பாடச்சுருக்கம்

- ஒரு பொருள் அல்லது துகள் குறிப்பிட்ட கால இடைவெளியில் ஒரு புள்ளியை ஆதாரமாகக் கொண்டு முன்னும் பின்னும் திரும்ப திரும்ப இயக்கமடைந்தால் அவ்வியக்கம் அலை இயக்கம் அல்லது அதிர்வியக்கம் எனப்படும்.
- தனிச்சீரிசை இயக்கத்திற்கு ஒரு பொருளின்மீது செயல்படும் விசை அல்லது முடுக்கமானது நிலையான புள்ளியிலிருந்து அது அடைந்த இடப்பெயர்ச்சிக்கு நேர்தகவிலும் எப்பொழுதும் அந்நிலைப்புள்ளியை நோக்கியதாக அமையும்.

$$\text{விசை } F_x = -k\,x$$

- இங்கு k என்பது விசை மாறிலி, அதன் மதிப்பு ஓரலகு நீளத்தில் சுருள்வில் உணரும் விசைக்குச் சமம்.
- சீரிசை இயக்கத்திலுள்ள துகள் ஒன்றின் இடப்பெயர்ச்சி, $y = A \sin \omega t$.
- சீரிசை இயக்கத்திலுள்ள துகள் ஒன்றின் திசைவேகம் $v = A\,\omega \cos \omega t = \omega\sqrt{A^2 - y^2}$.
- சீரிசை இயக்கத்திலுள்ள துகள் ஒன்றின் முடுக்கம், $a = \frac{d^2 y}{dt^2} = -\omega^2 y$.
- துகள் ஒன்று ஒரு அலைவை முழுமையாக நிகழ்த்த எடுத்துக் கொள்ளும் காலம் அலைவு நேரம் என வரையறுக்கப்படுகிறது. இதனை T எனக் குறிப்பிடலாம். அலைவுநேரம் $T = \frac{2\pi}{\omega}$.
- ஒரு துகளால் ஓரலகு காலத்தில் ஏற்படுத்தும் அலைவுகளின் எண்ணிக்கை அதிர்வெண் எனப்படும். இது f என குறிக்கப்படுகிறது. இதன் அலகு s^{-1} அல்லது ஹெர்ட்ஸ் கணிதமுறைப்படி அதிர்வெண்ணானது அலைவுக்காலத்துடன் $f = \frac{1}{T}$ எனும் தொடர்பை பெற்றுள்ளது.
- கோணச்சீரிசை இயக்கத்தின் அதிர்வெண் $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{I}}$ in Hz
- n சுருள்வில் தொடர் இணைப்பில் உள்ளபோது சுருள் மாறிலியின் தொகுபயன்

$$\frac{1}{k_s} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3} + \ldots + \frac{1}{k_n} = \sum_{i=0}^{n} \frac{1}{k_i}$$

- n சுருள்வில்கள் பக்க இணைப்பில் உள்ளபோது சுருள் மாறிலிகளின் தொகுபயன்

$$k_p = \sum_{i=1}^{n} k_i$$

- U வடிவக் குழாயில் உள்ள திரவம் அலைவுறும்போது அதன் அலைவுநேரம் $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{2g}}$ விநாடி
- ஆற்றல் மாறா அமைப்பு ஒன்றில் ஒரு பரிமாணத்தில் விசையின் புலமானது நிலையாற்றலில் இருந்து எண்ணியல் முறையில் $F = -\frac{dU}{dx}$ எனப் பெறப்படுகிறது.
- தனிச்சீரிசை இயக்கத்தில் உள்ள துகள் ஒன்றின் நிலை ஆற்றல் $U(x) = \frac{1}{2} m\omega^2 x^2$.
- தனிச்சீரிசை இயக்கத்தில் உள்ள துகள் ஒன்றின் இயக்க ஆற்றல் $KE = \frac{1}{2} m v_x^2 = \frac{1}{2} m\omega^2 (A^2 - x^2)$.
- சீரிசை இயக்கத்தில் உள்ள துகள் ஒன்றின் மொத்த ஆற்றல் $E = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 =$ மாறிலி
- அலைவுகளின் வகைகள் – கட்டற்ற அலைவுகள், தடையுறு அலைவுகள், நிலைநிறுத்தப்பட்ட அலைவுகள் மற்றும் திணிப்பு அதிர்வுகள்
- ஒத்ததிர்வு என்பது திணிப்பு அதிர்வுகளின் சிறப்பு வகையாகும்.

