல் அல்லது சட்டம்  $t^{\circ}\text{C}$  என்னும் வெப்பநிலைக்  
கூடாக உயர்த்தப்பட்டின் அல்லது குளிராக்கப்பட்டின் தொழிற்படும்  
விசை  $F = E A a t$  இனால் தரப்படும். இங்கு a கோலின் நீட்டல்  
விரிவுக் குணகமாகும்.

ஒரு கம்பியில் சேமிக்கப்படும் சத்தி

ஒரு கம்பியின் நுனியில் தொங்கும் விசை F எனின், ஏற்படும்  
நீட்சி e எனின் இதனில் செயற்படும் சராசரி விசை =  $\frac{F}{2}$

$\therefore$  செய்யப்படும் வேலை =  $\frac{F}{2} \times e = \frac{1}{2} F.e$  யூல்

(F நியூற்றனிலும், e மீற்றரிலும் இருப்பின் சத்தி யூலில் இருக்  
கும்.

எனவே ஓரலகு கனவளவில் சேமிக்கப்படும் சத்தி =  $\frac{1}{2} F.e \div A l$

=  $\frac{1}{2} \frac{F}{A} \times \frac{e}{l}$

=  $\frac{1}{2} \times$  தகைப்பு  $\times$  விகாரம்

உதாரணங்கள்:

(1) ஒரு கெற்றப்போலியுள்ள இரப்பர் இழையின் ஆரம்பநீளம் 10 ச. மீ. ஆகும். இதன் வெட்டுமுகப்பரப்பு 1 சதுரமில்லி மீற்றர். ஒரு 5 கிராம் திணிவு இழைக்குள் வைக்கப்பட்டு 12 ச. மீ. க்கு இழை நீட்டப்பட்டபின் திணிவு எறியப்பட்டுள்ளது. சத்தியைக் கருத்திற் கொண்டு திணிவின் எறிய வேகத்தைக் காண்க, (இரப்பரின் யங் கின் மட்டு =  $5.0 \times 10^8 \text{ Nm}^{-2}$ )

திணிவின் எறிய வேகம்  $v$  மீ/செக்

$$\text{திணிவின் சத்தி} = \frac{1}{2} \times m \times v^2 \quad J$$

$$\text{இழையின் சத்தி} = 2 \times \frac{1}{2} \times Fe.$$

$$F = \frac{E. A. e.}{l} = 5 \times 10^8 \times \frac{1}{10^8} \times \frac{1}{10^2} \times \frac{10^2}{5}$$

$$= 100N.$$

$$\Delta \frac{1}{2} \times \frac{5}{1000} \times v^2 = F \times e$$

$$\frac{1}{2} \times \frac{5}{1000} \times v^2 = 100 \times \frac{1}{100}$$

$$v^2 = \frac{2 \times 1000}{5} = 400$$

$$\Delta v = 20 \text{ms}^{-1}.$$

(2) 3 மீற்றர் நீளமுள்ளதும் 0.8மி.மி விட்டமுள்ளதுமான ஓர் இரும்புக் கம்பி விரியாதவாறு அது அதன் இரு முனைகளிலும் பொருத்தப்பட்டுள்ளது.  $10^\circ\text{C}$  இவிலுந்து  $100^\circ\text{C}$ க்கு வெப்பமாக்கப்படின் தொழிற்படும் விசையை Kgf இல் காண்க. (யங்கின் மட்டு =  $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ , நீட்டல் விரிவுக் குணகம் =  $18 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ )

$$F = E. A. a. t.$$

$$= 2 \times 10^{11} \times \frac{22}{7} \times \frac{0.4 \times 0.4 \times 18 \times 10^{-6} \times 90}{10^6} N$$

$$= \frac{2 \times 10^{11} \times 22 \times 16 \times 18 \times 10^{-6} \times 90}{7 \times 10^3 \times 10} \text{Kgf}$$

$$= 16.3 \text{Kgf}.$$



### பாகுநிலை அல்லது பிசுபிசுப்பு

ஒரு பாயியில் ஒரு படை தன்மீது இயங்கும் இன்னொரு படையை எதிராகும் இயல்பு பாகுநிலை அல்லது பிசுபிசுப்பு எனப்படும்.

நியூற்றனின் பாகுநிலை பாய்ச்சல் விதி

அருவிக்கோட்டுப் பாய்ச்சலில் செல்லும் ஒரு பாயியைக் கருதி திற்கொள்க. இரு படைகளுக்கிடையேயுள்ள வேகவித்தியாசம்  $dv$  எனவும் அவற்றிடையேயுள்ள தூரம்  $dr$  எனவும் படைகளின் பரப்பு  $A$  எனவும் கொள்ளின்,

பாகு நிலை விசை  $F \propto A$

$$\propto \frac{dv}{dr} \quad \left( \frac{dv}{dr} = \text{வேகப்படித் திறன்} \right)$$

$$F \propto A \frac{dv}{dr}$$

$$F = \eta A \frac{dv}{dr} \quad \text{இதுவே நியூற்றனின் குத்திரம்}$$

இங்கு  $\eta$  ஒரு மாறிலி. இது பாயியின் பாகுநிலைக்குணகம் எனப்படும்.

$$A = 1, \quad \frac{dv}{dr} = 1 \text{ ஆயின் } F = \eta \text{ இதன்படி பாகுநிலைக்குண}$$

கம் வருமாறு வரையறுக்கப்படும்.

பாகுநிலைக் குணகம்

அருவிக்கோட்டுப் பாய்ச்சலிலுள்ள ஒரு பாயியின் ஓர் அலகு வேகப்படித்திறன் உள்ள இடத்தில் ஓரலகு பரப்பில் தொழிற்படும் தொடலிப் பாகுவிசை அப்பாயியின் பாகுநிலைக் குணகம் எனப்படும்.

இதன் அலகும் பரிமாணமும் வருமாறு பெறப்படும்,

$$\eta = \frac{F}{A \times \text{வேகப்படித் திறன்}} = \frac{N \times m}{m^2 \times ms^{-1}} = Nm^{-2}s$$

$$= Nsm^{-2}$$

$$\text{மேலும் } \eta \text{வின் பரிமாணம்} = \frac{MLT^{-2} \times L}{L^2 \times LT^{-1}} = ML^{-1} T^{-1}$$

இதன் பிரகாரம் இதன் அலகு  $= Kgm^{-1} s^{-1}$  ஆகும்.

திண்ம உராய்வுக்கும் பாயி உராய்வுக்கும் உள்ள ஒற்றுமைகள்

- (i) இரு மேற்பரப்புக்களுக்கிடையே தொடர்பியக்கம் இருக்கும் பொழுது திண்ம உராய்வும், பாயி உராய்வும் தொழிற் படும்.
- (ii) இரு வித உராய்வும் இயக்கத்தை எதிர்க்கும்.

வேற்றுமைகள்

- (i) திண்ம உராய்வு மேற்பரப்பின் பருமனில் (A) தங்குவதில்லை. பாயி உராய்வு படையின் பரப்பில் தங்கியுள்ளது.
- (ii) திண்ம உராய்வு தொடர்பு வேகத்தில் தங்குவதில்லை. பாயி உராய்வு தொடர்பு வேகத்தில் தங்கியுள்ளது.
- (iii) திண்ம உராய்வு தொடும்மேற்பரப்புக்களில் மட்டும் தொழிற் படும். பாயி உராய்வு பாயியின் எல்லாப் பகுதிகளிலும் தொழிற் படும்.
- (iv) திண்ம உராய்வுக்குணகம்  $\mu$  ஆனது அலகு அற்றது. பாயி உராய்வுக்குணகம்  $\eta$  ஆனது அலகுடையது  $\text{Nm}^{-2}$  அல்லது  $\text{kgm}^{-1} \text{s}^{-1}$

மாறு நிலை வேகம்

அருவிக்கோட்டுப் பாய்ச்சல் கொந்தளிப்புப் பாய்ச்சலாக மாறும் பொழுதுள்ள பாயியின் வேகம் மாறுநிலைவேகம் எனப்படும்.

ஒரு மயிர்த்துளைக் குழாயினூடு திரவப் பாய்ச்சலுக்குரிய புவசேயின் சூத்திரம்

திரவத்தின் பாய்ச்சல் வீதம்  $v$  ஆனது குழாயின் ஆளர  $r$  இலும் குழாயின் வழியேயுள்ள அழுக்கப் படிதின்  $\frac{P}{l}$  இலும், பாகு நிலைக் குணகம்  $\eta$  இலும் தங்கு மாயின்

அப்பொழுது 
$$v = k \eta^{-1} r^4 \left( \frac{P}{l} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (v = \text{ஒரு செக்கனுக்கு குரிய கனவளவு})$$



பரிமாண முறையின்படி,

$$L^3 T^{-1} = k (ML^{-1} T^{-1})^x L^y (ML^{-2} T^{-2})^z$$

$$L^3 T^{-1} = k m^x + z L^{y-x-2z} T^{-x-2z}$$

பரிமாணங்களைச் சமப்படுத்தித்

$$x + z = 0 \quad \text{--- (1)}$$

$$-x + y - 2z = 3 \quad \text{--- (2)}$$

$$-x - 2z = -1 \quad \text{--- (3)}$$

$$(1) + (3) \quad -z = -1$$

$$z = 1$$

$$(1) \text{ இல் } z = 1 \text{ ஐப் பிரதியிட்டால் } x = -1$$

$$(2) \text{ இல் } z = 1, x = -1 \text{ என்பவற்றைப் பிரதியிட்டால்}$$

$$1 + y - 2 = 3$$

$$y = 4$$

$$\Delta x = -1, y = 4, z = 1$$

$$\therefore v = k \eta^{-1} r^4 \left( \frac{p}{l} \right)^1$$

$$v = \frac{k p r^4}{\eta l}$$

$$\text{பரிசோதனையின்படி } k = \frac{\pi}{8}$$

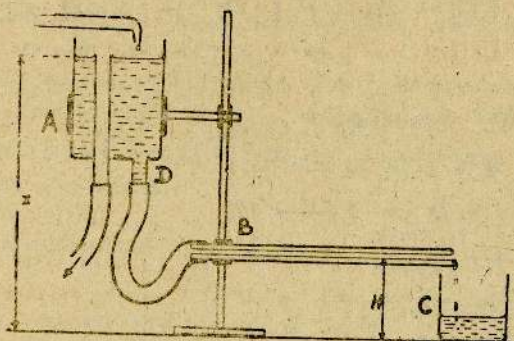
$$\therefore v = \frac{\pi p r^4}{8 l \eta} \quad (v = \text{ஒரு செக்கனுக்கு பாயும் திரவம்})$$

இது குறைந்த பிசுபிசுப்புவின் நீர் போன்ற திரவங்களுக்கு உகந்த முறையாகும்.

குறிப்பு: (a) ஒரு திரவத்தின் பிசுபிசுப்பு வெப்பநிலை அதிகரிப்புடன் குன்றும்.

(b) ஒரு வாயுவின் பிசுபிசுப்பு வெப்பநிலை அதிகரிப்புடன் கூடும்.

புவசேயின் முறையால் நீரின் பாகுநிலைக் குணகத்தைத் துணிதல்



படம் 97

படம் 97இல் காட்டியவாறு நீர் மயிர்த்துளைக் குழாய்க்கூடாக மாறா அழுக்கத்தலையான  $h$  நீரின் கீழ் பாயும்.  $t$  என்னும் நேரத்துக்குப் பாயும் நீர் சேகரிக்கப்பட்டு ஒரு செக்கனுக்குப் பாயும் கனவளவு  $v$  கணிக்கப்படும்.

பின்பு  $v = \frac{\pi pr^4}{8l\eta}$  என்பதில்  $\eta$  வைத் தவிர்த்த மீறத் தெரிந்த கணியங்களைப் பிரதியிடுன்  $\eta$  துணியப்படும்.

உயர்ந்த பாகுநிலையுடைய திரவங்களின் பாகுநிலைக் குணகத்தைத் துணிதல்

தோக்கின் விதி: கோளத்தைக் கருத்திற் கொள்க. இதன் ஆரை  $a$  ஆகும். இது  $\eta$  யுடைய திரவத்திற்கூடாக  $v$  என்னும் முடிபு வேகத்துடன் செல்லுமாயின்,

$$\text{பாகுநிலை விசை } F = k a^x \eta^y v^z$$

$$\text{பரிமாண முறையின்படி } MLT^{-2} = k L^x (ML^{-1} T^{-1})^y (LT^{-1})^z$$

$$MLT^{-2} = k M^y L^{x-y+z} T^{-y-z}$$

$$y = 1 \quad \text{--- (1)}$$

$$x - y + z = 1 \quad \text{--- (2)}$$

$$-y - z = -2 \quad \text{--- (3)}$$

$$y + z = 2$$



$$z = 1$$

$$x = 1$$

$$\therefore x = 1, \quad y = 1, \quad z = 1$$

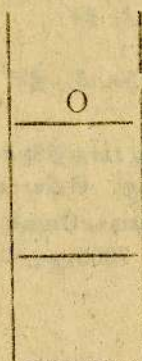
$$\therefore F = ka\eta v$$

பரிசோதனையின்படி  $k = 6\pi$  எனக்காட்டப்பட்டுள்ளது.

$$\therefore F = 6\pi\eta av.$$

இதுவே தோக்கின் குத்திரமாகும்.

