

பொது இயல்

பொது இயல்

(PHYSICS IN TAMIL)

பொது இயல்

Dr. J. S. Singh, B. Sc. (Lond.)

பொது இயல்

பொது இயல்

ETHY VINAY  
#B-2  
ARLALAI  
CHUNNAKA  
LIBRARY



# “பௌதிகம்”

முதலாம் பாகம்

(PHYSICS — PART 1.)

முதற்பதிப்பு 1960

Sivakumaranaraya Sanna

BB/L

# பௌதிகம்

முதலாம் பாகம்

(PHYSICS IN TAMIL)

PART - I

Covering the G. C. E. (Ordinary Level) Syllabus.

இலங்கையரசுப் பொதுத் தராதர்ச் சாதாரணப் பத்திரத் தேர்வுப் பாடத்திட்டத்திற்கிணங்க எழுதப்பட்டது.

5-88

பதிப்புரிமை

ஸ்ரீ லங்கா புத்தகசாலையாருக்கே உரியது

ஸ்ரீ. அ. க. சர்மா, B. Sc (Lond.) MAD (Anglo)

இரசாயனம் என்றும் நூலின் ஆசிரியர்.

Chumakorn

கலைச்சோலை நூலகம்

80 வித்துயாலயத் தெரு

திருக்கோனமலை - இலங்கை

வெளியிடுவோர் :

ஸ்ரீ லங்கா புத்தகசாலையார்

234, காங்கேசன்துறை வீதி

யாழ்ப்பாணம்.

1960

Copyright Reserved

விலை ரூபா 4-50

## 'சமர்ப்பணம்'

எனக்குக் கல்வி புகட்டி வாழ வழிவகுத்த எந்தை,  
காலஞ்சென்ற ஆயுர்வேதபூஷணம், ஜ்யோதீர்பூஷணம்

ஸ்ரீ. சிவ. அ. சர்மா,

அவர்களின் பொற்பாத கமலங்களுக்கு.

## "முகவுரை"

விஞ்ஞானம் மேலைத்தேயத்திலே அதியுன்னத நிலையிலுள்ளது. அங்கு விஞ்ஞானத்தின் பல் பிரிவுகளுக்கும் எண்ணிறந்த நூல்கள் எழுதப்பட்டிருக்கின்றன. நமது நாட்டில், நமது மொழியில் விஞ்ஞானத்தின் எப்பிரிவிலும் பொதுவாக நூல்களே எழுதப்படவில்லை. தாய்மொழி மூலமாக விஞ்ஞான உண்மைகளை எளிதில் அறிந்து கொள்ளலாம், எனக் கல்வி நிபுணர்கள் ஒருமுகமாக அறிவுறுத்துகின்றனர். எனவே, தாய்மொழிமூலம் கல்விப் போதனையைப் பெறும் மாணவர்கள் புதுமையான கருத்துக்களையுள்ளடக்கியுள்ள விஞ்ஞானப் பிரிவுகளைச் சீரமயின்றிக் கற்றுத் தேர்ச்சியடைய, தமிழ் மொழியிலே பல நூல்கள் எழுதப்படல் வேண்டும். கல்வித்துறையிலே ஏற்பட்ட மாறுதலுக்குத்தக, மாணவர்களின் அறிவுளர்ச்சிக்கு இத்தகைய நூல்கள் இன்றியமையாதன என்பதை எவரும் ஒப்புக்கொள்ளுவர். இதன் பயனாகவே, என்னால் இரசாயனம் என்னும் நூல் எழுதப்பட்டது. அதற்குக் கிடைத்த வரவேற்பும், என் நண்பர்களின் உற்சாகமுமே இந்நூலை எழுத எனக்கு ஆர்வத்தையுண்டாக்கின.

இலங்கையரசுப் பொதுத் தராதரப் பத்திரத்தேர்வுப் பாடத்திட்டத்தின்படி பௌதிகவியலே முன்று பிரிவுகள் உள. முதலாவது பிரிவு, சடப்பொருளினியல்புகளையும், இரண்டாவது பிரிவு, வெப்பவியல் ஒளியியல், ஒலியியல் ஆகியவற்றையும் முன்றாவது பிரிவு, காந்தவியல், மின்னியல் ஆகியவற்றையும் கொண்டுள்ளன. அப்பாடத்திட்டத்திற்கிணங்க முதலாவது பிரிவாக இந்நூல் அமைகின்றது. பிற பிரிவுகளும் விரைவில் வெளிவரும். இந்நூலின் கலைச் சொற்கள் தன் மொழியிலுவலகத்தாரின் பௌதிகவியற் சொற்றொகுதியிலிருந்து கையாளப்பட்டிருக்கின்றன.

பௌதிகவியல் நமக்குப் புதியது. அதிலுள்ள புதிய கருத்துக்களைத் தமிழில் தரமுயன்றிருக்கிறேன். இத்தகைய கருத்துக்களையளிப்பதற்கு ஆங்கில முதநூல்கள், இன்றியமையாதன. நவீன கருத்துக்களைப் பெறப் பல புகழ்வாய்ந்த ஆங்கில நூல்களைப் பயன்படுத்தியுள்ளேன். அதுபோது, தவறுகள் இருப்பின் மொழி வளர்ச்சி

'இந்நூல் முழு விற்பனையும் எந்தையார் கண்ட அறக்கோவில்  
வட்டுக்கோட்டை தெக்கிணப்பாய் ஸ்ரீ. மங்களாம்பிகா சமேத  
மகாலிங்கேசுவரவாமி தேவாலய நிதியிற் சேரும்.'

சியில் ஆர்வங்கொண்ட பெரியார்கள் அவற்றை மன்னித்துக் குணங்களை ஏற்றுக்கொண்டு மேலும் மேலும் இம்முயற்சியில் என்னை ஈடுபடச் செய்யுமாறு வேண்டுகிறேன். இந்நூலை இன்னமும் சிறந்ததாகச் செய்வதற்கான வழிகளை எடுத்துக் காட்டுபவர்களுக்கு யான் என்றென்றும் மகிழ்வுடன் நன்றி செலுத்துவேன்.

இந்நூலை எழுதிமுடிந்தவுடன் அதைத் தட்டெழுத்தில் தந்த எனது தமையனார் ஆயுர். டாக்டர் ஸ்ரீ A. நாகராஜ சர்மா அவர்களுக்கும், வேண்டிய படங்களைத் தெளிவாக வரைந்துதவிய எனது இனிய சகோதரர் ஸ்ரீ A. கணேச சர்மா B. Sc) அவர்களுக்கும், நான் என்றென்றும் கடப்பாடுடையேன். இந்நூலை நான் எழுதுவதற்கு மூலகாரணமாயிருந்தவர் ஸ்ரீ லங்கா புத்தகசாலை அதிபர் ஸ்ரீ நா. தெய்வேந்திரம் அவர்கள். நமது தற்போதுள்ள நிலைக்கு தமிழில் விஞ்ஞான நூல்கள் இன்றியமையாதன. அத்தகைய நூல்களைத் தாமே வெளியிடுவதாக வாக்களித்து என்னை உற்சாகப்படுத்தி நூலை வெகு விரைவில் வெளியிட்டார். அன்னரின் தமிழ்த் தொண்டு மகத்தானது. அவரின் சீரிய பண்பிற்கு நாம் அனைவரும் அவருக்குக் கடப்பாடுடையவர்களாகிவிட்டோம். இவ்வளவு சிறந்த முறையில் நூலை உருவாக்கி நம் நாட்டு மாணவரிடையே இதைப் பரப்ப அவர்கொண்ட ஆர்வமும் தமிழ்ப் பணியும் போற்றத்தக்கன. அவருக்கு யான் என்றென்றும் கடப்பாடுடையேன்.

இத்தகைய நூல்கள் நமது நாட்டிலே இப்பொழுதுதான் வெளிவர ஆரம்பித்திருக்கின்றன. எனவே, இந்நூலிலே காணப்படும் குற்றங்களைக் களைந்து குணங்களை ஏற்றுக்கொள்ள அனைவரையும் வேண்டுகிறேன்.

‘வாழ்க தமிழ் மொழி’  
வணக்கம்.

அ. க. சர்மா

“ஆனந்தபவனம்”  
வட்டுக்கோட்டை.  
5-1-60

## பெராளடக்கம்

அத்தியாயம்	பக்கம்
1. அலகுத்திட்டங்கள்	1 — 26
2. இயக்கவிசையியல்	27 — 48
3. விசையும் - சத்தியும்	49 — 70
4. நிலையியல் - விசையிணைகரம் - விசைமுக்கோணம்	71 — 87
5. ,, திருப்புதிறன்-சமாந்தரவிசைகள் - புவிமீர்ப்பு மையம்	88 — 109
6. ,, பொறிகள்	110 — 123
7. அடர்த்தியும் - தன்னீர்ப்பும்	124 — 141
8. திரவங்களின் அழுக்கம்	142 — 167
9. மேற்பரப்பினிழுவிசை - சவ்வுபுரவல்-மீள்சத்தி	168 — 177

## அனுபந்தம்

- (1) சில முக்கிய சூத்திரங்கள் - வரைவிலக்கணங்கள்.
- (2) கலைச்சொற்கள்.

## பிழை திருத்தம்

பக்கம்	படம்	வரி	பிழை	திருத்தம்
9	6	-		கோளமானித் தட்டின் விளிம்பில் அளவு குறியீடுகள் இருக்க வேண்டும்.
13	6		'a' பக்கமுள்ள சதுரத்தின் பரப்பு	'a' பக்கமுள்ள சதுரத்தின் பரப்பு 'a <sup>2</sup> '
	7		'1' நீளமும் 'b' அகலமும் கொண்ட செவ்வகத்தின் பரப்பு	'1' நீளமுள்ள 'b' அகலமும் கொண்ட செவ்வகத்தின் பரப்பு '1b'
	18		.....ஒரு கம்பின்.....	.....ஒரு கூம்பின்.....
15	-	6	.....ஒரு கம்பின்	.....ஒரு கூம்பின்.....
30	5		வேகத்தேய்வு வேகமாற்றம் = வேகமாற்றத்தின் வேகம்	வேகத் தேய்வு வேக மாற்றம் = வேகமாற்றத்தின் நேரம்

## அத்தியாயம் 1

### “ அலகுத்திட்டங்கள் ”

சடப்பொருளின் இயல்புகளை ஆராயும் விஞ்ஞானப்பகுதி பௌதிக வியலெனப்படும். பௌதிகவியல் பெரும்படியாக நிலையியல், இயக்க விசையியல், நீர்நிலையியல், வெப்பவியல், ஒளியியல், ஒலியியல், காந்த வியல், மின்னியல் என்ற பல பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றது.

சடப்பொருளின் இயல்புகளை நுணுக்கமாக அவதானிப்பதால் சில விதிகளை நாம் பெறலாம். இவ்விதிகளை நிறுவுதற்கு மிகவுந் திருத்தமான அளவிடுதல் இன்றியமையாததாகின்றது. எக்கணியமும் ஒரு தகுந்த அலகினால் அளக்கப்படுகின்றது. உதாரணமாக இரு புள்ளிகளினிடையே பட்ட தூரம் அடியில் அளக்கப்படலாம். ஒரு பொருளின் கனவளவு கன அங்குலங்களிலும், ஒரு பொருளின் நிறை இருத்தல்களில் அல்லது தொன்களில் அளக்கப்படலாம்.

அலகுகளிலே இரண்டு வகைகளுள் ஒன்று அடிப்படையலகு எனவும், (Fundamental Unit) மற்றது வழியலகு (Derived Unit) எனவும் வழங்கும். நீளம், நேரம், திணிவு என்பனவற்றின் அலகுகள் அடிப்படையலகுகள், பரப்பு, கனவளவு, வேகம், அடர்த்தி ஆகியன நீளத்தின் அளவைச் சார்ந்திருக்கின்றமையின் அவை வழியலகுகளாம்.

பௌதிகவியலிலே பெரும்பாலும் இரு திட்டங்கள் கையாளப்படுகின்றன. ஒன்று பிரித்தானியவலகுத்திட்டம், மற்றது மெற்றிக்கலகுத்திட்டம் எனப் பெயர்பெறும். பிரித்தானியவலகுத்திட்டத்தில் நீளம், திணிவு, நேரம் ஆகியவற்றை முறையே அடி, இருத்தல், செக்கன் ஆகியவற்றால் அளப்பர். இது சுருக்கமாக அ. இ. செ. (F. P. S.) அலகுத்திட்டமெனப் பெயரிடப்பட்டிருக்கிறது. மெற்றிக்கமுறையில் அவை சதமீற்றர், கிராம், செக்கன் ஆகியவை உபயோகிக்கப்படும். இம்முறை சுருக்கமாக ச. கி. செ. (C. G. S.) அலகுத்திட்டமெனப் பெயரிடப்பட்டுள்ளது.

**நீளவலகுகள்:** பெரிய பிரித்தானியாவில் நீளத்தின் அலகு 1 யாராகும். இது இலண்டன் அரசிறைப் பொக்கிஷ சாலை யில் 62° ப. வெப்பநிலையில் வைக்கப்பட்டுள்ள இரு குறிகளுக்கிடையேயான தூரமே யாகும். யாரின் முன்றில் ஒரு பகுதியாகிய அடி நீளவலகாகக் கொள்ளப்படும். ஓர் அடி பன்னிரண்டங்குலங்களாகப் பகுக்கப்பட்டுள்ளது.

மேல்வரும் அட்டவணை பொதுவாக வழக்கிலிருக்கும் நீளவலகுகளைக் கொண்டுள்ளது

12 அங். = 1 அடி; 3 அடி = 1 யார்; 220 யார் = 1 பர்லாங்கு.  
8 பர்லாங்கு = 1 மைல். (1 மைல் = 1760 யார் = 5280 அடி)

மீற்றர் அலகுத்திட்டத்தில் நீளத்தின் அலகு ஒரு மீற்றர் ஆகும். இது பிரான்சு தேசத்தின் தலைநகரான பரிசு நகரில் 0°ச. வெப்பநிலையில் வைக்கப்பட்டிருக்கும், ஒரு பிளாற்றினக் கோலின் இரு முனைகளுக்கிடையிட்ட தூரமாகும். பெளதிகவியலிலே பெரும்பான்மையும் மீற்றரின் நூற்றிலொரு பங்கான சதமீற்றரே (சென்றிமீற்றரே) நீளவலகாகக் கொள்ளப்படுகின்றது. மீற்றர் அளவுத்திட்டத்தில் மேல்வருவான அளவுகளாகும்.

10 மில்லிமீற்றர் = 1 சதமீற்றர்      10 மீற்றர்      = 1 தசமீற்றர்  
10 சதமீற்றர் = 1 தசமீற்றர்      10 தசமீற்றர்      = 1 சதமீற்றர்  
10 தசமீற்றர் = 1 மீற்றர்      10 சதமீற்றர்      = 1 கிலோமீற்றர்  
1000 மீற்றர் = 1 கிலோமீற்றர்

இவ்வலகுத்திட்டத்தில் அடிப்படையலகின் பத்தின் மடங்குகளும், கீழ் மடங்குகளும் உள்ள சிறப்பியல்பிருக்கிறது.

பிரித்தானிய அலகுத்திட்டத்திற்கும், மீற்றர் அலகுத்திட்டத்திற்கு மிடையேயுள்ள கீழ்வரும் உறவு ஓரீதும் பயன்தருவதாகும்.

1 அங். = 2.54 சதமீற்றர்; 1 மைல் = 1.6093 கிலோமீற்றர்  
(1 கிலோமீற்றர்  $\frac{5}{8}$  மைலுக்கு அணித்தானது)

**திணிவலகு:** திணிவின் சரியான வரைவிலக்கணம் இயக்கவிசையியலிலே தரப்படும். நாம் திணிவை ஒரு பொருளிலேயுள்ள சடப் பொருளின் கணியமெனக் கூறலாம்.

பிரித்தானியவலகுத்திட்டத்தில் திணிவின் அலகு இருத்தலாகும். இலண்டனில் வியாபாரச்சங்கத் காரியாலயத்திலேயுள்ள ஒரு பிளாற்றின உருளையின் நிறை 1 இருத்தல் எனப்படும். மேல்வரும் அட்டவணை பிற அளவுகளைத் தருகின்றது.

16 அவுன்சு = 1 இருத்தல்; 112 இருத்தல் = 1 அந்தர்; 20 அந்தர் = 1 தொன்.

மெற்றிக்கலகுத்திட்டத்திலே திணிவின் அலகு கிலோகிராம் ஆகும். பரிசு நகரிலே வைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு பிளாற்றினக் கட்டியின் நிறையே 1 கிலோகிராமெனப்படும். 1 கிலோகிராமின் 1000ன் ஒருபகுதி 1 கிராம் ஆகும்.

10 மில்லிகிராம் = 1 சதமகிராம்      10 சதமகிராம் = 1 கிராம்  
10 கிராம்      = 1 சதகிராம்      10 சதகிராம் = 1 கிலோகிராம்  
(1000 கிராம் = 1 கிலோகிராம்)

இரண்டு அலகுத்திட்டங்களுக்கு மிடையேயுள்ள உறவு கவனிக்கத்தக்கதே.

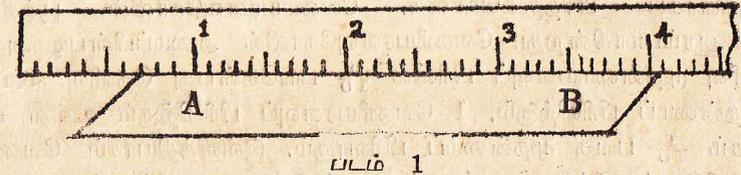
1 கிலோகிராம் = 2.2 இருத்தல்; 1 இருத்தல் = 453.6 கிராம்

**நேரவலகு:** இரு அலகுத்திட்டங்களிலும் நேரவலகு செக்கனே யாகும். பூமி தனது அச்சிலே ஞாயிற்றைச் சுற்றுவதால் ஞாயிறு வானத்திலே நகருவதுபோலத் தோன்றுகின்றது. ஒரு நாளின் நண்பகலிற்கும், மறுநாளின் நண்பகலுக்கும் இடைப்பட்ட நேரம் 1 ஞாயிற்று நாளாகும். வருடம் முழுமையும் இருஞாயிற்று நாள் மாறுபடுகின்றது. எனவே, ஒரு வருடத்தின் சராசரி ஞாயிற்று நாளே கொள்ளப்படுகிறது. இச்சராசரி ஞாயிற்று நாளின் 86,400 இன் ஒருபகுதி, 1 செக்கனாகும்.

60 செக்கன் = 1 நிமிடம்      60 நிமிடம் = 1 மணி  
24 மணி = 1 நாள்      365.25 நாள் = 1 வருடம்  
(சராசரி ஞாயிற்று நாள்)

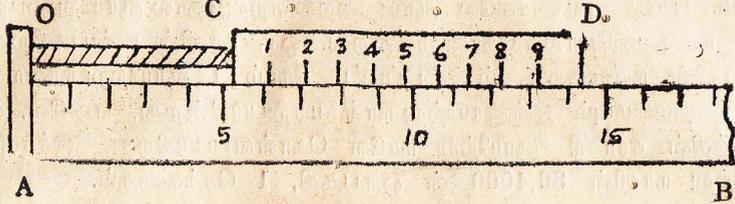
100 வருடம் = 1 நூற்றாண்டு.

**நீளத்தையளத்தல்:** ஏதாவது இரு புள்ளிகளுக்கிடையிட்ட தூரத்தையளக்க நாம் ஓர் அளவுகோலை உபயோகிக்கிறோம். உதாரணமாக AB என்ற நேர்க்கோட்டின் நீளத்தையளக்கவேண்டியிருக்குமெனக்



கொள்வோம். (படம் 1) அளவுகோலைப் படத்திற் காட்டியுள்ளவாறு அமைக்குக. அளவுகோலின் பூச்சியக்குறி உபயோகத்தின் விளைவாகக் கெட்டுப்போயிருந்தால் அளவுகோலின் ஏதாவது ஒரு பிரிவை முதலாவது அங்குலத்தைக் காட்டும், Aயின்மீது வைத்து B எந்தக்குறியில் இருக்கின்றதென அவதானிக்கவேண்டும். அளவுகோலின் ஏதாவது பிரிவுடன் சேருமாயின் Bஐத் திருத்தமாக அளக்கலாம். ஆனால் AB ஏதாவது பிரிவுகளுக்கிடையிட்டிருப்பின் அச்சிறிய பகுதியின் பின்னத்தை நாம் மதிப்பிட்டு விடலாம். உதாரணமாக B 3.5 அங்குலத்திற்கும் 3.6 அங்குலத்திற்கும் இடையிலேயிருக்கின்றது, இவையிரண்டிற்கு மிடையேயுள்ள தூரத்தை ஒரு சிறிய பிரிவின் 10இல், 1 பங்கிற்கணித்தாய் நாம் மதிப்பிடலாம். இச்சிறிய பகுதி 10இல் 7 பங்காயின் இன் நீளம் 2.57 அங். ஏனெனில் A முதலாவது அங்குலத்தைக் காட்டும் குறியில் உள்ளது.

நாம் மேலேகண்டது அணித்தான அளவே. ஒரு பொருளின் நீளத்தைத் திருத்தமாக அளப்பதற்கு வேணியர் எனும் சிறிய அளவுகோல் உபயோகிக்கப்படும். இவ்வேணியர் முதன்மை அளவுகோலின்மீது நழுவிச் செல்லுமாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கும். (படம் 2)



படம் 2

AB என்பது முதன்மை அளவுகோல். OCஇன் நீளத்தை அளக்க வேண்டியிருக்கிறதெனக் கொள்வோம். O என்ற புள்ளி அளவுகோலின் பூச்சியக்குறியிற் பொருந்துமாறு அமைக்கப்படுகின்றது. C என்ற புள்ளி 5ஆவது பிரிவிற்கும், 6ஆவது பிரிவிற்கும் இடையேயுள்ளது.

O இன் நீளத்தைத் திருத்தமாக அளக்கவேண்டியிருக்கின்றது. எனவே O என்ற வேணியரளவுகோலை முதன்மையளவுகோலின் 9 பிரிவுகளின் நீளத்தினளவினதான நீளத்தையுடையதாக அமைக்குக. இதை 10 சம பங்குகளாகப் பிரித்துக்கொள்க. வேணியரளவுகோலின் பூச்சியம் Cஇல் ஆரம்பமாகின்றது. வேணியரளவுகோலின் அமைப்பின்படி அதன் 1 பிரிவு முதன்மையளவுப் பிரிவில்  $\frac{1}{10}$  பங்கென்பது தெளிவு. எனவே 1 முதன்மைப் பிரிவிற்கும், 1 வேணியரளவுப் பிரிவிற்கும் உள்ள வித்தியாசம்  $\frac{1}{10}$  பங்கு முதன்மைப் பிரிவாகும். இவ்வித்தியாசம் வேணியரின் இழிவேண்ணிக்கை எனப்படும். படம் 2ஐ அவதானித்தால் முதன்மையளவுகோலின் 8ஆவது பிரிவு வேணியரின் 3ஆவது பிரிவுடனினவதைக் காணலாம்.

7ஆவது முதன்மையளவுப் பிரிவிற்கும், 2ஆவது வேணியரளவுப் பிரிவிற்கும் உள்ள வித்தியாசம்  $\frac{1}{10}$  முதன்மையளவுப் பிரிவாகும்.

6ஆவது முதன்மையளவுப் பிரிவிற்கும், 1ஆவது வேணியரளவுப் பிரிவிற்கும் உள்ள வித்தியாசம்  $\frac{2}{10}$  முதன்மையளவுப் பிரிவாகும்.

5ஆவது முதன்மையளவுப் பிரிவிற்கும், 0 வேணியரளவுப் பிரிவிற்கு முள்ள வித்தியாசம்  $\frac{3}{10}$  முதன்மையளவுப் பிரிவாகும்.

எனவே, OCஇன் திருத்தமான அளவு 5 முதன்மையளவுப் பிரிவுகள்  $\frac{3}{10}$  முதன்மையளவுப் பிரிவுகள் அதாவது  $5.3$  முதன்மையளவுப் பிரிவுகள்.

நாம் மேலேகண்ட உதாரணத்தில் வேணியரின் 0 குறி முதன்மையளவுகோலின் 5ஆவது பிரிவிற்கும், 6ஆவது பிரிவிற்குமிடையேயுள்ளது. மேலும், வேணியரின் 3ஆவது பிரிவு முதன்மையளவுகோலின் ஏதாவது தொகு பிரிவினுடன் ஒன்றாயிணைந்தது. வேணியரின் இழிவேண்ணிக்கை 0.1. எனவே, நமக்குவேண்டிய நீளம்  $5 + 3 \times 0.1 = 5.3$ .

மேலும் ஓர் எடுத்துக்காட்டு. ஒரு நீளத்தை அளக்கும்பொழுது வேணியரின் பூச்சியப்பிரிவு, முதன்மையளவுகோலின் 7ஆவது பிரிவிற்கும் 8ஆவது பிரிவிற்குமிடையே இருக்கின்றது. வேணியரின் 7ஆவது பிரிவு முதன்மையளவுகோலின் ஏதாவது ஒரு பிரிவுடன் இணைகின்றது. வேணியரின் இழிவேண்ணிக்கை 0.1 எனவே, நமக்குவேண்டிய நீளம்  $7 + 7 \times 0.1 = 7.7$ .

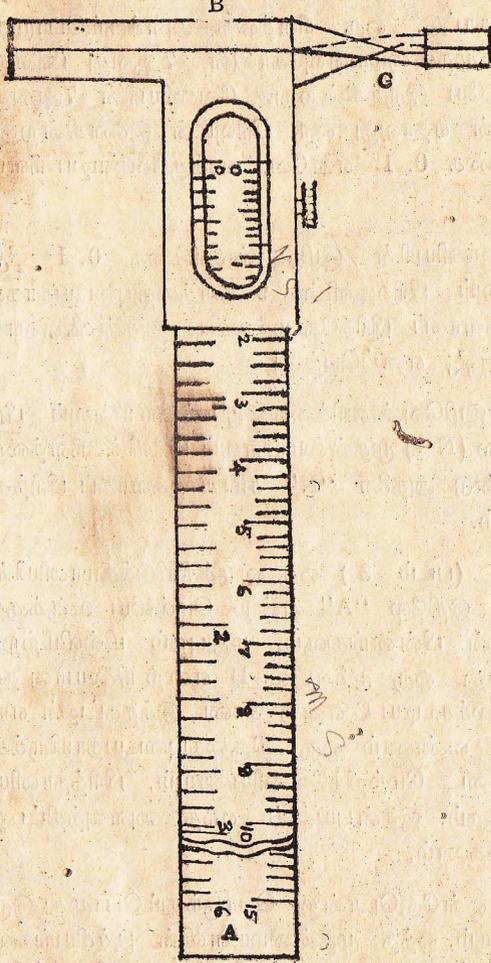
நாம் மேலேகண்ட வேணியரின் இழிவேண்ணிக்கை  $0.1 = \frac{1}{10}$  இதை நாம் முதன்மையளவுப் பிரிவுகளின் 9 நீளத்தையுடையதாகக் கொண்டு அதை 10 பங்குகளாகப் பிரித்தேமல்லவா. இதன்விளைவாக இழிவேண்ணிக்கை  $= 1 - \frac{9}{10} = \frac{1}{10}$  எனப்பெற்றேும்.

பொதுவாகக் கூறின் இழிவேண்ணிக்கை முதன்மையளவுப் பிரிவொன்றின்  $\frac{1}{N}$  எனவிருந்தால் (N-1) முதன்மையளவுப் பிரிவின் நீளத்தை வேணியரின் நீளமாகக்கொண்டு அதனை "N" சமப்பங்குகளாகப் பிரித்து ஒரு வேணியரையமைக்கலாம்.

**வழுக்கியிடுக்கிமானி:** (படம் 3) ஒரு வழுக்கியிடுக்கிமானியின் அமைப்பைக் காட்டுகின்றது. இதிலே "A" என்ற மெல்லிய உருக்குத் தகடு ஒருபுறம் அங்குலத்தின் பின்னங்களும், மறுபுறம் மில்லிமீற்றர்களும் குறிக்கப்பட்டதாயுள்ளது. ஒரு முனையில் B என்ற நிலையான தாடையுள்ளது. வழுக்கிச் செல்லக்கூடிய C என்ற தாடை இத்தகட்டின் எங்கிருக்கும்படி அமைக்கப்படும் வண்ணம் ஒரு திருகையுடையதாயிருக்கிறது. வழுக்கிச்செல்லும் தாடை மெற்றிக்வேணியரையும், பிரித்தானிய வேணியரையுமுடையதாயிருக்கும். இதன்பயனாய் எந்த அளவுத்திட்டத்திலும் நாம் நீளத்தை அளக்கலாம்.

தாடைகளின் முனைகள் ஒன்றோடொன்று பொருந்தும்பொழுது இரு வேணியர்களின் பூச்சியங்களும், ஒத்த முதன்மையளவின் பூச்சியங்களுடன் ஒன்றிநிற்கும். இது இவ்வாறாக அமையாவிடின் கருவி பூச்சியவழுவையுடையதாகின்றது. பூச்சியவழு என்பது வழுக்கியிடுக்கிமானி முற்றிலும் மூடியிருக்கையில் வேணியரின் 0 பிரிவிற்கும், முதன்மையளவுகோலின் 0 பிரிவிற்குமுள்ள வித்தியாசமேயாகும்.

ய ஒரு பொருளின் தடிப்பு அல்லது விட்டத்தை அளக்கவேண்டுமா யின் அப்பொருள் இரு தாடைகளினுள்ளும் வைக்கப்பட்டு வேரியின் பூச்சியத்தின் அளவிடு குறிக்கப்படுகிறது. இவ்வளவிடு பொருளின் தடிப்பை அல்லது விட்டத்தைக் குறிக்கின்றது. கருவி பூச்சியவழுவை யுடையதாயின் அதற்குக் கருவி திருத்தப்பட்டவேண்டும்.



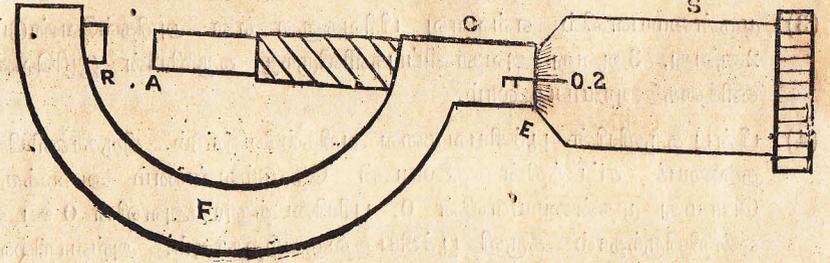
படம் 3

இதே கருவியை ஒரு குழாயின் விட்டத்தை அளக்கவும் உபயோகிக்கலாம். இதற்காகவே கருவியின் தாடைகள் மேற்புறம் சற்று நீளமுடையவையாகச் செய்யப்பட்டிருக்கின்றது. இவற்றைக் குழாயுட் செலுத்தி இரு தாடைகளையும் குழாயினுட் புறம் சரியாகப் பொருந்தமாறு அமைக்கவேண்டும். இப்பொழுது இரு தாடைகளின் இடைத்தூரம் குழாயின் உள்ளிடத்தைக் குறிக்கின்றது.

**திருகாணிமாணி:** மில்லிமீற்றரில் நூற்றில் ஒருபகுதிவரை நுணுக்கமாக அளப்பதற்கு இக் கருவி பயன்படும். மெல்லிய கம்பிகளின் விட்டத்தையும், மெல்லிய தகடுகளின் தடிப்பையும் அளப்பதற்கு இது பெரிதும் கையாளப்படும். இது திருகாணித் தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டது. ஒரு திருகாணியை யெடுத்து அதில் அடுத்த

டுத்துள்ள புரிகளின் இடைத்தூரத்தை அளந்தால் அது ஒன்றாகவே இருக்கும். இவ்வாறு அடுத்தடுத்துள்ள புரிகளுக்கிடையிட்ட தூரத்தை "புரியி

டைத்தூரம்" என்று சொல்லுவது வழக்கம். செம்மையாக வெட்டப்பட்ட ஒரு திருகாணி தகுந்த துளையிற் சுழன்றால் ஒவ்வொரு சுற்றுச் சுற்றும் போதும் திருகாணி ஒரு புரியிடைத்தூரத்தைச் செல்லுவதைக் காணலாம். எனவே, ஒரு முழுச்சுற்றுக்குப் பதிலாக ஒரு சுற்றில் நூற்றில் ஒருபகுதி சுழன்றால் அது தனது இடையின் நூற்றில் ஒருபகுதி தூரம் நகருமென்று தெளிவாக விளங்கும். இதனால் நமக்குவேண்டிய நுணுக்கமான அளவிற்குத் திருகின் முனையை நாம் மிக எளிதாக நகர்த்தலாம்.



படம் 4

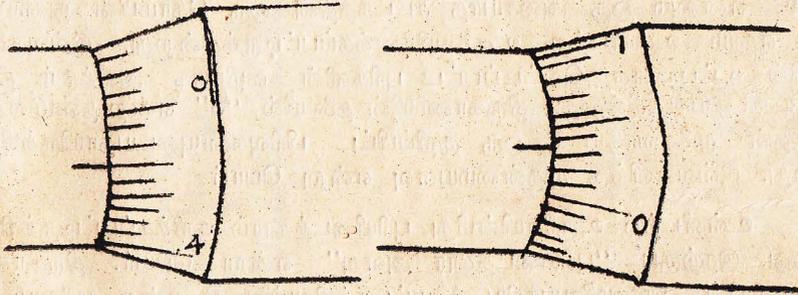
ஒரு திருகாணிமானியின் அமைப்பைப் (படம் 4) விளக்குகின்றது. "F" என்னும் ஒரு அசையாத சட்டகத்தின் ஒரு கொம்பின் நுனியில் C எனும் உள்ளிடற்ற உருளையினைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இவ்வுருளையின் உட்புறமாக வெட்டப்பட்ட புரிகளின் வழியாக அளக்கும் திருகாணி இயங்குகின்றது. திருகாணியின் தலையில் "S" என்ற தண்டுள்ளது. இதன் முனைவாகிய E ஒரு குறிப்பிட்ட பிரிவுகளையுடையதாயிருக்கின்றது. இவ்வளவிற்கு முதன்மையளவு என்று பெயர்.

உள்ளிடற்ற உருளையின்மீது புரியிடைத்தூரம் குறிக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இதற்குப் "புரியிடைத்தூர அளவு" என்று பெயர். திருகாணிமானியின் ஒரு முனையாகிய A சட்டகத்திலுள்ள B என்ற முனையுடன் பொருந்தும்பொழுது புரியிடைத்தூர அளவின் 0 முதன்மையளவின் 0 உடன் பொருந்துவது வழக்கம்.

ஆய்வுகூடங்களில் உபயோகிக்கப்படும் கருவிகளுட் பெரும்பான்மையும் புரியிடைத்தூரம்  $\frac{1}{2}$  மில்லிமீற்றராயிருக்கும். முதன்மையளவு 50 (அல்லது சிலசமயங்களில் 100) பிரிவுகளாகப் பகுக்கப்பட்டிருக்கும். எனவே, திருகாணி ஒரு முதன்மையளவினுடாகச் சுழன்றால் திருகாணியின் முனை  $\frac{1}{50} \times \frac{1}{2}$  அல்லது 0.01 மி. மீ. சுழலும். இதுவே கருவியின் இழிவேண்ணிக்கையாகும்.

இக்கருவியை உபயோகிக்கும்பொழுது கீழ்வருவன அவதானிக்கப்படல்வேண்டும்.

- (1) புரியிடைத்தூர அளவின் ஒரு பிரிவின் பெறுமதியை அறிதல் வேண்டும்.
- (2) திருகாணி ஒரு குறிக்கப்பட்ட எண்ணிக்கை சுழற்றப்பட்டு புரியிடைத்தூர அளவில் அது எவ்வளவு நகர்ந்திருக்கின்றதென அறிதல் வேண்டும். திருகாணியின் புரியிடைத்தூரம் இவ்வாறே கணக்கிடப்படல் வேண்டும்.
- (3) முதன்மையளவில் எவ்வளவு பிரிவுகளுள் என அறிதல்வேண்டும். 2ஆவது, 3ஆவது அவதானிப்புகளிலிருந்து கருவியின் இழிவெண்ணிக்கை அறியப்படலாம்.
- (4) பின்பு கருவியின் பூச்சியவழுவை அறிதல்வேண்டும். திருகாணியின் தலையைச் சட்டத்தின் தலையுடன் தொடும்வண்ணம் அமைக்கும் பொழுது முதன்மையளவின் 0, புரியிடைத்தூர அளவின் 0 உடன் ஒன்றியிருந்தால் கருவி பூச்சிய வழுவற்றதாகும். அவ்வாறில்லாவிடில் அது பூச்சிய வழுவையுடையதாகின்றது. முதன்மையளவின் அளவீட்டிற்கு ஒத்த புரியிடைத்தூர அளவு பூச்சியத்திலும் அதிக



(அ)

படம் 5

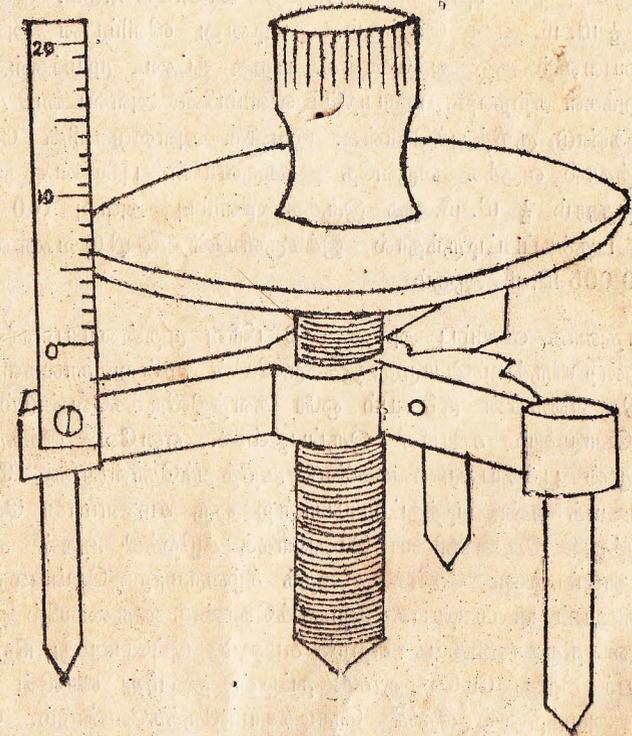
(ஆ)

மரால் பூச்சியவழுவை நேரானது. (படம் 5) (அ) இவ்வளவீடு +3 முதன்மையளவுப் பிரிவுகளாயின் சமமான நீளமாகிய +0.03 மி. மீ. திருகாணிமாளியின் அளவீட்டிலிருந்து கழிக்கப்படல்வேண்டும். பூச்சியவழுவிற்கு வேண்டிய திருத்தம் -0.03 மி. மீ. முதன்மையளவின் (படம் 5) (ஆ) 0இலும் முறைவாகவிருந்தால் (-4 பிரிவுகளென்போம்) வழுவை எதிரானது. (அது -0.04 மி. மீ.) எனவே, பூச்சியவழுவிற்கு வேண்டிய திருத்தமாகிய +0.04 மி. மீ. கருவியின் அளவீட்டுடன் கூட்டப்படல்வேண்டும்.

இதைச் சுருக்கமாகக் கூறின் அது வருமாறமையும். புரியிடைத்தூர அளவின் 0 முதன்மையளவுப் பிரிவின் கீழிருப்பின் பூச்சியவழுவை கழிக்கப்படல் வேண்டும். அது மேலிருந்தால் கூட்டப்படல்வேண்டும்.

ஒரு திருகாணிமாளியையுபயோகித்து ஒரு மெல்லிய கம்பியின் விட்டத்தை அல்லது மெல்லிய தகட்டின் தடிப்பை எவ்வாறு அளக்கலாமெனப் பார்ப்போம்.

பொருள், திருகாணி, சட்டகம் ஆகியவற்றிடையேயுள்ள இடைவெளியை வைக்கப்பட்டு பொருள் இறுக்கமாக இருக்கும்வரை திருகாணி சுழற்றப்படுகிறது. புரியிடைத்தூர அளவு, முதன்மையளவு ஆகியன குறிக்கப்படுகின்றன. கருவி பூச்சியவழுவையுடையதாயின் நாம் முன் கண்டதுபோன்று ஏற்ற திருத்தத்தைச் செய்தால் பொருளின் தடிப்பைப் பெறலாம்.



படம் 6

**கோளமானி:** இக்கருவியும் திருகாணியைப்போன்று திருகாணித் தத்துவத்தினடிப்படையிலேயே தொழிற்படுகின்றது. இக்கருவியைக் கொண்டு ஒரு பொருளின் தடிப்பையோ அல்லது ஒரு வில்லையின் வளைவினரையையோ அளக்கலாம். இக்கருவியினமைப்பை (படம் 6) விளக்குகின்றது. இதன் மூன்று கால்களும் ஒரே நீளங்கொண்டவை. இக்கால்களின் முனைகள் ஒரு சமபக்க முக்கோணத்தின் மூன்று முனைகளிலும் பொருந்தக்கூடியவை. இவற்றின் நடுவிலுள்ள ஒரு சுரையின் வழியாக ஒரு திருகாணி செல்லுகின்றது. இதன் கீழ்முனையும், மற்றக் கால்களின் முனைகளும் கூர்மையானவை. இத்திருகின் மேற்புறத்தில் ஒரு வட்டத் தட்டுள்ளது. இத்தட்டின் விளிம்பு 100 பாகங்களாகப் பகுக்கப்பட்டிருக்கும் அல்லது 50 பாகங்களாகப் பகுக்கப்பட்டிருக்கும், மில்லிமீற்றர்களாகப் பகுக்கப்பட்ட ஒரு சிறிய அளவுகோல் இம்மூன்று கால்களில் ஒன்றோடு செங்குத்தாய் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இது மேலேயுள்ள தட்டின் விளிம்போடு ஒட்டிநிற்கின்றது. இக்கருவியைக் கையாளுமுன் இதன் புரியிடைத்தூரத்தைக் காணவேண்டும். இது 1 மி. மீ. அல்லது  $\frac{1}{2}$  மி. மீ. என இருக்கும். தட்டினது விளிம்பின் அளவீட்டை முதன்மையளவிற குறித்துக்கொள்க. பிறகு தட்டை முழுச்சுற்றாகப் பத்துச் சுற்றுக்கள் சுற்றவும். மறுபடியும் விளிம்பின் அளவீட்டை முதன்மையளவிற கண்டு குறித்துக்கொள்க. இவ்விரு அளவீடுகளின் வேற்றுமையைப் பத்தால் வகுக்க வருவதே இக்கருவியின் புரியிடைத்தூரமாகும். புரியிடைத்தூரம்  $\frac{1}{2}$  மி. மீ. ஆக இருக்க விளிம்பு அளவு 100 சமபங்குகளாகப் பகுக்கப்பட்டிருந்தால் இக்கருவியின் இழி வெண்ணிக்கை  $\frac{1}{2}/100 = 0.005$  மி. மீ. ஆகும்.

பொதுவாக விளிம்பு அளவின் 0 பிரிவு முதன்மையளவின் 0 பிரிவோடு ஒன்றியிருக்கும்பொழுது இக்கருவியின் மூன்று கால்களின் முனைகளும், திருகாணியின் முனையும் ஒரே தளத்திலிருக்கவேண்டும். ஆனால் இது எப்பொழுதும் சரியாக இருப்பதில்லை. எனவே, இக்கருவியைக் கையாளுமுன் பூச்சியவழுவைக்கண்டு குறித்துக்கொள்ளுதல் வேண்டும். இக்கருவியைக் கண்ணாடித்தட்டுப்போன்ற ஒரு சமதளமான பொருளின் மீது வைத்துத் திருகாணியை மெதுவாகக் கீழிறக்கி அதன் முனைத்தட்டைத் தொடும்படியும் செய்க. இதைக் கீழ்வருமாறு செய்யலாம். நாம் திருகாணியைப் படிப்படியாக இறக்கிக்கொண்டு வருகையில் ஒருசமயத்தில் கருவி திருகாணியைச் சுற்றிச் சுழலும். இப்பொழுது நிறுத்தி திருகாணியைச் சிறிது மேலே தூக்கி தட்டின் தலைமீது விரலின் நுனியை வைத்து அழுத்தினால் கருவி நொடிக்காமலிருக்கவேண்டும். நொடிக்கு மானால் திருகாணி அதிகமாக நீண்டுவிட்டது என அறியலாகும். எனவே

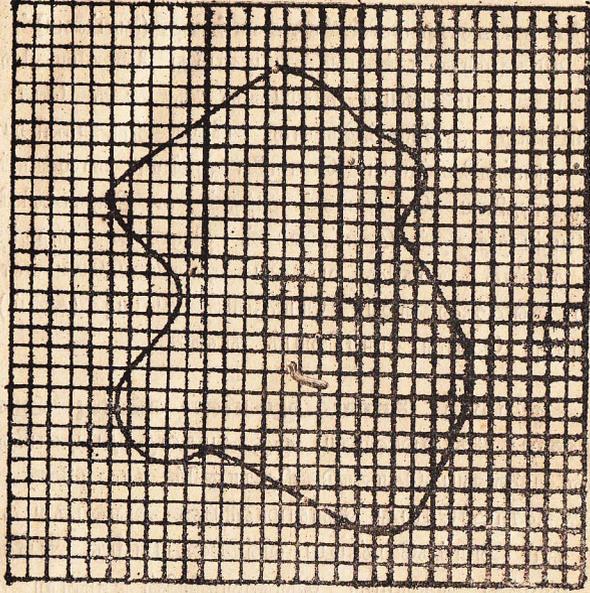
அதைப் பின்னும் சிறிது மேலே தூக்கவேண்டும். இவ்வாறே கோளமானி நொடிக்காமல் நான்கு முனைகளின்மீது நிற்கும்படி செய்தல்வேண்டும். இப்பொழுது அளவீட்டைக் கண்டு குறித்துக்கொண்டு அதை 0 இருந்து கழித்தால் கிடைப்பது பூச்சியவழுவாகும். நாம் பெறும் அளவீடுகளுடன் இதைக் கூட்டிக்கொண்டால் உண்மையான அளவீடு பெறப்படும்.

**ஒரு சிறிய கண்ணாடிச்சில்லின் கனத்தை (தடிப்பை)க் காணும் முறை:** ஒரு சமதளமான கண்ணாடித்தட்டின்மீது கோளமானியை வைத்துத் திருகாணியின் முனையைக் கீழேயுள்ள தட்டைத் தொடச்செய்து அதன் அளவீட்டைக் குறித்துக்கொள்க. பிறகு திருகாணியை மேலே தூக்கி நாம் அளக்கவேண்டிய பொருளை மூன்று கால்களுக்கிடையே வைத்துத் திருகாணியை மெதுவாகக் கீழிறக்குக. திருகாணியின் முனை பொருளின் மேற்புறத்தைத் தொட்டவுடன் திருகுவதை நிறுத்தி அதன் வாசகத்தைக் காண்க. இவ்விரு வாசகங்களுக்குமிடையேயுள்ள வேற்றுமையே நாம் அளக்கவேண்டிய பொருளின் தடிப்பு (கனம்) ஆகும். இதைப் பலமுறை செய்து சராசரியைக் காண்க.

**வில்லை அல்லது கோள ஆடியின் வளைவு ஆரையைக் காணும் முறை:** கோளமானியை ஒரு சமதளத் தட்டின்மீது வைத்து திருகாணியின் முனையைக்கொண்டு திருகாணிக் கால்முனை அத்தட்டின் மேற்பரப்பைத் தொடச்செய்து கோளமானியின் அளவீட்டைக் காண்க. இப்பொழுது நாம் அளக்கவேண்டிய வில்லையையாவது ஆடியையாவது தட்டின்மீது வைத்து அதன்மீது கோளமானியின் மூன்று கால்களும் ஊன்றுமாறு செய்க. இப்பொழுது திருகாணியை மேலே தூக்கி அல்லது கீழேயிறக்கி வில்லை அல்லது ஆடியின் மேற்பரப்பை அது தொட்டுக்கொண்டிருக்கும்படி செய்க. மூன்று கால்களும் அதே பரப்பின்மீது ஊன்றியிருப்பது அவசியம். இப்பொழுது மறுபடியும் கோளமானியின் அளவீட்டைக் காண்க. இவ்விரண்டு அளவீடுகளுக்குமுள்ள வேற்றுமையாகிய 'h' ஐக் காண்க. மற்றும் கோளமானியின் கால்களுக்கிடையேப்பட்ட தூரத்தையும், ஒரு மீற்றர் அளவுகோலினால் அளந்துகொள்க. இதையும், (கருவியின் மூன்று கால்களையும் ஒரு கடதாசியின்மீது அழுந்தும்படி செய்வதாற் பெறப்படும்) முக்கோணத்தின் மூன்றுபுறங்களிலும் அளந்து சராசரி மதிப்பாகிய 'a' ஐக் காண்க. நாமெடுத்துக்கொண்ட பரப்பின் வளைவு ஆரை 'R' ஆயின்  $R = \frac{a^2}{6h} + \frac{h}{2}$  என்ற சூத்திரத்தின் வாயிலாக வளைவினரையைக் காணலாம்.

**பரப்பளவு:** பிரித்தானியவலகுத்திட்டத்தில் பரப்பின் அலகு ஒரு சதுர அடியாகும். மெற்றிக்கத்திட்டத்தில் ஒரு சதுர சதமீற்றராகும்.

ஒழுங்கான வடிவங்களின் பரப்பை அவற்றின் பரிமாணங்களைக் கொண்டு அளவியல் முறையாற் காணலாம். ஒழுங்கற்ற உருவங்களாயின் பரப்பைக் கீழ்க்காணும் முறைகளாற் கணக்கிடலாம்.



படம் 7

ஒழுங்கற்ற அந்த உருவை ஒரு வரைபடத்தாளின்மீது வைத்து அதன் விளிம்பெல்லையை வரைந்து பின்னர் அவ்வெல்லைக்குள் உள்ள சிறிய சதுரங்களின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிடுக. அவ்வாறு கணக்கிடும்பொழுது பாதிக்கு மேற்பட்ட சதுரங்களை ஒன்றாகச்சேர்த்து எண்ண வேண்டும். இவ்வெண்ணிக்கையை ஒவ்வொரு சதுரத்தின் பரப்பினுற் பெருக்க வருவதே ஒழுங்கற்ற அவ்வுருவின் பரப்பாகும். இம்முறை அவ்வளவு திருத்தமானதல்லதென்பது தெளிவு.

ஒரு சீரான தடிப்புள்ள அட்டையொன்றன்மீது உருவத்தின் விளிம்பெல்லையை வரைந்தபின்னர் அதனை அப்படியே வெட்டியெடுத்து அதன் நிறையாகிய "W"ஐ ஒரு தராசில் நிறுத்துக் காண்க. அதே அட்டையில் "a" அலகுகள் நீளங்கொண்ட சதுரத்துண்டை வெட்டியெடுத்து

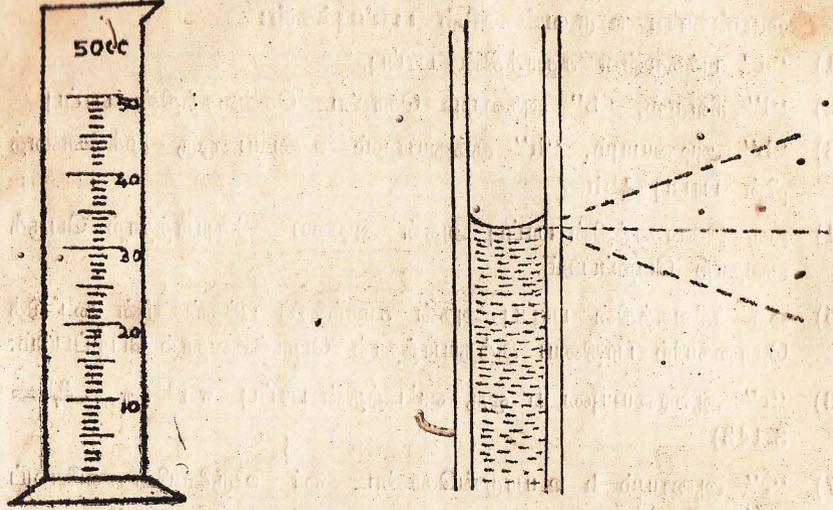
அதன் நிறையாகிய "m"ஐ முன்கண்டதுபோற் காண்க. அட்டையின் தடிப்பு ஒழுங்கானதாகையால் அட்டைத்துண்டுகளின் நிறை அவற்றின் பரப்பிற்கேற்ப இருக்கும். எனவே, எடுத்துக்கொண்ட உருவத்தின் பரப்பு  $\left(\frac{W}{m} a^2\right)$  ஆகும்.

### ஒழுங்கான உருவங்களின் பரப்புக்கள்:

- (1) "a" பக்கமுள்ள சதுரத்தின் பரப்பு.
- (2) "l" நீளமும், "b" அகலமும் கொண்ட செவ்வகத்தின் பரப்பு.
- (3) "b" அடியையும், "h" குத்துயரமும் உடைய ஒரு முக்கோணத்தின் பரப்பு  $\frac{1}{2}bh$ .
- (4) ஒரு இணைகரத்தின் பரப்பு அதன் அடியை குத்துயரத்தாற் பெருக்குவதாற் பெறப்படும்.
- (5) ஒரு சரிவகத்தின் பரப்பு அதன் சமாந்தரப் பக்கங்களின் கூட்டுத் தொகையிற் பாதியை குத்துயரத்தாற் பெருக்குவதாற் பெறப்படும்.
- (6) "r" ஆரையுடைய ஒரு வட்டத்தின் பரப்பு  $\pi r^2$  ( $\pi = \frac{22}{7} = 3.143$ )
- (7) "r" ஆரையும் h உயரமுங்கொண்ட ஓர் உருளையின் வளைவுப் பரப்பு  $2 \pi rh$
- (8) "h" உயரமும், r அடியினுரையையுமுடைய ஒரு கம்பின் வளைவுப் பரப்பு  $\pi r/h^2 r^2$
- (9) "r" ஆரையையுடைய ஒரு கோளத்தின் மேற்பரப்பு  $\frac{4}{3} \pi r^2$

**கனவளவு:** பிரித்தானிய அலகுத்திட்டத்தில் கனவளவின் அலகு ஒரு கன அடியாகும். மெற்றிக்கலகுத்திட்டத்தில் கனவளவின் அலகு 1 கன சதமீற்றர் ஆகும். 1000 கன சதமீற்றர்=1 இலீற்றர். ஓர் ஒழுங்கற்ற திண்மத்தின் கனவளவைக் காண்பதற்கு நாம் பெரும்பாலும் ஓர் அளவுச்சாடியையே உபயோகிக்கிறோம். (படம் 8) ஓர் அளவுச்சாடியில் நாம் கனவளவை அளக்கவேண்டிய பொருள் அமிழ்ந்து வதற்குவேண்டிய தண்ணீரைப்பெய்து தண்ணீரின் மட்டத்தின் அளவைக் குறித்துக்கொள்க. இப்பொருளைச் சாடியுள் மெதுவாகப்போட்டு உயர்ந்த நீரின்மட்டத்தைக் காண்க. நாம் உள்ளேயிட்ட பொருள் தனது கனவளவுள்ள நீரை வெளியேற்றுகின்றது. அல்லது இடப்பெயர்ச்சி செய்கிறது. எனவே, இந்த இரண்டு அளவீடுகளின் வேற்றுமையே பொருளின் கனவளவாகும். பொருள் நீரில் மிதக்கக்கூடியதாயின் அதைத்

தண்ணீருக்குள்ளே ஒரு நீண்ட உச்சியைக்கொண்டு அதை நீருள் முற்றிலும் இருக்குமாறு அழுக்கிப் பிடிக்கவேண்டும். இவ்வாறு பொருள் நீருள் இருக்கும்பொழுது அதன்மேல் வளிக்குமிழ்கள் ஒட்டிக்கொள்ளாதபடி பார்த்துக்கொள்ளவேண்டும்.



படம் 8

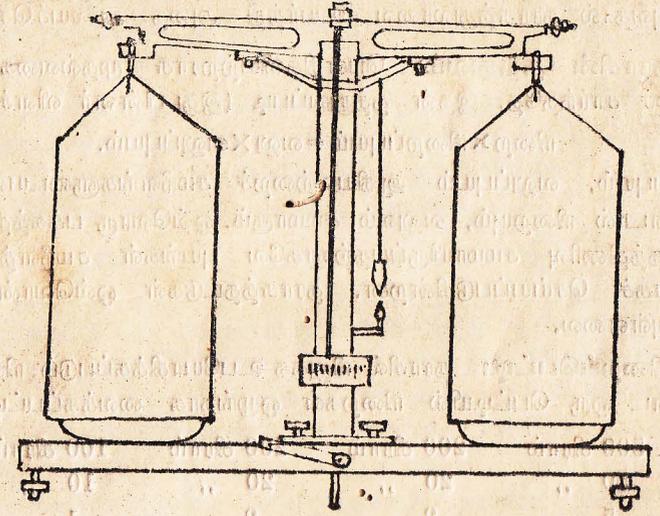
நாம் மேலே கண்டவாறு நீரின் மட்டத்தை அவதானிக்கும்போது திரவத்தின் பிறையுருவின் அடிமுனை எப்பிரிவிடமிருக்கின்றதென அவதானிக்கவேண்டும். பார்த்தும்பொழுது கண் பிறையுருவின் அடிமுனையுடன் ஒத்த மட்டத்திலிருக்கவேண்டும். இது கவனிக்கப்படாவிட்டால் புடைப் பெயர்ச்சி வழி உண்டாகும். (படம் 8) கண் திரவமட்டத்தின் மேலிருந்தால் அளவிடு அதிகமாகும். கீழிருந்தால் அளவிடு குறையும். எனவே, கண்ணும் பிறையுருவின் அடிமுனையும் ஒரே மட்டத்திலிருக்கவேண்டியது மிகவும் அவசியம்.

தரப்பட்ட திண்மம் அளவுசாடியுள் நுழையாதிருந்தால் நாம் ஒரு முகவையை உபயோகிக்கலாம். முகவையில் ஒரு சிறிய குறியையிட்டு இக்குறிவரை நீரைவிட்டு அதன் அளவை ஓர் அளவுசாடியுடன் பெய்வதால் லறிக. இதைப் பின்னர் வெளியே ஊற்றிவிடுக. பின்னர் திண்மத்தை முகவையுட்போட்டு அக்குறிவரை நீரைப்பெய்து அந்நீரின் கனவளவை அளவுசாடியினுதவியாற் காண்க. இவ்விரு அளவிடுகளின் வேற்றுமையே பொருளின் கனவளவாகும்.

ஒழுங்கான திண்மங்கள் சிலவற்றின் கனவளவுகள்:

- (1) "a" பக்கமுள்ள ஒரு கனக்குத்தியின் கனவளவு  $a^3$ .
- (2) a, b, c பக்கங்களுள்ள ஓர் இணைகரத்தின்மத்தின் கனவளவு abc.
- (3) "r" நீளமும், r ஆரையுமுடைய உருளையொன்றின் கனவளவு  $\pi r^2 l$ .
- (4) "h" உயரமும், அடி ஆரையையுமுடைய ஒரு கம்பின் கனவளவு  $\frac{1}{3} \pi r^2 h$ .
- (5) "r" ஆரையையுமுடைய ஒரு கோளத்தின் கனவளவு  $\frac{4}{3} \pi r^3$ .

திணிவையளத்தல்: ஒரு பொருளின் திணிவை ஒரு சாதாரணத் தராசினால் அளந்துவிடலாம். (படம் 9) ஒரு சாதாரண பெளதிகவியல்



படம் 9

தராசினமைப்பை விளக்குகின்றது. இதில் இலேசானதும், உறுதியானதும் ஆன ஒரு சட்டம் அல்லது தராசுத்துலா இருக்கின்றது. இதன் நடுவில் உருக்கு அகேற்றினால் செய்யப்பட்ட ஒரு கத்தியோரம் கீழ்நோக்கி அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இக்கத்தியோரத்தை ஓர் அகேற்றுத் தட்டு தாங்கியிருக்கின்றது. இக்கத்தியோரத்திற்கு சமதாரத்தில் ஒவ்வொரு முனையிலும் ஒவ்வொரு கத்தியோரமுள்ளது. இவை மேலேக்கியுள்ளன. இவற்றினின்றும் தாங்கிகள் அல்லது எந்திகள் தொங்குகின்றன. இவற்றிலே தராசுத்தட்டுகள் தொங்குகின்றன. நாம் ஒப்பிடவேண்

டிய நிறைகளை இத்தட்டுக்களில் வைக்கவேண்டும். தராசுத்துலாவின் மையத்திலிருந்து அதற்குச் செங்குத்தாக ஒரு நீண்ட காட்டி தொங்குகின்றது. தராசுத்துலா அலையும்போது இக்காட்டியின் கீழே பொருத்தப்பட்டுள்ள ஓர் அளவுகோலைத் தழுவிச்செல்கின்றது. தராசுத்துலாவின் இரு முனைகளிலும் இரு யெல்லிய திருகாணிகள் நீண்டிருக்கின்றன. இவை தராசுத்துலாவில் நீட்டிக்கொண்டிருக்கின்றன. இவற்றைத் திருகுவதால் காட்டியை அதன் நுணிக்கருகிலுள்ள அளவுகோலின் நடுப்பிரிவிற்கு இருபுறமும் சமதூரத்திற்குச் செல்லும்படி செய்யலாம். பீடத்தைத் தாங்கிநிற்கும் இரு திருகுகளினுதவியால் பீடத்தை மட்டமாக்கலாம். துலாவின் தாங்கியிலிருந்து கீழ்க்காக்கித் தொங்கும் குண்டுநூல் கீழே தூணிற் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். முனைக்கு நேராகவிருந்தால் தராசு மட்டமாக இருக்கும். பீடத்திலே பொருத்தப்பட்டிருக்கும் கைப்பிடியைத் திருப்புவதால் தராசுத்துலாவை உயர்த்தி அதை அலையச்செய்யலாம்.

**தராசின் தத்துவம்:** பௌதிகவியற்றராசு முதல்வகை நெம்புகோலைச் சார்ந்ததே. இதன் தத்துவப்படி (இது பின்னர் விளக்கப்படும்)

நிறை  $\times$  நிறைப்புயம் = வலு  $\times$  வலுப்புயம்.

நிறைப்புயம், வலுப்புயம் ஆகியவற்றைச் சமநீளங்களுடையவையாகக் கொண்டால் நிறையும், வலுவும், சமமாகும். ஒவ்வொரு பக்கத்திலுமுள்ள மொத்தத்திணிவு சமமாயிருப்பதற்காகவே புயங்கள் சமநீளத்தையுடையனவாகச் செய்யப்படுகின்றன. தராசுத்தட்டுகள் ஒவ்வொன்றும் சமத்திணிவுள்ளவை.

**நிறைப்பெட்டி:** தராசில் நிறுக்க உபயோகிக்கப்படும் நிறைகளைக் கொண்ட ஒரு பெட்டியில் நிறைகள் ஒழுங்காக வைக்கப்பட்டிருக்கும்.

500 கிராம்      200 கிராம்      200 கிராம்      100 கிராம்

50    ,,      20    ,,      20    ,,      10    ,,

5    ,,      2    ,,      2    ,,      1    ,,

500 மி. கிராம்    200 மி. கிராம்    200 மி. கிராம்    100 மி. கிராம்

50    ,,      20    ,,      20    ,,      10    ,,

இந்நிறைகளை யெடுப்பதற்குப் பெட்டியுள் ஒரு சாவணம் வைக்கப்பட்டிருக்கும்.

**நிறுக்கும்பொழுது கவனிக்கவேண்டிய விதிகள்:**

(1) தராசு மட்டமாக இருக்கிறதா என்பதை முதலில் கவனிக்கவேண்டும். அவ்வாறின்றேல் மட்டமாகும் திருகாணிகளினால் மட்டமாக்கவேண்டும்.

- (2) தராசுத்தட்டுகள் உலர்ந்தனவாகவும், சுத்தமாகவும் இருக்கவேண்டும்.
- (3) நிறுக்கும் பொருள் சூடாக இருக்கக்கூடாது. திரவத்தோடுகூடிய பாத்திரத்தை நிறுக்கவேண்டுமானால் பாத்திரத்தின் வெளிப்புறம் நன்கு துடைக்கப்படல்வேண்டும்.
- (4) தராசை உபயோகிக்கும்பொழுது கைப்பிடியை நிதானமாகத் திருப்பவேண்டும்.
- (5) எக்காரணங்கொண்டும் நிறைகளைக் கையினுற் தொடக்கூடாது. சாமணத்தையுபயோகிக்கவேண்டும்.
- (6) நிறைகளைத் தட்டில் சேர்க்கமுன்பும், எடுக்குமுன்பும் தராசு நிலையாக இருக்கவேண்டும்.
- (7) நிறைகளைத் தட்டில் அல்லது நிறைப்பெட்டியில் அன்றி வேறெந்த இடத்திலும் வைக்கக்கூடாது.
- (8) வெளிப்புறமுள்ள தூசி கத்தியோரங்களிற் படிந்து தராசைக் கெடுத்து விடாதபடி அது ஒரு கண்ணாடிப்பெட்டியுள் வைக்கப்படல் வேண்டும். எனவே, காட்டியை அவதானிக்கும்பொழுது வளியோட்டத்திலிருந்து காப்பதற்காக பெட்டியை மூடுவது அவசியம்.

**தராசின் தங்குபுள்ளி:** தராசின் காட்டியின் ஆட்டம் வர வர, வீச்சிலே குறைந்து இறுதியில் ஆட்டம் நின்றுவிடுகின்றது. இவ்வாறு நிற்கும்பொழுது காட்டி எப்பிரிவுக்கு எதிரே வந்து தங்கிநிற்கின்றதோ அப்பிரிவிற்குத் தங்குபுள்ளி எனப் பெயர். தராசுத் தட்டுகளிலே நிறைகளில்லாதிருக்கும்பொழுது இவ்வாறு தங்குமிடத்தைப் பூச்சியத்தங்குபுள்ளி என்பர். இத்தங்குநிலையைக் காணுவதற்கு காட்டியின் ஆட்டம் நிற்கும்வரை காத்திருக்கவேண்டிய அவசியமில்லை. அதை இலகுவிற்காணும் முறையொன்றுண்டு அது வருமாறு: தராசின் முன்னிலையில் நிற்குகொண்டு அதன் விட்டத்தை ஆடச்செய்க. சில அலைவுகளின் பின்பு காட்டியின் நுனி அளவுகோலின் எல்லையைத் தாண்டிச்செல்லாமல் உள்ளடங்கியிருக்கும்பொழுது அதன் நுனி இருபுறங்களிலும், எந்தப் பிரிவுகள்வரை சென்று திரும்புகின்றதோ அந்தப் பிரிவுகளைக்கண்டு குறித்துக்கொள்க. இவ்வாறு காட்டியின் முனை சென்று திரும்புமிடங்களுக்குத் திரும்பற் புள்ளிகள் என்று பெயர். ஆட்டத்தின் வீச்சு குறைந்துகொண்டே வருவதால், ஒரு வீச்சும் அதற்கடுத்து எதிர்த்திசையிற் சென்ற வீச்சும் சமமாக இருக்காது. இதற்காக ஒரு ஒற்றை எண்ணிக்கையுள்ள திரும்பற் புள்ளிகளைக் கண்டு குறித்துக்கொள்க. உதாரணமாக: இடதுபுறத்தில், முன்றும் வலதுபுறத்தில் இரண்டுமாகக்

கொள்ளலாம். இடதுபுறத் திரும்பற் புள்ளிகளின் சராசரியையும் வலது புறத் திரும்பற் புள்ளிகளின் சராசரியையும் கண்டு அவற்றின் சராசரியைக் காண்க. இதுவே தங்குபுள்ளியாகும்.

**ஒரு தராசின் உணர்திறன்:** தராசுத்தட்டுகளிலே ஒருவித நிறைய மில்லாவிட்டால் பொதுவாக அதன் தங்குபுள்ளி பூச்சியமாக இருக்கும். இப்பொழுது வலது தட்டிலே ஒரு சிறிய நிறையை இட்டால், காட்டி இடதுபுறம் நகர்ந்து, தங்குபுள்ளியும் இடதுபுறமாக நகருகின்றது. “*m*” கிராம் நிறையையிடும்பொழுது தங்குபுள்ளி *x* பிரிவுகள் நகருவதாகக் கொள்வோம். எனவே, ஒரு பிரிவு நகருவதற்கு  $\frac{m}{x}$  கிராம் நிறை வேண்டுமெனக் கொள்ளலாம். இவ்வாறு தங்குபுள்ளி ஒரு பிரிவிற்கு நகர ஒரு தட்டிலே இடவேண்டிய  $\frac{m}{x}$  கிராம் நிறையே அத்தராசின் உணர்திறன் எனப்படும். எனவே, ஒரு தராசின் தங்குபுள்ளியை ஒரு பிரிவு தூரம் நகர்த்துவதற்கு வேண்டிய நிறையே அத்தராசின் உணர்திறன் ஆகும்.

நாம் இரு தட்டுகளிலும் சமமான நிறைகளை (10 கிராம் என்போம்) இட்டால் தங்குபுள்ளி பூச்சியமாகவே இருக்கும். இப்பொழுது ஒரு தட்டில் ஒரு சிறு நிறையை (10 மி. கிராம் என்போம்) இட்டால் மறுபடியும், தங்குபுள்ளி நகர்ந்துவிடும். எனவே இப்பொழுதும் தராசின் உணர்திறனைக் காணலாம். இவ்வுணர்திறனை மேலே கண்ட நிறைக்குரிய (10 கிராம்) தராசின் உணர்திறன் என்பர். மூன்று கத்தியோரங்களும் ஒரே மட்டத்திலிருந்தால் உணர்திறன் எல்லா நிறைகளிலும் ஒன்றாகவே இருக்கும். ஆனால் இவ்வாறிருக்கும்படி அமைக்கப்பட்ட தராசுகளிலும் விட்டம் ஓரங்களிற் சற்று வளைந்துகொடுக்க மூன்று கத்தியோரங்களும் ஒரே மட்டத்திலிரா. எனவே தராசின் உணர்திறன் தட்டில் வைக்கப்படும் நிறைகளினால் பாதிக்கப்படும்.

**நிறுத்தல்:** முதலில் தராசைச் சரிப்படுத்தி அதன் பூச்சியப்புள்ளியைக் காண்க. இதனை “*a*” என்போம். நிறுக்கவேண்டிய பொருளை இடது தட்டிலும், நிறைகளை வலது தட்டிலும் இட்டு காட்டியின் நுனி ஓய்வுநிலைக்கு ஏறத்தாழச் சமதூரம் நகரும்படி செய்து அதற்குத் தேவையான மொத்தநிறையைக் காண்க. அதை “*w*” என்போம். அதன் ஓய்வு நிலையாகிய “*b*” ஐக் காண்க. வலது தட்டிலிருந்து 10 மி. கி. நிறையை எடுத்தோ, கூட்டியோ பூச்சியத் தங்கு புள்ளியாகிய “*a*” ஐ அணுகும் படி செய்க. மறுபடியும் அதன் தங்குபுள்ளியாகிய “*c*” யைக் கண்டு குறிக்குக. நாம் இட்ட பொருளின் நிறை “*w*” ஐவிட அதிகமாயின் *b*, *a* க்கு இடப்புறத்திலிருக்கும் நிறை பொருளைவிட அதிக நிறைகொண்டதாயின்

*b*, *a* க்கு வலதுபுறத்திலிருக்கும். நாம் “*a*” க்கு வலதுபுறம் *w* யும் “*a*” க்கு இடதுபுறத்தில் “*b*” யும் இருப்பதாகக் கொள்வோம். இப்பொழுது “*w*” நாம் எடுத்துக்கொண்ட பொருளின் நிறையைவிடக் குறைவானது. 10 மி. கி. நிறையினால் உண்டானவிலக்கம் =  $(b-c)$

எனவே, 1 பிரிவு விலக்கத்தையுண்டாக்கவேண்டிய நிறை =  $\left(\frac{10}{b-c}\right)$  மி. கி.

உண்மையான நிறையைவிட தங்குபுள்ளி “*a*” யையடையும. இவ்வாறு வருவதற்கு வேண்டிய விலக்கம் =  $(b-a)$   
அவ்விலக்கம் வருவதற்குத் தேவையான நிறை =  $\frac{(b-a)10}{(b-c)}$  மி. கி.

எனவே இந்நிறையை “*w*” உடன் கூட்டி நாம் எடுத்துக் கொண்ட பொருளின் உண்மையான நிறை பெறப்படும்.

ஆலகயால் பொருளின் நிறை =  $w$  கிராம் +  $\frac{(b-a)}{(b-c)} 10$  மி. கி.  
=  $\left[w + \frac{(b-a) 10}{(b-c)}\right]$  கிராம்  
=  $\left[w + 10 \frac{(b-a)}{(b-c)}\right]$  கிராம்

இங்கே நிறை ஒரு மி. கிராம் வரை திருத்தமாகக் காணப்பட்டிருக்கின்றது.

**விற்றராசு:** இது பொருள்களின் நிறையைக் காண்பதற்குரிய பிறிதொரு கருவியாகும். இதில் ஒரு சுருட்கம்பியின் மேல்முனை ஒரு கைப் பிடியோடும், கீழ்முனை ஒரு கொக்கியோடும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இதனோடு பொருத்தப்பட்ட ஒரு காட்டி சுருட்கம்பியின் முன்னே அதைச் சூழ்ந்துள்ள கூட்டினோடு இணைக்கப்பட்ட ஓர் அளவுகோலின்மீது நகர்ந்து கொண்டு செல்கிறது. நிறை காணவேண்டிய பொருளை அதன் கொக்கியில் மாட்டித் தொங்கவிட்டு காட்டி கீட்டும் அளவிட்டைக் கவனிப்பதால் அதன் நிறையையறியலாம். இது கிராமிலோ அல்லது இருத்தலிலோ குறிக்கப்படும். இக்கருவியின்மைப்பு ஊக்கின்விதியை அடிப்படையாகக் கொண்டது.

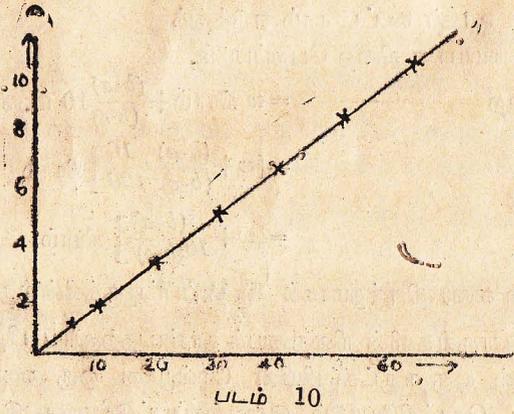
**நேரத்தையளத்தல்:** சோதனைச்சாலைகளிலே நேரத்தையளப்பதற்கு நிறுத்தற் கடிக்காரங்கள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. இவை அமைப்பில் கடிக்காரத்தைப் போன்றனவே.

**வரைப்பட முறைகள்:** பெரும்பான்மையும், பௌதிகவியலிலே பரிசோதனைகளின் அளவீடுகள் வரைப்படங்களினால் குறிக்கப்பட்டு நிறுவப்படுகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக மேலே கண்ட விற்றராசிலே மாறு

பட்ட நிறைகளுக்கூரிய, மாறுபட்ட சுருக்கம்பி நீளங்கள் பெறப்பட்டன. அவை கீழ்வருமாறு அட்டவணையிடப்பட்டன.

நிறை (கிராமில்)	5	10	20	30	40	50	60
நீட்சி (சதமீற்றரில்)	0.9	1.8	3.6	5.4	7.2	9.0	10.8

நிறைக்கும் நீட்சிக்கும் இடையிலே வரைப்படங்கீறப்பட்டது. அதன் அமைப்பு (படம் 10இல்) உள்ளதைப்போன்றது. வரைப்படத்திலுள்ள 7 புள்ளிகளும், ஒரு நேர்க்கோட்டில் உள்ளன. இந்நேர்க்கோடு உற்பத்தியினூடு செல்லுகின்றது. இதிலிருந்து 60 கிராம்வரை நீட்சி நிறைக்கு விகிதசமமாகும் என்று தெரிகிறது.



கணித உருவில் இதைக் கூறின்  $l \propto w$  (இங்கு  $l =$  நீட்சி,  $w =$  நிறை) கணிப்பின்படி இவ்வண்மையை பெற்றாலும், வரைப்பட முறை மிகவும் எளிது; விரைவானதும் கூட.

இப் பரிசோதனைகளில் மாறுபட்ட அளவீடுகள் பெறப்படுகின்றன. உதாரணமாக ஒரு வாயுவின் கனவளவு அதன் அழுக்கத்திற்கு ஏற்ப எவ்வாறு யொன்றில் கீழ்க்காணும்

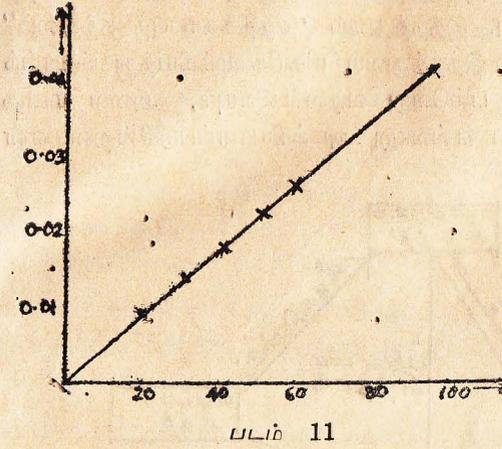
மாறுபடுகின்றதெனக் காணும் பரிசோதனை அளவீடுகள் பெறப்பட்டன.

அழுக்கம் ( $P$ )	60	30	40	20	50	100
கனவளவு ( $v$ )	40	80	60	120	48	24
$\frac{1}{v}$	0.025,	0.0125,	0.0167,	0.0084,	0.0208,	0.0417.