UNIT-10(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 223 10-09-2018 14:49:45

கருத்து வரைபடம்

அலைவுகள்

தனிச்சீரிசை இயக்கம் (SHM)

$F = -kx \quad x = +A \sin\omega t$

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$$

$a = -\omega^2 A \sin\omega t$

$a = -\omega^2 y$

$V = A\omega \cos\omega t$

$v = \omega\sqrt{A^2 - y^2}$

$F = -\frac{dU}{dx}$ — $U = \frac{1}{2}kx^2$

$TE = \frac{1}{2}kA^2$ — $KE = \frac{1}{2}mv^2$

$T = \frac{2\pi}{\omega}$

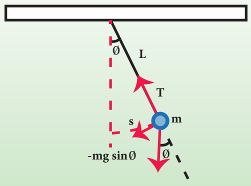
நேர்ப்போக்கு SHM

$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

கோண SHM

$\omega = \sqrt{\frac{\kappa}{I}}$

தனி ஊசல்



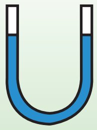
வகைக்கெழுச் சமன்பாடு

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{l}\theta$$

அலைவு நேரம்

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

U – வடிவகுழாய்



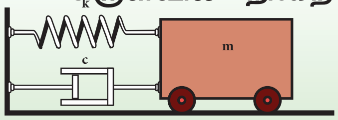
வகைக்கெழுச் சமன்பாடு

$$\frac{d^2y}{dt^2} = -\frac{2g}{l}y$$

அலைவு நேரம்

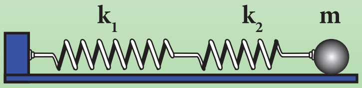
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{2g}}$$

சுருள்வில் –நிறை அமைப்பு



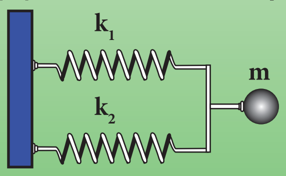
சுருள்வில்கள் இணைப்பு

(1) Series:



$$k_s = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}$$

(2) பக்க இணைப்பு



$$k_p = k_1 + k_2$$

பயிற்சி வினாக்கள்

I. சரியான விடையை தேர்தெடுக்க

1. தனிசீரிசை இயக்கத்தில் ஒரு முழு அலைவிற்கான இடப்பெயர்ச்சிக்கு எதிரான முடுக்கமானது ஏற்படுத்துவது

(model NSEP 2000-01)

(a) நீள்வட்டம்

(b) வட்டம்

(c) பரவளையம்

(d) நேர்க்கோடு

2. சீரிசை இயக்கத்தை மேற்கொள்ளும் துகள், A மற்றும் B என்ற புள்ளிகளை ஒரே திசைவேகத்துடன் கடக்கிறது. A யிலிருந்து B க்கு செல்ல எடுத்துக்கொள்ளும் நேரம் 3 s மற்றும் B யிலிருந்து A க்கு செல்ல மீண்டும் 3 s எடுத்துக்கொள்ளுகிறது எனில் அதன் அலைவுநேரம்.