பரிசோதனை



படம் 98

கோளம் முடிபு வேகத்தையடைந்ததும் திரவத்துக்குள்ளால் சீராக இயங்கும்.

அப்பொழுது  $F +$  மேலுதைப்பு = கோளத்தின் நிறை.

$$6\pi\eta av + \frac{4}{3}\pi a^3 \rho g = \frac{4}{3}\pi a^3 \rho g.$$

( $\sigma =$  திரவத்தின் அடர்த்தி)

( $\rho =$  கோளத்தின் அடர்த்தி)

இச் சமன்பாட்டிலிருந்து  $\eta$  வைத் துணியலாம்.

$$\eta = \frac{2ga^2 (\rho - \sigma)}{9v}$$

உதாரணங்கள்

(1) நீர் உறுதியாக ஒரு திடையான குழாய்க்கூடாக பாய்கின்றது இக்குழாய் 21ச.மீ. நீளமுடையதும் 0.225 ச.மீ. விட்டமுடையதுமான ஒரு குழாயையும் மற்றது 7ச.மீ. நீளமுடையதும் 0.075 ச.மீ. விட்டமுடையதுமான இன்னொரு குழாயையும் கொண்ட சேர்மானமாகும். முழுக் குழாயிலும் அழுக்க வித்திபாசம் 14ச.மீ. நீர் எனின் ஒவ்வொரு குழாயின் முனைகளுக்கிடையேயுள்ள அழுக்க வித்தியாசத்தைக் காண்க;

$$\frac{\pi p_1 a_1^4}{8l_1 \eta} = \frac{\pi p_2 a_2^4}{8l_2 \eta}$$

$$\frac{p_1 \times 0.225^4}{21 \times 2^4} = \frac{p_2 \times 0.075^4}{7 \times 2^4}$$

$$\frac{p_1 \times 0.225^4}{3} = p_2 \times 0.075^4$$

$$p_1 = \frac{p_2 \times 3 \times (0.075)^4}{(0.225)^4}$$

$$= \frac{p_2 \times 3}{3^4} = \frac{p_2}{27}$$

ஆனால்

$$p_1 + p_2 = 14$$

$$p_2 + 27p_2 = 14 \times 27$$

$$28p_2 = 14 \times 27$$

$$p_2 = \frac{27}{2} = 13.5 \text{ ச.மீ. நீர்}$$

$$p_1 = 14 - 13.5 = 0.5 \text{ ச.மீ. நீர்}$$

(2)  $20^\circ\text{C}$  இலுள்ள ஆமணக்கெண்ணெயினது பாகுநிலைக்குணகம்  $2.42 \text{ Nsm}^{-2}$ . அதன் அடர்த்தி  $940 \text{ kgm}^{-3}$ . ஒரு சிறிய உருக்குக் கோளம் எண்ணெயினூடு போடப்படின் அதன் முடிபு வேகம் என்ன? கோளத்தின் ஆரை  $2.0 \text{ மி.மீ.}$  அதன் அடர்த்தி  $7800 \text{ kgm}^{-3}$ .

$$6\pi \eta a v + \frac{4}{3} \pi a^3 \sigma g = \frac{4}{3} \pi a^3 \rho g$$

$$v = \frac{2ga^2(\rho - \sigma)}{9\eta} \quad (\rho = 7800 \text{ Kg m}^{-3})$$

$$(\sigma = 940 \text{ Kg m}^{-3})$$

$$= \frac{2 \times 10 \times 2 \times 2 \times 6860}{9 \times 10^6 \times 2.42}$$

$$v = 0.025 \text{ ms}^{-1}$$

### மேற்பரப்பிழுவிசை

மேற்பரப்பிழுவிசையை எடுத்துக்காட்டும் பரிசோதனைகள்

(1) மயிர்த்துளை எழுகையும் விழுகையும் (2) மழைத்துளி, இரசத்துளி, ஈயத்துளி ஆகியவற்றின் கோளவடிவத் தன்மை. (3) கற்பூரத் துணிக்கைகள் நீரில் இயங்குவது. (4) ஊசி நீரில் மிதப்பது. (5) சவக்காரப் படலத்தில் வைக்கப்படும் இழைத் தடம் அதற்குள்ளிருக்கும் படலம் உடைக்கப்பட்டதும் வட்டமாக வருவது. இவை யாவும் மேற்பரப்பிழுவிசை தொழிற்படுவதைக் காட்டும் பரிசோதனைகளாகும்.



மேற்பரப்பிழுவிசை: ஒரு திரவ மேற்பரப்பின் மீது வரையப் பட்டுள்ள ஒரு மீற்றர் நீளமான ஒரு சர்ப்பைக் கோட்டிற்குச் செங்குத்தாக ஒரு பக்கத்தில் மேற்பரப்பின் வழியே தாக்கும்விசை மேற்பரப்பிழுவிசை எனப்படும்.

இதன் அலகும் பரிமாணமும்  $Nm^{-1}$ ,  $MT^{-2}$  ஆகும்.

மேற்பரப்புச் சத்தி: சமவெப்ப நிபந்தனைகளுக்கமைய ஒரு திரவத்தின் மேற்பரப்பு ஓர் அலகு பரப்பிற்குடாக மேற்பரப்பிழுவிசைக்கெதிராக அதிகரிக்கப்படும்பொழுது செய்யப்படும் வேலை மேற்பரப்புச் சத்தி எனப்படும்.

இதன் அலகு  $Jm^{-2}$ , இதன் பரிமாணம் =  $MT^{-2}$  ஆகும்;

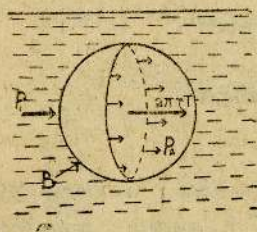
எனவே இதன் பிரகாரம் சத்தி சார்பாகவும் மேற்பரப்பிழுவிசை வரையறுக்கப்படும்

சமவெப்பநிபந்தனைகளுக் கமைய ஒரு திரவத்தின் மேற்பரப்பை ஒரு சதுரமீற்றரின் அளவு அதிகரிப்பதற்குச் செய்யப்படும் வேலை மேற்பரப்பிழுவிசை எனப்படும்.

மேற்பரப்புச் சத்தியின் எண்ணளவுப் பெறுமானம் மேற்பரப்பிழுவிசையின் பருமனைத் தரும்.

தொடுகைக் கோணம்: திரவ மேற்பரப்பிற்கும் திண்ம மேற்பரப்பிற்கும் இடையேயுள்ள திரவத்தினுள் அமையும் கோணம் தொடுகைக் கோணம் எனப்படும்.

ஒரு குமிழியின் அழுக்க வித்தியாசம்:



T மேற்பரப்பிழுவிசையுடைய திரவத்தினுள் உண்டாகிய கோள வளிக் குமிழியை படம் (99) காட்டுகின்றது. இதன் ஆரை r எனவும் வெளிப்புறத்திலுள்ள அழுக்கம்  $P_1$  எனவும் உட்புறத்திலுள்ள அழுக்கம் வலமிருந்து இடமாக  $P_2$  எனவும் கொள்க. B என்றும் அரைக்கோளக் குமிழியின் சமநிலையைக் கருத்திற்கொள்க.

இடமிருந்து வலமாக செயற்படும் மொத்தவிசை = வலமிருந்து இடமாகச் செயற்படும் விசை

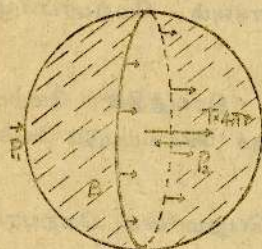
$$\pi r^2 P_1 + 2\pi r T = \pi r^2 P_2$$

$$\therefore 2\pi r T = \pi r^2 (P_2 - P_1)$$

$$\therefore P_2 - P_1 = \frac{2T}{r}$$

$$\therefore \text{அழுக்க மிகை} = \frac{2T}{r} \text{ ஆகும்.}$$

சவர்க்கார குமிழின் அழுக்கமிகை:



படம் 100 ஒரு சவர்க்கார குமிழி வையக் காட்டுகின்றது. B என்னும் அரைக் கோளக் குமிழியின் சமநிலையைக் கருத்திற் கொள்க. இது இரு மேற்பரப்புகளை உடையது.

இடமிருந்து வலமாக விசை = வலமிருந்து இடமாக விசை

படம் 100

$$\pi r^2 P_1 + 4\pi r T = \pi r^2 P_2$$

$$\pi r^2 (P_2 - P_1) = 4\pi r T$$

$$P_2 - P_1 = \frac{4T}{r}$$

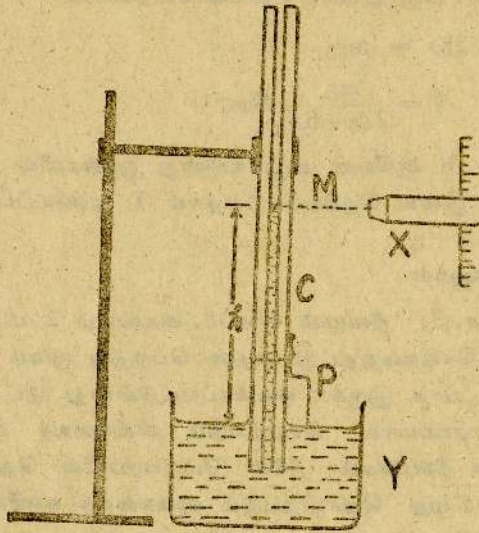
$$\therefore \text{அழுக்கமிகை} = \frac{4T}{r} \text{ ஆகும்.}$$

திரவமொன்றின் மேற்பரம்பிழுவிசையைத் துணிதல்

((1) மயிர்த்துளை எழுகை முறை

படம் 101 இல் காட்டியவாறு பரிசோதனை செய்யப்படும். மயிர்த்துளையில் எழுந்த திரவத்தின் உயரம்  $h$  நகரும் நுணுக்குக் காட்டியால் அளவிடப்படும். மயிர்த்துளைக் குழாயின் விட்டமும் அதே நுணுக்குக் காட்டியால் அளவிடப்படும். திரவத்தின் அடர்த்தி





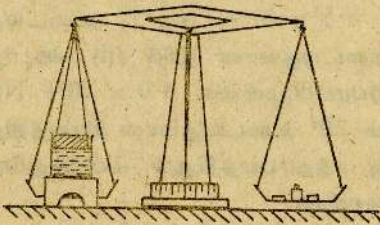
படம் 101

$\rho$  எனின் புனியீர்ப்பு ஆர்முடுகல்  $g$  எனின் மேற்பரப்பிழுவிசை  $T$  யின்வரும் சமன்பாட்டிலிருந்து பெறப்படும்.

$$\frac{2T}{r} = h\rho g$$

$$\therefore T = \frac{hr\rho g}{2} \text{ Nm}^{-1}$$

(2) நுணுக்குக்காட்டி வழக்கி முறை



படம் 102

ஒரு நுணுக்குக் காட்டி வழக்கி படம் 102 இல் காட்டியவாறு திரவத்தின் மேற்பரப்போடு மட்டுமட்டாகத் தொடர்த்தக்கவாறு தராகின் புயத்தில் தொங்கவிடப்படும். அப்பொழுது மேற்பரப்பிழுவிசை காரணத்தினால் அப்பக்கப் புயம் கீழே இழுக்கப்

படும்: தராசின் புயத்தை கிடையாக கொண்டு வர மற்றப் புயத்திடில் நிறைகள்  $m$  ஐ இருக. எனவே சமநிலையில்

$$T(2a + 2b) = mg$$

$$T = \frac{mg}{2(a+b)} \text{ Nm}^{-1}$$

இங்கு  $a, b$  ஆகியன வழுக்கியினது ஓரங்களின் நீளமும் அகலமும் ஆகும். இவை தெரியப்படுவதால்  $T$  துணியப்படும்.