$P, \frac{1}{v}$  ஆகியவற்றின் வரைப்படத்தைக் கீறியபொழுது அது படம் 11இல் காட்டியபடி இருந்தது. 6 புள்ளிகளும் உற்பத்தியினூடு செல்லும் ஒரு நேர்க்கோட்டிலிருந்தன. இதிலிருந்து  $P \propto \frac{1}{v}$  என நாம் அறிகிறோம். அதாவது அழுக்கம் கனவளவிற்கு நேர்மாறு விகிதத்திலமையும்.

பௌதிகவியலைக் கற்கும் மாணவர்கள் பௌதிகவியலுண்மைகளை ஆராயப் பரிசோதனைகள் செய்யும்பொழுது அவ்வண்மைகளை நிறுவ இத்தனை வரைப்படங்கள் பெரிதும் உதவும், எனவும் அவை மிகவும் முக்கி

யமானவையெனவும் அறிதல்வேண்டும். இத்தகைய வரைப்படங்களின் முக்கியத்துவத்தை எண்ணியே அவை ஆரம்பத்திலேயே விளக்கப்படுகின்றன.

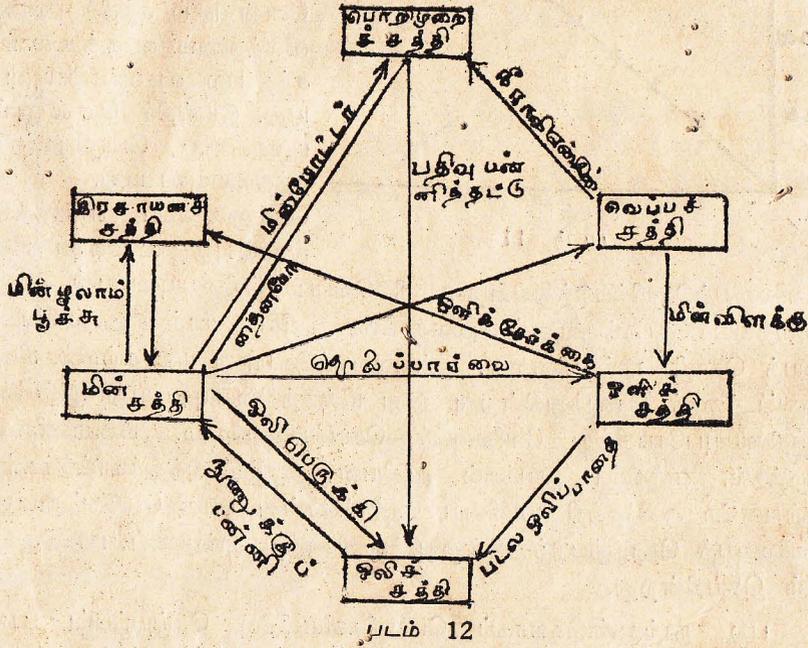


**சத்திக்காப்பு:** வேலையைத் தொழிற்படுத்தும் திறனென நாம் சத்திக்கு வரைவிலக்கணம் வகுக்கலாம். சத்தி பல வடிவங்களையுடையது. இயங்கிச் செல்லும் புகைவண்டி, பொறிமுறைச் சத்தியையுடையது. அது செல்லுகையை எதிர்க்கும் உராய்வுத்தடைகளை மீறி

வேலையைற்றொழிற்படுத்துகின்றன. தீ வெப்பச்சத்தியையுடையது. இது அறையைச் சூடாக்குவதால் அல்லதுநீரை ஆவியாக மாற்றுவதால் வேலையைத் தொழிற்படுத்துகின்றது. மின்கலவடுக்கொன்று மின்சுற்றில் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்துகின்றது. இது மின்சத்தியையுடையது. இம்மின்சத்தியையுபயோகித்து வேலையைச் செயல்படுத்தலாம். மின்மணியையடித்தல், எஞ்சினை இயக்கல் ஆகியன இதற்கெடுத்துக்காட்டுக்கள். இங்ஙனமே ஒலிச்சத்தி வளியை அதிர்ச்செய்து காதைக் கேட்குமாறு வேலையைத் தொழிற்படுத்துகின்றது. ஒளிச்சத்தி கண்ணைப் பார்க்குமாறும் செய்கின்றது.

பல நூற்றாண்டுகளாகப் பௌதிகவியலிலே செய்யப்பட்ட பல ஆராய்ச்சிகளின் பயனாக சத்தியை ஒரு வடிவினின்றும் பிறிதொரு வடிவாக மாற்றலாம் என்ற உண்மை தெள்ளிதெனறியப்பட்டது. புகைவண்டியின் உலையில் நிலக்கரி எரியும்பொழுது வெப்பச்சத்தியாக மாற்றப்பட்டு நீர் கொதிநீராவியாக மாற்றப்பட்டு எஞ்சினை இயக்கும், பொறிமுறைச்சத்தியாக மாற்றப்படுகின்றது. வலு வழங்குமிடங்களிலே தைனமோக்கள் பொறிமுறைச்சத்தியை மின்சத்தியாக மாற்றுகின்றன. இங்ஙனமே இலைகளிலேயுள்ள பச்சையம் ஒளிச்சத்தியை இரசாயனச்சத்தியாக மாற்றுகின்றது. இரேடியோ வாங்கிகளில் மின்சத்தி ஒலிச்சத்தியாக மாற்றப்படுகின்றது. இப்படியே (படம் 12) ஒவ்வொரு சத்தியும் பிறிதொரு சத்தியாக மாற்றப்படுகின்றது.

இத்தகைய மாற்றங்களிலே சத்தி ஒருபொழுதும் அழிக்கப்படுவதில்லை. ஒரு சத்தி பிறிதொன்றாக மாற்றப்பட்டாலும், சத்தியின் மொத்த அளவு மாறுபடாதிருக்கின்றது. இத்தத்துவம் "சத்திக்காப்புத் தத்துவம்" எனப்படும். விஞ்ஞானத்திலே இத்தத்துவம் மிகமிக முக்கியத்துவம்வாய்ந்தது. இந்நூலிலே சத்தியின் பல்வேறு வடிவங்களையும், அவை மனித சமுதாயத்திற்குச் சேவைபுரிய எவ்வாறு அடக்கியாளப்படுகின்றன என்றும் விவரிக்கப்படும்.



படம் 12

### சில மாதிரிக் கணக்குகள்

உ-ம்: (1) பத்தில் ஒரு அங்குலமாகக் குறிக்கப்பட்ட ஓர் அளவுகோல் தரப்பட்டிருந்தால் 0.004 அங். அளக்கக்கூடிய வேணிய ரொன்றை எவ்வாறு பெறலாமெனக் கூறுக.

முதன்மை அளவின்  $0.004/0.1$  அல்லது  $\frac{1}{25}$  பிரிவு வேண்டும். எனவே, முதன்மையளவின் 24 பிரிவுகளையெடுத்து 25 சமபங்குகளாகப் பிரிக்கவேண்டும். ஒவ்வொரு வேணியரளவுப் பிரிவும் முதன்மையளவில்  $\frac{24}{25}$  பங்கு 1 முதன்மையளவுப் பிரிவிற்கும், 1 வேணியரளவுப் பிரிவுக்கு முள்ள வேற்றுமை  $=1 - \frac{24}{25} = \frac{1}{25}$  முதன்மையளவுப்பிரிவு.

உ-ம்: (2) ஓர் அளவுகோல்  $\frac{1}{2}$  மி. மீ. எனப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றது. 0.005 ச. மீ. அளவைப்பெற எவ்வாறு ஒரு வேணியரப் பெறலாமெனக்காட்டுக. வேணியரின் 0, 4.85ற்கும், 4.90ற்கு மிடையில் இருந்தது. வேணியரின் ஏழாவது பிரிவு ஒரு முதன்மையளவுப் பிரிவுடன் ஒன்றியது. சரியான அளவீடு என்ன?

வேணியர் 1 முதன்மையளவுப் பிரிவில்  $0.005/0.05$  அல்லது  $\frac{1}{10}$  ஐக் குறிக்கவேண்டும். எனவே, 9 முதன்மையளவுப் பிரிவுகளுக்குச் சமமான நீளத்தைப் பெறுமாறு எடுத்து அதனைப் 10 சமபங்குகளாகவேண்டும்.

வேணியரின் 7ஆவது பிரிவு ஒரு முதன்மையளவுப் பிரிவுடன் ஒன்றியது. எனவே, வேணியர் காட்டும் நீளம்  $=0.005 \times 7 = 0.035$  ச. மீ. ஆயின் சரியான அளவீடு  $=4.85 + 0.035 = 4.885$  ச. மீ.

உ-ம்: (3) திருகாணியொன்றின் திருகின் புரியிடைத்தூரம்  $\frac{1}{2}$  மி. மீ. முதன்மையளவுகோல் 100 சமபங்குகளாகப் பகுக்கப்பட்டிருப்பின் கருவியின் இழிவெண்ணிக்கை என்ன?

கருவியின் தலை 100 பிரிவுகட்கூடாக சுழலும்போது திருகாணி  $\frac{1}{2}$  மி. மீ. முன்செல்கிறது. அல்லது பின்செல்லுகிறது.

எனவே, தலை 1 பிரிவினூடாகச் செல்லுகையில் திருகாணி  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{100} = \frac{1}{200} = 0.005$  மி. மீ. செல்கின்றது. இதுவே கருவியின் இழிவெண்ணிக்கையாகும்.

உ-ம்: (4) திருகாணியொன்றின் திருகிடைத்தூரம் ஓர் அங்குலத்தின் 20 பங்குகளாக வகுக்கப்பட்டிருக்கின்றது. தலையை 10 முழுச்சுற்றுக்கள் சுழற்ற திருகிடையின் 10 பிரிவுகளைத் திருகாணி கடக்கின்றது. முதன்மையளவுகோல் 50 சம பங்குகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருப்பின் கருவியின் இழிவெண்ணிக்கையாது?

முதன்மையளவு ஒரு சுற்றுச் சுழலும்போது திருகாணி செல்லுந் தூரம் அதன் புரியிடையாகும்.

இங்கு புரியிடைத்தூரம்  $= \frac{1}{20} = 1$  புரியிடையளவுப் பிரிவு  $= \frac{1}{20}$  அங். முதன்மையளவு 50 சமபிரிவுகளையுடையது. எனவே, கருவியின் இழிவெண்ணிக்கை  $= \frac{1}{20} \times \frac{1}{50} = \frac{1}{1000} = 0.001$  அங்.

உ-ம்: (5) ஒரு கோளமானியின் இருகால்களுக்கிடையேயுள்ள சராசரித் தூரம் 11.1 ச. மீ. சமதளப் பரப்பின்மீது கோளமானி

நான்கு கால்களை ஊன்றிநிற்கும்போது அதன் கனவளவீடு 24.99 மி. மீ. மேற்பரப்பின் வளைவினாரையைக் காண்க.

கால்களினிடைத்தூரம்  $a=11.1$  ச. மீ.  
திருகாணி நகர்ந்த தூரமாகிய  $h=28.27-24.99=3.28$  மி.மீ.  
 $=0.328$  மி. மீ.

கோளத்தின் வளைவினாரை  $R=\frac{a^2+h^2}{6h}=\frac{(11.1)^2}{6 \times 0.328}$

$$+\frac{0.328^2}{2}=(62.59+0.16)=62.75 \text{ ச. மீ.}$$

உ-ம்: (6) ஒரு தராசின் பூச்சியத்தங்குபுள்ளி 5.5. இடது தட்டிற் பொருளும் வலதுதட்டில் 4.56 கிராமும், இருக்கையில் தங்கு புள்ளி 6.2. இடதுதட்டிற் பொருளும், வலதுதட்டில் 4.57 கிராமும் இருக்கையில் தங்குபுள்ளி 3.2 பொருளின் நிறையை 1 மி. கிராமுக்குத் திருத்தமாகக் காண்க?

பூச்சியத் தங்குபுள்ளி  $=5.5$

தட்டில் 4.56 கிராம் இருக்கையில் தங்குபுள்ளி  $=6.2$

,, 4.57 கிராம் இருக்கையில் தங்குபுள்ளி  $=3.2$

$\therefore 6.2$  இலிருந்து  $3.2$ க்கு தங்கு புள்ளியை மாற்ற நிறை வித்தியாசம்  $= (4.57 - 4.56)$  கி  $= 0.01$  கி  $= 10$  மி. கி.

$\therefore 6.2$  இலிருந்து  $5.5$ க்கு தங்கு புள்ளியை மாற்ற நிறை வித்தியாசம்  $= \frac{10}{3} \times 0.7 = \frac{7}{3} = 2.33$  மி. கி. (அண்மையாக)  $= 0.002$  கிராம்.

$\therefore$  பொருளின் நிறை  $= (4.56 + 0.002)$  கி.  $= 4.562$  கி. அண்ணளவாக.

உ-ம்: (7) ஒரு தராசின் ஒவ்வொரு தட்டிலும் 20 கி. நிறையிருக்கையில் அதன் துலா ஆடுகின்றது. தொடர்ந்த மூன்று திரும்பற் புள்ளிகள் முறையே 4, 12, 5 ஆகும். ஒரு தட்டில் 0.5 கி. அதிகமாக இட மூன்று திரும்பற் புள்ளிகள் 9, 15, 9.5, எனக் காணப்பட்டன. தராசின் உணர்திறனைக் காண்க?

முதல் வகைத் தங்குபுள்ளி  $= \frac{4+5+12}{2} = \frac{4.5+12}{2} = 8.25$ .

இரண்டாவதுவகைத் தங்குபுள்ளி  $= \frac{9+9.5+15}{2} = \frac{9.25+15}{2} = 12.12$ .

$\therefore$  தங்குபுள்ளி விலக்கம்  $= 12.12 - 8.25 = 3.87$  பிரிவுகள்.

இதற்காக வேண்டிய அதிகநிறை  $= 0.5$  கி. அல்லது 500 மி. கி.

எனவே 1 பிரிவினளவுக்கு விலக்கம்

உண்டாக்கத்தேவையான அதிக நிறை  $= \frac{500}{3.87} = 129$  மி. கி.

எனவே தட்டில் 20 கி. நிறையிருக்கையில் தராசின் உணர்திறன்  $= 129$  மில்லி கிராம்.

உ-ம் (8) நிறையில்லாதிருக்கும் பொழுது திரும்பற்புள்ளிகள் முறையே 2.3, 8.5, 2.6, 8.3, 2.9. இடது தட்டிற் பொருளும், வலது தட்டில் 16.56 கி. நிறையிருக்கையில் திரும்பற் புள்ளிகள் 6.7, 1.0, 6.4, 1.4, 6.4 ஆகும். இடது தட்டிற் பொருளும், வலது தட்டில் 16.55 கி. நிறையிருக்கையிற் திரும்பற்புள்ளிகள் 5.5, 9.9, 6.0, 9.5, 6.2 ஆயின் பொருளின் நிறையை 1 மி. கிராமிற்குத் திருத்தமாகக் காண்க?

பூச்சியத் தங்குபுள்ளி  $= \frac{2.3+2.6+2.9}{3} + \frac{8.5+8.3}{2} = \frac{2.6+8.4}{2} = 5.5$

16.5 கி. இருக்கையில் தங்குபுள்ளி  $= \frac{6.7+6.4+6.4+1.0+1.4}{3} = \frac{6.5+1.2}{2} = 3.85$

16.55 ,, ,, ,,  $= \frac{5+6.0+6.2+9.9+9.5}{3} = \frac{5.9+9.7}{2} = 7.8$ .

பொருளின் சரியான நிலை  $= [w + \frac{(b-a)}{10(b-c)}]$  கி.  $= [16.55 + \frac{(7.8-5.5)}{10(7.8-3.85)}]$  கி.

$= (16.55 + 0.006)$  கி.  $= 16.556$  கி.

## பயிற்சி

1. பிரித்தானிய அலகுத்திட்டம், மெற்றிக் அலகுத்திட்டம் இவற்றை விளக்குக. இவற்றின் அடிப்படைபலகுகளையும், வழியலகுகளையும் விளக்குக?
2. அளவுகோலொன்றை உபயோகிக்கும்பொழுது கவனிக்கப்படவேண்டிய விதிகள் யாவை?
3. வேணியரின் தத்துவத்தை விளக்குக. மில்லிமீற்றர்களாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும் அளவுகோலொன்றை 0.2 மி. மீ. வரை திருத்தமாக அளக்கக்கூடிய ஒரு வேணியரை எவ்வாறு பெறலாம்?
4. ஓர் அளவுகோல் ஓர் அங்குலத்தில் 20ல் ஒருபகுதியாக அளவுகோடிடப்பட்டுள்ளது. 0.002 அங். வரை திருத்தமாக அளவிட ஒரு வேணியரை எவ்வாறு தயாரிக்கலாம். ஒரு படங்கீறி அதில் 0.652 அங். எவ்வாறு குறிக்கப்படலாமெனவுங் காட்டுக?
5. திருகாணிமானி ஒன்றின் அமைப்பை விளக்கி ஒரு கம்பியின் விட்டத்தை எவ்வாறுளக்கலாமெனக் காட்டுக?  
திருகாணிமானி ஒன்றின் புரியிடை  $\frac{1}{16}$  அங். கருவியின் இழிவெண்ணிக்கை 0.001 அங். இருந்தால் முதன்மையளவுகோல் எவ்வளவு புரிவுகளை யுடையதாயிருக்கவேண்டும் (விடை: 25 புரிவுகள்)
6. ஒரு திருகாணிமானியின் முதன்மையளவுகோல் 50 புரிவுகளை யுடையது. அதன் புரியிடைத்தூரம்  $\frac{1}{2}$  மி. மீ. ஓர் அளவிட்டைப் பெறுகையில் புரியிடையளவு 2.5 மி. மீ.க்கும், 3 மி. மீ.க்கும் இடையேயுள்ளது. முதன்மையளவில் 37 புரிவுகளுள்ளன. கருவி பூச்சியவழுவுற்றதாயின் அளவிடென்ன? (விடை: (1) இழிவெண்ணிக்கை: 0.01; (2) அளவிடு: 2.87 மி. மீ.)
7. கோளமானியொன்றின் அமைப்பை விளக்கி ஒரு கோளப்பரப்பின் வளைவினாரையை அதுகொண்டு எவ்வாறு அளக்கலாமென விளக்குக?
8. பூச்சியவழுவுற்ற ஒரு கோளமானியின் நிலைபான கால்கள் 4.1 ச. மீ. பக்கமுள்ள ஒரு சமபக்க முக்கோணத்தின் முனைவுகளாக அமைந்திருக்கின்றன. இக்கருவியைக்கொண்டு கோளப்பரப்பின் வளைவினாரையைக் காண்கிற பரிசோதனையின் போது அளவிடு 5.348 மி. மீ. என விருந்தால் வளைவினாரையைக் காண்க? (விடை: 5.51 ச. மீ.)
9. பொள்திகவிடற்றரசொன்றின் விளக்கப்படங்கீறி அதன் பல்வேறு பகுதிகளை விளக்குக? அதன் தங்குபுள்ளி எவ்வாறு காணப்படுகிறது. ஒரு தராசின் பூச்சியத் தங்குபுள்ளி 5.1. இடதுதட்டிற் பொருளும், வலதுதட்டில் முறையே முதலில் 24.62 கிராமும், பின்பு 24.63 கிராமும் இடப்பொழுது தங்குபுள்ளிகள் 6.1, 4.9 என இருந்தன. பொருளின் நிறையை 1 மி. கிராமிற்குத் திருத்தமாகக் காண்க? (விடை: 24.62 கி.)
10. (அ) ஒரு ஒழுங்கற்ற உருவமுடைய பொருளின் பரப்பை எவ்வாறு காணலாமென விளக்குக?  
(ஆ) ஒரு திண்மத்தின் அளவளவை எவ்வாறறியலாம் என விளக்குக?

## அத்தியாயம் 2

## "இயக்கவிசையியல்"

ஒரு பொருள் தள்ளப்படும்பொழுது அல்லது இழுக்கப்படும்பொழுது அதன்மீது ஒருவிசை தொழிற்படுகின்றது என்கிறோம். உதாரணமாக ஒரு பந்தை உதைக்கும்போது அதன்மீது விசை தொழிற்படுகின்றது. நிலையியக்கவியல் என்பது விசைகளைப்பற்றியும், அவை தொழிற்படுவதாவேற்படும் விளைவுகளைப்பற்றியும் ஆராயும் பொள்திகவியற் பகுதியாகும். பொறியியலறிஞனுக்கு நிலையியக்கவியலைப்பற்றிய அறிவு மிகவும் அவசியம். பொறிகளைச் செய்யவும், கட்டடங்களையமைக்கவும், வானவூர்திகளை யாக்கவும் இவ்வறிவு பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

நிலையியக்கவியல் இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றது.

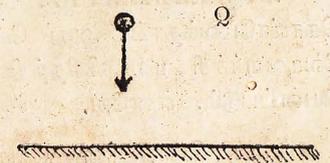
- (1) இயக்கவிசையியல்: ஒரு பொருளின் இயக்கத்தைப்பற்றியும், அவ் வியக்கத்தை விளைவிக்கும் விசைகளையும் ஆராயும் பகுதி இயக்கவிசையியல். (உ-ம்: வானவூர்தியைப் பறக்கும்படி செய்யும் விசைகள்)
- (2) நிலையியல்: ஒரு பொருளைச் சமநிலையில் வைத்திருக்கும் விசைகளையாராயும்பகுதி நிலையியல் (உ-ம்: ஒருகாலத்தின் மாறுபட்ட இடங்களிலுள்ள தகைப்புக்கள்)

இவ்வத்தியாயத்தின்கீழ் நாம் இயக்கவிசையியலின் அடிப்படைத் தத்துவங்களையாராய்வோம்.

**வேகம்:** ஒரு மோட்டார்வண்டி 100 மைல்கள் தொலைவை 4 மணிகளிற் கடந்தால் அதன் சராசரிக்கதி நிகழ்க்கு 25 மைல்களாகும். இவ்



(அ)



(ஆ)

படம் 13

விளைவு வண்டியின் திசையைச் சார்ந்திருக்கையில் அது 100 மைல்களையும் வளைவுப்பாதையிற் சென்றிருக்கலாம். இயங்கிச் சென்றுகொண்

டிருக்கும் ஒரு பொருள் ஒரு குறிக்கப்பட்ட நிரையிலே செல்லுமாயின் "கதி" என்ற சொல்லை உபயோகிப்பதில்லை. அதை நாம் "வேகம்" என்கிறோம். இந்நூலிலே நாம் நேர்க்கோட்டியக்கத்தையே கருதுகிறோம். உதாரணமாக படம் 13(அ)ல் "R" எனும் வண்டி மலையடிவாரம் நோக்கி நேர்க்கோட்டிலே கீழிறங்குகிறது. படம் 13(ஆ)ல் Q என்னும் பந்து புவி யீர்ப்பின்கீழ் தரையை நோக்கி விழுகின்றது.

**மாடுவேகம்:** ஒரு பொருள் நேர்க்கோட்டிலே இயங்கி ஒவ்வொரு செக்கனுக்கும் ஒரு தூரத்தைக் கடந்தால் அதன் வேகத்தை மாடுவேகம் என்கிறோம்.

V எனும் மாடுவேகத்தோடியங்கும் பொருளொன்று "S" தூரத்தை நேரத்திற் கடந்தால்,

$$\text{வேகம்} = \frac{\text{தூரம்}}{\text{நேரம்}} \text{ என்பதிலிருந்து}$$

$$v = \frac{s}{t} \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{அதாவது } s = vt \dots\dots\dots(2)$$

இங்கு உபயோகிக்கப்படும் அலகுகளைப்பற்றி நன்கு கவனிக்கவேண்டும். 1ஆம் 2ஆம் சமன்பாடுகளில் அடிகளிலும் செக்கனிலும் இருந்தால் V அடி/செக், ஆகும். S ச. மீற்றரிலும் t செக்கனிலும் ச. மீ./செக். ஆகும்.

$$60 \text{ மைல்கள்/மணி} = \frac{60 \times 5280}{3600} \text{ அடி/செக்,}$$

$$= 88 \text{ அடி/செக். என்பதை நினைவிலிருந்து}$$

வது நன்மையக்கும்.

**மாடுவேகவளர்ச்சி:** ஒரு வண்டியின் வேகம் அதிகரித்துக் கொண்டேவந்தால் அது வேகவளர்ச்சியைப் பெறுகின்றதென்கிறோம். வேகவளர்ச்சி மாடுவிகிதத்தில் அதிகரித்தால் அது மாடுவேகவளர்ச்சியெனப்படும். எனவே,

"ஒரு பொருளின் வேகவளர்ச்சியென்பது அப்பொருளின் வேகமாற்ற விகிதமாகும். இவ்வேகமாற்ற விகிதம் சமச்சீரானதாயின் அது மாடுவேகவளர்ச்சியாகும்" என நாம் இவற்றிற்கு வரைவிலக்கணம் கூறலாம்.

**உதாரணமாக:** ஒரு புகைவண்டி 25 மைல்/மணி வேகத்தில் இயங்கி

10 செக்கனில், 40 மைல்/மணி என வேகவளர்ச்சியைப் பெறுகின்றது. எனவே,

$$\begin{aligned} \text{வேகவளர்ச்சி} &= \frac{\text{வேகமாற்றம்}}{\text{வேகமாற்றத்தின் நேரம்}} \\ &= \frac{(40-25) \text{ மைல்/மணி}}{10 \text{ செக்.}} \\ &= 1.5 \text{ மைல்/மணி/செக்.} \end{aligned}$$

வேகத்தின் அலகுகள் அடி/செக்./செக். எனக் குறிக்கப்பட்டால் அவற்றின் வேகவளர்ச்சியின் அலகு முறையே அடி/செக்./செக். ச. மீ./செக்./செக். ஆகும். இவற்றை முறையே அடி/செக்<sup>2</sup>, ச. மீ./செக்<sup>2</sup>. எனவும் குறிக்கலாம்.

"f" என்ற வேகவளர்ச்சியின் பருமன் வருமாறு குறிக்கப்படும்.

$$f = \frac{\text{வேகவளர்ச்சி}}{\text{நேரம்}}$$

ஒரு பொருள் மேலிருந்து தரையைநோக்கிப் புனியீர்ப்பின்கீழ் விழுந்தால் அதன் வேகம் ஒவ்வொரு செக்கனுக்கும் சுமார் 32 அடி/செக். வீதம் உயர்வடைகின்றது. அதாவது பூமியிலே ஒரு குறிக்கப்பட்ட இடத்திலே விழுகின்ற ஒரு பொருளின் வேகவளர்ச்சி மாடுதிருக்கும்.

புனியீர்ப்பின் வினைவாலுண்டாகும் வேகவளர்ச்சியைப் பொதுவாக "g" என்ற எழுத்தாற் குறிப்பது வழக்கம். மீற்றர் அளவுத்திட்டத்தில் இது சுமார் 981 ச. மீ./செக்<sup>2</sup> பிரித்தானிய அளவுத்திட்டத்தில் இது சுமார் 32 அடி/செக்<sup>2</sup>.

**சுத்திரம்:** ஆரம்பத்திலே ஒரு பொருளின் வேகம் U எனவும், "t" நேரத்திலே அது V எனவுயர்ந்து f மாடுவேகவளர்ச்சியைப் பெறுகின்றதென்போம்.

$$\begin{aligned} f &= \frac{\text{வேகமாற்றம்}}{\text{வேகமாற்றத்தின் நேரம்}} = \frac{v-u}{t} \\ \therefore f &= \frac{v-u}{t} \end{aligned}$$

$$\text{எனவே, } v = u + ft \dots\dots\dots(1)$$

இச்சமன்பாட்டிலிருந்து பொருள் மாடுவேகத்துடனியங்கினால் வேகவளர்ச்சி பூச்சியம் என்பது தெளிவாகின்றது.

**வேகத்தேய்வு:** ஒரு பொருளின் வேகம் குறைந்துகொண்டே போனால் அப்பொருள் வேகத்தேய்வைப் பெற்றுள்ளது என்கிறோம். ஒரு புகைவண்டி தனது அடையுமிடத்தை அண்மும்பொழுது வேகத்தேய்வை

யுடையதாகின்றது. வானவெளியிலே விசிவிடப்பட்ட ஒருபொருளின் வேகம் புவியீர்ப்பின் காரணமாக தேய்கின்றது. அப்பந்து உச்சநிலையைடையும்போது வேகம் பூச்சியமாகின்றது. வேகத்தேய்வும் வேகவளர்ச்சியைப் போன்றே அளக்கப்படுகின்றது. அதாவது,

$$\text{வேகத்தேய்வு} = \frac{\text{வேகமாற்றம்}}{\text{வேகமாற்றத்தின் வேகம்}}$$

வேகவளர்ச்சிக்கு எதிரானதே வேகத்தேய்வு. எனவே, வேகவளர்ச்சியை நாம் நேரானதெனக் கருதும்பொழுது வேகத்தேய்வை எதிரானதாகக் கொள்ளவேண்டுமென்பது தெளிவு.

$v = u + ft$  என்ற சூத்திரத்தில் கணியங்களின் சரியான குறியீட்டில் கவனஞ்செலுத்தினால் அதையே வேகவளர்ச்சி இயக்கத்திற்கும், வேகத்தேய்வு இயக்கத்திற்கும் உபயோகிக்கலாம்.

88 அடி/செக். வேகமாகச் செல்லும் ஒரு மோட்டார்வண்டி தடையைப் பிரயோகிக்கும்பொழுது 10 அடி/செக்<sup>2</sup> வேகத்தேய்வைப் பெற்றது. மோட்டாரின் ஆரம்பவேகம்  $u = 88$  அடி/செக். வேகத்தேய்வு  $= -10$  அடி/செக்.<sup>2</sup> 5 செக்கனின் பின் மோட்டாரின் வேகத்தைக் காண்பதெவ்வாறெனப் பார்ப்போம்.

$$v = u + ft = 88 - 10t = 88 - 50 = 38 \text{ அடி/செக்.}$$

$v = 0$  என ஆகும்போது மோட்டார் நிலையாக நின்றுவிடும். அதாவது வேகமற்றதாக அது ஆகும். எனவே, இது நிகழ்வதற்கு வேண்டிய நேரத்தைக் காண்போம்.

$$v = u + ft$$

$$0 = 88 - 10t$$

$$\therefore t = 8.8 \text{ செக்.}$$

ஒரு பொருள் கீழே நழுவி விழும்படி செய்யப்பட்டால் அது 32 அடி/செக்<sup>2</sup> என்ற வேகவளர்ச்சியுடன் விழுகின்றது. ஒரு பொருள் நேர்மேலே 96 அடி/செக். என்ற ஆரம்ப வேகத்தோடு ( $U$ ) எறியப்பட்டால் அது 32 அடி/செக்<sup>2</sup> என்ற வேகத்தேய்வைப் பெறுகின்றது. இரண்டு செக்கனின் பின் அதன் வேகம் ( $V$ ) என்ன என்று பார்ப்போம்.

$$v = u + ft = 96 - 2 \times 32 = 32 \text{ அடி/செக்.}$$

இப்பொழுது பொருள் சொல்லும் கூடிய உயரம்  $V = 0$  என்பதை  $V = u + ft$  என்பதில் பிரதியிடு செய்வதாற் பெறப்படும், எனவே  $0 = 96 - 32t$ .  $\therefore t = 3$  செக்.

வேகவளர்ச்சி, வேகத் தேய்வு ஆகியவற்றை விளக்கும் மேல்வரும் உதாரணங்கள் நன்கு கருத்திலிருத்தப்படல்வேண்டும்.

உ-ம்: 80 மைல்/மணி வீதம் வேகமாகச் செல்லும் ஒரு மோட்டார் 2 அடி/செக்<sup>2</sup> என்று வேகவளர்ச்சியைப் பெறுகிறது.  $\frac{1}{4}$  நிமிடத்தின் பின் அதன் வேகத்தை மைல்/மணி வீதங்காண்க?

$$\text{இங்கு } u = 80 \text{ மைல்/மணி} = 44 \text{ அடி/செக்.}$$

$$f = 2 \text{ அடி/செக்}^2, t = 15 \text{ செக்.}$$

$$\therefore \text{இறுதிவேகம் } v = u + ft = 44 + 2 \times 15 = 74 \text{ அடி/செக்.}$$

$$\text{ஆனால் } 88 \text{ அடி/செக்} = 60 \text{ மைல்/மணி}$$

$$\therefore v = \frac{74}{88} \times 60 = 50.5 \text{ மைல்/மணி}$$

குறிப்பு: சூத்திரத்திற் பிரதியிடுசெய்யுமுள் கணியங்களின் அலகுகளைக் கருத்திற் கொள்ளுதலவசியம்.

உ-ம் (2) ஒரு புகைவண்டி 60 மைல்/மணி வீதம் வேகமாகச் சென்று கொண்டிருக்கையில் தடை பிரயோகிக்கப்பட்டது. வேகத்தேய்வு 4 அடி/செக்<sup>2</sup> ஆயின் (1) 10 செக்கனின் பின் வேகத்தையும், (2) வண்டி ஓய்வுநிலையைப் பெறுவதற்கு வேண்டிய வேகத்தையும் காண்க?

$$u = 60 \text{ மைல்/மணி} = 88 \text{ அடி/செக்.} \quad f = 4 \text{ அடி/செக்}^2$$

$$(1) 10 \text{ செக். பின், } v = u + ft = 88 - 4 \times 10 = 48 \text{ அடி/செக்.}$$

$$(2) \text{ வண்டி ஓய்வுநிலையைப் பெறும்போது இறுதிவேகம் } = 0.$$

$$\text{இப்பொழுது } v = u + ft$$

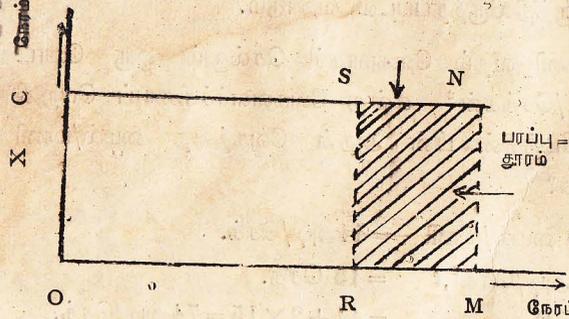
$$\therefore 0 = 88 - 4t$$

$$\therefore t = 22 \text{ செக்.}$$

எனவே வண்டி ஓய்வுநிலையை 22 செக்கன்களில் பெறும்.

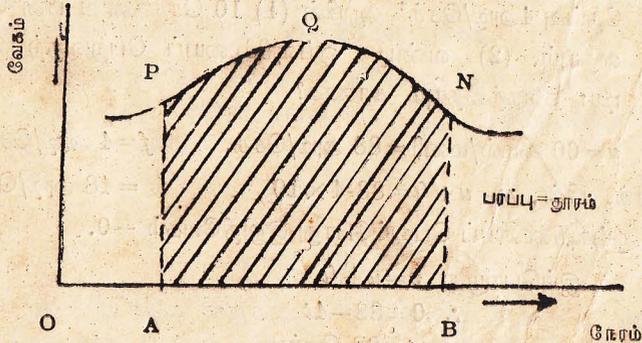
**இயக்கவிசையியலில் வரைப்படங்கள்:** ஓர் இயங்குபொருளின் வேகம் நேரத்திற்கெதிராகக் குறைக்கப்பட்டால் விளையும் வரைப்படம் அவ்வியக்கத்தின் வேகநேர வரைப்படம் எனவழைக்கப்படும். வேகநேர வளைகோடுகள் இயங்குபொருளைப்பற்றி முக்கிய தகவல்களைத் தருவதால் இவை பெரும்பாலும் வழக்கிலுள்ளன.

மாடுவேகம்: (படம் 14.) ஓரியங்குபொருள் மாடு வேகத்துடன் செல்



படம் 14

னில் வேகம் மாடுதது, OR செக் என்ற நேரத்தில் பொருள் கடந்த தூரம் = வேகம்  $\times$  நேரம் =  $OC \times OR$  ஆனால்  $OC \times OR$  என்பது  $OC \times CR$  என்ற செவ்வகத்தின் பரப்பு ஆகும். எனவே, பொருளினுற் கடக்கப்பட்ட தூரம் வேகநேர வரைப்படத்திற்கும், நேரவச்சிற்கும் இடைப்பட்ட பரப்பினுற்றரப்படும். இவ்வண்ணமே OM செக்கனில் கடக்கப்பட்ட தூரம் OCNM என்ற பரப்பினாலும் RM என்ற நேர இடைவெளியிற் கடக்கப்பட்ட தூரம் RSNM என்ற பரப்பினாலும் குறிக்கப்படும் (படம் 14).

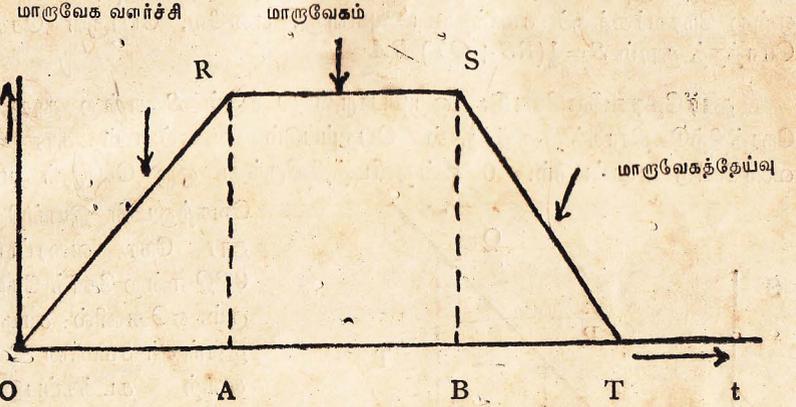


படம் 15

வேகநேர வளைகோட்டின் ஒழுங்கற்ற வடிவம் வளைகோட்டிற்கும் நேரவச்சிற்குமிடையேயுள்ள பரப்பு/கடக்கப்பட்ட தூரத்தைக் குறிக்கும் எனக் காட்டலாம். PQN என்பது இயங்கும் பொருளொன்றின் வேகமாயின் A என்ற நேரத்திலிருந்து B என்ற நேரத்திற்கு அப்பொருள் கடக்குந்தூரம் PQNBA என்ற பரப்பினுற்றரப்படும் (படம் 15).

மாடுவேகவளர்ச்சி: படம் 16இல் ஒரு பொருள் மாடுவேக வளர்ச்சியுடன் OA என்ற நேரம்வரை இயங்குவதனை OR என்ற பகுதி

யாற் குறிக்கப்படுகின்றது. இதில் சமமான நேரங்களில் சமமான வேக வயர்வுகள் உண்டாகின்றன. எனவே, வேகநேர்க்கோடு ஒரு நேர்க்கோடு



படம் 16

கோடாகவமைகின்றது. இது நேரவச்சிற்குச் சாய்வாகவுள்ளது. A என்ற நேரத்தில் பொருளின் வேகம் மாடுததாயின் இது B என்ற நேரம் வரை அவ்வேகத்திலேயே இயங்கினால் வேகநேர வரைப்படம் RS என்ற நேர்க்கோடாகும். இது நேரவச்சிற்குச் சமந்தரமாகவுள்ளது. இப்பொழுது பொருள் வேகத்தேய்வைப்பெற்று நிறில் ஓய்வடைந்தால் அவ்வியக்கத்தின் நேரவரைப்படம் ST ஆகும். வேகவீழ்ச்சி சமமான நேரங்களாகக் குறிக்கப்படும் அளவுகளாதலின் அது ஒரு நேர்க்கோடு. இது நேரவச்சோடு சாய்ந்திருக்கும்.

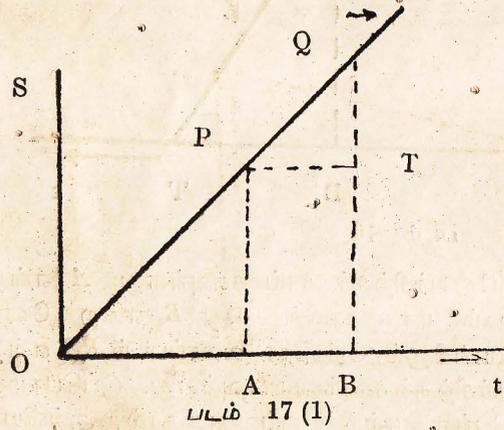
OA என்ற நேரவிடையில் ஏற்படும் வேக வளர்ச்சியை நாம் இவ்வரைப் படத்திலிருந்து மிக எளிதாகக் கண்டுபிடித்து விடலாம். O என்ற நேரத்தில் வேகம் பூச்சியமாயின்,

$$\text{வேகவளர்ச்சி} = \frac{\text{வேகமாற்றம்}}{\text{நேரம்}} = \frac{RA}{OA}$$

இங்கு  $\frac{RA}{OA}$  என்ற விகிதம் OR என்ற நேர்க்கோட்டின் மாறல் விகிதம் (gradient) எனவழைக்கப்படும். இங்ஙனமே, BT என்ற நேர விடையில் உண்டாகும் வேகத்தேய்வு ST என்ற கோட்டின்  $\frac{SB}{BT}$  என்ற மாறல் விகிதத்தாற் குறிக்கப்படும். RS என்ற கோட்டின் மாறல் விகிதம் பூச்சியமாகும்.

பொருள்  $OT$  செக்கன் என்ற முழு நேரத்திலும், கடக்கும் தூரம்  $ORST$  என்ற நேர வளைகோடு, நேரவச்சு ஆகியவற்றிற் கிடைப்பட்ட பரப்பினுற் குறிக்கப்படும். மேலும்,  $ORST$  ஒருசரிவகம். இதில்  $RS$ ,  $OT$ , என்ற நேரவச்சுக்குச் சமமந்தூரமாகவுள்ளது. எனவே, பொருள் சென்ற மீளத்தத் தூரம்  $S = \frac{1}{2}(RS + OT) RA$

**தூர்நேரவளைகோடு:** ஒருபொருள் கடக்கும்  $S$  என்ற தூரத்தை நேரத்திற்கெதிராகக் குறித்தால் பெறப்படும் வரைப்படம் தூர நேர வளைகோடு எனப்படும்.  $0$  என்றவிடத்திலிருந்து ஒரு பொருள் மாறு



வேகத்துடன் இயங்கினால் தூர நேர வரைப்படம்  $OPQ$  என்ற நேர்க்கோடாகும். ஏனெனில் சமமான தூரங்கள் சமமந்த நேரங்களிற் கடக்கப்படுகின்றன. (படம் 17 (1) உதாரணமாக  $OA$  செக்கனில் கடக்கப்பட்ட தூரத்தை  $AP$  அடியெனவும்,  $OB$  செக்கனில் கடக்கப்பட்ட தூரத்தை  $AQ$  அடியென

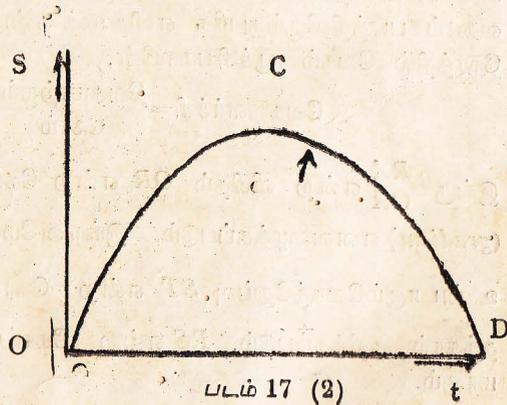
வுங்கொண்டால்  $AB$  செக்கன் என்ற நேரத்தைக் கருதும்பொழுது,

$$\text{வேகம்} = \frac{\text{கடக்கப்பட்டதூரம்}}{\text{நேரம்}} = \frac{BQ - AP}{AB} = \frac{QT}{PT} \text{ இங்கு } PT \text{ யென்பது}$$

$BQ$  விற்குச் செங்குத்தாகக் கீறப்பட்டுள்ளது. ஆனால்  $\frac{QT}{PT}$  என்பது  $OPQ$

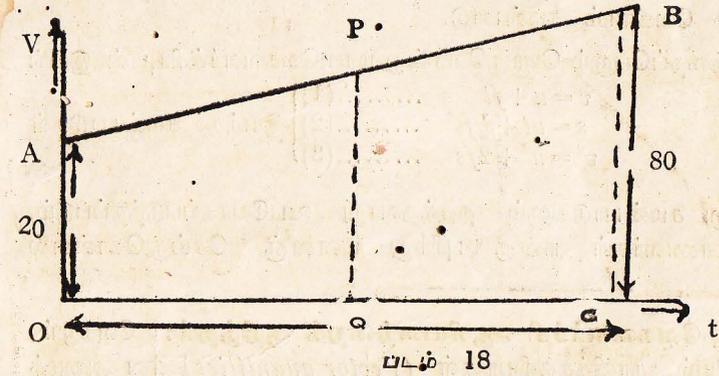
என்ற நேர்க்கோட்டின் மாறல் விகிதமாகும். ஆதலின் வேகவளர்ச்சி கோட்டின் மாறல் விகிதத்தாற் குறிக்கப்படும்.

படம் 17 (2) வளிமண்டலத்துள் வீசியெறியப்பட்ட ஒரு பந்தின்  $OCD$  என்ற தூரநேர வரைப்படத்தைக் குறிக்கின்றது. பந்து பெற்ற உச்ச உய



ரம்  $C$  இல் ஆகும்.  $D$  இல் அது பூச்சியம். இங்கு வேகம் ஒரே சீரானதல்ல. மாறாவளர்ச்சியுடன் இயங்கும் ஒரு பொருள் கடக்கும் தூரம்:

புகைவண்டியொன்று 20 அடி/செக். என்ற வேகத்துடன் இயங்கி 10 செக்கனில் 5 அடி/செக்<sup>2</sup> என்ற வேகவளர்ச்சியைப் பெறுகின்ற தெனக் கொள்வோம்.  $OA$  யிலிருந்து  $CB$  வரை வேகம் ஒரேசீராக அதிகரிக்கின்றது. வேகநேர வரைப்படம்  $AB$  என்ற நேர்க்கோடாகும். (படம் 18) 10 செக்கனின் பின்பு வேகம்  $= u + ft = 20 + 6 \times 10 = 80$  அடி/செக். 10 செக்கன் நேரத்தில் வண்டியின் சராசரி வேகம்  $\frac{1}{2}(20 + 80) = 50$  அடி/செக். ஆகும். இது படத்தில்  $PQ$  ஆற் குறிக்கப்பட்டுள்ளது.



வண்டி 10 செக்கனிற் சென்ற தூரம்  $= 50 \times 10 = 500$  அடி வேகவளர்ச்சியைப் பெற்று இயங்கிக்கொண்டிருக்கும் ஒரு பொருள் கடக்கும் தூரமாகிய  $s$  ஐக் குறிக்கும் ஒரு துத்திரத்தை நாம் பெறலாம். பொருளின் ஆரம்ப, இறுதி வேகங்கள் முறையே  $u, v$  எனவும்,  $t$  என்ற நேரத்தில்  $f$  என்ற மாறுவேகவளர்ச்சியைப் பொருள் பெற்றால் அந்நேரத்தில் பொருளின் சராசரி வேகம்  $= \frac{1}{2}(u + v)$ . எனவே,  $s = \frac{1}{2}(u + v)t$ ,

$$\text{ஆனால் } v = u + ft \text{ இதைப் பிரதியீடுசெய்தால்}$$

$$s = \frac{1}{2}(u + u + ft)t$$

$$\therefore s = ut + \frac{1}{2}ft^2 \dots \dots \dots (2)$$

மேலும்,  $v$  ஐ  $u, f, s$  ஆகியவற்றுடனணைக்கும் ஒரு துத்திரத்தையும் நாம் பெறலாம்.

இயக்கம்பெற்ற ஒரு பொருள் மாறுவேகவளர்ச்சியுடனியங்கும் பொழுது

$$v = u + ft$$

$$= ut + \frac{1}{2}ft^2$$

என்ற இரு சூத்திரங்களையும் பெற்றோம். பெரும்பாலும்,  $v$ ,  $u$ ,  $f$ ,  $s$  ஆகியவற்றிற்கிடையேயுள்ள உறவும், உபயோகமானது இதை நாம் "1" ஐ மேலேயுள்ள இரு சமன்பாடுகளிலிருந்து நீக்குவதாற் பெறலாம்.

$$v = u + ft \quad \text{என்பதிலிருந்து} \quad t = \frac{v-u}{f}$$

$$\text{இதை } s = \frac{1}{2}(u+v)t \text{ என்பதில் பிரதியிடுசெய்தால், } s = \frac{1}{2}(u+v) \left( \frac{v-u}{f} \right) \\ = \frac{v^2 - u^2}{2f}$$

$$\text{எனவே, } v^2 - u^2 = 2fs$$

$$\therefore v^2 = u^2 + 2fs \dots (2)$$

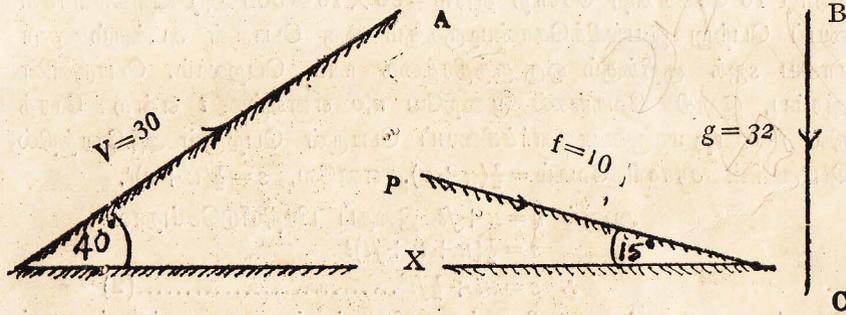
இதுவே நாம் வேண்டும் சமன்பாடு.

இயக்கத்தைப்பெறும் பொருளொன்று மாறவேகவளர்ச்சியுடன் இயங்கும்பொழுது,

$$\left. \begin{aligned} v &= u + ft & \dots \dots \dots (1) \\ s &= ut + \frac{1}{2}ft^2 & \dots \dots \dots (2) \\ v^2 &= u^2 + 2fs & \dots \dots \dots (3) \end{aligned} \right\} \text{இயக்கச் சமன்பாடுகள்}$$

என்ற மூன்று சமன்பாடுகளும் தகுந்தவாறு உபயோகப்படுத்தப்படும். இவற்றை மாணவர்கள் நன்கு புரிந்து மனனஞ் செய்துகொள்ளல் வேண்டும்.

**வேகம், வேகவளர்ச்சி ஆகியவற்றைக் குறித்தல்:** வேகமும், வேகவளர்ச்சியும், காவிக்கணியங்கள் (Vector quantities) என அழைக்க

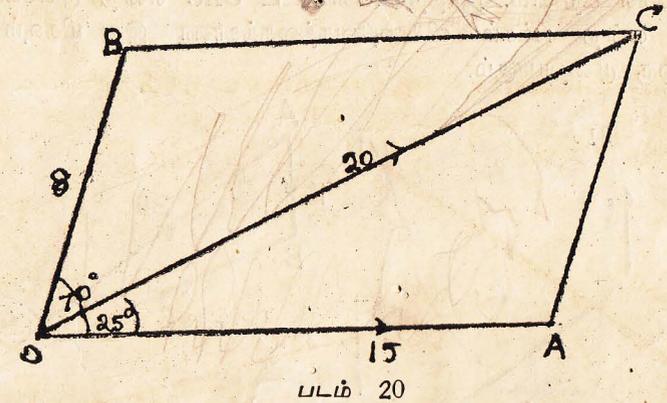


படம் 19 (1) (2) (3)

கப்படும். ஏனெனில் அவை திசையையும், பருமனையும் பெற்றிருக்கின்றன. இதுகாறும் நாம் அவற்றின் பருமனை மாத்திரமே கருதினோம். நாம் ஒரு வேகத்தை அல்லது வேகவளர்ச்சியை ஒரு நேர்க்கோட்டாற் குறிக்க விரும்பினால் நாம் அவற்றின் பருமனுக்கு விகிதசமமான ஒரு

கோட்டை அவற்றின் திசையிலே கீறவேண்டும். திசை அம்புக்குறியாற் குறிக்கப்படுகின்றன.

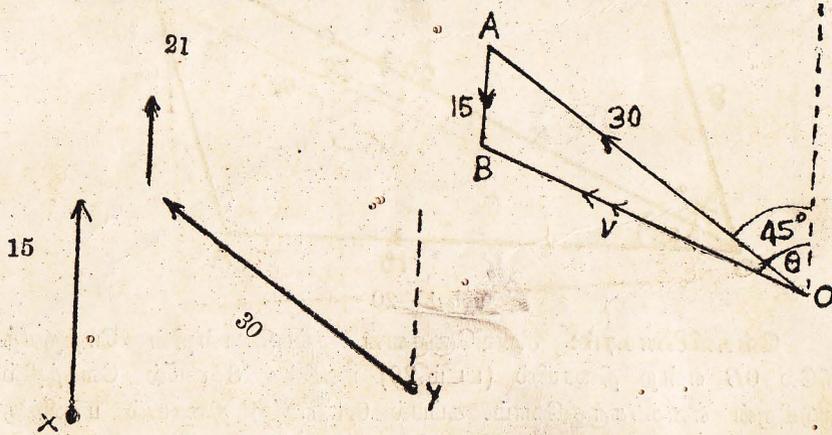
மோட்டார்க்காரொன்று மணிக்கு 30 மைல்வீதம் OA என்ற சாலை யில் OX என்ற பிறிதொரு சாலைக்கு திழக்கிலிருந்து 40° வடக்கே [படம் 19 (1)] செல்வதாகக் கொள்வோம். அதன் வேகம் 6 ச. மீ. நீளமும், OX என்ற கிடைக்கோட்டிற்கு 40° சாய்வாகவும் உள்ள OA என்ற கோட்டாற் குறிக்கப்படும். இங்கு 1 ச. மீ. = 5 மைல்/மணி என்பதைக் குறிக்கின்றது. இவ்வண்ணமே, கிடைக்கோட்டிற்கு 15° சாய்வாய்வுள்ள கோட்டில் ஒரு வண்டியின் 10 அடி/செக்² என்ற வேகவளர்ச்சியை PQ என்ற கோட்டாற் குறிக்கலாம். படம் 19 (2). இங்கு PQ = 5 ச. மீ. நீளமுடையது. எனவே, 1 ச. மீ. = 2 அடி/செ² என்பதைக் குறிக்கின்றது. வளிமண்டலத்தினுள் செங்குத்தாக வீசப்பட்ட ஒருபொருள் g = 32 அடி/செக்² என்ற வேகத் தேய்வை மேல்நோக்கிச் செல்லுகையில் உடையதாகின்றது. அது கீழ்நோக்கி விழும்பொழுது 32 அடி/செக்² என்ற கீழ்நோக்கு வேகவளர்ச்சியையுடையது. இவ்விரண்டினுள் ஒன்றில் புவியீர்ப்பின் இவ்வினைவு BC என்ற ஒரு செங்குத்துக் கோட்டாற் குறிக்கப்படும். அம்புக்குறி கீழ்நோக்கியிருக்கும். [படம் 19 (3)]



**வேகவினைகாரம்:** சிறுவனொருவன் கப்பலொன்றின் மேற்றளத்திலே OB என்ற திசையில் (படம் 20) மணிக்கு 8 மைல் வேகத்தில் ஓடுகிறான் எனக் கருதுவோம். கப்பல் OA என்ற திசையில் மணிக்கு 15 மைல் வேகத்திற் செல்லுகின்றதெனவும் கொள்வோம். OA என்பது OB என்பதற்கு 70° சாய்விலுள்ளதென்போம். சிறுவன் OA என்ற திசையில் 8 மை / மணிவீதம் ஓடினால் அவன் கடலிற்கு (8+15)=23 மைல் / மணி சார்வேகத்தைப் பெறுகிறான். சிறுவனதும், கப்பலினதும்

வேகங்கள் ஒரே திசையில் இல்லாவிட்டால் அவற்றின் கூட்டுத்தொகையை அல்லது விளைவை நாம்  $OA$ ,  $OB$  ஆகியவை முறையே சிறுவனது வேகமான 8 மைல்/மணி, கப்பலினது வேகமான 15 மைல்/மணி ஆகியவற்றை அவற்றின் திசையைக் குறிக்குமாறு பக்கங்களாக அமைந்த இணைகரத்தைக் கீழ்வதாற் பெறலாம். 1 ச. மீ. = 2 மைல்/மணி ஐக் குறித்தால்  $OA = 7\frac{1}{2}$  ச. மீ.  $OB = 4$  ச. மீ. பூர்த்தியாக்கப்பட்ட  $OACB$  என்ற இணைகரத்தின் மூலவிட்டமான  $OC$  சிறுவனது விளைவுவேகத்தை, திசை, பருமன் ஆகியவற்றுடன் குறிக்கும்.  $OC = 10$  ச. மீ. எனவும் கோணம்  $COA = 25^\circ$  எனவும் இருந்தால் சிறுவனின் விளைவுவேகம் 20 மைல்/மணி. அது கப்பலின் திசைக்கு  $25^\circ$  சாய்வாயிருக்கும்.  $OACB$  என்ற இணைகரம் சிறுவனது இயக்கத்தைப் பொறுத்தவரை வேகவினை கரமாகும். வேகத்தைத் தவிரந்த காவிக்கணியங்கள் (வேகவளர்ச்சி, விகை முதலியன) எப்பொழுதும் இணைகரமுறையாற் கூட்டப்படும்.

8 மைல்/மணி என்ற வேகம்  $AC$  என்ற கோட்டாலும், படம் 20இல் குறிக்கப்படலாம். ஏனெனில்  $AC$ ,  $OB$  ஆகியன சமநீரமாகவும், சமமாகவும் உள்ளன. எனவே,  $OA$  என்பதை முதலில் 15 மைல்/மணி என்பதைக் குறிக்க உபயோகித்தால்  $AC$  என்பதை 8 மைல்/மணி ஐக் குறிக்கக் கீறலாம். பூர்த்தியாக்கப்பட்ட  $OAC$  என்ற முக்கோணத்தின்  $OC$  என்ற பக்கம் விளைவுவேகத்தைக்காண இது மிகவும் பயனுள்ள ஒரு முறையாகும்.



படம் 21 (1)

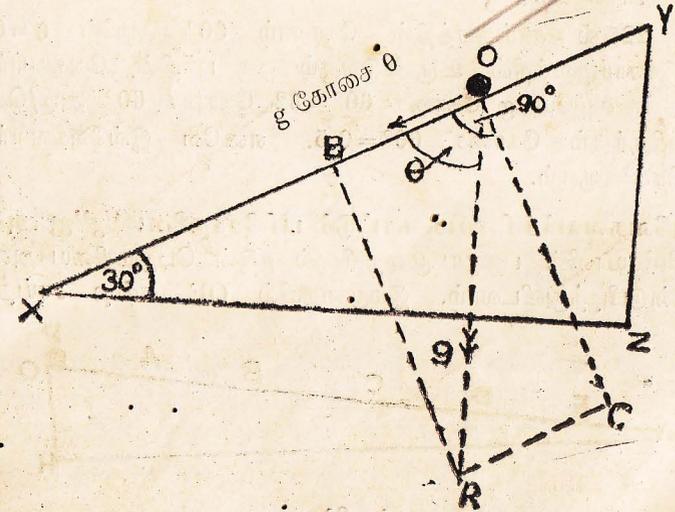
படம் 21 (2)

**சார்வேகம்:** X, Y என்ற இரு கப்பல்கள் ஒரே திசையில் முறையே 15 மைல்/மணி, 30 மைல்/மணி வீதம் சென்றால் Xற்கு Yஇன் சார்

வேகம் = Yஇன் வேகம் - Xஇன் வேகம் =  $30 - 15$  மைல்/மணி. இக் கப்பல்கள் எதிர்த்திசையிற் சென்றால் Xற்கு Yஇன் சார்வேகம் =  $30 - (-15) = 45$  மைல்/மணி ஆகும்.

இக்கப்பல்கள் முறையே 15 மைல்/மணி வீதமும், 30 மைல்/மணி வீதமும் வடதிசையிலும், வடமேற்குத்திசையிலும் சென்றால் [படம் 21 (1)] Xற்கு Yஇன் சார்வேகம் = Yஇன் வேகம் - Xஇன் வேகம் = Yஇன் வேகம் + (-Xஇன் வேகம்): அதாவது Xற்கு Yஇன் சார்வேகத்தைக்காண Yஇன் வேகத்தை Xஇன் வேகத்திற்கு எதிர்த்திசையில் சமமான வேகத்துடன் கூட்டவேண்டும்.

படம் 21 (2)இல் OA, Yஇன் வேகமாகிய 30 மைல்/மணியைக் குறிக்கின்றது. OA வடமேற்காக உள்ளது. எனவே OA பருமனிலும் திசையிலும் Yஇன் வேகத்தைக் குறிக்கின்றது. Aஇலிருந்து AB தெற்கு நோக்கி Xஇன் வேகமாகிய 15 மைல்/மணி ஐக் குறிக்க வரையப்பட்டுள்ளது. நாம் முன்பு கண்டபடி பூர்த்தியாக்கப்பட்ட OAB என்ற முக்கோணத்தின் OB என்ற பக்கத்தினால் திசையிலும், பக்கத்திலும் குறிக்கப்படும். OBஐ அளந்து  $\theta$  என்ற கோணத்தையும் அளந்தபொழுது Xற்கு Yஇன் சார்வேகம் 22 மைல்/மணி எனவும், கோணம் வடக்கிலிருந்து மேற்கே  $73.5^\circ$  எனவும் பெறப்பட்டன.



படம் 22

**கூறுகள்:** O என்ற ஒரு பொருள் XY என்ற அழுத்தமான சாய்தளத்தில் (படம் 22) வழக்கிக்கொண்டிருக்கின்றதெனக் கொள்

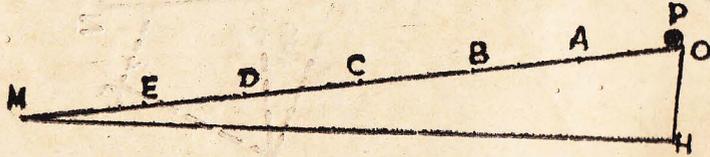
வோம். பொருள் தானாகவே வழக்கிக்கொண்டு வந்தால், அதன்மீது செயல்படும் புவியீர்ப்பின் விளைவு குறைவாகவேயிருக்கும். Oஇன் வேக வளர்ச்சி இவ்வாறு புவியீர்ப்பு வேகவளர்ச்சியாகிய "g"இலும் குறைவாகவேயிருக்கும்.

OX என்ற பக்கத்திலுள்ள 'g'இன் பகுதி அத்திசையில் 'g'இனது பிரித்த பகுதி எனப்படும். அதன் பருமனைக் கீழ்க்காணும் முறையாற் காணலாம். OR என்ற திசையிலும், பருமனிலும் 'g'ஐக் குறிக்க வரைக. OBஐ மூலவிட்டமாகவும், OB, OC என்ற பக்கங்களை முறையே சாய் தளத்தினூடும், சாய்தளத்திற்கு நிலைக்குத்தாகவும் உள்ள OCRB என்ற இணைகரத்தை வரைக. OB என்பது சாய்தளத்தினூடேள்ள 'g'இன் பிரித்த பகுதியாகும். வேகவளர்ச்சி இணைகரமான OCRB இலிருந்து OB, OC ஆகியவற்றின் விளைவையே OR குறிக்கின்றதென்பது தெளிவு.

மேலும், கோணம்  $\text{BOC} = 90^\circ$  ஆதலின் முக்கோணம் OBR ஒரு செங்கோண முக்கோணம் எனவே, கோணம் BORஐ  $\theta$  எனக் குறித்தால்  $\text{OB} = \text{OR} \cos \theta = g \cos \theta$ . ஆதலின்  $\theta$  கோணத்தில் gஇன் பிரித்த பகுதி  $g \cos \theta$  ஆகும். பிறிதோரத்தியாயத்தில் வேகவளர்ச்சியைத் தவிர்ந்தனவும் நேர்க்கோட்டினால் பருமன் திசை ஆகிய வற்றைக் குறிக்கத் தகுந்தனவுமான பிற காவிகளின் பிரித்த பகுதிகளையும், காண்பதற்கு இதை விரிக்கலாமெனக் காட்டப்படும்.

படம் 22இல் சாய்தளத்தின் கோணம்  $30^\circ$  ஆயின்  $\theta = 60^\circ$ . எனவே, இச்சாய்தளத்தில் உருண்டுவரும் ஒரு பந்தின் வேகவளர்ச்சி சாய்தளத்தின் வழியே  $g \cos 60^\circ = 32 \cos 60^\circ = 16$  அடி/செக்<sup>2</sup>. கீழ்நோக்கியிருக்கும் கோசை  $60^\circ = 0.5$ . எனவே இவ்வேகவளர்ச்சி 16 அடி/செக்<sup>2</sup> ஆகும்.

மாடுவேகவளர்ச்சியைக் காட்டும் பரிசோதனை: "g"ஐ அளத்தல்: கலிலியோவின் பழைய முறையினால் gஇன் பெறுமதியை அணித்தாகக் கண்டுபிடித்துவிடலாம். இம்முறையில் OE என்ற சாய்தளம்



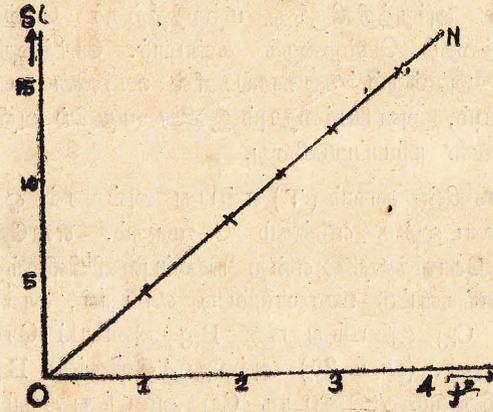
படம் 23

உபயோகிக்கப்படுகின்றது. இச்சாய்தளம் OA, AB, BC, CD, DE என்ற தெரிந்த நீளங்கள் குறிக்கப்பட்டனவாயுள்ளது. (படம் 23) சாய்

தளத்திலுள்ள தண்டவாளத்தின்மீது ஒரு கோளம் P செல்கின்றது. இது Oஇல் ஓய்வுநிலையிலிருந்து புறப்படுகின்றது. பத்திலொரு செக்கன் குறிக்கப்பட்டிருக்கும் ஒரு நிறுத்தற்கடிக்காரத்தினால் அக்கோளம் Oஇல் இருந்து A வரை செல்லும் நேரம் பெறப்படுகின்றது. இவ்வண்ணமே, OB, OC, OD, OE முதலிய துவாரங்களுக்கு வேண்டிய நேரங்கள் பெறப்பட்டுக் கீழ்வரும் அட்டவணை தயாரிக்கப்படுகின்றது.

s (அடி)	t (செக்)	t <sup>2</sup>
0	0	0
6	1.2	1.44
9	1.5	2.25
12	1.7	2.89
15	1.9	3.61

't' செக்கனில் ஒரு பொருள் மாடுவேகவளர்ச்சியுடன் கடக்குந் தூரமான  $s, s = ut + \frac{1}{2}ft^2$  என்ற சூத்திரத்தாற் பெறப்படும். பொருள்



ஓய்வுநிலையிலிருந்து புறப்பட்டால்,  $u = 0$ . எனவே,  $s = \frac{1}{2}ft^2$ . 'f' மாறிலியாயின்  $s, t^2$  என்பதற்கு நேர்விகித சமமாதல்வேண்டும். படம் 24இல் ON என்ற நேர்க்கோடு  $t^2$ இற் கெதிராக  $s$  வரையப்படுவதாற் பெறப்படுவதாகும். இதிலிருந்து  $s \propto t^2$  என்பது புலனாகின்றது. இயங்கும் கோளத்தின் வேக வளர்ச்சி சாய்தளத்தின் வழியே மாடுதிருக்கின்ற

தென்பது தெளிவு.

இப்பரிசோதனையை புவியீர்ப்பின் வேகவளர்ச்சியாகிய "g"ஐக் காண உபயோகிக்கலாம். கோளம் ஓய்வுநிலையிலிருந்து (O இலிருந்து) E வரையுள்ள தூரமாகிய sஐக் கடக்க "t" என்ற நேரத்தைப் பெறுகின்றது என்போம்.

இப்பொழுது  $s = \frac{1}{2}ft^2$  (எனினில்  $u = 0$ )

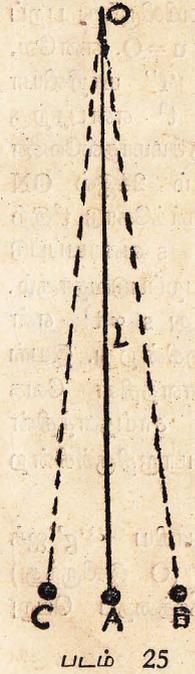
இதிலிருந்து  $f = \frac{2s}{t^2}$  இது சாய்தளத்தின்வழியே கோளத்தின் வேகவளர்ச்சி

யைத் தருகிறது. இதை நாம் கணித்துவிடலாம். ஆனால்  $f=g$  கோசை  $\theta$ . இது சாய்தளத்தில்  $g$ இன் பிரித்தபகுதி. இங்கு கோணம்  $FOH = \theta$  என்று கொள்ளப்படுகின்றது. நாம் கோசை  $\theta$  என்பதைக் கணித்து

விடலாம். ஏனெனில் கோசை  $\theta = \frac{OH}{OM}$  எனவே, “ $g$ ”ஐ நாம் கணித்து

விடலாம். இம்முறையிற் பெறப்படும் “ $g$ ”இன் பெறுமதி அணித்தானதே.

**தனியூசல் முறையினால் “ $g$ ”ஐக் காணல்:** இம்முறையும் கலிலியோவிற் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதே. ஒரு நாள் தெய்வ வழிபாட்டிற்கு ஆலயத்திற்குச் சென்ற அவர் அங்கு தொங்கிக்கொண்டிருந்த அலங்கார விளக்கு ஊசலாடக்கொண்டிருப்பதை அவதானித்தார். அவ்வியக்கம் ஒழுங்காக உள்ளதை அவர் உணர்ந்தார். தெய்வ வழிபாட்டை மனமானது நாடவில்லை. தனது நாடித்துடிப்பால் விளக்கின் ஊசலாட்டத்தை அளக்க அவர் முயன்றபொழுது விளக்கு இயக்கத்தின் ஓர் அந்தத்திலிருந்து மற்றத்திற்குச் செல்ல ஒரே நேரத்தைப் பெற்றதைக் கண்டார். நேரத்தைத் திருத்தமாக அளக்கும், கடிகாரங்களில் ஊசலின் உபயோகத்தையும், அவசியத்தையும் இவரே முதலில் அறிந்திருக்கலாமென நம்பப்படுகிறது.



ஓர் ஊசலின் காலம் (T) என்பது அவ்வூசல் ஒரு முழு ஊசலாடலுக்கு எடுக்கும் நேரமாகும். எனவே, ஒரு சிறிய கோளத்தை O என்ற நிலைப்புள்ளியிலிருந்து கட்டித் தொங்கவிட்டு ஊசலாடும்படி விட்டால், காலம் Bயிலிருந்து Cஐ அடைந்து பின் Bஐ அடையச் செல்லும் நேரமாகும். (படம் 25) அல்லது Aஇலிருந்து Bஐ அடைந்து மீண்டும் Aஇலுடாக Cஐ அடைந்து திரும்பவும் Bஐ அடையச் செல்லும் நேரமாகும். ஊசலாட்டத்தின் காலம் T பொதுவாக ஊசலின் நேரத்திற்குறங்கியிருக்கும். உயர்கணித முறைப்படி  $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$  என்ற

தத்திரத்தைப் பெறலாம். ஊசலை உபயோகிக்கும் இடத்தின் ஈஜக்காண இது ஒரு வாய்ப்பையளிக்கின்றது. ஊசலாட்டத்தின்பொழுது ஊசல் ஒரு மிகச் சிறிய கோணத்தினூடே ஆடினாற்பின் இச்சுத்திரம் பொருந்தும். இச்சமன்பாட்டில் T செக்கனிலும் l அடி (அல்லது ச. மீ)யில் இருந்தால் g அடி/செக்<sup>2</sup> (அல்லது ச. மீ/செக்<sup>2</sup>) என்று பெறப்படும்.

இச்சமன்பாட்டினால்  $g$ இன் பெறுமதியை ஓரளவு திருத்தமாக அளந்து விடலாம். கன்மான இழையொன்றின் முனையிலே ஒரு கோளத்தைக் கட்டி O என்ற ஒரு நிலைப்புள்ளியிலிருந்து தொங்கவிட்டு அதை ஒரு சிறிய கோணத்தினூடே ஆடவிடுக. 50 ஆட்டங்களுக்கு ஏற்ற நேரத்தைக் கணக்கிடுக. • உதாரணமாக அந்நேரம் 162 செக். எனவிருந்தால்,  $T = \frac{162}{30} = 3 \cdot 24$  செக். ஆகும்.

கோளத்தின் மையத்திலிருந்து Oஇன் உயரம் l அளக்கப்படுகிறது. இது 261.5 ச. மீ. ஆயின்,

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$3 \cdot 24 = 2\pi \sqrt{\frac{261.5}{g}}$$

$$\therefore g = \frac{4\pi^2 \times 261.5}{3 \cdot 24^2} = 983.$$

எனவே இப்பரிசோதனையின்படி புவியீர்ப்பின் வேகவளர்ச்சி 983 ச. மீ./செக்<sup>2</sup> என்றாகிறது.

### மாதிரிக்கணக்குகள்

**உதாரணம் (1):** தரையிலிருந்து மேல்நோக்கிச் செங்குத்தாக ஒரு பொருளை வீசியெறிந்தபொழுது அது 625 அடி உயரத்தையடைந்தது. வீசியெறிந்த வேகத்தையும், அவ்வயரத்தையடையச் சென்ற நேரத்தையும் காண்க?

நாம் வீசியெறிந்த வேகத்தை u அடி/செக் எனக் கொள்வோம்.

$$v^2 = u^2 + 2fs$$

$$0 = u^2 - 2 \times 32 \times 625$$

$$\therefore u^2 = 2 \times 32 \times 625$$

$$u = \sqrt{2 \times 32 \times 625} = 200 \text{ அடி/செக்.}$$

உயரத்தையடையச் செல்லும் நேரத்தை t செக் எனக் கொள்வோம்.

$$u = u + ft$$

$$0 = 200 - 32t$$

$$t = \frac{200}{32} = 6\frac{1}{4}$$

**உ-ம் (2):** 20 மைல்/மணி/நிமி என்ற வேகவளர்ச்சி அடி/செக்<sup>2</sup> இல் எவ்வளவு. 2 அடி/செக், ஆரம்பவேகத்தையடைய ஒரு பொருள் 2 அடி/செக்<sup>2</sup> என்ற மாடுவேகவளர்ச்சியை 3 செக்கனுக்குப் பெற்று பின் 3 செக்கனில் மாடுவேகத்தையும் அதன்பின் 3 செக்கனில் ஓய்வுநிலையைப் பெறுகின்றது. இவ்வியக்கத்தின் வேகநேர வரைப்படத்தைப்

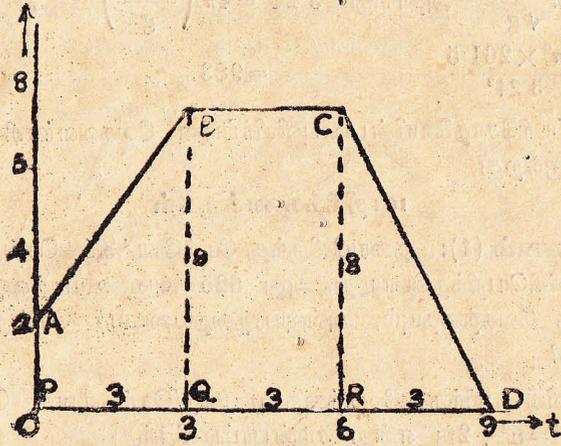
பெறுக. அதிலிருந்து இயக்கத்தின் ஒவ்வொரு படியிலும் கடந்த தூரத்தையும், மாறுவேகத்தையும் காண்க?

$$(i) \text{ மாறுவேகவளர்ச்சி } f \text{ அடி/செக்}^2 = \frac{\text{வேகமாற்றம் அடி/செக் இல்}}{\text{நேரம் செக்கனில்}}$$

$$\text{ஆனால் } 20 \text{ மைல்/மணி} = \frac{88}{3} \text{ (1 மணி} = 60 \text{ செக்கன்கள்)}$$

$$f = \frac{88/3}{60} = \frac{88}{3 \times 60} = \frac{22}{45} \text{ அடி/செக்}^2$$

பொருளின் இயக்கத்தின் வேகநேர வரைப்படத்தை ABCD குறிக்கின்றது. (படம் 26)



படம் 26

பொருளின் ஆரம்பவேகம்  $OA = 2$  அடி/செக். 3 செக். பின் வேகம்  $= 2 + 2 \times 3 = 8$  அடி/செக். இது BQ ஆற்ற குறிக்கப்பட்டுள்ளது. இங்ஙனம் AB என்ற நேர்க்கோடு மாறுவளர்ச்சியுடன் இயங்கும், வேக நேர வரைப்படத்தைக் காட்டுகின்றது. BC மாறுவேகத்தையும், CD மாறுவேகத் தேய்வையும் குறிக்கின்றன.