(a) 15 s (b) 6 s

(c) 12 s (d) 9 s

3. புவியின் மேற்பரப்பில் உள்ள வினாடி ஊசலின் நீளம் 0.9 m. புவியைப்போல n மடங்கு முடுக்கத்தைப் பெற்றுள்ள X என்ற கோளின் மேற்பரப்பில் உள்ளபோது அதே ஊசலின் நீளம்

(a) 0.9n (b) $\frac{0.9}{n}m$

(c) 0.9n2m (d) $\frac{0.9}{n^2}$

4. a முடுக்கத்துடன், கிடைத்தளத்தில் இயங்கிக் கொண்டிருக்கும் பள்ளி வாகனத்தின் மேற்கூரையில் கட்டி தொங்கவிடப்பட்ட தனி ஊசல் ஒன்றின் அலைவுநேரம்.

a) $T\alpha\frac{1}{g^2+a^2}$ b) $T\alpha\frac{1}{\sqrt{g^2+a^2}}$

c) $T\alpha\sqrt{g^2+a^2}$ d) $T\alpha(g^2+a^2)$

5. 1:2 என்ற விகிதத்தில் நிறைகொண்ட A மற்றும் B என்ற இருபொருள்கள், முறையே k_A மற்றும் k_B சுருள்மாறிலி கொண்ட நிறையற்ற இரு சுருள்வில்கள் மூலம் தனித்தனியே தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. இரு பொருள்களும் செங்குத்தாக அலைவுறும் போது அவற்றின் பெருமத்திசைவேகங்கள் 1:2 என்ற விகிதத்தில் உள்ளபோது A யின் வீச்சனாது B யின் வீச்சைப்போல் ________ மடங்காகும்

a) $\sqrt{\frac{k_B}{2k_A}}$ b) $\sqrt{\frac{k_B}{8k_A}}$

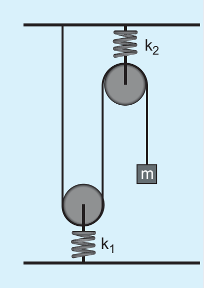
c) $\sqrt{\frac{2k_B}{k_A}}$ d) $\sqrt{\frac{8k_B}{k_A}}$

6. m நிறையுடன் இணைக்கப்பட்ட சுருள்வில்லானது செங்குத்தாக அலைவுறும்போது அதன் அலைவுநேரம் T ஆகும். அச்சுருள்வில்லானது இரு சமபாகங்களாக வெட்டப்பட்டு அவற்றுள் ஒன்றுடன் அதே நிறை தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது அதன் செங்குத்து அலைவின் அலைவுநேரம்

a) $T'=\sqrt{2}T$ b) $T'=\frac{T}{\sqrt{2}}$

c) $T'=\sqrt{2T}$ d) $T'=\sqrt{\frac{T}{2}}$

7. m நிறை கொண்ட பொருளானது புறக்கணித்தக்க நிறை கொண்ட கப்பியின் வழியாக k_1, k_2 சுருள் மாறிலி கொண்ட நல்லியல்பு சுருள்கள் மூலம் படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. அதன் செங்குத்து அலைவின் அலைவுநேரம்.



a) $T=4\pi\sqrt{m\left(\frac{1}{k_1}+\frac{1}{k_2}\right)}$

b) $T=2\pi\sqrt{m\left(\frac{1}{k_1}+\frac{1}{k_2}\right)}$

c) $T=4\pi\sqrt{m(k_1+k_2)}$

d) $T=2\pi\sqrt{m(k_1+k_2)}$

UNIT-10(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 225 10-09-2018 14:49:52

8. ஒரு தனி ஊசலின் அலைவுநேரம் T_1 அது தொங்கவிடப்பட்டுள்ள புள்ளியானது $y = kt^2$ என்ற சமன்பாட்டின்படி செங்குத்தாக மேல்நோக்கி இயங்குகின்றது. இங்கு y என்பது கடந்த செங்குத்து தொலைவு மற்றும் $k = 1\ m\ s^{-2}$, இதன் அலைவுநேரம் T_2 எனில் $\frac{T_1^2}{T_2^2}$ (g = 10 m s^{-2}) (IIT 2005) என்பது