உத்திக் கணக்குகள்

(1) 6 ச.மீ. நீளமும் 4 ச.மீ. அகலமும் 2 மி.மீ. தடிப்புமுடைய ஒரு செவ்வகத்தட்டு அதன் பெருத்த முகம் நீரின் மேற்பரப்பில் கிடையாக இருக்க வைக்கப்பட்டுள்ளது. தட்டின் மேற்பரப்பிழுவிசை காரணமாக செயற்படும் விசையைக் கணிக்க. தட்டு நிலைக்குத்தாக நீள்பக்கம் நீரின் மேற்பரப்பில் தொடத்தக்கதாக இருக்கும் பொழுது தொழிற்படும் விசையைக் கணிக்க.

$$T = 7.0 \times 10^{-2} \text{ Nm}^{-1}$$

$$(a) F = 2T(a + b) = 2 \times 7 \times 10^{-2} (6 + 4) \times 10^{-2} \\ = 14 \times 10^{-3} = 1.4 \times 10^{-2} \text{ N}$$

$$\Delta F = 1.4 \times 10^{-2} \text{ N}$$

$$(b) F = 2T(a + t) = 2 \times 7 \times 10^{-2} (6.0 + 0.2) \times 10^{-2} \\ = 14 \times 6.2 \times 10^{-4} \\ = 86.8 \times 10^{-4} \\ = 8.68 \times 10^{-3} \text{ N}.$$

(2) 0.4 மி மி. விட்டமுடைய ஒரு மயிர்த்துளைக்குழாய் நிலைக்குத்தாக (i) மேற்பரப்பிழுவிசை  $6.5 \times 10^{-2} \text{ Nm}^{-1}$  உடையதும் தொடுகைக் கோணம் பூச்சியமுடையதுமான நீரில் (ii) அடர்த்தி  $800 \text{ Kg m}^{-3}$  உடையதும் மேற்பரப்பிழுவிசை  $5.0 \times 10^{-2} \text{ Nm}^{-1}$  உடையதும் தொடுகைக்கோணம்  $30^\circ$  உடையதுமான திரவத்திலும் நிறுத்தப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் மயிர்த்துளைக்குழாயில் நிகழ்ந்த எழுக்கையைக் கணிக்க.

$$(1) h\rho g = \frac{2T}{r}$$



$$h \times 1000 \times 10 = \frac{2 \times 6.5 \times 10^{-2} \times 10^3}{0.2}$$

$$h = \frac{2 \times 6.5 \times 10^{-2}}{2} = 6.5 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$= 6.5 \text{ ச.மீ.}$$

$$(ii) \quad h\rho g = \frac{2T \cos \theta}{r}$$

$$h = \frac{2T \cos \theta}{r\rho g}$$

$$= \frac{2 \times 5 \times 10^{-2} \times \cos 30^\circ \times 10 \times 10 \times 10}{0.2 \times 800 \times 10}$$

$$= \frac{10 \times 10^{-2} \times \cos 30^\circ \times 10 \times 10 \times 10 \times 10}{2 \times 800 \times 10}$$

$$= \frac{10 \times 10^{-2} \times \sqrt{3} \times 10 \times 10 \times 10 \times 10}{2 \times 2 \times 800 \times 10} \text{ m}$$

$$= \frac{\sqrt{3} \times 100}{32} \text{ c.m.} = 5.4 \text{ c.m.}$$

(3) ஒரு சவர்க்காரகுமிழியின் விட்டம் 4மி.மி.. வளிமண்டல அழுத்தம்  $10^5 \text{ Nm}^{-2}$  ஆயின் குமிழிக்குள்ளிருக்கும் அழுத்தத்தைக் கணிக்க. (சவர்க்காரக் கரைசலின் மேற்பரப்பிழுவிசை  $= 2.8 \times 10^{-2} \text{ Nm}^{-1}$ )

(ii) ஒவ்வொரு நீர்த்துளியும்  $1.0 \times 10^{-4} \text{ m}$  ஆரையுடையதாயின்  $10^6$  நீர்த்துளிகளின் மொத்த மேற்பரப்புச் சத்தியைக் கணிக்க. (நீரின்  $T = 7 \times 10^{-2} \text{ Nm}^{-1}$ )

$$(i) \quad \text{உள் அழுக்க மிகை} = \frac{4T}{r} = \frac{4 \times 2.8 \times 10^{-2} \times 10^3}{2}$$

$$= 5.6 \times 10 = 56 \text{ N}$$

$$\therefore \text{உள்ளிருக்கும் அழுக்கம்} = 10^5 + 56 = 100056 \text{ Nm}^{-2}$$

$$= 1.00056 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$$

$$(ii) \quad \text{மொத்தச் சத்தி} = 10^6 \times 4 \times \frac{22}{7} \times 10^{-8} \times 7 \times 10^{-2}$$

$$= 88 \times 10^{-4} \text{ J} = 8.8 \times 10^{-3} = 9 \times 10^{-3} \text{ J}$$

## அலகு 17

### நிலைமின்னியல்

கடத்திகள்; இவருவாக மின்னைக் கடத்தும் பொருள்களிகடத் திகள் எனப்படும். (உ + ம்) உலோகங்கள், மனிதஉடல். நீர்.

காவலிகள்: மின்னைத் தழ்முடு செல்லவிடாத பொருள்கள் காவ லிகள் எனப்படும். (உ + ம்) மைக்கா, சிலிக்கா, வளி, கண்ணாடி

நிலை மின்னின் அடிப்படை விதி

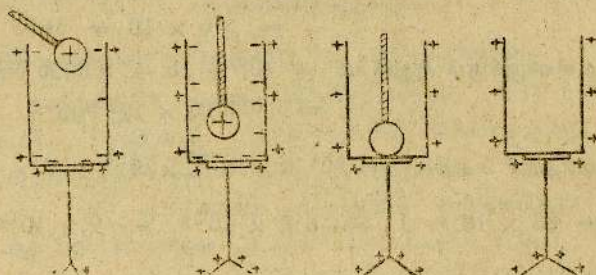
ஒத்த ஏற்றங்கள் ஒன்றையொன்று தவிரும்

ஒவ்வாத ஏற்றங்கள் ஒன்றையொன்று சவரும்

பொன்னிலை மின்காட்டி: இது (i) ஏற்றத்தின் குறிகளை (ii) ஏற் றத்தின் பருமன்களை (iii) வெவ்வேறு இழைகளின் கடத்தும் வலுக் களை (iv) உரோஞ்சுவதால் சமஏற்றங்களை கண்டுபிடிப்பதற்கு உப யோகிக்கப்படுகிறது. பொன்னிலை மின்காட்டியின் இலைகளின் விரிதல் அதன் தட்டிற்கும் பாத்திரத்திற்கும் இடையேயுள்ள மின்னழுத்த வித்தியாசத்தின் பருமனைக் காட்டுவதாகும்.

தூண்டலால் மின்னேற்றம் செய்வது: மின்காட்டியின் தட்டுக் கருகே ஓர் ஏற்றம் பெற்ற கோலைக் கொண்டு வருக. அப்பொழுது இலைகள் விரியும். தட்டைத் தொடுக. இலைகள் குவியும். விரலை அகற்றுக். இலைகள் குவிந்தே இருக்கும். இறுதியாக மின்னேற்றக் கோலை அகற்றுக். இலைகள் விரியும். இலையில் தூண்டிய ஏற்றம் கோலின் ஏற்றத்திற்கு எதிரானதாகும்.

தூண்டிய ஏற்றங்களைப் பற்றி பரடேயின் பரிக்ஷை குவளைப்பரிசோதனை





(i) குவளை பொன்னிலை மின்காட்டித் தட்டி வைக்கப்பட்டு ஒரு காவலித் தண்டில் பொருத்தப்பட்ட நேர் ஏற்றம் பெற்ற கோளம் குவளைக்குள் இறக்கப்படும். இலைகள் விரிய ஆரம் பிக்கும் (படம் 103 i).

(ii) கோளம் முற்றாக இறங்கியுள்ள நிலையில் இலைகளின் விரிதல் கூடுதலாக இருக்கின்றது. குவளையின் உட்புறத்தில் எதிர் ஏற்றமும், வெளிப்புறத்திலும் பொன்னிலைகாட்டியின் இலைகளிலும் நேர் ஏற்றமும் காணப்படும் (படம் 103 ii).

(iii) கோளம் குவளையின் உட்பாகத்துடன் தொட்டுக்கொண்டிருக்கும் பொழுது வெளிப்புறத்திலும் இலைகளிலும் நேர் ஏற்றம் காணப்படும் இலைகளின் விரிதல் ஒரே அளவினதாகவும் இருக்கும். ஆனால் உட்புறத்தில் ஏற்றம் காணப்படுவதில்லை.

(iv) கோளம் முற்றாக குவளையிலிருந்து அகற்றப்பட்டதும் நேர் ஏற்றம் வெளிப்புறத்தின் காணப்படும். இலைகளின் விரிதல் ஒரே அளவினதாகவும் இருக்கும்.

இவற்றிலிருந்து (i) தூண்டிய ஏற்றங்கள் ஒன்றுக்கொன்று சமனும் எதிரும் எண்பதையும் (ii) இது ஒவ்வொன்றும் தூண்டும் ஏற்றத்துக்கு பருமனில் சமனென்பதையும் அறிய முடிகிறது.

ஏற்றத்தின் பரப்பளர்த்தி: ஒரு கடத்தியின் ஒரு புள்ளியைச் சுற்றியுள்ள ஒரு பரப்பளரில் உள்ள ஏற்றம் ஏற்றத்தின் பரப்பளர்த்தி எனப்படும்.

ஒரு சோதனைத் தளத்தின் உதவியைக் கொண்டு ஏற்றம்பெற்ற கடத்தியின் ஏற்றத்தின் பரப்பளர்த்தியைத் துணியலாம். கடத்தியைச் சோதனைத் தளத்தால் தொட்டு அதன்பின் பொன்னிலையின் காட்டித்தட்டைத்தொடுக. ஏற்றம் தட்டுக்கு மாற்றப்படுவதால் இலைகள் விரியும். இவ்வாறு கடத்தியின் பலபாகங்களில் இதைச் செய்க. கடத்தியின் மேற்பரப்பினது வளைவு கூடிய இடங்களில் ஏற்றத்தின் பரப்பளர்த்தி கூடுதலாக இருக்கும். ஆனால் மின்னழுத்தம் ஒரே அளவினதாகவே இருக்கும்.

ஏற்றங்களுக்கிடையே செயற்படும் விசை

இரு புள்ளி ஏற்றங்களுக்கிடையே செயற்படும் விசை அவ்வேற்றங்களின் பெருக்கத்திற்கு நேர்விகித சமமும் அவற்றிற்கிடையே யுள்ள தூரத்தின் வர்க்கத்திற்கு நேர்மாறுவிகித சமமுமாகும்.

$$\text{அதாவது } F \propto \frac{Q_1 Q_2}{d^2}$$

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{d^2}$$

இங்கு  $k$  என்னும் மாறிலி  $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$  இனால் தரப்படும்.  $\epsilon_0$  சுயாதீன வெளி அல்லது வெற்றிடத்தின் அனுமதித்திறன் எனப்படும்;

$$\therefore F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{d^2}$$

$$\Delta \epsilon_0 = \frac{Q_1 Q_2}{F \cdot 4\pi d^2}$$

எனவே  $\epsilon_0$  இன் அலகு (கூலோம்)<sup>2</sup> (மீட்டர்)<sup>-1</sup> (மீட்டர்)<sup>-2</sup> ( $C^2 N^{-1} m^{-2}$ ) இனால் குறிக்கப்படும். இது பரட்டு மீட்டர்<sup>-1</sup> ( $F.m^{-1}$ ) இனாலும் குறிக்கப்படும்.

$\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$  இன் பெறுமானம்  $= 9 \times 10^9$  அண்ணளவாக வேறு ஊடகங்களில் இவ்வேற்றங்கள் இருப்பின்,

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{Q_1 Q_2}{d^2}$$

இங்கு  $\epsilon$  அவ்ஊடகத்துக்குரிய அனுமதித்திறனாகும்.

உ + ம்: இரு சம ஒத்த ஏற்றங்கள் ஒன்றுக்கொன்று 25ச.மீ. தூரத்தில் இருக்கும்பொழுது 0.4N விசை உருற்றின் ஏற்றத்தின்

பருமனைக் காண்க.  $\left( \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \right)$

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{Q^2}{d^2}$$

$$0.4 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{Q^2}{0.25 \times 0.25}$$

$$0.4 = \frac{9 \times 10^9 \times Q^2}{0.25 \times 0.25}$$



$$\begin{aligned} \Delta Q^2 &= \frac{0.4 \times 0.25 \times 0.25}{9 \times 10^9} \\ &= \frac{4 \times 25 \times 25}{10 \times 10^2 \times 10^2 \times 9 \times 10^9} \\ \Delta Q &= \frac{5}{3 \times 10^6} = 1.7 \times 10^{-6} \\ &= 1.7 \mu C. \end{aligned}$$

மின்புலம், செறிவு, விசைக் கோடு

மின்புலம்! மின்னேற்றத்தைச் சூழ்ந்திருக்கின்றதும் மின் விசையை உணரக்கூடியதுமான ஒரு பிரதேசம் மின்புலம் எனப்படும்.