இயக்கத்தின் ஒவ்வொருபடியிலும் சொல்லப்பட்ட தூரம் அவ்வப் படிகளின் வேகநேர வரைப்படத்திற்கும், நேரவச்சிற்குமிடைப்பட்ட பரப்பினால் பெறப்படும்.

$$OABQ \text{ என்ற சரிவகத்தின் பரப்பு} = \frac{1}{2}(2+8)3 = 15 \text{ ச. அடி}$$

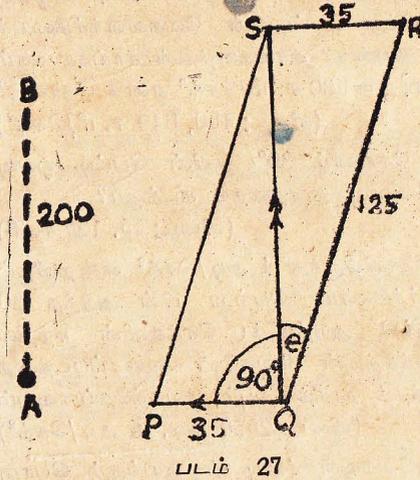
$$QBCR \text{ என்ற செவ்வகத்தின் பரப்பு} = 8 \times 3 = 24 \text{ ச. அடி}$$

$$CRD \text{ என்ற முக்கோணத்தின் பரப்பு} = \frac{1}{2} \times 8 \times 3 = 12 \text{ ச. அடி}$$

$$\text{வேகத்தேய்வு} = \frac{\text{வேகவீழ்ச்சி}}{\text{நேரம்}} = \frac{CR}{RD} = \frac{5}{3} = 2\frac{2}{3} \text{ அடி/செக்}^2$$

**உ-ம் (3):** ஆகாய விமானமொன்று A என்ற இடத்திலிருந்து அதற்கு 200 மைல்கள் வடக்கேயுள்ள B என்ற இடத்தையடைய வேண்டும். காற்றின் வீகம் நிலையானதாகவும், கிழக்கிலிருந்து மணிக்கு 35 வீதத்திலும் இருக்க விமானம் நிலையான வளியில் 125 மைல்/மணி வீதம் செல்ல அதை எத்திசையிற் செலுத்தவேண்டுமெனவும், 200 மைல்களை அது எவ்வளவு நேரத்திற் கடக்குமெனவும் காண்க?

விமானத்தின் விளைவுவேகம் (QS) வடக்கு நோக்கவேண்டும். இது QP, QR என்பன முறையே காற்று, விமானம் இவற்றின் வேகத்தைக் குறிக்கும். QRSP என்ற இணை



படம் 27

கரத்தின் (படம் 27) QS என்ற முலைவிட்டத்தாற்றாரப்படும். இவற்றிலிருந்து விமானம் QR என்ற திசையிற் செலுத்தப்படவேண்டும் என்பது தெளிவு. QS வடக்கு நோக்கியுள்ளது. எனவே கோணம்  $\angle SQP = 90^\circ$ . கோணம்  $\angle SQR$  ஆயின்

$$\text{சைன் } \theta = \frac{SR}{QR} = \frac{35}{125} = 0.28$$

எனவே,  $\theta = 16^\circ$  ஆதலின் விமானம் வடக்கிலிருந்து  $16^\circ$  கிழக்கு நோக்கிச் செலுத்தப்படல் வேண்டும்.

விளைவு வேகமான QS கீழ்வருமாறு மாறு பெறப்படும்.

$$125^2 = 35^2 + QS^2$$

$$QS^2 = 125^2 - 35^2$$

$$QS = \sqrt{125^2 - 35^2} = \sqrt{(125+35)(125-35)} = \sqrt{160+90} = 120 \text{ மைல்/மணி.}$$

200 மைல்களைக் கடக்கச் செல்லும் நேரம்  $= \frac{200}{120} = 1\frac{2}{3}$  மணி.

#### பயிற்சி

1. அன்றாட வாழ்க்கையில் இயக்கவிசையியலின் மூன்று உபயோகங்களைக் கூறுக?
2. மேர்ட்டார்க் காரொன்று மணிக்கு 30 மைல் வீதம் 10 செக்கனுக்கு சென்றால் அது சென்ற தூரமென்ன? (விடை: 440 அடி)

3. செக்கனுக்கு 30 அடி வீதம் இயங்கிக்கொண்டிருக்கும் ஒரு புகை வண்டி  $\frac{1}{2}$  நிமிடத்திற்கு 3 அடி/செக்<sup>2</sup> என வேகவளர்ச்சியைப் பெறுகின்றது. வண்டியின் இறுதிவேகத்தையும், அது சென்ற தூரத்தையும் காண்க? (விடை: 75 அடி/செக்: 787 $\frac{1}{2}$  அடி)
4. பந்தொன்று செக்கனுக்கு 64 அடி வீதம் மேலேக்கி செங்குத்தாக வீசியெறியப்பட்டது. அப்பந்தின் வேகத்தேய்வென்ன? பந்து தனது இயக்கத்தின் உச்சியில் அது ஓய்வைப் பெறுமுன் கடக்கும் தூரமென்ன? (விடை: 32 அடி/செக்<sup>2</sup>: 64 அடி)
5. 4ஆவது வினாவில் பந்து உச்சமான உயரத்தையடைய எடுக்கும் நேரத்தைக் காண்க? பந்து எறிந்தவனிடமே மீண்டும் வர எவ்வளவு நேரஞ் செல்லும்? (விடை: 2 செக், 4 செக்)
6. கிடைக்கு 30° சாய்விலுள்ள ஒரு சாய்தளத்தில் ஒரு பெட்டி வழக்குகின்றது. உராய்வைப் புறக்கணித்து பெட்டியின் வேகவளர்ச்சியைச் சாய்தளத்தினூடே ச. மீ/செக்<sup>2</sup> இல் காண்க? சாய்தளத்தின் சாய்கோணம் 60° ஆயின் வேகவளர்ச்சியென்ன?  $g = 980$  ச. மீ/செக்<sup>2</sup> எனக் கொள்க? (விடை: 490, 849 ச. மீ/செக்<sup>2</sup>)
7. ஆறாம் வினாவில் சாய்தளத்தின் கோணம் 30° ஆயின் பெட்டி ஓய்வு நிலையிலிருந்து  $\frac{1}{2}$  நிமிடத்தில் எவ்வளவு தூரத்தைக் கடக்கும்? (விடை: 55. 125 ச. மீ)
8. மோட்டார் காரொன்று ஓய்வுநிலையிலிருந்து 4 அடி/செக்<sup>2</sup> என்றவீதம் 15 செக்கனுக்கு மாறுவேகவளர்ச்சியைப் பெற்று பின் அடுத்த 30 செக்கனுக்கு மாறுவேகத்துடனியங்கி அடுத்த 10 செக்கனின் சுற்றில் ஓய்வுநிலையையடைகின்றது. இயக்கத்தின் வேகநேர வரைப்படத்தை வரைந்து வண்டி சென்ற மொத்தத் தூரத்தையும், வேகத்தேய்வையும் காண்க? (விடை: 2550 அடி, 6 அடி/செக்<sup>2</sup>)
9. (அ) மாறுவேகத்துடன் (ஆ) மாறுவேகவளர்ச்சியுடன் இயங்கும் பொருளொன்றிற்கு உதாரணம் தருக. உமது விடையை விளக்குக?
10. ஆகாயவிமானமொன்று வடக்குநோக்கி மணிக்கு 200 மைல்வீதம் பறக்கின்றது. மணிக்கு 80 மைல் வீதம் வீசும் காற்று கிழக்கிலிருந்து வீசினால் ஆகாயவிமானத்தின் விளைவு வேகத்தை (அ) படத்தினால் (ஆ) கணிப்பினால் காண்க? (விடை: 215 மைல்/மணி; 21° மே)
11. x என்ற ஒரு கப்பல் மேற்கு நோக்கி மணிக்கு 20 மைல்வீதம் செல்லுகின்றது. y என்ற பிற்தொரு கப்பல் கிழக்கு நோக்கி மணிக்கு 15 மைல் வேகத்தில் செல்கிறது. படங்கேறி y கு x இன் சார்வேகத்தைக் காண்க? (விடை: 32.4 மைல்/மணி)
12. 'g' ஐக் காண்பதற்குரிய பரிசோதனைபெற்றிற்குத் தேவையான உபகரணங்களைக் கூறி எவ்வெவ்வவதாரிப்புகள் தேவையெனவுங் கூறிப் பரிசோதனையை விளக்குக?

13. "மாறுவேகவளர்ச்சி" என்பதற்கு வரைவில்லக்கணம் கூறி (அ) 't', நேரத்திற் பெறப்படும் வேகம் (ஆ) ஓய்வுநிலையிலிருந்து a மாறுவேக வளர்ச்சியுடன் s தூரம் ஆகியவற்றிற்குச் சூத்திரங்களைப் பெறுக? புகைவண்டியொன்று ஓய்வுநிலையிலிருந்து 1.65 அடி/செக்<sup>2</sup> என்ற வேக வளர்ச்சியுடன் இயங்குகின்றது. அது தனது நீளமான 110 யாரைக் கடக்கும்பொழுது அதன் வேகத்தை மணிக்கு எத்தனை மைல் எனக் காண்க? (விடை: 22.5 மைல்/மணி)
14. மாறுவேகவளர்ச்சி என்பதன் பொருள் யாது? ஓய்வுநிலையிலிருந்து மாறுவேகவளர்ச்சியுடன் இயங்கும் பொருளொன்றின் வேகநேர வரைப்படத்தைக் கீறுக? ஓய்வுநிலையிலிருந்து புகைவண்டியொன்று 2 நிமிடங்களில் மணிக்கு 20 மைல் வேகத்தைப் பெறுகின்றது. அது இவ்வேகத்துடன் 5 நிமிடங்களியங்கிப் பின் மாறுவேகத்தேய்வுடன் 2 நிமிடங்களில் மீண்டும் ஓய்வுநிலையையடைகின்றது. வண்டி கடந்த மொத்தத் தூரமெவ்வளவு? (விடை: 3 $\frac{1}{2}$  மைல்)
15. வேகமாக வீசும் காற்றோட்டத்திற்கு நிலைக்குத்தாக ஓர் ஆகாயவிமானம் மணிக்கு 198 மைல் வளிவேகத்தைப் பெற்றிருக்கின்றது. பூமிக்குச் சார்பாய் இயந்திரத்தின் வேகம் மணிக்கு 202 மைல் ஆயின் காற்றின் வேகமென்ன? (விடை: 40 மைல்/மணி)
16. விளக்கப்படத்துடன் வேகவிணைகரத்தேற்றத்தை விளக்குக? ஒரு மனிதன் தனது படகில் ஒரு கரையில் A என்ற புள்ளியிலிருந்து ஆற்றைக் கடக்கப் புறப்படுகிறான். அவன் படகை இக்கரைக்கு 60° சாய்வாகச் செலுத்தி அடுத்த கரையை A என்ற முதற்புள்ளிக்கு நேர் எதிராகவுள்ள B என்ற புள்ளியில்டைகிறான். ஆற்றின் நீரோட்டத்தின் வேகம் மணிக்கு 4 மைல். (அ) படகு ஆற்றைக் கடக்கும் உண்மை வேகம், (ஆ) B என்ற புள்ளி A யிலிருந்து  $\frac{1}{2}$  மைல் ஆயின் படகு எடுக்கும் நேரம் ஆகியவற்றைக் காண்க? (விடை: (அ) 6.93 மைல்/மணி (ஆ) 4.3 நிமி)
17. இயங்குகின்ற பொருளொன்றின் மாறுவேகவளர்ச்சி a அடி/செக்<sup>2</sup> ஆயின் அதன் ஆரம்பவேகம், u அடி/செக் என்றிருக்க 't' செக்கன் நேரத்தின்மீன் (அ) அதன் வேகமாகிய v (ஆ) அது செல்லும் தூரமாகிய s ஆகியவற்றிற்குரிய கோவைகளைப் பெறுக? கிடைக்கு 30° சாய்வாயும், 72 அடி நீளமுடைய ஓர் அழுத்தமான சாய்தளத்தின் நுனியிலிருந்து ஒரு பொருளைச் சுட்டால் அது சாய்தளத்தின் உச்சியைச் சரியாக அடையும் ஆயின் அது சுடப்பட்ட வேகத்தையும், இயக்கத்தின் நேரத்தையும் காண்க? (விடை: (அ) 48 இடி/செ (ஆ) 3 செக்)

18. ஓய்வுநிலையிலிருந்து "a" என்ற மாறுவேகவளர்ச்சியுடன் இயங்கும் ஒரு பொருள் t செக்கனில் கடக்கும் தூரமாகிய  $s = \frac{1}{2} at^2$  என்பதை முதற் தத்துவங்களிலிருந்து பெறுக?  
புவிபீர்ப்பின் வேகவளர்ச்சியைக் காண்பதற்கான பரிசோதனை யொன்றை விவரித்து அளவீடுகளிலிருந்து அதை எவ்வாறு கணிக்கலாமெனவுங் காட்டுக?
19. மாறுவேகம், மாறுவேகவளர்ச்சி ஆகியவற்றிற்கு வரைவிலக்கணங்கள் தருக? ஒரு வேகநேர வரைப்படத்திலிருந்து (அ) எந்தக்கணத்திலும் வேகவளர்ச்சி (ஆ) சராசரி வேகம் ஆகியவற்றை எவ்வாறு கணக்கிடலாமெனக் காட்டுக?  
மோட்டார் வண்டியொன்று ஓய்வுநிலையிலிருந்து  $\frac{1}{2}$  அடி/செக்<sup>2</sup> என்ற மாறுவேகவளர்ச்சியுடன் வேகம் 50 அடி/செக். என்பதைப் பெறு மளவிற்கியங்கி இதே வேகத்தில் 3 நிமி. இயங்கிப் புறப்பட்ட நேரத்தில் 8 நிமிடங்களின் பின் மாறுவேகத் தேய்வுடன் ஓய்வுநிலையைப் பெறுகின்றது. இவ்வியக்கத்தின் வேகநேர வரைப்படத்தைக் கீறி வண்டியின் சராசரி வேகத்தையும் காண்க? (விடை: 34 $\frac{2}{3}$  மைல்/மணி)
20. கீழ்வருவனவற்றை விளக்குக: -மாறுவேகவளர்ச்சி, புவிபீர்ப்பின் வேக வளர்ச்சி ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் புவிபீர்ப்பின் வேகவளர்ச்சியைக் காணும் முறையொன்றினை விளக்குக?  
செங்குத்தாக மேல்நோக்கி எறியப்பட்ட ஒரு பந்து உயரக்கிளம்பி மீண்டும் கீழேவர 6 செக்கன்களை எடுத்தது. (அ) பந்து அடைந்த உச்ச உயரம் (ஆ) பந்தின் ஆரம்பவேகம் ஆகியவற்றைக் காண்க? (விடை: (அ) 144 அடி (ஆ) 96 அடி/செ)

## அத்தியாயம் 3

### விசையும்-சத்தியும்

உலகிலே தோன்றிய விஞ்ஞானமேதைகளில் சேர். ஐசாக் நியூற்றனே (1642-1727) தலைசிறந்தவர் ஆவார். பூமியுட்பட கிரகங்கள் கவர்ச்சி விசையினால் சூரியனைச் சுற்றி இயங்குகின்றன என்று கணிதவியலினால் நிறுவிய பெருமை இவரையே சாரும். வெண்மையான ஒளி பலவேறு நிறங்களைக்கொண்டது எனவும், இவர் கண்டுபிடித்தார். உலகின் மிகப் பெரிய தொலைநோக்கியைத் தயாரிக்க இவரே அடிகோலினார். விஞ்ஞானத்திலும், கணிதவியலிலும் இவர் கண்டுபிடித்த உண்மைகள் எண்ணிலடங்கா. இவரைக் கணிதவியலின் பிதாவென ஆன்ரோரழைப்பார். இத்தகைய சிறப்புவாய்ந்த இம்மேதை தனது 23ஆவது வயதில் கேம்பிரிட்ஜ் சர்வகலாசாலையிலே கணிதவியற் பேராசிரியராக இருந்தார். இவரின் வாழ்க்கையின் இறுதிப்பகுதியில் இவர் நாணயச்சாலையதிபராகக் கடமையேற்று இங்கிலாந்தில் இன்று வழங்கும் நாணயத்திட்டத்தை அமுலுக்குக் கொண்டுவந்தார். இவர் கண்டுபிடித்த இயக்க விதிகளினாலேயே இவர் இன்று எல்லாருக்கும் தெரிந்தவராகிவிட்டார்.

**நியூற்றனின் இயக்க விதிகள்:** 1687ஆம் ஆண்டு நியூற்றன் நிலையியக்கவியலிலே பெரிதும் ஆராய்ச்சிகள் செய்து வேகம், வேக வளர்ச்சி என்பன விசையுடன் இணைந்திருப்பன என்பதைக் கண்டு பிடித்தார். இவரின் இயக்கவிதிகளே இயக்கவிசையியலின் அடிப்படை. அவை வருமாறு:

**விதி (1):** ஒவ்வொரு பொருளும், தன்மீது அழுத்திய விசைகள் தொழிற்படாதவரையில் தனது ஓய்வுநிலையிலோ அல்லது மாறுவியக்க நிலையிலோ இருக்க முயலுகிறது.

**விதி (2):** ஒரு பொருளில் உண்டாகும் திணிவுவேக மாறுபாடு அதன்மீது தொழிற்படும் அழுத்திய விசைக்கு விதிதசமமுடையது. மற்றும் இம்மாறுபாடு விசை தொழிற்படும் திசையிலேயே நிகழ்கிறது.

**விதி (3):** தாக்கமும், எதிர்த்தாக்கமும் சமமானவையாயும் எதிர்த்திசையிலும் இருக்கும். ஓய்வுநிலையிலிருக்கும் ஒருபொருள் அந்நிலையிலிருப்பதற்கும், இயக்கநிலையிலிருக்கும் ஒருபொருள் தனது மாறுவியக்கத்தையே யுடையதாயிருப்பதற்கும் முயலுகிறது என்ற உண்மை ஐயந்திரிபறக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுவிட்டது. இவ்வாறு தானிருந்த நிலையிலேயே இருப்பதற்கு ஒருபொருள் முயல்வதால் அப்பொருளின் சடத்துவத்துவமிருக்கின்றதென்கிறோம்.

உதாரணமாக இப்புத்தகம் தனக்குப் புறமாயுள்ள விசையொன்றினால் றுக்கப்பட்டாலன்றி (தள்ளினால் அல்லது இழுத்தால் அல்லது தூக்கினால் அன்றி) தானாக இயங்கமாட்டாது. ஒரு புகைவண்டி அல்லது பஸ்வண்டி திடீரென நகர ஆரம்பித்தால் பிரயாணிகள் தாங்கள் முன்பிருந்த ஓய்வுநிலையிலிருப்பதாகப் பின்புறமாக அதிர்ச்சியைப் பெறுவர். இவ்வண்ணமே மாறவேகத்துடன் இயங்கும் ஒருபொருள் ஒரு விசையால் றுக்கப்பட்டாலன்றித் தனது மாறவேக இயக்கத்திலேயே தொடர்ந்திருக்கும். பனியுறைந்த தடாகத்தின் மேற்பரப்பில் ஒருபொருள் வீசியெறியப்பட்டால் அது தொடர்ந்து இயங்கிக்கொண்டேயிருக்கும். எனினில், பனியின் மேற்பரப்பு அழுத்தமாயிருப்பதால் அதன் மேற்புறத்தில் உராய்வு விசை இல்லாதிருக்கின்றது. மேலைநாடுகளில் பனிக்கட்டியில் சறுக்கி விளையாடும் களியாட்டத்திலீடுபடுவோர் தமது இயக்கம் தொடர்ந்திருக்கப் பெறுவது இதுகாரணத்தினாலேயேயாம். வேகமாக இயங்கிக்கொண்டிருக்கும் ஒரு புகைவண்டி சடுதியாக நின்றால் பிரயாணிகள் இயக்கவேகத்தைப் பெறுவான்பொருட்டு முன்புறமாக இயங்குமதிர்ச்சியைப் பெறுவது யாவருமறிந்ததே.

**விசையும், வேகவளர்ச்சியும்:** மோட்டார் வண்டியொன்று நகர ஆரம்பிக்கும்பொழுது மோட்டாரின் பொறியினாலேற்படும் விசையினாலேயே அவ்வியக்கம் ஆரம்பிக்கின்றதென்பதை நாமறிவோம். மோட்டார் வண்டி வேகத்திற் குறைந்தால் அதன் தடையின் விசையினாலே இவ்விளைவு உண்டாகின்றது எனவும் நாமறிவோம். பொதுவாகக் கூறின் ஒரு பொருளின் வேகம் அதிகரிக்கும்பொழுதும், குறையும்பொழுதும் அப்பொருளின்மீது ஒரு விசை செயல்படுகிறது. இதிலிருந்து நாம் விசைக்கு வரைவிலக்கணத்தை வகுத்துவிடலாம். “விசையென்பது ஒரு பொருளின் ஓய்வுநிலையையேனும், மாறவியக்கத்தையேனும் மாற்றுகின்ற அல்லது மாற்றமுயலுகின்ற ஒன்றாகும்”.

“m” என்ற திணிவையுடைய ஒருபொருள் u என்ற வேகத்துடனியங்கினால் அப்பொருள் mu அலகுகள் திணிவுவேகத்தையுடையது எனப்படும். எனவே, ஒருபொருளின் திணிவுவேகமென்பது அப்பொருளின் திணிவை அதன் வேகத்தாற் பெருக்க வருவதேயாகும். அப்பொருள் அதேவேகத்துடனியங்கினால் அதன் திணிவுவேகம் நிலையுள்ளதாகும். (அதாவது ஒரு மாறிலியாகும்.) இப்பொழுது பொருளின்மீது ஒரு விசை தொழிற்பட்டு அதன் வேகம் v என உயர்ந்தால் அதன் இப்போதைய திணிவுவேகம் mv ஆகும். அதாவது பொருளின் திணிவுவேகம் mu என்பதிலிருந்து mv என உயர்ந்துள்ளது. நியூற்றன் இவ்விசையின் பருமன் ஒரு செக்கனில் பிறப்பிக்கப்பட்ட திணிவுவேக

மாறுபாட்டிற்கு விகிதசமமுடையது எனக்கூறினார். எனவே, “p” என்ற விசை “t” என்ற நேரத்திற்குச் செயல்படுமாயின் அவரின் இரண்டாவது விதி,  $p \propto \frac{mv - mu}{t}$  அல்லது  $p \propto \frac{m(v - u)}{t}$ . என்றாகிறது. நாம் முன்பு கண்டபடி  $v = u + ft$  இங்கு “f” என்பது என்ற விசையால் விளைவிக்கப்பட்ட வேகவளர்ச்சியாகும்.

$$\text{எனவே, } f = \frac{v - u}{t}.$$

இதை மேலேயுள்ள “p”இன் கோவையிற் பிரதியிட  $p \propto mf \dots \dots (1)$

ஆதலின் ஒரு பொருளின் திணிவு மாறாதிருக்க அதன் வேகவளர்ச்சி f அப்பொருளின்மீது செயல்படும் விசை p என்பதற்கு விகிதசமமுடைத்து.

**விசையலகுகள்:** அ. இ. செ. அலகுத்திட்டத்தில் விசையலகு இருத்தலி (Poundal) எனப்படும். ஓரிருத்தல் திணிவின்மீது 1 அடி/செக்<sup>2</sup> என்ற வேகவளர்ச்சியையுண்டாக்கும் விசை ஓரிருத்தலி எனப்படும். ஓரிருத்தல் திணிவில் 8 அடி/செக்<sup>2</sup> வேகவளர்ச்சியையுண்டாக்கும் விசை 8 இருத்தலிகள். எனவே, (w) 5 இருத்தல் திணிவில் (f) அடி/செக்<sup>2</sup> என்ற வேகவளர்ச்சியையுண்டாக்கும் விசை 40 இருத்தலிகள். பொதுவாகக் கூறின்,

$$p = mf \dots \dots \dots (2)$$

இங்கு p இருத்தலியும், m இருத்தலியும் f அடி/செக்<sup>2</sup> என்பதிலும் இருக்கும். இருத்தலிகளை இருத்தல்களாக மாற்றுவதற்கு இருத்தலிகளை  $g = 32$  என்பதாற் பிரிக்கவேண்டும். (இது பின்பு விளக்கப்படும்)

ச. கி. செ. அலகுத்திட்டத்தில் விசையலகு தைன் (Dyne) எனப்படும். ஒரு கிராம் திணிவில் 1 ச. மீ/செக்<sup>2</sup> என்ற வேகவளர்ச்சியையுண்டாக்கும் விசை ஒரு தைன் எனப்படும்.  $p = mf$  என்ற சமன்பாடு m கிராமிலும் f ச. மீ/செக்<sup>2</sup> என்பதிலும் இருக்கையில் pஐத் தைனிற்குறிக்கும்.

$p = mf$  என்ற சமன்பாட்டிலிருந்து 5 இரு. திணிவில் 20 அடி/செக்<sup>2</sup> வேகவளர்ச்சியையுண்டாக்குவது 100 இருத்தலிகள் விசையெனவும், 200 தைன்கள் விசை 8 கிராம் திணிவில்  $200 = 25$  ச. மீ/செக்<sup>2</sup> வேகவளர்ச்சியையுண்டாக்கும் என்பதும் தெளிவு.

**நிறையும், திணிவும்:** ஒரு பொருளின் நிறையென்பது அப்பொருளின்மீது புவியீர்ப்பின் கவர்ச்சியினால் தொழிற்படும் விசையாகும். இப்பொழுது “m” இரு. திணிவுள்ள ஒருபொருள் புவியீர்ப்பினால் கீழே

விழும்பொழுது  $g$  அடி/செக்<sup>2</sup> என்ற மாறவேகவளர்ச்சியைப் பெறுகின்றது. மேலும்,  $p = mf$  ஆதலின் பொருளின்மீது செயல்படும் விசை  $p = mg$  இருத்தலிகள்.....(3)

எனவே, பொருளின் நிறை =  $mg$  இருத்தலிகள்.

(நாம் எடுத்துக்கொண்ட  $m$ ,  $g$  என்ற) இரு கணியங்களில் பரிசோதனையின் விளைவாக புவியீர்ப்பின் வேகவளர்ச்சியாகிய “ $g$ ” பூமியின் மேற்பரப்பில் இடத்திற்கிடம் மாறுகின்றதென அறியப்பட்டது. பூமி ஓர் உண்மையான கோளமல்ல. அது துருவங்களில் தட்டையாக உள்ளது. மேற்பரப்பிலுள்ள ஒரு புள்ளியில் பூமியின் கவர்ச்சி பூமியின் மையத்திலிருந்து அப்புள்ளிக்கு உள்ள தூரத்தைச் சார்ந்துள்ளது. இவ்வாறே இலண்டன்மாநகரில்  $g = 32.19$  அடி/செக்<sup>2</sup> என்ற பெறுமதியையும் பூமத்தியரேகையில்  $32.09$  அடி/செக்<sup>2</sup> என்ற பெறுமதியையும் பெறுகின்றது.

ஒரு பொருளின் திணிவைச் சரியாக வரைவிலக்கணங் கூறி வகுப்பது சிரமம். நியூதன் ஒரு பொருளின் திணிவை அப்பொருளின் சடப்பொருளுக்குச் சமமானது என்று கூறினார். ஒரு பொருளின் திணிவு பூமியில் எந்த இடத்திலும் ஒரே அளவினதாக இருக்கும். அதாவது ஒரு பொருளின் திணிவு இடத்திற்கிடம் மாறாதாயிருக்கும். நாம் மேலே கண்ட (3)ஆவது சமன்பாட்டிலிருந்து ஒரு பொருளின் நிறை பூமியின் மேற்பரப்பில் இடத்திற்கிடம் “ $g$ ” மாறுவதால் அதுவும் மாறுகின்ற தன்மையது.

“ $m$ ” என்ற திணிவையுடைய ஒரு பொருளை ஒரு தராசின் ஒரு தட்டிலிட்டு வலதுதட்டில்  $m_1$  என்ற திணிவையிட்டு ஈடுசெய்கிறோம் என்போம். தராசின் துலா முறையே இத்திணிவுகளிற்கேற்ற  $w$ ,  $w_1$  என்ற நிறைகளினூற்றாக்கப்படுகின்றது. மேலும்,  $w = mg$  என்பதும்,  $w_1 = m_1 g$  என்பதும் இயக்கவிதியினின்றும் பெறப்படுகின்றன. ஒரேயிடத்தில் தராசு அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றமையின் “ $g$ ” இருமுறைகளிலும் சமமானது.

இவற்றிலிருந்து  $\frac{w}{w_1} = \frac{m}{m_1}$  தராசின் துலாவின் இருபக்கங்களும் சமமான நீளமுடையனவாயின்  $w = w_1$  எனவே,  $m = m_1$ . தராசு புவியீர்ப்பின் வளர்ச்சியின்கீழ் தொழிற்படுகின்றது. எனினும், அது இரு பொருள்களின் திணிவுகளையே ஒப்பிடுகின்றது. இதே தராசு பிறிதோரிடத்தில் உபயோகிக்கப்பட்டாலும்,  $m = m_1$  என்பது தெளிவு. எனவே, சமநிறையுள்ள பெருள்களுக்குச் சமதிணிவுண்டு என்பதும், ஒரு பொருளின் நிறை அதன் திணிவுக்கு விகிதசமன் என்பதும் தெளிவு.

1 இரு. 1 இருத்தலி ஆகியவற்றிற்கும், 1 கி. 1 தைன் ஆகியவற்றிற்குமிடையேயுள்ள ஒற்றுமைப்பாடு: 1 இரு. நிறையின்மீது புவியீர்ப்பினால் தொழிற்படுத்தப்படும் விசையின் ஒரு சாதாரண அலகு 1 இருத்தல் நிறை (இரு. நிறை) எனப்படும். இது புவியின் மேற்பரப்பில் இடத்திற்கிடம் மாறுபடுகின்றது. இவ்வலகை ஓரிருத்தல் நிறையின் அலகுடன் குழப்பிக்கொள்ளக்கூடாது.

$p = mf$ . எனவே, புவியீர்ப்பினால் 1 இருத்தலிற் தொழிற்படும் விசை  $p = 1 \times g$ . இருத்தலிகள் = 1 இரு. நிறை. மேலும்,  $g = 32$  அடி/செக்<sup>2</sup> ஆயின்,

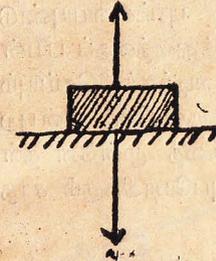
32 இருத்தலிகள் = 1 இரு. நிறை.....(4)

நாம் மேலேகண்ட இருத்தலி, இருத்தல் நிறை ஆகியவற்றிடையேயுள்ள ஒற்றுமைப்பாடுபோன்ற ஒன்று தைன், கிராம் நிறைக்குமிடையேயுள்ளது.

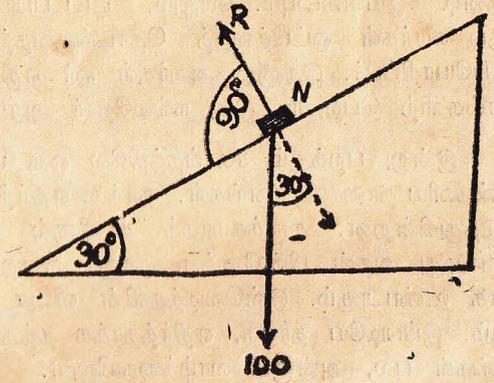
1 கிராம் நிறை =  $1 \times 981$  தைன்கள்.....(5)

நாம் மேலேகண்ட ஒற்றுமைப்பாடுகள் அனேகமாகத் தேவைப்படுவன ஆதலின் மனனஞ்செய்யப்படல் வேண்டும்.

தாக்கமும், எதிர்த்தாக்கமும், சமமாயும், எதிராயும் இருக்கும்: ஒரு பெட்டி தரையின்மீது ஓய்வுநிலையில் இருக்கும்பொழுது அது



(படம் 28 (1))



(படம் 28 (2))

இருவிசைகளின் தாக்கத்தின்கீழ் சமநிலையிலிருக்கும். அவை (1) பெட்டியின் நிறை (2) தரையினால் பெட்டியின்மீது செயல்படுத்தப்படும் விசை ஆகும். இவ்விசை பெட்டியின்மீது தரையினால் விளைவிக்கப்படும் எதிர்த்தாக்கம் (படம் 28 (1)) எனப்படும். பெட்டி சமநிலையிலிருப்பதால் தரை

யின் எதிர்த்தாக்கம் பெட்டியின் நிறைக்குச் சமமாதல் வேண்டும். இந் நிறையைத் தரையின்மீது விளைவிக்கப்படும் தாக்கமென நாமழைக்கலாம். அழுத்தமான மேற்பரப்பின்மீது ஓய்வுநிலையிலிருக்கும் ஒரு பொருளின்மீது விளைவிக்கப்படும் எதிர்த்தாக்கம் அப்பரப்பிற்கு நிலைக்குத்தாயிருக்கும் எனப் பரிசோதனையினால் நிரூபிக்கப்பட்டது.

இரு பொருள்கள் ஒன்றோடொன்று முட்டிக்கொண்டிருந்தால் எதிர்த்தாக்கவிசை தோன்றுகின்றது. 100 இரூ. நிறையுள்ள "N" என்ற ஒரு பொருள்  $30^\circ$  கோணத்தையுடைய அழுத்தமான சாய்தளமொன்றின்மீது உள்ளது. (படம் 28 (2) தளத்தின் "எதிர்த்தாக்கமான R தளத்திற்குச் செங்குத்தாக" உள்ளது. பொருளின் நிறை கீழ்நோக்கி எதிராக உள்ளது. தளத்திற்குச் செங்குத்தாக நிறையின் பிரித்தபகுதி 100 கோசை  $30^\circ$  ஆகும். இதுவே, நிறையினால் பரப்பின்மீது விளைவிக்கப்படும் தாக்கம் ஆகும்.

எதிர்த்தாக்கம் = தாக்கம்.

எனவே,  $R = 100$  கோசை  $30^\circ = 87$  இரூ. நிறை (அண்ணளவாக)

ஒரு புகையிரத முடிவிடத்தில் புகையிரதத்தை நிறுத்தத் தாங்கிகள் உபயோகிக்கப்படுவதை நீங்களவதானிதீதிருக்கலாம். புகையிரதத்தின் விசைக்கு எதிரான விசையை இத்தாங்கிகள் வழங்குகின்றன. இதனால் வண்டி ஓய்வடையும். மேலும், ஓட்டப்பந்தயங்களிற் கலந்துகொள்ளும் வீரர்கள் ஓட்டத்தைத் தொடங்குவதற்கு "ஓர் உதைகருவியை" உபயோகிப்பர். இதனால் அவர்கள் ஓர் எதிர்த்தாக்கவிசையைத் தங்கள் கால்களிற் பெறுவர். இது நல்லதோர் ஆரம்பவேகத்தையளிக்கும்.

இன்று பறக்கும் சகாப்தத்திலே ஒரு மாபெரும் புரட்சியையுண்டாக்கிய தாரைவிமானங்கள், தாக்க, எதிர்த்தாக்க தத்துவத்தைப் பயன்படுத்துகின்றன. சுருக்கமாகக் கூறினால் வாயு வெடிக்கச் செய்யும் பொழுது அதன் பின்னோக்கு தாரை ஒன்று வலுக்கருவியின் பின்புறமாக உண்டாகும். இவ்வெடித்தலின் விசை விமானத்தை முன்னே தள்ளும். இப்படியே தாக்க, எதிர்த்தாக்க தத்துவத்தையுபயோகிக்கும் சாதனங்கள் பல, அன்றாட வாழ்க்கையிலுள்ள.

விசை, வேகவளர்ச்சி அல்லது வேகத்தேய்வு ஆகியவற்றிலே கீழ்வரும் மாதிரிக்கணக்குகள் மாணவர்களால் கூர்ந்து அவதானிக்கப்படல் வேண்டும்.

**உதாரணம் (1):**  $\frac{1}{2}$  தொன் நிறையுள்ள ஒரு மோட்டார் மணிக்கு 30 மைல் வேகத்திற் செல்லுகின்றது. அதை (அ)  $\frac{1}{2}$  நிமிடத்தில்

(ஆ) 60 யார்களில் நிறுத்தத் தேவையான வேகத்தேய்வு விசையை இரு. நிறையிற் காண்க?

மோட்டார் ஓய்வுநிலையடைகிறது. எனவே, இறுதிவேகம் = 0.

ஆரம்பவேகம் = 30 மைல்/மணி = 44 அடி/செக். நேரம் = 30 செக்.  
 $v = u + ft$  என்பதைப் பிரயோகித்தால்,  $0 = 44 + 30f$ .  $\therefore f = -\frac{44}{30}$  அடி/செக்<sup>2</sup>  
 $\therefore$  வேகத்தேய்வு =  $\frac{44}{30}$  அடி/செக்<sup>2</sup>

மோட்டாரின் நிறை =  $\frac{1}{2} \times 2240$  இரூ. = 1680 இரூ.

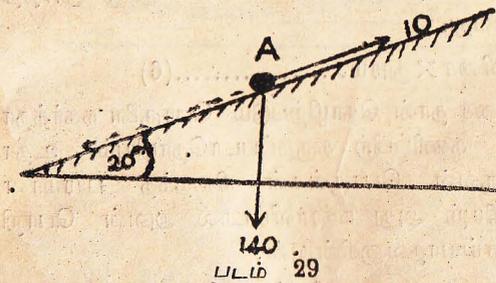
$\therefore$  விசை  $p = mf = 1680 \times \frac{44}{30} = 2464$  இரூத்தலிகள்.  
 $\therefore$  விசை =  $2464 = 77$  இரூ. நிறை. எனினில் 32 இரூத்தலி = 1 இரூ. நிறை  
 (2) இங்கு வேகத்தேய்வாகிய  $f$  க்கான  $v^2 = u^2 + 2fs$  என்ற சமன்பாடு  
 [உகந்தது.

இங்கு  $v = 0$ ,  $u = 44$  அடி/செக்,  $s = 60 \times 3$  அடி.

எனவே,  $0 = 44^2 + 2f \times 180$ .  $\therefore f = \frac{44^2}{360}$

$\therefore$  விசை  $p = ms = 1680 \times \frac{44^2}{360}$  இரூத்தலிகள்  
 $= \frac{1680 \times 44^2}{32 \times 360}$  இரூ. நிறை.  
 $= 282\frac{1}{2}$  இரூ. நிறை.

**உதாரணம் (2):** பையன் ஒருவன் கிடைக்கு  $20^\circ$  சாய்வினுள்ள ஒரு வீதியில் தனது சைக்கிளில் மிதிக்காது வந்துகொண்டிருக்கிறான். பையனும், சைக்கிளும், 10 கல் (1 கல் = 14 இரூ) நிறை. உராய்வு விசை 1 கல்விற்கு 1 இரூ. நிறை ஆயின். பையனின் வேகவளர்ச்சியைக் காண்க?



பையனும், சைக்கிளினதும் நிறை = 10 கல்.  
 $= 10 \times 14$  இரூ = 140 இரூ

இந்நிறை வீதியில் "A" யில் (படம் 29) கீழ்நோக்கியுள்ளது. சாய்தளத்தில் உள்ள விளைவுப்பகுதி அல்லது பிரித்தபகுதி = 140 கோசை  $70^\circ$  நிறை.

உராய்வு விசை =  $1 \times 10$  இரூ. நிறை. இது எதிர்ப்புறமாக இருக்கும்.

வீதியில் சாய்தளத்தின்வழியே விளைவுவிசை  $p = (140 \text{ கோசை } 70^\circ - 10)$  இரு. நிறை  $= (140 \text{ கோசை } 70^\circ - 10)32$  இருத்தலிகள்.  
 $= 1212$  இருத்தலிகள்.

ஆனால்  $p = mf$ . இங்கு  $m =$  பையனதும், சைக்கிளினதும் நிறை  $= 140$  இரு.  $p$ , இருத்தலிகளிலுள்ளது.  $\therefore 1212 = 140f$ .

$$\therefore f = \frac{1212}{140} = 8.7 \text{ அடி/செக்}^2$$

### வேலை-சத்தி-வலு

**நிலையியக்கவியல் "வேலை" அளக்கப்படும் முறை:** நாம் முன்பே சத்தி பலவேறு வடிவங்களைப் பெறும் எனக் கூறினோம். இப்பகுதியில் பொறியியற்சத்தி எவ்வாறு அளக்கப்படுகின்றதென ஆராய்வோம்.

புகைவண்டியொன்றைத் தண்டவாளத்தின்மீது அதன் பொறி இயக்கும்பொழுது அப்பொறிவேலையைத் தொழிற்படுத்துகின்றது எனக் கூறினோம். ஒரு கால்வாயின்வழியே ஓர் உல்லாசப்படகை ஒரு குதிரையிழுத்துச்சென்றால் அது வேலையைச் செய்கின்றது. மாடிப்படிகளிலே ஏறும் ஒரு சிறுவன் மலையுச்சியை நோக்கி ஏறும் ஒருவன் இவர்களைல்லாருமே வேலையைச் செய்கின்றனர். ஓர் எஞ்சின் 500 இரு. நிறையுள்ள ஒரு விசையைப் பிரயோகித்து ஒரு வண்டியை 80 அடி நகர்த்தினால் அது அவ்விசையுடன் வண்டியை 10 அடி நகர்த்துவதிலும் பார்க்க அதிக வேலையைச் செய்கிறது. பிறிதோரெஞ்சின் 2000 இரு. நிறையுள்ள விசையினால் வேறொரு வண்டியை 80 அடி நகர்த்தினால் இவ்வெஞ்சின் முதலெஞ்சினிலும் பார்க்க அதே நேரத்தினூடு அதிக வேலையைச் செய்கின்றது. இப்பொழுது தொழிற்படுத்தப்படும் வேலை  $p$  என்ற விசையின் பருமனிலும்,  $s$  என்ற நகர்த்தப்பட்ட தூரத்திலும் தங்கியுள்ளது என்பது தெளிவு. எனவே, விசையின் திசையிலே பொருள் நகர்த்தப்பட்டால் வேலை விசையினதும், தூரத்தினதும் பெருக்கமாகும். அதாவது:

$$\text{வேலை} = \text{விசை} \times \text{தூரம்} \dots \dots \dots (6)$$

நிலையியக்கவியலிலே விசை தான் தொழிற்படும் பொருளை நகர்த்தாவிடில் விசையின் பிரயோகம் கணிப்பிற் கருதப்படாதொழியும். உதாரணமாக பாரந்தூக்கு மொருவன் பொருள்கள் நிறைந்த பாரமான வண்டியை எவ்வளவு அழுத்தியும் அது நகராவிட்டால் அவன் பொறி முறைவேலையொன்றையும் செய்யாதவனாகின்றான்.

**வேலையலகுகள்:** விசை 1 தைனுகவிருக்கையில் ஒரு பொருள் 1 ச. மீ. நகர்த்தப்பட்டால் 1 ஏக்குவேலை-தொழிற்படுத்தப்பட்டது என்

கிரேம். ஏக்கு என்பது சத்தியினதும், வேலையினதும் விஞ்ஞான அலகாகும். இது மிகவுஞ் சிறிய அலகாகும். இவற்றின் பெரிய அலகு 1 தூல் ஆகும்.

$$1 \text{ தூல்} = 10^7 \text{ ஏக்குகள்.}$$

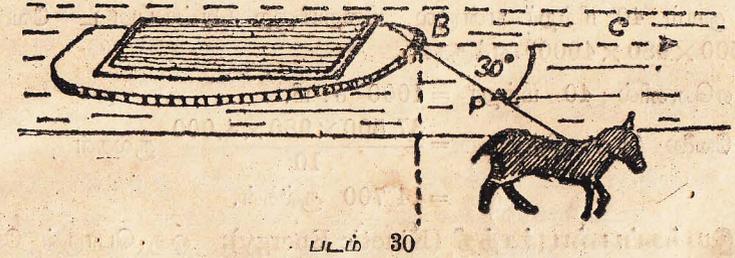
விசை ஓரிருத்தலியாகவிருக்கையில் ஒரு பொருள் ஓரடி இயக்கப்பட்டால் 1 அடி, இருத்தலி வேலை தொழிற்படுத்தப்படுகின்றது. வேலை அல்லது சத்தியின் பெரிய அலகு 1 அடி-இரு. நிறை எனப்படும். 1 இரு. நிறையுள்ள விசை ஒரு பொருளை 1 அடி இயக்குவதற்கு செய்யப்படும் வேலை, 1 அடி, இரு. நிறையாகும். ஆனால்,

$$1 \text{ இரு. நிறை} = 32 \text{ இருத்தலிகள்.}$$

எனவே, அடி, இருத்தலிகளை அடி இருத்தல் நிறையாக்க 32 ஆற்றிபிரிக்க வேண்டும். அதாவது,

$$1 \text{ அடி-இருத்தல் நிறை} = 32 \text{ அடி-இருத்தலிகள்.}$$

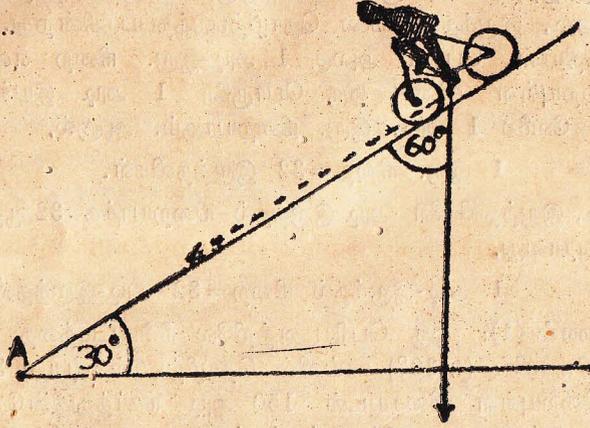
**உதாரணம் (1):** ஒரு பெரிய ஆற்றிலே நீரோட்டத்தை எதிர்த்து BC என்ற திசையில்  $(\theta = 30^\circ)$  சாய்வில் தொழிற்படும், (படம் 30)  $P = 400$  இரு. நிறையுள்ள விசையுடன் 150 அடி நகர்த்துகின்றோமெனக் கொள்வோம். இவ்விசை படகிற்காட்டப்பட்டுள்ள ஒரு கயிற்றின்வழியே ஒரு குதிரையாற் பிரயோகிக்கப்படுகின்றது. இப்பொழுது P யின் பிரித்தபகுதி BC யின் திசையில்  $= P$  கோசை  $\theta$  BCக்கு செங்குத்தாக P கோசை  $(90 - \theta) = P$  சைன்  $\theta$  அனுபவத்திலே ஒரு விசை அதற்குச் செங்குத்தாக ஒரு திசையில் ஒரு மாறுதலையும் உண்டாக்காது என்பது தெளிவு. எனவே, இவ்விசையின் பிரித்தபகுதி படகை நகர்த்த ஒரு வேலையையும் செய்யாது.



நாம் முன்புகண்ட (6) ஆவது சமன்பாட்டின்படி  $P$  கோசை  $\theta$  என்ற பிரித்தபகுதி செய்யும் வேலை  $= P$  கோசை  $\theta \times 150 = 400$  கோசை  $30^\circ \times 150$  அடி, இரு. நிறை. எனவே, விசை செய்யும் மொத்தவேலை  $= 400$  கோசை  $30^\circ \times 150 = 51,960$  அடி, இரு. நிறை. பொதுவாக

விசையின் திசைக்கும், இயக்கத்தின் திசைக்கும் இடையேயுள்ள கோணம் வேலையின் பருமனிற் குறிப்பிட்ட மாறுதலை உண்டாக்கும் என்பது தெளிவு.

இயக்கத்தின்பொழுது நகர்த்தப்பட்ட தூரம் விசையின் திசையிலே எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டது இங்கு கூர்ந்து கவனிக்கத்தக்கதே.



படம் 31.

**உதாரணம் (2):** கிடைக்கு  $30^\circ$  சாய்விலுள்ள ஒரு வீதியின் வழியே மொத்த நிறை 75 கில்லோக் கிராம் நிறையுள்ள ஒரு மனிதன் சைக்கிளில் கீழ்நோக்கி வருகிறான். (படம் 31)

வீதியின் வழியே நிறையின் பிரித்தபகுதி = 75,000 கோசை  $60^\circ = 37,500$  கி. நிறை =  $37,500 \times 980$  தைன்கள் (இங்கு புவியீர்ப்பின் வேக வளர்ச்சி  $g = 900$  ச. மீ./செக்<sup>2</sup> எனக் கொள்ளப்படுகிறது.) அவன் செல்லும் தூரம் 40 மீற்றர் என்றால் நிறையினுற் செய்யப்பட்ட வேலை =  $(37,500 \times 980 \times 4000)$  ஏக்குகள்.

எனினில் 40 மீற்றர் = 4000 ச. மீ.

$$\text{வேலை (சூல்களில்)} = \frac{37,500 \times 980 \times 4,000}{10^7} \text{ சூல்கள்.}$$

$$= 14,700 \text{ சூல்கள்.}$$

**இயக்கப்பண்புச்சத்தி (Kinetic Energy):** ஒரு பொருள் வேலையைத் தொழிற்படுத்தும் இயல்பையுடையதாயின் அது சத்தியைப் பெற்றிருக்கின்றது என்கிறோம். வேகமாக ஓடும் வண்டி மேலிருந்து கீழே விழும் பொருள், எஞ்சினின் சுழல்சக்கரம், பெட்டியொன்றில் நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் ஆணியை அடிக்கும் சுத்தி ஆகியவையெல்லாம் தமது இயக்கத்தின் விளைவாகச் சத்தியைப் பெற்றிருக்கின்றன. இயக்கப்பண்பு

றிய இச்சத்தி இயக்கப்பண்புச்சத்தியெனப்படும். “m” என்ற திணிவையுடைய ஒரு பொருள் u என்ற வேகத்திவியங்கினால் அதன்,

$$\text{இயக்கப்பண்புச்சத்தி} = \frac{1}{2}mu^2 \dots \dots \dots (7)$$

ஒரு பொருளின் சத்தி அப்பொருள் தொழிற்படுத்தும் வேலையினால் லாக்கப்படும். எனவே, இயக்கப்பண்புச்சத்தியின் அலகுகள் வேலையின் அலகுகளேயாம். (7)ஆவது சமன்பாட்டில் “m” இருத்தலிலும், u அடி/செக். எனவுமிருந்தால் இயக்கப்பண்புச்சத்தி அடி இருத்தலியில் அளக்கப்படும். இதை ( $g = 32$ ) ஆல் வகுந்தால் சத்தி, அடி: இரு. நிறையிற் பெறப்படும். “m” கிராமிலும், u ச. மீ./செக்கனிலும் இருந்தால் சத்தி ஏக்குகளில் இருக்கும்.

**இயக்கப்பண்புச்சத்தி =  $\frac{1}{2}mu^2$  என்பதற்கு நிறுவல்:** “m” திணிவுள்ள ஒரு பொருள் u வேகத்துடனியங்குகின்றதெனக் கொள்வோம். அது சடுதியாக P என்ற தடை விசையினால் S என்ற தூரத்துடனெய்வையடைகின்றது. திணிவின் இயக்கப்பண்புச்சத்தி முழுமையும் P என்ற விசைக்கெதிராக வேலையைத் தொழிற்படுத்துவதிற் செலவிடப்படுகின்றது. எனவே, இயக்கப்பண்புச்சத்தி எண்ணளவில்  $P \times S$  அலகுகள்.

இப்பொழுது  $P = mf$  இங்கு f என்பது திணிவு விசையை எதிர்ப்பதாற் பெறும் வேகத்தேய்வு. எனவே, இயக்கப்பண்புச்சத்தி = mfs. ஆனால்  $0 = u^2 - 2fs$  (எனினில்  $v^2 = u^2 + 2fs$  பொருளின் இறுதிவேகம்  $v = 0$ )

$$\text{எனவே, } fs = \frac{u^2}{2}$$

$$\therefore \text{இயக்கப்பண்புச்சத்தி} = mfs = \frac{1}{2}mu^2$$

**நிலைப்பண்புச்சத்தி:** ஒரு கடிகாரத்திற்குச் சாவி கொடுக்கும் பொழுது சிறிதளவு வேலை தொழிற்படுகின்றது. அதனுள் இருக்கும் வில் இறுக்கமாகச் சுழற்றப்பட்டுவிடுகின்றது. இந்நிலையில் அசையும் ஒரு பொருளின் சத்தியிலிருந்து மாறுபடுத்தியறிய வில் ஓரளவு நிலைப்பண்புச்சத்தியைப் பெற்றிருக்கின்றது என்று கூறப்படும். வில் மெதுமெதுவாக விடப்படும்பொழுது நிலைப்பண்புச்சத்தி இயக்கப்பண்புச்சத்தியாக மாறிக் கடிகாரத்தின் புறச்சக்கரங்கள் சுழலுகின்றன. நீச்சற் தடாகத்தின் நீச்சப் பலகையில் தடர்கத்தினுள் எம்பிக்குதிக்க ஆயத்தப்படுத்தும் ஒருவன் ஓரளவு நிலைப்பண்புச்சத்தியைப் பெற்றிருக்கிறான். இது அவன் எம்பிக் குதித்துத் தடாகத்துள் விழுந்து முழுகும்பொழுது, இயக்கப்பண்புச்சத்தியாக மாற்றப்படுகின்றது. அலைந்தாடும் ஊஞ்சலில் உட்கார்ந்திருக்கும் ஒருவன் தனது இயக்கத்தின் உச்சியில் கண்பொழுது நிலையாய் நிற்கையில் நிலைப்பண்புச்சத்தியைப் பெற்றிருக்கின்றான். இயக்கப்பண்பு

சத்தியைப்போன்றே நிலைப்பண்புச்சத்தியும் தொழிற்படுத்தப்படும். வேலையினளவினாலளக்கப்படும். ஒரு பொருள் தன் நிலையிற் பெற்றிருக்கும் சத்தி நிலைப்பண்புச்சத்தியெனப்படும்.

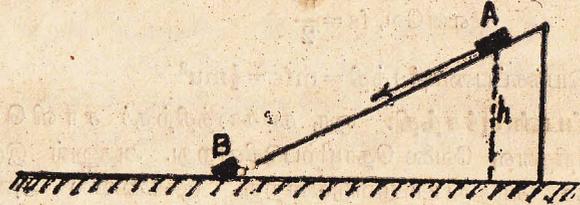
“m” திணிவையுடைய X எனும் ஒரு பொருள் தரையிலிருந்து “h” உயரத்திலிருக்கிறதெனக் கொள்வோம். இப்பொருள் கீழே விழுமாறு விடப்பட்டால் அதன்மீது mg அலகுகள் (அதன்நிறை) நிலையான விசை அது விழும்பொழுது தொழிற்படுகின்றது.

தொழிற்படுத்தப்பட்ட வேலை = விசை X நகர்த்தப்பட்ட தூரம். ஆதலின் வேலை = mgh ஆகும். அப்பொழுது அது தரையைடையும். தரை நிலைக்குச் சார்பாய்,

$$\text{நிலைப்பண்புச்சத்தி} = mgh \dots \dots \dots (8)$$

இங்கு “h” என்பது தரையிலிருந்து பொருளிருக்கும் உயரம். “m” கிராம் எனவும்,  $g = 981$  ச. மீ/செக்<sup>2</sup> எனவும் h ச. மீ. எனவும் இருந்தால் நிலைப்பண்புச்சத்தி எக்குகளாகும். “m” இருத்தலிலும்,  $g = 32$  அடி/செக்<sup>2</sup> எனவும் h அடியிலும் இருந்தால் அது அடி இருத்தலிகளாகும்.

அடி இருத்தலிகளை “g” = 32 ஆற் பிரித்தால் அடி, இரு. நிறை பெறப்படும். நிலைப்பண்புச்சத்தியை mh அடி இரு. நிறையிலும் குறிக்கலாம்.



படம் 33

**சத்தியின் மாற்றங்கள்:** ஒரு சாய்தளத்தில் தரையிலிருந்து “h” உயரத்தில் A என்ற புள்ளியில் (படம் 32) “m” திணிவுள்ள ஒரு பொருள் வைக்கப்பட்டிருக்கின்றது எனக்கொள்வோம். இப்பொழுது பொருளை இயங்குமாறு விட்டால் அது சாய்தளத்தில் வழக்கி விழுகிறது. நிலைப்பண்புச்சத்தியில் ஒருபகுதி இயக்கப்பண்புச்சத்தியாக மாற்றப்படுகின்றது. சாய்தளத்தின் அடிப்பாகமாகிய “B” இல் இயக்கப்பண்புச்சத்தி mgh அலகுகள் ஆகும். இது பொருள் A இலிருந்து Bக்கு இயங்கும் பொழுது சத்தி விரயமாக்கப்படாவிடற் பொருள்தும். வழக்கில் பெரும்

பாலும் இயக்கப்பண்புச்சத்தி mgh அலகுகளைவிடக் குறைவாயிருக்கும். ஏனெனில், சத்தியின் சிறிய அளவு உராய்வு விசைகளினால் வெப்பமாக மாற்றப்பட்டுவிடுகின்றது. பொருள் B என்ற புள்ளியிலிருந்து தரையின் மீது நகர்ந்தால் அதன் இயக்கப்பண்புச்சத்தி முழுமையும் உராய்வு விசைகளினால் படிப்படியாக வெப்பச்சத்தியாக மாற்றப்பட்டு இறுதியில் ஓய்வையடைகின்றது. நாம் முன்பு குறிப்பிட்டதுபோன்று சத்தி ஒரு வடிவத்திலிருந்து பிற்தொரு வடிவமாக மாறும். ஆனால் சத்தியின் மொத்த அளவு மாறாததாயிருக்கும்.

**வலு:** 200 இரு. நிறையை  $\frac{1}{2}$  நிமிடத்தில் 100 அடி தூரம் நகர்த்தும் ஓடுஞ்சின் அதே வேலையை 2 நிமிடங்களிற் செய்யும் பிற்தொரு எஞ்சினைவிட வலுவுயர்ந்ததாகும். பொதுவாக வேலை அல்லது சத்தி தொழிற்படுத்தப்படும் வீதம் வலுவென்றழைக்கப்படும். எனின்

$$\text{வலு} = \frac{\text{ஒரு செக்கனிற் தொழிற்படுத்தப்பட்ட வேலை}}{\text{எடுக்கப்பட்ட நேரம்.}}$$

அ. இ. செ. அலகுத்திட்டத்தில் வலுவின் அலகு அடி, இரு./செக். ஆகும். வலுவின் செய்முறையலகு பரிவலு எனப்படும். ஒரு செக்கனில் 550 அடி, இரு. நிறை வீதம் வேலை தொழிற்படுத்தப்பட்டால் அது 1 பரிவலுவாகும். நாம் மேலேகூறிய வலுமிசுந்த எஞ்சினின்

$$\text{வலு} = \frac{200 \times 100}{30} \text{ அடி, இரு. நிறை/செக்.}$$

$$= \frac{200 \times 100}{550 \times 30} \text{ பரிவலு} = 1.2 \text{ பரிவலு [அண்ணளவாக]}$$

ச. கி. செ. அலகுத்திட்டத்தில் வலுவின் அலகு எக்கு/செக். செய்முறையலகு உவாற்று. உவாற்றென்பது 1 செக்கனுக்கு 1 சூல் (10<sup>7</sup> எக்குகள்) வேலையைத் தொழிற்படுத்தும் வீதமாகும்.

**உதாரணம்: (3)** 8 கல் நிறையுள்ள ஒரு சிறுவன் ஒரு கட்டடத்தின் அடியிலிருந்து 80 அடி உயரமுள்ள மேல்மாடிக்கு 3 நிமிடங்களில் ஏறுகிறான் எனக்கொள்வோம்.

ஒரு செக்கனுக்கு தனது நிறையை 80 அடியூடு இயக்கத் தொழிற்படுத்தப்படும் வேலை =  $\frac{9 \times 14 \times 80}{180}$  அடி, இரு. நிறை/செக்

$$\text{சிறுவன் வேலைசெய்யும் சராசரி வலு} = \frac{9 \times 14 \times 80}{180 \times 550} = 0.10 \text{ பரிவலு}$$

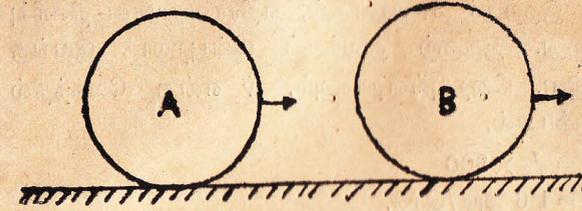
**நீர்வலு:** பல நாடுகளில் பெரிய ஆறுகளினதும், தடாகங்களினதும் நீரின் நிலைப்பண்புச்சத்தியை மின்சத்தியாக மாற்ற நீர்மின்னியற் பொறிகள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. உதாரணமாக 160 அடி உயரமுள்ள நயாகரா நீர்வீழ்ச்சியின் சத்தி பெரிய நீர்ச்சில்லுகளைச் சுழற்றப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. ஏன் நமது நாட்டிலும் லக்சபானு நீர்வீழ்ச்சியிலிருந்து மின்சத்தியைப் பெறத் திட்டங்கள் வகுத்து இப்பொழுது செயல் முறையில் அதைச் சாத்தியமாக்கிவிட்டார்கள். காலப்போக்கில் இலங்கை முழுவதும் மிகவுங் குறைந்த செலவில் மின்சத்தி வழங்கப்படும் இப்படிப் பெறப்படும் மின்சத்தி எத்தனையோ கோடி தொன் நிலக்கரியை எரிப்பதாற் பெறப்படும் சத்தியை நிகர்க்கும் என்றால் அது எவ்வளவு இலாபகரமானதென்பது விளங்கும்.

**சூரியனின் சத்தி:** மிகவுங் குளிர்ந்த மாரிகாலத்தின்பின் நாம் சூரியனை மகிழ்வுடன் வரவேற்கிறோம். பகலவளைக் கடவுள் என்று புகழ்ந்து வணங்கும் பண்பையுடையவர்கள் தமிழர். சூரியனின்றேல் உலகம் இல்லை. உயிர்வாழ்வன இல்லை என்ற உண்மையை என்றோ நம்மனோர் அறிந்திருந்தனர். சூரியனிலிருந்து வரும் சத்தியினூறன் உயிர் இயங்குகின்றது. பிராணிகளும், தாவரங்களும் சூரியனின் சத்தியை உறிஞ்சுகின்றன. நாம் உண்ணுகின்ற உணவிலிருந்து பெறும் சத்தியும் ஆதியிற் சூரியனிலிருந்து பெறப்பட்டதே. நிலக்கரி தாவரங்கள் மக்கி அழுகிப் பூமியினுள் நீண்டகாலம் இருந்தமையாற்றான் உண்டானது. எனவே, நிலக்கரியிலிருந்து நாம் பெறும் சத்தி அது சூரியனிலிருந்து புராதனகாலத்தே பெற்ற சத்தியேயாம். சூரியன் குளங்களையும், தடாகங்களையும் ஓரளவிற்கு வற்றச் செய்கிறது. இதனால் விளையும் நீராவி குளிர்ந்து துளியாகிப் புவியீர்ப்பினால் மழையாக மலையிலே விழ, ஆறு தோன்றுகின்றது. இவ்வாற்றிலிருந்து நீர்மின்சத்தியைப் பெறுகின்றோம். எனவே, எதற்கும் மூலகாரணமான சூரியனை நாம் போற்றிப் புகழ்வது பொருத்தமேயல்லவா?

**திணிவுவேகக்காப்பு:** நிலையியக்கவியலிலே திணிவுவேகத்தைப் பற்றிக் கூறும் ஒரு முக்கிய விதியுள்ளது. (திணிவுவேகம் = திணிவு  $\times$  வேகம் என்பது உங்களுக்கு நினைவிருக்கும்)

3 இரூ. நிறையுள்ள உலோகக்குண்டு A 8 அடி/செக் என்ற வேகத்துடனியங்கி 2 இரூ. நிறையுள்ளதும், 6 அடி/செக் என்ற வேகத்திலியங்குவதுமான B என்ற பிற்தொரு உலோகக்குண்டைக் கடக்கும்

பொழுது மோதுகின்றது எனக்கொள்வோம். (படம் 33)



படம் 33

நியூற்றனின் விதியின்படி ஒரு பொருளின்மீது ஒரு செக்களில் ஏற்படும் திணிவுவேகமாற்றம் அதன்மீது தொழிற்படும் விசைக்கு விகிதசமமாதல் வேண்டும். இரு குண்டுகளும் மோதும்பொழுது A என்பது Bஇன்மீது பிரயோகிக்கும்விசை B என்பது Aஇன்மீது பிரயோகிக்கும் விசைக்குச் சமமாதல் வேண்டும். ஏனெனில் தாக்கமும், எதிர்த்தாக்கமும் சமமாயும், எதிராயுமிருக்கும். மேலும் விசைகள் ஒரேயளவு நேர்ந்தான் தொழிற்படுவனவாயிருக்கும். விசையும், நேரமும் ஒரேயளவையுடையனவாதலின் மோதலின்போது Bஇன் திணிவுவேகமாற்றத்திற்கு சமமானதும், எதிரானதுமான திணிவுவேகம் Aஇல் உண்டாகின்றது என்பது தெளிவு. இதன் விளைவாக மோதலின்போது, A, B ஆகியவற்றின் மொத்தத் திணிவுவேகத்தில் ஒரு மாறுபாடு உண்டாகாது. அதாவது மோதலின் முன் A, B ஆகியவற்றின் மொத்தத் திணிவுவேகம் மோதலின்பின் A, B ஆகியவற்றின் மொத்தத் திணிவுவேகத்திற்குச் சமன். இவ்வுண்மை திணிவுவேகக்காப்புத்தத்துவம் எனப்படும். இதைக் கீழ்வருமாறும் கூறலாம்.

“ஒன்றிற்கொன்று தொழிற்படும் பல பொருட்களைக்கொண்ட ஒரு பொருட்சமுகத்தின் மொத்தத் திணிவுவேகங்கள் அவற்றிற்குப் புறம்பான விசைகள் தாக்காத திசையில் மாறுதிருக்கும்” (திணிவுவேகம் ஒரு காவற்கணியம் அதாவது அதற்குத் திசையும், பருமனும் உண்டு).

நாம் மேலே எடுத்துக்கொண்ட உதாரணத்தில்: மோதலின் முன்பு A, B ஆகியவற்றின் திணிவுவேகத்தின் கூட்டுத் தொகை =  $(3 \times 8 + 2 \times 6) = 36$  அலகுகள் மோதலின் பின்பு அவற்றின் திணிவுவேகத்தின் கூட்டுத்தொகை =  $(3u + 2v)$  அலகுகள்

இங்கு u, v என்பன முறையே A, B ஆகியன பெறும் புதுவேகங்கள். திணிவுவேகக்காப்புத் தத்துவத்தின்படி  $3u + 2v = 36$ .

உதாரணமாக ஒரு துவக்கிலிருந்து  $\frac{1}{2}$  அடி. நிறையுள்ள ஒரு குண்டு செக்கனுக்கு 300 அடிவீத வேகத்தையுடையதாகச் சுடப்படுகின்றதென்போம்.

குண்டின் திணிவுவேகம் =  $\frac{1}{2} \times 300$  அலகுகள் (ஏனெனில்  $\frac{1}{2}$  அவு =  $\frac{1}{2}$  இரு) சுட்டபொழுது துவக்கு இதற்குச் சமமானதும், எதிரானதுமான திணிவு வேகத்தைப் பெறுகின்றது. இதனால் துவக்குப் பின்புறமாக இயங்குகின்றது. துவக்கு 6 இரு. நிறையுள்ளதாகவும், v என்ற வேகத்தில் இயங்குவதாகவும் கொண்டால்,

$$6v = \frac{1}{2} \times 300$$

$$\therefore v = 1.6 \text{ அடி/செக்.}$$

சுடுமுன் துவக்கினதும், குண்டினதும் மொத்தத் திணிவுவேகம் பூச்சியம். சுட்டபின்பும் இம்மொத்தத் திணிவுவேகம் பூச்சியமாகும். துவக்கின் திணிவுவேகம் சமமானதாயும், எதிராயுமுள்ளது. இது திணிவுவேகக் காப்புத் தத்துவத்திற்கமைவதைக் காணலாம்.

இப்பொழுது குண்டு தனது வேகத்தில் மாறுபாட்டையடையாது 3 இரு. நிறையுள்ள ஒரு இலக்கைத் தாக்கி அதிலே ஓய்வைப் பெறுகின்றதென்போம். இலக்கினதும், குண்டினதும் மொத்தத் திணிவுவேகம்  $3\frac{1}{2}u$  இங்கு u என்பது அவையிரண்டினதும் பொதுவேகமாகும். குண்டினது ஆரம்பத் திணிவுவேகம்  $\frac{1}{2} \times 300$  அலகுகள். இலக்கினது ஆரம்பத் திணிவுவேகம் பூச்சியம். எனவே, குண்டு இலக்கைத் தாக்குமுன் உள்ள மொத்தத் திணிவுவேகம்  $\frac{1}{2} \times 300$  அலகுகள்.

$$\text{திணிவுவேகக்காப்பு விதியின்படி } 3\frac{1}{2}u = \frac{1}{2} \times 300$$

$$\therefore u = 3.1 \text{ அடி/செக்.}$$

கீழ்வரும் அட்டவணை இயக்கவிசையியலின் சில கணியங்களையும் அவற்றின் அலகுகளையும் குறிக்கின்றது.

கணியம்	சூத்திரம்	அ. இ. ச. அலகுத்திட்டம்	ச. கீ. ச. அலகுத்திட்டம்
வேகம் (v)		அடி/செக்	சமீ/செக்
வேகவளர்ச்சி (f)	$\frac{v-u}{t}$	அடி/செக் <sup>2</sup>	சமீ/செக் <sup>2</sup>
புவியீர்ப்பின் வேக வளர்ச்சி (g)		32 அடி/செக் <sup>2</sup>	981 சமீ/செக் <sup>2</sup>
விசை (p)	mf	இருத்தலி, இரு, நிறை	தைன், கி. நிறை
நிறை	mg	32 இருத்தலி = 1 இரு. நிறை	981 தைன் = 1 கி. நிறை
திணிவு (m)		இரு.	கிராம்
வேலை	ps	அடி இருத்தலி, அடி இரு. நிறை	ஏக்கு அல்லது தூல்
இயக்கப்பண்புச்சத்தி	$\frac{1}{2}mv^2$	வேலையினைதைப்	போன்றதே
நிலைப்பண்புச்சத்தி	mgh	அடி இரு. நிறை/செக்.	ஏக்கு/செக். உவாற்று
வலு	வேலை/செக்	1 பரிவலு = 550 அடி இரு. நிறை/செக்	
திணிவுவேகம்	mv	இருத்தலி செக்.	ஏக்கு செக்.

## உதாரணங்கள்

- (1) தரைக்கு 6 அடி உயரமுள்ள 28 இரு. நிறையொன்றின் நிலைப்பண்புச்சத்தி எவ்வளவு.

$$\begin{aligned} \text{நிலைப்பண்புச்சத்தி} &= \text{நிறை} \times \text{பூமியிலிருந்து உயரம்} \\ &= 28 \times 6 = 168 \text{ அடி/இரு. நிறை.} \end{aligned}$$

குறிப்பு: நிலைப்பண்புச்சத்தி அடி இருத்தலிகளில் =  $mgh = 28 \times 32 \times 6$

- (2) 4000 இரு. நிறையொன்று 5000 அடி உயரத்திலிருந்து கீழே விழுமாறு விடப்படுகின்றது. வளியின் சராசரித்தடை 200 இரு. நிறை ஆயின் நிறை தரையையடையும்போது பெறும் இயக்கப்பண்புச்சத்தியெவ்வளவு?

$$\begin{aligned} 5000 \text{ அடி உயரத்தில் நிலைப்பண்புச்சத்தி} &= 4000 \times 5000 \text{ அடி. இரு. நிறை} \\ \text{வளித்தடையை மீறுவதற்குத் தொழிற்பட்டவேலை} &= \text{விசை} \times \text{தூரம்} = 200 \times \\ &= 5000 = 1,000,000 \text{ அடி இரு. நிறை} \end{aligned}$$

எனவே, தரையையடையும்போது இயக்கப்பண்புச்சத்தி

$$\begin{aligned} &= 20,00,000 - 1,000,000 \\ &= 1000,000 \text{ அடி. இரு. நிறை.} \end{aligned}$$

- (3) மட்டமான வீதியின்வழியே மணிக்கு 30 மைல்வீதம் செல்லும் ஒரு மோட்டார் 4 பரிவலுவைப் பெறுகின்றது. உராய்வின் மொத்தத் தடையைக் காண்க? (பரிவலு =  $4 \times 550 = 2200$  அடி. இரு. நிறை/செக் வலு = ஒரு செக்கனில் தொழிற்படுத்தப்படும் விசை,

$$\text{வேலை} = \text{விசை} \times \text{தூரம்}$$

$\therefore$  வலு = விசை  $\times$  ஒரு செக்கனிற் செல்லப்பட்ட தூரம்.

$$\therefore 2200 = p \times 44$$

இங்கு p என்பது இரு. நிறையில் எஞ்சின் தொழிற்படுத்தும் விசை

$$\therefore p = \frac{2200}{44} = 50 \text{ இரு. நிறை.}$$

மோட்டார் மாறுவேகத்துடனியங்குவதால் அதன் வேகவளர்ச்சி பூச்சியம். இவ்வாறு மோட்டாரின்மீது தொழிற்படும் மொத்தவிசை பூச்சியமாகும். எனவே, எஞ்சின் தொழிற்படுத்தும் p என்ற விசை = உராய்வினால் விளைவிக்கப்படும் எதிரானவிசை.

$$\therefore \text{உராய்வுவிசை} = 50 \text{ இரு. நிறை.}$$

- (4)  $\frac{1}{2}$  அவு. நிறையுள்ள ஒரு குண்டு தரையிலிருந்து மேலேக்கிச் செங்குத்தாகச் சுடப்படுகிறது. அப்போது அது 900 அடி உயரச் செல்கின்றது. வளித்தடையைப் புறக்கணித்து (அ) குண்டின் ஆரம்ப

வேகம் (அ) குண்டு மீண்டும் தரையைடையப்பெறும் நேரம் (இ) குண்டின் சத்தி (நிலைப்பண்பும்; இயக்கப்பண்பும்) தரைமட்டத்தில் உச்ச உயரத்தில் உயரே அரைவாசித் தூரத்தில் எவ்வளவு வென்பதைக் காண்க?

(அ) குண்டின் ஆரம்பவேகம் =  $u$  அடி/செக். எனக்கொள்வோம். உச்சவுயரத்தில் அதன் இறுதிவேகம்  $v = 0$ ,  $s = 900$  அடி.

$$v^2 = u^2 + 2fs \text{ என்ற சூத்திரத்திற் பிரதியீட்டினால்,}$$

$$0 = u^2 - 2 \times 32 \times 900$$

$$u = \sqrt{2 \times 32 \times 900} = 240 \text{ அடி/செக்}$$

(ஆ) "t" என்பது உச்சத்தையடையச் செல்லும் நேரமாயின்

$$v = u + ft \text{ என்ற சூத்திரத்திலிருந்து}$$

$$0 = 240 - 32t.$$

$$\therefore t = \frac{240}{32} = 7\frac{1}{2} \text{ செக்.}$$

$\therefore$  தரையை மீண்டும் அடையச் செல்லும் நேரம் =  $2 \times 7\frac{1}{2} = 15$  செக்.

(இ) தரைமட்டத்தில் சத்தி இயக்கப்பண்புச்சத்தியாகும். குண்டின் வேகம் = 240 அடி/செக்

$\therefore$  சத்தி =  $\frac{1}{2}mu^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{32} \times 240^2$  அடி இருத்தலி (எனினில்  $m = \frac{1}{32}$  இரு) = 900

உச்ச உயரத்தில் சத்தி நிலைப்பண்புச்சத்தியாகும்.

எனவே, நிலைப்பண்புச்சத்தி =  $mgh = \frac{1}{32} \times 32 \times 900$  அடி. இருத்தலி = 900 அடி இருத்தலி

அரைவாசித் தூரத்தில் சத்தி ஒருபகுதி நிலைப்பண்பாகவும், ஒருபகுதி இயக்கப்பண்பாகவும் இருக்கும். வளித்தடை புறக்கணிக்கப்பட்டமையினால் மாற்றப்பட்ட மொத்தச்சத்தி 900 இருத்தலிகளாகும். எனவே,

$$\text{நிலைப்பண்புச்சத்தி} = 450 \text{ அடி. இருத்தலி.}$$

$$\text{இயக்கப்பண்புச்சத்தி} = 450 \text{ அடி. இருத்தலி.}$$

### பயிற்சி

- 1200 இரு. நிறையுள்ள ஒரு மோட்டார் 20 அடி/செக்<sup>2</sup> என்ற வேக வளர்ச்சியுடையிருக்கிறது. அதன்மீது தொழிற்படும் விசையை (அ) இருத்தலிகளில் (ஆ) இரு. நிறைகளில் (இ) தொன் நிறைகளிற் காண்க? [விசை: (அ) 24,000 இருத்தலிகள் (ஆ) 750 இரு. நிறை (இ)  $\frac{75}{24}$  தொ. நி.]