a) $\frac{5}{6}$ b) $\frac{11}{10}$

c) $\frac{6}{5}$ d) $\frac{5}{4}$

9. k சுருள் மாறிலி கொண்ட நல்லியல்பு சுருள் வில்லானது ஓர் அறையொன்றின் மேற்கூரையில் பொருத்தப்பட்டு அதன் கீழ்முனையில் M நிறை கொண்ட பொருளானது தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. சுருள்வில்லை நீட்சியுறாத நிலையில் பொருளை விடுவிக்கும் போது சுருள் வில்லின் பெரும நீட்சி (IIT 2002)

a) $4\frac{Mg}{k}$ b) $\frac{Mg}{k}$

c) $2\frac{Mg}{k}$ d) $\frac{Mg}{2k}$

10. தனி ஊசல் ஒன்று மிக அதிக உயரம் கொண்ட கட்டிடத்தில் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளபோது, சீரிசை அலை இயற்றியைப் போல தன்னிச்சையான முன்னும் பின்னும் இயக்கத்தை மேற்கொள்கிறது. சமநிலைப்புள்ளியிலிருந்து 4 m தொலைவில், ஊசல் குண்டின் முடுக்கமானது 16 $m\ s^{-2}$ எனில் அதன் அலைவுநேரம்

(NEET 2018 model)

a) 2 s b) 1 s

c) 2πs (d) πs

11. ஒரு உள்ளீடற்ற கோளகம் நீரினால் நிரப்பட்டுள்ளது இது ஒரு நீண்ட கயிற்றினால் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. கோளத்தின் அடிப்–பகுதியின் உள்ள ஒரு சிறு துளையினால் நீரானது வெளியேறும் நிலையில் கோளம் அலைவுறும்போது அதன் அலைவுநேரம்

(a) ஆரம்பத்தில் அதிகரித்து பிறகு குறையும்

(b) ஆரம்பத்தில் குறைந்து பிறகு அதிகரிக்கும்

(c) தொடர்ந்து அதிகரிக்கும்

(d) தொடர்ந்து குறையும்

12. அலையியற்றியின் தடையுறு விசையானது திசை வேகத்திற்கு நேர்த்தகவில் உள்ளது எனில் தகவு மாறிலியின் அலகு (AIPMT 2012)

a) kg m s^{-1} b) kg m s^{-2}

c) kg s^{-1} d) kg s

13. தடையுறு அலையியற்றியானது 100 அலைவுகளை முழுமைப்படுத்தும்பொழுது வீச்சானது அதன் ஆரம்பவீச்சின் $\frac{1}{3}$ மடங்காகக் குறைகின்றது. 200 அலைவுகளை முழுமைப்படுத்தும்போது அதன் வீச்சின் மதிப்பு என்ன?.

a) $\frac{1}{5}$ b) $\frac{2}{3}$ c) $\frac{1}{6}$ d) $\frac{1}{9}$

14. கீழ்கண்டவற்றுள் எந்த வகைக்கெழு சமன்பாடு தடையுறு அலையியற்றியை குறிக்கும் ?

a) $\frac{d^2y}{dt^2} + y = 0$ b) $\frac{d^2y}{dt^2} + \gamma\frac{dy}{dt} + y = 0$

c) $\frac{d^2y}{dt^2} + k^2y = 0$ d) $\frac{dy}{dt} + y = 0$

15. l நீளமுடைய தனிஊசல் ஒன்றின் நிலைம நிறை மற்றும் ஈர்ப்பியல் நிறை சமமற்றது எனில் அதன் அலைவுநேரம்

a) $T = 2\pi\sqrt{\frac{m_i l}{m_g g}}$

b) $T = 2\pi\sqrt{\frac{m_g l}{m_i g}}$

c) $T = 2\pi\frac{m_g}{m_i}\sqrt{\frac{l}{g}}$

d) $T = 2\pi\frac{m_i}{m_g}\sqrt{\frac{l}{g}}$

விடைகள்:

1) d	2) c	3) a	4) b	5) b
6) b	7) a	8) c	9) c	10) d
11) a	12) c	13) d	14) b	15) a

II. சிறு வினாக்களுக்கு விடையளிக்க

1. சீரலைவு மற்றும் சீரற்ற அலைவு இயக்கம் என்றால் என்ன? இரு உதாரணங்கள் தருக
2. சுருள் வில்லின் விசை மாறிலி என்றால் என்ன?.
3. தனிச்சீரிசை இயக்கத்தின் அலைவுநேரம் வரையறு.
4. தனிச்சீரிசை இயக்கத்தின் அதிர்வெண் வரையறு.
5. ஆரம்ப கட்டம் (epoch) என்றால் என்ன?.
6. இரு சுருள்வில்கள் தொடர் இணைப்பில் உள்ள தொகுப்பை பற்றி சிறு குறிப்பு வரைக.
7. இரு சுருள்வில்கள் பக்க இணைப்பில் உள்ள தொகுப்பை பற்றி சிறு குறிப்பு வரைக.
8. தனி ஊசலின் அலைவுநேரம் பற்றி எழுதுக.
9. தனி ஊசலின் விதிகளைத் தருக?.
10. நேர்போக்கு சீரிசை அலையியற்றியின் அலைவுநேரம் பற்றி எழுதுக.
11. கட்டற்ற அலைவுகள் என்றால் என்ன?.
12. தடையுறு அலைவுகளை விளக்குக. எடுத்துக்காட்டு தருக.
13. திணிப்புஅதிர்வுகளை வரையறு. எடுத்துக்காட்டு தருக.
14. நிலை நிறுத்தப்பட்ட அலைவுகள் என்றால் என்ன? எடுத்துக்காட்டு தருக.
15. ஒத்ததிர்வு விளக்குக. எடுத்துக்காட்டு தருக.

III. பெரு வினாக்கள்

1. சீரிசை அலை இயக்கம் என்றால் என்ன? எடுத்துக்காட்டு தருக மற்றும் எல்லா சீரிசை இயக்கங்களும் சீரலைவு இயக்கமே ஆனால் அதன் மறுதலை உண்மையல்ல ஏன்?. விளக்குக.
2. சீரான வட்ட இயக்கத்தின் வீழல் சீரிசை இயக்கம் என்பதை விவரி.
3. கோணச்சீரிசை அலையியற்றி என்றால் என்ன? அதன் அலைவுக் காலத்தை கணக்கிடுக.
4. சீரிசை அலை இயக்கத்திற்கும் கோண சீரிசை அலை இயக்கத்திற்கு இடையேயான வேறுபாடுகளை தருக.
5. தனிஊசலை விரிவாக விவாதிக்க.
6. சுருள்வில்லின் கிடைத்தள அலைவுகளை விவரி.
7. சுருள்வில்லின் செங்குத்து அலைவுகளை விவரி.
8. U வடிவக்குழாயில் திரவ தம்பத்தின் அலைவுகளைப் பற்றி சிறுகுறிப்பு வரைக.
9. தனிச்சீரிசை இயக்கத்தின் ஆற்றலை விரிவாக விவாதிக்க.
10. அலைவுகளின் நான்கு வகைகளை விரிவாக விளக்குக.

IV. எண்ணியல் கணக்குகள்

1. புவியை சமச்சீரான R ஆரமுடைய கோளகப் பொருளாக கருதி, அதன் மையத்தின் வழியே நேரான துளையிடப்படுகிறது. அத்துளையில் தானாக விழும் ஒரு துகள் சீரிசை இயக்கத்தை மேற்கொள்ளும் எனவும் அதன் அலைவுநேரம். $T=2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$ எனவும் காட்டுக.
2. m நிறை கொண்ட துகள் சீரிசை இயக்கத்தை மேற்கொள்ளும் போது நிலை ஆற்றல்
$$U(x)=\begin{cases}\frac{1}{2}kx^2, x<0\\ mgx, x>0\end{cases}$$
எனில் அதன் அலைவுக்காலத்தை கணக்கிடுக.

விடை: $\pi\sqrt{\frac{m}{k}}+2\sqrt{\frac{2E}{g^2m}}$, இங்கு E என்பது துகளின் மொத்த ஆற்றல்.