மின்புலச் செறிவு(E): புலத்தின் ஒரு புள்ளியில் ஓர் அலகு நேர் ஏற்றம் வைக்கப்படும்பொழுது அது அனுபவிக்கும் விசை அப்புள்ளியில் மின்புலச் செறிவு எனப்படும்.

$$\text{அதாவது } E = \frac{F}{Q'} \quad \text{நியூற்றன்} \quad \text{கூலோம்}$$

Eஇன் அலகு  $NC^{-1}$  மேலும் இதன் அலகு உலோற்றமீற்றர்<sup>-1</sup> ( $Vm^{-1}$ )இனாலும் குறிக்கப்படும்.

ஒரு புள்ளி (Q) ஏற்றத்தினால் d என்னும் தூரத்தில் ஒரு புள்ளியில் E என்னும் செறிவைக் காணல்

$$E = \frac{F}{Q'} = \frac{Q Q'}{4\pi\epsilon_0 d^2 Q'} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 d^2} \quad \text{ஆகும்.}$$

$$\text{ஊடகத்தின் அனுமதித்திறன் } \epsilon \text{ ஆயின் } E_0 = \frac{Q}{4\pi\epsilon d^2}$$

ஒரு புள்ளி ஏற்றத்திலிருந்து பாயம்

மின்புலத்தில் ஒரு புள்ளியில் ஒரு சதுர அலகு மேற்பரப்பிற் கூடாகச் செங்குத்தாகச் செல்லும் விசைக் கோடுகளின் எண்ணிக்கை அப்புள்ளியிலுள்ள செறிவு (E) ஆகும்.

பாயம்: E என்னும் புலச்செறிவுடைய ஒரு புள்ளியில் A எனும் பருமனுடைய பரப்பிற்கூடாகச் செங்குத்தாகச் செல்லும் விசைக்கோடுகள் அப்பரப்பிற்கூடாகச் செல்லும் பாயம் எனப்படும்.

$$\text{பாயம்} = E \times A$$

ஒரு புள்ளி ஏற்றம்  $Q$  வை மையமாகக்கொண்டு வரையப்படும்  $r$  ஆரையுடைய கோளத்தைக் கருத்திற் கொள்க.

$$\begin{aligned}\text{கோள மேற்பரப்பிற்கூடாகச் செல்லும் பாயம்} &= E \times A \\ &= E \times 4\pi r^2 \\ &= \frac{Q}{4\pi \epsilon r^2} \times 4\pi r^2 \\ &= \frac{Q}{\epsilon}\end{aligned}$$

கோளத்துள்ளிருக்கும் ஏற்றம்  $Q$  அனுமதித் திறன்

கோசின் தேற்றம்: ஒரு முடிய மேற்பரப்பு எத்தகைய வடிவம் உடையதாயினும் அதற்கூடாகச் செல்லும் பாயம் எப்போழுதும்  $\frac{Q}{\epsilon}$  ஆகும். இத்தொடர்பு கோசின் தேற்றம் எனப்படும்.

(i) ஏற்றம்பெற்ற கோளத்தினால் வெளியே ஏற்படும் புலம்

$Q$  என்னும் ஏற்றமுடைய சிறிய கோளத்துக்கு அமைவான  $r$  ஆரையுடைய ஒரு மையக்கோளத்திற்கூடாகவுள்ள பாயம்  $= \frac{Q}{\epsilon}$

$$\therefore E \times 4\pi r^2 = \frac{Q}{\epsilon}$$

$$\therefore E = \frac{Q}{4\pi \epsilon r^2}$$

(ii) ஒரு வெற்றுக் கோளத்துக்குள் உள்ள புலம்

கோளத்துக்குள்ளே ஒரு ஏற்றமும் இருக்க முடியாததால்  $Q$  பூச்சியமாகும். இதன் பிரகாரம் செறிவு எப்போழுதும் கோளத்துக்குள்ளே பூச்சியமாகும். அதாவது  $E = 0$

(iii) ஏற்றம் பெற்ற தளக்கடத்தியின் வெளியே புலம்

$S$  என்னும் ஏற்றம் பெற்ற தளக்கடத்தியில்  $A$  என்னும் பரப்பினைக் கருத்திற் கொள்க. இங்கு ஏற்றத்தின் பரப்படர்த்தி  $\sigma$  ஆகும்.

$$A\text{இல் ஏற்றம்} = \sigma A$$

$$\therefore E \cdot A = \frac{\sigma A}{\epsilon} \quad (\because Q = \sigma A)$$

$$\therefore E = \frac{\sigma \cdot A}{\epsilon \cdot A} = \frac{\sigma}{\epsilon}$$



## மின்னழுத்தம்

மின் புலத்தில் ஒரு புள்ளியில் அழுத்தம்

ஓர் அலகு நேர் ஏற்றம் முடிவிலியிருந்து அப் புள்ளிக்குக் கொண்டுவரப்படும் பொழுது செய்யப்படும் வேலை பருமனில் அப்புள்ளியில் மின்னழுத்தம் எனப்படும். இதன் அலகு உவோற்று ஆகும்.

உவோற்று: முடிவிலியிருந்து ஒரு கூலோம் நேர் ஏற்றம் ஒரு புள்ளிக்குக் கொண்டுவரப்படும் பொழுது செய்யப்படும் வேலை ஒரு யூல் ஆயின் அப்புள்ளியிலுள்ள மின்னழுத்தம் ஓர் உவோற்று ஆகும்.

இதன் பிரகாரம்  $Q$  கூலோம் ஏற்றம் முடிவிலியிருந்து மின் புலத்தில் ஒரு புள்ளிக்குக் கொணரப்படும் வேலை  $W$  யூல்கள் ஆயின் அப்புள்ளியிலுள்ள மின்னழுத்தம்  $V$  உவோற்று ஆனது.

$$V = \frac{W}{Q} \text{ இனல் பெறப்படும்.}$$

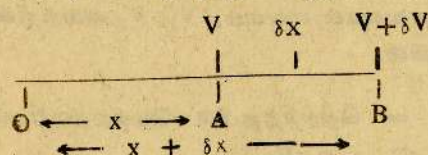
$$W = QV$$

இவ்வாறே ஒரு மின் புலத்தில் இரு புள்ளிகள்  $A, B$  க்கிடையே  $Q$  கூலோம் காவப்படின வேலை  $W = Q(V_A - V_B)$  ஆகும்.

$Q$  என்னும் புள்ளி ஏற்றம்  $d$  தூரத்தில் ஏற்படுத்துக மின்னழுத்தம்

$$V = \frac{Q}{4\pi \epsilon d} \text{ ஆகும்;}$$

மின்புலச் செறிவுக்கும் அழுத்தப்படித்திறனுக்கும் உள்ள தொடர்பு



படம் 104 இல் காட்டியவாறு மிக அண்மையாக இருக்கும்  $A, B$  என்னும் இரு புள்ளிகளைக் கருத்திற் கொள்க.

படம் 104

$$V_A - V_B = V - (V + \delta V)$$

$$E \delta x = -\delta V$$

$$\therefore E = \frac{-\delta V}{\delta x}$$

$$\text{எல்லையில் } E = -\frac{dV}{dx}$$

Eஇன் அலகு உவோற்று மீற்றர்<sup>-1</sup> (Vm<sup>-1</sup>)

### மின்கொள்ளளவு

ஒரு கடத்தியிலுள்ள ஏற்றத்திற்கும் அதனால் அதனில் ஏற்படும் அழுத்தத்திற்கும் உள்ள விகிதம் கொள்ளளவு எனப்படும்.

$$C = \frac{Q}{V}$$

அல்லது ஒரு கடத்தியை ஓர் அலகு அழுத்தத்திற்கு உயர்த்துவதற்கு வேண்டிய மின்கணியம் கொள்ளளவு எனப்படும். Q கூலோமாலும் V உவோற்றிலும் இருப்பின் C பரட்டில் இருக்கும். சாதாரணமாக C ஆனது மைக்ரோபரட்டில் (μF) குறிக்கப்படும்.

கோளத்தின் கொள்ளளவு: கோளத்தில் ஏற்றம் Q கூலோமெனவும், ஆரை r மீற்றர் எனவும் அழுத்தம் V உவோற்று எனவும் கொள்ளின்

$$C = \frac{Q}{V} \text{ இன்படி, } V = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$$

$$\therefore C = \frac{Q \times 4\pi\epsilon_0 r}{Q} \quad \therefore C = 4\pi\epsilon_0 r \text{ பரட்டாகும்.}$$

தொடுக்கையில் வைக்கப்படும் இரு கடத்திகளின் பொது அழுத்தம்

C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> கடத்திகளின் கொள்ளளவுகள் எனவும், V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub> அவற்றின் அழுத்தங்கள் எனவும் கொள்ளின்.

தொடுக்கமுன் மொத்தஏற்றம் = தொடுத்தபின் மொத்தஏற்றம்

$$C_1 V_1 + C_2 V_2 = (C_1 + C_2)V$$

$$\therefore V = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{C_1 + C_2}$$

தொடுத்தபின் ஒவ்வொரு கடத்தியிலும் ஏற்றம் Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub> எனின்

$$Q_1 = \frac{C_1}{C_1 + C_2} (\text{மொத்த ஏற்றம்})$$



$$Q_2 = \frac{C_2}{C_1 + C_2} \text{ (மொத்த ஏற்றம்)}$$

ஏற்றம் பெற்ற கடத்தியின் சத்தி

ஒரு கடத்திக்கு ஏற்றம் கொடுக்கப்படும்பொழுது செய்யப்படும் வேலையே ஏற்றம் பெற்ற கடத்தியின் சத்தி எனப்படும்.

$$W = \int_0^Q V \cdot dq = \int_0^Q \frac{q}{C} \cdot dq$$

$$W = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

மேலும்  $Q = CV$  என்பதால்  $W = \frac{1}{2} CV^2$  அல்லது  $\frac{1}{2} QV$   
 $Q$  கூலோமினும்,  $V$  உவோற்றிலும்,  $C$  பரட்டிலும் இருப்பின் சத்தி யூல்களில் இருக்கும்.

ஒடுக்கி அல்லது கொள்ளளவி

மின்னைச் சேகரித்து வைத்திருப்பதற்கு உகந்த சாதனமே ஒடுக்கி. ஒடுக்கியின் கொள்ளளவு: ஓர் ஒடுக்கியின் நேர்த்திட்டிலுள்ள மின்னேற்றத்திற்கும் அதன் இரு தட்டுக்களுக்குமிடையேயுள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டிற்குமுள்ள விகிதம் ஒடுக்கியின் கொள்ளளவு எனப்படும்.

$$C = \frac{Q}{V} \quad \frac{\text{(கூலோம்)}}{\text{(உவோற்று)}} \quad (C \text{ பரட்டில் இருக்கும்})$$

ஒடுக்கியின் கொள்ளளவுக்குள்ள காரணிகள்

ஒடுக்கியின் கொள்ளளவு

(i) தட்டுக்களுக்கிடையேயுள்ள தூரத்திற்கு நேர்மாறு விகித சமமாகும்.

(ii) தட்டின் பரப்பிற்கு நேர் விகித சமமாகும்

(iii) தட்டுகளுக்கிடையே இருக்கும் மின்னுழைப மாறிலிக்கு நேர்விகித சமமாகும்.