- 20 கி. நிறையுள்ள ஒரு பொருளின்மீது 12,000 தைன்கள் விசை தொழிற்படுகின்றது, பொருளின் வேகவளர்ச்சியென்ன? அது ஓய்வுநிலையிலிருந்து  $\frac{1}{4}$  நிமிடத்தில் எவ்வளவு தூரம் செல்லும்? (விடை: (அ) 60 ச. மீ/செக்<sup>2</sup> (ஆ) 6750 ச. மீ)
- ஒரு சிறுவன் ஒரு வண்டியை 15 இரு. நிறையுள்ள விசையுடன் 20 அடி தூரம் இழுத்தால் அவன் செய்யும் வேலை எவ்வளவு? (விடை: 300 அடி. இரு. நிறை)
- 12 கல் நிறையுள்ள ஒருவன் செக்கனுக்கு 20 அடிவீதம் வேகமாக ஓடுகிறான். அவனது இயக்கப்பண்புச்சத்தியை (அ) அடி. இரு. நிறைகளில் (ஆ) அடி. இரு. நிறையிற் காண்க? (விடை: 33,600 அடி. இருத்தலிகள் (ஆ) 1050 அடி, இரு. நிறை)
- நயாகரா நீர்வீழ்ச்சி 150 அடி உயரமுள்ளது. 10 இரு. நீரின் நிலைப்பண்புச்சத்தியைத் தரைக்குச் சார்பாகக் காண்க? அது அடிப்பாகத்தையடையச் சற்றுமுன் பெறும் இயக்கப்பண்புச்சத்தியெவ்வளவு? அடிப்பாகத்தை நீர் சேர்ந்தவுடன் இச்சத்திக்கு என்ன சம்பவிக்க்கும்? (விடை: (அ) 1500 அடி. இரு. நிறை (ஆ) 1500 அடி. இரு. நிறை)
- 300 ச. மீ. தூரம் ஒரு பொருளை நகர்த்த 200 தைன்கள் விசை பிரயோகிக்கப்பட்டால் அத்திசையில் செய்யப்பட்ட வேலையெவ்வளவு? விசை 10 கி. நிறை ஆயின் வேலை எவ்வளவு? (விடை: 60,000, 2,940,000 ஏக்குகள்)
- சிறுவனொருவன் தன் சைக்கிளை மிதிக்காது கிடைக்கு 20° சாய்விலுள்ள ஒரு தளத்தில் சுயமாக இறங்குகிறான். சிறுவனதும், சைக்கிளினதும் மொத்த நிறை 120 இரு. ஆயின் தளத்தின்வழியே என்ன விசை இருக்கும். தரையின் உராய்வுவிசை 2 இரு. நிறையாயின், (அ) தளத்திலுள்ள மொத்தவிசை (ஆ) சைக்கிளின் வேகவளர்ச்சி ஆகியவற்றைக் காண்க? (விடை: 41 இரு. நிறை (அ) 39 இரு. நிறை (ஆ) 10<sup>4</sup> அடி/செக்<sup>2</sup>)
- 10 பரிவலுவிலியங்கும் மோட்டாரொன்று மணிக்கு 44 அடிவீதம் மாறு வேகத்தைப் பெற்றால் எஞ்சின் செக்கனிற் பிரயோகிக்கும் சத்தியையும், மீறப்பட்ட உராய்வுவிசையையும் காண்க? (விடை: 5500 அடி. இரு. நிறை, 125 இரு. நிறை)
- 15 கி. நிறையையுடைய ஒரு குண்டு செக்கனுக்கு 400 மீற்றர் வேகத்திலிங்கினால் அதன் இயக்கப்பண்புச்சத்தியென்ன? குண்டு தடிப்பான ஓர் இலக்கைத் தாக்க அது 2 ச. மீ. இல் குண்டை ஓய்வுநிலையையடையச் செய்கின்றது. குண்டின்மீது தொழிற்படும் சராசரி விசையென்ன? குண்டில் ஆரம்பத்திலுள்ள இயக்கப்பண்புச்சத்திக்கு என்ன நிகழுகின்றது? (விடை: 1200 சூல்கள்,  $6 \times 10^3$  தைன்கள்)

10. ஓர் உல்லாசப் படகினுடன் ஒரு கயறு அது நீரோட்டத்திற்கு  $30^\circ$  சாய்விலிருக்குமாறு கட்டப்படுகிறது. கயற்றின்மீது 200 இரூ. நிறையுள்ள நிலையான விசை பிரயோகிக்கப்பட்டால் படகை நீரோட்டத்தை பெய்தித்து 100 அடி நகர்த்த எவ்வளவு வேலை தொழிற்படுத்தப்பட வேண்டும். நீரோட்டத்திற்கு நிலைக்குத்துத்திசையில் உள்ள விசையின் மீறிய பகுதியென்ன? (விடை: 17,320 அடி. இரூ. நிறை: 100 இரூ. நிறை)
11. புவியீர்ப்பின் வேகவளர்ச்சியைக்காண நீவிர் செய்யும் ஒரு பரிசோதனையை விளக்குக? தரையிலிருந்து செங்குத்தாக ஒரு பந்து 64 அடி/செக் என்ற ஆரம்ப வேகத்துடன் எறியப்பட்டால் (அ) அது செல்லும் உயரத்தையும் (ஆ) அதன் நிறை 0.5 இரூ. ஆயின் அதன் நிலைப்பண்பு இயக்கப்பண்புச்சத்திகளையும் (1) அதன் உச்ச உயரத்தில் (2) அதன் அரைவாசித் தூரத்தில் காண்க? இப்பெறுமதிகளை எவ்வாறு பெற்றீர் என்பதையும், அவற்றின் அலகுகள் எவையென்பதையும் தெளிவாகக் காட்டுக? (விடை: (அ) 64 அடி (ஆ) (1) 32,0 (2) 16,16 அடி இரூ. நிறை)
12. புவியீர்ப்புவிசையை எதிர்ப்பதும், 15 இரூ. நிறையுள்ளதுமான ஓரிடத்தில் 20 இரூ. நிறையுள்ள பொருள் விழுந்தால் அதன் வேகவளர்ச்சியென்ன? ( $g=32$  அடி/செக்<sup>2</sup>) (விடை: 8 அடி/செக்<sup>2</sup>)
13.  $\frac{1}{2}$  அடி. நிறையுள்ள ஒரு துப்பாக்கிக்கு குண்டு சுடப்பட்டபோது செக்கனுக்கு 2400 அடிவீதம் சென்றால் அதன் இயக்கப்பண்புச்சத்தியென்ன? (விடை: 90,000 அடி. இரூ. நிறை/செக்)
14. 1 இரூ. நிறை, 1 தைன், 1 அடி. இரூ. நிறை, 1 பரிவலு இவற்றிற்கு வரை விலக்கணங்கள் தருக? கிடைக்கு  $45^\circ$  சாய்விலுள்ள ஓர் அழுத்தமான தளத்தின்மீது 10 இரூ. திணிவைச் சமநிலையில் வைத்திருக்க தளத்தின் வழியே என்ன விசை பிரயோகிக்கப்பட வேண்டும். சைக்கிளோட்டி ஒருவன் மணிக்கு 12 மைல்வீதம் வேகமாக ஒரு சமதள வீதிவழியே செல்லுகிறான். அவன் 0.1 பரிவலுவீதம் சத்தியைச் செலவிட்டால் உராய்வுவிசையின் சராசரிப் பெறுமானமென்ன? (விடை: (1) 7.1 (2)  $3\frac{1}{3}$  இரூ. நிறை)
15. ஒரு தாக்கத்திற்கு எப்பொழுதும் சமமானதும், எதிரானதுமான எதிர்த் தாக்கமுண்டு. இக்கூற்றை விளக்குக. இதைப்பயோகித்துக் கீழ்வருவதை விளக்குக. கிடையான இயக்கத்தைப்பெற்ற கட்டுமரம் ஒன்றின்மீது மனிதன் கட்டுமரத்தின் முற்பாகத்தை நோக்கிச்சென்று பின் சிறிது நின்று நீருள் முழுகுகிறான்.

முதலில் ஓய்வுநிலையிலுள்ள ஒரு கட்டுமரம் 3 செக்கனுக்கு 25 இரூ. நிறையுள்ள ஒரு சீரான விசையாலிழுக்கப்படுகிறது. இக்கால முடிவில் அதன் வேகத்தையும், அதன்மீது தொழிற்படுத்தப்பட்ட வேலையையும் காண்க? நீர்த்தடையைப் புறக்கணிக்கலாம்.

(கட்டுமரத்தின் நிறை=600 இரூ.  $g=32$  அடி/செக்<sup>2</sup>)

(விடை: 4 அடி/செக்: 150 அடி இரூ. நிறை)

16. நிலைப்பண்புச்சத்தி, இயக்கப்பண்புச்சத்தி இவற்றைத் தெளிவாக விளக்குக? கயற்றிலே கட்டி ஆடவிடப்பட்ட ஊசற்குண்டொன்றின் சத்தி மாற்றங்களைப்பற்றியாராய்க? 1 இரூ. நிறையுள்ள இறப்பர்ப் பந்தொன்று நிலைக்குத்தாக 16 அடி மேலே ஒரு கிடையான மேசையீது விழுமாறு போடப்பட்டபோது அது 12 அடி அதைத்தது. (அ) மேசையின்மீது மேர்த்தப்பட்டபோது அதன் வேகம் (ஆ) மேசையைவிட்டு நீங்கும்போது அதன்வேகம் (இ) பந்தின் நிலைப்பண்புச்சத்தி, இயக்கப்பண்புச்சத்தி (1) மேடையீது மேர்த்தும்போதும் (2) அதைத்தது மேலெழும்பி உச்ச உயரத்தையடையும்போதும் காண்க? (விடை: (அ) 32 (ஆ) 27.7 அடி/செக் (இ) (1) 0,16 (2) 12,0 அடி. இரூ. நிறை)
17. மாடிப்படிகளில் ஓடும் ஒரு சிறுவனது சராசரி வலுவை எவ்வாறு கணிக்கலாமெனக் காட்டுக. ஒரு சிறிய ஆகாயவிமானம் ஒரு செக்கனுக்கு 176,000 அடி. இரூ. வீதம் விசையைப் பெறுகின்றது. அது போது எஞ்சின் மணிக்கு 120 மைல்வீதம் செல்கிறது. வேகத்தின் வர்க்கத்திற்கு விசைசமமாக வளியின் தடை இருக்கின்றதெனக்கொண்டு இந்நிபந்தனைகளில் ஆகாயவிமானம் மணிக்கு 150 மைல்வீதம் செல்லும்போதுண்டாகும் வலுவைக் காண்க? (விடை: 343,750 அடி. இரூ. நிறை/செக்)
18. F என்ற விசை M என்ற திணிவின்மீது தொழிற்பட்டு A என்ற வேகவளர்ச்சியையுண்டாக்குகின்றது. கோடிட்ட பதங்களுக்கு வரைவிலக்கணங் கூறி F, M, A ஆகியவற்றிற்கிடையேயுள்ள ஓர் உறவைத்தருக? 1000 இரூ. நிறையுள்ள ஒரு பொருள் 90,000 அடி உயரத்திற் பறக்கும் விமானமொன்றிலிருந்து நழுவிச் சுயமாக விழுகிறது. வளியின் தடையைப் புறக்கணித்து (அ) அது பெறும் இயக்கப்பண்புச்சத்தியின் இலாபம் (ஆ) அது தரையை அடையும்போது பெறும் நிலைக்குத்து வேகம் ஆகியவற்றைக் காண்க? இறுதிவேகமென்றாலென்ன? (விடை: (அ) 10<sup>7</sup> அடி. இரூ. நிறை (ஆ) 800 அடி/செக்)
19. சத்திக்காப்புவிதியைக் கூறுக? சத்தி ஒரு வடிவத்தினின்றும் பிறிதொரு வடிவமாக மாற்றப்படுவதற்கு உதாரணங் கூறுக? மணிக்கு 30 மைல்வீதம் செல்லும் ஒரு தொன் நிறையுள்ள மோட்டாரொன்று தடையினால் 50 யார் தூரத்துள் நிறுத்தப்பட்டால் (அ) தடைவிசையை இரூ. நிறையிலும் (ஆ) வேகத்தேய்வையும் காண்க? (விடை: (அ)  $451\frac{1}{3}$  இரூ. நிறை (ஆ)  $6\frac{2}{3}$  அடி/செக்<sup>2</sup>)
20. புவியீர்ப்பின் வேகவளர்ச்சியைக் காணும் பரிசோதனை யொன்றை விளக்குக? ஆரம்பத்தில் ஓய்வுநிலையிலுள்ளதும், 3 இரூ. திணிவுள்ளதுமான ஒரு பொருள் ஒரு கடினமான தரையிலிருந்து 4 அடி உயரையிருந்து விழும்பு 1 அடி அதைக்கிறது. இப்பொருளின்மீது நிகழும் சத்திமாற்றங்களை

விளக்குக? பொருளின் வேகத்தை அது மோதுவதற்குச் சற்று முன் பாகவும் மோதுவதனால் அது இழக்கும் பொறிமுறைச் சத்தியையும் காண்க? ( $g=32$  அடி/செக்<sup>2</sup>) (விடை: 16 அடி/செக்: 9 அடி. இரு. நிறை)

21. விசை, வேலை, வலு இவற்றை விளக்குக. ச. கி. செ. அலகுத்திட்டத்திலும், அ. இ. செ. அலகுத்திட்டத்திலும் அவை எவ்வாறு அளக்கப்படுகின்றன. ஒரு புகைவண்டியின் நிறை 300 தொன். இயக்கத்தின் தடை 1 தொன்னிற்கு 20 இரு. நிறை (அ) புகைவண்டி மட்டமான பரப்பில் மணிக்கு 30 மைல் வேகத்திலியங்கும்போது எஞ்சினின் வலு (ஆ) நீராவி செலுத்தப்படுவதை நிறுத்தித் தடையைப் பிரயோகிக்காது விட்டால் வண்டி எவ்வளவு தூரம் சென்று ஓய்வையடையும்? (1 பரி. வலு = 550 அடி. இரு./செக்) (விடை: (அ) 480 பரி.வலு (ஆ) 3388 அடி)

22. ஒரு பொருளின் திணிவு, நிறை இவற்றிற்கிடையேயுள்ள வித்தியாசத்தை யாராய்க? ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் ஒரு பொருளின் திணிவும், நிறையும் வீகிதசமமாயிருக்கும் என்பதை எவ்வாறறியலாம் என விளக்குக? ஓர் உயர்த்தி 2000 இரு. நிறையையுடையது (அ) அது மாருவேகத்துடன் மேலுயரும்பொழுது (ஆ) 3 அடி/செக்<sup>2</sup> என்ற வேகவளர்ச்சியுடன் கீழிறங்கும்போது உயர்த்தியின் கம்பியிறொழிப்பும் இழுவிசையைக் காண்க? இழுவிசை எந்த அலகில் கிணிக்கப்படுகின்றதெனவுங் கூறுக? (விடை: (அ) 2000 (ஆ) 1812.5 இரு. நிறை)

23. வேகவளர்ச்சி, விசை ஆகியவற்றிற்கு வரைவிலக்கணம் கூறுக? அவற்றின் உறவைத் தருக?

15 அந்தர் நிறையையுடைய ஒரு மோட்டாரின் வேகம் 80 மைல்/மணி என்பதிலிருந்து 20 மைல்/மணி எனத் தடையைப் பிரயோகிப்பதால் குறைக்கப்படுகின்றது. (அ) வேகத்தேய்வு (அது மாருதெனக் கொள்க) (ஆ) அதையுண்டாக்கும் விசை (இ) தடையுபயோகிக்கத் தொடங்கியதிலிருந்து அது ஓய்வையடையச் செல்லும் நேரம் (ஈ) தூரம் ஆகியவற்றைக் காண்க? (விடை: (அ) 8 அடி/செக்<sup>2</sup> (ஆ) 420 இரு. நிறை (இ) 14 $\frac{1}{2}$  (ஈ) 860 $\frac{1}{2}$  அடி)

24. தைன், ஏக்கு இவற்றிற்கு வரைவிலக்கணம் தருக? கிராம் நிறை ஆகியவற்றிற்கிடையேயுள்ள உறவினையாராய்க?

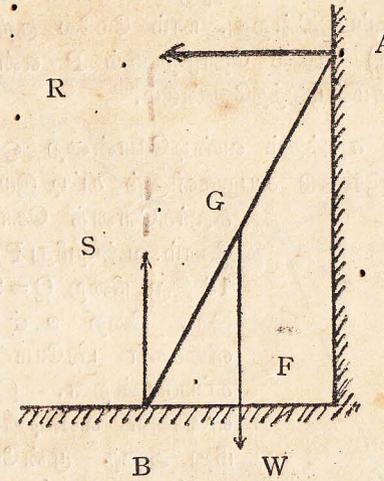
6 கில்லோகிராம் நிறையுள்ள ஒரு பொருள் உராய்வற்ற கிடைத்தளத்தின்மீது 30 கிராம் நிறையுள்ள விசையுடன் இழுக்கப்படுகிறது. (அ) அப் பொருளின் வேகவளர்ச்சி (ஆ) ஓய்விலிருந்து 3 செக்கனின்மீது அது பெறும் வேகம் (இ) அந்த 3 செக்கனில் அது செல்லும் தூரம், அது செய்யும் வேலை ஆகியவற்றைக் காண்க? (விடை: (அ) 4.9 ச. மீ/செக்<sup>2</sup> (ஆ) 14.7 ச. மீ/செக் (இ) 22 1 ச. மீ: 648000 ஏக்கு (அண்ணளவு)

## அத்தியாயம் 4

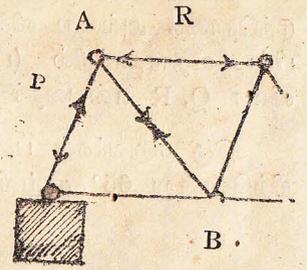
### “நிலையியல்”

#### “விசையின்கரம் — விசைமுக்கோணம்”

நிலையியல் ஒருபொருளைச் சமநிலையில் வைத்திருக்கும் விசைகளை யாராயும் பகுதியாகும். இவ்விசைகள் கட்டடங்கள், பாலங்கள் ஆகியவற்றின் நிலையான தன்மையைப் பாதிக்கும் இயல்புள்ளவையாதலின் பொறியியல் நிபுணர்களும், சிற்பநூல் வல்லுனர்களும் நிலையியலை ஐயத்திரிபறக் கற்றிருக்கவேண்டும்.



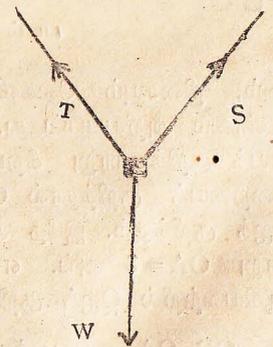
படம் 34 (அ)



படம் 34 (ஆ)

படம் 34 (அ)இல் AB என்ற ஏணி அழுத்தமான சுவரின்மீது சாய்ந்திருக்கின்றது. அதன் நிறை G என்ற புள்ளியில் இருக்கிறது.

தரையில் B என்றவிடத்தில் S என்ற எதிர்த்தாக்கம் நிலைக்குத்தாக மேலேக்கியுள்ளது. ஏணியை நழுவுவிடாது F என்ற உராய்வு விசைதரையிலே காட்டப்பட்டுள்ளது போன்றிருக்கின்றது. ஏணியின்மீது சுவரின் எதிர்த்தாக்கம் R சுவருக்கு நிலைக்குத்தாகவிருக்கின்றது. படம் 34(ஆ) ஒரு பாலத்தின் குறுக்கு வெட்டைக் காட்டுகின்றது. Aஇல் உள்ள முட்டு P, R என்ற விசையாற்றுகப்படுகின்றது. இவை உதைப்புக்கள் எனப்படும். Aஇல் தொழிற்படும் Q என்ற விசை இழுவிசையே எனப்படும். AB சிலவேளைகளில் இழுவைச்



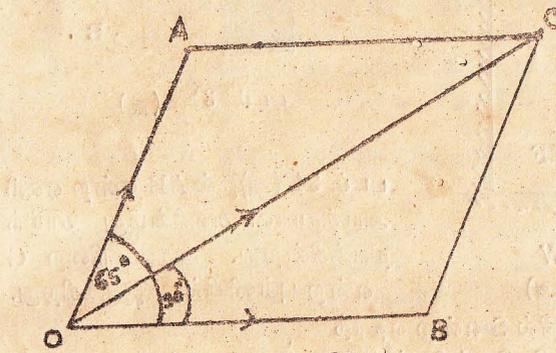
படம் 34 (இ)

சட்டமெனவும் கூறப்படும். கயறு, நூல் ஆகியவற்றினூடு தொழிற்படும் விசையும், இதே தன்மையுடையது. படம் 34 (இ) W என்ற பாரமான பொருளைத் தாங்கியிருக்கும் இரு கயறுகளில் உள்ள T, S என்ற இழுவிசைகளைக் குறிக்கின்றது.

ஒரு, விசையை நாம் குறிக்கவேண்டுமாயின் அவ்விசையின் பருமன், அவ்விசையின் திசை ஆகியன கவனிக்கப்படல்வேண்டும். விசையைக் குறிக்க ஒரு நேர்க்கோட்டை விசையின் பருமனுக்கேற்ப அதன் திசையிற் கீறவேண்டும். திசையைக் குறிக்க அம்புக்குறியையிடலாம்.

**விசையிணைகரம்:** நிலையியல் அனேகமாக இருவிசைகளின் கூட்டுத்தொகை அல்லது விளைவு தேவைப்படுகின்றது. நாம் மேலே குறிப்பிட்ட உதாரணத்தில் (படம் 34 (ஆ)) A இல் தொழிற்படும் P என்ற விசை Q, R என்பதைச் சரியாகச் சமன்படுத்தவேண்டும்.

இரு சிறுவர்கள் பனிக்கட்டிமீது சறுக்கும் வண்டியொன்றை ஒன்றிற்கொன்று  $65^\circ$  சாய்விலிருக்கும் இரண்டு கயறுகளினூற் கட்டி இழுக்கிறார்களெனக் கொள்வோம். வண்டிமீது  $P = 15$  இரூ. நிறை  $Q = 20$  இரூ. நிறை உள்ள விசைகள் பிரயோகிக்கப்படுகின்றன. இவ்விசைகள் வண்டியின் மீது அதை முன்னே இயக்க முயலும் R என்ற விளைவையுடையன. பரிசோதனையின் விளைவாக R இன் பருமனும், திசையும் வேகவினைகரத்தை வரைவதாற் பெறப்படும் என்ற உண்மை அறியப்பட்டது. முதலில் OB என்ற கோடு 20 இரூ. நிறையைக் குறிக்குமாறு கீறப்படுகின்றது. உதாரணமாக 1 அங். 5 இரூ. நிறையைக் குறித்தால்  $OB = 4$  அங். எனக் கீறப்படும்பொழுது அது Q ஐக் குறிக்கும். இதே அடிப்படையில் OB உடன்  $65^\circ$  சாய்விலிருக்குமாறு  $OA = 3$  அங். எனக் கீறப்படுகின்றது. இது பருமன், திசை ஆகியவற்றில் Q ஐக் குறிக்கிறது (படம் 35)



படம் 35

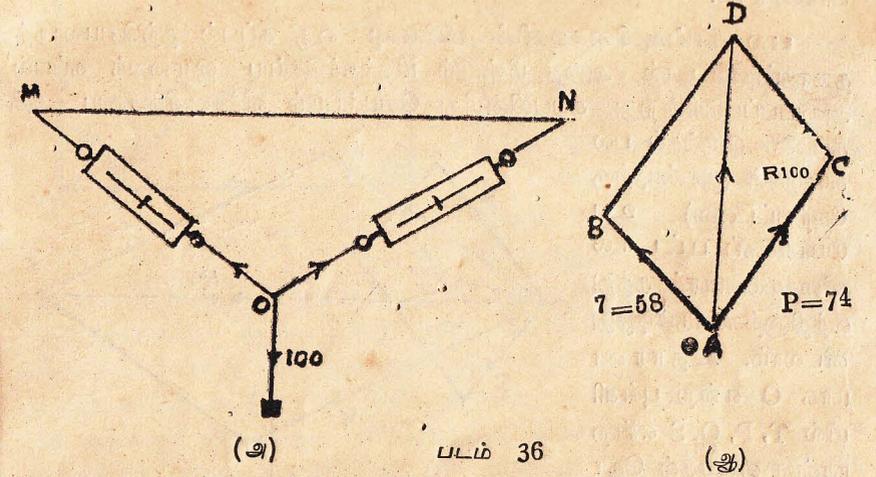
OB, OA என்பவற்றை பக்கங்களாகவுள்ள OBCA என்ற இணைகரம் பூர்த்திசெய்யப்படுகின்றது. OC என்ற முலைவிட்டத்தைக் கீறினால்

ஒரு, விசையை நாம் குறிக்கவேண்டுமாயின் அவ்விசையின் பருமன், அவ்விசையின் திசை ஆகியன கவனிக்கப்படல்வேண்டும். விசையைக் குறிக்க ஒரு நேர்க்கோட்டை விசையின் பருமனுக்கேற்ப அதன் திசையிற் கீறவேண்டும். திசையைக் குறிக்க அம்புக்குறியையிடலாம்.

ஒரு, விசையை நாம் குறிக்கவேண்டுமாயின் அவ்விசையின் பருமன், அவ்விசையின் திசை ஆகியன கவனிக்கப்படல்வேண்டும். விசையைக் குறிக்க ஒரு நேர்க்கோட்டை விசையின் பருமனுக்கேற்ப அதன் திசையிற் கீறவேண்டும். திசையைக் குறிக்க அம்புக்குறியையிடலாம்.

அது பருமன், திசை ஆகியவற்றில் PQ ஆகியவற்றின் விளைவான R ஐக் குறிக்கின்றது. உதாரணமாக  $OC = 5.6$  அங். எனவும், கோணம்  $BOC = 30^\circ$  எனவும் (அளக்கப்பட்டபோது) இருந்தால்  $R = 5 \times 5.92 = 29.6$  இரூ. நிறை. இது Q உடன்  $30^\circ$  சாய்விலிருக்கும்.

**விசையிணைகரத் தத்துவத்தை வாய்ப்புப்பார்த்தல்:** இதற்கு வேண்டிய உபகரணங்களைப் படம் 36 குறிக்கின்றது. M, N என்ற இரு நிலைப்புள்ளிகளிலிருந்து இரு விற்றராசுகள் தொங்கவிடப்பட்டிருக்கின்



(அ)

படம் 36

(ஆ)

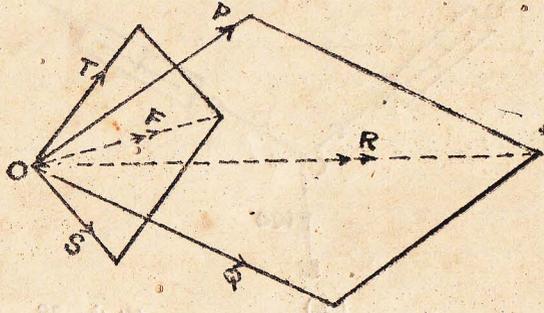
றன. OL, OK என்ற இரு மெல்லிய இலேசான இழைகள் O இல் முடிச்சிடப்பட்டு ஒவ்வொன்றும், ஒவ்வொரு விற்றராசுடனணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.  $W = 100$  கிராம் நிறையை O இல் பிறிதொரு இலேசான இழையிற் கட்டி நிறை W, இழுவிசைகள் T, P என்ற மூன்று விசைகளும் சமநிலையிலிருக்கும்படி அமைத்தால் விற்றராசுகள் காட்டும் அளவீடுகள் T, P என்பவற்றைக் குறிக்கும். எடுத்துக்காட்டாக அவற்றின் பெறுமதிகள் முறையே, 58, 74 கிராம் நிறைகள் எனக் கொள்வோம். T, P என்ற விசைகள் W ஐச் சமன்படுத்துவதால் அவற்றின் விளைவு W ஆகும். அவை OL, OK என்ற திசைகளிற்றொழிற்படுகின்றன.

இதை வேகவினைகரத்திற்கு 58, 74 கிராம் நிறைகளுக்கு வாய்ப்புப்பார்க்க ஒரு கடதாசித்தானை இழைகளின் பின்புறமாக வைக்க OL, OR என்ற திசைகளை வரைக. தானைப் பின்பு எடுத்து ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் அதே திசைகளில் 58, 74 கிராம் நிறைகளைக் குறிக்குக. அவை AB, AC என (படம் 36 (ஆ)) இருந்தால் ABCD என்ற இணைகரத்தை

வரைக. அதன் மூலவிட்டம் AD அளக்கப்பட்டுப் பெறுமதி காணப்படலாம். “இதிலிருந்து சாய்வாக உள்ள இருவிசைகளின் விளைவு (ஒன்றுக்கொன்று) அவ்விசைகளைப் பக்கங்களாக உள்ள இணைகரத்தின் மூலவிட்டத்தாற் குறிக்கப்படும்” என்ற உண்மை பிறக்கின்றது.

M, N ஆகிய புள்ளிகளின் நிலைகளையும், Wஐயும் மாற்றி இப்பரிசோதனையை மீண்டும் செய்து விசையிணைகரத்தின் வாய்ப்பைப் பார்க்கலாம்.

**பல சாய்வுவிசைகளின் விளைவு:** ஒரு கப்பல் தற்செயலாகத் தரைத்தட்டிவிட்டால் அதை மீண்டும் மிதக்கச்செய்ய இழுவைக் கப்பல் அனுப்பப்படுகின்றது. கப்பலின்மீது செயல்படும் விளைவுவிசையை அக்



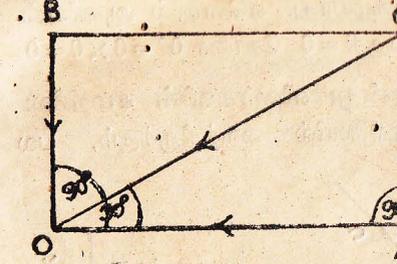
படம் 37

கப்பலை இழுக்கப் பல கயறுகள் (இரண்டிற்கு மேற்பட்டவை) உபயோகிக்கப்பட்டால் விசையிணைகரத் தத்துவத்தின்கண்டுபிடித்து விடலாம். உதாரணமாக O என்ற புள்ளியில் T, P, Q, S என்ற நான்கு விசைகள் தொழிற்படுவதாகக் கொள்வோம். (படம் 37) P, Q என்ற விசைகளின் விளைவான Rஐத் தகுந்த அளவுடன் ஒரு விசையிணைகரத்தைக் கீறி நாம் முன்பு கண்டதுபோலக் கண்டுவிடலாம். மிகுதி விசைகளான T, S ஆகியவற்றின் விளைவான Fஐயும் இவ்வாறே கண்டுபிடிக்கலாம். இப்பொழுது நான்கு விசைகளின் கூட்டுத்தொகை இருவிசைகளின் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமனாகிவிட்டது. இவ்விரு விசைகளான R, Fஇன் விளைவை மீண்டும் விசையிணைகரத்தைக் கீறுவதன்மூலம் (படத்திற் காட்டப்படவில்லை) கண்டுபிடித்துவிடலாம். எனவே, ஒரு புள்ளியிற் சந்திக்கும் பல விசைகள் தரப்பட்டிருந்தால் அவற்றை இரண்டிரண்டாக எடுத்து விசைகரத்தைக் கீறி ஈற்றில் எல்லா விசைகளின் விளைவை இவ்வாறே கண்டுபிடித்துவிடலாம்.

**விசைகளின் பிரித்த பகுதிகள்:** ஓர் உல்லாசப்படகை ஒரு கயற்றினால் ஒரு கால்வாயில் இழுத்தால் அப்படகை கயற்றிலிருந்து சாய்வான ஒரு திசையிற் செல்லுகின்றது. எனவே, படகின்மீது

தொழிற்படும் (கயற்றின் இழு) விசைக்குச் சாய்வான ஒரு திசையில் படகை செலுத்தப்படுகின்றது. இவ்வண்ணமே புல் வெட்டும் இயந்திரம் கிடைக்குச் சாய்வாக உள்ள ஒரு விசையினால் நகர்த்தப்படுகின்றது.

உதாரணமாக ஒரு புல் வெட்டுமியந்திரம் கிடைக்கு  $30^\circ$  சாய்வாக இருக்கும் 50 இரூ. நிறையுள்ள ஒரு விசையினுற்றள்ளப்படுகின்ற தென்போம். கிடைத்திசையின்மீது அவ்விசையின் விளைவுப்பகுதி, அவ்விசையின் கிடைத்திசையின் பிரித்த பகுதியெனப்படும். இதை விசையிணை



படம் 38

கரத்தின் மூலம். கண்டுபிடித்து விடலாம். CO என்பது 50 கிராம் நிறையுள்ள விசையைப் பருமன், திசை ஆகியவற்றிற் குறிக்கின்றது. (படம். 38) C யிலிருந்து CA என்ற கோட்டை OA என்பதற்குச் செங்குத்தாகக் கீறுவோம். மேலும் O இனூடாகக் கீறப்பட்ட நிலைக்குத்துக் கோட்டிற்குச் செங்

குத்தாக CB ஐயுங் கீறுவோம். இப்பொழுது OACB ஓர் விசையிணைகரம் (சரியாகக் கூறின் அது ஒரு செவ்வகம்) AO, BO குறிக்கும் விசைகள் சேர்ந்து AO குறிக்கும் விசைக்குச் சமமாதல் வேண்டும். மறுதலையாகக் கூறின் CO குறிக்கும் விசை கிடைத்திசையில் உள்ள AO குறிக்கும் விசைக்கும், நிலைக்குத்துத் திசையிலுள்ள BO குறிக்கும் விசைக்கும் சமம். எனவே, AO, BO என்பன முறையே தரையிலும், நிலைக்குத்திலும் 50 கிராம் நிறையின் பிரித்த பகுதிகளாகும்.

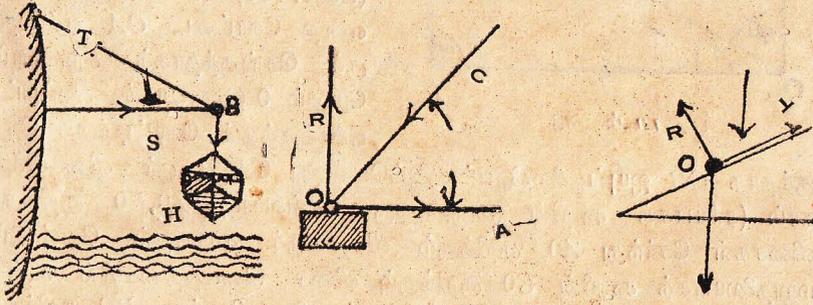
மேலும் OAC என்பது ஒரு செங்கோண முக்கோணம். எனவே,  $\frac{OA}{OC} = \text{கோசை } 30^\circ$ . ஆதலின்  $OA = OC \text{ கோசை } 30^\circ$ . இப்பெறுபெற்றைப் பொதுவாகவும் கூறலாம்.  $\theta$  கோணச்சாய்விலுள்ள ஒரு திசையில் P என்ற விசையின் பிரித்த பகுதி P கோசை  $\theta$  என்பதாற் பெறப்படும்.

B0 என்ற நிலைக்குத்துத் திசையில் நாம் முன்பெடுத்துக்கொண்ட 50 கிராம் நிறை 1 விசையின் பிரித்த பகுதி 50 கோசை  $60^\circ$  ஆகும். ஏனெனில் கோணம் COB  $60^\circ$ . மேலும், கீழ்க்கோக்கில் இவ்விசை தரையின் மேலேக்கு எதிர்த்தாக்கத்தாற் சமன்படுத்தப்படும்.

ஒரு விசையின் பிரித்த பகுதியைக் குறிக்கும் கோசையின் விதி மரத்துண்டொன்றினுள் ஓர் ஆணியை இறுக்கும்பொழுது நன்கு விளக்கப்படுகின்றது. ஆணி நிமிர்த்திருக்கையில் 6 இரூ. நிறையுள்ள செங்

குத்தான ஒரு விசையினுற்றாக்கப்பட்டால் அது தனது நீளத்தினூடு சுத்தியலின் முழுஅடிப்பு விசையைப் பெறுகின்றது. அதனால் ஆணி இலகுவாக மரத்துள் ஏறுகின்றது. இப்பொழுது 6 இரு. நிறையுள்ள அடிப்புவிசை கவலையீனமான, சாய்விலடிக்கப்பட்டால், உதாரணமாக ஆணிக்கு  $60^\circ$  சாய்விலடிக்கப்பட்டால் அது மரத்தினுள் 6 கோசை  $60^\circ = 6 \times 0.5 = 3$  இரு. நிறையுள்ள விசையுடன் ஏறும். இது விசையின் பிரித்த பகுதியாகும். ஆணிக்குச் செங்குத்தாகச் சுத்தி கொண்டடித்தால் ஆணி மரத்தினுள் இம்மியேனும் நுழையாது. ஏனெனில் ஆணியின் நீளத்தில் வழியே விசையின் பிரித்த பகுதி  $= 6 \text{ கோசை } 0^\circ = 6 \times 0 = 0$ .

ஒரு புள்ளியிற்றொழிற்படும் மூன்று விசைகளின் சமநிலை: ஒரு பொருளை மூன்று விசைகள் சமநிலையில் வைத்திருக்கும், பல



(அ)

(ஆ)

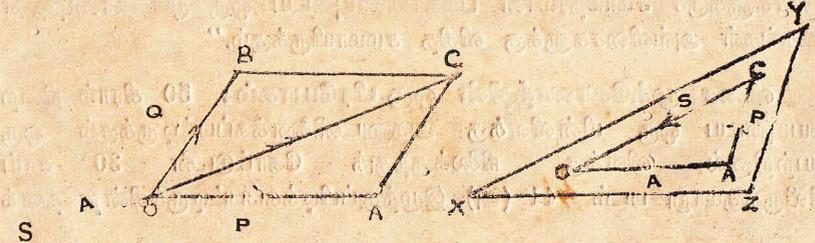
(இ)

படம் 39

உதாரணங்களை நாம் அன்றாட வாழ்க்கையில் அவதானிக்கிறோம். ஒரு பெரிய கப்பலிலிருந்து ஒரு படகை இறக்குவதைப் படம் 39 (அ) சித்தரிக்கின்றது. B என்ற கப்பி படகின் நிறையாகிய W, கயற்றின் இழுவிசை T, குறுக்குச் சட்டத்தின் உதைப்பு S என்ற மூன்று விசைகளால் சமநிலையிலுள்ளது. ஒரு பாலத்தின் ஒரு முனை O என்ற புள்ளியில் பிணையலினால் தாங்கப்பட்டிருப்பதைப் படம் 39 (ஆ) விளக்கி, O இன் சமநிலை  $\cdot CO, OD$  என்ற தீராந்திகளிற்றொழிற்படும் P, Q என்ற விசைகளினாலும் தாங்கு தளத்தின் எதிர்த்தாக்கமான R என்ற விசையினாலும் நிலை நிறுத்தப்படுகிறது. ஒரு சாய்தளத்தின் O என்ற புள்ளியில் ஒரு பொருள் கயறென்றொழிற்ருங்க விடப்பட்டிருப்பதை படம் 39. (இ) விளக்குகின்றது. O இன் சமநிலை பொருளின் நிறையாகிய W, கயற்றின் இழுவிசை T, சாய்தளப்பரப்பிற்குச் செங்குத்தாகவிருக்கும் எதிர்த்தாக்கம் R ஆகியவற்றால் நிலை நிறுத்தப்படுகின்றது.

படம். 39 (இ) இல் சாய்தளத்தின்மீது ஓய்வு நிலையிலுள்ள பொருளின் நிறையாகிய  $W = 100$  இரு. நிறையெனக் கொள்வோம். அது சமநிலையிலுள்ளதால் R, T என்ற விசைகளின் விளையும் 100 இரு. நிறையாகவேண்டும். மேலும், அவ்விளைவு W இன் திசைக்கு நேரெதிராயும், இருக்கவேண்டும். இவ்விரு நிபந்தனைகளொன்றாவது சரிப்படுத்தப்படாவிடில் O சமநிலையிலிருக்காது. இதே காரணத்தால் படம். 39 (அ)ல் T, S என்ற விசைகளின் விளைவு படகின் நிறையாகிய W உடன் சமமாயும், அதற்கு எதிர்த்திசையிலும் இருக்கவேண்டும்.

விசை முக்கோணம்: P, Q, S என்ற விசைகள் O என்ற புள்ளியை (படம். 40 (அ)) சமநிலையில் வைத்திருக்கின்றன எனக் கொள்வோம். PQ ஆகியவற்றின் விளைவான R, OACB என்ற விசை



(அ)

படம் 40

(ஆ)

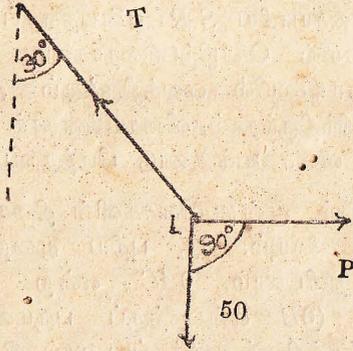
யிணைகரத்தின் மூலைவிட்டமான OC இனாற் குறிக்கப்படும். O சமநிலையினுள்ளதாகையால் மூன்றாவது விசையாகிய S, R என்பதற்குப் பருமனிற் சமமாயும், CO என்ற திசையிற் தொழிற்படுவதாகவும், இருக்கும். எனவே, ஒரு பொருளைச் சமநிலையில் வைத்திருக்கும் மூன்று விசைகளில் இரண்டின் பெறுமதி தெரிந்திருந்தால், விசையிணைகரத் தத்துவத்தை உபயோகித்து மூன்றாவது விசையைக் கண்டு பிடித்துவிடலாம்.

ஆனால் ஒரு விசையின் பருமனும், மூன்று விசைகளின் திசைகளும் தரப்பட்டிருந்தால், மிகுதி இரு விசைகளையும், ஒரு புதிய முறையைக் கையாளுவதன் மூலம் கண்டுபிடித்துவிடலாம். OAC என்ற விசை முக்கோணத்தில் P என்ற விசை (OB என்பதற்குப் பருமனிலும், திசையிலும் சமமான) AC எனும் பக்கத்தினாற் குறிக்கப்படலாம். இதுவே, P, Q, S என்ற மூன்று விசைகளின் விசை முக்கோணமாகும். X, Y, Z என்ற பிற்தொரு முக்கோணம் அதன் கோணங்கள் முன்பிருந்த கோணங்களின் பருமனுக்கு ஏற்ப அதாவது அம்முக்கோணத்தின் பக்கங்கள் P, Q, S என்ற விசைகளின் திசைகட்குச் சமாதரமாக இருக்குமாறு வரையப்பட்டால் அதன் பக்கங்கள் P, Q, S என்பனவற்றின் பருமன்

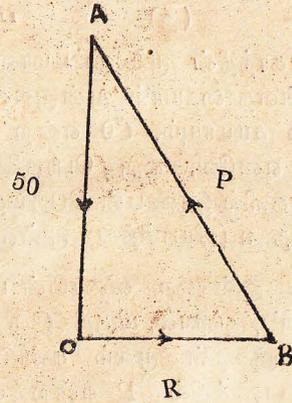
களுக்கு விகித சமமாயிருக்கும். இப்போது ஒரு விசையின் பருமன் அறியப்பட்டிருந்தால் மேலே கண்டதுபோன்று அளவுடன் கீறப்பட்ட ஒரு முக்கோணத்திலிருந்து மிகுதி இரு விசைகளையுமளந்தறியலாம். உதாரணமாக  $XZ=5$  ச. மீ. எனவும், அது  $Q=100$  இரு. நிறையைக் குறிக்கிறதெனவும் கொள்வோம்.  $X, Y$  அளந்தபோது அது 6 ச. மீ. என இருந்தால் அது  $P=100 \times \frac{6}{5}=120$  இரு. நிறையைக் குறிக்கின்றது. இவ்வாறே  $YX=8$  ச. மீ ஆயின் அது  $S=100 \times \frac{8}{5}=160$  இரு நிறையைக் குறிக்கின்றது.

நாம் இப்பொழுது மேலேகண்ட உண்மையின் பொது விதியை வருமாறு கூறலாம். "ஒரு புள்ளியின்மீது தொழிற்படும் மூன்று விசைகள் அப்புள்ளியைச் சமநிலையில் வைத்திருந்தால் அவ்விசைகளின் திசைகளுக்குச் சமாந்தரமான பக்கங்களையுடைய ஒரு முக்கோணத்தின் பக்கங்கள் அவ்விசைகளுக்கு விகித சமமாயிருக்கும்."

**விசை முக்கோணத்தின் ஒரு பிரயோகம்:** 50 கிராம் நிறையையுடைய ஒரு மின்விளக்கு அதனுடனணைக்கப்பட்டிருக்கும் ஒரு கயற்றினால் விளக்கு நிலைக்குத்துக் கோட்டுடன்  $30^\circ$  சாய் விலிருக்குமாறு படம் 41 (அ) இழுத்துப்பிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றதெனக்



[அ] படம் 41

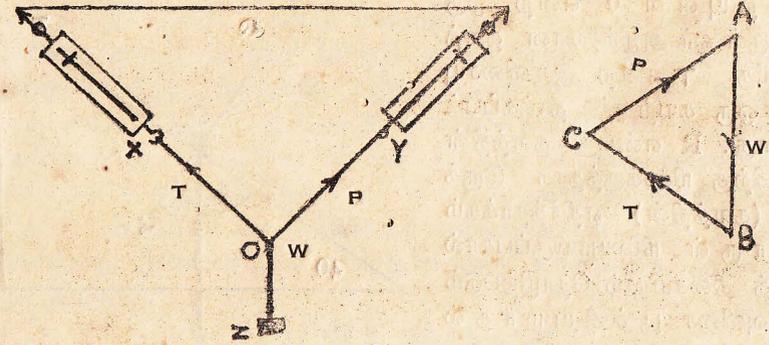


[ஆ]

கொள்வோம். P, T என்பன முறையே கயற்றின் இழுவிசையும், விளக்குத் தொங்கும் கம்பியின் இழுவிசையுமாயின் இவற்றைக்காண தெரிந்த விசையான 50 கிராம் நிறைக்குச் சமாந்தரமாக A0 என்ற கோட்டைக் கீறவேண்டும். இது பருமனிலும் (உ-ம்: 1 ச. மீ. = 10 கி. நிறையா

யின்  $A0=5$  ச. மீ.)  $5^\circ$  கிராம் நிறையைக் குறிக்கின்றது. விசை முக்கோணத்தைப்பெற A, 0 ஆகியவற்றிலிருந்து T, P ஆகியவற்றிற்குச் சமாந்தரக் கோடுகளைக் கீறவேண்டும். அவை B என்ற புள்ளியிற் சந்திக்கின்றன என்போம். (படம், 41 (ஆ) எனவே OAB என்ற முக்கோணம் T, P 50 கிராம் நிறை ஆகிய விசைகளின் விசை முக்கோணமாகும் O B என்ற பக்கம் P யும், BA என்ற பக்கம் T யும் குறிக்கின்றன. அளந்தபொழுது  $OB=2.9$  ச. மீ. எனவும்,  $BA=5.8$  எனவும் இருந்தால், P = 29 கிராம் நிறை T = 58 கிராம் நிறை. ஏனெனில் 1 ச. மீ. = 10 கிராம் நிறை.

**விசை முக்கோணத்தை வாய்ப்புப் பார்த்தல்:** படம். 42 (அ) இற் காட்டப்பட்டுள்ள உபகரணத்தைக்கொண்டு விசை முக்கோணத்தை நாம் வாய்ப்புப் பார்க்கலாம். OX, OY என்ற இரு இழைகள், இரு விற்றாசுகளுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.  $W=200$



[அ] படம் 42

[ஆ]

கிராம். நிறையுள்ள ஒரு பொருள் O இலிருந்து தொங்கவிடப்பட்டிருக்கின்றது. O என்ற புள்ளியில், மூன்று விசைகள் சமநிலையிலுள்ளன. அவையாவன: T, P என்பனவும், நிறையாகிய W உம், ஆகும். T, P ஆகியவற்றின் பருமன்கள் விற்றாசுகளில் அவதானிக்கப்பட்ட போது முறையே, 164, 152 கிராம் நிறைகளாயிருந்தன.

இப்பொழுது இழைகளின் பின்புறமாகத் தாளொன்றை வைத்து OX, OY, OZ என்ற திசைகள் குறிக்கப்படுகின்றன. இவற்றைக் கொண்டு நாம் முன்பு விளக்கியதுபோன்று ABC என்ற முக்கோணம் படம். 42 (ஆ) பெறப்படுகின்றது. இம்முக்கோணத்தின் பக்கங்கள் O இற்றொழிற்படும் விசைகளின் திசைக்குச் சமாந்தரமாயுள்ளன. AB

BC, CA என்பன முறையே, அளக்கப்பட்டபொழுது அவை 5, 4:1, 3:8 ச. மீ. என இருந்தன.

$$AB: BC: CA = 5: 4:1: 3:8 = 1: 0.82: 0.76.$$

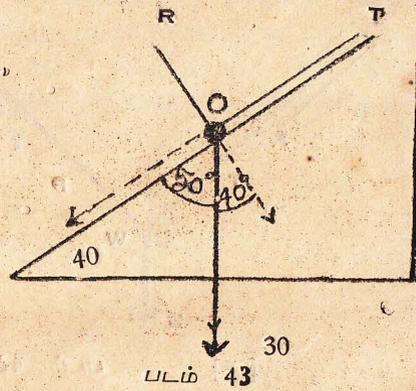
ஆனால், W; T: P = 200: 164: 152 = 1:0.82: 0.76. எனவே, ABC என்ற முக்கோணத்தின் பக்கங்கள் ஒரு திட்ட அளவில் 0 என்ற புள்ளியிற் சமநிலையிலுள்ள மூன்று விசைகளையும் குறிக்கின்றன. எனவே, விசை முக்கோணத் தத்துவம் நிறுவப்பட்டுவிட்டதல்லவா?

இப்பரிசோதனையை W இன் பெறுமதியை மாற்றியாவது, விற்றிசைகளின் நிலைகளை மாற்றியாவது திருப்பிச் செய்து விசைமுக்கோணத்தின் வாய்ப்பை மீண்டும் பார்க்கலாம்.

**சமநிலையும், விசையின் பிரித்த பகுதிகளுக்கிடையேயுள்ள**

**உறவும்:** எடுத்துக்காட்டாக ஒரு பொருளின்மீது செயல்படும் பல விசைகள் சம நிலையிலிருப்பதைக் கொள்வோம் படம். 43 இல் 30 இரு

நிறையுள்ள 0 என்ற ஒரு பொருள் ஓர் அழுத்தமான தளத்தின்மீது T என்ற இழுவிசையுடன் ஒரு கயற்றூற் தாக்கப்பட்டுள்ளது. R என்பது தளத்தின் பரப்பிற்கு நிலைக்குத்தாக இருக்கும் (தளத்தின்) எதிர்த்தாக்கம் பொருள் நிலையாயிருப்பதால் எந்தத் திசையிலும் தொழிற்படும் விளைவுவிசை பூச்சியமாதல் வேண்டும் என்பது தெளிவு. எனவே, நாம் 0 இல் உள்ள



மூன்று விசைகளையும் நமக்குத் தேவையான எத்திசையிலும் பிரித்து மொத்த விளைவைப் பூச்சியத்திற்குச் சமன்படுத்தலாம். இவ்வாறு செய்து பெறுமதி தெரியாத T, என்பனவற்றைக் கணித்துவிடலாம்.

சாய்தளத்தின் வழியே R இன் பிரித்த பகுதி R கோசை  $90^\circ$  அல்லது பூச்சியம். ஏனெனில் கோசை  $90^\circ = 0$  எனவே, நாம் தளத்தின் வழியே மூன்று விசைகளின் பிரித்த பகுதிகளைக் காணல் நன்று. இவ்வாறு செய்தால் சமன்பாட்டிலிருந்து R தவிர்க்கப்படுகின்றது. சாய்தளம் கிடைக்கு  $40^\circ$  சாய்விலுள்ளதெனக் கொண்டால்,

$T = 30$  கோசை  $50^\circ =$  தளத்தின் மேடுக்கும் மொத்த விசை  $= 0$   
 $\therefore R = 30$  கோசை  $50^\circ = 19.3$  இரு. நிறை.

நாம் தளத்தின் கீழ்க்கோக்கியுள்ள மொத்த விசையைக் கண்டிருந்தால் நாம் 30 கோசை  $50^\circ - T = 0$  எனவும், இதிலிருந்து  $T = 30$  கோசை  $50^\circ$  எனவும் பெறுவோம்.

மூன்று விசைகளையும் பிரித்து R ஐக் காணும்பொழுது நாம் T இன் பிரித்த பகுதி பூச்சியமாகும், திசையைக் கொள்வது நன்று. இத்திசை தளத்திற்குச் செங்குத்தானதாகும். இங்கு T இன் பிரித்த பகுதி  $= T$  கோசை  $90^\circ = 0$ .

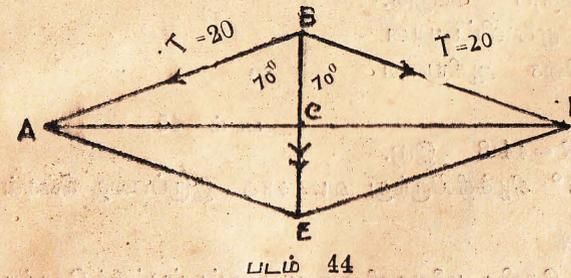
இத்திசையில் கீழ்க்கோக்கியுள்ள மொத்த விசை  $= 30$  கோசை  $40^\circ - R = 0$ . ஏனெனில் பொருள் நிலையாயுள்ளது.

$$\therefore R = 30 \text{ கோசை } 40^\circ = 23.0 \text{ இரு. நிறை.}$$

நாம் மூன்று விசைகளையும் நிலைக்குத்துத் திசையிலே பிரித்திருந்தால் R கோசை  $40^\circ + T$  கோசை  $50^\circ - 30 = 0$  என்ற சமன்பாட்டைப் பெற்றிருப்போம். R, T ஆகியவற்றைக் காணப் பிறிதொரு சமன்பாட்டை நாம் பெறவேண்டும். மூன்று விசைகளையும் கிடைத்திசையிற் பிரித்தால் கோசை  $50^\circ - T$  கோசை  $40^\circ = 0$  என்ற சமன்பாட்டைப் பெறுவோம் இங்கு 30 இரு. நிறையின் பிரித்த பகுதி இத்திசையில் 0 ஆகும். நாம் மேலே பெற்ற இரட்டைச் சமன்பாடுகளையும் விடுவித்து R, T ஆகியவற்றைப் பெறலாம். ஆனால் இப்படிப் பெறுவது எவ்வளவு சிரமமென்பது உங்களுக்குத் தெரியும். நாம் முன் கண்டதுபோன்ற முறையில் பருமன் தெரியாத ஒரு விசைக்கு நிலைக்குத்தான ஒரு திசையைக் கொள்வது எவ்வளவு சுலபமானது என்பது உங்களுக்கு இப்பொழுது புரிந்திருக்கும்.

### மாதிரிக் கணக்குகள்

(1) படம் 44. ஓர் ஆகாய விமானத்தின் இரேடியோ மின்னிலைக்



கம்பியைக் குறிக்கின்றது. BC, AD என்பன விறைப்பான உதைச்சட்டங்கள். ABD என்பது இழுவிசையிலிருக்கும் உரு கம்பிகம்பியின் இழுவிசை 20 இரு நிறை

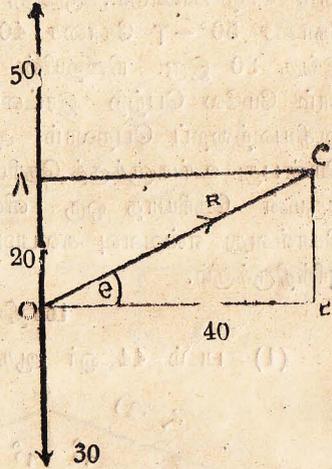
ஆயின் BC இல் உள்ள உதைப்பு விசையைக் காண்க.

AB, BD இவற்றில் உள்ள இழுவிசை T சமமாயும், Bஇற் தொழிற்படுவனவாயுமுள்ளன. BCஇல் உள்ள R' என்ற உதைப்பு விசை இவ்விருவிசைகளின் விளைவுக்கு எதிரானதாகவும், சமமானதாகவும் இருக்கும். ABDE என்றவிசையிணைகரத்தை D, A ஆகியவற்றிலிருந்து முறையே, DE, AE ஆகியவையை AB, BD இவற்றிற்குச் சமந்தரமாகக் கீறிப் பெறுக. முலைவிட்டம் BEஐ அளவிடுக. BA 20 இரு. நிறையைக் குறிக்கின்றது. எனவே, BEஐ அளந்து அது குறிக்கும் விசையைப் பெறலாம். மாணவன் இவ்வுதைப்பு விசை 13:7 இரு. நிறை என்பதைப் பூங்கீறியறிந்து கொள்ளலாம்.

(2) 50, 40, 30 இரு. நிறையுள்ள விசைகள் முறையே வடக்கு கிழக்கு, தெற்கு ஆகிய திசைகளிற் தொழிற்பட்டால் அவற்றின் விளைவின் பருமன், திசை ஆகியவற்றைக் காண்க.

மூன்று விசைகளும் 45ஆம் படத்திற் காட்டப்பட்டுள்ளது போன்றிருக்கும். 50 இரு. நிறை விசையினதும், 30 இரு. நிறை விசையினதும், விளைவு விசை 20 இரு. நிறை பருமனுடைய தாய்ப் பெரிய விசையின் திசையிலேயிருக்கும்.

தகுந்த அளவினால் OA = 20 இரு. நிறை எனக்குறிப்பிடுக. அதே அளவுத்திட்டத்தில் OB = 40 இரு. நிறை எனப்பெறுக. OACB என்ற இணைகரத்தை (செவ்வகத்தை)ப் பெறுக. விளைவு இணைகரத்தின் முலைவிட்டமான OCஇனற் பருமன் திசை ஆகியவை குறிக்கப்படும்.



படம் 45

அளவீட்டினால்  $R = 44.8$  இரு. நிறை என்பதும்  $\theta = 27^\circ$  கிழக்கிலிருந்து வடக்காக இருப்பதை நீங்கள் காணலாம்.

(3) ஒரு படத்தின் மேலிரு முனைகளிலும் கயறு கட்டப்பட்டுத் தொங்க விடப்படுகின்றது. கயறு நீளமாயிருக்கையில் உள்ள இழுவிசை கயறு நீளங் குறைந்ததாயிருக்கையில் உள்ள இழுவிசையிலும் குறைவாயி

ருக்குமெனக் காட்டுக.

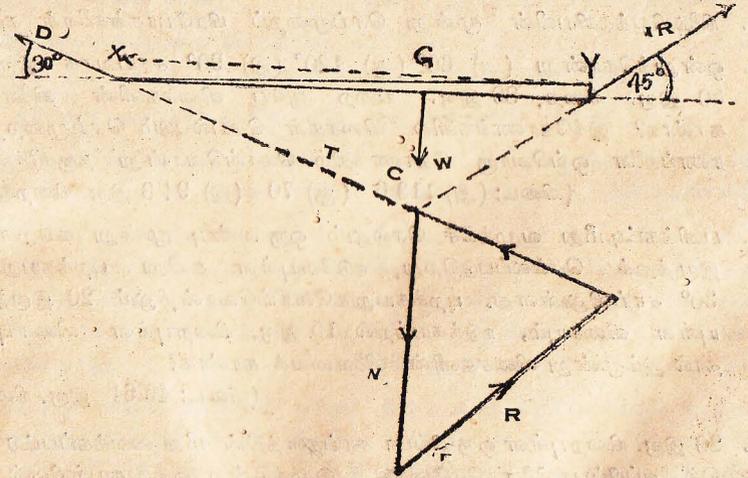
ABCD என்பது படத்தைக் குறிக்கின்றது. அதன் நிறையை W எனக் கொள்வோம். (படம் 46) படத்தின் நிறை ABயில் உள்ள இழுவிசை T இன் நிலைக்குத்துத் திசையின் பிரித்த பகுதிகளாற் சமன்படுத்தப்படும். இப்பிரித்த பகுதிகள் ஒவ்வொன்றும் T கோசை  $\theta$  எனவே, சமநிலைக்கு T கோசை  $\theta + T$  கோசை = T கோசை  $\theta + T$  கோசை  $\theta = W$

$$\therefore 2 T \text{ கோசை } \theta = W$$

$$T = \frac{W}{2 \text{ கோசை } \theta} \quad (1)$$

கயறு நீளங்கூடியதாகையில் அது படச்சட்டத்துடன் உண்டாக்கும் கோணம்  $\theta$  குறைவாயிருக்கும். ஆனால் குறைவாயிருந்தால் கோசை பெரிதாகும். எனவே, சமன்பாடு (1)ல் T சிறியதாகின்றது.

(4) 18 அடி நீளமும், 150 இரு. நிறையுமுள்ள ஒரு கூம்பியுள்ள கோல் அதன் ஒவ்வொரு முனையிலும் ஒவ்வொரு கயற்றால் கட்டப்பட்டு



படம் 47

அக்கோலின் மையக்கோடு கிடையாக இருக்குமாறு தொங்கவிடப்படுகின்றது. கயறுகள் கிடைக்கு  $45^\circ$ ,  $30^\circ$  கோணச்சாய்விடுள்ளன. ஆயின், (அ) ஒவ்வொரு கயற்றின் இழுவிசையையும், (ஆ) புவிவிர்ப்பு மையத்தையும் காண்க?

ஒவ்வொரு கயற்றின் மீதும் உள்ள இழுவிசையை T, R இரூ. எனக்கொள்வோம். (படம் 47) கோல்  $XY = 18$  அடி என ஒரு தகுந்த அளவிற்கு கீறுக. T, R இவற்றின் தூக்கக் கோடுகளை நீட்டி விட்டால் அவை A இற் சந்திக்கின்றன. கோலின் நிறையாகிய W, A என்ற புள்ளிக்கு நேர் மூலே செயல்படவேண்டும். இல்லாவிட்டால், T, R ஆகியவற்றின் விளைவை நிறையாகிய W சமன்படுத்தாது. சமநிலையும் சாத்தியமில்லை. இவ்வாறே புவிவிர்ப்புமையம் G என்ற புள்ளியாகும். தகுந்த அளவிற்கு கீறப்பட்டதாகையால் X என்ற முனையிலிருந்து அதன் தூரத்தை அளந்துபெற்றுவிடலாம். இழுவிசைகள் T, R ஆகியவற்றைக் காண  $W = 150$ , T, R ஆகியவற்றின் விசைமூக்கோணத்தைக் கீறுக. AB என்ற கோடுகளை முறையே T, R இவற்றிற்குச் சமாந்தரமாகக் கீறுக. இவை C இற் சந்திக்கும். அளப்பதன் மூலம் T, R ஆகியவற்றைக் கண்டு பிடிக்கலாம்.

(மாணவர்கள் இதைச் செய்து வாய்ப்புப்பார்க்கவேண்டும்.)

### பயிற்சி:

1. நிலையியக்கவியலின் மூன்று செய்முறைப் பிரயோகங்களைக் கூறுக?
2. ஒன்றுக்கொன்று (அ)  $60^\circ$  (ஆ)  $120^\circ$  (இ)  $90^\circ$  சாய்வாக இருக்கும் 50 இரூ. நிறை, 80 இரூ. நிறை ஆகிய விசைகளின் விளைவைக் காண்க? இக்கோணங்களில் விசைகள் செயல்படும் செய்முறை உதாரணங்களை ஒவ்வொரு கோணத்திற்கொவ்வொன்று தருக?  
(விடை: (அ) 113.6 (ஆ) 70 (இ) 94.3 இரூ. நிறைகள்)
3. பனிக்கட்டிமீது வழக்கிச் செல்லும் ஒரு வண்டி மூன்று கயறுகளால் இழுத்துச் செல்லப்படுகிறது, நடுவேயுள்ள கயிறு புறக்கயறுகளுக்கு  $30^\circ$  சாய்விடுள்ளது. புறக்கயறுகளொவ்வொன்றிலும் 20 இரூ. நிறையுள்ள விசையும், நடுக்கயற்றில் 15 இரூ. நிறையுள்ள விசையுமிருந்தால் இம்மூன்று விசைகளின் விளைவைக் காண்க?  
(விடை: 49.64 இரூ. நிறை)
4. 20 இரூ. நிறையுள்ள ஒரு பீப்பா சாய்தளத்தின் மீது வைக்கப்பட்டு தளத்தில் அப்பீப்பாவின் மேலேக்கி இழுக்கின்ற ஒரு கயற்றினால் கீழே விழாது பிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றது. சாய்தளம் கிடைக்கு  $30^\circ$  சாய்வுக்

கோணத்தையுடையதாயின் கயற்றின் இழுவிசையையும், பீப்பாவிடது தளம் விளைவிக்கும் எதிர்த்தாக்கத்தையும் காண்க?

(விடை: (அ) 10 (ஆ) 17.3 இரூ. நிறை)

5. ஒரு மின் விளக்கு 120 கிராம் நிறையுள்ள ஒரு கிடையான விசையினால் இழுக்கப்பட்டபோது அது நிலைக்குத்திவிருந்து  $20^\circ$  சாய்வாக நின்றது. விளக்கின் நிறையையும், விளக்குத் தொங்கவிடப்பட்ட கயற்றின் இழுவிசையையும் காண்க?  
(விடை: (அ) 330 (ஆ) 351 கிராம் நிறை)
6. ஒரு பாலத்தின் இரு தீராந்திகள் ஒன்றுக்கொன்று  $60^\circ$  சாய்வாயுள்ளன. அவை ஓர் அழுத்தமான பரப்பிற்குக்கப்பட்டுள்ளன. (படம். 39 (ஆ) ஐப் பார்க்க) தாங்கியின் எதிர்த்தாக்கம் 500 இரூ. நிறையாயின் ஒவ்வொரு தீராந்தியின் விசையையும் காண்க?  
(விடை: 259; 577 இரூ. நிறை)
7. ஒரு படத்தின் சட்டத்தில் கட்டப்பட்டுள்ள இரு கயறுகளைச் சுவரின் ஆணியொன்றின்மீது தொடுத்த பொழுது அவை கிடைக்கு  $30^\circ$  சாய்விருந்தன. படத்தின் நிறை 1000 கிராம் நிறையாயின் கயறுகளின் இழுவிசைகளைக் காண்க?  
(விடை: 1000 கி. நிறை)
8. 1000 இரூ. நிறையுள்ள ஒரு மோட்டார் வண்டி கிடைக்கு  $20^\circ$  சாய்வாக உள்ள ஒரு வீதியில் ஓய்வு நிலையிலுள்ளது. தளத்தின் வழியே மோட்டாரின் நிறையின் பிரித்த பகுதியென்ன? வண்டியின் மீது தரையின் உராய்வுவிசை என்ன? வண்டியின் மீது வீதியின் செங்குத்து எதிர்த்தாக்கமென்ன?  
(விடை: 342; 342; 939.7 கி. நிறை)
9. கீழ் வருவனவற்றை விளக்குக?  
(அ) ஒரு புள்ளியின்றொழிப்படும் பல விசைகளின் விளைவு.  
(ஆ) ஒரு தரப்பட்ட திசையில் ஒரு விசையின் பிரித்த பகுதி.  
ஒரு குறிக்கப்பட்ட புள்ளியில் மாறுபட்ட திசைகளின்றொழிப்படும் இரண்டு தரப்பட்ட விசைகளின் விளைவைக் காணும் பரிசோதனையினை விளக்குக?  
2 இரூ. நிறையுள்ள ஒரு மின்விளக்கு ஒரு கம்பியின்றொங்குகிறது. அவ்விளக்கு நிலைக்குத்துக்கு  $30^\circ$  சாய்விருக்கும் வரை ஒரு கிடையான விசையால் இழுக்கப்பட்டால் கம்பியின் இழுவிசையாது? கிடையான விசையாது?  
(விடை: 2.31 இரூ. நிறை, 1.15 இரூ. நிறை)
10. விசையிணைகரத் தத்துவம் யாது? அதை வாய்ப்புப் பார்க்கும் ஒரு பரிசோதனையை விவரிக்க? திணிவு தெரியப்படாத ஒரு பொருள் ஓர் இழையின்றொங்கவிடப்பட்டு 100 கி. நிறையுள்ள ஒரு கிடையான விசையினின்றொங்கப்படுகின்றது. சமநிலையில் இழை நிலைக்குத்திற்கு  $30^\circ$  சாய்

விலிருந்தால், விசை விளக்கப்படத்தைக் கீறித் திணியைக் காண்க?  
(விடை: 173 இ. நிறை)

11. ஒரு சாய்தளத்தில் ஒரு சீப்பாவை உருட்டுவதற்கு வேண்டிய விசை அதை நிலைக்குத்தாகத் தூக்குவதற்கு வேண்டிய விசைஔயவிடக் குறைவாகும். இது ஏனென விளக்குக?
12. ஒன்றுக்கொன்று சமாந்தரமாயில்லாத மூன்று விசைகள் சமநிலையிலிருப்பதற்கு வேண்டிய நிபந்தனைகள் யாவை? உமது கூற்றைச் சரிபார்க்க ஒரு பரிசோதனையை விவரிக்க? 5 இரு. நிறையுள்ள ஒரு பொருளைத் தாங்கியுள்ள AB என்ற இழை, A என்ற முனைநிலையாயுள்ள புள்ளியிற் திணைக்கப்பட்டும், B என்ற புள்ளியிற் பொருள் கட்டப்பட்டும் இருக்கின்றது. B என்ற முனையில் P என்ற கிடையான விசையைப் பிரயோகித்தபொழுது AB நிலைக்குத்திற்கு 30° சாய்வில் நின்றது. வரைப்படத்தினுதவிபுடன் B ஐயும், ABயின் இழைவிசையையும் காண்க?  
(விடை: 29, 5.8 இரு நிறை)
13. ஒரு புள்ளியிற்ருழிற்படும் 3 விசைகள் சமநிலையில் இருப்பதற்கு வேண்டிய நிபந்தனைகளைவை? 2 தொன் நிறையுள்ள ஒரு பொருள் ஒரு பாரந்துக்கியால் கயற்றில் கட்டித் தூக்கப்படும்பொழுது ஒரு கிடையான விசை பொருளைக் கட்டியுள்ள புள்ளிக்குச் சற்று மேலே பிரயோகிக்கப்பட்டது. அப்பொழுது கயறு நிலைக்குத்துக்கு 15° சாய்விலிருந்தால், வரைப்படத்தினால் (அ) கிடையான விசையையும் (ஆ) கயற்றின் இழைவிசையையும் காண்க. (விடை: (அ) 1.54 (ஆ) 2.07 தொன்)
14. ஒரு பொருளின் ஒரு புள்ளியினூடாகத் தொழிற்படும் 3 விசைகள் அப்பொருளைச் சமநிலையில் வைத்திருக்கவேண்டிய நிபந்தனைகள் யாவை? உமது கூற்றை வாய்ப்புப்பார்க்கும் ஒரு பரிசோதனையை விவரிக்க? 13 அடி நீளமும், 12 அந்தர் நிறையுமுள்ள ஓர் ஒழுங்கான தீராந்தி மேல்முனை ஒரு செங்குத்தான சுவற்றிலும், கீழ்முனை சுவரினடியிலிருந்து 5 அடி தூரத்திலும் உடையதாயிருக்கின்றது. தீராந்தி சுவரில் விளைவிக் கும் விசையை (அ) விசை சவருக்கு நிலைக்குத்தானதென அனுமானித்துக் காண்க? (விடை: 2.5 அந்தர் நிறை)
15. விசையிணைகரத்தத்துவத்தைக் கூறி அதை வாய்ப்புப்பார்க்கும் ஒரு பரிசோதனையையும் விவரிக்கவும்?  
6000 இரு. நிறையுள்ள ஒரு தீராந்தி மாறுவேகத்துடன் தரையிலிருந்து ஒரு மாறுவுயரத்தில் ஒரு கயற்றால் கட்டியிழுக்கப்படுகின்றது. கயறு கட்டப்பட்ட புள்ளியோடு அது கிடைக்கு 15° சாய்வாக உள்ளது. கயற்றின் இழைவிசை 500 இரு. நிறையாயின் (அ) தீராந்தியின் வளையின் தடை எவ்வளவெனவும், (ஆ) தீராந்தியில் மேலேக்கி உயர்த்தும் விசையெவ்வளவு எனவும் காண்க?  
(விடை: (அ) 476 இரு. நிறை (ஆ) 6155 இரு. நிறை)

16. விறைப்பான பொருள் சமநிலை இவற்றை விளக்குக? சமாந்தரமற்ற மூன்று விசைகள் ஒரு விறைப்பான பொருளைச் சமநிலையில் வைத்திருக்க வேண்டிய நிபந்தனைகள் யாவை?  
6 அங். ஆரையும், 2 இரு. நிறையுள்ள துமான ஓர் அழுத்தமான கோளம் அதன்மீது, கட்டப்பட்டுள்ள இழையை ஓர் அழுத்தமான சுவரின் ஒரு புள்ளியிற்ருடுப்பதன் மூலம் அச்சுவருடன் தொட்டுக்கொண்டிருக்கு மாறு அமைக்கப்படுகின்றது. இழையின் நீளம் 6 அங். ஆயின் (அ) இழையின் இழைவிசையையும் (ஆ) கோளம் சுவரிற்ருக்கும் விசையையும் காண்க? (விடை: (அ) 2.31 (ஆ) 1.15 இரு நிறை)
17. விசையிணைகரத்தத்துவத்தைக் கூறி அதை வாய்ப்புப் பரர்க்கும் ஒரு பரிசோதனையையும் விளக்குக. இவ்விதியையுபயோகித்து ஒரு விசையை எவ்வாறு இருநிலைக்குத்துத் திசைகளில் பிரிக்கலாமெனக் காட்டுக? சுவரொன்றிலிருந்து ஓர் ஆணி கிடையாக நீட்டிக்கொண்டிருக்கின்றது. அதனுடன் ஒரு கயற்றைத் தொடுத்து அது சவருடன் 30° சாய்விலிருக்கு மாறு 12 இரு. நிறையுள்ள விசையுடன் இழுக்கப்பட்டால் (அ) ஆணியை வளைக்க முயலும் விசையையும் (ஆ) ஆணியை வெளியேயிழுக்க முயலும் விசையையும் காண்க? (விடை: (அ) 10.4 (ஆ) 6 இரு. நிறை)

## அத்தியாயம் 5.

### திருப்பு திறன்-சமாந்தர விசைகள்-புவியீர்ப்புமையம்

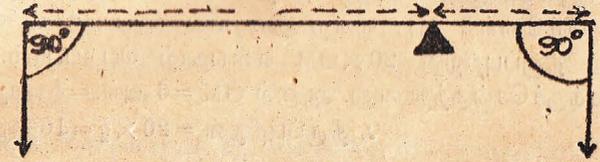
அன்றாட வாழ்க்கையிலே நாம் விசைகளின் திரும்பல் விளைவிற்குப் பல நிகழ்ச்சிகளைக் கண்ணுறுகின்றோம். உதாரணமாக ஒரு கதவைத் திறக்கும்பொழுது அல்லது திருகாணித் திருப்பியையுபயோகிக்கும்பொழுது அல்லது ஒரு சைக்கிளிற் சவாரி செய்யும்பொழுது விசைகளின் திரும்பல் விளைவை நாம் காண்கிறோமல்லவா. -தைனமோக்களிற்றைச் செலுத்தப்படும் வண்டிகளும், பொறிகளும் பல சில்லுக்களின் மீது விசைகள் தொழிற்பட்டுத் திரும்பல் விளைவுகளை யுண்டாக்குகின்றன.

**ஒரு விசையின் திருப்பு திறன் :** நிலையியக்கவியலிலே ஒரு புள்ளியைச் சுற்றி ஒரு விசையின் திரும்பல்விளைவு அவ்விசையின் அப்புள்ளியைச் சுற்றியுள்ள திருப்பு திறனை அழைக்கப்படுகின்றது மேலும் ஒரு விசையின் திருப்பு திறன் விசைக்கும், திரும்பற் புள்ளியிலிருந்து விசையின் இயக்கக் கோட்டிற்குச் செங்குத்தாகவுள்ள தூரத்திற்குமுள்ள பெருக்குத் தொகையால் அளக்கப்படும். அதாவது, ஒரு விசையின் திருப்பு திறன் = விசை  $\times$  புள்ளியிலிருந்து விசையினியக்கக் கோட்டில் செங்குத்துத் தூரம்.....(1)

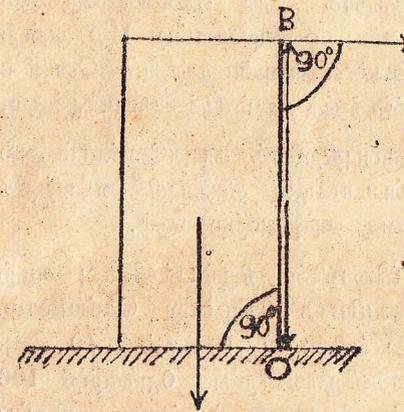
நாம் நிறுத்தாடும் வளையிலே பெற்ற அனுபவத்தை ஒரு சிறிது உன்னிப் பார்த்தால் திருப்புதிறனுக்கு நாம் மேலேயேடுத்துக்கொண்ட வரைவிலக்கணத்தின் பொருள் புரிந்துவிடும். திரும்பற் புள்ளியிலிருந்து நாம் விலகிச் செல்லச் செல்ல திரும்பல் விளைவும் அதிகமாகின்றது. நிறையுயர்ந்த ஒரு சிறுவன் திரும்பற் புள்ளியிலிருந்து நிறை குறைந்த சிறுவனின் தூரத்திற்குச் சமமான தூரத்தில் எதிர்ப்புறமாக இருந்தால் நிறையுயர்ந்த சிறுவன் அதிக-திருப்புதிறனைப் பெறுகின்றான். இதிலிருந்து நிறையின் பருமன் (அல்லது விசை) அதிகமாக திருப்புதிறனும் அதிகமாகின்றது என்பது தெளிவு. நாம் மேலேகண்ட வரைவிலக்கணத்தில் விசையும், தூரமும் கருத்திற் கொள்ளப்பட்டன.

ஒரு விசையின் திருப்புதிறனை நாம் கணிக்கும்போது தூரம் அடியிலும், விசை இரு. நிறையிலும் இருந்தால் விடை இரு. நிறை அடியிற் பெறப்படும் தூரம். ச. மீயிலும் விசை கிராம் நிறையிலும் (அல்லது தைன்களிலும்) இருந்தால் அது கி. நிறை, சமீ (அல்லது தைன் ச.மீ) என்று பெறப்படும். படம் 48 (அ)ல் 40 இரு. நிறை, 100 இரு. நிறை ஆகியன ஒரு கிடையான சட்டத்தில் 0 என்ற திரும்பற் புள்ளியையுபயோகித்து, 40 இரு. நிறையிலிருந்து 0,3 அடியிலும், 100 இரு.