3. கிடைத்தளத்துடன் 45° கோணம் ஏற்படுத்தும் சாய்தளத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ள உருளும் டிராலியில் l = 0.9 m நீளமுள்ள தனிஊசல் முறையாக பொருத்தப்பட்டுள்ளதாக கொள்வோம்.

UNIT-10(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 227 10-09-2018 14:49:56

சாய்தளமான உராய்வற்றது எனில் தனிஊசலின் அலைவுக்காலத்தை கணக்கிடுக.

விடை: 0.86 s

4. ρ அடர்த்தி கொண்ட திரவத்தின் மீது m நிறைகொண்ட மரக்கட்டை மிதந்து கொண்டிருக்கிறது. அக் கட்டை இலேசாக கீழ்நோக்கி அழுக்கப்பட்டு விடப்படும் போது சீரிசை இயக்கத்தை மேற்கொள்கிறது. அதன் அலைவுநேரம் $T=2\pi\sqrt{\dfrac{m}{Ag\rho}}$ எனக் காட்டுக.

5. ஒத்த அதிர்வெண்ணும் வெவ்வேறான வீச்சுகளும் கொண்ட இரு சீரிசை இயக்கங்கள் x மற்றும் y அச்சுகளின் வழியே $x = A\sin(\omega t + \varphi)$ (x அச்சின் வழியாக) மற்றும் $y = B\sin\omega t$ (y அச்சின் வழியாக) என்ற வீச்சுகளுடன் இயக்கமடைகிறது எனக் கொள்க.

$\dfrac{x^2}{A^2}+\dfrac{y^2}{B^2}-\dfrac{2xy}{AB}\cos\varphi=\sin^2\varphi$ எனக் காட்டுக

a. $\varphi = 0$ b. $\varphi = \pi$ c. $\varphi = \dfrac{\pi}{2}$

d. $\varphi = \dfrac{\pi}{2}$ மற்றும் A = B (e) $\varphi = \dfrac{\pi}{4}$

ஆகிய சிறப்பு நிகழ்வுகளையும் விவாதிக்க.

குறிப்பு: துகளானது ஒன்றுக் கொன்று செங்குத்தாக செயல்படும் இரு சீரிசை இயக்கங்களுக்கு உட்படுத்தப்படும் போது துகளானது வேறுபாதையின் வழியாக இயக்கமடையும், அப்பாதையே லிசாஜோ படம் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

விடை

(a) $y=\dfrac{B}{A}x$, என்ற சமன்பாடு ஆதிவழிச் செல்லும் நேர்மறை சாய்வுடன் கூடிய நேர்க்கோட்டுச் சமன்பாடாகும்.

(b) $y=-\dfrac{B}{A}x$, என்ற சமன்பாடு ஆதிவழிச் செல்லும் எதிர்மறை சாய்வுடன் கூடிய நேர்க்கோட்டுச் சமன்பாடாகும்.

(c) $\dfrac{x^2}{A^2}+\dfrac{y^2}{B^2}=1$ என்ற சமன்பாடு நீள் வட்டத்தின் சமன்பாடாகும். அதன் மையம் ஆதியில் அமையும்.

(d) $x^2+y^2 = A^2$, என்ற சமன்பாடு வட்டத்திற்கான சமன்பாடாகும். அதன் மையம் ஆதியில் அமையும்.

(e) $\dfrac{x^2}{A^2}+\dfrac{y^2}{B^2}-\dfrac{2xy}{AB}\dfrac{1}{\sqrt{2}}=\dfrac{1}{2}$, என்பது நீள் வட்டத்தின் சமன்பாடாகும். (சாய்ந்த நீள்வட்டம்)

6. தனிச்சீரிசை இயக்கத்தை மேற்கொள்ளும் துகளின்

(a) இயக்க ஆற்றலின் சராசரி மதிப்பானது நிலையாற்றலின் சராசரி மதிப்பிற்குச் சமம்.