சமாந்தரத் தட்டொடுக்கியின் கொள்ளளவு

தட்டுகளுக்கிடையேயுள்ள தூரம்  $d$  மீற்றர் எனவும் இடையேயுள்ள ஊடகத்தின் அனுமதித்திறன்  $\epsilon$  எனவும் தட்டு ஒவ்வொன்றின்

பரப்பும்  $A \text{ m}^2$  எனவும், அழுத்தவேறுபாடு  $V$  உவோற்று எனவும் ஏற்றத்தின் பரப்படர்த்தி  $\sigma$  எனவுங் கொள்ளின்

$$\text{தட்டுக்களுக்கிடையே மின்புலச்செறிவு} = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

$$\frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{V}{d}$$

$$\frac{Q}{A, \epsilon} = \frac{V}{d}$$

$$\therefore \frac{Q}{V} = \frac{\epsilon \cdot A}{d}$$

$$\therefore C = \frac{\epsilon \cdot A}{d} \text{ பரட்டு}$$

தட்டுக்கிடையில் இடைவெளி அல்லது வெளியாயின்,

$$C = \frac{\epsilon_0 \cdot A}{d} \text{ ஆகும்.}$$

ஒரு மையக் கோள ஓடுக்கி

கோளங்களின் ஆரைகள்  $R_1, R_2$  எனவும் அவற்றிடையே வெற்றிடம் அல்லது வளி இருப்பதெனவும், உட்கோளத்தில் ஏற்றம்  $Q$  எனவும் கொள்ளின்

வெளிக் கோளம் புவிக்குத் தொடுக்கப்பட்டிருப்பதால்

உட்கோளத்தின் நேறிய அழுத்தம் = அதன் சொந்த அழுத்தம் + தூண்டிய ஏற்றத்தால் விளையும் அழுத்தம்

$$\begin{aligned} &= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R_1} - \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R_2} \\ &= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \\ &= \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{R_2 - R_1}{R_1 R_2} \right) \end{aligned}$$

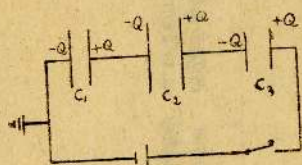
$$\therefore C = \frac{Q}{V} = 4\pi\epsilon_0 \frac{R_1 R_2}{R_2 - R_1}$$

$$\text{கோளவொடுக்கியின் கொள்ளளவு} = 4\pi\epsilon_0 \frac{R_1 R_2}{R_2 - R_1}$$



ஒடுக்ககளை ஒழுங்குபடுத்தல்

(1) தொடர்நிலைத் தொடுப்பு



படம் 105

$$V_1 = \frac{Q}{C_1}, \quad V_2 = \frac{Q}{C_2}, \quad V_3 = \frac{Q}{C_3}$$

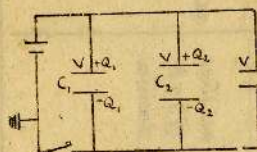
ஒரு சமான ஒடுக்கியின் ஏற்றம்  $Q$  எனவும், கொள்ளளவு  $C$  எனவும் அதன் அழுத்தம்  $V$  எனவும் கொள்ளின்,

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$\frac{Q}{C} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3}$$

$$\Delta \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \text{ ஆகும்.}$$

(2) சமாந்தரத் தொடுப்பு



படம் 106

கியின் ஏற்றம்  $Q$  எனவும் அழுத்தம்  $V$  எனவும், கொள்ளளவு  $C$  எனவும் இருப்பின்,

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$CV = C_1 V + C_2 V + C_3 V$$

$$\Delta C = C_1 + C_2 + C_3$$

$$\text{மேலும் ஓர் ஒடுக்கியின் சத்தி } W = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \text{ அல்லது } \frac{1}{2} QV$$

அல்லது  $\frac{1}{2} CV^2$  இவை தரப்படும்.

வகை	நேர்முனை	எதிர்முனை	மின்பகுபொருள்	முனைவழி பொருள்	விசேட இயற்புகள்
தானியங்கலம் (மி.இ. வி. 1.08V $r = 1$ ஒம்)	செம்பு	நாகம்	ஐதான சல்பூரிக் கமிலம்	செம்புசல் பேற்றுக் கரைசல்	நீடிய நேரத்திற்கு சிறிய மின் ஒட்டத்தைப் பெணும்
இலக்கினாஞ்சிக் கலம் (மி. இ. வி. $= 1.45V$ $r =$ குறைந்த ஒம்கள்)	காபன் (கரி)	நாகம்	ஐதான ஆமோ னியம் குளோ ரைட்டுக் கரைசல்	$MnO_2$	விரைவாக முனை வாக்கம் பெறும் இடையிட்ட மின்தொட்டத்துக்கு உகந்தது
உலகத்தின் கடமியக்கலம் (மி. இ. வி. $=$ $1.018V$ $r =$ ஒரு சிறு 100 ஒம்க ளாகும்)	இரசம்	கடமிய இரசக் கலவை	கடமிய சல்பேற் றுக் கலவை	$Hg_2 SO_4$	நியமக் கலமாக அழுத்தமானிப் பரிசோதனைகளில் உபயோகிக்கப் படும்.



சுய சேமிப்புக்கலம்

இது ஒரு பெருத்த மின்னோட்டத்தை நீண்ட நேரத்திற்குப் பேணும்;

இங்கு நேர்முனைவு: சுயவிரோட்சைட்டு ( $\text{PbO}_2$ )

எதிர் முனைவு: சுயம் ( $\text{Pb}$ )

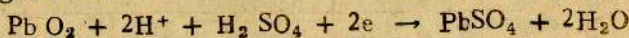
மின் பகு பொருள்: 1.25 தண்ணீர்ப்புள்ள ஐதான  
சல்பூரிக்கமிலம்.

அப்பொழுது மி. இ. வி. = 2V அத்துடன் உள்தடை = 0.01ஓம்

மின்னிறக்கம் நிகழும் பொழுது: இரு தகடுகளிலும் சுயசல்பேற்று

உண்டாகும் தண்ணீர்ப்பு 1.18க்கு இறங்கும். மி. இ. வி 1.9Vக்குக் குறையும்.

(a) நேர்முனைவில்:-



(b) எதிர் முனைவில்:-

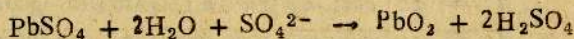


மின்னேற்றப்படும் பொழுது:-

(a) எதிர்முனைவில்:-



(b) நேர்முனைவில்:-



நிக்கல் — இரும்பு சேமிப்புக் கலம்

இது சுய சேமிப்புக்கலத்திலும் பலம் வாய்ந்தது. மேலதிக மின்னேற்றத்தினாலோ அல்லது மின்னிறக்கத்தினாலோ இலகுவாகப் பழுதாகாது. இதன் மி.இ.வி 1.25V ஆகும். நேர்முனைவு: நிக்கல் ஐதரோட்சைட்டும், எதிர்முனைவு:- இரும்புக் கட்டிய கரைசலுமாகும். மின்னபகுபொருள் பொற்றரசியம் ஐதரோட்சைட்டு ஆகும். இது 1.17 தண்ணீர்ப்புடையதாகும்.

மின்னோட்டத்தினால் ஏற்படும் காந்தவிளைவுகள்

பிசோசாவகரின் விதி (இலப்பிளாசு அல்லது அம்பியரின்விதி)

AB என்பது RS என்னும் கடத்தியில் ஒரு மின்னோட்டத்தைக்





$$\delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i \delta l \sin \theta}{r^2}$$

$$\theta = 90^\circ \text{ ஆகையால் } \delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i \delta l}{r^2}$$

$$\begin{aligned} \text{முழுச் சுற்றுக்கும் } B &= \frac{\mu_0}{4\pi} \int_0^{2\pi r} \frac{i \delta l}{r^2} \\ &= \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i \cdot 2\pi r}{r^2} = \frac{\mu_0 2\pi i}{4\pi r} \end{aligned}$$

$$\text{சுற்றுக்களின் எண்ணிக்கை } N \text{ எனின் } B = \frac{\mu_0 2\pi Ni}{4\pi r} = \frac{\mu_0 Ni}{2r}$$

B இன் திசை சுருளின் தளத்துக்குச் செங்குத்தாக இருக்கும். இதன் அளவு தெசிலா அகலது  $Wbm^{-2}$  ஆகும்.

$$\text{வேறு ஊடகங்களுக்கு } B = \frac{\mu Ni}{2r}$$

மேலும் காந்தமாக்கும் விசை H ஐயும் இதிலிருந்து காணலாம்.

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

$$\therefore H = \frac{\mu Ni}{\mu 2r} = \frac{Ni}{2r} A m^{-1}$$

$$\therefore \text{வட்டச் சுருளின் மையத்தில் காந்தமாக்கும் விசை } H = \frac{Ni}{2r}$$

நீண்ட நேரிய கடத்தியினால் ஒரு புள்ளியில் ஏற்படும் மாய அடர்த்தி

$$\text{வெற்றிடத்தில் } \delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i \delta l \sin \theta}{x^2} \quad (1)$$

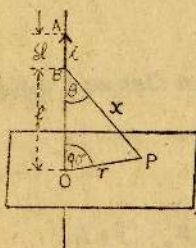
$$OPB = a \text{ எனின், } \theta = 90 - a$$

$$\therefore \delta B = \frac{\mu_0 i \delta l \cos a}{4\pi x^2}$$

$$\text{இங்கு } l = r \text{ தான் } a$$

$$\delta l = r \cos^2 a \delta a$$

$$x = r \sin a$$



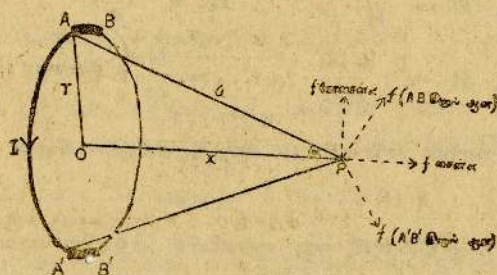
$$\Delta \delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i \text{ கோசைன் } \alpha \delta \alpha}{r}$$

$$\Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i}{r} \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \text{கோசைன் } \alpha \delta \alpha$$

$$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi r} \left[ \text{சைன் } \alpha \right]_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

வேறு ஊடகங்களுக்கு  $B = \frac{\mu I}{2\pi r} \text{ Wb m}^{-2}$

ஒரு வட்டச் சுருளின் அச்சில் பாய அடர்த்தி



படம் 110

AB என்னும் சிறிய மூலகத்தின் PA ஆக்கும் கோணம்  $\theta$  ஆகும். படம் 110இல்  $\theta = 90^\circ$

$$\text{எனவே } \delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i \delta l \text{ சைன் } \theta}{a^2}$$

$$\text{ஆ } \theta = 90^\circ$$

$$\text{ஆ } \delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i \delta l}{d^2}$$



$$\therefore \text{ஒரு சுற்றினால் ஏற்படும் பாய அடர்த்தி P இல்} = 2 \int_0^{\pi r} \delta B \text{ சைன் } \alpha$$

$$\therefore N \text{ சுற்றுகளினால் ஏற்படும் பாய அடர்த்தி P இல்} \\ = 2 \text{ சைன் } \alpha \int_0^{\pi r N} \delta B$$

$$\therefore \text{மொத்த காந்தப் பாய அடர்த்தி P இல்} \\ = 2 \times \frac{\mu_0}{4\pi} \times \frac{I}{a^2} \text{ சைன் } \alpha \int_0^{\pi r N} \delta l \\ \therefore B = \frac{\mu_0 INr}{2a^3} \text{ சைன் } \alpha$$

$$B = \frac{\mu_0 IN \times r^2}{2a^3} \left( \because \text{சைன் } \alpha = \frac{r}{a} \right)$$

$$\therefore B = \frac{\mu_0 INr^2}{2(r^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} \left( \because a = (r^2 + x^2)^{\frac{1}{2}} \right) \\ = \frac{\mu_0 IN \pi r^2}{2\pi(r^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$\therefore B = \frac{\mu_0 INA}{2\pi(r^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} \text{ தெசிலா } (\because \pi r^2 = A \text{ சுருளின் பரப்பு})$$

மின்துயக்கவியல்

ஒரு மின்துண்டம் காவும் கடத்தி செங்குத்தாக அல்லது சாய்ந்து ஒரு காந்தப்புலத்தில் இருப்பின் அதனில் ஒரு விசை (துயக்கம்) தொழிற்படுகின்றது. புலத்தின் திசையின் வழியே அக் கடத்தி இருப்பின் அதில் ஒரு விசையும் தொழிற்பட மாட்டா தாகும்.

விசையின் திசையை (துயக்கம்) கண்டுபிடித்தல் (பிளேயிங் இடக்கையிதி)

இடக்கையின் சுட்டுவிரல், இரண்டாம் விரல், பெருவிரல் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக இருக்கும் பொழுது, சுட்டுவிரல் புலத்

தையும் (B) இரண்டாம் விரல் ஓட்டத்தையும் (I) குறிப்பின் பெரு விரல் விசை (F) அல்லது இயக்கத்தின் திசையைக் குறிக்கும்.

விசை F எனின்

$$F \propto \text{சைன் } a \quad (a \text{ கடத்தி புலத்துடன் ஆக்கும் கோணம்})$$

$$\propto I$$

$$\propto l$$

$$\propto B$$

$$\therefore F \propto BIl \text{ சைன் } a$$

$$F = k BIl \text{ சைன் } a$$

சர்வதேச அலகில் B இனது அலகாகிய “தெசிலா”வின் வரை விலக்கணத்தின்படி  $k = 1$  ஆகும்.

$$\therefore F = BIl \text{ சைன் } a$$

கடத்தி புலத்துக்குச் செங்குத்தாயின்  $a = 90^\circ$

$$\therefore F = BIl \text{ நியூற்றன்}$$

இயங்கும் ஏற்றங்களின்மீது செயற்படும் விசை

கம்பி புலத்துக்குச் செங்குத்தாக இருப்பின் இலத்திரனின் சரா சரி வேகம்  $v$  எனவும் கொள்ளின் அதனில் செயற்படும்

$$\text{விசை } f = Bev$$

மின்னோட்டம் பாயும் இரு நீளமான நேரிய கம்பிகளுக்கிடையே தொழிற்படும் விசை

ஒவ்வொன்றும்  $l$  நீளமுள்ள இரு நேரிய கம்பிகள் சமாந்தரமாக  $d$  மீற்றர் தூரத்துக்குக்கப்பால் இருப்பின்  $I_1, I_2$  என்னும் மின்னோட்டங்கள் அவற்றில் பாயின்;  $I_2$  பாயும் கம்பி ஆனது  $I_1$  பாயும் கம்பியினால் ஏற்படுத்தும் காந்தப் புலத்தில் இருக்கும்.

$$\text{ஆகவே } I_2 \text{ பாயும் கம்பியில் தொழிற்படும் விசை} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi \cdot d} I_2 l$$

இதேபோல்  $I_1$  பாயும் கம்பியில் தொழிற்படும் விசை,

$$= \frac{\mu_0 I_2}{2\pi \cdot d} I_1 l$$

$\therefore$  ஓட்டங்களைக் காவும் இரு நேரிய சமாந்தரக் கம்பி

$$\text{களுக்கிடையே செயற்படும் விசை } F = \frac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot l}{2\pi \cdot d} \text{ நியூற்றன்}$$

ஆகும்.