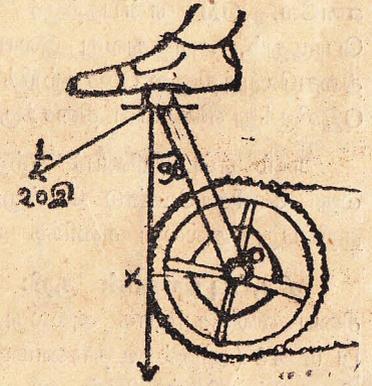
நிறையிலிருந்து 0, x அடி தூரத்திலுமுள்ளதெனவும் கொள்வோம். 40 இரு. நிறையின் 0 என்ற திரும்பற் புள்ளியைச் சுற்றியுள்ள திருப்புதிறன் =  $40 \times 3 = 120$  இரு. நிறை. அடி ஆகும். 100 இரு. நிறையின் திருப்பு திறன் =  $100x$  இரு. நிறை. அடி ஆகும். படம் 48 (ஆ) 20 இரு. நிறையுள்ளதும், 8 அடி அகலமுமுள்ள ஒரு பெட்டி மேல்முனையில் B என்ற



படம் 48 (அ)



படம் 48 (ஆ)



படம் 49

புள்ளியில்  $P = 10$  இரு. நிறை என்ற கிடையான விசையாலிழுக்கப்படுவதைக் குறிக்கின்றது. இவ்விசையின் O என்ற புள்ளியைச் சுற்றிய திருப்புதிறன் =  $8 \times 10 = 80$  இரு. நிறை அடி. Oஐச் சுற்றிய, பெட்டியின் நிறையின் திருப்புதிறன் =  $20 \times 2 = 40$  இரு. நிறை. அடி. இதன் விளைவாகப் பெட்டி Oஐச் சுற்றி P இன் திசையில் விழமுடியும்.

**திருப்புதிறனின் பருமனைச் செங்குத்துத்தூரம் எவ்வாறு பாதிக்கின்றது?** ஒரு பையன் சைக்கிளின் மிதியில் M என்ற இடத்தில் கீழ்நோக்கி 20 இரு. நிறை விசையுடன் அழுத்துகிறானெனக் கொள்வோம். OM என்ற சுழற்றி (6 அங் நீளமுடையது) செங்குத்

திற்கு  $30^\circ$  சாய்விலுள்ளது. (படம் 49) O என்ற மையத்தைச் சுற்றி விசையின் திருப்புதிறன்  $= 20 \times OX$  இங்கு OX என்பது Oஇலிருந்து விசையின் திசைக்குச் செங்குத்தாகும். ஆனால்  $OX = OM$  சைன்  $30^\circ = 6 \times 0.5 = 3$  அங்.  $= \frac{1}{2}$  அடி.

$\therefore$  Oஐச்சுற்றித் திருப்புதிறன்  $= 20 \times \frac{1}{2} = 5$  இரு. நிறை. அடி.

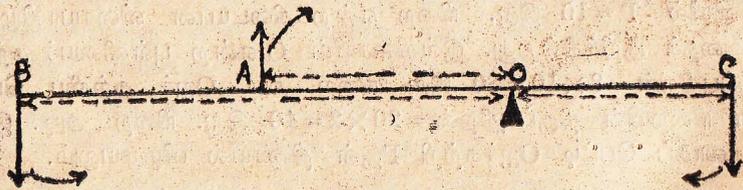
எனினும், இப்பொழுது 20 இரு. நிறை. விசை OM என்பதற்குச் செங்குத்தாகக் கீழ்நோக்கி ML என்ற திசையில் இருப்பதாகக் கொண்டால் Oஐச்சுற்றி திருப்புதிறன்  $20 \times OM$  என்பதாற் பெறப்படும். ஏனெனில் OM விசைக்குச் செங்குத்தானது. ஆனால்  $OM = 6$  அங்.  $= \frac{1}{2}$  அடி.

$\therefore$  திருப்புதிறன்  $= 20 \times \frac{1}{2} = 10$  இரு. நிறை அடி.

நாம் சிறிது சிந்தித்துப் பார்த்தால் 10 இரு. நிறை. அடி 20 இரு. நிறையின் Oஐச் சுற்றிய மிகவுயர்ந்த திருப்புதிறனென்பது விளங்கும். எனவே, OM என்பதற்குச் செங்குத்தாக அது எந்நிலையிலிருக்கும் பொழுதும், அழுத்துவது இலாபகரமானது. வண்டியோட்டி MO என்ற திசையிலழுத்தினால் Oஐச்சுற்றித் திரும்பல் விளைவுண்டாகாது. ஏனெனில் Oஇலிருந்து விசையின் திசைக்குச் செங்குத்துத் தூரம் பூச்சியமாயிருக்கும்.

நாம் எப்புள்ளியைச் சுற்றித் திருப்புதிறனைக் காணவேண்டும் அல்லது கணிக்கவேண்டுமென்று தரப்படாவிடில் திருப்புதிறனைப்பற்றிக் குறிப்பது அல்லது கணிக்க முற்படுவது அர்த்தமற்றதாகும்.

**திருப்புதிறனின் குறி:** ஒரு விசையின் திரும்பல்விளைவு சுழற்சியை வலஞ்சுழியாக அல்லது இடஞ்சுழியாக நிகழுமாறு செய்யலாம். படம் 48 (அ)இல் உதாரணமாக சட்டத்தின்மீது Oஐச்சுற்றி 40 இரு. நிறையின் திருப்புதிறன் இடஞ்சுழியாகவிருக்கின்றது. Oஐச்சுற்றி 100 இரு. நிறையின் திருப்புதிறன் வலஞ்சுழியாக இருக்கின்றது. திருப்புதிறனின் பருமனுடன் அதன் திசையுங் கருத்திற் கொள்ளப்படவேண்



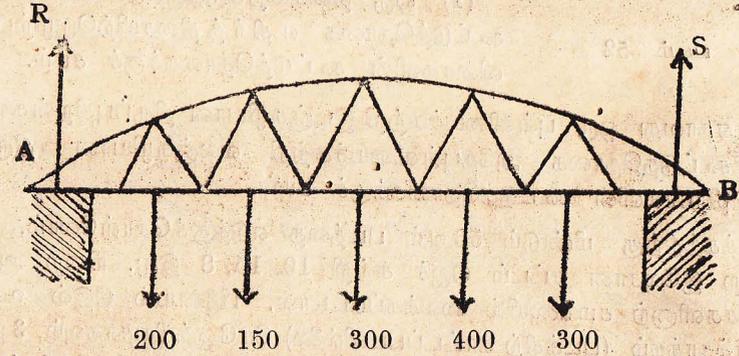
படம் 50

டும். வலஞ்சுழியான திரும்பல் விளைவை, நேரானதாகக் கொண்டால், இடஞ்சுழியான திரும்பல் விளைவு எதிரானதாகும். இடஞ்சுழியான திரும்

பல் விளைவை நேரானதெனக் கொண்டால் வலஞ்சுழியான திரும்பல் விளைவு எதிரானதாகும். இக்குறி வழக்கையே நாம் இந்நூலிலே கையாளுகின்றோம்.

குறிவழக்கை விளக்க ஓர் எடுத்துக்காட்டு. O என்ற புள்ளியிற் பிணக்கப்பட்ட இலேசான சட்டமொன்றைக் கருதுவோம். (படம் 50) விசைகள் படத்திற் காட்டப்பட்டுள்ளவாறிருக்கின்றன.  $OB = 6$  அடி,  $OA = 3$  அடி,  $OC = x$  அடி எனக்கொள்வோம். Oஐச்சுற்றித் திருப்புதிறன்களின் கூட்டுத்தொகை  $= +10 \times 6 - 15 \times 3 - 8 = (15 - 8x)$  இரு. நிறை. அடி.

**சமாந்தரவிசைகளின் கீழ் சமநிலை:** நிலையியக்கவியலிலே சமாந்தர விசைகளின் கீழ் ஒரு பொருள் சமநிலையிலிருப்பதற்குப் பல உதா



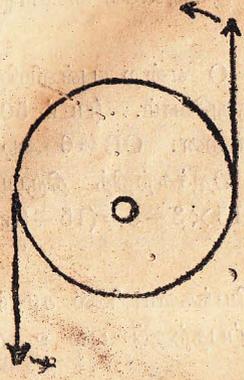
படம் 51

ரணங்களுள். (படம் 51) a, b என்ற இரு தாங்கிகளில் ஓய்வுநிலையிலிருக்கும் ஒரு பாலத்தைக் குறிக்கின்றது. a, b என்ற தாங்கிகளில் முறையே, R, S என்ற எதிர்த்தாக்கங்களிருக்கின்றன. படத்திற் காட்டப்பட்டுள்ளது மாதிரிப்பாலம் சுமையேற்றப்பட்டிருந்தால்,

$R + S = 200 + 150 + 300 + 400 + 300 = 1350$  இரு. நிறை. ஏனெனில், மேல்நோக்கியுள்ள விசைகள் கீழ்நோக்கிய விசைகளைக் சமன்படுத்துகின்றன.

ஒரு பொருளைச் சமாந்தரவிசைகள் சமநிலையில் வைத்திருந்தால் ஒரு திசையிற்சுழிப்பதும் விசைகள் எதிர்த்திசையிற்சுழிப்பதும் விசைகளைச் சமன்படுத்தவேண்டும் என்ற நிபந்தனையுடன் பிறிதொரு நிபந்தனையும், நிறைவுபடுத்தப்படல்வேண்டும். இதைப் (படம் 51) விளக்குகின்றது.

0 என்ற அச்சாணியிற் சுழலும் சக்கரம் 40 இரு. நிறையுள்ள இரு தொடுகோட்டுச் சமாந்தர விசைகளினால் சுழற்றப்படுகின்றது. ஒரு திசையிலுள்ள விசை எதிர்த்திசையிலுள்ள விசைக்குச் சமமாயிருக்கின்றது. ஆனால் சக்கரம் சமநிலையில் இருக்கவில்லை. ஏனெனில், இரு திருப்புதிறன்களும், ஒரே திசையில்மைந்து சக்கரத்தையும் சுழற்றுகின்றன.



படம் 52

எனவே, கீழ்க்காணும் நிபந்தனைகளே இரு சமாந்தர விசைகளின் சமநிலைக்கு வேண்டியவைகளாகும்.

(1) ஒரு திசையிற்றொழிற்படும் விசைகளின் கூட்டுத்தொகை எதிர்த்திசையிற்றொழிற்படும் விசைகளின் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமம்.

(2) ஏதாவது ஒரு புள்ளியைச்சுற்றி இடஞ்சுழியான திருப்புதிறன்களின் கூட்டுத்தொகை அதேபுள்ளியைச்சுற்றி வலஞ்சுழியான திருப்புதிறன்களின் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமம்.

விளக்கத்திற்கு மீண்டும் 50ஆம் படத்தை எடுத்துக்கொள்வோம். BC என்ற இலேசான சட்டம் Oஐச் சுற்றி 10, 15, 8 இரு. நிறை ஆகிய விசைகளினால் சமநிலையில் வைக்கப்பட்டால், பிணையல் Oஇல் உள்ள எதிர்த்தாக்கம் (படத்திற் காட்டப்படவில்லை) மேலேக்கியதாகவும், 3 இரு. நிறையுள்ளதாகவும் இருக்கும். இதை நாம் மேலேகண்ட நிபந்தனை 1இல் இருந்து பெறுகிறோம்.  $OC = x$  என்ற தூரத்தை நிபந்தனை 2இல் இருந்து பெறலாம்.

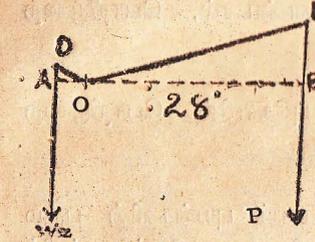
நாம் Oஐச் சுற்றித் திருப்புதிறன்களைப் பெறுவதாகக்கொள்வோம். அதுபோது எதிர்த்தாக்கம் இப்புள்ளியைச் சுற்றித் திருப்புதிறனற்றதாகின்றது. எனவே,

$$10 \times 6 = 15 \times 3 + 8 \times x$$

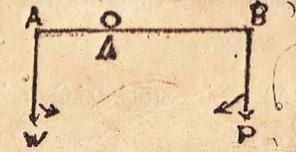
$$\therefore x = \frac{15}{8} = 1\frac{7}{8} \text{ அடி.}$$

**நெம்புகோலின் தத்துவமும், அதன் பிரயோகங்களும்:** ஒரு பெரிய நிறையை அல்லது தடையை மீறுவதற்கு ஒரு சிறிய விசையை உபயோகிக்கும் ஓர் அமைப்பிற்கு நெம்புகோல் என்று பெயர். கத்தரிக் கோல், பாக்குவெட்டி, குறடு, இடுக்கி முதலியன நெம்புகோலின் தத்துவத்தை உபயோகிக்கும் சாதனங்களாகும். நெம்புகோல்கள் பெரும்பாலும் மூன்று வகுப்புகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

**முதலாம் வகுப்பு நெம்புகோல்கள்:** O என்ற பாரை முதலாம் வகுப்பு நெம்புகோலிற்கு ஓர் உதாரணமாகும். (படம் 53 (அ)) N என்ற ஒரு முனையில் P என்ற விசை D என்ற மறுமுனையிலுள்ள W என்ற நிறையை அல்லது தடையை மீற உபயோகிக்கப்படுகின்றது. O என்ற வளைவிலே நெம்புதல் நிகழுகின்றது. அது சுழலுமிடம் எனவழைக்கப்



படம் 53 (அ)



படம் 53 (ஆ)

படுகின்றது. எடுத்துக்காட்டாக நிறை 200 இரு. எனவும், OA, OB என்ற தூரங்கள் முறையே, 2 அங். 28 அங். எனவுங்கொண்டு Oஐச் சுற்றி அதில் விளையும் தாக்குவிசையின் திருப்புதிறனை நீக்கும்பொருட்டுத் திருப்புதிறனைக் கொண்டால்,

$$P \times 28 = 200 \times 2. \text{ இங்கு } P \text{ என்பது நிறையை மீறும் விசையாகும். எனவே, } P = \frac{200 \times 2}{28} = 14\frac{2}{7} \text{ இரு நிறை.}$$

ஒரு நெம்புகோல் மேற்குறித்தவாறமைந்திருந்தால்,  $14\frac{2}{7}$  இரு. நிறையுள்ள விசையுடன் 200 இரு. நிறையை மீறலாம்.

முதலாவது வகுப்பு நெம்புகோலென்பது தடை அல்லது சுமை [உ-ம்) பிரயோகிக்கப்பட்ட விசை அல்லது திறன் Pஉம்] சுழலிடத்தின் எதிர்ப்புறங்களிலமைபுமாறு கொண்டுள்ள நெம்புகோலாகும். (படம் 53 (ஆ))

நாம் மேலேகண்ட நெம்புகோலின் செயல்பாட்டிற்கு இணையான ஒருவகைத் தசையியக்கத்தினால் தலை முன்னும், பின்னும் ஆடுகின்றது. கழுத்தின் பின்புறமுள்ள ஒருதசை P என்ற விசையைப் பிரயோகிக்க அது தலையின் நிறையாகிய Wஐ மீறும். சுழலிடம் O தலையோட்டின் பின்புறமமைந்துள்ளது.

**நெம்புகோல்களின் பொறிமுறை நயம்:** நெம்புகோல் ஒரு பொறியின் மிகவுமெளிய வகையேயாகும். பொறியென்பது ஒரு விசையை

ஒரிடத்தில் பிரயோகித்துப் பிறிதொரு விசையைப் பிறிதோரிடத்தில் விளைவிக்கும் சாதனமாகும். பொறியொன்றின் பொறிமுறை நயத்திற்கு வருமாறு இலக்கணம் வகுக்கப்படுகின்றது.

$$\text{பொறிமுறை நயம்} = \frac{\text{மீறப்படும் விசை அல்லது தடை}}{\text{பிரயோக விசை}}$$

நாம் நெம்புகோலின் குறியீட்டை இங்கு கொண்டால், பொறிமுறை நயம் =  $\frac{W}{P}$  ஆகும்.

படம் 53 (அ) இல் எடுத்துக்கொண்ட நெம்புகோலின் பொறிமுறை நயம் =  $\frac{200}{14\frac{2}{7}} = 14$

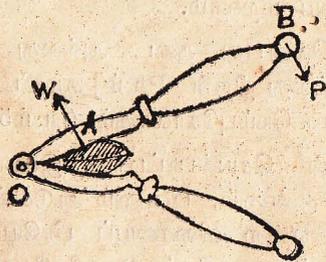
பொதுவாக நெம்புகோல்களின் பொறிமுறை நயம் புயங்களின் பருமனைச் சார்ந்திருக்கும். படம் 53 (ஆ) இல் சுழலிடமான O ஐச் சுற்றித் திருப்புதிறனைப் பெறின்  $W, OA = P, OB$ .

எனவே,  $\frac{W}{P} = \frac{OB}{OP}$  = பொறிமுறைநயம். இவ்வகை நெம்புகோலில் OB

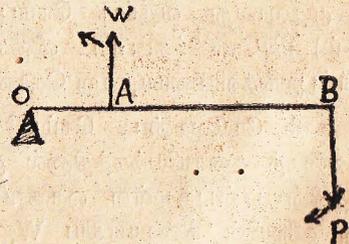
எப்பொழுதும், OA ஐவிட அதிகமாயிருந்தலின் பொறிமுறை நயம் 1 ஐ விடப் பெரிதாயிருக்கும்.

படம் 53 (இ) கத்தரிக்கோலை 1-வது வகுப்பு நெம்புகோலாகக் காட்டுகின்றது. குறும், இவ்வாறே நெம்புகோலின் முதலாவது வகுப்பாகின்றது.

**இரண்டாவது வகுப்பு நெம்புகோல்கள்:** O என்ற இடத்தில் ஒரு பிணையலையுடைய பாக்குவெட்டி (படம் 54 (அ) இரண்டாம் வகுப்பு



படம் 54 (அ)



படம் 54 (ஆ)

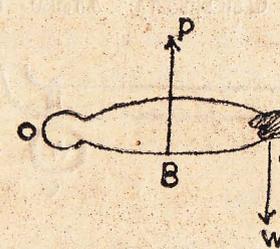
நெம்புகோலுக்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டாகின்றது. இங்கு W என்ற சுமை சுழலிடம் P என்ற திறனின் பக்கத்திலேயே இருக்கின்றது. பாக்கின்

தடை W, B இற் பிரயோகிக்கப்படும் P என்ற சிறிய விசையினால் மீறப் படுகின்றது. உதாரணமாக  $W = 40$  இரு. நிறை எனவும்,  $OA = 1$  அங். எனவும்,  $OB = 8$  அங். எனவும் கொண்டால், O ஐச் சுற்றித் திருப்புதிறனைக் காணும்போது  $P \times 8 = 40$ .  $\therefore P = 5$  இரு. நிறை.

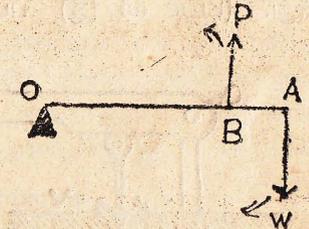
நெம்புகோலின் பொறிமுறைநயம் =  $\frac{40}{5} = 8$ . படம் 54 (ஆ) இரண்டாவது வகை நெம்புகோலின் வழக்குத் தோற்றத்தைக் குறிக்கின்றது.

இதில் O ஐச் சுற்றித் திருப்புதிறனைப் பெறும்போது =  $\frac{W}{P} = \frac{OB}{OA}$

OB, OA ஐவிட எப்பொழுதும் பெரிது. எனவே, பெறிமுறை நயமும், 1 ஐவிடப் பெரிதாயிருக்கும். இரண்டாம் வகை நெம்புகோலிற்கு படகு ஓட்டேல், தகர டப்பாவைத் திறக்குங் கருவி, சில்லுப்பண்டி ஆகியவற்றைக் கூறலாம். ஒருவன் நடக்கும்பொழுது உடலின் ஈற்றையாகிய W ஐ மீறும் மேனோக்கு விசை P எனவும், சுழலிடம் O காலின் பந்துபோன்ற பகுதியாகவுமிருந்து இரண்டாவது வகை நெம்புகோலிற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டாகின்றது.



படம் 55 (அ)



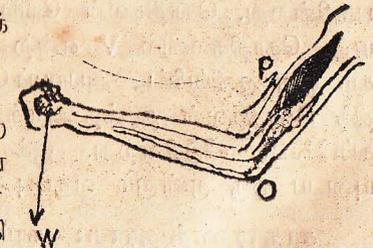
படம் 55 (ஆ)

**முன்றும் வகுப்பு நெம்புகோல்கள்:**

முன்றும் வகுப்பு நெம்புகோலுக்கு இடுக்கிய உதாரணமாகக் கொள்ளலாம்.

(படம் 55 (அ))

இவ்வகையில் திறன் சுழலிடத்திற்கும், நிறைக்குமிடையேயுள்ளது. உதாரணமாக A இல் இருக்கும் தணலின் நிறை = 8 அவு. எனவும், OA, OB ஆகியன முறையே 18 அங். 9 அங். எனவுமிருந்தால் O ஐச் சுற்றித் திருப்புதிறனை எடுக்கும்பொழுது,

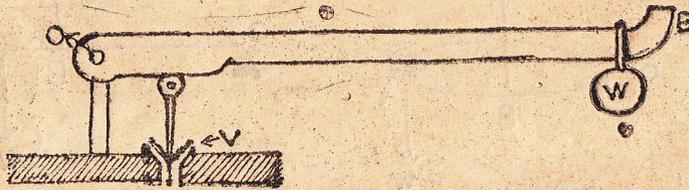


படம் 55 (இ)

$P \times 9 = 8 \times 18$ , எனவே,  $P = 16$  அவு. நிறை, அதாவது நிறையை விடப் பெரிதான விசையை உபயோகிக்கிறோம். பொறிமுறை நயம் =  $\frac{W}{P} = \frac{8}{16} = \frac{1}{2}$ . சரியாகக் கூறின் இது பொறிமுறை நட்டமாகின்றது.

முன்றும் வகுப்பு நெம்புகோலின் வழக்கிலுள்ள விளக்கப்படத்தை படம் 55 (ஆ) குறிக்கின்றது. இங்கு O என்ற சுழலிடத்திற்கு W ஐ விட P சமீபமாக உள்ளது கவனிக்கத்தக்கதே. இதுவே, முன்றும், இரண்டாம் வகுப்பு நெம்புகோல்களினிடையேயுள்ள முக்கிய வித்தியாசமாகும். O ஐச்சுற்றித் திருப்புதிறனைப் பெற்றால்  $\frac{W}{P} = \frac{OB}{OA}$  மேலும், OB எப்பொழுதும் OA ஐவிடக் குறைவாயிருத்தலின் பொறிமுறைநயம் 1 ஐ விடக் குறைவாகும்.

முழங்கை சுழலுமிடம் O என இருக்க முன்கை முன்றும் வகுப்பு நெம்புகோலிற்கு எடுத்துக்காட்டாகின்றது. சுழலிடம் O இன் சமீபமாக உள்ள இரு தலைத் தசைகளினால் விளைவிக்கப்படும் P என்ற தசை விசை கையினொற்றுக்கப்படும் W என்ற நிறையைவிட O இன் சமீபமாக உள்ளது. (படம் 55 (இ) படம், 56 நெம்புகோற் காவல் வாயிலை



படம் 56

விளக்குகின்றது. இது நிலையாபுள்ள கொதிகலன்களில் உபயோகிக்கப்படுகின்றது. கொதிகலன் நெம்புகோல் OB, W என்ற நிறையை யுடையது. கொதிகலனில் V என்ற வாயில் உள்ளது. கொதி நீராவியழுக்கம் ஒரு குறிப்பிட்ட அபாயப் பெறுமதியை மீறும்பொழுது V ஐ உயர்த்திக் கொதிகலன் தகுந்த அழுக்கத்தைப் பெறும்வரை கொதிநீராவியைத் தப்பியோட விடுகின்றது. இக்காவல் வாயில் O என்ற சுழலிடத்தை யுடைய ஒரு முன்றும் வகுப்பு நெம்புகோலாகின்றதென்பது தெளிவு.

**சாதாரணத் தராசு:** நாம் பரிசோதனைச்சாலை யில் நிறுப்பதற்குப் யோகிக்கும் சாதாரணத் தராசு முதலாம் வகுப்பு நெம்புகோலாகும். தராசுப் புயங்கள் இரண்டும் சமநீளமுள்ளன. இருபுயங்களும் சமநீளமற்று முறையே a, b என்ற நீளங்களைப் பெற்றிருந்தால் ஒரு பொரு

ளின் சரியான நிறையை இருதட்டுகளிலும் மாறி, மாறி வைத்து நிறுப்பதாற் பெறலாம். இம்முறை இரட்டை நிறுத்தல் எனப்படும்.

உதாரணமாக  $W_1, W_2$  என்ற சிறிது மாறுபட்ட நிறைகள் ஒவ்வொரு தடவை சமன்படுத்தத் தேவைப்படுகின்றன என்று கொள்வோம். சட்டம் தொங்கவிடப்பட்டவிடத்தில் திருப்புதிறனைக் கொண்டால்,  $W_1 a = W_2 b$ . இங்கு W என்பது பொருளின் சரியான நிறையைக் குறிக்கின்றது.

பொருளை மற்றத் தட்டிலிட்டு நிறுத்தபொழுது  $W b = W_2 a$

இச்சமன்பாடுகளிலிருந்து  $\frac{W}{W_1} = \frac{b}{a}$ ,  $\frac{W}{W_2} = \frac{b}{a}$  என்பது பெறப்படுகின்றன.

$$\therefore \frac{W}{W_1} = \frac{W_2}{W}$$

$$\therefore W^2 = W_1 W_2$$

$$W = \sqrt{W_1 W_2}$$

எனவே, பொருளின் சரியான நிறை அவதானிக்கப்பட்ட நிறைகளாகிய  $W_1 W_2$  ஆகியவற்றின் பெருக்குத்தொகையின் வர்க்கமூலமாகின்றது.

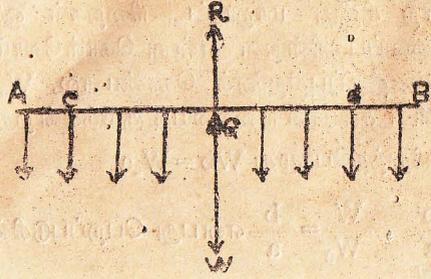
தராசின் புயங்கள் ஒரேயளவு நீளமுடையனவாக இல்லாதிருந்தால், தெரியாத நிறையாகிய W மண்போட்டுச் சமன்படுத்தும் முறையுண்டு. பின்பு W ஐ எடுத்துவிட்டு அதே தட்டில் நிறைகளைப்போட்டு சமன்படுத்த வேண்டும். பின்பு தட்டில் உள்ள நொத்தநிறைகளுக்கு W சமமாகின்றது.

### புவியீர்ப்பு மையம்

வளிமண்டலத்துள் வீசியெறியப்பட்ட ஒரு பந்து சிறிதுநேரஞ் சென்ற பின் கீழே இறங்கத்தொடங்குகின்றது. ஒரு கல்லை வீசியெறிந்தாலும், இதுவே நிகழுகின்றது. உதைபந்தாட்ட வீரன் ஒருவன் தனது நிலையிறுவறினால் கீழே விழுகின்றான். இவையெல்லாம், புவியீர்ப்பின் விளைவே. எல்லாப் பொருள்களும் அவை எவ்வளவு சிறியவையாயினும் திட, திரவ, வாயு ஆகிய எந்நிலையிலிருந்தாலும், அவை புவியின் மையத்தை நோக்கி அவற்றின் திணிவுக்கு விகிதசமமான ஒருவிசையால் ஈர்ந்திழுக்கப்படுகின்றன.

AB என்ற மரக்கோல் ஒன்று மாறு வெட்டுமுகப்பரப்பையுடைய தெனக் கொள்வோம். (படம் 57) அதாவது அக்கோல் ஒருதன்மைத்தானது. கோலிலுள்ள ஒவ்வொரு சிறு துணிக்கையும், புவியின் மையத்தை நோக்கி அவற்றின் திணிவுக்கு விகித சமமான ஒரு விசையுடன் கவரப்படுகிறது. அதாவது C, D. ஆகியவற்றி லுள்ளது போலக் கீழ்

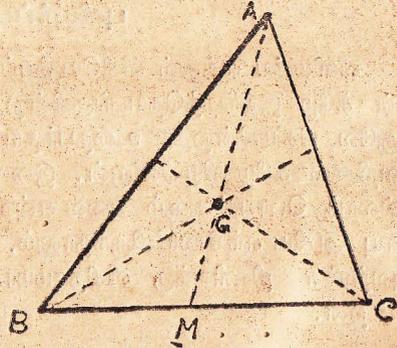
நோக்கிச் சமாந்தரமாகக் கவரப்படுகின்றன. இவ்வாறே நாம் ஓர் எண்ணிக்கையுள்ள சமாந்தர விசைகளைக் கருதுகிறோம். இவற்றின் விளைவு கோல் AB இன் மொத்த நிறையாகும். இது கோலின் ஒரு புள்ளியிற் றுக்குகின்றது. ஒரு பொருளின் புவியீர்ப்பு மையமென்பது அப்பொருளின் முழுநிறையும் தொழிற்படும் புள்ளியாகும்.



படம் 57

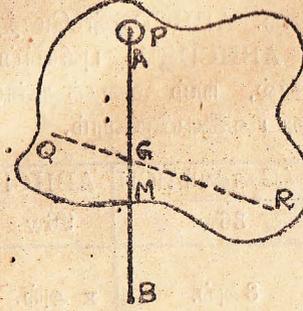
நாம் இப்பொழுது கோலை G என்ற புள்ளியின் ஒரு கத்தியோரத்தில் சமநிலைப்படுத்துவதாகக் கொள்வோம். மொத்த நிறை W தாங்கி Gயிற் றொழிற்படும் R என்ற எதிர்த்தாக்கத்தாற் சமன்படுத்தப்படுகின்றது. எனவே, W கீழ்நோக்கி G இறாடு தொழிற்படுகின்றது. எனவே, அது புவியீர்ப்பு மையமாகும். புவியீர்ப்பு மையத்தைக் காண்பதற்கு சமன்படுத்தல் ஒரு வசதியான அண்ணளவு முறையாகும். இதனால் எத்தகைய ஒழுங்கற்ற வடிவங்களினதும் புவியீர்ப்பு மையங்களை கண்டுபிடித்துவிடலாம்.

**புவியீர்ப்பு மையத்தின் நிலை:** ஒரு தன்மைத்தான கோலொன்றின் புவியீர்ப்பு மையம் அதன் மையப்புள்ளியிலிருக்கின்றது. வட்டத்தின் அல்லது வளைத்தின் புவியீர்ப்பு மையம் வட்டத்தின் மையத்திலிருக்கின்றது. இணைகர வடிவில் உள்ள ஒரு மெல்லிய தகட்டின் புவியீர்ப்பு மையம் மையக்கோடுகளின் வெட்டுப்புள்ளியிலிருக்கின்றது. (மையக்கோடு என்பது உச்சியை எதிர்ப்பக்க மையத்துடன் இணைக்கும் கோடாகும்) முக்கோணத்தின் புவியீர்ப்பு மையமாகிய G கேத்திரகணிதத்தின்படி உச்சியிலிருந்து மையக்கோட்டில் மூன்றில் இரண்டு பங்கு கீழேயிருக்கும் என அறியலாம். (படம் 58 இல்)  $AG = \frac{2}{3}AM$ . மாணவர்கள் இந்நிறுவலைக் கேத்திரகணித முறைப்படி செய்து வாய்ப்புப் பார்க்கலாம்.



படம் 58

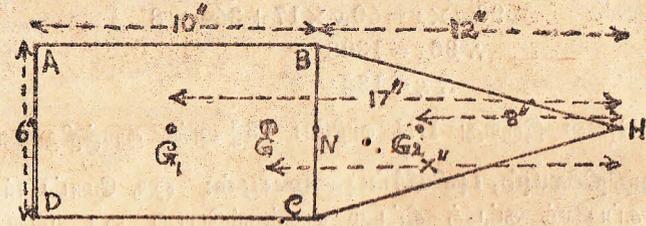
**ஒழுங்கற்ற உருவமுடைய தகட்டின் புவியீர்ப்புமையத்தைக் காணல்:** ஒழுங்கற்ற உருவமுடைய தகட்டின் புவியீர்ப்பு மையத்தைக் காண ஒரு புள்ளியிற் சமன்படுத்தல் திருப்திகரமான விளைவைத் தராது. இதைச் செய்துபார்த்தால் நாம் கூறியதின் உண்மை விளங்கும். இதற்குரிய முறை வருமாறு: தகட்டை A என்ற ஒரு புள்ளியில் P என்ற ஊசி குத்தி ஆடும்படி தொங்கவிடுக.



படம் 59

(படம் 59) B என்ற ஒரு சிறிய உலோகக் குண்டை ஒரு நீண்ட இழையிற் கட்டி மறுமுனையை A இற் கட்டுக. AM என்ற செங்குத்துக் கோட்டை தகட்டின் மீது கீறிக். தகட்டை G என்ற பிறிதொரு புள்ளியிற் றொங்கவிட்டு இவ்வாறே QR என்ற கோட்டைப் பெறுக. இக்கோடுகள் இரண்டும் G என்ற புள்ளியில் வெட்டுகின்றன. எனவே, "G" என்பதே தகட்டின் புவியீர்ப்பு மையமாகும். வேறு செங்குத்துக் கோட்டை நாம் விவரித்தவாறு பெற்றால் அது G என்ற புள்ளியிலாடாகச் செல்லுவதைக் காணலாம்.

**ஒழுங்கான பொருட் சேர்மானத்தின் புவியீர்ப்பு மையம்:** ABHCD என்ற வடிவத்தைமுடைய (படம் 60) ஒரு தகடு வெட்டப்பட்டுள்ளதெனக் கொள்வோம். இதை நாம் ABCD என்ற செவ்வகமும்



படம் 60

BCH என்ற இரு சமபக்கமுக்கோணத்தாலும், ஆக்கப்பட்டதென நாம் கருதலாம். உதாரணமாக  $AB=10$  அங். எனவும்,  $AD=6$  அங். எனவும், முக்கோணத்தின் உயரமான  $HW=12$  அங்குலம் எனவும் கொள்வோம்.

செவ்வகத்தின் புவியீர்ப்பு மையம்  $G_1$  இல் உள்ளது. இது H இல் இருந்து  $G_1H$  என்ற தூரத்தில் உள்ளது. ஆனால்,  $G_1N=5$  அங்.  $NH=12$  அங். எனவே,  $G_1H=17$  அங். BCH என்ற முக்கோணத்

தின் புவியீர்ப்பு மையம் Hஇல் இருந்து மையக்கோட்டில்  $\frac{1}{2}$  தூரத்திலுள்ளது. எனவே,  $G_2H = 8$  அங்.

மேலும், ABCDஇன் பரப்பு = 60 ச. அங். 1 ச. அங். நிறையுள்ள தகடு w இரு. நிறையுள்ளதாயின் ABCDஇன் நிறை =  $60w$  இரு. நிறை. முக்கோணம் BCHஇன் பரப்பு =  $\frac{1}{2} \times அடி \times உயரம் = \frac{1}{2} \times 6 \times 12 = 36$  ச. அங். எனவே, அதன் நிறை =  $36w$  இரு. நிறை. ABHCDஇன் மொத்த நிறை =  $60w + 36w = 96w$  இரு. நிறை. ABHCDஇன் புவியீர்ப்பு மையம் G, Hஇல் இருந்து X தூரத்திலிருந்தால், நாம் அதைக் கண்டு பிடித்துவிடலாம். நாமறிந்தவற்றைக் கீழே அட்டவணியிலுவோம்.

	செவ்வகம் ABCD	முக்கோணம் BCH	ABHCD
நிறை (இரு. நிறையில்)	60w	36w	96w
Hஇல் இருந்து புவியீர்ப்பு மையத்தூரம்	17 அங்.	8 அங்.	x அங்.

இப்பொழுது  $60w$  என்ற நிறை Gஇலும்,  $36w$  என்ற நிறை  $G_2$ இலும் தொழிற்படுகின்றன. அவற்றின் விளைவு நிறை  $96w$ , G என்ற புவியீர்ப்பு மையத்திலும், தொழிற்படுகின்றது.

எப்புள்ளியைச் சுற்றியாவது விளைவின் திருப்புதிறன் = அப்புள்ளியைச் சுற்றித் தனிப்பட்ட விசைகளின் திருப்புதிறன்களின் கூட்டுத் தொகை. Hஐச் சுற்றித் திருப்புதிறனைப் பெற்றால்,

$$96w \times x = 60w \times 17 + 36w \times 8$$

$$\therefore 96x = 1308$$

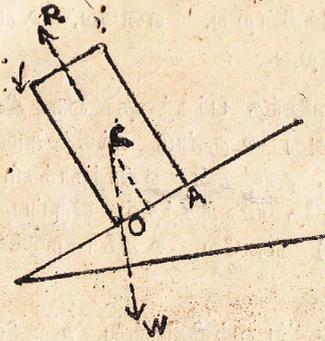
$$\therefore x = 13\frac{3}{4}$$

எனவே,  $G_1H$ ல் இருந்து HN வழியே  $13\frac{3}{4}$  அங். தூரத்திலுள்ளது.

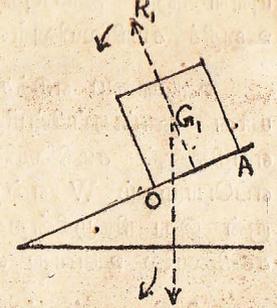
**உறுதிநிலையும், புவியீர்ப்பு மையமும்:** ஒரு மோட்டார்க்காரை அல்லது கப்பலைக் கட்டத் திட்டம் வகுக்கும்போது ஒரு பொறியியல் நிபுணர் உயர்ந்த வேகங்களில் அவற்றின் உறுதிநிலையைப்பற்றிக் கருத்திற் கொள்ளுகின்றார், இது மிகவும் அவசியம். பல வருடங்களுக்கு முன்பு பெரிய பல்வண்டிகளையும், இரட்டைத்தட்டு வண்டிகளையும் செய்த பொழுது அவை பிரயாணத்திற்குத் தகுந்தவையெனவறிய அவற்றின் உறுதிநிலை பரிசோதிக்கப்பட்டது. இது கவனிக்கப்படாவிடில் வண்டி கவிழ்ந்துவிடுவதற்கும், அபாயத்தை விளைவிப்பதற்கும் வழியுண்டு. கப்பல்களும், கடல் கொந்தளிப்பாயிருக்கையில் அலைகளினால் பக்கவாட்டிலே திருப்பப்படுகின்றன. அவற்றின் உறுதிநிலை கவனிக்கப்படாததிருந்

தால், இத்தகைய சூழலிலே அவை கவிழ்ந்துவிடுகின்றன. எனவே, கப்பல்கள் இத்தகைய சூழலிலும் உறுதிச் சமநிலையிலிருக்கவேண்டியது அவசியம். அவ்வாறே அவை கட்டப்படுகின்றன.

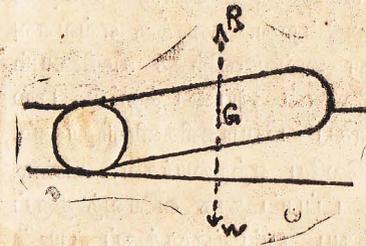
ஒரு பொருளின் உறுதிநிலை அதன் புவியீர்ப்பு மையத்துடன் நெருங்கிய தொடர்பையுடையது. உதாரணமாக C என்ற எண்ணெய்த் தாங்கி ஒரு சாய்தளத்தின்மீது 61ஆம் படத்திற் காட்டப்பட்டுள்ளது



படம் 61 (அ)



படம் 61 (ஆ)



படம் 61 (இ)

தாங்கியின் நிறையாகிய Wஇன் Oஐச் சுற்றிய திருப்புதிறனின் அதே திசையில் இருக்கும். எனவே, சமநிலை சாத்தியமற்றதாகும். இப்பொழுது தாங்கியை விட்டால், அது Oஐச் சுற்றிக் கவிழ்ந்துவிடுகின்றது. தாங்கி இதுகாரணத்தால் உறுதியில் சமநிலையிலுள்ளது எனப்படுகின்றது.

தாங்கியளவு விட்டமும், ஆனால் குறைந்த உயரமுடைய ஓர் உருளை அச்சாய்தளத்தின்மீது [படம் 61இல் (ஆ)] காட்டியவாறு வைக்கப்பட்டிருக்கின்றது என்று கருதுவோம், இதன் புவியீர்ப்பு மையம் G

முந்தைய உருளையின் புவியீர்ப்பு மையத்தின் கீழுள்ளது  $G_1$  இன் ஊடாகச் செல்லும் நிலைக்குத்தும், OA என்ற அடியின் ஒரு புள்ளியினூடாகச் செல்லுகின்றது. உறுதியில் சமநிலையில் (படம் 61 (அ)) நாம் கண்டதுபோலல்லாது  $W_1$  என்ற நிறையின் ஓஜச் சுற்றிய திருப்புத்திறன்  $R_1$  என்ற எதிர்த்தாக்கத்தின் ஓஜச் சுற்றிய திருப்புத்திறனின் எதிர்த்திசையிலுள்ளது. எனவே, சமநிலை சாத்தியமாகின்றது. உருளையைச் சிறிது ஓஜச் சுற்றி இடப்பெயர்ச்சி செய்துவிட்டால்,  $W_1$  என்ற நிறை ஓஜச் சுற்றி உருளையை முன்பிருந்த நிலைக்குக் கொண்டுவருந் தன்மையுள்ள ஒரு திருப்புத்திறைப் பிரயோகிக்கின்றது. எனவே, உருளை உறுதிச் சமநிலையிலுள்ளது எனப்படுகின்றது.

உருளையை எடுத்துவிட்டு அதன் வளைந்த பக்கத்தை ஒரு கிடை யான தளப்பரப்பின்மீது வைத்தால் அது உருண்டு எந்நிலைமையை எய்தினாலும் சமநிலையிலேயே இருக்கும். தளத்தின் எதிர்த்தாக்கம் R எப்பொழுதும் W என்ற நிறையின் அதே நிலைக்குத்தில் இருப்பதாற்றான் இது நிகழுகின்றது. (படம் 61 (இ)) எனவே, உருளை நடுநிலைச் சமநிலையில் உள்ளது எனப்படுகின்றது.

**பிரயோகங்கள்:** நாம் மேலே கண்டவற்றிலிருந்து உறுதியில் சமநிலை புவியீர்ப்பு மையம் உயர, உயர அதிகரிக்கின்றது என்பது தெளிவு. மேலும், புவியீர்ப்பு மையத்தின் நிலைக்குத்து பொருளைச் சிறிது அசைத்தாலும், அடிக்கு அப்பால், செல்லுகின்றது. தரைக்கு எவ்வளவு சமீபமாகப் புவியீர்ப்பு மையமிருக்கின்றதோ அவ்வளவிற்குச் சமநிலையும் உறுதியாக இருக்கும். இதுகாரணத்தினாலேதான் இரட்டைத்தட்டு பஸ் வண்டிகளிலே கீழ்த்தட்டிலே நெருக்கமாகப் பிரயாணிகளிருந்தாலும், மேலதிகமாகப் பிரயாணிகளைக் கீழ்த்தட்டிலேயே ஏற்றுவார்கள். வண்டியின் புவியீர்ப்புமையம் சக்கரங்களின் இடைப்பட்டதாக வளைவுத் திருப்பங்களின்போதும் இருக்கவேண்டும். பந்தய ஓட்டங்களுக்குப் பயன்படுத்தப்படும் கார்களும், பதிவுள்ளனவாகவே கட்டப்படுதலும் இதுகாரணத்தினாலேயே. நம் நாட்டிலே சிறு குழந்தைகள் விளையாடுவதற்கெனச் செய்யப்படும் தஞ்சாவூர்ப்பொம்மை அல்லது செட்டியார்ப்பொம்மையும் அதன் புவியீர்ப்புமையத்தை மிகவும் கீழேயுடையதாகச் செய்யப்படுகின்றது. அதை எவ்வாறு திருப்பிவிட்டாலும் ஆடி நேராக நிற்கும்.

### மாதிரிக் கணக்குகள்

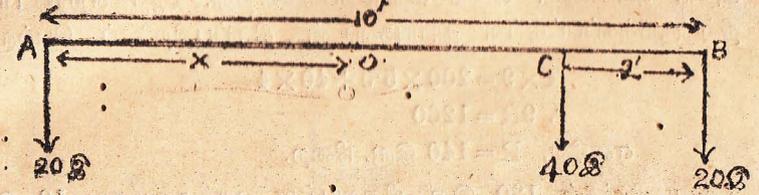
(1) படத்தில் AB என்ற இலேசான கோல் குறிக்கப்பட்டுள்ளதுபோலச் சமையேற்றப்பட்டுள்ளது. அதை எப்புள்ளியிற்குங்கினால் அது கிடை யாகச் சமன்படுத்தப்படும். (படம் 62)

O என்பது அப்புள்ளியாகவும், அது Aஇலிருந்து x அடி தூரத்திலிருக்கின்றதெனவும் கொள்வோம். பின்பு

$$AC = 10 - 2 = 8 \text{ அடி.}$$

$$OC = (8 - x) \text{ அடி.}$$

$$OB = (10 - x) \text{ அடி.}$$



படம் 62

ஓஜச் சுற்றி வலஞ்சுழி திருப்புத்திறன்களின் கூட்டுத்தொகை = ஓஜச் சுற்றி இடஞ்சுழித் திருப்புத்திறன்களின் கூட்டுத்தொகை.

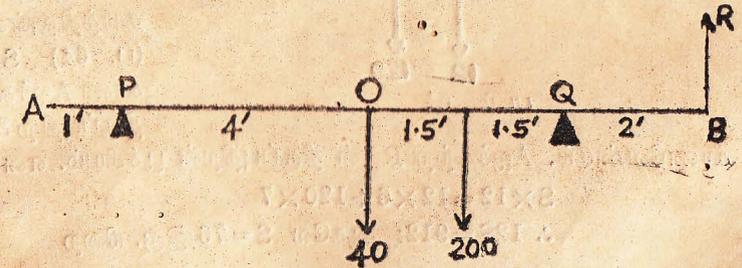
$$\therefore 40(8 - x) + 20(10 - x) = 20x.$$

$$\therefore 320 - 40x + 200 - 20x = 20x.$$

$$\therefore 80x = 520$$

$$\text{எனவே, } x = 6\frac{1}{2} \text{ அடி.}$$

(2) 10 அடி நீளமும், 40 இரு. நிறையுமுள்ள ஒரு தன்மைத்தான AB என்ற ஒரு சட்டம் AP = 1 அடி, BQ = 2 அடி. என்றவாறு P, Q என்ற இரு தாங்கிகளிலமைக்கப்பட்டுள்ளது. Qஇல் இருந்து 1.5 அடி தொலைவில் P, Q ஆகியவற்றிற்கிடையே 200 இரு. நிறையொன்று வைக்கப்பட்டுள்ளது. சட்டத்தை Qஇல் இருந்து எடுக்கத் தேவை



படம் 63

யான ஆகக்குறைந்த விசையையும், அது எங்கு தொழிற்படவேண்டுமெனவும் காண்க? (63ஆம் படத்தைப் பார்க்கவும்) சட்டத்தை

Qஇல் இருந்து எடுத்தால் அது Pஐச் சுற்றி ஆடுகின்றது. ஆகக் குறைந்த விசையான R, Pஇலிருந்து எவ்வளவு தொலைவிலிருக்க வேண்டுமோ அவ்வளவு தொலைவிலிருக்கவேண்டும். மேலும், அது ABஇற்குச் செங்குத்தாக இருக்கவேண்டும். எனவே, R, மேல்நோக்கி Bஇல் தொழிற்படவேண்டும். சட்டத்தின் நிறையாகிய  $W = 40$  இரு. அதன் மையமான Oஇல் தொழிற்படுகின்றது. Pஐச் சுற்றி படத்திற் குறிக்கப்பட்டுள்ள தூரங்களுடன் திருப்புதிறனைப் பெற்றால்,

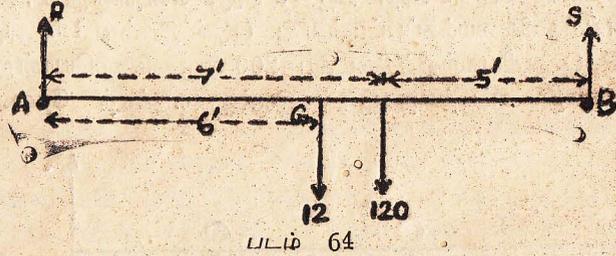
$$R \times 9 = 200 \times 5.5 + 40 \times 4$$

$$\therefore 9R = 1260$$

எனவே,  $R = 140$  இரு. நிறை.

- (3) இரு மனிதர்கள் 120 இரு. நிறையுள்ள ஒரு சுமையை 12 இரு. நிறையுள்ள ஒரு சட்டத்திலே தங்கள் தோள்களிற் சுமந்து செல்கின்றனர். சுமை ஒருவரின் தோளிலிருந்து 7 அடி தூரத்திலும், மற்றவரின் தோளிலிருந்து 5 அடி தூரத்திலும் இருந்தால், ஒவ்வொரு மனிதரையும் சுமக்கப்பட்ட நிறையின் பின்னமென்ன? சட்டத்தை 3 அடி உயரத்தினூடே தோளுக்குத் தூக்கும்போது ஒவ்வொருவரும் செய்யும் வேலையெவ்வளவு?

R, S என்பவற்றை முறையே மனிதர்களின் தோளில் விளையும் எதிர்த்தாக்கங்களெனக் கொள்வோம். சட்டத்தின் நிறையாகிய



படம் 64

காரணவேண்டும். Aஐச் சுற்றி Rஇன் திருப்புதிறன் பூச்சியம். எனவே,

$$S \times 12 = 12 \times 6 + 120 \times 7$$

$$\therefore 12S = 912; \text{ ஆகவே } S = 76 \text{ இரு. நிறை}$$

மேல் நோக்கிய R, S என்ற விசைகளின் கூட்டுத்தொகை கீழ் நோக்கிய 120 இரு. நிறை, 120 இரு. நிறை ஆகியவற்றிற்குச் சமம்.

$$\therefore R + S = 12 + 120$$

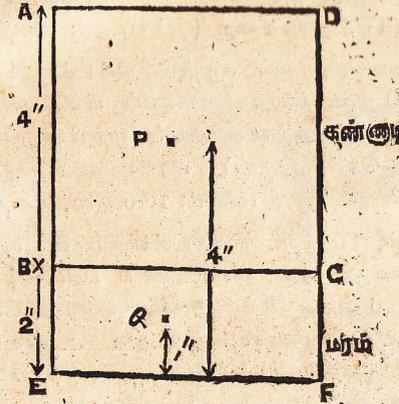
$$\therefore R = 132 - S = 132 - 76 = 56 \text{ இரு. நிறை}$$

Aஇல் சுமக்கப்படும் நிறையின் பின்னம் =  $\frac{56}{132} = \frac{14}{33}$

Bஇல் " " " " =  $\frac{76}{132} = \frac{19}{33}$

Aஇல் உள்ள மனிதன் செய்யும் வேலை = விசை  $\times$  தூரம் =  $56 \times 3 = 168$  அடி இரு. நிறை.

Bஇல் உள்ள மனிதன் செய்யும் வேலை = விசை  $\times$  தூரம் =  $76 \times 3 = 228$  அடி இரு. நிறை.



படம் 65

ADCBஇன் கனவளவு =  $6 \times 6 \times 4 = 144$  கன அங்.

எனவே, அதன் நிறை =  $144 \times 2.4w = 345.6$

இங்கு  $w = 1$  கன அங். நீரின் நிறையாகும்.

BCFEஇன் கனவளவு =  $6 \times 6 \times 2 = 72$  கன அங்.

எனவே, நிறை =  $72 \times 0.6w = 43.2$

மொத்த நிறை =  $345.6w + 43.2w$

$$= 388.8w.$$

ADCBஇன் புவியீர்ப்பு மையம் Pஇலும், BCFEஇன் புவியீர்ப்பு மையம் Qஇலும் உள்ளன.

P அடியிலிருந்து 4 அங். தூரத்திலும், Q, 1 அங். தூரத்திலுமுள்ளன. அடியைச் சுற்றித் திருப்புதிறனைப் பெற்றால்

$$388.8x = 43.2 + 345.6 \times 4 \times 1$$

இங்கு பொருளின் புவியீர்ப்பு மையம் அடியிலிருந்து  $x$  அங். உயரத்திலுள்ளது.

$$\therefore 388.8x = 1425.6.$$

$$\therefore x = \frac{1425.6}{388.8} = 3.7 \text{ அங்.}$$

## பயிற்சி

1. ஒரு கதவுக் கைபிடியிலிருந்து கதவின் பிணைவுகளை அடைய ஓரமான "அ" இன் செங்குத்துத்தூரம் 2 அடி. கதவு 4 இரூ. நிறையுள்ளது. கதவிற்குச் செங்குத்தாகவுள்ள ஒரு விசையாற் திறக்கப்பட்டால், "அ" ஐச் சுற்றித் திருப்புதிறனைக் காண்க? (விடை: 8 இரூ. நிறை)
2. 1வது வினாவில் விசை 10 இரூ. நிறையாயிருக்கையில், அது கதவிற்கு (அ)  $60^\circ$  (ஆ)  $30^\circ$  சாய்விலிருந்தால் "அ" ஐச் சுற்றித் திருப்புதிறனைக் காண்க? (விடை: (அ) 17.3 இரூ. நிறை (ஆ) 10 இரூ. நிறை)
3. சைக்கிளிற் சவாரிசெய்யும் சிறுவனொருவன் சுழற்றி கிடைக்கு 45° சாய்விலிருக்கையில் கீழ்க்காணும் 20 இரூ. நிறை விசையைப் பிரயோகிக்கிறான். சுழற்றியின் நீளம் 9 அங். ஆயின் அச்சாணியைச் சுழற்றி திருப்புதிறனைக் காண்க? சுழற்றிக்குச் செங்குத்தாகப் பிரயோகிக்கப்படும் விசை ஏன் மிகவும் நயமுள்ளது? (விடை: 10.6 இரூ. நிறை)
4. செம்மையாக அடைக்கப்பட்டதும், 60 இரூ. நிறையுள்ளதான ஒரு மரப்பெட்டி தரையிலே ஓய்வுநிலையிலுள்ளது. கிடைக்குரிய பரிமாணங்கள் 4 அடி  $\times$  4 அடி. அதனுயரம் 6 அடி. மேல் ஓரத்தின் மையத்திலே கயற்றைக்கட்டி P என்ற கிடியை விசையுடன் அது அசையும் வரை இழுக்கப்பட்டது. திரும்பும் ஓரத்தைச் சுற்றி நிறையின் திருப்புதிறனையும், P இன் பருமனையும் காண்? (விடை: 120 இரூ. நிறை: 20 இரூ. நிறை)
5. 6 அடி நீளமான ஓர் இலேசான கூட்டம் கிடையாக ஒரு முனையிலிருந்து 2 அடி தூரத்தில் ஒரு புள்ளியிற் சுழற்சித்தானத்தை யுடையதாய் அமைக்கப்பட்டு சுழற்றித்தானத்தினையிலேயுள்ள முனையில் 20 இரூ. நிறையாலும், மையத்தில் 65 இரூ. நிறையாலும் மறுமுனையிலே W இரூ. நிறையாலும் சமநிலையிலிருக்குமாறு அமைக்கப்பட்டால் W இன் பருமன் என்ன? சுழற்சித்தானத்தில் உள்ள விடையென்ன? (விடை: 8  $\frac{1}{2}$  இரூ. நிறை : 33  $\frac{1}{2}$  இ. நிறை)
6. 9 அங். நீளமுள்ள புயங்களை அடைய ஒரு பாக்குவெட்டியில் பாக்கொன்று பிணையலிலிருந்து  $\frac{1}{2}$  அங். தொலைவில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. பாக்கு வெட்டியின் முனையில் 4 இரூ. நிறையுள்ள விசை பிரயோகிக்கப்பட்டால் பாக்கின் தடையென்ன? பிணையலின் எதிர்த்தாக்க மென்ன? பாக்குவெட்டி எவ்வகைப் நெம்புகோல்? (விடை: 72 இரூ. நிறை : 68 இரூ. நிறை)
7. 8 அங். நீளமுள்ள பக்கத்தை யுடைய ஒரு சதுர உலோகத்தகடு அதன் ஒருபக்கத்திலே சதுரத்தின்மேல் பொருந்துதலிற்றி இருபக்க சமமுகக் கோணத்தை யுடையதாயிருக்கின்றது. முக்கோணத்தின் அடி 8 அங். நீளமும், உயரம் 9 அங். ஆயின் முக்கோணத்தின் உச்சியிலிருந்து

- (அ) சதுரத்தின் புவிபிர்ப்புமையம் (ஆ) முக்கோணத்தின் புவிபிர்ப்புமையம் (இ) முழு உருவத்தின் புவிபிர்ப்புமையம் ஆகியவற்றைக் காண்க? (விடை: 13 : 6, 10 48 அங்.)
8. நடுநிலைச்சமநிலை, உறுதிச்சமநிலை, உறுதியில் சமநிலை ஆகியவற்றை விளக்கி ஒவ்வொன்றிற்கும் ஒவ்வொருதாரணம் தருக?
9. ஒரு பொருளின் புவிபிர்ப்புமையமென்றால் என்ன? என்று விளக்கி ஒரு மூடப்பட்ட குடையின் புவிபிர்ப்புமையத்தை ஓரடிமட்டம், ஓர் நீளமான ஓரம், 2 அடி. நிறை ஆகியவற்றைக்கொண்டு எவ்வாறு காணலாமென விளக்குக?
10. ஒரு சாதாரண நிறுக்கும் பொறி 50 அங். நீளமுள்ளது. 10 இரூ. நிறையுள்ளதான ஒருதன்மைத்தான சட்டமொன்று ஒரு முனையிலிருந்து 1 அங். தூரத்திற் சுழலுமாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளது. தராசின் குறுகிய புயத்திலே முனையில் 730 இரூ. நிறை தொங்கவிடப்பட்டால், நீளமான புயத்தின் முனையிலே எந்நிறையைக் கட்டித் தொங்கவிட்டுச் சமன்படுத்தலாம்? (விடை: 10 இரூ. நிறை)
11. சமாந்தரவிசைகள், சமநிலையிலடையவேண்டிய நிபந்தனைகள் யாவை? உமது கூற்றை விளக்க பரிசேரனைகள் தருக. ஒருதன்மைத்தான இயல்பற்ற AB என்ற சட்டம் 12 அடி நீளமும், 40 இரூ. நிறையு முடையது. அது C, D என்ற தானங்களில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. AC = 1 அடி. BD = 3 அடி. C இற் ரெழிப்படுத்தப்பட்ட விசை D இற் ரெழிப்படுத்தப்பட்டதைப்போல மும்மடங்காயின் சட்டத்தின் புவிபிர்ப்புமையத்தைக் காண்க? (விடை: A இலிருந்து 3 அடி)
12. ஒரு பொருளின் புவிபிர்ப்புமையமென்றால் என்ன? ஒழுங்கற்ற வடிவமுள்ள ஒருதன்மைத்தான தடித்த கடதாசி அட்டையொன்றின் புவிபிர்ப்புமையத்தை எவ்வாறு காணலாமென விளக்குக? ஒரு பொருளின் சமநிலையுறுதிப்பாடு அப்பொருளின் புவிபிர்ப்புமையத்தில் தங்கியுள்ளது என ஆதாரங்களுடன் விளக்குக?
13. ஒரு சாதாரண தராசை விளக்கி அதன் செயல்பாட்டைக் கூறுக? ஒருதன்மைத்தான AB என்ற உலோகச்சட்டம் 24 அங். நீளமும், 4 இரூ. நிறையுமுடையது. A இல் 4 அங். விட்டமுள்ளது. 21 இரூ. நிறையுள்ளதான உலோகக் குண்டொன்று அதன் புவிபிர்ப்புமையம் AB இன் அச்சின் கோட்டிலிருக்குமாறு கட்டப்பட்டுள்ளது. இவ்வமைப்பு A இல் இருந்து 2 அங். தூரமுள்ள C என்ற புள்ளியில் ஒரு கயற்றும் கட்டித் தொங்கவிடப்பட்டது. சட்டத்தைக் கிடையாக வைத்திருக்க B இல் எந்நிறையைத் தொங்கவிடவேண்டும்? (விடை: 2 இரூ.)
14. பரிசேரனைச்சாலைத் தராசொன்றை விளக்கப்படத்துடன் முக்கிய பகுதிகளையும் அவற்றினுபயோகங்களையும் தெளிவாக விளக்குக? தராசின்

துலா சமீனியில்லாது பொருத்தப்பட்டால் ஒரு பொருளைத் திருத்தமாக எவ்வாறு அளக்கலாமெனக் காட்டுக?

15. "திருப்புதிற்ன் தத்துவம்" என்றலென்ன? சமாந்தர விசைகளுக்கு இத்தத்துவத்தை எவ்வாறு வாய்ப்புப் பார்க்கலாமென விளக்குக? ஒரு தன்மைத்தான கோலொன்று 50 ச. மீ. நீளமும், 100 கிராம் நிறையையுமுடையதாய் A என்ற ஒரு முனையிலிருந்து 8 ச. மீ. தூரத்தில் சுழலுமாறு அம்மக்கப்பட்டுள்ளது. A இல் நிறைகளைக் கட்டித் தொங்கவிட்டு சுழற்சித்தானத்திற்கப்பால் 500 கிராம். நிறையை நகர்த்தி கோல் கிடையாக அமையுமாறு செய்வதால் நிறுக்கப்படுகின்றன. A இல் 2.4 கி. கி. சுமையைக், கட்டினால் 500 கி. நிறையின் நிலையைக் காண்க? சுழற்சித்தானத்தின் மொத்த மேலுதைப்பென்ன?

(விடை: A இல் இருந்து 43 ச. மீ. : 3000 கி. நிறை)

16. ஓர் அச்சைச்சுற்றி ஒரு விசையின் திருப்புதிற்ன் என்றலென்ன? திருப்புதிற்ன் விதிகளை விளக்கும் பரிசோதனை ஒன்றை விளக்குக? ஒரு தன்மைத்தான ஏணியொன்று 16 அடி நீளமும், 100 இரூ. நிறையுமுடையது. அது கிடையான தரையின்மீது ஓய்வுநிலையிலுள்ளது. ஒரு மனிதன் ஏணியின் ஒரு முனையை அது கிடையுடன் 30° சாய்விவிருக்கும்வண்ணமும், மறுமுனை தரையிலிருக்கும்வண்ணமும் தூக்குகின்றான். ஏணியை இந்நிலையில் சமநிலையெய்துமாறு வைத்திருக்கும் விசையை அது ஏணிக்குச் செங்குத்தாகவுள்ளது என அனுமானித்துக் காண்க? இந்நிலைக்கு ஏணி வருவதற்கு எவ்வளவு வேலை தொழிற்படுகின்றது? (விடை: 43.3 இரூ. நிறை : 400 இரூ. நிறை)

17. புவிசீர்ப்புமையத்திற்கு வரைவிலக்கணங்கூறி ஒழுங்கற்ற வடிவமுடைய ஒரு கடதாசியட்டைக்கு இதைப் பரிசோதனைமூலம் எவ்வாறு கண்டுபிடிக்கலாமென விளக்குக?

ஒரு கண்ணாடித் தொழிற்சாலையிலிருந்து 18 அங். விட்டமுள்ள கண்ணாடித் தட்டில் 2 அங். விட்டமுள்ள துளையொன்றை அதன் மையம் தட்டின் ஓரத்திலிருந்து 4 அங். தொலைவிலுள்ளதுகப் பெறப்படுகின்றது. இத்தட்டு தொழிற்சாலையில் அதன் புவிசீர்ப்புமையத்தினுடாகத் துளையிடப்படுகின்றது. எங்கு துளையை விடவேண்டும்?

(விடை: ஓரத்திலிருந்து 9.1 அங்.)

18. ஓரமுத்தமான பொருளின் புவிசீர்ப்புமையம் என்பதற்கு, வரைவிலக்கணம் தருக. புவிசீர்ப்புமையத்தை கப்பல், பஸ்வண்டிகள் கட்டும்பொழுது கவனிக்கப்படவேண்டிய அவசியமேன்?

10 அங். பக்கமுள்ள சதுரமொன்றின் மூலைகளிலே வரிசைக்கிரமமாக 1, 2, 3, 4 இரூ. நிறைகள் வைக்கப்பட்டால் புவிசீர்ப்புமையத்தின் நிலையைக் காண்க?

(விடை: சதுரத்தின் மையத்திலிருந்து 2 அங்.)

19. புவிசீர்ப்பு மையத்திற்கு வரைவிலக்கணம் தருக? புறக்கணிக்கத்தக்க தடிப்பையுடைய ஒரு தன்மைத்தான ABCD என்ற உலோகத்தகடு AC=5 அங், AD=3 அங். AB=CB=CD=4 அங். பரிமாணங்களை யுடையது. இவ்வளவுகட்கேற்ப தட்டினமைப்பைக் கேறி ABC, ADC என்ற முக்கோணங்களின் புவிசீர்ப்புமையங்களைக் கண்டு பின் முழு வடிவத்தின் புவிசீர்ப்புமையத்தைக் காண்க? உமது முறையை விளக்குக? உமது பெறுபேற்றைப் பரிசோதனையிலிருந்து எவ்வாறு பெறலாமெனவும் விளக்குக?

## அத்தியாயம் 6

### “பொறிகள்”

நாம் இப்பொழுது “கப்பிகள்” எனவழைக்கப்படும் பொறிகளின் வகுப்பைப்பற்றி யாராய்வோம். நெம்புகோல் போன்ற எல்லாப் பொறிகளைப்போல்வே கப்பிகளும் பொதுவாக ஒரு தடையை மீற அல்லது ஒரு நிறையை ஒரு சிறிய விசையைப் பிரயோகித்துத் தூக்க அல்லது வசதியான ஒரு திசையில் இழுக்க உபயோகிக்கப்படுகின்றன. கப்பிகள் பெரிய தொழிற்சாலைகளிலும், புகையிரத நிலையங்களிலும் காணப்படுகின்றன. கட்டடவேலை செய்வோரும், பாரமான சுமையை உயர்ந்த இடங்களுக்குத் தூக்குவதற்கும் உபயோகிப்பர். கப்பற்றுறைமுகங்களில் இவை பாரந்தூக்கிகள் என்ற உருவில் உபயோகிக்கப்படுகின்றன.

**தனிக்கப்பி:** ஒரு தனிக்கப்பியில் ஒருகப்பியும், அதன்மீது ஒரு கயறும் செலுத்தப்பட்டு படம் 66இல் காட்டியுள்ளதுபோன்று ஒரு சட்டத்திலிருந்து அது தொங்க விடப்பட்டுள்ளது. W என்பது சுமை அல்லது இரூ. நிறைகளில் ஒரு நிறையும், P என்பது பிரயோகிக்கப்படும் விசையையும் குறிக்கின்றன எனக் கொள்வோம். சுமை கயற்றின் ஒரு முனையிற் கட்டப்பட்டுள்ளது. P சுமையைத் தூக்கப் போதுமான விசையாகக் கயற்றின் மறுமுனையில் அமைகின்றது. இது கீழ்நோக்கியுள்ளது. கயறு மிகவும் லேசாகவும், சில்லைச்சுற்றி உராய்வுவிசை இல்லாதிருந்தால் கயற்றின் இழுவிசை W இரூ. நிறை. எனவே, P உம், W உம் ஒன்றிற்கொன்று சமம். எனினும், சுமைகளை நேடியாக ஒரு குறிப்பிட்ட தூரத்தினூடே மேலேக்கு விசையினுற்றுக்குவதிலும் பார்க்க அச்சுமைகளைத் தனிக்கப்பிகொண்டு அதே உயரத்தூடு தூக்கக் குறைவான விகாரமே உண்டாகின்றது.

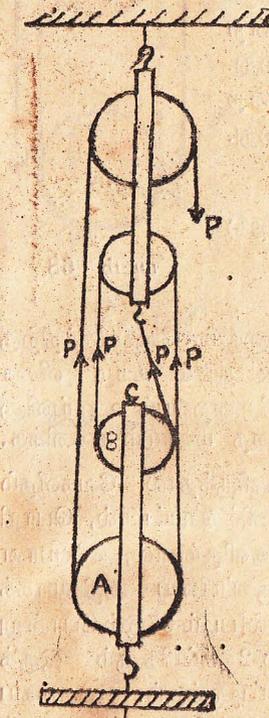


படம் 66

**பொறிமுறை நயம்:** ஒரு பொறியின் பொறிமுறைநயம்  $\frac{\text{சுமை}(W)}{\text{வலு}(P)}$

என்ற வீதமாக வரைவிலக்கணம் வகுக்கப்படுகின்றது. நாம் பின்பு ஒரு செய்முறைக் கப்பித்தொகுதியில் சுமை எப்பொழுதும் பிரயோகிக்கப்படும் விசையிலும் பலமடங்காகும் என அறிவோம். எனவே, பொறிமுறை நயம் எப்பொழுதும் 1ஐவிட அதிகம் பெரியது. தனிக்கப்பியில்

$W = P$  (உராய்வைப் புறக்கணித்தால்) எனவே, பொறிமுறைநயம்  $\frac{W}{P} = 1$



படம் 67

**வேகவிகிதம்:** ஒரு பொறியிலே r, s என்பவை முறையே விசையும், சுமையும் ஒரே நேரத்திற் கடக்குந் தூரங்களாயின் அப்பொறியின் வேகவிகிதம்  $\frac{r}{s}$  என்ற வீதமாக வரைவிலக்கணம் வகுக்கப்படுகின்றது. பொதுவாக பிரயோகிக்கப்பட்ட விசை சுமையைவிட அதிக தூரம் கடக்கின்றது. எனவே, வேகவிகிதம் 1ஐவிட பன்மடங்கு அதிகமாயிருக்கும். தனிக்கப்பியில் (படம் 66) விசை கடக்குந்தூரம் (r) சுமை கடக்குந் தூரத்திற்கு(s)ச் சமம். ஏனெனில் சுமையைத் தூக்க, உபயோகிக்கப்படும் கயறே விசையைப் பிரயோகிக்க உபயோகிக்கப்படுகின்றது. எனவே, வேகவிகிதம்  $\frac{r}{s} = 1$ . பொறிமுறை நயத்தைப்போலல்லாது வேகவிகிதம் உராய்வினால், தூக்கப்படுவதில்லை.

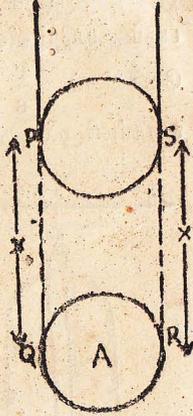
**தாங்குக்கப்பியும், கயறும்:** செயல்முறையில், கப்பிகள் பெரிய பொறிமுறைநயத்தை பிரிப்பனவாக அமைக்கப்படுகின்றன. எனவே, ஒரு பெரியசுமையைச் சிறிய பிரயோகவிசைகொண்டு தூக்கிவிடலாம். படம் 67 தாங்குக்கப்பியுங் கயறும் என்ற கப்பித்தொகுதிகளைக் காட்டுகின்றது. இது இருதொகுதிக் கப்பிகளையும், அவற்றின்மீது செல்லும் ஒரு தொடர்பான கயற்றையும் கொண்டுள்ளது. W என்ற நிறையுள்ள சுமை கீழ்த்தொகுதியிற் பிணைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இது அசையுமியல்புள்ளது. மேற்றொகுதி மேலே ஒரு தீரான்தியில் நிலையாக அமைக்கப்பட்டுள்ளது. கப்பிகளும், கயறும் மிகவும் இலேசானவை எனவும், உராய்வு இல்லையெனவும் அனுமானித்து ஒவ்வொரு கயற்றிலும் உள்ள இழுவிசை P என்னும் பிரயோகவிசைக்குச் சமமெனக் கூறலாம். கீழ்த்தொகுதிக் கப்பிகளைச் சூழ்ந்து நான்கு கயறுகள் இருக்கின்றன. இவை Wஐத் தாங்குகின்றன. எனவே,  $4P = W$ .

எனவே பொறிமுறை நயம்  $= \frac{W}{P} = 4$ . செயல்முறையில் பொறிமுறைநயம் எப்பொழுதும் இதற்குக் குறைவாகவேயிருக்கும். ஏனெனில் கப்பிகளுக்கும், கயறுக்குமிடையே உராய்விருக்கின்

றது. மேலும் கப்பிகள் நிறையுள்ளவை. உதாரணமாக படம் 67இல் கீழ்க்கப்பிகள் எல்லாம் 50 இரு. நிறையையுடையதாயின்  $4P = W + 50$ . இது கீழ்ப்புறமுள்ள இருகப்பிகளின் சமநிலையைக் கருதிப் பெறப்படுகின்றது. எனவே,  $4P$  பருமனில்  $W$  ஐவிட அதிகமாகின்றது. ஆகவே,  $\frac{W}{P} < 4$ .

இத்தொகுதியின் வேகவீதத்தைக் காண நிறை  $W$  பிரயோக விசை  $P$  செயல்படும்பொழுது  $x$  என்ற தூரத்தாடு உயர்ந்திருக்கின்றது எனக்கொள்ளோம். கீழ்க்கப்பி  $A$ ,  $QR$  இலிருந்து  $PS$  என்ற தூரம்வரை உயர்த்துகின்றது. (படம் 68) தேவைக்கான கயற்றின் நீளம்  $= PQ + SR = x + x = 2x$ . மேற்கப்பி  $B$  (படம் 68)  $x$  என்ற தூரத்தையே உயர்த்துகின்றது. எனவே, இக்கப்பியின் இயக்கத்தால்  $2x$  என்ற கயற்றின் நீளம் தேவைக்கொத்ததாகப்படுகின்றது. எனவே,  $4x$  என்ற கயற்றின் நீளம் : நிறை  $x$  என்ற தூரம் உயரும்போது கப்பிகளின்மீது நழுவுகின்றது. எனவே, விசை கடக்குந் தூரம்  $4x$ .

எனவே, வேகவீதம் =  $\frac{\text{விசை கடக்கும் தூரம்}}{\text{சுமை கடக்கும் தூரம் (அதேநேரத்தில்)}}$   
 $= \frac{4x}{x} = 4$ .



படம் 68

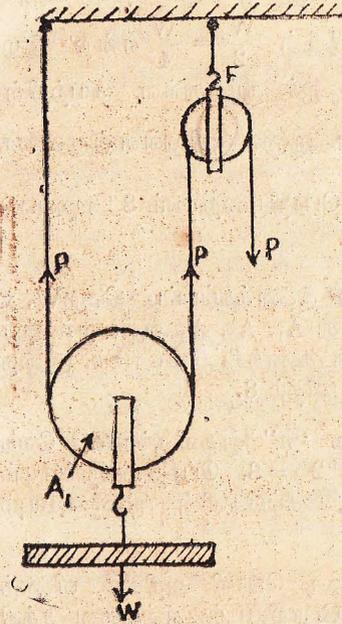
கப்பிகளின் நிறையையும் உராய்வையும் கருதினாலும் வேகவீதத்திற்கு இப்பருமனையே பெறலாம். ஏனெனில் சுமை  $x$  தூரம் உயர விசை எப்பொழுதும்  $4x$  தூரம் உயருகின்றது. பொறிமுறைநயம் உராய்விலும், கப்பிகளின் நிறைகளினாலும் தாக்கப்படுவதை மீண்டும் கவனிக்க.

பொதுவாக இத்தொகுதியிலே "n" கப்பிகளிருந்தால் வேகவீதம் "n" உராய்வும், கப்பிகளின் நிறைகளும் புறக்கணிக்கப்பட்டால், பொறி முறைநயமும் "n" ஆகும். ஒற்றை எண்ணில் கப்பிகளிருந்தால், நிலையான மேற்றொகுதி அசையுந் கீழ்த்தொகுதியைவிட ஒருகப்பியை அதிகமாகக் கொண்டிருக்கும். இத்தொகுதியில் 5 கப்பிகளிருந்தால் [படம் 67இல் போன்று மேற்றொகுதியில் 3 கப்பிகளும், கீழ்த்தொகுதியில் 2 கப்பிகளும் இருக்கின்றன.] கயறு கீழ்த்தொகுதியில்  $C$  இல் கட்டப்பட்டிருக்கும். இத்தகைய ஒரு தொகுதி புகைவண்டி நிலையங்களிலும், பொறியியல் அலுவலகங்களிலும் மிகவும் பாரமான சுமைகளைத் தூக்க உபயோகிக்கப்படுகின்றது.

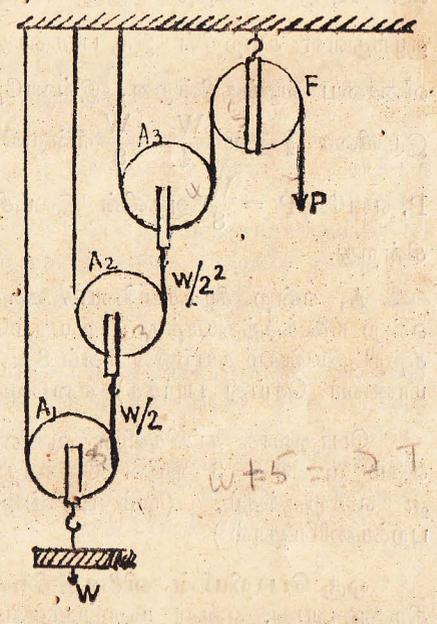
**ஆக்கிமீட்சினுடைய கப்பித்தொகுதி:** ஆக்கிமீட்சினுடைய கப்பித்தொகுதி அல்லது முதலாவது கப்பித்தொகுதி எனவழைக்கப்படும்

ஒரு கப்பித்தொகுதியைப் படம் 69 (அ) விளக்குகின்றது.  $W$  என்ற சுமை  $A_1$  என்ற கப்பியுடன் இணைக்கப்பட்டு கயற்றால் சூழப்பட்டதாய் இருக்கின்றது. கயற்றின் ஒருமுனை சட்டத்திற்கு கட்டப்பட்டு கீழ்நோக்கும் விசை  $P$  கயற்றின் மறுமுனையில் ஒரு சிறிய கப்பி  $F$  இன் உதவியுடன் பிரயோகிக்கப்படுகின்றது.