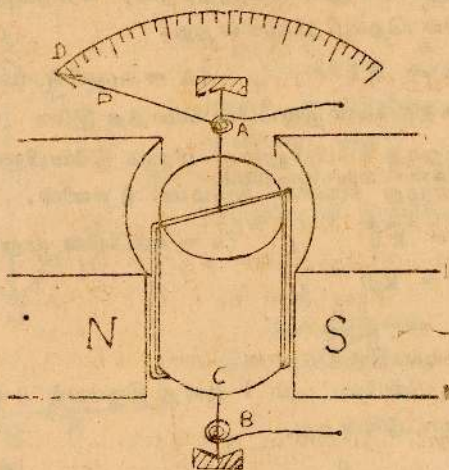


குறிப்பு: ஒத்த ஓட்டங்களைக் காவும் கம்பிகளை ஒன்றைப்பொன்று கவரும்.

ஒவ்வாத ஓட்டங்களைக் காவும் கம்பிகள் ஒன்றை யொன்று தள்ளும்,

அம்பியர்: ஒரு வெற்றிடத்தில் ஒரு மீற்றர் தூரத்துக்கப்பால் இருக்கும் இரு நேரிய நீளமான சமாந்தரக் கம்பிகளிற்கூடாகப் பாயும் மாறு மின்னோட்டம் ஒரு மீற்றருக்கு  $2 \times 10^{-7}$  நியூற்றன் விசையை ஏற்படுத்தின் அம்மின்னோட்டம் ஓர் அம்பியர் எனப்படும்.

இயங்கு சுருள் கடவனோமானி (தாங்கும் வகை)



படம் 111

இதன் முக்கிய பாகங்களாவன (1) வளைந்த காந்த முனைவுகள் (2) உருளை மெல்லிருப்பு அகணி (3) செப்புக்கம்பியாலான செவ்வகச் சுருள் (4) A, B என்னும் சுருளி விற்களி (5) ஆபரணத் தாங்கிகளி.

தொழிற்பாடு: செப்புச் செவ்வகச் சுருள் அதனுட மின்னோட்டம் பாயும் பொழுது நிலைக்குத்துப் புயங்களில் செயற்படும் விசைகளின் விளைவால் சுழல்கின்றது. சுழற்சியை தாங்கும் கம்பியின்

முறுக்கு எதிர்க்கின்றது. ஆகவே  $\theta$  என்னும் கோணத்தை ஆக்கி ஒய்வுக்கு வரும்.

கொள்கை:

சுருளின் நிலைக்குத்துப்புயங்கனில் பாயும் மின்னோட்டம் =  $I$

சுருளின் நிலைக்குத்துப்புயம் ஒவ்வொன்றினதும் நீளம் =  $l$

சுருளின் கிடைப்பாகத்தின் அகலம் =  $b$

ஆரையன் புலத்தின் காந்தப்பாய அடர்த்தி =  $B$

ஒவ்வொரு நிலைக்குத்துப்புயத்திலும் தொழிற்படும் விசை

$$F = BIl$$

இரு விசைகளும் சமனும் சமாந்தரமும், எதிருமாதலினால் ஓர் இணை (C) சுருளில் தொழிற்படுகின்றது:

$$C = BIlb = BIA \quad (A = \text{சுருளின் முகப்பரப்பு})$$

சுருளில்  $N$  சுற்றுக்களை இருப்பின் மொத்த இணை  $C = BIAN$

இவ்விணை முறுக்கி கம்பியிலுள்ள மீரும் இணையினால் சமப்படுத்தப்படும். அப்பொழுது சுருளின் திரும்பல்  $\theta$  எனின்,

$$C = k\theta \quad (k = \text{கம்பியின் முறுக்கு மாறுணி})$$

$$\therefore BIAN = k\theta$$

$$\therefore I = \frac{k\theta}{BNA}$$

இச்சமன்பாடு மின்னோட்டம்  $I$  ஆனது திரும்பல்  $\theta$  விற்கு விசை சமமென்பதைக் காட்டுகின்றது.

$$\text{உணர்திறன்: இது } \frac{\theta}{I} \text{ இனால் தரப்படும். ஆனால் } \frac{\theta}{I} = \frac{BNA}{k}$$

எனவே உணர்திறன் உயர்வாக இருக்க வேண்டுமாயின்  $B, N, A$  பெரிதாகவும்,  $k$  சிறியதாகவும் இருத்தல் வேண்டும்.

சீரான காந்தப் புலத்தில் இருக்கும் சுருளில் செயற்படும் இணை

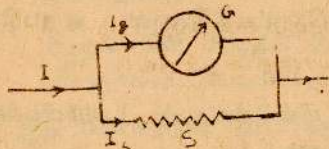
$$\text{இணை } C = BNAI \text{ என } \theta$$

இங்கு  $B =$  காந்தப்பாய அடர்த்தி,  $N$  சுற்றுக்களின் எண்ணிக்கை,  $I$  பாயும் மின்னோட்டம்,  $A$  சுற்றின் முகப்பரப்பு,  $\theta$  ஆனது புலத்துக்கும் சுருள் தளத்தின் செவ்வனுக்கும் இடையிலுள்ள கோணமாகும்.



இயங்கு சுருள் அம்பியர்மானி

ஓர் இயங்கு சுருள் கல்வனோமானிக்கு ஒரு தாழ்ந்த தடையை



பக்க வழியாகத் தொடுப்பின் (படம் 112) அது ஓர் அம்பியர் மானியாகத் தொழிற்படும். பக்க வழித்தடை வருமாறு கணிக்கப்படும்.

படம் 112

பக்கவழித் தடையின் மி. அ. வே. = கல்வனோமானிச் சுருளின் மி. அ. வே.

$$(I - I_g) S = I_g G \quad (\text{இங்கு } I \text{ மொத்த மின்னோட்டம்})$$

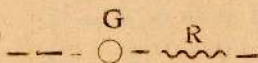
$$\Delta S = \frac{I_g}{I - I_g} \times G \quad (I_g = \text{கல்வனோமானிமின்னோட்டம்})$$

(S = பக்கவழித் தடை)

(G = சுருளின் தடை)

அம்பியர் மானி ஒரு மின்கற்றில் தொடரில் தொடுக்கப்படும்.

இயங்கு சுருள் உவோற்றுமானி



படம் 113

ராகத் தொடுக்கப்படும். உயர்தடை வருமாறு காணப்படும்.

$$I_g (G + R) = V$$

(G = சுருளின் தடை)

(R = உயர் தடை)

(V = உவோற்றுமானிவாசிப்பு)

$$\Delta R = \frac{V}{I_g} - G$$

## அலகு 19

மின் சுற்றுத் தத்துவங்கள், மின்னோட்டத்தினால் ஏற்படும் வெப்ப, இராசயன விளைவு

மின்கணியம்  $Q$  கூலோமினாலும், மின்னோட்டம்  $I$  அம்பியரினாலும் நேரம்  $t$  செக்கனாலும் குறிக்கப்படின்.

$$I = \frac{Q}{t}$$

$$\text{அ } Q = I \times t$$

எனவே அம்பியர் ஒருசெக்கனுக்குப் பாயும் மின்கணியம் ஆகும்.

ஒமின் விதி: ஒரு கடத்தியின் பௌதிக நிலைமைகள் மாறு திருப்பின் அதன் இருமுனைகளுக்கிடையேயுள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டுக்கும் ( $V$ ) அதனுடைய பாயும் மின்னோட்டத்துக்கும் ( $I$ ) இடையேயுள்ள விகிதம் எப்பொழுதும் ஒரு மாறிலியாகும்.

$$\frac{V}{I} = R$$

$R$  என்னும் மாறிலி கடத்தியின் தடை எனப்படும்.

$$\text{மேலும் } V = IR, \quad I = \frac{V}{R}$$

மின் இயக்க விசையும், மின்னழுத்த வேறுபாடும்

ஒரு கூலோம் மின் கணியம் ஒரு மின் சுற்றுக்கூடாகப் பாயும் பொழுது செய்யப்படும் வேலை (யூனில்) அச்சுற்றிலுள்ள மின் முதலிடத்தின் மின் இயக்கவிசை எனப்படும்.

ஒரு மின்சுற்றில் இரு புள்ளிகளுக்கிடையே ஒரு கூலோம் பாயும் பொழுது செய்யப்படும் வேலை (யூனில்) அவ்விரு புள்ளிகளுக்கிடையுள்ள மின் அழுத்த வேறுபாடு எனப்படும்.

இரண்டினதும் அலகு உவோற்று ஆகும்.

வேறுபாடுகள்

(1) மின் இயக்க விசை ஒரு மின் முதலிடத்துடன் சம்பந்தப்பட்டது.

(2) திறந்த சுற்றில் மின் முதலின் முடிவிடங்களுக்கிடையேயுள்ள



மின் அழுத்த வேறுபாடு மின் இயக்கவிசை ஆகும்.

(3) மின்சுற்றில் உள்ள தடைகளில் மின் இயக்கவிசை தங்கியுள்ளதலை.

ஆனால் மின் அழுத்த வேறுபாடு ஒரு மின் சுற்றில் இருபுள்ளிகளுக்கிடையேயுள்ளதாகும்.

இது மின்சுற்றில் தடைகளுக்கெதிரே காணப்படுவது. எனவே தடைகளில் தங்கியுள்ளது.

மேலும்  $E = Ir + IR$  ( $r =$  கலத்தின் உள் தடை)

ஆனால்  $V = IR$ .

தொடர்நிலையில் தடைகள்

தொடர் நிலையில்  $R_1, R_2, R_3$  என்னுந்தடைகள் இருப்பின் அவற்றின் சமானத் தடை  $R$  வருமாறு காணப்படும்.

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$IR = IR_1 + IR_2 + IR_3$$

$$\therefore R = R_1 + R_2 + R_3$$

சமாந்தரநிலையில் தடைகள் இருப்பின்

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\frac{V}{R} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

$$\therefore \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

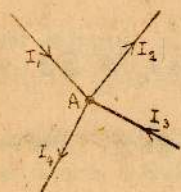
சர்வசமனான கலங்கள் தொடரில் இருப்பின்

ஒவ்வொன்றினதும் மி. இ. வி.  $E$  ஆயின் அவற்றின் விளையுள் மின் இயக்க விசை  $N$  கலங்கள் இருப்பின்  $NE$  ஆகும்.

மேற்கலங்கள் சமாந்தரமாக இருப்பின் அவற்றின் மொத்த இயக்க விசை  $E$  ஆகும்.

**கேச்சோவின் விதிகள்**

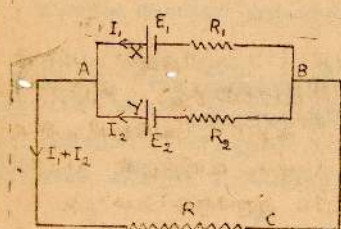
(i) ஒரு மின்சுற்றின் சந்தியொன்றில் மின்னோட்டங்களின் அட்சர கணிதக் கூட்டுத்தொகை பூச்சியமாகும்.



படம் 114 இல் அதாவது.

$$+I_1 - I_2 + I_3 - I_4 = 0$$

**படம் 114**



**படம் 115**

(ii) ஒரு மூடிய மின் சுற்றில் மின் இயக்க விசைகளின் அட்சரகணிதக் கூட்டுத்தொகை அச்சுற்றிலுள்ள IR பெருக்கங்களின் அட்சரகணிதக் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமமாகும்.

உ + ம்: படம் 115இல் XACBX என்னுள் சுற்றில்

$$E_1 = I_1 R_1 + (I_1 + I_2) R$$

அவ்வாறே சுற்று YACBY இல்

$$E = I_2 R_2 + (I_1 + I_2) R$$

மின் இயக்கவிசையும் உள்தடையும்

ஒரு மின்சுற்றில் E என்னும் முதலிடத்துடன் R என்னும் தடை தொடுக்கப்படின அத்துடன் கலத்தின் உள்தடை r எனவுங் கொள்

ளின் மின்னோட்டம்  $I = \frac{E}{R+r}$

$$E = IR + Ir$$

$$E = V + Ir$$

$$\Delta r = \frac{E - V}{I}$$

ஒரு கடத்தியினது தடையின் காரணிகள்

தடை (i) நீளத்துக்கு நேர்விகித சமமாகும்

(ii) வெட்டு

முகப்பரப்புக்கு நேர்மாறு விகித சமமாகும்

$$R \propto \frac{l}{a}, \quad R = S \frac{l}{a}$$



இங்கு S எனினும் மாறிலி கடத்தியின் தற்றடை எனப்படும்; இதன் அலகு ஓம் மீற்றர் ஆகும்.

தற்றடை: ஒரு மீற்றர் நீளமுள்ளது ஒரு சதுரமீற்றர் வெட்டு முகப்பரப்புடையதுமான ஒரு கடத்தியின் தடை தற்றடை எனப்படும்.

தடையும் வெப்பநிலையும்

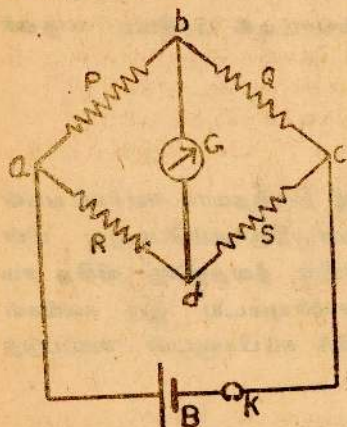
உலோகக் கடத்திகளின் தடை வெப்பநிலை அதிகரிக்க அதிகரிக்கும்.

$$\text{அதாவது } Rt = R_0(1 + \alpha.t) \quad \therefore \alpha = \frac{Rt - R_0}{R_0.t}$$

இங்கு  $\alpha$  என்பது தடையின் வெப்பநிலைக் குணகம்.

காபன் அலோகங்களின் தடை வெப்பநிலை அதிகரிக்கக் குன்றும்.

உவித்தன் பாலம்



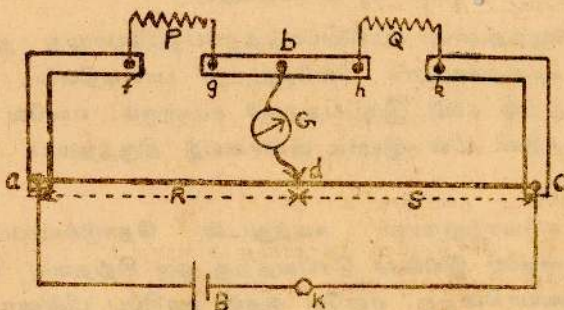
படம் 116

படம் 116 உவித்தன் பாலத்தைக் காட்டுகின்றது. P, Q, R, S என்பன அதன் புயங்களிலுள்ள தடைகளாகும். உவித்தன் பாலம் சமநிலையில் இருக்கும் பொழுது,

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

இத்தத்துவம் மீற்றர் பாலத்தில் உபயோகிக்கப்படுகின்றது.

தடையைத் துணிதல் மீற்றர் பாலமுறை



படம் 117

(i) மீற்றர் பாலம் படம் 117 இல் காட்டியவாறு P என்னுந் தெரிந்த தடையையும் Q என்னும் தெரியாத் தடையையுங் கொண்டுள்ளது. பாலம் சமநிலையில் இருக்கும்பொழுது.

$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{S} \quad \frac{\text{நீளம் ad}}{\text{நீளம் cd}}$$

$$\Delta \quad Q = \frac{cd}{ad} \times P \text{ ஓம்}$$

(ii) தடையின் வெப்பநிலைக் குணகத்தைத் துணுதல்

மேல் கூறியவாறு  $R_0$  ஐத் துணிக. பின்பு தெரிந்தவெப்ப நிலை  $t^\circ\text{C}$ க்கு  $R_t$ ஐத் துணிக. இவற்றை

$$\alpha = \frac{R_t - R_0}{R_0 t} \text{ என்னுஞ் சமன்பாட்டில் பிரதியிட } \alpha \text{ துணியப்படும்.}$$

அழுத்தமானி

இது மின்னழுத்த வேறுபாட்டைத் திருத்தமாக அளக்கப் பயன்படும் கருவியாகும். மின்னோட்டம் மாறுதிருக்கும்பொழுது மின்னழுத்த வேறுபாடு அதனிலுள்ள கம்பியின் நீளத்துக்கு விகித சமமாகும்.  $E_1, E_2$  மின் இயக்க விசைகளையுடைய இரு கலங்கள் முறையே  $l_1, l_2$  என்னும் அழுத்தமானிக் கம்பிகளுடன் சம்பப்படுத்தப்படும் பொழுது,

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{l_1}{l_2} \text{ ஆகும்.}$$

இங்கு  $E_1$  தெரியின்  $E_2$  காணப்படும்.

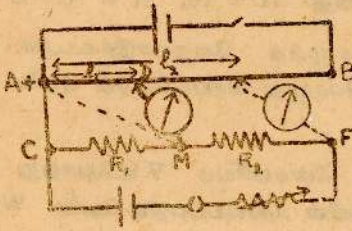
ஓர் அழுத்தமானி சமநிலைப்படுத்தப்படும்பொழுது ஐக்கீச் சுற்றிலுள்ள கலத்துக்கூடாக மின்னோட்டம் பாய்வதில்லை. அதாவது திறந்த சுற்றில் கலம் இருப்பதற்குச் சமனாகும். எனவே அழுத்தமானி கலத்தின் மின் இயக்க விசையைத் திருத்தமாக அளக்கப் பயன்படும்.

ஓர் உவோற்றமானி கலத்துடன் தொடுக்கப்பட்டிருக்கும் பொழுது அதனை இயங்கச் செய்வதற்கு ஒரு சிறிதளவு மின்னோட்டம் தேவையாகின்றது. எனவே அதன் வாசிப்பு மின்னழுத்தவேறுபாட்டையே தரும்.

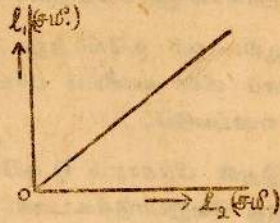


3180

இரு தாழ்த்தடைகளை ஒப்பிடல்



(a)



(b)

படம் 118

$R_1, R_2$  என்னும் இரு தாழ்ந்த தடைகளை படம் 118 (a) இல் காட்டியவாறு அமைக்கப்படும். ஒவ்வொன்றும் சமநிலைப்படுத்தப்படும்பொழுது அழுத்தமானிக் கம்பிகளின் நீளங்கள்  $l_1, l_2$  ஆயின்

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

மீண்டும் துணைக்கற்றிலுள்ள மாறுந்தடையை மாற்றிப் பரிசோதனையைச் செய்க.  $l_1, l_2$ க்கு ஒரு வரைபை அமைக்க. அதன் சாய்வு வீதம்  $R_1 : R_2$  வைத் தரும்.

மேலும் அழுத்தமானியைக் கொண்டு பிவிவரும் பரிசோதனைகளைச் செய்யலாம்.

(1) ஒரு தெரியாத தடையைத் துணியலாம்: (2) மின்னோட்டத்தைத் துணியலாம். (3) அம்பியர்மனி உவோற்றுமானி ஆகியவற்றைத் திருத்தஞ்செய்யலாம். (4) தானியற் கலத்தின் உட்தடையைத் துணியலாம்.

மின்சத்தி, மின்னோட்டத்தினால் ஏற்படும் வெப்பநிலை

ஒரு கடத்தியினூடு மின்னோட்டம் பாயும் பொழுது அதனில் பெறப்படும் வெப்பம் H ஆனது யூனிகளில் வருமாறு தரப்படும்.

$$H = I.V.t.: \quad H = I^2 R t.: \quad H = \frac{V^2 t}{R}$$

I, V, R, t ஆகியன அம்பியர், உவோற்று, ஓம், செக்கன் எனப் பவற்றில் இருக்கும்.

யூலின் வெப்ப விதிகளும் மேற்காட்டிய இரண்டாம்சமன்பாட்டுக் குரியதாகவே இருக்கின்றன. அதாவது  $H \propto I^2$ ,  $H \propto R$ ,  $H \propto t$

யூல்: ஓர் உவோற்று மின்னழுத்த வேறுபாடுக்கூடாக ஒரு கூலோம் மின் கணியம் பாயும் பொழுது செய்யப்படும் வேலை ஒரு யூல் எனப்படும்.

இதன் பிரகாரம்  $Q$  கூலோம் மின்கணியம்  $V$  உவோற்று மின்னழுத்த வேறுபாடுக்கூடாக செல்லின் செய்யப்படும் வேலை  $W$  யூல்கள்  $= Q \times V$

ஆனால்  $Q = I t$ . எனவே  $W = I.V.t$ .

இது சத்தி வெப்பமாயின்  $H = I.V.t = I^2 R t = \frac{V^2 \cdot t}{R}$

மின்வலு: ஒரு செக்கனில் வெளியேறும் மின் சத்தி மின்வலு எனப்படும். இதன் அலகு உவாற்று ( $W$ ) ஆகும்.

எனவே மின்வலு  $P = IV$ ;  $P = I^2 R$ ;  $P = \frac{V^2}{R}$

கிலோவாற்றுமணி: ஒரு மணித்தியாலத்திற்கு 1000 உவாற்று வீதம் வேலை செய்யப்படும்போது வெளிவரும் சத்தி கிலோவாற்று மணி எனப்படும்.

**மின்னோட்டத்தினால் ஏற்படும் இரசாயன விளைவு**

மின்பகுப்பு: மின்னோட்டத்தைக் கடத்தும்பொழுது ஒரு மின் பகு பொருளில் நிகழும் மாற்றம் மின்பகுப்பு எனப்படும்.

மின்பகு பொருள்: ஒரு பொருள் உருகிய நிலையில் அல்லது கரைசல் நிலையில் மின்னோட்டத்தைக்கடத்தின் அது மின்பகு பொருள் எனப்படும்.

உவாற்றாமணி: மின் பகு பொருளைக் கொண்டுள்ள பாத்திரம் உவாற்றாமணி எனப்படும்.

**பரடேயின் மின்பகுப்பு விதிகள்**

(i) மின் பகுப்பின்போது வெளியேறும் அல்லது படியும் பொருளின் திணிவு மின்பகு பொருளுக்கூடாக செலுத்தப்படும் மின் கணியத்துக்கு நேர்விகித சமமாகும்.



அதாவது  $m \propto Q$ ;  $m \propto I.t$ ; (இங்கு  $I$  அம்பியரிலும்  $t$  செக் கணிலும் உள.)

(ii) ஒரே அளவு மின்கணியம் பல மின் பகு பொருள்களுக் கூடாகச் செல்லும் பொழுது வெளியேறும் பொருள்களின் திணிவுகள் அவற்றின் இரசாயனச் சமவலுக்களுக்கு நேர்விகித சமமாகும்.

அதாவது  $m_1 : m_2 : m_3 = C.E._1 : C.E._2 : C.E._3$

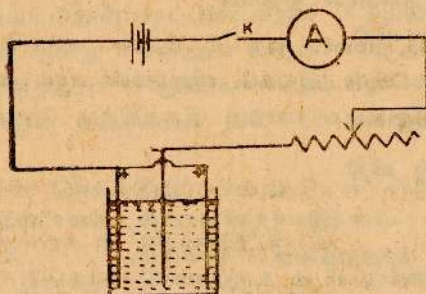
$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{C.E._1}{C.E._2}$$

மேலும் முதலாம் விதியின்படி  $m \propto I.t$ ,  $\therefore m = z.I.t$ .

இங்கு  $z$  பொருளின் மின் இரசாயனச் சமவலு எனப்படும்.

மின் இரசாயனச் சமவலு: ஒரு கூலோம் மின் கணியம் ஒரு மின் பகு பொருளினூடு பாயும் பொழுது வெளியேறும் பொருளின் திணிவு மின் இரசாயனச் சமவலு எனப்படும். இதன் அலகு  $Kg.C^{-1}$  ஆகும்.

மின் இரசாயனச் சமவலுவைத் துணிதல்



படம் 119

மின் சுற்றுப்படம் 119இல் காட்டியவாறு அமைக்கப்படும். கதோட்டில் படியும் பொருளின் திணிவு  $m$  kg எனவும் பாயும் மின் ஞோட்டம்  $I$  அம்பியர் எனவும் நேரம்  $t$  செக்கன் எனவும் இருப்பின்,  $m = z.I.t$ . என்னும் சமன்பாட்டில்  $m, I, t$  ஆகியவற்றின் பெறுமானங்களைப் பிரதியிட்டு  $z$  இன் பெறுமானம் துணியப்படும்.