கப்பிகள் இலேசானவையாயும், அழுத்தமானவையாயும், கயறு இலேசானதாயும் இருக்கின்றன எனக் கொள்வோம். கயற்றின் இரு விசை  $P$  என்பதற்குச் சமம்.  $A_1$  என்ற கப்பியின் இருபுறங்களிலுமுள்ள



படம் 69 (அ)



படம் 69 (ஆ)

கயற்றுப் பாகங்களின் மேற்குக்கு இழுவிசை,  $W$  என்ற சுமையைத் தாங்குகின்றன. எனவே,  $W = 2P$  எனவே, பொறிமுறைநயம் 2. செய் முறையில் இது குறைவாகவேயுள்ளது. சுமை  $y$  என்ற தூரத்தினாடு உயரும்பொழுது  $2y$  என்ற நீளமுள்ள கயறு  $A$  என்ற கப்பியினாடு (68ஆம் படத்தைப் பார்க்க) செல்லுகின்றது. விசை  $P$  ஆகையின்  $2y$  என்ற தூரத்தினாடு செல்கின்றது. எனவே, வேகவீதம்  $2\frac{y}{y} = 2$ .  $F$  என்ற நிலையான கப்பி கீழ்நோக்கும்  $P$  என்ற விசையைப் பிரயோகிக்க வசதியையளிக்கின்றது. இது நிலையாயுள்ளது. கப்பித்தொகுதியின் பகுதியில்.

கட்டடங்கள் கட்டுபவர்கள், பெரும்பான்மையாக உபயோகிக்கும் பிற்தொருவகைக் கப்பித்தொகுதியுமுள்ளது. இது படம் 69(ஆ)இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்கு  $A_1, A_2, A_3$  ஆகிய மூன்று இயங்கு கப்பிகள் இருக்கின்றன.  $W$  என்ற, சுமை கீழ்க்கப்பியில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. கப்பிகள் மிகவும் இலேசானவையெனவும், உராய்வற்றவையெனவும் கொள்வோம்.  $P, W$  ஆகியவற்றிற்கிடையேயுள்ள உறவை வருமாறு காணலாம்.  $A_1$  ஐச் சூழ்ந்துள்ள கயற்றின் இழுவிசை  $\frac{W}{2}$  எனில்  $A_1$  இன் கயற்றின் இருபாகங்களும்,  $W$  ஐத் தாங்குகின்றன.  $A_2$  ஐச் சூழ்ந்துள்ள கயற்றின் இரு பாகங்களும்  $\frac{1}{2}$  இன்  $\frac{W}{2} = \frac{W}{4}$  என்ற இழுவிசையை வழங்குகின்றன. இவ்வாறே  $A_3$  ஐச் சூழ்ந்துள்ள, கயற்றின் இழுவிசை  $\frac{1}{2}$  இன்  $\frac{W}{4} = \frac{W}{8}$  என்றாகின்றது. ஆனால் இதிலுள்ள இழுவிசை  $P$ , எனவே  $P = \frac{W}{8}$  ஆதலின் இலட்சியப் பொறிமுறைநயம் 8 பெறப்படுகின்றது.

$A_1$  என்ற கீழ்க்கப்பியைக் கருதினால் இணைக்கப்பட்ட நிறை  $W, x$  என்ற நிலைக்குத்துயரத்தாடு, உயரும்பொழுது  $A_1, A_2, A_3$  ஆகியவற்றைச் சுற்றி இயங்கும் கயற்றின் நீளம்  $8x$  எனக் கணக்கிட்டுவிடலாம். (இதை மாணவர் செய்து பார்க்க) எனவே வேக வீதம் 8.

பொதுவாக கப்பிகளின் எண்ணிக்கை " $n$ " ஆகவிருந்தால், வேக வீதம்  $n$ .  $n = 3$  ஆயின் வேகவீதம்  $= 2^3 = 8$ . பொறிமுறைநயமும்  $n$  எனவிருக்கும். (நாம் உராய்வையும், கப்பிகளின் நிறையையும் புறக்கணிப்பதால்)

**ஒரு பொறியின் வினைத்திறன்:** ஒரு பொறி அதிகம் வினைத்திறனுடையது, என்று கூறப்படும்போது பொறியிடம் எவ்வளவு சத்தி அல்லது வேலை வழங்கப்பட்டதோ அவ்வளவு சத்தியை அல்லது வேலையை நாம் பெறுகிறோம், என்றே கருதுகிறோம். ஒரு பொறியின் அசையும் பகுதிகளிலே அதிகம் உராய்விருந்தால் அப்பொறியினிடம் வழங்கப்படும் வேலையிற் பெரும்பகுதி அவ்வராய்வை மீறவேபயன்படுகின்றது. எனவே, பொறியிடமிருந்து சிறிய அளவு உபயோகமான வேலையே பெறப்படுகின்றது.

ஒரு கப்பித்தொகுதியிலிருந்து பெறப்படும் உபயோகமான வேலை சுமையின் நிறையை ( $W$  இரு. நிறை எனக்கொள்வோம்) தூக்குவதா லுண்டாகின்றது. சுமை  $r$  அடி நிலைக்குத்துயரத்தாடு இயங்கினால்,

$$\begin{aligned} \text{பொறியிடமிருந்து பெறப்படும் வேலை} &= \text{விசை} \times \text{தூரம்.} \\ &= W \times r \text{ அடி. இரு. நிறை.} \end{aligned}$$

பொறியிடம் தொழிற்படுத்தப்பட்ட வேலை  $= P \times s$  அடி. இரு. நிறை. இங்கு  $P$  இரு. நிறை என்ற வலு  $s$  அடி தூரத்தாடு சுமை  $r$  அடி இயங்கும் பொழுது நகருகின்றது. எப்பொறியின் வினைத்திறன் (பொறிமுறை அல்லது பிற்துவகையில்) மேல்வருமாறு வரைவிலக்கணத்தைப் பெறுகின்றது.

$$\text{வினைத்திறன்} = \frac{\text{பொறியிடமிருந்து பெறப்படும் வேலை}}{\text{பொறியிடம் தொழிற்படுத்தப்படும் வேலை.}}$$

$$\begin{aligned} \text{எனவே, கப்பித்தொகுதியின்.} &= \frac{W \times r}{P \times s} = \frac{W/P}{s/r} \\ \text{வினைத்திறன்} &= \frac{W/P}{s/r} \end{aligned}$$

ஆனால் ஒரு பொறியின் பொறிமுறைநயம்  $= \frac{W}{P}$  எனவும், வேகவீதம்  $= \frac{r}{s}$  எனவும் கண்டோம்.

$$\text{ஆதலின் வினைத்திறன்} = \frac{\text{பொறிமுறைநயம்}}{\text{வேகவீதம்}}$$

செய்முறையில் உராய்வினாலும், கப்பிகளின் நிறையினாலும் ஒரு கப்பித்தொகுதியில் பொறிமுறைநயம் அதன் வேகவளர்ச்சியிலும் பார்க்கக் குறைந்து காணப்படும். ஆதலின் வினைத்திறன் ஒன்றிற்குக் குறைவாகவேயமையும். பொறி, நிறைவுடையதாயின் பொறிமுறைநயம் வேகவளர்ச்சிக்குச் சமமாகி வினைத்திறன் ஒன்றாகும். இது நடைமுறையில் அரிது.

**பொறிமுறைநயம், வேகவளர்ச்சி, வினைத்திறன் ஆகியவற்றை அளத்தல்:**

(1) ஒரு கப்பியின் பொறிமுறைநயத்தைக் காண்பதற்கு ஒரு பெறுமதி தெரிந்த நிறையையும் (உ-ம் 500 கிராம்) விசையைப் பிரயோகிக்கும் கயற்றின் முனையில் ஒரு விற்றராசையும், அமைக்கவேண்டும். (படம் 70) விற்றராசை நிறை உயர்த்தப்படும்வரை இழுக்கவேண்டும். நிறை உயர்த்தொடங்கும்பொழுது விற்றராசை காட்டும் நிறையைக் கண்டால் அது விசையாகின்றது. அது 140 கிராம் ஆயின்

$$\text{பொறிமுறைநயம்} = \frac{500}{140} = 3.56.$$

(2) வேகவீதத்தைக் கணக்கிட விசை  $s$  என்ற தூரத்தினாடு இறங்குகையில் சுமை செல்லுந்தூரம்  $r$  ஐக் காணவேண்டும்  $= 18$  அங். எனவும்,  $r = 4.5$  அங். எனவும் ஆயின்,

$$\text{வேகவீதம்} = \frac{s}{r} = \frac{18}{4.5} = 4.$$

(3) வினைத்திறனைக் கணக்கிட விசை பிரயோகிக்கப்படும் கயற்றில் முனையை ஒரு விற்றராசிற் கட்டி அதைச் சுமை ( $W$ )  $r$  என்ற உயரம் ஏறும்வரை  $P$  என்ற மாடுவிசையுடன் இழுக்கவேண்டும். விசை இறங்குந்தூரம்  $s$  ஆயின் நாம் முன்பு கண்டதுபோன்று,

$$\text{கப்பித்தொகுதியின் வினைத்திறன்} = \frac{Wr}{Ps}$$

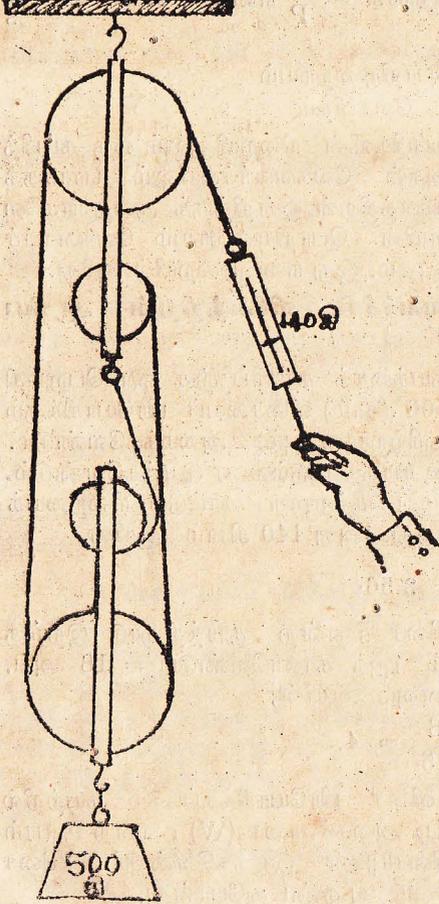
அல்லது இத்தொகுதியின் பொறிமுறையத்தையும், வேகவீதத்தை யும் கண்டபின்பு,

வினைத்திறன் =  $\frac{\text{பொறிமுறையம்}}{\text{வேகவளர்ச்சி}}$  என்ற உறவிலிருந்து வினைத் திறனைப் பெறலாம்.

நாம் முன்பு கண்ட பெறுபேறுகளில் பொறிமுறையம் = 3.56

வேகவளர்ச்சி = 4. எனவே, வினைத்திறன் =  $\frac{3.56}{4} = 0.89$

**உவெசுத்தன் வேற்றுமைக்கப்பி:** மிகவும் உயர்ந்த பொறிமுறையத்



படம் 70

என்பது உட்புறத் தவாளிப்பின் ஆரையாகும். எனவே, சங்கிலி இவற்றின்

தையும், வேகவளர்ச்சியையும் தரவல்ல உவெசுத்தனின் கப்பியை படம் 71 காட்டுகின்றது. இது உயரே சிறிது மாறுபட்ட விட்டங்கனையுடைய இரு தவாளிப்புக்களைக் கொண்ட ஒரு சில்லைக் கொண்டுள்ளது. முனையற்ற ஒரு சங்கிலி பற்களிலே நழுவாது பிடித்துக்கொண்டிருக்கின்றது. சங்கிலி மேற்சில்லையும், கீழ்ச்சில்லையும் படத்திற் காட்டப்பட்டுள்ளது. போன்று துழந்துள்ளது. கீழ்ச்சில்லிலே W என்ற சுமை இணைக்கப்பட்டு விசை P மேற்சில்லின் வெளிப்புறத் தவாளிப்பைச் சூழ்ந்துள்ள சங்கிலியிற் பிரயோகிக்கப்படுகின்றது. நாம் சங்கிலியை மேற்சில்லு ஒருதடவை முற்றாகச் சுழலும்வரை இழுக்கிறோமெனக் கொள்வோம். சில்லின் இடப்புறத்தேயுள்ள சங்கிலி மேலே  $2\pi R$  என்ற தூரத்தினூடே உயருகின்றது. வெளிப்புறத் தவாளிப்பின் ஆரையை R எனக் கொள்ளுகிறோம். ஆனால் இடப்புறத் தவாளிப்பிலுள்ள சங்கிலி கீழ்நோக்கி  $2\pi r$  என்ற தூரத்தினூடே கீழிறங்குகின்றது. இங்கு r,

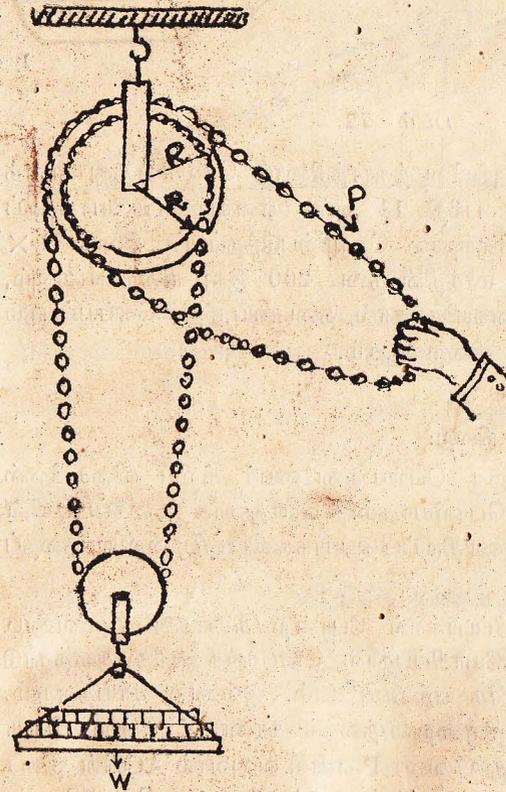
விளைவாக மேல்நோக்கி  $(2\pi R - 2\pi r)$  என்ற தூரத்தினூடே மேலேறுகின்றது. W என்ற சுமை =  $\frac{1}{2}(2\pi R - 2\pi r)$  தூரத்திற்குயருகின்றது. P என்ற

விசை கடக்குந்தூரம்  $2\pi R$  எனவே, வேகவீதம் =  $\frac{2\pi R}{\frac{1}{2}(2\pi R - 2\pi r)} = \frac{2R}{R-r}$  எனவே,  $(R-r)$  மிகவுஞ் சிறியதாயின், வேகவீதம் பெரியதாகின்றது.

பொறி நிறைவுடையதாயின். அதனது பொறிமுறையம் =  $\frac{2R}{R-r}$  எனினில்

வேகவீதமும், பொறிமுறையமும் ஒன்றிற்கொன்று சமமாகின்றன.

**சில்லும், அச்சாணியும்:** சில்லிடங்களில் கிணற்றிலிருந்து நீரை முகந்தெடுக்க சில்லும் அச்சாணியும் என்ற பொறியுபயோகிக்கப்படுகின்றது. இது பெரிய ஆரையையுடைய சில்லையும், மையத்தினூடே செல்லும் குறைந்த



படம் 71

வுடையதாயின்,  $W2\pi r = P \cdot 2\pi R$ .

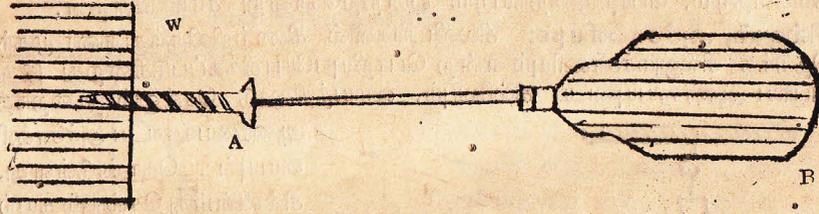
∴

$$\frac{W}{P} = \frac{R}{r}$$

ஆரையையுடைய அச்சாணியையுங் கொண்டுள்ளது. சில்லின்மீது செல்லும் கயற்றிலே இழுவிசை பிரயோகிக்கப்படுகின்றது. அச்சாணியிலே சுற்றப்பட்ட கயற்றினுற் சுமை மேலேயிழக்கப்படுகின்றது. P என்ற விசை R என்ற விட்டமுடைய சில்லிலிருக்கும் கயற்றிலே பிரயோகிக்கப்படுகையில் W என்ற சுமை "r" என்ற சிறிய விட்டமுள்ள அச்சாணிக் கயற்றினால் மேலே தூக்கப்படுகின்றது எனக்கொள்வோம். சில்லு முழுச்சுற்றைச் சுற்றுகின்றது எனக்கருதுவோம். P எனும் விசையினுற் றொழிற் படுத்தப்படும் வேலை  $P \times 2\pi R$  எனும் சுமைக்கு எதிராகச் செயல்படும் வேலை  $W \times 2\pi r$ . பொறி நிறை

எனவே, சில்லின் ஆரை பெரியதாகவும், அச்சாணியின் ஆரைசிறியதாகவும் இருந்தால் பொறிமுறைநயமும் பெரிதாகியிருக்கும்.

**திருகாணிதிருப்பியின் தத்துவம்:** ஓர் ஆணியின் புரியிடைத்தாரம் என்பது அவ்வாணி ஒருதடவை சுழலும்பேரது அதன் ருனை செல்லுந் தாரமேயாகும். "B" என்ற திருகாணி திருப்பி A என்ற திருகாணி W என்ற மர்த்தைத் துளைத்துச்செல்ல ஒருதடவை சுழலுகின்றது என்போம்.



படம் 72

(படம் 72) அதாவது ஆணி புரியிடைத்தாரத்தினால் செல்கின்றது எனக் கருதுகிறோம். கைப்பிடியின் பரிதி  $1\frac{1}{2}$  அங். எனவும், பிரயோகிக்கப்பட்ட விசை F இரு. எனவுமிருந்தால் தொழிற்படுத்தப்பட்ட வேலை  $F \times 1\frac{1}{2}$  அங். இரு. நிறை ஆகும். மரத்தின் தடை 200 இரு. நிறையெனவும், புரியிடைத்தாரம்  $\frac{1}{4}$  அங். எனவுமிருந்தால், தடையை மீறிச் செய்யப்படும் வேலை  $= 200 \times \frac{1}{4}$  அங். இரு. நிறை ஆகும்.

எனவே,  $F \times 1\frac{1}{2} = 200 \times \frac{1}{4}$ .

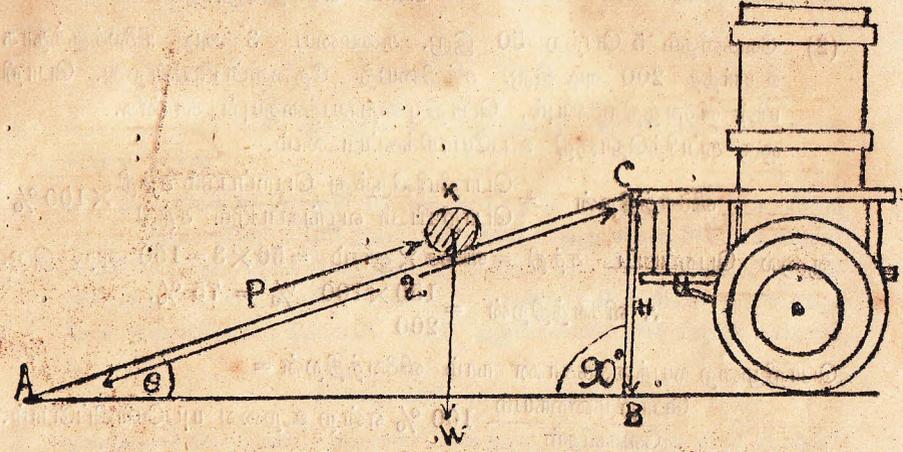
$$\therefore F = 5\frac{1}{3} \text{ இரு. நிறை}$$

ஆகவே, திருகாணிதிருப்பி ஒரு பெரிய தடையைச் சிறிய விசையினால் மீற வசதியளிக்கும் ஒரு பொறியாகும். பொதுவாக கைப்பிடியின் விட்டம் அதிகமாயின் திருகாணிதிருப்பி உயர்ந்த பொறிமுறை நயத்தைப் பெறுகின்றது.

**சாய்தளம்:** பெரிய பீப்பாக்கள் போன்ற சுமைகள் ஒரு வண்டியிலே ஒரு சாய்தளத்தையுபயோகிப்பதால் நேரடியாக அதே தூரத்தாடு தூக்குவதிலும்பார்க்க சுலபமாக ஏற்றிவிடலாம். இவ்வாறு சாய்தளமும், ஒரு பொறியாகின்றது. பொறிமுறைநயத்தைக் காண 'X' என்ற பீப்பா சாய்தளத்தின்மீது Aயிலிருந்து C வரை P என்ற வலுவால் ACயின் திசையில் செயல்படும் வண்ணம் உருட்டப்படுகின்றதெனக் கொள்வோம். அதுபோது செய்யப்பட்ட வேலை  $P \times AC$ . சுமை செங்குத்தாக Bஇலிருந்து C வரை உயர்த்தத் தேவைப்படும் வேலை  $W \times BC$ . இங்கு W என்பது பீப்பாவின் நிறையாகும். உராய்வு இல்லையாயின்,

$$W \times BC = P \times AC$$

$$\therefore \frac{W}{P} = \frac{AC}{BC} = \frac{1}{h}$$



படம் 73

இங்கு "1" என்பது சாய்தளத்தின் நீளம். h, BCஇன் உயரம் '0' என்ற கோணம் சாய்தளம் கிடையோடு பிறப்பிக்கும் கோணமாயின்,

$$\frac{1}{h} = \frac{1}{\text{சைன் } \theta} \therefore \frac{W}{P} = \frac{1}{\text{சைன் } \theta}$$

எனவே, பொறிமுறைநயம்  $\frac{1}{\text{சைன் } \theta}$  சாய்வுக்கோணம் சிறியதாயின் பொறி முறைநயம் அதிகமாகும்.

### மாதிரிக் கணக்குகள்

- (1) ஓர் அங்குலத்திலே 6 புரிகளுள்ள ஓர் ஆணியின் தலை 15 அங். பரிதியுள்ள வட்டமாகும்.  $\frac{1}{4}$  இரு. நிறையுள்ள விசையை வட்டத்தலைக்குத் தொடுகோட்டின் வழியே பிரயோகித்தபொழுது அது 20 இரு. சுமையை உயர்த்தியது. அதன் பொறிமுறைநயம், வேக வீதம் ஆகியவற்றைக் காண்க?

$$\text{பொறிமுறைநயம்} = \frac{\text{சுமை}}{\text{வலு}} = \frac{20 \text{ இரு.}}{\frac{1}{4} \text{ இரு.}} = 40$$

பிரயோகிக்கப்பட்ட விசை வட்டத்தலையைச் சுற்றி ஒருதடவை சுழல

அது 15 அங். செல்கின்றது. ஆயின் முனை  $\frac{1}{6}$  அங். செல்கின்றது. இது அடுத்துள்ள புரிகளின் இடைத் தூரமாகும்.

$$\therefore \text{வேகவீதம்} = \frac{\text{விசை செல்லுந்தூரம்}}{\text{சுமை செல்லுந்தூரம்}} = \frac{15}{\frac{1}{6}} = 90$$

(2) வேகவீதம் 5 பெற்ற 50 இரு. சுமையை 3 அடி நிலைக்குத்தாக உயர்த்த 200 அடி இரு. சத்தியைத் தேவைப்படுகின்றது. பொறியின் வினைத்திறனையும், பொறிமுறைநயத்தையுங் காண்க. ஒரு கப்பித்தொகுதி உபயோகிக்கப்படலாம்.

$$\text{வினைத்திறன்} = \frac{\text{பொறியிலிருந்து பெறப்படும் சத்தி}}{\text{பொறியிடம் வழங்கப்படும் சத்தி}} \times 100\%$$

ஆனால் பெறப்பட்ட சத்தி = விசை  $\times$  தூரம் =  $50 \times 3 = 150$  அடி. இரு.

$$\therefore \text{வினைத்திறன்} = \frac{150 \times 100}{200} \% = 75\%$$

பொறிமுறை நயத்தைக்காண நாம் வினைத்திறன் =

$$\frac{\text{பொறிமுறைநயம்}}{\text{வேகவீதம்}} 100\% \text{ என்ற உறவை யுபயோகிப்போம்.}$$

$$\text{எனவே, } 75 = \frac{\text{பொறிமுறைநயம்}}{5} 100\%$$

$$\therefore \text{பொறிமுறை நயம்} = \frac{75 \times 5}{100} = 3.75.$$

(3) இரு தாங்கிகளில் உள்ள கப்பித்தொகுதியில் ஒன்று நிலையாயும் மற்றது அசையுந் தன்மை யுடையதாகவுமுள்ளது. அதன் வேகவீதம் 6. வினைத்திறன் 75 சதவீதம். 50 இரு. நிறையுள்ள ஒரு சுமையை தூக்குவதற்கு 16 இரு. நிறையுள்ள ஒரு விசை பயன்படுத்தப்பட்டது. கீழ்த்தளத்தின் நிறையையும், விசை 20 அடி இயங்கும் போது விரயமாகும் உபயோகமான வேலையையும் காண்க? (உராய்வைப் புறக்கணிக்க)

$$\text{வினைத்திறன்} = \frac{\text{பொறிமுறைநயம்}}{\text{வேகவீதம்}} 100\%$$

$$75 = \frac{\text{பொறிமுறைநயம்}}{6} \times 100; \therefore \text{பொறிமுறைநயம்} = \frac{6 \times 75}{100} = 4\frac{1}{2}$$

$$\frac{\text{சுமை}}{\text{வலு}} = 4\frac{1}{2}. \therefore \frac{\text{சுமை}}{16 \text{ இரு. நிறை}} = 4\frac{1}{2}, \therefore \text{சுமை} = 4\frac{1}{2} \times 16 \text{ இரு. நி.} = 72 \text{ இ. நி.}$$

ஆனால் தரப்பட்ட நிறை = 50 இரு. நிறை.

ஆதலின் கீழ்த்தளத்தின் நிறை =  $72 - 50 = 22$  இரு. நிறை

செய்யப்பட்ட வேலை = விசை  $\times$  தூரம் =  $16 \times 20 = 320$  அடி. இரு. நிறை. வினைத்திறன் =  $75\% = \frac{3}{4}$ : எனவே, பொறியிலிருந்து பெறப்பட்ட வேலை =  $\frac{3}{4} \times 320 = 240$  இரு.

எனவே விரயமான (உபயோகமான) வேலை =  $320 - 240 = 80$  அடி. இரு. நிறை.

### பயிற்சி

1. தொழில்முறையிலே கப்பிகளின் செய்முறை உபயோகங்கள் நான்கினத தருக?
2. ஒரு பொறியைக்கொண்டு 10 அடி தூரத்தாடு இயங்கும் 50 இரு. நிறையுள்ள விசையினால், 100 இரு. நிறையுள்ள ஒரு சுமை  $3\frac{1}{2}$  அடியினூடே தூக்கப்பட்டது. விசையினூற்றொழிற்படுத்தப்படும் வேலையையும், பொறியிலிருந்து பெறப்படும் வேலையையும் காண்க. பொறியின் வினைத்திறனைக் கணக்கிடுக? அது ஏன் 100% இருக்கவில்லை என்பதற்கு கியாயம் கூறுக?

(விடை: 500, 350 அடி இரு. நிறை: 70%)

3. இரண்டாம் வினாவில்பொறிமுறைநயத்தையும், வேகவீதத்தையும் காண்க? இந்த இரு பெறுமதிகளிலிருந்தும், வினைத்திறனை எவ்வாறு கணக்கிடலாமெனக் காட்டுக? (விடை: 2,  $2\frac{1}{2}$ )

4. ஒரு கப்பித்தொகுதி தொடர்பாகக் கயறு செல்லும் 6 கப்பிகளைபுடையது. கீழ்க்கப்பியில் இணைக்கப்பட்ட சுமை 300 இரு. நிறை. உராய்வில்லையெனவும், கப்பிகள் இலேசானவையெனவும், அனுமானித்துச் சுமையைத் தூக்கத் தொழிற்படுத்தப்படும் விசையைக் காண்க? இத்தொகுதியின் பொறிமுறைநயம், வேகவீதம் வினைத்திறன் ஆகியவற்றைக் காண்க? (விடை: 50 இரு. நிறை. 6, 6, 100%)

5. ஒரு சில்லு அச்சாணித்தொகுதி 60 இரு. நீரைக் கிணற்றினுள்ளிருந்து பெற உபயோகிக்கப்படுகின்றது. சில்லு 2 அடி விட்டமும், அச்சாணி 2 அங். விட்டமுடையதாயின் தேவைப்படும் வலுவையும், தொகுதியின் பொறிமுறைநயத்தை உராய்வைப் புறக்கணித்தும் காண்க?

(விடை: 5 இரு. நிறை, 12)

6. திருகாணியை மரத்தினுள் ஒரு தடவை சுழற்றிச் செலுத்த 10 இரு. நிறை விசை உபயோகிக்கப்பட்டது. விசையினூற்றொழிற்படுத்தப்படும் விசையென்ன? ஆணியின் புரியிடைத்தூரம்  $2\frac{1}{2}$  அங். ஆயின் மரத்தின் தடையைக் காண்க?

(விடை 2.6 அடி, இரு. நிறை. 120 இரு. நிறை)

7. ஒரு பொறியின் வேகவிகிதத்திற்கு வரைவிலக்கணங்கூறி வேகவீதம் 3 அமைந்த ஒரு கப்பித்தொகுதியின் விளக்கப்படத்தை வரைக?
8. பொறிமுறைநயம், வேகவீதம், வினைத்திறன் ஆகியவற்றை ஒரு பொறிக்கு அமைபுமாறு வரைவிலக்கணத் தருக? தனி நெம்புகோல் தவிர்ந்த பிற பொறியொன்றினை 50 இரூ. நிறை விசையுடன் 200 இரூ. நிறையுள்ள சுமையைத் தூக்க உபயோகிக்கப்படும் ஒரு பொறியின் படத்தை வரைந்து விளக்குக? உமது பொறியின் வினைத்திறனை எவ்வாறு பரிசோதனை யொன்றினால் காணலாமென விளக்குக?
9. ஒவ்வொன்றையும் ஒவ்வொருதாரணத்துடன் விளக்குக? (அ) ஒன்றிலதி கமுள்ள வேகவிகிதப்பொறி (ஆ) ஒன்றைவிடக்குறைவான வேகவிகிதப் பொறி.

200 இரூ. நிறையுள்ள விசையினால்விடக்கப்படும் ஒரு பொறி 30 அடி கீழேவிழுந்து 1000 இரூ. சுமையைத் தூக்குகின்றது. (அ) செலுத்தும் விசையிழக்கும் நிலைப்பண்புச்சத்தி (ஆ) சுமை தூக்கப்படும் உச்சத்தூரம் ஆகியவற்றைக் காண்க?

(விடை: (அ) 6000 அடி. இரூ. நிறை (ஆ) 6 அடி)

10. பொறியொன்றின் பொறிமுறைநயம், வேகவீதம், வினைத்திறன் ஆகிய வற்றை விளக்குக? சுமார் 5ஐப், பொறிநயமாகவுடைய ஏதாவது ஒரு பொறியின் விளக்கப்படத்தைத் தருக? ஒருதரப்பட்ட நிறைக்கு அப் பொறியின் பொறிமுறைநயம், வேகவிகிதம், ஆகியவற்றை எவ்வாறு பரிசோதனையின்மூலம் காணலாமென விவரிக்க? ஏன் 100% வினைத் திறனை எதிர்பார்க்கமுட்பாது எனக் கூறுக? 75% வினைத்திறனும், 6 2/3 வேகவிகிதமுடைய ஒரு பொறியினால் ஒருவன் 300 இரூ. சுமையைத் தூக்குகிறான். தேவைப்படும் வலுவையும், சுமையை 10 அடி தூக்கத் தொழிற்படுத்தப்படும் வேலையையும் காண்க?

(விடை: 60 இரூ. நிறை, 4000 அடி. இரூ. நிறை)

11. "பொறி" என்ற சொல்லிற்கு வரைவிலக்கணம் வகுக்க, ஒரு பொறியை விளக்கி அதன் பொறிமுறைநயம், வேகவிகிதம், ஆகியவற்றை எவ்வாறு பரிசோதனைமூலம் காணலாமென விளக்குக?
12. "பொறி" என்பதாற் கருதப்படுவது யாது? 100 இரூ. சுமையை 20 இரூ. நிறையுள்ள வலுவினால் தூக்கும் ஒரு மாறுபட்ட பொறிகளை விளக்கப் படங்களுடன் விவரிக்க. ஒரு நிலையான தாங்கியையும், அசையுமியல் புள்ள, தாங்கியையுமுடைய 2 கப்பிகளுள்ள ஒரு கப்பித் தொகுதியின் வினைத்திறனை எவ்வாறு காணலாமென விளக்குக?
13. சில்லுமச்சாணியும், உள்ள பொறியின் பொறிமுறைநயத்தை எவ்வாறு காண்பாய்? 6.1 என்ற வீதமுள்ள ஆரைகலையுடைய சில்லுமச்சாணியு முள்ள பொறி, 420 இரூ. சுமையைத் தூக்கும்போது 80% வினைத்திறனை

யுடையது. ஆயின் (அ) இச்சுமையைத் தூக்கத் தேவைப்படும் மிகச்சிறிய விசையையும் (ஆ) இச்சுமை 2 அடி உயரம் செங்குத்தாக தூக்கப்படும் போது தொழிற்படும் வேலை ஆகியவற்றை விளக்குக?

(விடை: (அ) 87.5 இரூ. நிறை (ஆ) 1050 அடி இரூ. நிறை.)

14. பொறிகளுக்கமைபுமாறு பொறிமுறைநயம், வேகவீதம் வினைத்திறன் ஆகியவற்றின் வரைவிலக்கணங்களைத் தருக. பொறிமுறைநயம், வேக வீதம், ஆகியவற்றின் எண்ணளவுப் பெறுமானங்கள் ஏன் மாறுபட்டுள்ளனவாகின்றன. 5 வேகவீதமுள்ள தாங்குகப்பிடும், கயறுமுள்ள தொகுதியின் விளக்கப் படமொன்றைத் தருக?
15. வேகவிகிதம், பொறிமுறைநயம் வினைத்திறன் ஆகியவற்றை விளக்கி அவற்றிடையேயுள்ள ஓர் உறவைப் பெறுக. சில்லும், அச்சாணியும் முறையே 12 அங். 3 அங். விட்டமுடையன, அச்சாணியிறொங்கும் 70 இரூ. நிறையைத் தூக்கிச் சில்லின் விளிம்பில் 20 இரூ. நிறையுள்ள விசை உபயோகிக்கப்படுகின்றது. இச்சுமையை 10 அடி தூக்க எவ்வளவு வேலை தொழிற்படுகின்றது. பொறியின் உராய்வை மீற வேலையின் எப்பின்னம் விரயமானது? (விடை: 800 அடி. இரூ. நிறை.)

## அத்தியாயம் 7

### அடர்த்தியும் தன்னீர்ப்பும்

“ஆக்கிரீடசின்றத்துவம்”

ஓர் இரும்புக் கொதிகலனையும், ஓர் அலுமினியக் கொதிகலனையும் தூக்கும்பொழுது ஒருவன் உடனே அவற்றின் நிறைகளின் மாறுபாட்டைக் கவனிக்கின்றான். கண்ணாடி அல்லது நீரை ஒப்பிடுகையில் தக்கை ஓர் இலேசான பொருளே. எனினும் நாம் பொருள்களின் பரரத்தன்மை அல்லது இலேசான தன்மை ஆகியவற்றிடையே ஒப்பிடுதலைச் செய்ய வேண்டுமாயின் நாம் அவற்றின் சமமான கனவளவுகளை எடுக்கவேண்டும்.

ஒரு பொருளின் ஓரலகு கனவளவின் திணிவு அதன் அடர்த்தி எனப்படும்.

$$\text{இவ்வாறே:- அடர்த்தி} = \frac{\text{பொருளின் திணிவு}}{\text{பொருளின் கனவளவு}} \quad (1)$$

இரும்பின் அடர்த்தி ஒரு கன. ச. மீ. க்கு 8.5 கிராம். அலுமினியத்தினது ஒரு கன. ச. மீ. க்கு 2.7 கி. தக்கையினது ஒரு கன. ச. மீ. க்கு 0.24 கி. நீர் 4° ச. ல் ஒரு கன. ச. மீ. க்கு 1 கி. அடர்த்தியையும், நியம வெப்ப, அழுக்கநிலைகளில் வளி சுமார் 0.0013 கி/ ச. மீ. அடர்த்தியையுமுடையன. மிகவுமடர்வுள்ள திரவமான இரசத்தின் அடர்த்தி 13.6 கி/ கன. ச. மீ.

ஒரு பொருளின் அடர்த்தி “ஒரு கன. அடிக்கு இருத்தல்களிலும்,” குறிக்கப்படலாம். உ-ம்: நீர். 1 கன. அடி 62½ இரு. அடர்த்தியையுடையது. அறியப்பட்டுள்ள மூலகங்களெல்லாம் மாறுபட்ட உள்ளடர்த்திகளையுடைத்தாதலின் ஒரு மூலகத்தை அதன் அடர்த்தியைக் கண்டுபிடிப்பதன்மூலம் அறியப்படலாம்.

அடர்த்தியின் வரைவிலக்கணமான (1) ஆவது சமன்பாட்டிலிருந்து ஒரு பொருளின், திணிவு = கனவளவு × அடர்த்தி ..... (2) என்பதாற் பெறப்படும் இவ்வுறவிலே அடர்த்தி கி/ கன. ச. மீ. எனவும், கனவளவு கன. ச. மீ. எனவும் இருந்தால் திணிவு கிராமில் இருக்கும். அடர்த்தி இரு/ கன. அடி எனவும், கனவளவு கன. அடி. எனவும் இருந்தால் திணிவு இருத்தலிலும் இருக்கும்.

**தன்னீர்ப்பு:** உலகிலே காணப்படும் பொதுவான பொருள் நீராகும். விஞ்ஞானிகள் ஒரு பொருளின் நிறையை அப்பொருளின் கனவளவுள்ள நீரின் நிறையுடன் ஒப்பிடுதல் வசதியாகுமெனக் கண்டனர். எடுத்துக்காட்டாக 10 கன. ச. மீ. இரும்பின் நிறை 10 கி. எனவுமிருந்

தால், ஒரே கனவளவுள்ள இரும்பினதும், நீரினதும் நிறைகளின் வீதம் 8.5 ஆகும். இவ்வெண் இரும்பின் “தன்னீர்ப்பு” எனவழைக்கப்படும். பொதுவில் ஒரு பொருளின் தன்னீர்ப்பு வருமாறு குறிக்கப்படும்.

$$\text{தன்னீர்ப்பு (S)} = \frac{W}{w} \quad (3)$$

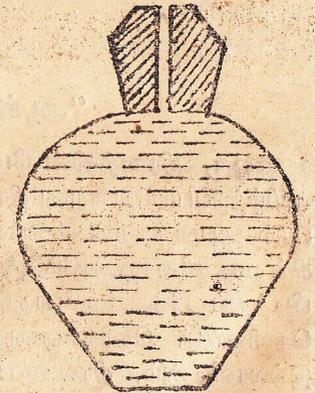
இங்கு W, w ஆகியன முறையே ஒரே கனவளவுள்ள பொருளினதும், நீரினதும் நிறைகளாகும். நாம் 1 கன. ச. மீ. (அல்லது 1 கன. அடி) இரும்பைக் கருதினால் W, இரும்பின் அடர்த்தியும், w நீரின் அடர்த்தியும் ஆம். ஆதலின், ஒரு பொருளின் தன்னீர்ப்பு அப்பொருள் நீருடன் சாரடர்த்தியின் பருமன் ஆகும். இதைத் தன்னீர்ப்புக்கு வரைவிலக்கணமாகவுங் கூறலாம்.

அடர்த்திக்கும், தன்னீர்ப்புக்குமிடையேயுள்ள மாறுபாட்டை மிகவுங் கவனமாகக் குறித்துக்கொள்க. அடர்த்தி கி/ கன. ச. மீ. அல்லது இரு/ க. அடி ஆகிய அலகுகளையுடையது. தன்னீர்ப்பு அலகுகளற்றது. ஏனெனில் இது இரண்டு ஒத்த கணியங்களின் நிறைகளின் வீதமே. எவ்விதமான அலகுகளை நிறைக்கு உபயோகிப்பினும் இது மாறாததாயிருக்கும். மேலும் தன்னீர்ப்பு பொருளின் நிறையை நீரின் நிறையுடன் ஒப்புடையதாகக் கின்றது. அடர்த்தி நீருடன் ஓர் ஒப்பிடுதலையுண்டாக்காது.

**தன்னீர்ப்பையளத்தல்:** தன்னீர்ப்புப்போத்தல் திரவங்களின் தன்னீர்ப்பைக் காண்பதற்கெனச் செய்யப்பட்டது. இது ஒரு கண்ணாடிப் போத்தல். இதன் அடைப்பு கண்ணாடியாற் செய்யப்பட்டது. (படம் 74) அடைப்பில் நீண்ட துளையுண்டு போத்தலை முழுவதும் திரவத்தால் நிரப்பி அடைப்பால் முடினால் அதிகமாயுள்ள திரவம் துளையின்வழியே வெளிவந்துவிடும். உள்ளே சிறிதுகூடக் காற்றைத் தங்காது.

(அ) ஒரு திரவத்தின் தன்னீர்ப்பைக்காண அது போத்தலை நிரப்பும் நிறை (W) காணப்படுகின்றது. போத்தலில் உள்ள திரவம் வெளியேற்றப்பட்டுச் சுத்தப்படுத்தப்பட்டு அதை நிரப்பும் நீரின் நிறை (w) காணப்படுகின்றது, பின்பு  $\frac{W}{w}$  என்ற வீதத்திலிருந்து தன்னீர்ப்புப் பெறப்படுகின்றது.

(ஆ) நீரிலே கரையாத பொருள்களான ஈயக்குண்டு அல்லது மண



படம் 74

லின் தன்னீர்ப்பை இத்தன்னீர்ப்புப் போத்தலையுபயோகித்துக் கண்டு பிடித்துவிடலாம்.

எடுத்துக்காட்டாக ஈயக்குண்டின் தன்னீர்ப்பைக் காண்பதாகவும், அதுபோது மேல்வரும் அளவீடுகள் பெறப்படுகின்றன எனவுங்கொள்வோம்.

- (1) வெற்றுப்போத்தலின் நிறை = 15.0 கி.
- (2) நீரால் நிரப்பப்பட்ட போத்தலின் நிறை = 70.4 கி.
- (3) ஒருபகுதி குண்டுகளால் நிரப்பப்பட்ட போத்தலின் நிறை = 95.2 கி.
- (4) குண்டுகளுக்கு நீரைச் சேர்த்தபின் போத்தலின் நிறை = 143.1 கி.

உபயோகிக்கப்பட்ட ஈயக்குண்டின் நிறை = 95.2 - 15.0 = 80.2 கி.

போத்தலை நிரப்பும் நீரின் நிறை = 70.4 - 15.0 = 55.4 கி.

ஈயக்குண்டிருக்கையில் மிகுதியை நிரப்பும் நீரின் நிறை = 143.1 - 95.2 = 47.9 கி.

இவற்றிலிருந்து ஈயக்குண்டுகளின் கனவளவுள்ள நீரின் நிறை = 55.4 - 47.9 = 7.5 கி.

$$\begin{aligned} \therefore \text{ஈயத்தின் தன்னீர்ப்பு} &= \frac{\text{ஈயத்தின் நிறை}}{\text{அதே கனவளவுள்ள நீரின் நிறை}} \\ &= \frac{80.2}{7.5} = 10.7 \end{aligned}$$

### “ஆக்கிமீட்சிற்றத்துவம்”

**ஒரு திரவத்தின் மேலுதைப்பு:** ஒரு பொருள் ஒரு திரவத்தினுள் அமிழ்த்தப்படும்பொழுது திரவத்தினால் அப்பொருளின்மீது செயல்படுத்தப்படும் அழுக்கத்தின் விளைவாக அப்பொருள் ஒரு மேலுதைப்பைப் பெறுகின்றது. விசையின் மேலுதைப்பை ஒரு தக்கையை நீரினுள் அழுத்திப் பிடித்துப் பின்விடும்போது அது உடனே மேற்பரப்பிற்கு எழுவதிலிருந்து நெளிவாகத் தெரிகின்றது. பிறவற்றிலே இது அவ்வளவு குறிப்பாக இல்லாவிடினும், திரவமொன்றுள் அமிழ்த்தப்பட்டிருக்கும் எப்பொருளும் மேலுதைப்பைப் பெற்றதாகின்றது. கிணற்று நீரினுள் மூழ்கிக்கிடக்கும் வாளியை நாம் மேலுதைக்கி எடுக்கும்பொழுது அது நீர்மட்டத்தையடையும் வரை இலகுவாகவும், நீர்மட்டத்தை நீக்கியவுடன் கடினமாயிருத்தலும் இதுகாரணத்தாலேயாம். நீரின் மேலுதைப்பு அது நீரினுள் இருக்கும்வரை

மேலுதைக்கித் தள்ளுவதால் மேலிழுத்தல் சுலபமாகின்றது. நீரை அது நீக்கியவுடன் மேலுதைப்பு விசை தொழிற்படாது போகின்றது. இழுத்தலும் கடினமாகின்றது.

ஒரு திரவத்தின் மேலுதைப்பை, கருதப்படும் பொருளின் “மேலுதைப்பு” எனவழைக்கப்படுகின்றது. ஆக்கிமீட்சி நீர்த்தெரட்டியினுள் மூழ்கியிருக்கும்பொழுது இம்மேலுதைப்பைப்பற்றியுணர்ந்தார், என வரலாறு கூறுகின்றது. அவர் கண்டுபிடித்த உண்மை ஆக்கிமீட்சிற்றத்துவம் எனவழைக்கப்படுகிறது.

“ஒரு திரவத்திலமிழ்த்தப்பட்டிருக்கும் ஒரு பொருளின் மேலுதைப்பு அப்பொருள் இடப்பெயர்ச்சி செய்யும் திரவத்தின் நிறைக்குச் சமம்” என்பதுதான் அத்தத்துவமாகும்.

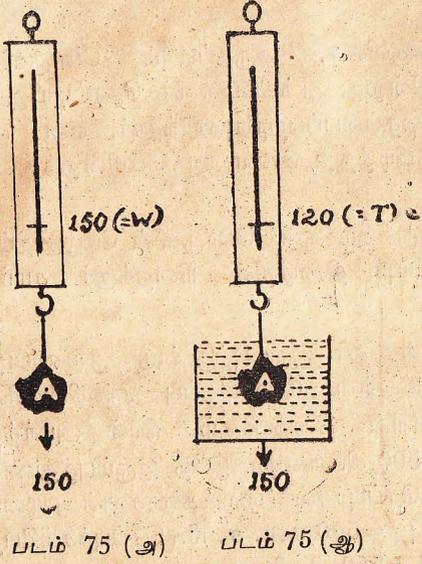
500 கன. ச. மீ. கனவளவுள்ள ஓர் இரும்புத்துண்டு முழுமையும் நீரினுள் அமிழ்ந்திருந்தால் அதன்மீதுள்ள மேலுதைப்பு ஆக்கிமீட்சிற்றத்துவத்தின்படி 500 கன. ச. மீ. நீரின் நிறையாகும். நீரின் அடர்த்தி 1 கி/1 கன. ச. மீ. எனவே, இது 500 கி. நிறை. இதே இரும்புத்துண்டு 1.1 கி/கன் ச. மீ. அடர்த்தியுள்ள செப்புச்சல்பேற்றுக்கரைசலுள் முழுமையும் அமிழ்ந்திருந்தால் மேலுதைப்பு = 500 கன. ச. மீ. செப்புச்சல்பேற்றுக்கரைசலின் நிறை = 500 × 1.1 = 550 கி. நிறை.

ஆக்கிமீட்சிற்றத்துவம் வாயுக்களிலும், திரவங்களிலும் உள்ள பொருள்களுக்குப் பொருந்தும். ஆகாய விமானமொன்று தனது பறத்தலின்பொழுது தனது கனவளவுள்ள வளியை இடப்பெயர்ச்சியடையச் செய்கின்றது. அதன்மீதுள்ள மேலுதைப்பு அது இடப்பெயர்ச்சியடையச் செய்யும் வளியின் நிறைக்குச் சமம்.

கப்பல்களையும், நீர்மூழ்கிக் கப்பல்களையும், கட்டுவதற்குப் பொறியியல் நிபுணர்கள் ஆக்கிமீட்சிற்றத்துவத்தையே யுபயோகிப்பர். அவற்றின் சமநிலை, காவற்சமை ஆகியவற்றின் தணக்கீடுகளில் இது உபயோகிக்கப்படுகின்றது.

**மேலுதைப்பையளத்தல், ஆக்கிமீட்சிற்றத்துவத்தைவாய்ப்புப்பார்த்தல்:** ஒரு சிறிய அளவுத்திட்டத்திலே ஒரு திரவத்தால் ஒரு பொருளின்மீது தொழிற்படுத்தப்படும் மேலுதைப்பைக் கண்டுபிடித்து விடலாம். உதாரணமாக “A” என்ற திண்மப் பித்தளைப் பொருளொன்று விற்றராசொன்றுடனானிணைக்கப்பட்ட பொழுது அது 150 கி. நிறையைக் குறித்ததெனக் கொள்வோம். இதுதான் பொருளின் உண்மையான நிறை (படம் 75 (அ)) இப்பொழுது பொருள் முற்றாக ஒரு திரவத்தினுள் அமிழ்த்தப்பட்டால், பொருளை விற்றராசின் கொக்கியுடனானிணைக்கும்

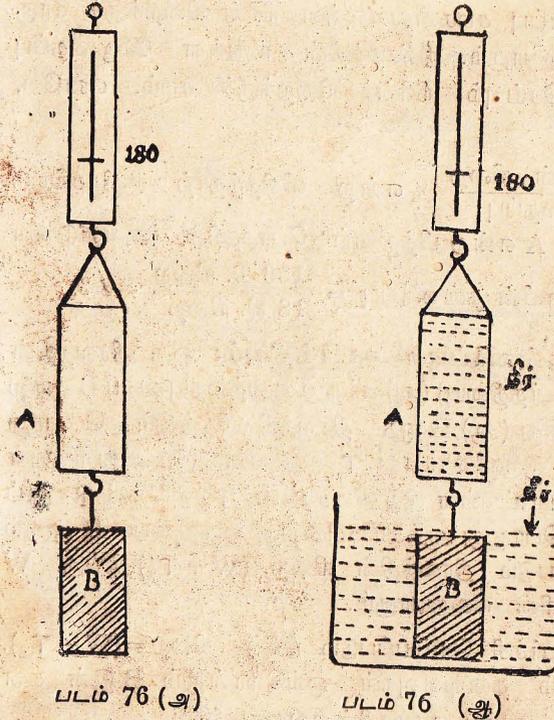
இழையின் இழுவிசை T திரவத்தின் மேலுதைப்பு விசையின் பருமனால் 150கி. நிறையிலிருந்து குறைக்கப் படுகின்றது. (படம் 75 (ஆ) இப் பொழுது விற்றராசு 120 கி. நிறையைக் குறிப்பின் இதுவே இழுவிசை T இரு. பருமன் ஆகும், எனவே, திரவத்தில் மேலுதைப்பு, 30 கிராம் நிறை. இது நிறைக்கும், இழுவிசைக்குமுள்ள வித்தியாசமேயாகும்.



இல் இழையின் இழுவிசை T ஆகும். தோற்ற நிறைக்குறைவு திரவத்தின் மேலுதைப்பாகும்.

**பரிசோதனையின்மூலம் ஆக்கிமீடீசின்றத்துவத்தை வாய்ப்புப்பார்த்தல்:** 76ம் படத்திற் காட்டப்பட்டுள்ள வாளியும், உருளையும் என்ற அமைப்பினுதவியுடன் ஆக்கிமீடீசின்றத்துவத்தை வாய்ப்புப்பார்க்கலாம். (படம் 76) "B" என்ற திண்மப் பித்தளையுருளை "A" என்ற உள்நீட்டற்றதும், Bஇன் கனவளவேயுள்ள துமான உருளையுடன் (வாளியுடன்) இணைக்கப்பட்டு அவ்வமைப்பு ஒரு விற்றராசிற்ருங்க விடப்பட்ட பொழுது A, B ஆகியவற்றின் மொத்த நிறையைத் தராசு 180 கிராம் எனக் குறித்தது எனக் கொள்வோம். படம் 76 (அ) இப்பொழுது "B" முழுமையும் நீரின் அமிழ்ந்திருக்கையில் நீரின் மேலுதைப்பினால் நிறைகுறைந்து தராசு 140கி. ஐக் குறிக்கின்றது. வாளியுள் விளிம்புவரை நீரை நிரப்பியவுடன் (படம் 76 (ஆ) நிறை மீண்டும் 180 கி, என உயர்ந்தது. B இன் மீது நீரின் மேலுதைப்பு Aஐ நிரப்பும் நீரின் நிறைக்குச் சமமாகின்றதென்பது தெளிவாகின்றது. Bஇன் கனவளவு A இன் கனவளவிற்குச் சமமாதலின் இந்நிறை B இடப்பெயர்ச்சி செய்யும் நீரின் நிறைக்குச் சமம். எனவே, B நீரின் இசுக்கையில் இப்பெறுவேறு ஆக்

கிமீடீசின்றத்துவத்துக் கமைகின்றது. Bஐச் செப்புச்சல்பேற்றுக்கரைசலினுள் அமிழ்த்தி இப்பரிசோதனை மீண்டுஞ் செய்யப்படலாம். அப்பொழுது Aஐச் செப்புச்சல்பேற்றுக்கரைசலால், விளிம்புவரை நிரப்பவும். விற்றராசு 180 கி, எனவே குறிக்கின்றது. எனினும், A முழுமையும் நீரால் நிரப்பப்பட்டு B செப்புச்சல்பேற்றுக் கரைசலினுள் முழுமையும் அமிழ்ந்திருந்தால் விற்றராசு 180 கி. க்கும் குறைவாகக் காட்டுகின்றது. ஏனெனில் மேலுதைப்பு B இன் கனவளவுள்ள நீரின் நிறையைவிட அதிகம் ஆகும்.



அடர்த்தி 1கி./கன. ச. மீ. எனவே, Aஇன் கனவளவு 18 கன. ச. மீ. ஆதலின் பித்தளையின் அடர்த்தி

$$\frac{A \text{ இன் திணிவு}}{A \text{ இன் கனவளவு}} = \frac{150 \text{ கி}}{18 \text{ கன. ச. மீ.}} = 8.33 \text{ கி./கன. ச. மீ.}$$

ஆக்கிமீடீசின்றத்துவம் எவ்விதமான வடிவமுடைய பொருளினதும், கனவளவை மிகவுந் திருத்தமாகக் காண வழிகோலுவதைக் கவனிக்க,

திண்மம் வளியில் நிறுக்கப்படுகின்றது. (W) அது பின்பு ஓர் இழையினால் நெடுக்கப்பட்டு நீரின் முழுமையும் அமிழ்த்தப்பட்டு இழையின் இழைச்சை T (தோற்றநிறை) காணப்படுகின்றது. திண்மத்தின்மீது மேலுதைப்பு = (W - T) கி. நிறை. எனவே, ஆக்கிமீடீசின்றத்துவத்தின்படி இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்பட்ட நீரின் கனவளவு = (W - T) கன. ச. மீ. ஏனெனில், 1 கன. ச. மீ. நீரின் நிறை 1 கி. ஆதலின் இது திண்மத்தின் கனவளவாகும். நிறுத்தலை மிகவுந் திருத்தமாக நாம் செய்யலாமாதலின் கனவளவும், மிகவுந் திருத்தமாகப் பெறப்படுகின்றது.

திண்மத்தின் தன்னீர்ப்பு சமகனவளவுள்ள நீரின் நிறைக்குச் சாரகின்ற திண்மத்தின் நிறையாகும். திண்மத்தின் மீதுள்ள மேலுதைப்பு அது இடப்பெயர்ச்சி செய்யும் நீரின் நிறைக்குச் சமம். எனவே, தன்னீர்ப்பு

திண்மத்தின் நிறை என்ற விகிதத்தாற் குறிக்கப்படு  
மேலுதைப்பு  
மென்பது தெளிவு. நாம் A என்ற பித்தளைப் பொருளின் அளவீடுகளை  
இங்கு குறிக்கின் பித்தளையின் தன்னீர்ப்பு =  $\frac{150 \text{ கி. நிறை}}{18 \text{ கி. நிறை}} = 8.3$ .

**ஒரு திரவத்தின் தன்னீர்ப்பும் அடர்த்தியும்:** ஒரு திரவத்தின் தன்னீர்ப்பை (அல்லது அடர்த்தியை) (அ) எந்த உருவத்தையுடைய B என்ற பொருளை வளியில் நிறுத்து (ஆ) B ஐத் திரவத்திலமிழ்த்தும் பொழுது அது தொடுக்கப்பட்டுள்ள இழைச்சையான  $T_1$  ஐக் கண்டு (இ) அது நீரின் முழுகும்போது தொடுக்கப்பட்டுள்ள இழைச்சையான  $T_2$  ஐக் கண்டு பிடிப்பதால், அறியலாம். இப்பொழுது ஆக்கிமீடீசின்றத்துவத்தின்படி B இனால் இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்படும் திரவத்தின் நிறை (W -  $T_1$ ) இங்கு W என்பது வளியிற் பொருளின் நிறையாகும்.

B இனால் இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்படும் நீரின் நிறை = (W -  $T_2$ ). திரவத்தினதும், நீரினதும் கனவளவுகள் ஒவ்வொன்றும் B இன் கனவளவிற்குச் சமமாதலின் அவை சமமாகின்றன. எனவே,

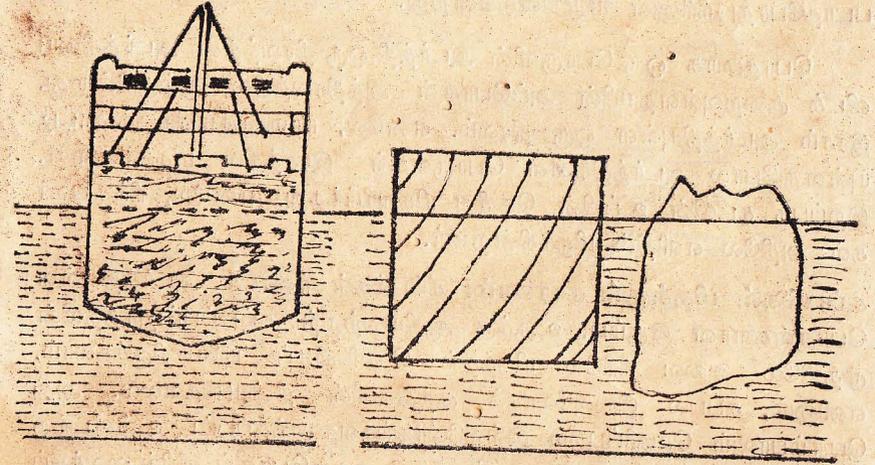
திரவத்தின் தன்னீர்ப்பு =  $\frac{\text{திரவத்தின் நிறை}}{\text{அதே கனவளவு நீரின் நிறை}} = \frac{W - T_1}{W - T_2}$ .  
இவ்வாறு தன்னீர்ப்புக் கணக்கிடப்படுகின்றது.

**மிதக்கும் பொருள்களும், ஆக்கிமீடீசின் தத்துவப்பிரயோகமும்:** இதுகாறும் நாம் திரவங்களில் முற்றாக அமிழ்த்தப்பட்டுள்ள பொருள்களின்மீது தொழிற்படும் மேலுதைப்பையே கருதினோம். கப்பல்கள் முதலிய மிதக்கும் பொருள்களும் மேலுதைப்பினைப் பெறுகின்றன. ஆக்கி

மீடீசின் விதியின்படி நீரின்மீது மிதக்கும் நீர்முழிக்கப்பலின்மீதுள்ள மேலுதைப்பு விசை அது நீரின் அமிழ்ந்திருக்கையிற் பெறும் மிதப்பு விசையிலும் குறைவானது. ஏனெனில் முதலாவதிலே இடப்பெயர்ச்சியுறும் நீரின் கனவளவு குறைவானது.

கப்பல்போன்ற ஒரு பொருள் நீரிலே மிதக்கும்பொழுது அது இழைச்சைகளாற்றுகப்படுகின்றது. (அ) அதன் நிறை, (ஆ) நீரின் மேலுதைப்பு ஒரு மிதக்கும் பொருள் செங்குத்துச் சமநிலையிலுள்ளது. எனவே, இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்பட்ட திரவம் (மேலுதைப்பு) பொருளின் நிறைக்குச் சமம். இது மிதப்புத் தத்துவமெனப்படும்.

உதாரணமாக நீரில் மிதக்கும் ஒரு மரக்குத்தியின் கனவளவு 50 கன. ச. மீ. எனவும், அடர்த்தி, 0.8 கி/ கன. ச. மீ. எனவுமிருந்தால், நிறை, 40 கி. ஆகும். நிறைக்கு மேலுதைப்புச் சமமாதலின் அதுவும் 40 கி. நிறை. ஆனால் ஆக்கிமீடீசின் விதியின்படி மேலுதைப்பு இடப்பெயர்ச்சி



படம் 77

செய்யப்பட்ட நீரின் நிறைக்குச் சமம். எனவே, குத்தி 40 கன. ச. மீ. நீரை இடப்பெயர்ச்சி செய்கிறது. (படம் 77)

நீரின் அமிழ்ந்திருக்கும் கனவளவின் பின்னம்  $\frac{40 \text{ கன. ச. மீ.}}{50 \text{ கன. ச. மீ.}}$  அல்லது  $\frac{4}{5}$

இதுவே மரத்தின் தன்னீர்ப்பாகும். பனிக்கட்டியின் அடர்த்தி சுமார் 0.9 கி/ கன. ச. மீ. நாம் மேலே கண்டதுபோன்று நியாயங்கூறின் அது தனது கனவளவில்  $\frac{4}{5}$  பங்கு அமிழ்ந்துள்ளதாக மிதக்கும்.

30 கன. ச. மீ. கனவளவுள்ளதும் 6 கி/கன. ச. மீ. அடர்த்தியுடையது மீர்ன் ஒரு இரும்புக் குத்தியைக் கருதினால் அதன் நிறை 180 கி. இக் குத்தி 13.6 கி/கன. ச. மீ. அடர்த்தியுள்ள இரசத்தில் வைக்கப்படும் பொழுது அது V கன. ச. மீ. கனவளவு அமிழ்ந்துள்ளதாய் மிதக்குமாயின் ஆக்கிமீட்சின் விதியின்படி மேலுதைப்பு 13.6 V கி. நிறை.

$$\therefore 13.6 V = \text{இரும்பின் நிறை} = 180$$

$$\therefore V = \frac{180}{13.6} = 13.2 \text{ கன. ச. மீ.}$$

இப்பொழுது இரும்பு முழுமையும் நீரினுள் அமிழ்ந்திருக்குமாறு பிடிக்கப்படுகின்றதென்று கருதுவோம். இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்பட்ட நீரின் கனவளவு 30 கன. ச. மீ. நீரின் மேலுதைப்பு 30 கி. நிறை. இது இரும்பின் நிறையாகிய 180 கி. நிறையைவிடக் குறைவு. ஆதலின் இரும்பு தாங்கப்படாதபோது நீரினுள் முழுகிவிடுகின்றது.

பொதுவாக ஒரு பொருளின் அடர்த்தி ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தியை விடக் குறைவுள்ளதாயின் அப்பொருள் அத்திரவத்தில் மூழ்குகின்றது. இரசம் அடர்த்தியுள்ள ஒரு திரவம். எனவே, நாம் இரும்பிற்குக் காட்டியுள்ளதுபோல அடர்த்தியுள்ள பொருள்கள் இரசத்தில் மிதக்கின்றன. இறப்புக் கடலின் உப்பின் செறிவு மிகவுயர்ந்தது. எனவே, நீந்துபவர்கள் அதிலே எளிதில் மிதக்கின்றனர்.

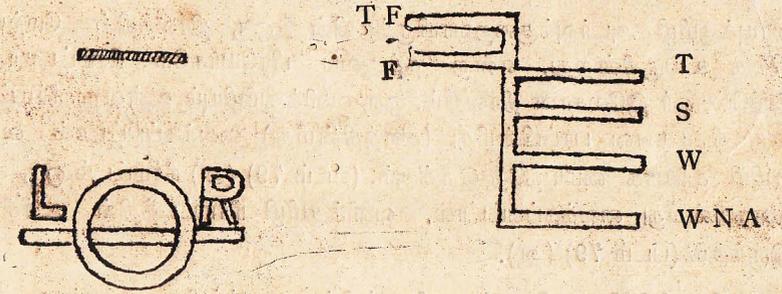
**கப்பல்கள் மிதக்குங் காரணம்:** கப்பல்கள் நீரைவிட அடர்த்தியுள்ள பொருள்களான இரும்பு, உருக்கு ஆகியவற்றைக் கட்டப்பட்டிருந்தலின் முதலிலே அவை நீரிலே மிதத்தல் தெளிவாகப் புரியாதிருக்கலாம். எனினும், கப்பல் இவ்வுலோகக் குத்திகளின் திண்மங்களல்ல. அது பெரும்பாலும் வெளிப்புறம் இவ்வுலோகங்களாலாக்கப்பட்ட உள்ளீடற்ற ஒரு பொருளைப் போன்றதே. அத்தகைய ஒரு பொருள் நீரில் வைக்கப்பட்டால் அது தனது நிறைக்குச் சமமான நீரை விலக்கும் வண்ணம் ஒரு குறிப்பிட்ட மட்டத்தில் அமிழ்ந்திருக்கின்றது. அப்பொருளிலேயுள்ள முழு இரும்பு, உருக்கு ஆகியவை உருக்கப்பட்டால் அவற்றின் நிறை இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்பட்ட நீரின் நிறைக்குச் சமம்.

ஒரு கப்பலினால் இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்படும் நீரின் நிறை கப்பலின் நிறைக்குச் சமம். எனவே, பெரும்பாலும் உதாரணமாக ஒரு கப்பலின் பருமனை 8000 தொன் நிறை இடப்பெயர்ச்சி எனக் குறிப்பர். இது அக்கப்பல் இடப்பெயர்ச்சி செய்யும் நீரின் நிறையைக் குறிக்கின்றது.

பொருட்களேற்றுப்படாத கப்பல் அதிகம் மிதக்கிறது. ஏனெனில் இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்படும் நீரின் நிறை குறைவு.

நீர்மூழ்கிக் கப்பல்களின் தலையிலே நீர் கசியாத பெரிய நீர்த்தொட்டிகளுள். இவை நீரால் நிரப்பப்படும் வண்ணமும், நீரை வெளியேற்றும் வண்ணமும் உள்ளன. நீர்மூழ்கிக்கப்பல் நீருள் முழுகவேண்டுமாயின் இத்தொட்டிகள் வாயில்கள் மூலம் நீரால் நிரப்பப்பட்டு எஞ்சின் வேலை செய்துகொண்டிருக்கையிலே சுக்காணைச் சிறிது கீழே தாழ்த்துதல் வேண்டும். அதுபோது நீர்மூழ்கிக்கப்பல் படிப்படியாக நீரினுள் மூழ்குகின்றது. நீர்மூழ்கி மீண்டும் மிதக்கவேண்டுமாயின் தொட்டிகள் காலியாக்கப்பட்டு அது இலேசானதாகச் செய்யப்படுகின்றது.

**பிளிஞ்சோற் கோடு:** ஒரு கப்பல் இடப்பெயர்ச்சி செய்யும் நீரின் நிறையான மேலுதைப்பிற்குச் சமமாக நிறையைப் பெறுகையில் நீரில் மூழ்குகின்றது. ஓர் இடத்தின் வெப்பநிலை தாழ்ந்தது அல்லது உயர்ந்தது என்ற ரீதியில் கடலின் அடர்த்தி (அல்லது தன்னீர்ப்பு) மாறுபடுகின்றது.

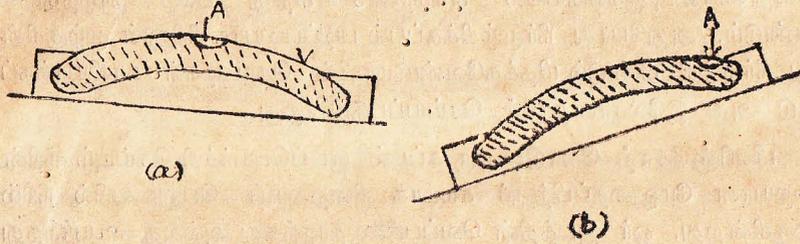


படம் 78

எனவே, ஒரு கப்பல் தனது பிரயாணத்தின்போது மாறுபட்ட பிரதேசங்களினூடு செல்கையில் மாறுபட்ட மட்டங்களில் அமிழுகின்றது. ஒரு கப்பல் நீரில் அதிகம் அமிழ்ந்திருந்தால் அது கொந்தளிக்கும் கடலிலே ஆபத்திற்குப்படும். மேலும் சுமந்து செல்லப்படும் பொருள்களின் நிறை அதிகரிக்க ஆபத்தும் அதிகரிக்கும். இதன் பயனாக 19-ம் நூற்றாண்டிலே பிளிஞ்சோல் என்பவர் கப்பல்களிலே காவற்கோடொன்றைத் தெளிவாயமைத்து அதன் கீழ் கப்பல்கள் பொருள்களை ஏற்றுவதால் அமிழுவது சட்ட விரோதமான செயல் என்று கிளர்ச்சி செய்தார். அவரின் கிளர்ச்சியின் பயனாய் கப்பல்களிலே வரையப்படும் இத்தகைய காவற்கோடு பிளிஞ்சோற்கோடு என்று அழைக்கப்படுகின்றது. 78-ம் படம் பிளிஞ்சோற்

கோட்டின் வரைகளைக் காட்டுகின்றது. LR என்ற எழுத்துக்கள் உலோயி டின் கப்பற் பதிவையும், TF அயனமண்டலச் சுத்த நீரையும் T அயன மண்டலத்தையும் S கோடைகாலத்தையும் W மாரிகாலத்தையும் WNA வட அத்திலாந்திக்கில் மாரியையுங் குறிக்கின்றன.

**நீர்மட்டம்:** கட்டடங் கட்டுவோரும், நிலம் அளப்போரும் ஒரு தளம் கிடையாக இருப்பதை ஒரு நீர்மட்டத்தைக் கொண்டறிவார்கள். ஒரு



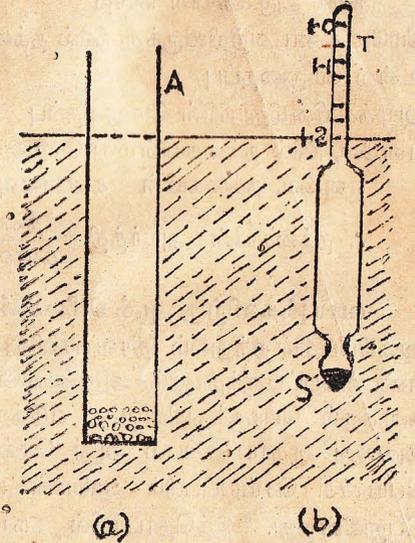
படம் 79 (அ)

படம் 79 (ஆ)

வாயுக்குமிழி அடர்வுக்குறைவாயிருத்தலின் ஒரு திரவத்தின் மேற்பரப் பிற்கு உயருகின்றது, என்ற தத்துவப் பிரயோகமே நீர்மட்டமாகும். இதிலே, ஓர் இலேசான திரவமும், ஒரு வளிக்குமிழியும் உள்ளது. நீர்மட்டம் ஒரு கிடையான பரப்பின்மீது (தளத்தின்மீது) வைக்கப்பட்டால் வளிக் குமிழி சரியாக மையத்தே இருக்கும். (படம் 79) (அ) நீர்மட்டம் ஒரு சாய் தளத்தின்மீது வைக்கப்பட்டால், வளிக்குமிழி நீர்மட்டத்தின் உச்சியில் இருக்கும் (படம் 79) (ஆ).

**நீரடர்த்திமானி:** ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தியை அல்லது தன் னீர்ப்பை நேரடியாக அளக்க உபயோகிக்கப்படும் கருவிகள் நீரடர்த்தி மானிகளெனப்படும். உதாரணமாக கூட்டுறவுப் பால்பண்ணைகளில் அதி காரிகள் பாலின் தரத்தையறிய இத்தகைய ஒரு கருவியையுபயோகிப்பர். அது பாலடர்த்திமானியெனப்படும். அது பாலின் அடர்த்தியுடன், சார்புடையதாதலின் இன்று பெரிதும் பயன்படுகின்றது. மதுசாரமும், ஒரு திட்டமான நியமத்திற்கமையவேண்டும். மதுசாரங்களின் வலுக்களையும், நீரடர்த்திமானிகள் கொண்டு அளப்பதும் வழக்கமாகிவிட்டது. இக்கருவி சேமிப்புக் கலன்களின் அமிலங்களின் வலுக்களையளக்க உபயோகிக்கப் படுகின்றது. இது சேமிப்புக் கலன்களின் பொதுவான நிலையை அடிக்கடி பரிசோதிக்கப் பெரிதும் உதவுகின்றது. ஒரு கப்பலின் மேற்றளத்திலுள்ள நீரின் அடர்த்தியைக் கப்பல் தலைவன் நாளாந்தம் குறிப்பது அவனது

முக்கிய கடனாகும். அதற்கும்; இக்கருவியே பயன்படுத்தப்படுகின்றது. அடிப்பாகம் தட்டையாயுள்ள ஒரு சோதனைக்குழாயைக் கொண்டு நாம் ஒரு நீரடர்த்தி மானியை யமைத்துவிடலாம். (படம் 80) (அ) அதை நிமிர்ந்த நிலையிலிருக்குமாறு செய்ய அதனுள் ஈயக் குண்டுகளை அல்லது டினைலைப் போடுதல்வேண் டும். நாம் முன்பு கண்டதுபோன்று சோதனைக்குழாய் தளது நிறைக் குச் சமமான கனவளவுள்ள திர வத்தையிடப்பெயர்ச்சி செய்யும் பொழுதுதான் முற்றாக முழுமும். எனவே, அதிக அடர்த்தியுள்ள திரவத்தில் சோதனைக்குழாய் குறை வான பகுதிக்கு அமிழ்ந்திருக்கும். அறியப்பட்ட மாறுபட்ட அடர்த்தி யுள்ள திரவங்களிலே சோதனைக் குழாயை வைத்து அதை நாம், அளவுகோடு வரைந்துவிடலாம்.



படம் 80 (அ)

படம் 80 (ஆ)

படம். 80 (ஆ) இல் இற்றுவாடெல்லின் நீரடர்த்திமானி காட்டப்பட்டுள்ளது. அது உள்ளீடற்ற குழாயாகும். அதனடிப்புறம் ஈயக்குண்டு களால் அல்லது இரசத்தால் நிமிர்ந்த நிலையில் அக்கருவியை வைத்திருப் பதற்காகக் கிரப்பப்பட்டுள்ளது. குழாய் மிகவும் மெல்லியது. ஆதலின் அடர்த்தியில் ஒரு சிறிய மாறுபாடேற்பட்டால் அதன் இயக்கத்திற் பெரும் மாறுபாடுண்டாகின்றது. இது அடர்த்திகளை நேரடியாக வாசிக்கும் வண் ணம் அளவுகோடிடப்பட்டுள்ளது. சில நேரடர்த்திமானிகள் ஒன்றிற்குக் குறைவான அடர்த்திகளையளக்கும் வண்ணமும் சில நீரைவிட அடர்த்தி கூடிய அடர்த்திகளையளக்கும் வண்ணமும் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

**தக்கையின் அடர்த்தி:** நீரின்மீது மிதக்கும் ஒரு தக்கை அதனு டன் ஒரு நிறையைக் கட்டுவதால் நீரிலுள் அமிழ்த்தப்படலாம். அந்நிறை அழுக்கி எனப்படும். தக்கையின் அடர்த்தியை காணும் முறையை ஒரு பரிசோதனையிற் பெறப்பட்ட அளவீடுகளைக்கொண்டு விளக்குவோம்.

வளியிறறக்கையின் நிறை = 4.4 கி. நிறை  
வளியிலமுக்கியின் நிறை = 50 கி. நிறை.

நீரில் தக்கையினதும், அமுக்கியினதும் நிறை = 30.5 கி. நிறை.

நீரில் அமுக்கியின் நிறை = 43.5 கி. நிறை.

மேலே கண்டவற்றிலிருந்து நீரில் தக்கையின் மேலும் அமுக்கியின் மேலும் உள்ள மேலுதைப்பு =  $4.4 + 50 - 30.5 = 23.9$  கி. நிறை.

அமுக்கியின்மீது நீரின் மேலுதைப்பு =  $50 - 43.7 = 6.3$  கி. நிறை.

எனவே, நீரில் தக்கையின்மீது மேலுதைப்பு =  $23.9 - 6.3 = 17.6$  கி. நிறை.

எனவே, தக்கையின் கனவளவு = 17.6 க. ச. மீ.

∴ தக்கையின் அடர்த்தி =  $\frac{\text{திணிவு}}{\text{கனவளவு}} = \frac{4.4}{17.6} = 0.25$  கி/க. ச. மீ.