சர்வதேச அம்பியர்: வெவ்வி நைத்திரேற்றுக் கரைசலினூடு பாயும் ஒரு மின்னோட்டம் ஒரு செக்கனில்  $111.8 \times 10^{-8} kg$  வெவ் வியைக் கதோட்டில் படியச் செய்யின் அம்மின்னோட்டம் சர்வதேச அம்பியர் எனப்படும்.

## அலகு 20

### மின்காந்தத் தூண்டல்

(1) ஒரு சுற்றோடு இணைப்புடைய காந்தப் பாயத்தில் மாற்றம் எப்பொழுதேனும் நிகழின் ஒரு தூண்டிய மின் இயக்கவிசை அச் சுற்றில் உண்டாகும். இத்தோற்றப்பாடு மின்காந்தத் தூண்டல் எனப்படும்.

மின்காந்தத் தூண்டலை எடுத்துக்காட்டும் பரிசோதனைகள்

- (1) நிலையான சுருளினூடு இயங்கும் காந்தச் சட்டப் பரிசோதனை.
- (2) முதற் சுருள் துணைச் சுருள் பரிசோதனை.
- (3) காந்தப் பாயத்தை வெட்டத் தக்க வகையில் இயங்கும் கடத்திப் பரிசோதனை.

மின் காந்தத் தூண்டல் விதிகள்

(1) பரமேயின் விதி

தூண்டிய மின் இயக்க விசையின் பருமன் சுற்றொன்றுடன் இணைந்த காந்தப்பாய மாற்ற வீதத்திற்கு நேர்விகித சமமாகும்,

(2) இலன்சின் விதி

தூண்டிய மின் இயக்க விசையின் திசை எப்பொழுதும் அதனை உண்டாக்கிய மாற்றத்தை எதிர்க்கும்.

$$\begin{aligned} \text{எனவே } E &= - \frac{d(N\phi)}{dt} \\ &= - \frac{d(BAN)}{dt} \quad (\phi = BA) \end{aligned}$$

பிளேமிங்கின் வலக்கைவிதி

ஒரு தூண்டிய மின் இயக்கவிசையின் திசையை பிளேமிங்கின் வலக்கை விதியினால் அறியலாம். அதாவது வலக்கையின் பெருவிரல் சுட்டுவிரல், நடுவிரல் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக இருப்பின் சுட்டுவிரல் காந்தப்புலத்தையும் பெருவிரல் இயக்கத்தையும் குறிப்பின் நடுவிரல் மினோட்டத்தின் திசையைக் குறிக்கும்.



தனிக்கடத்தியில்  $e$  ஐத் துணிதல்

ஒரு தனிக் கடத்தியானது காந்தப்புலத்துடன்  $\theta$  என்னுங் கோணத்தை ஆக்குமாறு விழின்

$$\text{தூண்டிய மின் இயக்க விசை } e = - \frac{B \cdot l \cdot ds \cdot \text{சைன் } \theta}{dt}$$

இங்கு  $B$  = காந்தப் பாய அடர்த்தி.  $l$  = கடத்தியின் நீளம்  
 $ds$  = விழுந்த தூரம்.  $dt$  = விழுந்த நேரமாகும்.

சுற்றில்  $e$  ஐத் துணிதல்

சுற்றின் வெட்டுமுகப்பரப்பு  $A$  சதுர மீற்றர் எனவும், சுற்றுக் களின் எண்ணிக்கை  $N$  எனவும்,  $B$  காந்தப் பாய அடர்த்தி எனவும் கொள்ளின்

$$e = - \frac{d(NAB)}{dt}$$

$e$  எப்பொழுதும் உவோற்றில் உளது.

சுழலுஞ் சுருளில் தூண்டப்படும் கண மின் இயக்கவிசை

$A$  என்னும் வெட்டுமுகப்பரப்புடையதும்  $N$  சுற்றுகளைக்கொண்டதுமான ஒருசுருள் ஆனது  $B$  என்னும் காந்தப்பாய அடர்த்தியுடைய புலத்துக்குச் செங்குத்தாக  $\omega$  ஆரையன் வீதம் சுழலின் ஒருகணத்தில் சுருளின் தளம்  $B$ இன் திசையுடன் ( $90^\circ - \theta^\circ$ ) என்னும் கோணத்தை ஆக்கின்

சுருளுக் கூடான செங்குத்துப் பாயம்  $\phi = NAB \text{ சைன் } \theta$

$$\frac{d\phi}{dt} = - NAB \text{ சைன் } \theta \frac{d\theta}{dt}$$

$\theta = 0$  ஆக இருக்கும் பொழுது  $t = 0$  ஆயின்

$$\frac{d\theta}{dt} = \omega; \quad \theta = \omega t$$

$$\therefore e = - \frac{d\phi}{dt} = NAB\omega \text{ சைன் } \omega t$$

$$= \omega NAB \text{ சைன் } \omega t$$

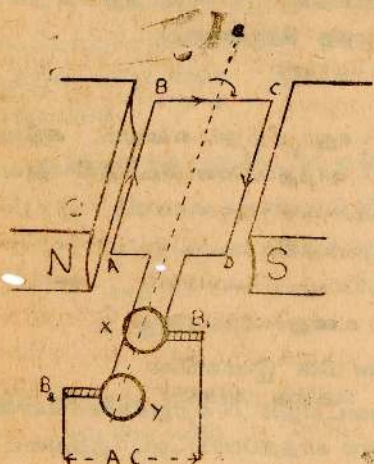
எனவே அதி உயர் மி. இ. வி. =  $\omega NAB$  இனம் தரப்படும்.

சுழிப்போட்டங்கள்:

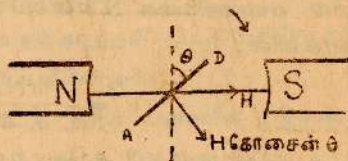
காந்தப் பாய மாற்றம் நிகழும் பொழுது கடத்தி தள அகிலது தட்டு உருவில் அதனில் இருக்கும்பொழுது அவற்றில் மின்னோட்டம் தூண்டப்படும். இம்மின்னோட்டம் சுழிப்போட்டம் எனப்படும்.

இவற்றின் பிரயோகங்களை (i) உணர்திறன் மிக்க தராசுகளைத் தணித்தல் (ii) அலுமினியச் சட்டப்படலில் உலக சுற்றுக் களைக் கொண்ட கல்வெளுமானிகளைத் தணித்தல் (iii) தூண்டல் உலகை எப்பவற்றில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

எளிய ஆடலோட்டத்தைனமோ அல்லது பிறப்பாக்கி



(a)

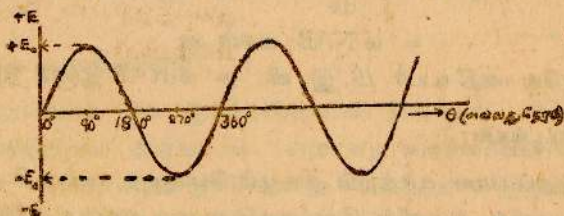


(b)

படம் 120

ஒரு தைனமோ பொறிமுறைச் சத்தியை மின்சத்தியாக மாற்றும் சாதனமாகும். இதன் முக்கிய பாகங்களாவன. (i) வளைந்த காந்த முனைவுத்துண்டுகள் (ii) மெல்லிரும்பு அகத்தின்மீது சுற்றப்பட்ட செப்புச் சுருள் அதாவது ஆமேச்சர் (iii) நழுவுல் வளைபங்கள் (iv) காபன் துடைப்பங்கள் ஆகும்.

தொழிற்பாடு: இதன் ஆமேச்சர் காந்த முனைவுகளுக்கிடையே

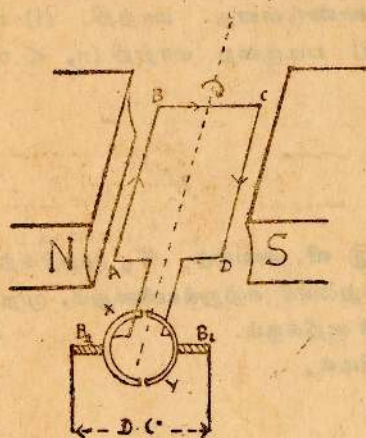


படம் 121



சுழலும் பொழுது ஓர் ஏறி இறங்கும் அல்லது ஆடலோட்ட மின் இயக்கவிசை தூண்டப்படும், இம் மின் இயக்கவிசை நழுவுல் வளையங்களுடன் தொட்டுக்கொண்டிருக்கும் காபன் துடைப்பங்கன்மூலம் ஒரு வெளிச்சுற்றில் தொழிற்படுத்தத்தக்கவாறு கொண்டு வரப்படும். ஆடலோட்ட மின் இயக்கவிசை படம் 121இல் காட்டியவாறு ஏறி இறங்கும் தன்மையுடையதாக அமையும்.

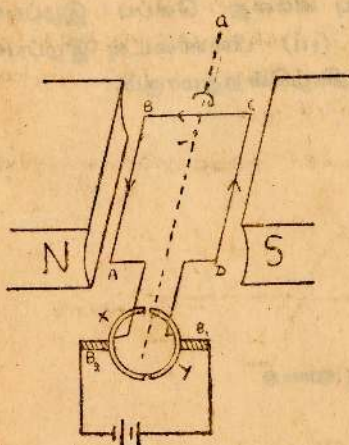
நேரோட்டத் தைனமோ: இதன் அமைப்பு ஆடலோட்டத் தைன



மோவையே போன்றது. ஆனால் நழுவுல் வளையங்களுக்குப் பதிலாக ஒரு திசைமாற்றி அல்லது பிளந்த வளையப் பாதிகள் இடம் பெற்றிருக்கும். (படம் 122). ஒரே அகத்தில் பல ஆமேச்சர்களை வெவ்வேறு கோணங்கள் அவற்றிற்கிடையேயுள்ளவாறு பொருத்தின் மிகவும் திருப்திகரமான நேரோட்டத்தை வெளிச்சுற்றில் பெறலாம்.

படம் 122

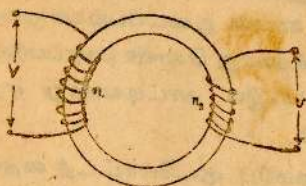
நேரோட்ட மோட்டர்: இதன் அமைப்பு நேரோட்டத் தைன



மோவை ஒத்ததாகும். இதன் சத்தியை பொறிமுறைச் சத்தியாக மாற்றுஞ் சாதனமாகும். (படம் 123). இங்கு மின் சத்தி வழங்கப்படும்பொழுது அது ஆமேச்சரைச் சுழலச் செய்யும் இச்சுழற்சி பல வேலைகள் செய்ய பயன்படும்.

படம் 123

மாற்றி: இது ஓர் ஆடலோட்ட மின் இயக்க விசையை தாழ்



விலிருந்து உயர்விற்கும், உயர்விலிருந்து தாழ்வுக்கும் மாற்றப்பயன்படும் சாதனமாகும். இது படம் 124 இல் காட்டிவாறு (i) ஒரு முதல் சுருள் (ii) ஒரு துணைச்சுருள் (iii) ஒரு தகடாக்கப் பட்ட மெல்லிருப்பு அகத்தையும் கொண்டுள்ளது. மாற்றி, (i) படி (ii) படி குறை மாற்றி ( $n_s < n_p$ )

படம் 124

கூட்டு மாற்றி ( $n_s > n_p$ ).

என இருவகைப்படும்.

மாற்றியின் தத்துவம்

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{n_s}{n_p}$$

இங்கு  $V_s$  துணைச்சுற்று மி. இ. வி. யையும்,  $V_p$  முதல் சுற்று மி. இ. வியையும்  $n_s$ ,  $n_p$  ஆகியன துணைச் சுற்றுக்களினதும், முதற் சுற்றுக்களினதும் எண்ணிக்கையைக் குறிக்கும்.

மேலும் இழப்புக்கள் இல்லாவிடில்,

$$\frac{I_s}{I_p} = \frac{V_p}{V_s}$$

அத்துடன்  $\frac{I_s}{I_p} = \frac{n_p}{n_s}$  ஆகும்.

ஒரு மாற்றியில் (i) செம்பு அல்லது வெப்ப இழப்புக்கள் (ii) சுழிப் பேரட்ட இழப்புகள் (iii) பின்னிடவு இழப்புக்கள் (iv) காந்தப்பாயப் பொசிவுகள் நிகழ்கின்றதுமாகும்;











---

**G. C. E. A/L**

புதிய பாடத்திட்டத்திற்கு அமைந்த  
பயிற்சிப் புத்தகங்கள் எல்லாப் பாடங்களுக்கும்  
உண்டு.

**மாசில் பதிப்பகம்**

வை. எம். சி. ஏ. கட்டிடம், யாழ்ப்பாணம்.

**Marcil Publishers**

**Y. M. C. A. Building,**

**JAFFNA**