**வாயுக்களிற்கு ஆக்கிமீட்சின் தத்துவப் பிரயோகம்:** ஆதியிலே ஆக்கிமீட்சின் தத்துவம் திரவங்களிலுள்ள திண்மங்களைக் கருதுவதற்கென எண்ணப்பட்டிருந்தாலும் அது வளிபோன்ற வாயுக்களிலுள்ள திண்மங்களுக்கும் பொருந்துகின்றது. எடுத்துக்காட்டாக ஓர் ஆகாயவிமானம் அல்லது ஆகாயக்கப்பல் அது செல்லும் பிரதேசத்தில் அதனால் இடப் பெயர்ச்சி செய்யப்படும் வளியின் நிறைக்குச் சமமான மேலுதைப்பைப் பெறுகின்றது. இத்தொடர்பில் நாம் வளியின் மிதத்து தன்மையைக் கூறுகின்றோம்.

ஆதியில் இலேசான வாயுக்களாகிய ஐதரசன், அல்லது வெப்பவளி ஆகியவற்றால் நிரப்பப்பட்ட வாயுக்குண்டுகளே பறப்பதற்கு உபயோகிக்கப்பட்டன. வாயுக்கூண்டின் சாரதி அதனுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு கூடையிலே இருப்பான். இவ்வமைப்பு இடப்பெயர்ச்சியைச் செய்யும் வளியின் மேலுதைப்பு, இலேசான வாயுவுடன் கூடிய அதன் மொத்த நிறையை மீறும்போது வாயுக்கூண்டு மேலே உயரத்தொடங்குகின்றது. இறங்கும்பொழுது கூண்டிலிருந்து வாயு வெளியேறுமாறு செய்யப்படுகின்றது. ஐதரசன், ஈலியம் ஆகியவற்றையுபயோகிக்கும் பிரம்மாண்டமான ஆகாயக்கப்பல் 1931-ஆம் ஆண்டு கட்டப்பட்டன. ஆனால் தொடர்ந்து பல அபாயங்கள் நேரிட்டபடியினால் அவற்றின் வளர்ச்சி முற்றுப்பெற்றது.

இப்பொழுதெல்லாம் வானிலையவதான் நிலையங்கள், சிறிய வாயுக்கூண்டுகளை யுபயோகிக்கின்றன. அவ்வாயுக்கூண்டுகள் வளியின் நிலையை யறியும் சில நுணுக்கமான கருவிகளைக்கொண்டுள்ளன. அவ்வாயுக்கூண்டுகளின்மீது தொழிற்படும் மேலுதைப்பு மிகவுமுயர்ந்ததாதலின் அவை அதிக தூரத்தையடையும் இயல்பைப் பெற்றுள்ளன. அவை நாடோறும் வானிலையைப்பற்றிய முக்கிய தகவல்களையளிக்கப் பெரிதும் உதவுகின்றன.

ஒரு பொருள் வளியில் நிறுக்கப்பட்டால் பெறுபேறு உண்மையான நிறையிலுஞ் சற்றுக் குறைவாகவேயிருக்கும். ஏனெனில் அப்பொருளின் மீது இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்பட்ட வளியின் நிறைக்குச் சமமான மேலுதைப்புத் தொழிற்படுகின்றது. மிகவுந் திருத்தமான நிறுத்தல்களுக்கு வளியின் மிதப்புவிளைவிற்கு ஏற்ற திருத்தத்தைச் செய்யவேண்டும்.

### மாதிரிக் கணக்குகள்

(1) 120 அடி நீளமும், 20 அடி அகலமுமுள்ள கட்டுமரமொன்று பக்கங்களைச் செங்குத்தாகக் கொண்டு ஒருபகுதி சமையேற்றப்பட்டு, நீரில் மிதக்கின்றது. அதற்கு 12.5 தொன், சமை மேலுமேற்றப்பட்டால் அது எத்தனை அங்குலங்கள் தாழும். (1 க. அடி நீரின் நிறை = 62.5 இரூ. நிறை)

நீரின் அதிகரிக்கப்பட்ட மேலுதைப்பு =  $12.5 \times 2240$  இரூ. நிறை.  
இடப்பெயர்ச்சி செய்யப்படும் நீரின் அதிகரிக்கும் கனவளவு

$$= \frac{12.5 \times 2240}{62.5} = 448 \text{ க. அ.}$$

கட்டுமரம் நீரில் அமிழும் தூரம் =  $\frac{\text{நீரின் கனவளவு}}{\text{நீரின் பரப்பு}}$

$$= \frac{448}{120 \times 20} \text{ அடி.}$$

$$= \frac{448 \times 12}{120 \times 20} \text{ அங்.}$$

$$= 2.24 \text{ அங்.}$$

(2) உருளை வடிவமுடையதும், 12 அடி உயரமுடையதும், ஒரே தன்மைத் தான குறுக்குவெட்டு முகப்பரப்பு 50 ச. சமீ. உடையதுமான ஒரு கண்ணாடி முகவை  $\frac{1}{3}$  பங்கு கனவளவு நீரினுள் அமிழ்த்திருக்குமாறு மிதக்கின்றன. அம்முகவையினுள் தன்னீர்ப்பு 1.25 உள்ள கிளிசீரின் எக் கனவளவை நிதானமாகச் சேர்ப்பதால் முகவை நீரினுள் முற்றாக அமிழ்த்தப்படும்.

அமிழ்த்தப்படும் முகவை நீரில் மிதக்கிறது, எனவே, முகவையின் நிறை = அது இடப்பெயர்ச்சி செய்யும் நீரின் நிறை =  $\frac{1}{3} \times 50 \times 12 = 200$  கி. நிறை.

முகவை நீரினுள் முற்றாக முழுகும்போது நீரின் மேலுதைப்பு =  $50 \times 12 = 600$  கி. நிறை.

ஆனால் முகவையின் நிறை = 200 கி. நிறை. இது கீழ்நோக்கியுள்ளது.

∴ முகவையை அமிழ்த்தத் தேவையான கிளிசீரீனின் நிறை =  
600 - 200 = 400 கி. நிறை.

$$\therefore \text{கிளிசீரீனின் கனவளவு} = \frac{600}{1.25} = 320 \text{ க. ச. மீ.}$$

(3) அடர்த்தி 2.7 கி/க. ச மீ உடைய 10 இரூ. நிறையுள்ள அலுமினியக் கட்டியுடன் 0.9 கி/க. மீ அடர்த்தியுடைய மரத்தின் கனவளவு மொத்தத் திணிவின் சராசரி அடர்த்தி 1 கி/க. ச. மீ. இருக்குமாறு செய்ய (அதாவது மிதக்குமாறு செய்ய) க்கட்டப்படல்வேண்டும்.

தேவையான கனவளவை V க. ச. மீ. எனக்கொள்வோம்.

$$\text{திணிவு} = \text{கனவளவு} \times \text{அடர்த்தி} = 0.9 V \text{ கி.}$$

மரத்தினதும், அலுமினியத்தினதும் மொத்த நிறை = (0.9 V + 10) கி. ....(1)

மரத்தினதும், அலுமினியத்தினதும் மொத்தக் கனவளவு =  $(V + \frac{10}{2.7})$  க. ச. மீ. ....(2)

$$\text{மொத்தத்திணிவின் சராசரி அடர்த்தி} = \frac{\text{மொத்தநிறை (1)}}{\text{மொத்தக்கனவளவு (2)}}$$

$$= \left\{ \frac{0.9 V + 10}{V + 2.7} \right\} \text{ கி/க. ச. மீ.}$$

ஆனால் சராசரி அடர்த்தி = 1 கி/க. ச. மீ.

$$\therefore \frac{0.9 V + 10}{V + 2.7} = 1$$

$$\therefore 0.9 V + 10 = V + \frac{10}{2.7}$$

$$10 - \frac{10}{2.7} = V - 0.9 V = 0.1 V$$

$$\therefore = 10 \left( 10 \frac{10}{2.7} \right) = 63 \text{ க. ச. மீ. (அண்ணளவாக)}$$

$$\therefore \text{மரத்தின் கனவளவு} = 63 \text{ க. ச. மீ.}$$

## பயிற்சி

1. இரும்புக்கனக்குத்தித் திண்மமொன்றின் பக்கம் 10 ச. மீ. அதனடர்த்தி 6.5 கி/ச. மீ. ஆயின் அதன் திணிவென்ன? 130 கி. நிறையுள்ள இரும்பின் கனவளவென்ன? (விடை: 6500 கி: 20 க. ச. மீ.)
2. பித்தளையின் தன்வீர்ப்பு 8.5 இக்கூற்றின் பொருளென்ன? 1 கன அடி நீரின் நிறை 62½ இரூ. ஆயின் 2 கன அடி பித்தளையின் நிறையென்ன? (விடை: 1062.5 இரூ. நிறை)
3. பூரணமான உபகரணங்களுடன் கூடிய நீரில் முழுகுபவனின் மொத்தக் கனவளவு 2½ க. அடி. அவன் (1) 62½ இரூ/க. அடி அடர்த்தியுள்ள நீரில் (2) 66 இரூ/க. அடி. கடலில் முற்றுக முழுகியிருக்கையில் அவன் மீது செயல்படும் மேலுதைப்பென்ன? (விடை (1) 156½ (2) 165 இரூ. நிறை)
4. 800 கி. நிறையுள்ள ஒரு திண்மம் ஓர் இழையினால் கட்டப்பட்டு நீர்ம ரொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. இழையின் மீதுள்ள இழுவீச்சை 600 கி. நிறை ஆயின். (1) திண்மத்தின் மீதுள்ள மேலுதைப்பு (2) திண்மத்தின் கனவளவு (3) அதனடர்த்தி ஆகியவற்றைக் காண்க? (விடை: (1) 200 கி. நிறை (2) 200 க. ச. மீ (3) 4 கி/க. ச. மீ)
5. 200 கி. நிறையுள்ள ஒரு சல்வைக்கற்றுண்டு முறையே நீரிலும், செப்புச் சல்பேற்றுக் கரைசலிலும் முழுவதும் அழுங்கியிருக்குமாறு தொங்க விடப்படுகின்றது. அதுபோது உண்டாகும் தோற்ற நிறைகள் 180 கி. நிறை, 176 கி. நிறை ஆயின் செப்புச்சல்பேற்றுக்கரைசலின் அடர்த்தியைக் காண்க? உங்கள் கணிப்பைப் பூரணமாக விளக்குக? (விடை: 1.2 கி/க. ச. மீ)
6. 8 கி. நிறையுள்ள தக்கைக்கனக்குத்தியொன்று நீரில் மிதக்கின்றது (1) அதன்மீதுள்ள மேலுதைப்பு (2) அமிழ்த்தப்பட்ட கனவளவு ஆகியவற்றைக் காண்க? (விடை: 8 கி. நிறை (2) 8 க. ச. மீ)
7. ஒரு நீரடர்த்திமானியின் நிறை 40. கி. அது நீரில் மிதக்கும்பொழுது எவ்வளவு கனவளவு அமிழ்ந்திருக்கும். அது (1) 1.25 கி/க. ச. மீ. அடர்த்தியுள்ள அமிலத்தில் (2) 0.8 கி/க. ச. மீ. அடர்த்தியுள்ள எண்ணெயில் மிதக்கும்போது அமிழ்த்தப்பட்டிருக்கும் கனவளவென்ன? நீரடர்த்திமானியின் புறவரிபடத்தை வரைந்து அதன் தத்துவத்தை விளக்குக? (விடை: (1) 40 க. ச. மீ. (2) 32 க. ச. மீ (3) 50 க. ச. மீ.)
8. ஒரு கப்பல் பிளினுசோற் கோடுவரை 200,000 க. அடி கனவளவை புடையது. அது தன்வீர்ப்பு 1.1 உள்ள கடலில் அமிழ்த்தப்பட்டுள்ளது.

கப்பலின் நிறை 5000 தொன் நிறை. அதன்மீது சுமத்தப்பட்ட பொருள் களின் நிறை 1060 தொன் நிறை. அக்கப்பல் துறைமுகத்தைவிட்டு நீங்கச் சட்டம் அனுமதிக்குமா? (நீரினடர்த்தி =  $62\frac{1}{2}$  இரு/க. அடி)

(விடை: ஆம்)

9. ஆக்கிமீடசினர் தத்துவத்தைக் கூறி அவை எவ்வாறு பரிசோதனையினால் வாய்ப்புப் பார்க்கலாம்? 100 கி. நிறையும், 8.0 தன்வீர்ப்புமுடைய ஓர் உலோகக்குத்தி கட்டப்பட்டுள்ளது. மரத்தின் கனவளவின் எப்பின்னம் நீரினுள் அமிழ்த்திருக்கும்? (விடை: 0.76)
10. அடர்த்தி, தன்வீர்ப்பு ஆகியவற்றை மாறுபடுத்தி விளக்குக? ஒரு தன்வீர்ப்புப் போத்தலையுபயோகித்து (1) தேப்பந்தைன் (2) மணல் ஆகியவற்றின் அடர்த்தியை எவ்வாறு கண்டுபிடிக்கலாமென விளக்குக?
11. கடல் மிதப்பொன்று அதிலே சிறுபகுதி வெளியே தெரியுமாறு கடலில் நங்கூரமிடப்பட்டிருக்கின்றது. அம்மிதப்பின்மீது தொழிற்படும் விசைகளை ஒரு படத்திற் காட்டி நங்கூரக் கம்பியறுந்தால் அது ஏன் மேலே முழுகின்றதென விளக்குக?
12. ஓரிரும்புத்துண்டு நீரில் மூழ்குகையில் இரும்பாற் செய்யப்பட்ட ஒரு கப்பல் ஏன் மிதக்கின்றதென விளக்குக?
13. ஒரு பொருள் ஒரு திரவத்துளமிழ்த்தப்பட்டிருக்கையில் அதன்மீதுள்ள மேலுதைப்பிற்கும், பொருள் இடப்பெயர்ச்சி செய்யும் திரவத்திற்கு மிடையே என்ன உறவுண்டு. ஒரு பொருளைவிடக் குறைவான அடர்த்தியுள்ள ஒரு திரவத்திலே அப்பொருள் இழையொன்றும் ரெங்கவிடப்பட்டிருக்கையில் பொருளின்மீதுள்ள மேலுதைப்பு திரவத்தின்மீது ஒரு சீழுதைப்பிற்குச் சமமென எவ்வாறு செய்துகாட்டலாமென விளக்குக? 25 இலீற்றர் கனவளவும், 0.9 தன்வீர்ப்புமுள்ள மிதப்பொன்று கடலிலே இலேசான மெல்லிய சங்கிலியால் நங்கூரமிடப்பட்டுள்ளது. கடனீரின் தன்வீர்ப்பு 1.02 ஆயின் மிதப்பின்மீதுள்ள மேலுதைப்பென்ன? சங்கிலியின் இழுவிசையென்ன? (விடை: 25, 500: 3000 கி. நிறை)
14. ஒரேதன்மைத்தான மீற்றர் அளவுகோலொன்று அதன் மையத்தே தொங்கவிடப்பட்டு அதன் ஒருமுனையில் ஓர் உலோகத்துண்டு கட்டப்பட்டுள்ளது. அது மையத்திலிருந்து 20 ச. மீ. தொலைவில் கட்டப்பட்ட 100 கி. நிறைபாற் சமன்படுத்தப்படுகின்றது. உலோகத்துண்டை நீரினுள் அமிழ்த்துகையில் 100 இரு நிறை மையத்தை நோக்கி 3 ச. மீ. தள்ளப்பட்டது. உலோகத்தின் தன்வீர்ப்பைக் காண்க? (விடை: 10)
15. (அ) தக்கையின் தன்வீர்ப்பை எவ்வாறு காணலாமென விளக்குக? (ஆ) அரைவாசி நீருள்ள ஒரு கிணற்றுள் ஒரு வாளி கைப்பிடியிற் கட்டப்பட்ட கயற்றுடன் நிமிர்ந்திருக்கின்றது. வாளியை மெதுவாக இழுக்கையில் கயற்றில் உண்டாகும் இழுவிசை மாறுபாடுகளை விளக்குக?

16. ஆக்கிமீடசினர் தத்துவத்தைக் கூறி அதை வாய்ப்புப்பார்க்கும் ஒரு பரிசோதனையை விவரிக்க? உமக்கு ஒரு விற்றராசு, நூலிழை, கருங்கற்றுண்டொன்று ஒரு முகவையுள் காய்ச்சி வடித்த நீர், ஒரு முகவையுள் மீதைல்சேர் மதுசாரம் ஆகியவை தரப்பட்டிருந்தால் (அ) கருங்கல் (ஆ) மீதைல்சேர் மதுசாரம் ஆகியவற்றின் தன்வீர்ப்புகளை வெவ்வாறு காண்பிரென விவரிக்க? உமது கணிப்புமுறையை விளக்குக?
17. ஒருதன்மைத்தான பரிசோதனைக் குழாய், ஈயக்குண்டுகள் இவை கொண்டு ஒரு தனி நீரடர்த்திமானியைச் செய்யலாமென விளக்குக? அது செய்யப்படுந் தத்துவமென்ன? ஒரு நீரடர்த்திமானியின் தண்டின் விட்டம் 4 மி: மீ. அது தனது கனவளவில் 5 க. ச. மீ. அமிழ்த்திருக்கு மாறு நீரில் மிதக்கின்றது. 0.80 தன்வீர்ப்பையுடைய ஒரு திரவத்தில் அதன் தண்டு மேலும் எவ்வளவு அமிழ்த்திருக்கும். (விடை: 9.9 ச. மீ)
18. ஒரு தனி நீரடர்த்திமானியின் அமைப்பையுள் தத்துவத்தையும் விளக்குக? ஒரு தன்மைத்தான வெட்டுமுகமும், 20 ச. மீ. நீளமுள்ள ஒரு கோல் நிமிர்ந்த நிலையில் மிதக்குமிபல்புடையது. அது ஒரு நீரடர்த்திமானியாக உபயோகிக்கப்படுகின்றது. அதன் சராசரிபடர்த்தி 0.8 கி/ச மீ. ஆயின் அதன் 1.0, 1.1 ஆகிய அளவுக் குறியீடுகளின் தூரத்தை அடியிலிருந்து காண்க? (விடை: 16.0, 14.55 ச. மீ)
19. ஆக்கிமீடசினர் தத்துவத்தைக் கூறி அது எவ்வாறு (1) ஒரு நீரடர்த்திமானியில் (2) ஒரு வாயுக்கூண்டில் பிரயோகிக்கப்படுகிறதெனத் தெளிவாக விளக்குக? பனிக்கட்டியின் பாயையொன்று அதன் கனவளவில் 10,000 க. அடி கடனீர்ப்பரப்பின் மேலிருக்குமாறு மிதக்கின்றது. பனிக்கட்டியின் தன்வீர்ப்பு 1.03 எனவும், அறியப்பட்டிருந்தால் எக்கனவளவு நீருள் மறைந்திருக்கின்றது? (விடை: 83, 636 க. அடி)
20. தன்வீர்ப்புக்கு வரைவிலக்கணம் கூறுக. அற்ககோல் போன்ற ஒரு திரவத்தின் தன்வீர்ப்பை வெவ்வாறு காணலாமென விவரிக்க? 5 அங். பக்கமுள்ள ஒரு தக்கைக் கனக்குத்தி மேன்முகம் கிடையாயும்,  $1\frac{1}{2}$  அங். நீருள் மேற்பரப்பிற்கு மேலுமிருக்குமாறு மிதக்கின்றது. அது இவ்வாறே 0.8 தன்வீர்ப்பையுடைய பிறிதொரு திரவத்தில் மிதக்கின்றது. அதன் மேன்முகத்திலிருந்து எவ்வளவு தூரம் திரவத்தின் மட்டமிருக்கும்? (விடை:  $\frac{5}{3}$  அங்.)

Jinkey

10,600 க.ச

fas

$10 \times 800 = 8000$   
 $1000 + 8000 = 9000$   
 $9000 - 1000 = 8000$   
 $8000 \div 1.03 = 7766.99$   
 $7766.99 - 8000 = -233.01$

அத்தியாயம் 8

“திரவங்களினமுக்கம்”

“வளிமண்டலவமுக்கம்”

பாரமான சிப்பமொன்றை மெல்லிய நூலிழையாற் சுற்றிக்கட்டி அதை அந்நூலிழையாற் சிறிது தூரம் தூக்கிச் செல்லும்பொழுது, விரல்களிலே வலியெடுப்பதையுணருகிறோம். இவ்வலியின் காரணத்தை நாம் நூலிழை சதையின்மீது பிறப்பிக்கும் அமுக்கமென்கிறோம். அகலமான கைப்பிடி அதே சிப்பத்திற்குக் கட்டப்பட்டிருந்தால், குறைவான வலியை உணருகின்றோம். எனினும் ஒரே ஈறையே தூக்கப்படுகின்றது. அதாவது விரல்களின் மீதுள்ள விசையினளவு மாறுபடவில்லை. கைப்பிடிக்கும், சதைக்குமிடையே தொடுகைப்பரப்பு அதிகமாயுள்ளதாலேயே இது உண்டாகின்றது. எனவே, மெல்லிய நூலிழையை உபயோகிக்கும்போதுள்ளதைக்காட்டிலும் “ஓர் அலகுப்பரப்பிற்குள்ள விசை” குறைவாயிருக்கின்றது.

விஞ்ஞானிகள் அமுக்கத்தை ஓர் அலகுப்பரப்பிற்குள்ள விசை என வரைவிலக்கணம் வகுத்துள்ளனர். அமுக்கவலதுகள் ஒரு சதுர அங்குலத்திற்கு இரு. நிறை அல்லது ஒரு சதுர சதமீற்றருக்கு தைன்கள் (அல்லது கிராம் நிறை) எனப்படும். கீரில் முழுகுபவன் ஒருவனது தலை யுபகரணத்தின் 100 சதுர அங்குலத்திற்குச் சராசரி அமுக்கம் 50 இரு. நிறை/ச. அங். ஆயின் தலையுபகரணத்தின்மீது தொழிற்படும் விசை 5000 இரு. நிறை அதாவது பரப்பு அமுக்கம். ஒரு கப்பலின் பக்கத்திலுள்ள ஒரு தட்டின்மீது நீரினமுக்கம் 200,000 இரு. நிறையாகவும், தட்டின் பரப்பு 5000 ச. அங். எனவுமிருந்தால் தட்டின்மீதுள்ள சராசரியமுக்கம் 40 இரு. நிறை/ச. அங். இவ்வாறே ஒரு பரப்பின்மீது சராசரியமுக்கம் (p)

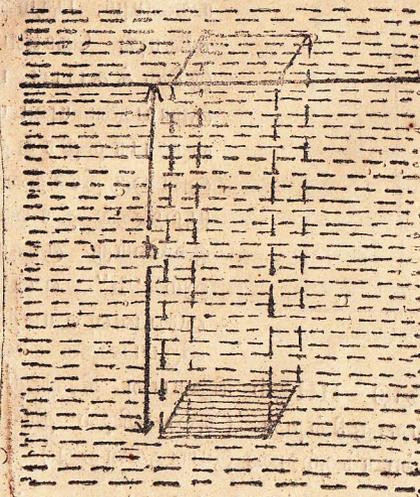
$$p = \frac{\text{மேற்பரப்பின் மொத்தவிசை (P)}}{\text{மேற்பரப்பின் பரப்பு (A)}} \dots\dots\dots(1)$$

எனவே, “அமுக்கம்” விசையைப் போன்றதல்ல. ஒரு மேற்பரப்பின் பரப்பளவின்மீது (A) மொத்தவிசை (P)ஐக்காண அப்பரப்பின்மீதுள்ள சராசரியமுக்கம் தெரிந்திருந்தால்

$$P = p \times A \dots\dots\dots(2)$$

என்ற உறவை உபயோகிக்கவேண்டும்.

ஒரு திரவத்திலுள்ள ஒரு புள்ளியைச் சூழவுள்ள அமுக்கத்தின் பருமன்: நாம் இப்பொழுது d கி/க. ச. மீ. அடர்த்தியுள்ள ஒரு



படம் 81

திரவத்தின் கீழேயுள்ள ஓரிடத்தில் உண்டாகும் அமுக்கத்திற்கு ஒரு சூத்திரத்தைப் பெறுவோம். 1 சதுர ச. மீ. பரப்புள்ள ஒரு கிடையான பரப்பு B, h ச. மீ. மேற்பரப்பின் கீழேயுள்ளதெனக் கருதுவோம். B இன் மீதுள்ள அமுக்கம் அதன் மீது செயல்படும் திரவத்தின் நிறையா லுண்டாக்கப்படுகின்ற இத் திரவத்தின் கனவளவு = 1 x h க. ச. மீ (படம் 81)

எனவே, திரவத்தின் திணிவு = கனவளவு x அடர்த்தி = hd கி. அதன் நிறை = hd கி. நிறை. ∴ Bஇன் மீதுள்ள அமுக்கம் =  $\frac{B\text{இன் மீதுள்ள விசை}}{B\text{இன் பரப்பு}}$  =  $\frac{hd}{1}$  = hd கி./சதுர ச. மீ.

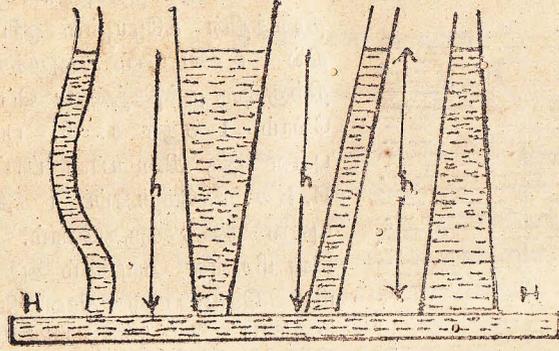
பொதுவாக அமுக்கம் = hd.....(3)

h அடியிலும், d இரு/க. அடியிலும் இருந்தால் அமுக்கம் இரு. நிறை/க. அடி h ச. மீ.இலும் d கி/க. ச. மீ.இலும் இருந்தால் அமுக்கம் கி. நிறை/க. ச. மீ. அல்லது g (980) தைன்கள் = 1 கி. நிறை எனவே,

அமுக்கம் = hdg தைன்கள்/சதுர ச. மீ.....(4)

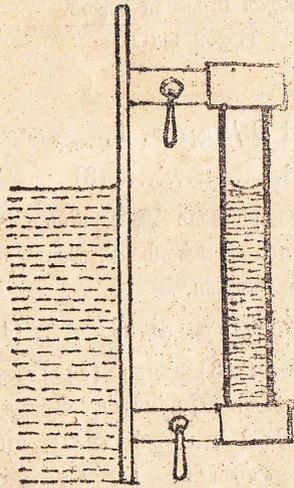
ஒரு திரவம் தனது மட்டத்தையடைதல்: (3)ஆவது (4)ஆவது சமன்பாடுகளிலிருந்து ஒரு திரவத்தின் அமுக்கம் மேற்பரப்பிலிருந்து ஆழம் h உடனும், அது திரவத்தின் அடர்த்தி d உடனும் விகித சமமாக உயருகின்றது எனத் தெரிகின்றது. ஓர் ஒடுங்கிய பாத்திரத்தில் 10 அங். உயரத்திற்கு நிரப்பப்பட்டுள்ள இரசத்தினால் அடிப்புறத்தே விளைவிக்கப்படும் அமுக்கம் ஒரு வாயகன்ற பாத்திரத்தின் அடிப்புறத்தே அதே யளவு உயரத்திற்கு நிரப்பப்பட்ட இரசத்தால் விளைவிக்கப்படும் அமுக்கத்திற்குச் சமம். இரண்டாவது நிலையில் இரசத்தின் நிறையதிகம் ஆயினும் அது பெரியபரப்பின்மீது பரந்துள்ளது. எனவே, இரு

நிலைகளிலும் அழுக்கம் (ஓரலகு பரப்பிற்குள்ள விசை) சமமானதே.



படம் 82

மாறுபட்ட வடிவங்களையும், பருமன்களையும் கொண்ட இணைக்கப்பட்ட குழாய்களை யுடைய ஒரு பாத்திரத்தினுள் ஒரு திரவத்தை யூற்றினால் திரவம் ஒவ்வொரு குழாயிலும் "h" என்ற ஓரேளவு உயரத்திலிருப்பதைக் காணலாம். (படம் 82) ஒரே கிடைக்கோடு HHஇல் நிலையான திரவத்தில் அழுக்கம் சமமரதலின் இது இவ்வாறுகின்றது. (அல்லாவிடில் திரவம் HHஇல் சமமான அழுக்கத்தை யுண்டாக்கும்வரை இயங்குகின்றது.)



படம் 83

ஒரு தரப்பட்ட திரவத்தினுள் ஒரு புள்ளியில் அழுக்கம் அப்புள்ளி திரவப் பரப்பிற்குக் கீழேயுள்ள உயரத்திற்குறங்கியுள்ளது என்ற உண்மைக்கு இது ஒரு எடுத்துக்காட்டாகின்றது. நமக்குப் பழக்கமான மொழியில் இது வருமாறு கூறப்படும். "நீர் தனது மட்டத்தையடைகின்றது". ஒரு கொதிகலனிலுள்ள நீர்மானி நீர் தனது மட்டத்தையடைகின்றது என்ற உண்மையைப் பயன்படுத்துகின்றது. ஒரு கொதிகலனுள் இருக்கும் நீர்மட்டத்தை வெளியேயுள்ள நீர்மானிமூலம் நாம் கண்டுபிடித்து விடலாம். (படம் 83)

உயர்ந்த மட்டத்திலிருந்து நீர் தாழ்ந்த மட்டத்திற்குப் பாய்வது இயல்பே. பம்பும் வசதியொன்றுமின்றி நீரைத் தாழ்ந்த மட்டத்திலிருந்து உயர்ந்த மட்டத்திற்குச்

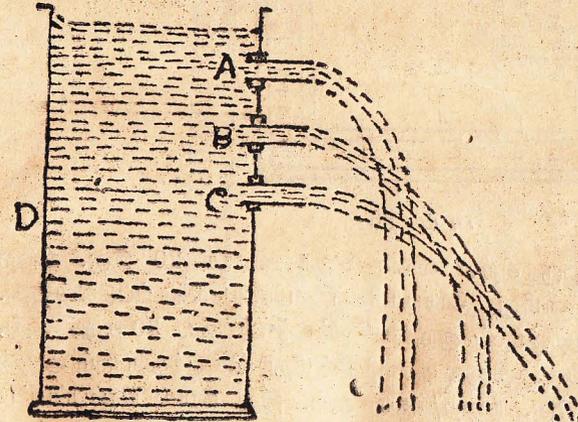
செலுத்தமுடியாது. நாட்டிலே குழாய்மூலம் நீர் வழங்குமிடங்களில் நீர் பிரதேச மட்டத்திற்கு உயரேயுள்ள தடாகம் அல்லது குளத்திலிருந்து இயல்பாகவே, பாயுமாறு செய்யப்படுகின்றது. நீர்த்தாங்கிகள் உயரமான

இடங்களில் நீரின் நிலைப்பண்புச்சத்தியையுயர்த்துமாறு அமைக்கப்படுவது வழக்கம். அவற்றிலிருந்து குழாய்கள் வழியே இயல்பாக நீர் கீழ் நோக்கிப் பாய்கின்றது.

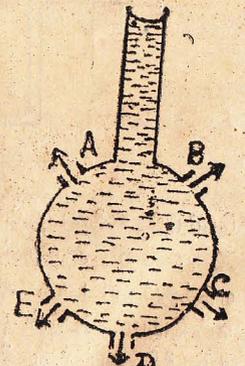
அழுக்கம் ஆழத்துடன் அதிகரிக்கின்றதென்பதைத் தெளிவாகச் செய்துகாட்ட 84ஆம் படத்திற்கு காட்டப்பட்டுள்ள உபகரணத்தையுபயோகிக்கலாம். D என்ற உயரமான குவளையில் A, B, C என்ற ஆழங்களில் ஒத்த குழாய்களைத் தாங்கியுள்ள தக்கைகள் உள்ளன. குவளையில் Aஇன் மட்டத்திற்குமேல் Cஇலிருந்து பாயும் நீர் குவளைக்கு அதிக தொலைவில் விழுவதைக் காணலாம். எனவே, Cஇல் உள்ள நீரின் அழுக்கம் Bஇல் உள்ள அழுக்கத்தைவிட உயர்ந்தது. Bஇன் அழுக்கமோவெனில் Aஇன் அழுக்கத்தைவிடவுயர்ந்தது.

ஒரு கட்டடத்தின் தரையில் கொதிநீர்க்கலனிலிருந்து வரும் குழாயினூடாகக் கொதிநீர் மேல்மாடிக் குழாயினூடாக வருவதைவிட உயர்ந்த கதியிற் பாய்கின்றது. நீர்த்தாங்கியின் அடிப்புறம் மேற்புறத்தைவிடத் தடிப்பாகச் செய்யப்படுவது வழக்கம். ஏனெனில் நீரின் அழுக்கம் ஆழத்தோடு அதிகரிக்கின்றது.

**திரவத்தின் முக்கத்திசை:** கிட்டையான நீர்க்குழாயொன்று வெடித்து விட்டால் நீர் குழாயிலிருந்து மேனோக்கி விசையுடன் பாய்கின்றது. குழாய் செங்குத்தாயிருந்தால் நீர் கிடையான திசையிற் பாய்கின்றது. இவற்றிலிருந்து நீரின் முக்கம் அது தொழிற்படும் மேற்பரப்பிற்குச் செங்குத்தாயிருக்கின்றது என்று தெரிகின்றது.



படம் 84



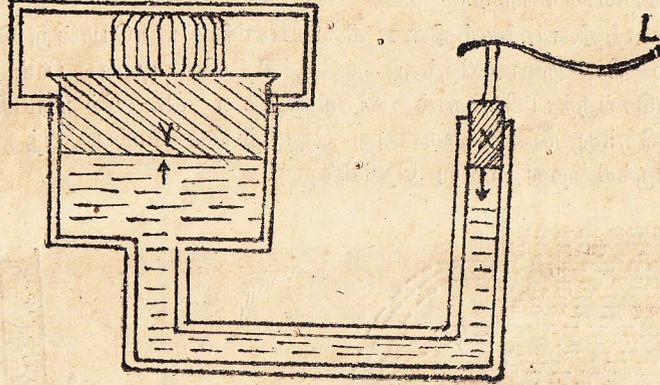
படம் 85

ஒரு கோளவடிவக் கண்ணாடிப் பாத்திரத்தின் அடிப்புறத்திலேயுள்ள

A, B, C, D, E என்ற சிறிய குழாய்களின் உதவியுடன் திரவவழுக்கத்தின் திசையை நாம் காட்டலாம். அப்பாத்திரங்களை நீரால் நிரப்பப்பட்டவுடன் நீர் எல்லாக் குழாய்களினூடும் அப்பரப்பிற்கு அப்புள்ளிகளுக்குச் செங்குத்தாகப் பாய்கின்றது. 85ஆம் படத்தில் அலுவியக்கத்தின் திசை அம்புக்குறிகளாற் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. இதிலிருந்து ஒரு பரப்பின் எப்புள்ளியிலும் அழுக்கம் அப்புள்ளிக்குச் செங்குத்தாயுள்ளதென தெரிகிறது.

**நீரியலமுத்தி:** 1795இல் யோசேப்பு பிரமா என்பவர் ஒரு நீரியலமுத்தியைக் கண்டுபிடித்தார். ஒரு திரவத்தினுதவியுடன் ஒரு சிறிய விசையைப் பிரயோகித்துப் பெரிய விசையைப் பெறுவதுதான் இப்பொறியின் வேலை.

ஒரு திரவத்தின்மீது ஓர் அழுக்கம் பிரயோகிக்கப்பட்டால் அது எல்லாத் திசைகளிலும் சமமாகச் செலுத்தப்படுகின்றது. இது திரவத்தின் அழுக்கச் செலுத்துகைவிதி யெனப்படும். ஒரு நீரியலமுத்தியின்மைப்பையுந் தத்துவத்தையும் படம் 86 விளக்குகின்றது. L என்ற



படம் 86

நெம்புதோலின்மீதும் ஒரு சிறிய விசை உதாரணமாக 20 இரூ. நிறை X என்ற ஆடுதண்டின்மீது நேரடியாகப் பிரயோகிக்கப்படுகின்றது. எடுத்துக்காட்டாக ஆடுதண்டின் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பை 30 சதுர அங். என்போம். Xஇன் இயக்கத்தினால் திரவத்தின்மீது செலுத்தப்படும் அழுக்கம்  $\frac{2}{3}$  அல்லது  $\frac{2}{3}$  இரூ. நிறை/சதுர அங். இது நீரால் நிரப்பப்பட்ட ஒரு பாத்திரத்தினூடே இறுக்கமான ஆடுதண்டு Yஇற்குச் செலுத்தப்படுகின்றது. Yஇன் பரப்பு 9 சதுர அடி அல்லது 1296 சதுர அங்குல மாயின் இதன்மீது பிரயோகிக்கப்படும் மேடுக்குவிசை = அழுக்கம் X

பரப்பு =  $\frac{2}{3} \times 1296 = 864$  இரூ. நிறை. இவ்வாறே 20 இரூ. நிறையுள்ள ஒரு சிறிய விசையுடன் ஒரு பெரிய விசை பிறப்பிக்கப்படுகின்றது.

இப்பொறியின் அறிவியல்முறைப் பொறிமுறையம் =  $\frac{Yஇன் பரப்பு}{Xஇன் பரப்பு}$  என

பது தெளிவு. மேலும் சத்திக்காப்புவிதியிலிருந்து X என்ற சிறிய ஆடு தண்டின்மீது பிறப்பிக்கப்படும் வேலை = Y என்ற பெரிய ஆடுதண்டின்மீது பிறப்பிக்கப்படும் வேலை. எனவே, X செல்லுந்தாரத்தைவிட மிகக் குறைவாகவே Y இயங்கும்.

தொழிற்சாலைகளிலே நீரியலமுத்தி பெரும்பாலும் உபயோகிக்கப்படுகின்றது. உதாரணமாக நீரியலமுத்தியின் ஒருவகை உருக்குவேலைத் தலங்களில் பழுக்கக் காய்ச்சப்பட்ட இரும்பை அச்சுக்களினூடே அழுத்திச் செலுத்த உபயோகிக்கப்படுகின்றது. கம்பளிச் சிப்பங்களை அழுத்தியுருட்டவும், இத்தகைய பிற வேலைகளுக்கும் நீரியலமுத்தி பெரும்பாலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

### “வளிமண்டலவழுக்கம்”

**தொரிசெல்லியின் வெற்றிடம்:** சுமார் 1 யார் நீளமுள்ள குழாய் A நீரால் நிரப்பப்பட்டு ஒரு நீர்த்தொட்டி Vஇனுள் கவிழ்த்து வைக்கப்

பட்டால் நீர் Aஇல் இருப்பதைக் காணலாம். (படம் 87) (அ). வளி

மண்டலவழுக்கம் அந்நீரின் பரப்பு Sஇல் தாக்கி நீரையவ்வாறு வைத்

திருக்கின்றது. குழாயின் நீளத்தை

யதிகரித்து Vஇன்மீது நீருடன்

கவிழ்த்தால் பரிசோதனையின்மூலம்

வளிமண்டலவழுக்கம் இவ்வளவு

உயர்ந்த நீளமுள்ள நீரைத் தாங்

கிக்கொள்ளுகிறது எனத் தெரிகி

றது. 1662-ஆம் ஆண்டு தொரி

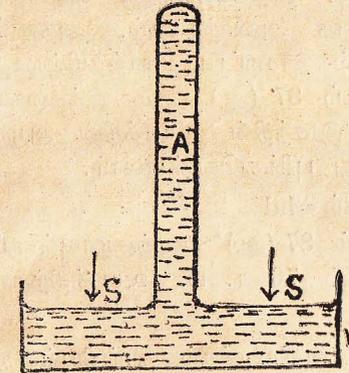
செல்லி எனும் இத்தாலிய விஞ்

ஞானி சுமார் 1 யார் நீளமுள்ள

குழாயை இரசத்தால் நிரப்பி அதை

இரசம் நிரப்பப்பட்டுள்ள ஒரு பாத்

திரத்துள் வைத்து குழாயில் இர

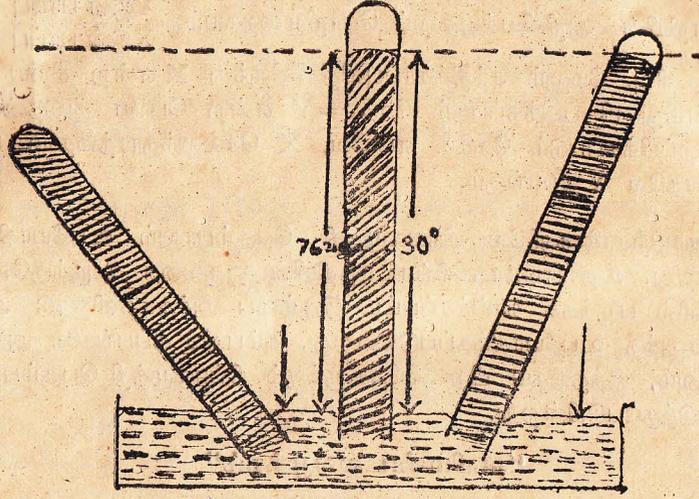


(அ)

படம் 87 (அ)

யுண்டரனைதைக் கண்டார். அப்பொழுது இரசநிரையின் உயரம் சுமார்

76 ச. மீ. அல்லது 30 அங். என இருந்தது. (படம் 87 (ஆ)) தொரி செல்லி இவ்வெளியை ஒரு வெற்றிடமெனச் சந்தேகித்தார். ஏனெ



(b)

படம் 87 (ஆ)

னில் குழாயுள் வளி நுழையவில்லை. வளி முன்பே அகற்றப்பட்டுவிட்டது. எனவே, வளியினழுக்கம் 76 ச. மீ. அல்லது 30 அங். உயரமுள்ள இரசநிரையின் அடிப்புறத்தேயுள்ள அழுக்கத்திற்குச் சமமாதல் வேண்டும். குழாயைச் சிறிது சாய்வாக அமைத்தாலும், அதனுள் மேலதிகமாக இரசம் நுழையாது. ஆனால் இரசமட்டம் மாற்றியில்லாது முன்பிருந்ததுபோலவே யிருக்கும். (படம் 87 (ஆ)) நாம் இத்தகைய விளைவை கீழ்மட்டத்திலிருந்து  $h$  என்ற இரசத்தின் உயரத்தின் அழுக்கத்தைத் தரும் மேல்வரும் உறவிலிருந்து புரிந்துகொள்ளலாம்.

அடியிலுள்ள அழுக்கம் =  $hd$

குழாய் அதிகஞ் சாய்வாயிருந்தால் (படம் 87 (ஆ)) முழுக்குழாயுள்ளும் இரசம் நிரம்பிவிடும். ஏனெனில் இரசநிரல் 76 ச. மீ. உயரத்திற்குக் குறைவாகவேயிருக்கின்றது.

ஒரு குழாயுள்ளிருக்கும் இரசத்தை வளியழுக்கம் தாங்கியுள்ளது என்ற தொரிசெல்லியின் கொள்கையை வாய்ப்புப்பார்க்க பசிக்கால் (1623-1662) எனுமறிஞர் கடல்மட்டத்திற்குச் சுமார் 5000 அடி உயரமுள்ள மலைப்பிரதேசத்தில் வசிக்கும் தனது உறவினருக்கு இப்பரிசோதனையை மீண்டும் செய்யுமாறு எழுதினார். அவரது நோக்கமென்ன

வெனில் உயர, உயரச் செல்லும்பொழுது வளியின் நிறையினால் விளைவிக்கப்படும் அழுக்கம் குறைவாயிருக்கவேண்டும் என்பதே. பரிசோதனையின் விளைவாக அழுக்கம் 76 ச. மீ. இலும் குறைவாகவேயிருந்தது.

**வளிமண்டலவழுக்கத்தின் பருமன்:** பெரும்பாலும் வளியழுக்கம், தாங்கும் இரசத்தின் உயரத்தாற் குறிக்கப்படும். அழுக்கத்தின் ஓரலகு ஒரு "வளிமண்டலம்" எனப்படும். இது 76 ச. மீ. உயரமுள்ள இரசநிரலைத் தாங்கும் அழுக்கமாகும்.

அழுக்கம் (ஓரலகு பரப்பின் விசை) நீளத்தின் அலதிலே அளக்கப்படுகிறதெனக் கூறுவது தவறானதாகும். 76 ச. மீ. நீளமுள்ள இரசநிரையைத் தாங்கும் அழுக்கம்  $P = hd$  என்பதாற் குறிக்கப்படும். இங்கு  $h = 76$  ச. மீ.  $d =$  இரசத்தினடர்த்தி  $= 13.6$  கி/க ச. மீ. எனவே, கி. நிறை/சதுர ச. மீ. என்பதாற்  $p$  குறிக்கப்படும். இவ்வாறே,

$$p = 76 \times 13.6 = 1034 \text{ கி. நிறை/சதுர ச. மீ.}$$

$$= 14.5 \text{ இரூ. நிறை/ச. அங். (அண்ணளவாக)}$$

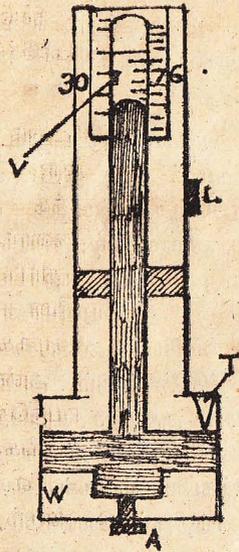
ஒரு வளிமண்டலவழுக்கத்தாற் றுங்கப்பட்டிருக்கும் நீர் நிரலின் உயரம்  $h$  ஆயின்  $p = hd \therefore h \times 1 = 76 \times 13.6$ . ஏனெனில் நீரினடர்த்தி 1 கி/க ச. மீ. எனவே,  $h = 76 \times 13.6 \div 1 = 1034$  ச. மீ. = 34 அடி (அண்ணளவாக) எனவே, ஒரு வளிமண்டலவழுக்கம் 34 அடி உயரமுள்ள நீர்நிரலைத் தாங்குகின்றது. இதுகாரணத்தாற்றூன் நாம் முன்புகண்ட பரிசோதனையில் நீர் குழாய் முழுமையும் நிரம்பியிருந்தது.

நாம் மேலே கண்டவற்றிலிருந்து நமது தலையும் உடலும் வளிமண்டலத்தினால் ஒரு சதுர அங்குலத்திற்குச் சுமார்  $14\frac{1}{2}$  இரூ. அழுக்கத்தைத் தாங்குகின்றன. 5 சதுர அடி பரப்பிற்கு மொத்த விசை 10,000 இரூ. நிறையாகும். நமது உடலில் குருதியினதும், கரைந்திருக்கும் வாயுக்களினதும் அழுக்கம் வளிமண்டலவழுக்கத்தை எதிர்ப்பதால் நாம் ஒரு துன்பத்தையும் உணருவதில்லை. ஆனால் ஆகாயவிமானத்தில் அதிக உயரம் பறக்கும் விமானிகள் குறைந்த வளிமண்டலவழுக்கத்திற்கெனச் சிறப்பான உபகரணங்களை யணிந்திருக்கவேண்டும். அன்றேல் முக்கு போன்ற மெல்லியழைப்புக்களினூடாகக் குருதி கசியத்தொடங்கும். கடலினடியிலே ஆராய்ச்சிக்காக முழுகுபவர்களும், சுரங்கங்களிலே வேலை செய்பவர்களும் அழுக்கவுயர்வினால் பாதிக்கப்படுவார்கள். எனவே, அவர்களும் சிறப்பு வகையுபகரணங்களை அணிந்திருக்கவேண்டும்.

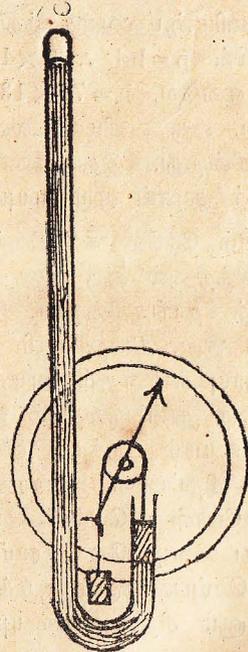
மாக்கெபேக் கென்னுமிடத்தில் வசித்த குவெரிக் கே என்பவர் வளியழுக்கத்திலே பெரிய ஈடுபாட்டையுடையவராயிருந்தார். அவர்தான் பம்பியை முதன்முதலிற் கண்டுபிடித்தார் என நம்பப்படுகிறது. அவர்

1651-இல் மேற்கொண்ட ஒரு பரிசோதனை அந்நாளிலே பெரிய ஆச்சரியத்தையும், பரபரப்பையும் விளைவித்தது. அவர் இரு பெரிய வலுவுள்ள செம்பினாலான அரைக்கோளங்களை இணைக்கும்போது வளியிறுக்கமாயிருக்குமாறு எடுத்துக்கொண்டார். அரைக்கோளங்களிலிருந்து வளிபம்ப்ப்பட்டு ஒவ்வொரு அரைக்கோளமும், ஒவ்வொரு குதிரையாவிழுக்கப்பட்டபோது அரைக்கோளங்கள் பிரிக்கப்படவில்லை. அவர் ஒவ்வொரு புறமும் எட்டுக் குதிரைகளை யுபயோகித்தபோதுதான் அரைக்கோளங்கள் பிரிந்தன. அந்நாட்டு மன்னனும் ஏராளமான மக்களும் இதைத் திறந்தவாய் முடாது பார்த்தனர். வளிமண்டலவழுக்கம் ஒரு சதுர அங்குலத்திற்கு 14½ இரு. நிறை. எனவே, பெரிய கோளங்களை வைத்திருக்கப் பெரிய அளவு விசையேண்டும். அவ்விசையை மீறப் 16 குதிரைகள் தேவைப்பட்டன.

**வளிமண்டலவழுக்கத்தை யளத்தல்:** வானிலை திருந்தியதாயிருக்கும்பொழுது வளிமண்டலவழுக்கமும் உயருகின்றது. வானிலை சீர்குலையும்பொழுது வளிமண்டலவழுக்கம் குறைகின்றது. உலகம் முழுமை



படம் 88



படம் 89

யும் வானிலையவதான நிலையங்கள் வளியழுக்க அளவீடுகளை வானிலை

யைக் கூறுவதற்குப் பெறுகின்றன. விமானிகள், மாலுமிகள், மீன்பிடிப்பவர்கள் மற்றும் விவசாயிகள் ஆகியவர்களுக்கு வானிலையைப்பற்றிய தகவல்கள் மிகமிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை.

**போட்டினின் பாரமானி:** வளியழுக்கத்தையளக்குங் கருவி பாரமானியென வழங்கப்படும். பாரமானியின் ஒரு மிகவும் நுணுக்கமான வகை, போட்டின் என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அத்தகைய போட்டின் பாரமானியே பெரும்பாலும் சோதனைச்சாலைகளில் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. (படம் 88) தொரிசெல்லியின் நாட்களிற் போலவே இரசத்தைக் கொண்டுள்ள ஒரு செங்குத்தான குழாய் இரசத்தைக் கொண்டுள்ள W என்ற தோற்பையில் வைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. குழாயில் இரசத்திற்கு மேலே ஒரு வெற்றிடம் இருக்கின்றது. இரசமட்டத்தின் மேற்புறம் ஒருபுறம் சதமமீற்றர்களிலும், மறுபுறம் அங்குலங்களிலும் அளவுகோலிடப்பட்ட ஓர் உலோக அளவுகோலினுதவியுடன் பெறப்படுகின்றது. L என்ற திருகாணியால் சரிப்படுத்தப்படும் V என்ற வேணிய ரளவுகோல், மிகவுந் திருத்தமாக அளக்க, நிலையான யானைத்தந்தப்பல் T போட்டினின் பாரமானியின் ஒரு முக்கியமான அம்சமாகும். உலோக வளவுகோல் அடிப்புறத்தில் T இல் இருந்து மேல்நோக்கி அளவுகோலிடப்பட்டிருக்கின்றது. இரசத்தின் உயரத்தைப் பெறுவதற்குமுன் தோற்பையின் இரசமட்டம் W திருகாணி Aஐச் சரிப்படுத்துவதன்மூலம் தந்தப்பல்லின் கூரிய முனையைத் தெரடுமாறு செய்யப்படல்வேண்டும். இவ்வண்ணமே, போட்டின் குழாயில் இரசமட்டம் ஏறுவதையும், இறங்குவதையும் தவிர்த்தார். இது இரசத்தைக் கொண்டிருக்கும் பாத்திரத்தின் மட்டத்தைத் தாக்குகின்றது எப்பொழுதும் இதிலிருந்து இரசத்தினுயரம் காணப்படல்வேண்டும்.

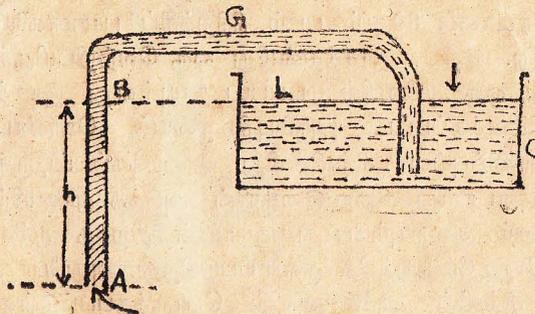
**இறைகுழாய்ப் பாரமானி:** 89ஆம் படம் நீரிறக்கிப் பாரமானியினமைப்பைக் குறிக்கின்றது. இதிலே இரசத்தின்மீது ஒரு வெற்றிடமிருக்கும் ஒரு வளைந்த குழாய் ஒரு முனையில் மூடப்பட்டதாயுள்ளது. இரசத்தின்மீது ஒரு முனையிலிணைக்கப்பட்ட இரும்புகிறையைக் கொண்ட இழையொன்று ஒரு தவாளிப்புள்ள சில்லின்மீது அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. ஒரு சிறிய இரண்டாவது நிறை இழையின் அடுத்த முனையிற் கட்டப்பட்டுள்ளது. அழுக்கம் குறையும்போது குழாயின் திறந்த முனையில் இரசமுயர இரும்புகிறை மேலேக்கித் தள்ளப்படுகிறது. அதுபோது சில்லுச் சுழலுகின்றது. சில்லின் அச்சாணியிற் பொருத்தப்பட்டுள்ள ஒரு காட்டி முன்பே குறிக்கப்பட்டுள்ள அளவுகோலுகளையுடைய ஒரு தட்டின்மீது சுழலுகின்றது. வளியழுக்கம் உயர இரசமட்டம் பின்னோக்கி நகர இரும்புகிறை கீழ்நோக்கி இறங்குகின்றது. காட்டி இப்பொழுது

எதிர்த்திரையிற் சுழலுகின்றது. காட்டி குறிப்பவற்றிலிருந்து பருவநிலை களைப்பற்றிய முக்கிய தகவல்களையறியலாம்.

**திரவமில் பாரமானி:** இது பெயருக்கேற்பத் திரவமில்லாத ஒரு வகை வீட்டுத்தேவைக்குரிய பாரமானியாகும். இதில் ஒருபகுதி, வளி, யகற்றப்பட்டதும் ஒரு வளைந்த மடிப்புகளுள்ளதுமான உருக்கு உருளையின் மேன்முகம் வளிமண்டலவழுக்கத்தால் அதுமடிந்துவிடாதபடி ஒரு வலியுள்ள வில்லினூற்றங்கப்பட்டுள்ளது. வளியமுக்கம் உயரும்பொழுது உருளையின் மேன்முகம் சிறிது அழுக்கப்படுகின்றது. உருளையின் மேன்முகத்தின் சிறிய இயக்கம் ஒரு நெம்புகோற்றெகுதி பிணைக்கப்பட்டுள்ளதும் ஒரு காட்டியைத் தாங்கியுள்ளதுமான ஒரு கோலாற் பெருப்பிக்கப்படுகின்றது. காட்டி முன்பே ஒரு போட்டின் பாரமானியுடன் ஒப்பிடுவதால் அளவு குறிக்கப்பட்டுள்ள தட்டின்மீது சுழலுகின்றது. புயல், மழை, மாற்றம், சாதாரணம், நல்லநிலை ஆகியவை தட்டின்மீது பொறிக்கப்பட்டிருத்தலின் சாதாரணமாக யாரும் பருவநிலைமாறுதல்களை ஓரளவிற்குத் திருத்தமாக அறியலாம்.

**உயரமானி:** நாம் உயரப் போகும்பொழுது நமக்கு மேலே குறைவான நிறையுடைய வளியிருப்பதால் அழுக்கம் குறைகின்றது என நாம் முன்னரேயறிந்தோம். பூமியின் மட்டத்திற்குமேல் ஒவ்வொரு 1000 அடி உயரத்திற்கும், அழுக்கம் 1 அங். வீதம் குறைகின்றது. ஒரு திரவமில்லா மானியின் முகப்பு, உயரங்களை அடியில் அளக்குமாறு குறிக்கப்படலாம். அத்தகைய அமைப்புடன் கூடிய ஒரு கருவி உயரமானியெனப்படுகின்றது. இது ஆகாயவிமானங்களில் பறக்கும்போது, அடையும் உயரத்தையளக்கப் பெரிதும் உபயோகிக்கப்படுகின்றது.

**இறைகுழாய்:** பெற்றோற்றங்கி போன்ற நிலையான ஒரு பாத்திரத்திலிருந்து பிறிதுவகையாய் அதனுள்ளிருக்கும் திரவத்தை வெளியேற்ற முடியாதபோது, ஓர் இறைகுழாய் உபயோகிக்கப்படுகின்றது. (படம் 90) இங்கு திரவத்தால் நிரப்பப்பட்ட ஒரு திறந்த குழாய்; ஒரு முனை திரவத்துள்ளும் மறு முனை பாத்திரத்திலிருக்கும் திரவத்தின் கீழ்மிருக்குமாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றது.



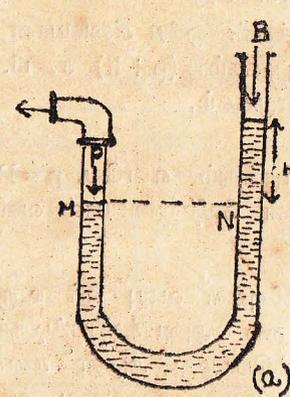
படம் 90

Cஇல் உள்ள திரவம் Aஇனுடே பாய்வதைக் காணலாம். Gஇன் முனை

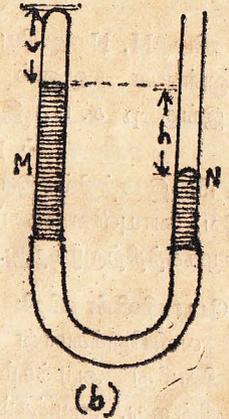
திரவத்தினுள்ளும், A, BL என்ற மட்டத்தின் கீழும் இருக்கும்வரை இது தொடரும்.

இறைகுழாயின் செயல்பாடு வருமாறுள்ளது. திரவத்தின் ஒரு கிடையான மட்டத்திலுள்ள புள்ளிகளில் அழுக்கம் சமமாயிருத்தலின் Bஇல் உள்ள திரவத்தின் அழுக்கம் Lஇல் உள்ள வளிமண்டலவழுக்கத்திற்குச் சமம். எனவே, Aஇல் உள்ள திரவத்தினழுக்கம் வளிமண்டலவழுக்கத்திலும் hd என்ற அளவாலுயர்ந்தது. இங்கு d என்பது திரவத்தினடர்த்தி. h என்பது இறைகுழாயின் வெளிப்புறமுனை திரவமட்டம் ஆகியவற்றின் இடைத்தூரம். ஆனால் Aஇல் வளியின் அழுக்கம் வளிமண்டலவழுக்கமே. எனவே, இது திரவத்தைத் தாங்கிக்கொள்ளாதிருக்கின்றது. ஆதலின் Aஇன் வழியே திரவம் பாய்கின்றது. G வெற்றுக்குழாயாயிருக்கையில் அது தனது ஒரு முனையைத் திரவப்பாத்திரம் Cஇனுள் இருக்குமாறு வைக்கப்பட்டால் திரவத்தின்மீது நிகரவிசையொன்றுத் தொழிற்படாதிருக்கின்றது. ஏனெனில் Lஇன் அழுக்கமாகிய வளிமண்டலவழுக்கமே குழாய் Gஇனுள்ளும் இருக்கின்றது.

**வாயுவழுக்கத்தை யளத்தல்:** வாயுவழுக்கமானி: வீட்டுத்தேவைக்கு வாயு வழங்கப்படுமிடங்களில் வாயுவினழுக்கம் வளிமண்டலவழுக்கத்தைவிட உயர்ந்ததாயிருக்கும். இத்தகைய இடங்களிலே வாயுக்குழாயின் திறப்புடன் ஓர் இறப்பர்க்குழாயை நீர் நிறைந்துள்ள ஒரு



படம் 91 (அ)



படம் 91 (ஆ)

U வடிவக் குழாயின் ஒரு பக்கத்திலே இணைப்பதன்மூலம் வாயுவின அழுக்கத்தையளந்துவிடலாம், (படம் 91 (அ)) அழுக்கம் நிலையாயிருக்கை

யில் திறந்தமுனையின் நீர்மட்டம் மூடிய முனையின் நீர்மட்டத்தைவிட உயர்ந்திருக்கும். இரு மட்டங்களின் வேற்றுமை "h" அவதானிக்கப்படுகின்றது. நீரின் ஒரே கிடையான மட்டமான M, N என்ற புள்ளிகளில் அழுக்கம் சமமானது. எனவே, Mஇன் வாயுவழுக்கம் p, Nஇல் உள்ள அழுக்கத்திற்குச் சமன். குழாயின் வலதுபுறம் வளிமண்டலத்திற்குத் திறந்திருப்பதால் Nஇல் உள்ள அழுக்கம் = வளிமண்டலவழுக்கம் (B) + h உயரமுள்ள நீர்நிரலின் விளைவாலுண்டாக்கப்படும் அழுக்கம்.  $\therefore p = B + h$  உயர் நீர்நிரலின் விளைவாலுண்டாக்கப்படும் அழுக்கம்.  $h = 20$  ச. மீ. ஆயின், இதேயளவு அழுக்கத்தைத் தரும் இரசத்தின் உயரம் =  $\frac{20}{13.6} = 1.47$  ச. மீ. ஏனெனில் இரசத்தினடர்த்தி 13.6 கி/க. ச. மீ.,  $B = 76$  ச. மீ. இரசம் ஆயின்  $p = 76 + 1.47 = 77.47$  ச. மீ. இரசமாகும். அழுக்கத்தையளக்க உபயோகிக்கப்படும் ஓரமைப்பு வாயுவழுக்கமானியெனப்படும். 91 (அ) ஆம் படம் ஒரு நீர்வாயுவழுக்கமானியைக் குறிக்கின்றது.

ஒரு மூடிய குழாயின் ஒரு வாயு இரசத்தாற் சிறைப்படுத்தப்பட்டதையும், குழாயின் திறந்த முனையில் இரசத்தின் மட்டம் N வாயுவைக் கொண்டுள்ள பக்கத்தின் இரசமட்டம் Mஐவிட h ச. மீ. தாழ்ந்திருப்பதையும் (படம் 91) (ஆ) காட்டுகின்றது.

Nஇல் உள்ள அழுக்கம் = B (வளிமண்டலவழுக்கம்)  
= Mஇல் உள்ள அழுக்கம்

ஏனெனில் M, N ஆகிய புள்ளிகள் இரசத்தின் ஒரே கிடையான மட்டத்திலுள்ளன. ஆனால் Mஇல் உள்ள அழுக்கம் = (p + h) ச. மீ. இரசம். இங்கு p ச. மீ. இரசத்தில் வாயுவினழுக்கம்.

$$\therefore p + h = B$$

B ச. மீ. இரசத்தில் இருந்தால் இது பொருந்தும். எனவே,  $p = B - h$ . எனவே, வாயுவினழுக்கம் இரசமட்டங்களின் வேற்றுமையால் வளிமண்டலவழுக்கத்திற்குமுந்தி.

**போயிலின் விதி:** ஒரு குறித்த திணிவுள்ள வாயு ஓர் உருளையினுள் வளியிறுக்கமான ஓர் ஆடுதண்டினால் அடைக்கப்பட்டிருந்தால் வாயுவின் மீது அழுக்கம் அதிகரிக்கப்படும்பொழுது அதன் கனவளவு குறைகின்றது. அழுக்கம் குறைக்கப்படும்பொழுது கனவளவு அதிகரிக்கின்றது. ஒரு வாயுவின் அழுக்கத்திற்கும், கனவளவிற்குமிடையேயுள்ள உறவு வெப்பவெஞ்சின்களை யமைக்கும்போது மிகவும் முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. 17ஆம் நூற்றாண்டில் உரேவேட்டு போயில் எனுமறிஞர் ஒரு குறித்த திணிவுள்ள வாயுவின் அழுக்கம் (p) கனவளவு (V)

ஆகியவற்றிற்கிடையேயுள்ள ஓர் எளிய உறவைக் கண்டுபிடித்தார். அவரது கூற்று போயிலின் விதியென அழைக்கப்படுகின்றது. "ஒரு குறிக்கப்பட்ட வெப்பநிலையில் ஒரு குறித்த திணிவுள்ள வாயுவின் அழுக்கத்தினதும், கனவளவினதும் பெருக்குத்தொகை ஒரு மாறிலியாகும். அதாவது  $pV$  ஒரு மாறிலி என்பது அவ்விதியாகும்".

படம் 91 (ஆ)இற் காட்டப்பட்ட உபகரணத்தைக்கொண்டு போயிலின் விதியை வாய்ப்புப்பார்க்கலாம். ஒரே தன்மைத்தான குறுக்கு வெட்டுமுகப் பரப்பையுடைய AC என்ற குழாயில் இரசத்தால் ஒரு குறித்த திணிவுள்ள வளியிலடைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இரசம் குழாயின் வலதுபுறத்தும், N என்ற மட்டம்வரை நிரப்பியிருக்கின்றது. குறித்த திணிவுள்ள வளியின் கனவளவு (V), AC என்ற குழாயின் நீளத்திற்கு விகிதசமமானது. ஏனெனில் குழாய் ஒரேசீரான குறுக்குவெட்டுமுகப் பரப்பையுடையது. வளிமண்டலவழுக்கம் B ச. மீ. இரசமாயின் வளியின் அழுக்கம்  $p = (B - h)$  ச. மீ. இரசம் திறந்த குழாயினை மேலுங்கீழும் உயர்த்தியிறுக்கி இரசமட்டங்கள் ஒவ்வொரு முறையும் நிலையாயிருக்குமாறு செய்து p, V ஆகியவற்றின் பல பெறுமதிகளைப் பெறலாம். திறந்த முனையின் இரசமட்டம் மறுமுனையினதைவிட h ச. மீ. உயர்ந்திருந்தால் அழுக்கம் (B' + h) ச. மீ. p, V ஆகியவற்றின் மாறுபட்ட பெறுமதிகள் பெருக்கப்பட்டால் pVஇன் பெறுமதி ஏறத்தாழ ஒரு மாறிலியாவதைக் காணலாம். இது பரிசோதனைச் செய்முறை வழக்களின் வரம்பிடையே போயிலின் விதியைச் சரியானதெனக் கூறுகின்றது. மேல்வரும் அளவீடுகள் ஒரு பரிசோதனையின்போது பெறப்பட்டன.

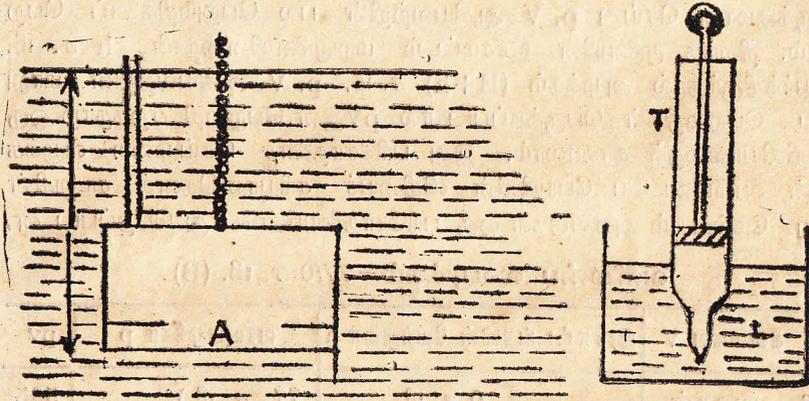
வளிமண்டலவழுக்கம் = 77.0 ச. மீ. (B)

கனவளவு V	இரசமட்டங்களின் வேற்றுமை h	வாயுவழுக்கம் p	pV
7.6 அலகுகள்	0 ச. மீ.	77 ச. மீ.	585
7.1 "	5.8 "	82.8 "	588
6.4 "	15.1 "	92.1 "	589
5.8 "	24.5 "	101.5 "	589
9.1 "	12.2 "	64.8 "	589
8.0 "	3.3 "	73.7 "	590

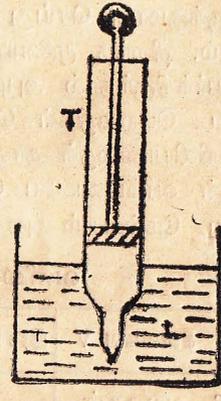
போயிலின் விதிகளைக் கூறும் பிறிதொருமுறை வருமாறு: வெப்பநிலை மாறிலியாயிருக்கையில் ஒரு குறித்த திணிவுள்ள வாயுவின் கனவளவு அழுக்கத்திற்கு நேர்மாறு விகிதசமமாகும். குறியீடுகளை யுபயோகித்தால்  $V \propto \frac{1}{p}$ . எனவே, ஒரு வாயுவின் அழுக்கம் அரைவாசியாக்கப்பட்டால்

கனவளவு இருமடங்காகின்றது. அமுக்கம் இருமடங்காக்கப்பட்டால் கனவளவு அரைவாசியாகின்றது. இத்தகைய ஓர் உறவை நாம் முன்பே முதலாவது அத்தியாயத்திற் குறிப்பிட்டதை நினைவுகூருதல் நன்று.  $\frac{1}{V} \propto p$  உடன் எதிராக வரைப்ப,த்திற் கீறிண் ஒரு நேர்க்கோடு பெறப்படும். இது மாணவர்களுக்கு பயிற்சியாக விடப்படுகின்றது.

**ஆழ்மணி:** கலங்கரை விளக்குக் கட்டடங்களுக்கு அத்திவாந் நாட்டுவதற்கும், கடலின் அடிப்புறத்தே, ஏதாவது வேலைசெய்வதற்கும் வேலையாட்கள் உபயோகிக்கும் ஒரு சாதனம் “ஆழ்மணியாகுழி” மணி D கீழேயிறக்கப்படும்பொழுது அதனுள்ளிருக்கும் வளி அமுக்கப்பட்டதாகின்றது. உதாரணமாக Aஇல் அமுக்கம் வளிமண்டலவழுக்கத்துடன் நீர்மட்டத்திலிருந்து Aஇன் ஆழம் h உள்ள நீரினால் விளைவிக்கப்படும் அமுக்கத்திற்குச் சமம். (படம் 92) போயிலின் விதியின்படி Dஇல் உள்ள குறித்த திணிவுள்ள வளி குறைகின்றது. மணியிலிருந்து நீரை



படம் 92



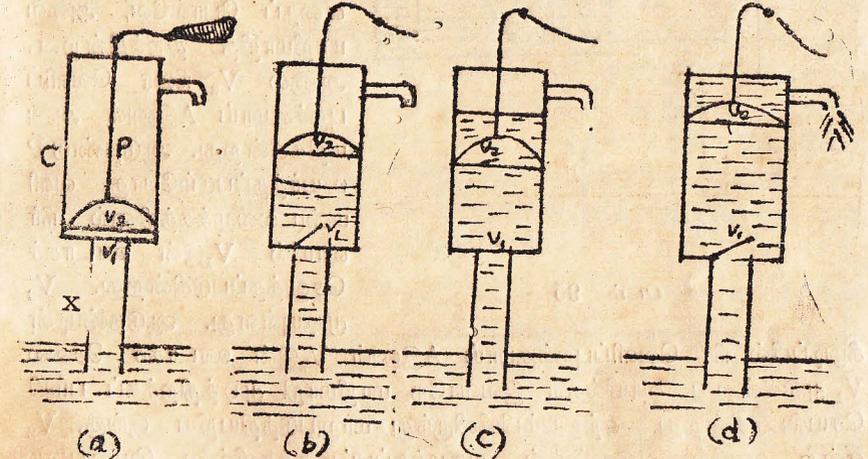
படம் 93

நுழையாது காக்கவும், மணியுள்ளிருக்கும் வேலையாட்கள் வேலைசெய்ய வசதியளிக்கும்பொருட்டும், குழாய் pஇன் ஊடாக அமுக்கப்பட்ட வளி தொடர்ந்து செலுத்தப்படுகின்றது. இது நீர்மட்டத்தை வெளியே விசையுடன் தள்ளுகின்றது.

**தோட்டப்புகுத்தி:** இக்கருவி T என்ற குழாயையும் அதனுள் இயங்கும் p என்ற ஓர் ஆடுதண்டையும் அடிப்புறத்தே V என்ற வாயிலையுமுடையதாயிருக்கின்றது. படம் 93 திரவம் Lஇல் வைக்கப்பட்ட ஒரு தோட்டப்புகுத்தியை விளக்குகின்றது. Pஇன் கீழுள்ள கன

வளவு அமுக்கமுயரப் போயிலின் விதிப்படி குறைகின்றது. ஆடுதண்டு மேலேயிறக்கப்பட்டால் அதன்கீழுள்ள வளியமுக்கம் வளிமண்டலவழுக்கத்திற்குக் குறைவாகின்றது. எனவே, சிறிய அளவு திரவம் புகுத்தியினுள் நுழைகின்றது. வாயில் V திரவத்தையனுமதிக்கின்றது. புகுத்தியை வெளியேயெடுத்து ஆடுதண்டையமுத்தினால் நுழைந்த திரவம் வெளியேறுகின்றது.

**ஏற்றுபம்பி:** கிணற்றுள்ளிருந்து நீரை வெளியே இழுக்க ஓர் ஏற்றுபம்பி இன்றும் நம் நாட்டின் பலபகுதிகளில் உபயோகிக்கப்படுகின்றது. இதில் X என்ற குழாயும், P என்ற ஆடுதண்டையுடைய C என்ற உருளையுமுள்ளன. உருளையும், ஆடுதண்டும்  $V_1$ ,  $V_2$  என்ற வாயில்களையுடையன. நாம் ஆடுதண்டு தனது கீழடிப்பில் உள்ளது எனக் கருதுவோம். (படம் 94 (அ)) ஆடுதண்டு உயர்த்தப்படும்பொழுது அதற்கும், உருளையின் கீழ்ப்பகுதிக்குமிடையேயுள்ள வளியின் அமுக்கம் குறைகின்றது. ஒரு நிலையிலே அமுக்கம் குழாயுள்ளிருக்கும் அமுக்கத்திலும் தாமுகின்றது.  $V_1$  என்ற வாயில் திறக்க  $V_2$  என்ற வாயில் மூடுகின்



படம் 94 (அ)

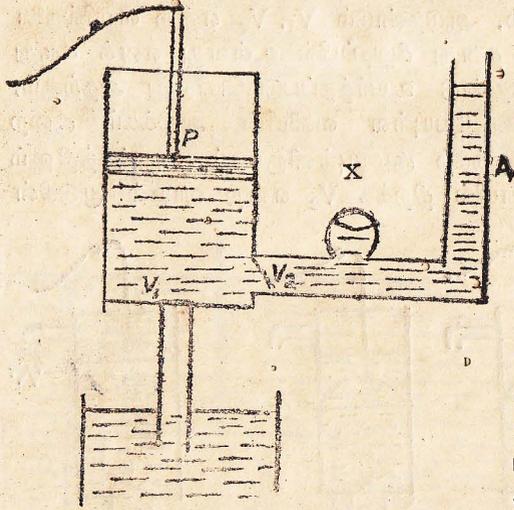
படம் 94 (ஆ)

படம் 94 (இ)

படம் 94 (ஈ)

றது. வளிமண்டலவழுக்கம் குழாயுள்ளும், உருளையுள்ளும் நீரை விசையுடன் தள்ளுகின்றது. (படம் 94 (ஆ)) ஆடுதண்டு கீழிறக்கப்படும் பொழுது  $V_2$  திறந்து,  $V_1$  மூட சிறிது நீர் ஆடுதண்டின்மேல் விசையுடன் தள்ளப்படுகின்றது. (படம் 94 (இ)) ஆடுதண்டு உயர்த்தப்படும் பொழுது  $V_2$  மூடி  $V_1$  திறக்க நீர் பக்கக்குழாய்த் தாரையுடு வெளியேறுகின்றது. (படம் 94 (ஈ)) கீழடிப்பின்போது இவ்வொழுங்கு மீண்டுந்

தொடங்குகின்றது. பொதுவாக அபிழத்தியின் பல் அடிப்புக்கள் ஆரம்பத்திலே பம்பியையியக்கத் தேவை. ஏனெனில் குழாயுட் சிறிது வளி எஞ்சியிருக்கும் கிணற்றிலிருந்து நீரைக் குழாயுள் வளிமண்டலவழக்கமே செலுத்துகின்ற தேன்பது இங்கு கவனிக்கத்தக்கது. வளிமண்டல வழக்கம் 34 அடி நீளமுள்ள நீர்நிரலைத் தாங்குமியல்பையுடையதாதலின் அறிவியல்முறையின்படி கிணற்றுள் இருக்கும் நீரிற்கும்,  $V_1$  என்ற வாயிலிற்கும் இடைப்பட்ட தூரம் 34 அடியை மீறாதிருக்கவேண்டும். வழக்கமாக இத்தூரம் 34 அடிக்குக் குறைவாயிருக்கும். ஏனெனில் வாயில்களும், ஆடுதண்டும் ஓரளவு கசிகின்றன.



படம் 95

கீழடிப்பில் நீர் வெளிப்புறக்குழாய் Aஇனுள்  $V_2$ இன் ஊடாகச் செல்ல  $V_1$  முடுகின்றது. வாயில்கள் இவ்வாறே மாறிமாறி முடித்திறக்கப் பம்பி செயல்படுகின்றது. ஏற்றுபம்பியிலிருந்து மாறுபடுத்தியறிய இங்கு,  $V_2$  என்ற வாயில் ஆடுதண்டில் அமைக்கப்பட்டிருக்கவில்லை யென்பதை அவதானிக்கவேண்டும். இங்கு நீர் பக்கக்குழாய் Aஇனுள் திண்மமான் ஆடுதண்டினுற் செலுத்தப்படுகின்றது. எனவே, பம்பி செலுத்துபம்பி யென்ற பெயரைப் பெறுகின்றது. இவ்வகைப் பம்பியும், வாயில்  $V_1$ ஐ நீர் மட்டத்திலிருந்து 24 அடி உயரத்திலுள்ளதாக அமைக்கப்படல் வேண்டும்.

ஆடுதண்டின் மேலடிப்பிலும் பம்பியைத் தொழிற்படுத்துவதற்கு சிறிது வளியையுடைய X என்ற ஒரு கலத்தை  $V_2$ , A ஆகியவற்

**செலுத்து பம்பி:** ஏற்று பம்பியை விட மிகவுயர்ந்த மட்டத்திற்கு நீரைச் செலுத்துபம்பி செலுத்துகின்றது. (படம் 95) அது  $V_1$ ,  $V_2$  என்ற இரண்டு வாயில்களையுடையது. ஏற்றுபம்பியிலுள்ளதைப் போலவே, அவை மாறிமாறித் திறக்கின்றன. ஆனால்  $V_2$  நீரை வெளிப்புறக்குழாய் Aஇனுள் அனுமதிக்கின்றது. ஆடுதண்டு P உயர்த்தப்படும்போது வளிமண்டலவழக்கத்தினால் நீர் வாயில்  $V_1$ இன் ஊடாகச் செலுத்தப்படுகின்றது.  $V_2$  முடியுள்ளது. ஆடுதண்டின்

றிடையே அமைக்கவேண்டும். கீழடிப்பின்பொழுது Xஇல் உள்ள வளியழுத்தப்படுகின்றது. மேலடிப்பில் வாயுவின் அழுக்கம் விடுவிக்கப்படுகின்றது. அது விரிவடைந்து Aஇனுடே நீரைத் தாரைக்குழாயினுட் செலுத்துகின்றது. எனவே, இவ்வண்ணம் ஆடுதண்டின் இரு அடிப்புக்களின்போதும் நீர் பெறப்படுகின்றது.

**சைக்கிடிப்பம்பி:** சாதாரணப்பம்பியில் அது செயல்படும்பொழுது ஆடுதண்டின்கீழ் பீப்பாயின் ஒருபகுதியிலிருந்து வளியுள்ளிழுக்கப்படுகின்றது. எனினும் வளி ஆடுதண்டின் கீழ்ப்புறமாக அழுத்தப்படும்பொழுது அது சைக்கிள் இறப்பர்க் குழாயினுள் நுழைகின்றது. படம் 96 ஒரு சைக்கிடிப்பம்பியின் உட்புறத்தை விளக்குகின்றது. இங்கு P என்ற ஆடு



படம் 96

தண்டு C என்ற கிண்ணவடிவத் தோல் மென்றகட்டை ஒரு முனையிலே பெற்றிருக்கின்றது. இக்கிண்ணம் தொடுக்குங்கருவியினைக்கப்படும் பம்பியின் முனையை நோக்கியுள்ளது. ஆடுதண்டு உயர்த்தப்படும்பொழுது வளி Cஐச்சுற்றி ஆடுதண்டின்கீழ் நுழைகின்றது. ஆடுதண்டு கீழே தள்ளப்படும்பொழுது அதன் கீழுள்ள வளி அழுத்தப்பட்டு Cஐப் பீப்பாயின் சுவர்களுடன் அழுத்துகின்றது. வளியின் அழுக்கம் உட்புற இறப்பர்க்குழாயின் வாயில் தடையை மீறும்பொழுது அழுத்தப்பட்ட வளி வாயிலினூடாகக் குழாயினுள் நுழைகின்றது.

**திரவங்களின் அடர்த்திகளை (அல்லது தன்னீர்ப்புக்களை) ஒப்பிடுதல்:**

(1) ஒன்றோடு மற்றொன்று கலக்காத திரவங்கள்: L, M ஆகிய இரண்டு கலக்காத திரவங்களினடர்த்திகளை (அல்லது தன்னீர்ப்புக்களை) ஒரு திறந்த U வடிவக் குழாய்கொண்டு எளிதில் ஒப்பிடலாம். (படம் 97(அ)) இத்திரவங்களின் பிரிபரப்பு T எனவும், TS என்பது Tஇன் ஊடாகக் கிடைக்கோடு எனவுமிருப்பதாகக் கொள்வோம். ஒரு திரவத்தின் ஒரே கிடைக்கோட்டில் அழுக்கம் சமம். எனவே,

$S$ இல் உள்ள அழுக்கம் =  $T$ இல் உள்ள அழுக்கம்

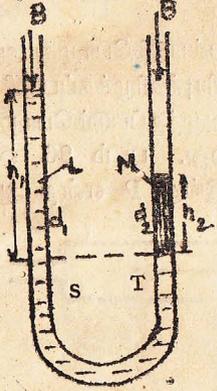
$$\therefore B + h_1 d_1 = B + h_2 d_2$$

இங்கு B என்பது வளிமண்டலவழக்கம். எனவே,  $h_1 d_1 = h_2 d_2$

$$\therefore \frac{d_2}{b_1} = \frac{d_1}{b_2}$$

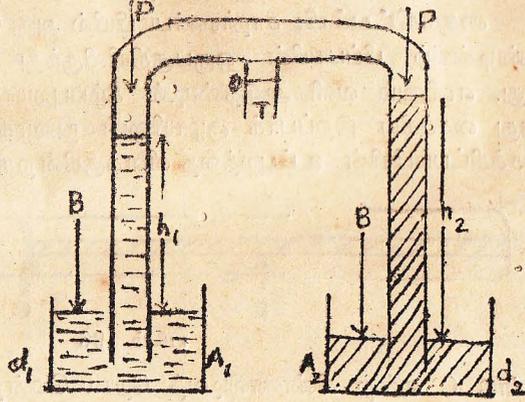
இதிலிருந்து இரு திரவங்களின் அடர்த்திகள் பிரிபரப்பிலிருந்து அவற்

றின் உயரங்களுக்கு நேர்மாறு விகிதசமமாகும், என்பது பெறப்படுகின்றது. பிரிபரப்பு U வடிவக்குழாயின் வளைந்தபகுதியிலிருந்தால், மேலும், திரவத்தையுற்றி அது படம் 97 (அ)இல் காட்டப்பட்டுள்ளதுபோன்று செங்குத்தான பக்கத்திலே வருமாறு செய்யவேண்டும்.



(அ)

படம் 97 (அ)



(ஆ)

படம் 97 (ஆ)

(2) கலக்குந்திரவங்கள்: ஏயரினாய் கருவி: இரு திரவங்கள் ஒன்றோடொன்று கலந்தால், அவற்றினடர்த்திகளை ஒப்பிட V வடிவக் குழாய் பயனற்றதாகும். இத்தகைய திரவங்களின் அடர்த்திகளை ஒப்பிட ஏயர் ஓர் ஆய்கருவியைக் கண்டுபிடித்தார். அதனமைப்பைப் படம் 97 (ஆ) விளக்குகின்றது. இக்கருவி ஒரு "T" துண்டாவினைக்கப்பட்ட இரு செங்குத்துக் குழாய்களைக் கொண்டுள்ளது. இக்குழாய்களின் முனைகள் A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> என்ற திரவங்களைக் கொண்டுள்ள முகவைகளினுள் இருக்கின்றன. Tஇல் உறிஞ்சுவதால் இரு திரவங்களும் குழாய்களிலே மேலேக்கி இழுக்கப்படுகின்றன. T பின்பு ஒரு கவ்வியால் முடப்படத் திரவங்கள் முறையே, மட்டங்களிலிருந்து h<sub>1</sub>, h<sub>2</sub> என்ற உயரங்களை யடைகின்றன.

d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub> என்பன இரு திரவங்களினடர்த்தியெனவும், திரவங்களின் மேல் குழாயுள்ளிருக்கும் வளியினமுகக்கம் p எனவும் கொள்வோம், பின்பு,

$$p + h_1 d_1 = p + h_2 d_2 = B \dots \dots \dots (5)$$

இங்கு B என்பது வளிமண்டலவழக்கம். இது A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> என்ற இரு திரவங்களின் மேற்பரப்புகளின்மீது செயல்படுகின்றது.

$$\text{எனவே, } h_1 d_1 = h_2 d_2$$

$$\text{ஆதலின் } \frac{d_2}{d_1} = \frac{h_1}{h_2}$$

எனவே, அடர்த்திகள் குழாய்களின் திரவங்களினுயரங்களுக்கு நேர்மாறு விகிதசமனாகின்றன. உதாரணமாக ஏயரினுட்கருவி மாறுபட்ட செறிவு களையுடைய சல்பூரிக்கமிலம், செப்புச்சல்பேற்று ஆகியவற்றின் அடர்த்திகளை ஒப்பிடப் பெரிதும் பயன்படுகின்றது.

### மாதிரிக்கணக்குகள்

(1) ஒரு நீரியலமுத்தியின் பெரிய ஆடுதண்டின் விட்டம் 12 அங். சிறிய ஆடுதண்டின் விட்டம்  $\frac{1}{2}$  அங். சிறியவிசை 30 இரூ. நிறை பிரயோகிக்கப்படும்போது பெரிய ஆடுதண்டு விளைவிக்கும் விசையென்ன?

$$\text{அமுக்கம்} = \frac{\text{விசை}}{\text{பரப்பு}}$$

சிறிய ஆடுதண்டின்மீதுள்ள அமுக்கம்  $p = \frac{30 \text{ இரூ. நிறை}}{\pi \left(\frac{1}{2}\right)^2 \text{ ச. அங்.}}$

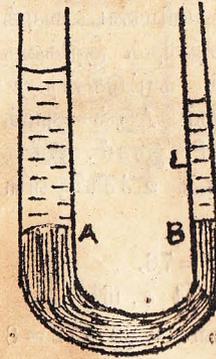
$$= \frac{30 \times 16}{\pi} \text{ இரூ. நிறை ச. அங்.}$$

இவ்வமுக்கம் பெரிய ஆடுதண்டிற்குச் செலுத்தப்படுகின்றது. இதன் பரப்பு  $\pi (6)^2$  ச. அங்குலம்.

∴ பெரிய ஆடுதண்டின் மீதுள்ள விசை =  $p \times \text{பரப்பு}$

$$= \frac{30 \times 16}{\pi} \times \pi (6)^2$$

$$= 30 \times 16 \times 36 = 17,280 \text{ இரூ. நிறை.}$$



படம் 98

(2) ஒரு U வடிவக்குழாயின் இரு பக்கங்களும் 1.4 ச. மீ., 0.8 ச. மீ. விட்டமுள்ள ஒழுங்கான உருளை வடிவக்குழாய்கள். U வடிவக்குழாயின் அடிப்புறத்தே இரசமுள்ளது. அகலமான குழாய் இரசத்தின்மேல் 12.25 கி. நீரைப் பெற்றுள்ளது. ஒடுங்கிய குழாயுள் எத்திணியையுடைய ஒரு திரவத்தை யூற்றினால் இரு குழாய்களிலும் இரசமட்டம் ஒரே கிடைநிலையிலிருக்கும். படம் 98இல் ஒடுங்கிய குழாயுள் இருக்கும் திரவம் L இரசமட்டங்கள் A, B ஆகியவற்றை ஒரே கிடைமட்டத்தில் வைத்திருக்கும். எனவே, Aஇல் உள்ள அமுக்கம் = Bஇல் உள்ள அமுக்கம். ஆனால் Aஇல் உள்ள அமுக்கம்

$$\text{கம்} = \frac{A \text{ இன் மீதுள்ள நீரின் நிறை}}{A \text{ இன் மீதுள்ள குழாயின் பரப்பு}} + \text{வளிமண்டலவழக்கம்.}$$

Bஇல் உள்ள அழுக்கம் =  $\frac{Bஇன் மீதுள்ள திரவம் Lஇன் நிறை}{Bஇன் மீதுள்ள குழாயின் பரப்பு} +$  வளிமண்டலவழுக்கம்.

$\therefore \frac{Bஇன் மீதுள்ள திரவத்தின் நிறை(W)}{Bஇன் மீதுள்ள குழாயின் பரப்பு} = \frac{Aஇன் மீதுள்ள நீரின் நிறை}{Aஇன் மீதுள்ள குழாயின் பரப்பு}$

$$\frac{W}{\pi(0.4)^2} = \frac{12.25 \text{ கி. நிறை}}{\pi(0.7)^2}$$

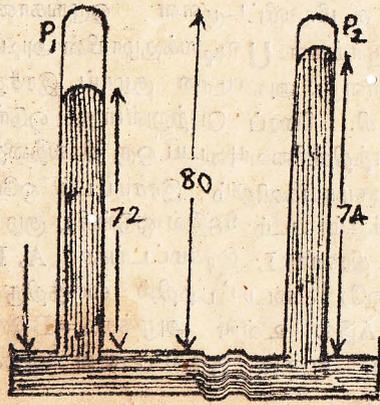
$$\therefore W \approx \frac{\pi \times 0.4^2 \times 12.25}{\pi \times 0.7^2} = 4 \text{ கி. நிறை}$$

(3) பாரமானியுயரம் 740 மி. மீ. இரசமாயின் அழுக்கத்தைப் "பார்" சளிற் காண்க? (1 பார் = 1,000,000 தைன்கள்/சதுர ச. மீ. இரசத்தி னடர்த்தி 13.6 கி/க. ச. மீ.  $g=981$  சமீ/செக்<sup>2</sup>) அழுக்கம்  $p=hdg$  தைன்கள்/சதுர ச. மீ. h ச. மீ. இலும், d கி/க. ச. மீ. இலும்  $g=981$  எண் ணளவிலும் உள்ளன.

$\therefore p = 74 \times 13.6 \times 981$  தைன்கள்/சதுர ச. மீ.

$$= \frac{74 \times 13.6 \times 981}{1,000,000} = \text{பார்கள்} = 0.987 \text{ பார்கள்.}$$

(4) வழுவள்ள ஒரு பாரமானி இரசத்தின்மீது சிறியவளவு வளியை யுடையது. அதன் நீளம் கீழிரசமட்டத்திலிருந்து 80. ச. மீ. வளிமண்டல வழுக்கம் 76 ச. மீ. இரசமாயிருக்கையில் அது 72 ச. மீ. இரசத்தைக் குறிக்கின்றது. இப்பாரமானி 74 ச. மீ. ஐக் குறிக்கும்பொழுது வளிமண் டலவழுக்கமென்ன?



படம் 99 (அ)

படம் 99 (ஆ)

படம் 99 (அ) வளிமண்டலவழுக் கம் 76 ச. மீ. இரசத்தைக் குறிக்கை யிற் பாரமானியைக் காட்டுகின்றது. குழாயின் அடிப்புறம் Aஇல் அழுக் கம்  $(p_1 + 72)$  ச. மீ. இரசம். இங்கு  $p_1$  என்பது குழாயின் உச்சியிலுள்ள வளியினழுக்கம்.

$$\therefore p_1 + 72 = 76.$$

$$\therefore p_1 = 4 \text{ ச. மீ.}$$

$\therefore$  வளியின் கனவளவு =  $80 - 72 = 8$  அலகுகள்.

படம் 99 (ஆ) இரண்டாவது நிலை யைக் குறிக்கின்றது. இங்கு உள் ளிருக்கும் வளியினழுக்கம்  $p_2$  வளி

மண்டலவழுக்கத்தை B என்போம்.

$$\text{பின்பு } p_2 + 74 = B$$

$$\therefore p_2 = B - 74.$$

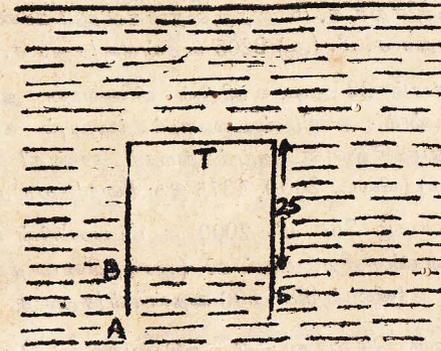
வளியின் கனவளவு =  $80 - 74 = 6$  அலகுகள். போயிலின் விதியை யுபயோகித்தால்  $pV$  என்பது ஒரு மாறிலி.

$$\therefore 4 \times 8 = (B - 74) \times 6$$

$$32 = 6B - 444.$$

$$\therefore B = \frac{476}{6} = 79\frac{1}{3} \text{ ச. மீ. இரசம்.}$$

(5) ஒருபுறம் மூடப்பட்டதும், 30 ச. மீ. நீளமுள்ளதுமான ஓரிரும் புருளைக் குழாயினுட்புறம் நீரிற் கரையக்கூடிய பூச்சாற் பூசப்பட்டுள் ளது. அது நீரினுள் திறந்துள்ள முனை கீழ்ப்புறமிருக்கும் வண்ணம் தாழ்த்தப்பட்டு வெளியேயெடுத்தபோது அடியிலிருந்து 5 ச. மீ. வரை பூச்சக் கரைந்திருந்தது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. உருளையுள்ளிருந்த வளி யின் ஆகக்கூடிய அழுக்கமென்ன? உருளையினடிப்புறம் எவ்வளவு தூரம் அமிழ்ந்திருந்தது. (பாரமானியின் உயரம் = 75 ச. மீ. இரசம்)



படம் 100

படம் 100இல், T உருளையைக் குறிக்கின்றது. பூச்சு 5 ச. மீ. கரைந்திருந்தமையின் உருளை யுள் 5 ச. மீ. உயர்ந்தது.

ஆரம்பத்திலே உருளை திறந் திருக்கையில் வளிமண்டல வழுக்கத்தில்  $30 \times a$  கன ச. மீ. வரை இருந்தது. இங்கு a சதுர ச. மீ. உருளையின் குறுக்கு வெட்டுமுகப்பரப்பு.

100-ஆம் படத்தில் வளியி னழுக்கம் p ச. மீ. இரசம் என விருக்கட்டும். அதன் கனவளவு

$25 \times a$  கன. ச. மீ. பின்பு போயிலின் விதிப்படி

$$p(25 \times a) = 75(30 \times a)$$

$$\therefore p = \frac{75 \times 30}{25} = 90 \text{ ச. மீ. இரசம்.}$$

இதுவே, உருளையுள்ளிருக்கும் வளியின் உயர்ந்த அழுக்கம். இது Bஇல் உள்ள அழுக்கத்திற்குச் சமம். B நீர்மட்டத்திலிருந்து h சமீ. கீழிருந்

தால் வளிமண்டலவழுக்கம் +h ச.மீ. நீரின் விளைவான அழுக்கம் = Bஇல் உள்ள அழுக்கம்.

$$\therefore 75 \text{ ச. மீ. இரசம்} + h \text{ ச. மீ. நீரின் விளைவான அழுக்கம்} \\ = 90 \text{ ச. மீ. இரசம்,}$$

$$\therefore h \text{ ச. மீ. நீரின் விளைவான அழுக்கம்} = 90 - 75 = 15 \text{ ச. மீ. இரசம்} \\ \therefore h = 15 \times 13.6 \text{ ச. மீ.}$$

ஏனெனில் இரசத்தினடர்த்தி = 13.6 கி/க. ச. மீ. அதாவது நீரினடர்த்தியைக் காட்டிலும் இரசம் 13.6 மடங்குகள்

$$\therefore h = 204 \text{ ச. மீ.}$$

$$\therefore A \text{ இன் ஆழம்} = 204 + 5 = 209 \text{ ச. மீ.}$$

### பயிற்சி

1. அழுக்கத்தின் இரு மாறுபட்ட அளவுகளைத் தருக. நீரினடர்த்தி 62½ இரு/ச. அ. ஆயின் நீரின் கீழ் 50 அடி ஆழத்தில் அழுக்கமெவ்வளவு? (விடை: 312½ இரு. நிறை/சதுர அடி.)
2. 270 கி. நிறையுள்ள ஒரு புத்தகம் ஒரு மேசைமீது 120 சதுர ச. மீ. பரப்பிலுள்ளது. மேசைமீதுள்ள அழுக்கத்தை (அ) ஒரு சதுர ச. மீ. இற்கு கி. நிறையிலும் (ஆ) ஒரு சதுர ச. மீ. இற்கு தைன்களிலும் காண்க? (விடை: 2.25 கி. நிறை/சதுர ச. மீ. (ஆ) 2205 தைன்கள்/சதுர ச. மீ.)
3. ஒரு நீர்ப்பாரமானியின் உயரம் 32 அடி. வளியின் விளைவான அழுக்கத்தைப் பூமியின்மீது காண்க. வளிமண்டலவழுக்கத்தைப் பூமி ஒரு தடாகத்தில் 38 அடி ஆழத்திலுள்ள அழுக்கத்தைக் காண்க? (நீரினடர்த்தி = 62½ இரு/கன அடி.) (விடை: 2000, 4375 இரு. நிறை/சதுர அடி.)
4. ஓர் இரசப்பாரமானியின் உயரம் 75 ச. மீ. 2000 ச. மீ. பரப்பின் மீது வளியின் அழுக்கத்தைத் தைன்களில் காண்க? (இரசத்தினடர்த்தி = 13.6 கி/க. ச. மீ.) (விடை: 999, 500 தைன்கள்/சதுர ச. மீ.)
5. (அ) சைக்கிப்பி (ஆ) ஒரு செலுத்துப்பி ஆகியவற்றின் செயல்பாட்டை விளக்கப்படங்களுடன் விவரிக்க?
6. அழுக்கம் ஆழத்துடன் உயர்வடைகின்றது என்பதற்கு அன்றடவாழ்க்கையுதாரணங்கள் இரண்டு கூறுக. இதை எவ்வாறு பரிசோதனைமூலம் விளக்கலாம்?
7. பாரமானியில் ஏன் இரசம் ஒரு பொதுத்திரவமாகின்றது. ஓர் எளிய பாரமானி, போட்டின் பாரமானி ஆகியவற்றின் அமைப்பைக் குறிக்கும் படங்கள் வரைந்து பின்பு கூறியதன் சிறப்பியல்புகளை விளக்குக?
8. ஒரு U வடிவக்குழாய் நீரையும், எண்ணெயையும் கொண்டுள்ளது.

பிரிபரப்பிலிருந்து நீரினுயரம் 15 ச. மீ எனவுமிருந்தால், எண்ணெயின் அடர்த்தியென்ன? உமது கணிப்புமுறையை விளக்குக?

(விடை: 0.6 கி/க. ச. மீ.)

9. (அ) ஒரு தோட்டச்செலுத்தி (ஆ) ஒரு பொதுப்பி ஆகியவற்றை விளக்கப்படங்களுடன் விவரிக்க. பொதுப்பியின் ஒரு வரையறுப்பைக் கூறுக?
10. அழுக்கத்தின் வரைவிலக்கணத்தைத் தருக? d அடர்த்தியுள்ள ஒரு திரவத்தில் h ஆழமுள்ள ஒரு புள்ளியின்மீதுள்ள அழுக்கத்திற்கு ஒரு கோவையைப் பெறுக. இவ்விளைவையுபயோகித்து ஒரு திரவங்களின் அடர்த்திகளை ஒப்பிடும் ஒரு பரிசோதனையைத் தருக.
11. ஓர் எளிய பாரமானியை எவ்வாறு அமைக்கலாமென அதைக்கொண்டு ஒரு திருத்தமான அளவிட்டைப் பெறும் வண்ணம் விளக்குக. இரசத்தின்மீது வெற்றிடந்தானிருக்கிறது என்பதை எவ்வாறு பரிசோதித்தறியலாம். (அ) சிறிய கூம்பப்பட்ட பாரமானிக் குழாயையுபயோகித்தால் (ஆ) வளிமண்டலவழுக்கம் மாறுதிருக்கையில் வெப்பநிலையுயர்த்தப்பட்டால், பாரமானியின் அளவீடுகளின் என்ன விளைவுகளுண்டாகும்?
12. வளிமண்டலவழுக்கம் 75 ச. மீ. இரசம் என இருக்கும் ஒரு நாளில் ஒரு தடாகத்தில் 12 மீற்றர் ஆழத்திலிருக்கும் ஒரு புள்ளியின் அழுக்கமென்ன? (இரசத்தின் தன்வீர்ப்பு = 13.6) (விடை: 163.2 ச. மீ. இரசம்)
13. (அ) ஒரு போட்டின் பாரமானியின் அல்லது (ஆ) ஒரு திரவமில் பாரமானியின் இரு அமைப்பு விசேடங்களைக் கூறுக?
14. ஒரு தகுந்த பாரமானியை விளக்கி அதன் செயல்பாட்டை விளக்குக? மிகவும் நன்றாக அழுத்தத் தகுந்த ஒரு வாயுக்குண்டு 2 இலீற்றர்கள் கனவளவுடையது. அது 33 அடி நீர் அளவுள்ள வளியழுக்கத்தில் வளியால் நிரப்பப்படுகின்றது. வாயுக்கூண்டு பின்பு நீரினுள் 16.5 அடி ஆழத்தில் வைக்கப்பட்டது. (அ) வாயுக்கூண்டின் உட்புறமுள்ள அழுக்கம் (ஆ) வாயுக்கூண்டின் புதிய கனவளவு ஆகியவற்றை வெப்பநிலை மாறவில்லையென அனுமானித்துக் காண்க? (விடை: (அ) 1½ வளிமண்டலம் (ஆ) 1½ இலீற்றர்)
15. ஒரு நிரம்பிய கரைசல் செப்புச்சல்பேற்றின் தன்வீர்ப்பை ஓர் ஐதான கரைசல், செப்புச்சல்பேற்றுக் கரைசலின் தன்வீர்ப்புடன் எவ்வாறு ஒப்பிடலாம்?
16. நீரை ஒரு தகுந்த உயரத்திற்குச் செலுத்த ஏற்ற ஒரு பம்பியை அதன் செயல்பாட்டு முறைபுடன் விளக்குக.
17. ஒரு திரவத்தினுள்ளிருக்கும் ஒரு புள்ளியில் அழுக்கம் அப்புள்ளி திரவ மட்டத்திலிருந்து உள்ள ஆழத்தைப் பொறுத்தது எனக்காட்ட ஒரு

பரிசோதனையை விளக்குக. கிணற்றுள்ளிருந்து நீரை வெளியேற்றத் தகுந்த ஒரு பம்பியை விளக்கி அதன் செயல்பாட்டையும் கூறுக?

18. ஒரு திரவம், அதனுடைய மேற்பரப்பிலிருந்து உள்ளேயுள்ள ஒரு புள்ளியில் அழுக்கத்தை விளைவிக்கிறதென எவ்வாறு காட்டலாம். திரவவழுக்கத்தைச் செயல்படுத்தும் ஒரு பொறியினை விளக்கி அதன் வேகவீதத்தையும், வினைத்திறனையும் எவ்வாறு காண்பிரெனவும் விவரிக்க?
19. போயிலின் விதியைக் கூறுக. ஒரு வழுவள்ள பாரமானி மேலே சிறிய வளியையுடையது. உண்மையான பாரமானியுயரம் 76 ச. மீ. எனவிருக்கையில், அது 74 ச. மீ. ஐக் குறித்தது. அதுபோது இரசத்தின் மேல்வெளி 10 க. ச. மீ. இரசத்தின் மேல்வெளி 8 க. ச. மீ. எனவும் கருவி 74.5 ச. மீ. எனவும் குறிக்கையில் உண்மையான பாரமானியுயரமென்ன? (விடை: 77 ச. மீ.)
20. ஓர் இரசப்பாரமானியை எவ்வாறு அமைக்கலாமென விளக்குக? இரசநிரலைக் குறிக்கும் அளவுகோல் என் செங்குத்தாயிருக்கவேண்டும். குழாயின் ஈரமிருந்தால் அது எவ்வாறு பாரமானியின் வாசகங்களைப் பாதிக்கின்றது. இரசத்தின் தன்வீர்ப்பு 13.6 எனவும், பாரமானியினுயரம் 760 மி. மீ. எனவுமிருக்கையில், வளிமண்டலவழுக்கத்தை ஒரு சதுர ச. மீ.க்கு கிராம் நிறைபிற காண்க? (விடை: 1033.6 கி நிறை/சதுர ச. மீ.)
21. போயிலின் விதி வளிக்குப் பொருந்துமென வாய்ப்புப்பார்க்கும் பரிசோதனையை விளக்குக. 8 சதுர அங். குறுக்குவெட்டுமுகப் பரப்புடைய ஓர் உருளையைக் கொண்டுள்ள ஒரு வெளிப்படுத்து பம்பியின் அடிப்பின் நீளம் 1 அடி. அது வளிமண்டலவழுக்கத்தில் 144 கன அங். வளியைக்கொண்டுள்ள ஒரு பாத்திரத்துடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. முதலாவது இரண்டாவது வெளிப்படுத்தும்பின் பின் பாத்திரத்திலுள்ள வளியினமூக்கத்தைக் காண்க? முதலாவது வெளிப்படுத்தும்பின் பின்பு ஆடுதண்டை நிலையில் வைத்திருக்க என்ன விசை பிரயோகிக்கப்பட வேண்டும். (வெப்பநிலையில் மாறுதலில்லையெனவும், வளிமண்டலவழுக்கம்=15 இரு. நிறை/சதுர அங். எனவும் அனுமதிக்க.) (விடை: 12; 9.6 இரு. சதுர அங்: 9 இரு. நிறை)
22. வளிமண்டலவழுக்கம், அழுக்கம் இவற்றைத் தெளிவாக மாறுபடுத்தி விளக்குக. ஓர் எளிய பாரமானி எவ்வாறமைக்கப்படுகின்றது. ஓர் எளிய இரசப்பாரமானியின் சிறிது வளியிருக்கின்றது. உண்மையான பாரமானியுயரம் 77 ச. மீ. எனவிருக்கையில் அது 76 ச. மீ. ஐக் குறிக்கின்றது. இரசப்பாத்திரத்தின் இரசத்திலிருந்து குழாயினுட்புற உயரம் 85 ச. மீ. வலுவள்ள பாரமானி 75 ச. மீ. ஐக் குறிக்கும் போது உண்மையான பாரமானியுயரமென்ன? (வெப்பநிலை, நிலையாயிருக்கின்றது) (விடை: 75.9 ச. மீ.)

23. ஓர் இரசப்பாரமானியை விளக்கி அது எவ்வாறு வளிமண்டலத்தின் அழுக்கத்தையளக்கின்றதென விவரிக்க. இரசப்பாரமானியையும், ஒரு திரவமில் பாரமானியையும் ஒப்பிடுக?

24. தன்வீர்ப்பிற்கு வரைவிலக்கணம் வகுத்து ஒரு திரவத்தின் தன்வீர்ப்பை அதன் அடர்த்தியிற் குறிக்கும் ஒரு கோவையைப் பெறும் எயரினாய் கருவியை விவரித்து அது எவ்வாறு ஒரு திரவத்தின் தன்வீர்ப்பைக் காண உபயோகிக்கப்படுகின்றதென விவரிக்க? அத்தகைய ஒரு பரிசோதனையில் மீதைல் சேர் மதுசாரமும், நீரும் உபயோகிக்கப்பட்டன. நீர்நிரலின் உயரம் 11.6 ச. மீ. மீதைல் சேர் மதுசாரத்தின் நிரலின் உயரம் 14.5 ச. மீ திரவத்தின் தன்வீர்ப்பைக் காண்க? நீர்நிரலினுயரம் 15 ச. மீ. என மாற்றப்பட்டால் மதுசார நிரலின் உயரம் எவ்வளவு? (விடை: 0.8; 18.75 ச. மீ.)

25. போயிலின் விதியைக்கூறி வளிக்கு அதை வாய்ப்புப்பார்க்கும் ஒரு பரிசோதனையை விவரிக்க? ஒரு சுமாரான அகன்ற உறுதியான சுவர்களையுடைய குழாயொன்று உருளைவடிவினதாய் மேன் பூனை மூடப்பட்டதாயுள்ளது. அதன் நீளம் 2 அடி. அதன் திறந்த கீழ்பூனை ஓர் ஆற்றின் நீருள் ஆற்றுப்படுக்கையின் தரைபைத் தொடுவரை அது அழுக்கப்பட்டு வெளியேயெடுக்கப்பட்டபோது அதனுள் 7½ அங். உயரத்திற்கு நீர் நிரம்பியிருந்ததாக அறியப்பட்டிருந்தது. ஆற்றின் ஆழமென்ன? (ஆற்று நீரின் மேற்பரப்பின்மீதுள்ள அழுக்கத்தை 33 அடி நீரால் விளைவிக்கப்படும் அழுக்கத்திற்குச் சமமெனக் கொள்க)

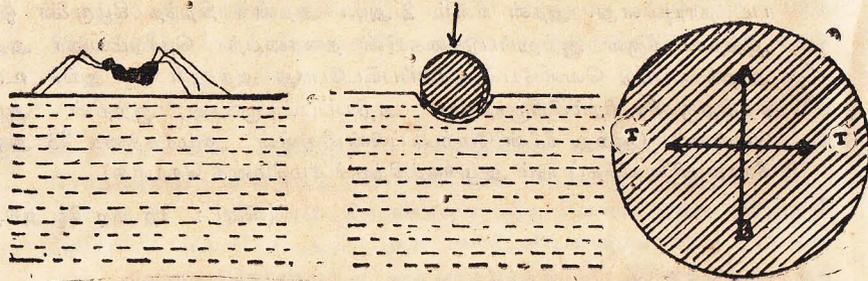
(விடை: 15 அடி 7½ அங்.)

## அத்தியாயம் 9

### மேற்பரப்பினிழுவிசை - சவ்வுபரவல் - மீள்சத்தி

காற்பந்தொன்றின் தோற்றைப் காற்றாதப்பட்ட பொழுது அத்தோற் பையின் மேற்பரப்பு, இழுவிசை அல்லது விகாரத்திற்குட்பட்டிருக்கின்ற து. மேற்பரப்பிலுள்ள விசைகளை, மேற்பரப்பின் இழுவிசைகள் என வழைக்கலாம். தோற்பையில் ஒரு வெட்டையுண்டாக்கினால், அவ்வளியிடைவெளியிலிருந்து, முன்பு சமநிலையிலிருந்த விசைகளின் தாக்கத்தினால் திரவியம் இழுபடுகின்றது.

மேற்பரப்பினிழுவிசை நீர்போன்ற ஒரு திரவத்தின் மேற்பரப்பின் மீதும் தொழிற்படலாம். ஒரு நீர்மேற்பரப்பின் மையத்தையெடுத்துள்ள தாக் நாம் கருதும் AB என்ற கோட்டின் இருபுறங்களிலும் T என்ற விசை இவ்வாறே தொழிற்படுகின்றது. (படம் 101) (அ). ஒரு முகவை நீரின்மையம் M இல் மேற்பரப்புத் தளமானது. ஆனால் ஓர் Eஇல் மேற்



படம் 101 (அ)

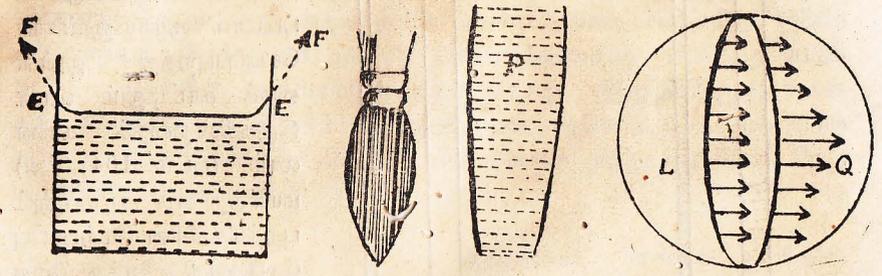
படம் 101 (ஆ)

படம் 101 (இ)

பரப்பினிழுவிசை F, Mஇல் உள்ளதுபோன்று எதிர். மேற்பரப்பினிழு விசையால் சமன்படுத்தப்படும்போது நீர் கண்ணாடியின்மேல் சிறிது இழுக்கப்படுகின்றது. (படம் 102) (அ)

**மேற்பரப்பினிழுவிசையின் விளைவுகள்:** நீர்ச்சிலந்தியெனப்படும் ஒரு பூச்சி நீர்ப்பரப்பின்மீது நடக்கின்றது. நெய்பூசப்பட்ட ஓர் ஊசி மிகவும் நிதானமாக நீர்ப்பரப்பின்மீது வைக்கப்பட்டால் - அது மேற்பரப்பிலே தாங்கப்பட்டு மிதக்கின்றது. (படம் 101 (அ,ஆ) இவ்வுண்மைகள் நீரின் மேற்பரப்பு நீட்டப்பட்ட மீள்சத்தியுடைய ஒரு தோல்போல நீரை மூடியுள்ளது என வலியுறுத்துகின்றன. நீர்க்குழாயின் வாயிலிருந்து உண்டாகும் நீர்த்திவலையொன்று விழும்பொழுது கோளவடிவத்தைப் பெறுகின்றது. அது நீர் ஒரு தோலால் மூடப்பட்டுள்ளதோவென ஐயுறு

மாறு செயல்படுகின்றது. ஒரு மேசையின்மீதுள்ள இரசத்தின் சிறு

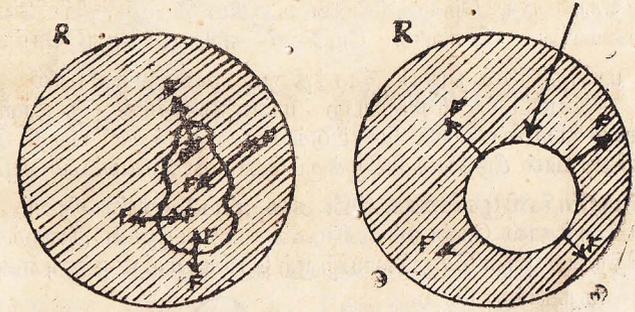


படம் 102 (அ)

படம் 102 (ஆ)

படம் 102 (இ)

துணிக்கைகள் ஒன்றுசேர்ந்து ஒரு கோளமாகின்றன. ஒரு துடைப்பம் ஈரமாயிருக்கையில் அதன் மயிர்கள் ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக்கொள் ளுகின்றன. மயிர்களின்மீது மேற்பரப்பினிழுவிசை செயல்படுவதால் இது நிகழுகின்றது. (படம் 102 (ஆ) ஒரு சோப்புக்குமிழி தனது கோள வடிவினை மேற்பரப்பின்மீது செயல்படும், மேற்பரப்பினிழுவிசை ஓடுதலை வைத்திருக்கின்றது. படம் 102 (இ) அத்தகைய ஒருவிசைத் தொகுதியைக் குறிக்கின்றது. ஓர் உலோக வளையின்மீது பரப்பப்பட்ட ஒரு சோப்புப் படலத்தின்மீது, ஓர் இழையை மிகவுந் நிதானமாக வைத்து மேற்பரப்பி



படம் 103 (அ)

படம் 103 (ஆ)

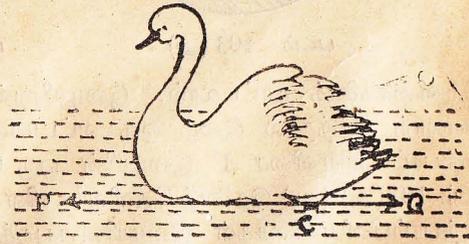
னிழுவிசைகளைத் காட்டலாம். இழையினுள் இருக்கும் படலத்தை ஒரு கோலாற் கிழித்தால் இழை ஒரு வட்டமான வடிவத்தைப் பெறுகின்றது. மேற்பரப்பினிழுவிசை F இழையின் ஒரு பக்கத்தே தொழிற்படுகின்றது. படம் 103(அ) (ஆ) இதனைத் தெளிவாக விளக்குகின்றது. படம் 103(ஆ)இல் மேற்பரப்பினிழுவிசைகள் இழையினிருபுறத்தே சமநிலையில் உள்ளன.

**மயிர்த்துளைக்குழாய்:** சிகவும் நுண்ணிய துளையுடைய ஒரு மயிர்த்

துளைக்குழாய் அதனுட்புறம் நனைக்கப்படுமாறு நீரின்னை வைக்கப்பட்டுப் பின் வெளியேயெடுக்கப்பட்டால் குழாயினுள் நீர் வெளிப்புறத்திலுள்ளதைக் காட்டிலும் உயர இருக்கின்றதைக் காணலாம். (படம் 104) (அ) மயிர்த்துளைக் குழாயினுட்புறத்தே நீரின் மேற்பரப்பு மேலேக்கி வளைந்து, மேற்பரப்பினிழுவிசை நீரைக் குழாயுள் மேலேக்கியிழுத்து வைக்கின்றது. குழாய் ஒடுங்கியதாயிருக்கையில் நீரின் மட்டம் உயர்ந்ததாயிருக்கும். இந்நிகழ்ச்சி மயிர்த்துளைத் தன்மையின் விளைவினாலேற்படுகின்றது. இது பல செயல்முறைப் பிரயோகங்களை யுடையது. சாதாரண மையொற்றுத்தாள் மயிர்த்துளைக் குழாய்களைப்போலச் செயல்படும் பல நுண்ணுகளைப் பெற்றுள்ளமையின் மையை உறிஞ்சுகின்றது. மண்ணின் சிறிய துவாரங்களினூடாக மயிர்த்துளைத் தன்மையின் விளைவாக நீர் உறிஞ்சப்படுகின்றது. ஒரு மெழுகுதிரியின் உருகிய மெழுகு, திரியிலே மயிர்த்துளைத்தன்மையின் விளைவாக மேலேறி எரிதலுக்குத் தவி செய்கின்றது.

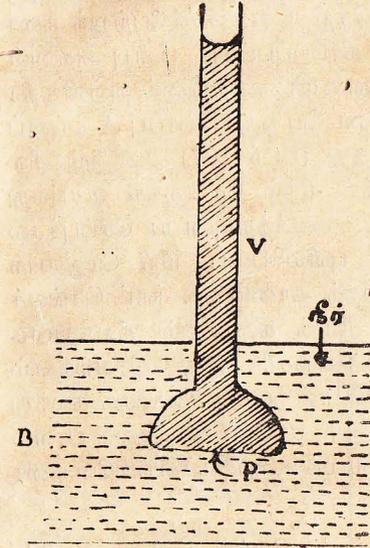
ஒரு மயிர்த்துளைக்குழாய் இரசத்தினுள் வைக்கப்பட்டால் குழாயுள் ளிருக்கும் இரசமட்டம் வெளிப்புற மட்டத்தைவிடத் தாழ்ந்திருக்கும். கண்ணாடியின் பக்கங்களிலே தோட்டுக்கொண்டிருக்கும் பகுதி மேற்பரப்பின் இழுவிசையால் கீழ்நோக்கியிழுக்கும்பொழுது இரசமட்டம் கீழிருக்கும்.

மேற்பரப்பினிழுவிசைகளின் கறைப்படுத்தல்: திரவம் கறைப்படுத்தப்பட்டிருந்தால் மேற்பரப்பினிழுவிசையின் பருமன் குறைக்கப்படும். இவ்வளைவிற்றங்கியுள்ள செல்லுலோயிற்றூற் செய்யப்பட்ட ஓர் அன்னம் நீரின் மீது மெதுவாக நகர்ந்து செல்லுகின்றது. அன்னத்தினடிப்புறத்திலே யமைக்கப்பட்டுள்ள சிறிய மெழுகுத்துண்டு C நீரைக் கறைப்படுத்துகின்றது. இது நீரின் மேற்பரப்பினிழுவிசையைக் குறைக்க P, Q என்ற சமனற்ற விசைகள் நீர்ப் பரப்பின்மீது



படம் 105

தொழிற்படுகின்ற P, என்ற விசை Qஐவிடப் பெரிதானமையின் அன்மை முன்னோக்கிச் செல்லுகின்றது. (படம் 105) கறைப்படுத்தலின் விளைவை மேலும் ஒருமுறையாற் செய்துகாட்டலாம். நீரின்மீது, இலைக் கப்போடியந்தூளைத் தூவி முன்பே சோப்புக்கரைசலில் அமிழ்த்தியெடுக்கப்பட்ட கோலின் நுனியாற்றெட்டால் தோட்ட இடத்திலிருந்து துகள்கள் கோலிலிருந்து விலகிச் செல்லுகின்றன. ஏனெனில், கறைப்படுத்தப்பட்ட பகுதியின் நீரின் மேற்பரப்பினிழுவிசை சுத்தமான நீரின் மேற்பரப்பினிழுவிசையைவிடக் குறைந்ததாகும்.

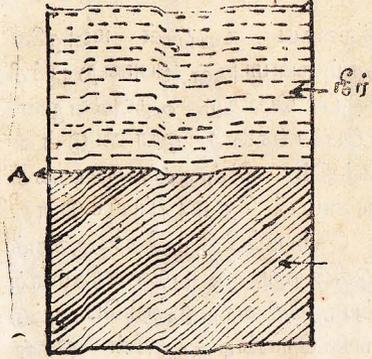


படம் 106

இத்தகைய நயங்கள் மனிதனை வருத்தும் நுளம்புகள், போன்ற பூச்சிகளுக்குப் பெரிதும் உதவுகின்றன. நுளம்பெச்சங்களைக் கொண்டுள்ள தடாகத்தின் நீர்ப்பரப்பு ஒருவகை எண்ணெயால் தெளிக்கப்படும்போது நீரின் மேற்பரப்பினிழுவிசை குறைக்கப்படுகின்றது. நுளம்பின் எச்சம் நீரினடிப்புறத்தே சுவாசிக்கும்பொருட்டுத் தொங்கிக்கொண்டிருத்தலின் இதன் விளைவாகத் தங்களை தாங்கமுடியாது போகவே, அவை மடிந்தொழுகின்றன.

சவ்வுபுரவல்: ஒரு நீண்ட திறந்த குழாய் V அதனடிப்புறத்தே காசித்தோலாற் கட்டப்பட்டு சர்க்கரைக் கரைசலால் நிரப்பப்பட்டு நீர் நிரம்பிய ஒரு முகவை Bஉள் வைக்கப்பட்டால் Vஇன் உட்புறமுள்ள திரவமட்டம் உயருகின்றது. (படம் 106) நீர்க்கரைசலினுள், காசித்தோல், Pஇன் ஊடாக நுழைந்திருக்கின்றது. நீரின் பாய்ச்சல் ஒரு சிறிது நேரத்தில் நின்றுவிடுகின்றது. Vஇன் திரவமட்டமும் நிலையாக நின்றுவிடுகின்றது. இப்பரிசோதனை முதன் முதலில் 1770இல் செய்யப்பட்டது. இது, நீர் காசித்தோலினூடாக எளிதில் செல்லுகின்றது, எனக் காட்டுகின்றது. எனினும், முகவை Bஇனுள்ள நீரைச் சோதித்தால் சர்க்கரையைக் காணமுடியாது. எனவே, சர்க்கரை காசித்தோலினூடு செல்லாதென்பது தெளிவு காசித்தோலினூடு நீரின் தானேபாயுமியல்பு சவ்வுபுரவல் என்னும் தோற்றப்பாட்டின் ஒரேடுத்துக்காட்டாகும்.

காசித்தோல், அரைப்பங்கூடு செல்லவிடுகின்ற மென்றகடு, எனப்படும் ஒரு ஸ்டியராகும். கரைபொருளையன்றி (106ஆம் படத்தில் சர்க்கரை) கரைதிரவத்தை (106ஆம் படத்தில் நீர்) செல்லவிடும் எப்பொருளும் இப்பெயுரைப் பெறுகின்றது. அனேகம், தாவரங்கள் வேர்முனையிலிருக்கும் வேர்கலன்களினூடே நீரைச் சவ்வூடுபரவல் நிகழ்ச்சியாற் பெறுகின்றன. மூலத்த உடலும் திரவங்களை ஒருபகுதியிலிருந்து மறுபகுதிக்கு இடம் மாற்ற, இத்தகைய அரைப்பங்கூடு செல்லவிடுகின்ற மென்றகடுகள் பலவுள்.



படம் 107

**பரவல்:** B என்ற முகவையின் ஒரு பகுதி, செறி செப்புச்சல்பேற்றுக் கரைசலால் நிரப்பப்பட்டுப் பின்பு அதனுள் நீரை நிரப்பாமலான ஊற்றினால் அவ்விருதிரவங்களிடையே ஒரு பிரிபரப்பு A காணப்படுகின்றது. (படம் 107). எனினும், சில நாட்களில் நிறம் மேலேக்கி உயர்ந்து நீரைவிட அடர்த்தியுடைய செப்புச்சல்பேற்று புவிசீர்ப்பை மீறி மேலுயர்ந்துள்ளதைக் காணலாம். நாட் செல்லச் செல்ல முழுக் கரைசலும் நிலநிறமாக மாறிவிடுகின்றது. இரு திரவங்களும் ஒன்றோடொன்று மிக நன்றாகக் கலந்து

விட்டன. செப்புச்சல்பேற்றினதும், நீரினதும் தானே கலத்தல் பரவல் எனப்படும். செப்புச்சல்பேற்றுக்கள் நீர் மூலக்கூறுகளைப்போலவே கரைசலில் இயங்கிக்கொண்டிருக்கின்றன.

வாயுக்களின் மூலக்கூறுகளும் இயக்கம் பெற்றிருக்கின்றமையின் ஒன்றுக்கொன்று பரவுகின்றன. இரசாயனப் பரிசோதனைச்சாலையில் தொலைவில் வரும்போதே நாற்றமுடைய ஐதரசன் சல்பைட்டு வாயுவை நாம் முகருகின்றோமல்லவா? இது பரவலின் விளைவே. ஐதரசன் நிரம்பியுள்ள வாயுச்சாடியின்மீது அடர்த்தியுள்ள ஓட்சிசன் நிரம்பியுள்ள வாயுச்சாடியைக், கவிழ்த்தாற் சிறிது நேரத்தில் புவிசீர்ப்புவிசையையும், மீறி ஐதரசன் மேலெழுந்து ஓட்சிசனுடன் கலக்கின்றது. ஈயும், தங்கம் போன்ற உலோகத்தின்மங்களும் சிறப்பாக வெப்பப்படுத்தும்போது பரவுகின்றன. ஆனால் திண்மங்களில் இவ்விளைவு திரவங்கள், வாயுக்கள் ஆகியவற்றிலுள்ள விளைவுகளைக்காட்டிலும் மெதுவாகவே நிகழுகின்றது.

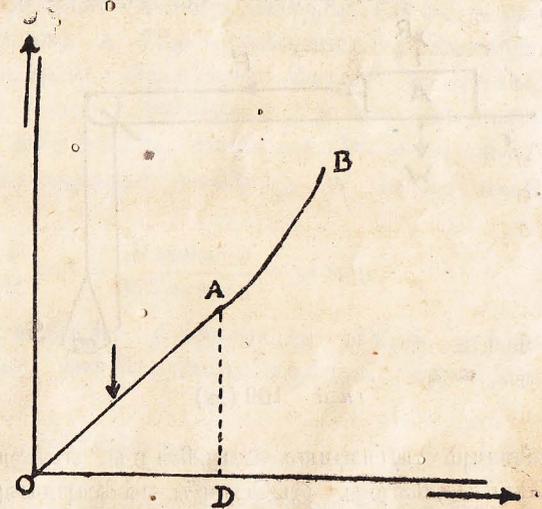
**கம்பிகளின் ஈர்ப்பு-ஊக்கின்விதீ:** பாலங்களைக் கட்ட உருக்கு உபயோகப்படுத்தப்படுமுன் அவ்வுலோகம் பரிசோதனைகளுக்குட்படுத்தப்

படுகின்றது. அவற்றுள் முக்கியமான பரிசோதனை கம்பியை ஈர்க்கும் விசைகளைப்பற்றியது. ஏனெனில், பாலங்கள் சடுதியான தகைப்புக்களுக்குட்படுகின்றன. இவற்றைப் பாலங்கள் தாங்கவேண்டும். ஆதலின் இத்தகைய சோதனைகள் மிக முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை.

அத்தகைய சோதனைகளில் நிறைகள் படிப்படியாக கம்பியின் ஒரு முனையிறொங்கவிடப்பட்டு நீட்சிகள் அவதானிக்கப்படுகின்றன. ஓர் எல்லைவரை கம்பி சிறிய நீளங்களினூடே ஈர்க்கப்படுகின்றது. உ-ம்: 1கி.கி. நிறை  $\frac{1}{2}$  மிமீ.ஐயும், 2, 3 கி. கி. / நிறைகள் 1,  $1\frac{1}{2}$  மிமீ.ஐயும் முறையே பிறப்பிக்கும். நீளவிரிவின் வரைப்படம் சுமைக்கெதிராகக் குறிக்கப்படின் ஒரு நேர்க்கோடு பெறப்படுகின்றது. (படம் 108) மேலும் சுமை நீக்கப்பட்டவுடன் கம்பி தனது பழைய நீளத்தையடையும். 108ஆம் படத்தில் OA என்பது நேர்க்கோடு. OAஇன் வழியே கம்பி மீள்சத்தியுடையது போன்று தோன்றுகின்றது. ஊக்கு என்பவர் 1650ஆம் ஆண்டு "ஒரு கம்பியின் நீளவிரிவு மீள்சத்தியெல்லையை மீறுதிருக்கும்வரை இழுவிசை அல்லது பிரயோகிக்கப்பட்ட விசைக்கு விகிதசமமாகும்" எனக் கண்டு பிடித்தார்.

சோதனைக் குட்படுத்தப்பட்ட கம்பியிலே மேலும் நிறைகள் தொங்கவிடப்பட்டால், ஒரு புள்ளியில் நீள விரிவு முன்பிருந்ததை விடப் பெரிதாகி மேலேக்கி வளைய முயலும் AB என்ற பகுதியாற் குறிக்கப்படுகின்றது. மேலும் நிறைகளகற்றப்பட்டால் கம்பி பழையநீளத்தையடையா திருக்கின்றது. இதிலிருந்து கம்பி ஒரு நிலையுள் விகாரத்தைப் பெற்றுள்ளது எனத் தோன்றுகின்றது.

A என்ற புள்ளி, கம்பியின் மீள்சத்தியெல்லையெனப்படும். இப்புள்ளிக்கு அப்பால் கம்பி Oஇல் இருந்து Aவரை காட்டிய மீள்சத்தியைக் காட்டாதொழுகின்றது. ODஇன் அப்பால் நிறைகளைக்கொண்டே



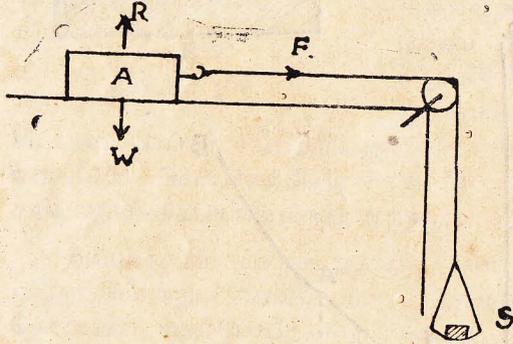
படம் 108

போனால் நீளவிரிவு சடுதியாக அதிகரித்து ஈற்றில் இளகுநிலையையடைந்து அறுந்துவிடுகின்றது. மீள்சத்தியெல்லைக்கப்பால் கம்பிகள் விகாரங்களைப் பெறுவது அபாயமானதே.

**திண்மவுராய்வு:** உராய்வுவிசை நம்மை விழாதுபடி பாதுகாக்கின்ற மையினாலே நாம் நடக்கக்கூடியதாய் இருக்கின்றது. மரங்களிலேற்றப்பட்ட அணிகள் மிகவுயர்ந்த உராய்வு விசைகளினாலேயே பிடித்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. இவ்வாறே உராய்வு உபயோகமானதாயிருக்கின்றது. எனினும் பொறிகளின் உராய்வு வலுக்குறைவானதே. சத்தியினொரு பகுதி உராய்வைமீறத் தொழிற்படுகின்றமையின் பொறிக்குக் குறைவான சத்தியே கிடைக்கக்கூடியதாகின்றது.

ஒரு பரப்பின்மீது உங்கள் விரலை நகர்த்தினால் நீங்கள், உடனே “உராய்வு இயக்கத்தை எதிர்க்கின்றது” எனவுணரலாம். மேற்பரப்பு எவ்வளவு அழுத்தமாகத் தோன்றினாலும் மேடுபள்ளங்களின் சமச்சீரின்மையினாலே இது விளைகின்றது என்பதை நாமறிவோம்.

**உராய்வுக்குணகம்:** இரு மரக்குத்திகள் அல்லது பரப்புக்களின் இடைப்பட்ட உராய்வுவிசை  $F$  ஐ அறிய  $A$  என்ற மரக்குத்தியை மேடை



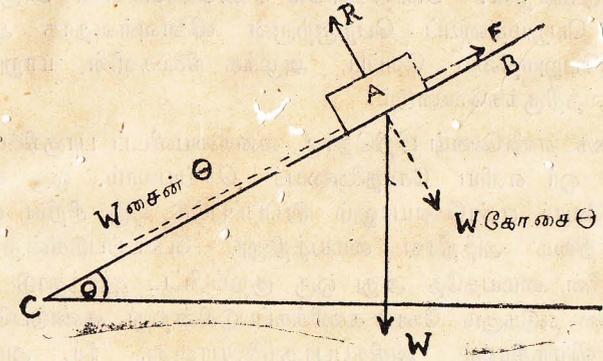
படம் 109 (அ)

மீது வைத்து அதை ஒரு கப்பியின்மீது சென்று ஒரு முனையிற்றாசுத் தட்டையுடைய ஒரு கயற்றூ விணைக்கப்படுகின்றது. படம் 109 (அ)  $A$  நகராதிருக்கையில் உராய்வு விசை  $A$  இன் இழுவிசைக்குச் சமன். முதலிலே தராசுத் தட்டின்மீது  $(S)$  படிப்படியாக நிறைகள் போடப்படுகையில்  $A$  நிலையாயிருக்கின்றது. உராய்வு

விசையும் ஷட்ப்படியாக உயருகின்றது. எனினும் ஒரு நிலையில்  $A$  நகரத் தொடங்குகின்றது. இப்பொழுது எல்லையுராய்வுவிசை  $F$  பெறப்படுகின்றது. தராசுத்தட்டினதும், போடப்பட்ட நிறையினதும் பெறுமதிகள் குறிக்கப்படுகின்றன. பரப்பினால்  $A$  இன்மீது செங்குத்தாக விளைவிக்கப்படும் விசை செங்குத்தானவெதிர்த்தாக்கம்  $R$  எனப்படும். இது  $A$  இன் நிறையாகிய  $W$  இற்குச் சமன்.

$A$  இன்மீது நிறைகளையடுக்கி  $R$  ஐ உயர்த்தி புதிய எல்லையுராய்வுவிசை

$F$  கவனிக்கப்படுகின்றது. அளவீடுகளிலிருந்து  $\frac{F}{R} = \mu$  ஒரு மாறிலி  $\mu$  என்பது பெறப்படுகின்றது. இம்மாறிலி இருபரப்புக்களினிடையேயுள்ள, நிலையுராய்வுக்குணகமெனப்படும்.



படம் 109 (ஆ)

உராய்வுக்குணகம்  $\mu$  ஐக்காண  $A$  என்ற பொருளை  $CB$  என்ற ஒரு சாய்தளத்தில் வைத்து தளத்தை  $A$  கீழே நழுவுவ்வரையுயர்த்தவேண்டும். படம் 109 (ஆ)  $CB$  கிடையுடன் பிறப்பிக்கும் கோணம்  $\theta$  அளக்கப்படுகின்றது.  $\mu = \tan \theta$  என்ற உறவிலிருந்து  $\mu$  ஐ நாம் பெறலாம். இவ்வுறவைப்பெற நாம் தளத்தின்மீது சமநிலைக்கு  $W$  சைன்  $\theta = F$  எனவும், தளத்திற்குச் செங்குத்தாகச் சமநிலைக்கு  $W$  கோசை  $\theta = R$  எனவும் அறிகிறோம்.

$$\therefore \frac{F}{R} = \mu = \frac{W \text{ சைன் } \theta}{W \text{ கோசை } \theta} = \tan \theta$$

**திண்மவுராய்வின் விதிகள்:** திண்மவுராய்வு விதிகள் நூற்றுக்கணக்கான வருடங்களுக்கு முன்பேயறியப்பட்டிருந்தன. அவை வருமாறு கூறப்படுகின்றன.

- (1) உராய்வு இயக்கத்தை எதிர்க்கின்றது.
- (2) இரண்டு குறிக்கப்பட்ட பரப்புகளுக்கு  $\frac{F}{R}$  என்ற விகிதம் ஒரு மாறிலி. இங்கு  $F$  என்பது எல்லையுராய்வுவிசை.  $R$  என்பது செங்குத்தான எதிர்த்தாக்கம்.
- (3) ஒரு குறிப்பிட்ட பொருளுக்கு எல்லையுராய்வுவிசை, மேற்பரப்புடன் தோடும் பரப்பிற்றங்கியீடுக்காது.

திரவவுராய்வு அல்லது பாகுநிலை: இயங்குந் திரவங்களிலே யுள்ள உராய்வுவிசைகள் பாகுநிலையென்ற தலைப்பின்கீழ் ஆராயப்படுகின்றன. இது உராய்வு நீக்கலிலே ஒரு முக்கிய பணியையாற்றுகின்றன. இவ்வுராய்வு நீக்கல் இல்லாவிடில் உலோகங்கள் ஒன்றோடொன்று உராய்ந்துவிடுகின்றன. பொறிகளிலே எண்ணெய்களின் பாகுநிலை ஒரு குறிப்பிட்ட பெறுமதியைப் பெற்றிருந்து விளைவுள்ளதாக அமையும். அவை இப்பெறுமதியை வெப்ப, அழுக்க நிலைகளின் மாறுபாட்டின் போதும் வைத்திருக்கவேண்டும்.

ஒருவகை எண்ணெய் பிறிதொரு வகையைவிடப் பாகுநிலையானதா வெனவறிய ஓர் எளிய சோதனையைச் செய்யலாம். ஒரு கண்ணாடியுருளை ஒவ்வோர் எண்ணெயாலும் நிரப்பப்பட்டு ஒரு சிறிய உருக்குக் குண்டுபோதிகை அத்திரவ மையத்தினுட்போடப்படுகின்றது. ஒவ்வோருருளையின் மையத்தே அது ஒரு குறிப்பிட்ட தூரத்தாடு உ-ம் 10 ச. மீ. செல்ல எடுக்கும் நேரம் கணிக்கப்படுகின்றது. குண்டுபோதிகை மெதுவாக விழுந்திரவம் அதிகப்பாகுநிலையானது. நீர், அற்ககோல் போன்ற திரவங்களுக்கு ஒரு மயிர்த்துளைக்குழாயினூடு பாயும். நேரம் கணிக்கப்படுகின்றது. பாகுநிலையைக் காணும் பிற பரிசோதனைகள் இந்நூலின் எல்லைக்கப்பாற்பட்டன.

திண்மவுராய்விற்றும், திரவவுராய்விற்றுகுமிடையேயுள்ள சில முக்கிய வேற்றுமைகள் கருத்திற்கொள்ளப்படல் வேண்டும். இரண்டு இயங்கும் திண்மப்பரப்புக்களினிடையேயுள்ள உராய்வுவிசை வேகம் தொடுகையிலுள்ள பரப்பு ஆகியவற்றிற்குங்கியிராது. இரண்டு இயங்கும் திரவங்களினிடையேயுள்ள உராய்வுவிசை ஓரளவிற்கு இயக்கவேகத்திற்குங்கியுள்ளதாயும், பரப்பிற்கு விகிதசமமாயுமுள்ளது.

#### பாழிற்சி

1. நீரின் மேற்பரப்பு ஒரு தோல்போலத் தொழிற்படுகின்றதெனக் காட்டும் மூன்று அன்றாட வாழ்க்கையுதாரணங்கள் தருக?
2. மாறுபட்ட விட்டங்களையுடைய மூன்று கண்ணாடி மயிர்த்துளைக்குழாய்கள் நீருள்ள ஒரு முகவையுள் வைக்கப்பட்டன. இம்மூன்று குழாய்களுள்ளும் உள்ள நீரின் மட்டத்தைக் காட்டும் படங்கள் வரைக. இத்தோற்றப்பாட்டின் பெயரென்ன? ஒரு மயிர்த்துளைக்குழாய் இரசமூள்ள ஒரு முகவையுள்ளே வைக்கப்படும்போதுள்ள இரசமட்டத்தினைக் குறிக்கும் படமொன்றினை வரைக?
3. ஒரு சுத்தமான கிடைக்கண்ணாடித் தட்டின்மீது சிறிது நீரும், இரசமும் வைக்கப்பட்டுள்ளன. இரு திரவங்களின் தோற்றங்களைக் காட்டும் ஒரு படம் வரைக. அவற்றின் தோற்றங்களைப்பெய்வாறு விளக்கலாம்?

4. மையையுலர்த்தும்போது ஒற்றுத்தாளின் செயல்பாட்டை விளக்குக.
5. பசுமைகலந்த மஞ்சள் நிறமூள்ள குளோரின் நிரப்பப்பட்ட வாயுச்சாடியொன்று நிறமற்ற ஐதரசன் நிரப்பப்பட்ட ஒரு சாடியின்கீழ் வைக்கப்பட்டுள்ளது. குளோரின் ஐதரசனைவிடப் பலமடங்கு பாரமானது. ஆனால் சிறிது நேரஞ்செல்ல மேற்சாடி மஞ்சள்நிற வாயுவைப் பெறுகின்றது. இதனை விளக்குக.
6. திரவங்களின் பரவலை விளக்கும் ஒரு பரிசோதனையை விவரிக்க.
7. பாலங்களுக்குரிய உருக்கின்றமாதிரிகள் ஒரு முனையிற் சுமையேற்றப்பட்டு நீளவிரிவுகளையவதானிப்பதாற் சோதிக்கப்படுகின்றன. (1) ஒரு நல்ல மாதிரியில் (2) ஒரு கூடாத மாதிரியில் எவ்விளைவை எதிர்பார்க்கலாம்? உமது விடையை விளக்க வரைப்படங்கள் கீறுக.
8. செங்குருதிக்கலன்கள் நீரில் வெகுவாக விரிவடைகின்றன. ஆனால் உப்புக்கரைசலிற் சுருங்குகின்றன. இது எத்தோற்றப்பாட்டைக் காட்டுகின்றது. அதன் விளக்கம் என்ன?
9. ஒரு கம்பியின் சுமைக்கும், நீளவிரிவுக்குமிடையேயுள்ள உறவை ஒரு வரைப்படத்திற் காட்டுக? உமது வரைப்படவச்சுக்களைப் பெயரிட்டு வளைவு குறிக்கும் சிறப்பியல்புகளைக் கூறுக.
10. சவ்வூடுபரவல் என்பதன் பொருளென்ன? ஓர் உதாரணத்தால் விளக்குக.
11. உராய்வு, பாகுநிலை ஆகியவற்றிற்கிடையேயுள்ள இரு வேற்றுமைகளைக் கூறுக? ஒரு மரக்குத்திக்கும், அதன்மீது நழுவும் ஓர் உலோகக் குத்திக்குமிடையேயுள்ள உராய்வுவிசையை எவ்வாறு காண்டிரென விளக்குக? முதலாவது உலோகக் குத்தியின்மீது பிறிதொன்றை வைத்தால் உமது பெறுபேறுகள் எவ்வாறு தாக்கப்படுகின்றன? 5 இரூ. திணிவுள்ள ஒரு பொருள் ஒரு கிடையான மேற்பரப்பின்மீது வைக்கப்பட்டு அப்பொருளிற்கு 1 இரூ. நிறையுள்ள கிடையான விசை பிரயோகிக்கப்படுகையில், பொருள் நகரத்தொடங்குகின்றது. (1) பொருள் 4 அடி நகர உராய்வுவிசைக் கெதிராகத் தொழிற்படுத்தப்படும் வேலை (2) 2 இரூ. நிறையுள்ள ஒரு கிடையான விசை பிரயோகிக்கப்படும் அப்பொருள் 2 செக்கனிற்கு பெறும் கதி ஆகியவற்றைக் காண்க.  
(விடை: (1) 4 அடி. இரூ. நிறை (2) 12'8 அடி/செக்)
12. ஒரு திரவத்தின் மேற்பரப்பு ஒரு மீள்சத்தியுடைய தோலைப்போலச் செயல்படுகின்றது என்ற கூற்றை விளக்கும் இரு பரிசோதனைகளை விவரிக்க.

முதற்பாகம் முற்றும்

## அனுபந்தம் 1

சிலமுக்கிய சூத்திரங்கள், வரைவிலக்கணங்கள்.

கணியம்	வரைவிலக்கணம்	சூத்திரம்	அலகுகள்
1 வேகம் (V)	$\frac{\text{தூரம்}}{\text{நேரம்}}$	" s t	அடி/செக் ச.மீ/செக் 160மை/மணி = 88அ செக்/
2 வேகவளர்ச்சி (f)	$\frac{\text{வேகமாற்றம்}}{\text{நேரம்}}$	v-u t	அடி/செக் <sup>2</sup> ; ச. மீ./ செக் <sup>2</sup> (g=32அடி/ செக் <sup>2</sup> அல்லது 980 ச. மீ/செக் <sup>2</sup> )
3 விசை (P)	திணிவு X வேகவளர்ச்சி.	m f	இருத்தலி. இரு. நிறை. 132இருத்தலிகள் = 1 இரு. நிறை/தொன். கி. நிறை. 980 தைன்கள்   கி. நிறை
4 வேலை (சத்தி)	விசை X தூரம்	ps	அடி இருத்தலி; அடி. இரு. ஏக்கு சூல்.
5 இயக்கப்பண்புச் சத்தி நிலைப்பண்புச் சத்தி	இயக்கத்தின் விளைவான சத்தி நிலையின் விளைவான சத்தி	$\frac{1}{2} mu^2$ mgh.	} வேலையின் அலகுகளைப் போன்றவை
6 திணிவு வேகம்	திணிவு X வேகம்	mv.	
7 விசையின் பிரித்த பகுதி	விசை X கோணத்தின் கோசைன்	P கோசைன்	விசையினதைப் போன்றது.
8 விசையின் திருப்பு திறன்	விசை X செங்குத்துத் தூரம்	—	
9 பொறிமுறை நயம் (பொ B)	$\frac{\text{சுமை}}{\text{வலு}}$	W P	
10 வேக விசுதம் (வே. வி)	ஒரு செக்கனில் விசை கடக்கும் தூரம் ஒரு செக்கனில் விசை கடக்கும் தூரம்	—	
11 வினைத்திறன்	பொறியிடமிருந்து பெறப்படும் வேலை பொறியிடம் செழிப்படுத்தப்படும் வேலை	X 100%	$\frac{\text{பொ. ந}}{\text{வே. வி}} \times 100\%$
12 அடர்த்தி (d)	$\frac{\text{திணிவு}}{\text{கனவளவு}}$	M V	இரு/க. அடி; கி/க ச
13 தன்னீர்ப்பு (s)	ஒரு பொருளின் நிறை அப்பொருளின் கனவளவிற்குச் சமமான நிறை		
14 அழுக்கம் (p)	ஓரலகு பரப்பின்மீது தொழிற்படும் விசை.	hd.	இரு. நிறை/ ச. அடி; தொன் ச. ச. மீ

## அனுபந்தம் 2

கலைச்சொற்கள்

அகேற்று	Agate
அச்சாணி	Axle
.. சில்லும்	Wheel and Axle
அச்சு	Axis
அடி	Ease
அண்ணளவு	Approximation
அலகு	Unit
.. அடிப்படை	Fundamental
.. திட்டம்	System of Unit
.. வழி	Derived Unit
அழுத்தமான	Smooth
ஆக்கியிட்சு	Archimedes
ஆய்கருவி	Apparatus
ஆய்வுகூடம்	Laboratory
ஆழ்மணி	Diving bell
இடஞ்சுழி	Anti or Counter clockwise
இடுக்கிமானி	Callipers
.. வழக்கி	Slide callipers
இணைகரம்	Parallelogram
.. வெக	Parallelogram of Velocity
இயக்கம்	Motion
இயக்கப் பண்புச்சத்தி	Kinetic energy
இயக்கவிசையியல்	Dynamics
இரேடியோ	Radio
இறப்பர்	Rubber
இருத்தலி	Poundal
இருத்தல்	Pound
இழிவேண்ணிக்கை	Least count
ஈலியம்	Helium
உதைப்பு	Thrust
.. மேல்	Up thrust
உணர் திறன்	Sensitivity

உருளை	Cylinder
உறவு	Relation
உறுதி நிலை	Stability
உறுதிச் சமநிலை	Stable equilibrium
உறுதியில் சமநிலை	Unstable equilibrium
உற்பத்தி	Origin
உவெசுத்தன்	Weston
ஊசல்	Pendulum
,, தனி	Simple Pendulum
எதிர்	Opposite
எதிர்ந்தாக்கம்	Reaction
ஏக்கு	Erg
ஏந்தி	Stirrup
ஏயர்	Hare
ஏயரிடைய்கருவி	Hare's Apparatus
ஐதரசன்	Hydrogen
ஒலியியல்	Sound
ஒளியியல்	Light
கதி	Speed
கத்தியோரம்	Knife edge
கனக்குத்தி	Cube
கனவளவு	Volume
கணியம்	Quantity
கப்பி	Pulley
,, தொகுதி	System of Pulleys
கடிகாரம்	Clock
,, நிறுத்தல்	Stop clock
காலம்	Period
,, அலைவு	Period of Oscillation
காவற்கோடு	Safety line
கிடை	Horizontal
கிராம்	Gram
கிலோக்கிராம்	Kilogram
கிலோமீற்றர்	Kilometer
கூம்பு	Cone
கூறு	Component

கோசைன்	Cosine
கோணம்	Angle
கோளம்	Sphere
கோளமானி	Spherometer
சதமீற்றர்	Decameter
சதமீற்றர்	Centimeter
சத்தி	Energy
,, இரசாயன	Chemical energy
,, ஒலி	Sound
,, ஒளி	Light
,, பொறிமுறை	Mechanical
,, வெப்ப	Heat
,, மின்	Electric
சமநிலை	Equilibrium
,, உறுதி	Stable equilibrium
,, உறுதியில்	Unstable
சமாந்தரம்	Parallel
சரிவகம்	Trapezium
சாவணம்	Forceps
சாய்வகம்	Rhombus
சூத்திரம்	Formula
செங்குத்து	Perpendicular
செவ்வகம்	Rectangle
சைன்	Sine
தக்கை	Cork
தத்துவம்	Principle
தடிப்பு	Thickness
தடுப்பு	Brake
தராசு	Balance
,, துலா	Beam of a balance
,, வில்	Spring balance
தளம்	Plane
,, கிடை	Horizontal plane
,, சாய்	Inclined
,, நிலைக்குத்து	Vertical
தன்னிரப்பு	Specific gravity

நன்னீர்ப்புப் போத்தல்	Specific gravity bottle
தாக்கம்	Action
தாங்கி	Stirrup
தாஞ்சன்	Tangent
திணிவு	Mass
,, வேகம்	Moment
திருகு	Screw
திருகாணிதிருப்பி	Screw driver
திருகாணிமாணி	Screw gauge
திருப்புதிறன்	Moment
திரவமில்பாரமானி	Aneroid barometer
தீராந்தி	Girder or beam
தைன்	Dyne
தொன்	Ton
தொடுகோடு	Tangent (of a Curve)
தொலைப்பார்வை	Television
தோட்டப்புத்தி	Garden Syringe
நகல்	Copy
நிலைப்பண்புச்சத்தி	Potential energy
நிலையியல்	Statics
நிறைப்பெட்டி	box of weight
நீர்நிலையியல்	Hydrostatics
நீர்வலு	Water power
நீரியலமுத்தி	Hydraulic press
,, பிரமாவின்	Bramah press
நெம்புகோல்	Lever
பக்கம்	Side
பச்சையம்	Chlorophyl
பதிவுபன்னி	Gramophone
படலம்	Film
படல ஒலிப்பாதை	film sound track,
பம்பி	Pump
,, ஏற்று	Lift Pump
,, செலுத்து	Force
,, சைக்கிள்	Cycle
பரப்பு	Area

பருமன்	Magnitude
பாரமானி	Barometer
பிளினுச்சற்கோடு	Plimsoll line
பிரயோகம்	Application
புவியீர்ப்பு	Gravity
,, மையம்	Centre of gravity
பூச்சியம்	Zero
பூச்சியவழு	Zero error
பொறி	Machine
பொறிமுறை நயம்	Mechanical advantage
பொருள்	Body
,, சட	Matter
பொயிலின் விதி	Boyle's Law
மட்டமான	Horizontal
மாறல்விதிதம்	Gradient
மாநிலி	Constant
மின்னியல்	Electricity
மின்முலாம் பூச்சு	Electroplating
மின் மோட்டர்	Electric Motor
மின் விளக்கு	Electric lamp
மில்லி மீற்றர்	Millimeter
முதன்மையளவு	Main Scale
முலைவிட்டம்	Diagonal
வட்டம்	Circle
வரைப்படம்	Graph
வரைவிலக்கணம்	Definition
வலஞ்சுழி	Clockwise
வளைகோடு	Curve
,, வேகநேர	Velocity time Curve
வலு	Power
,, பரி	Horse Power
வழுக்கு	Slip
விசை	force
விதி	Law
வினைத்திறன்	efficiency
விட்டம்	diameter

10009

vi

வெற்றிடம்  
வேகம்

மாநு  
வேகத்தேய்வு  
வேகவளர்ச்சி  
வேகவிசிதம்  
வேணியர்

அளவுகோல்

Vacuum  
Velocity  
Constant Velocity  
Deccleration or retardation  
Accelerotion  
Velocity  
Verniar  
Verniar Scale

STARY