(b) சராசரி நிலையாற்றல் = சராசரி இயக்க ஆற்றல் = $\dfrac{1}{2}$ (மொத்த ஆற்றல்)

எனக் காட்டுக

குறிப்பு : சராசரி இயக்க ஆற்றல்

$= \langle$இயக்க ஆற்றல்$\rangle = \dfrac{1}{T}\displaystyle\int_0^T$ (இயக்க ஆற்றல்)dt

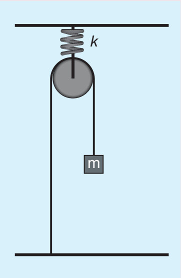
மற்றும்

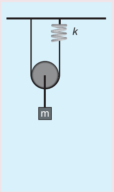
சராசரி நிலையாற்றல்

$= \langle$நிலையாற்றல்$\rangle = \dfrac{1}{T}\displaystyle\int_0^T$ (நிலையாற்றல்)dt

7. கீழ்க்காணும் அமைப்பில் நிறை m ஆனது சமநிலைப்புள்ளியிலிருந்து செங்குத்தாக கீழ்நோக்கி சிறிது இடம்பெயர்ச்சி செய்து பின் விடப்பட்டால் அலைவு நேரத்திற்கான சமன்பாட்டை கணக்கிடுக.

(கப்பி மெல்லியது மற்றும் உராய்வற்றது மேலும் கம்பியும் சுருள்வில்லும் லேசானது)





குறிப்பு மற்றும் விடைகள்:

நேர்வு (a)

இங்கு கப்பியானது சுருள் வில்லினுள் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. நிறையானது y – க்கு இடம்பெயர்ந்தால் சுருள்வில்லும் y க்கு நீட்சி அமையும்.

எனவே, $F = T = ky$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

நேர்வு (b)

நிறை y க்கு இடம்பெயர்ந்தால், கப்பி y அளவு நீட்சி அடையும்.

$T = 4ky$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{4k}}$$

மேற்கோள் நூல்கள் (BOOKS FOR REFERENCE)

1. Vibrations and Waves – A. P. French, CBS publisher and Distributors Pvt. Ltd.
2. Concepts of Physics – H. C. Verma, Volume 1 and Volume 2, Bharati Bhawan Publisher.
3. Fundamentals of Physics – Halliday, Resnick and Walker, Wiley Publishers, 10th edition.
4. Physics for Scientist and Engineers with Modern Physics – Serway and Jewett, Brook/Coole Publishers, Eighth Edition.

இணையச் செயல்பாடு

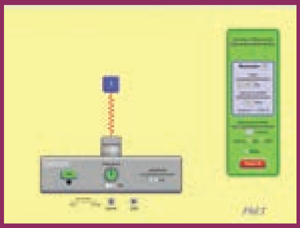
அதிர்வியக்கம்

அதிர்வுகள் பற்றி அறிந்து கொள்வோமா!

படிகள்

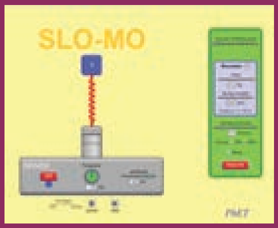
- கீழ்க்காணும் உரலி / விரைவுக் குறியீட்டைப் பயன்படுத்தி "Resonance" என்னும் இணையப் பக்கத்திற்குச் செல்க.
- செயல்பாட்டிற்கான சாளரத்தில் ஒலி அதிர்வு உண்டாக்கும் கருவி கொடுக்கப்பட்டிருக்கும். 'Play' பொத்தானை அழுத்தி, கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள "sim speed" என்பதில் உள்ள நகர்த்தியை நகர்த்தி அதிர்வுகளைக் காணவும்
- வலப்பக்க சாளரத்தில் "Number of Resonators", "Mass" மற்றும் "Spring constant" போன்றவற்றின் நகர்த்தியை நகர்த்தி "frequency" என்பதில் அதிர்வெண்களைக் காணவும்.
- வெவ்வேறு அதிர்வுகளைக் காண "Gravity"என்பதில்" On", "Off" என்பதைத் தெரிவு செய்யவும்.

படி 1

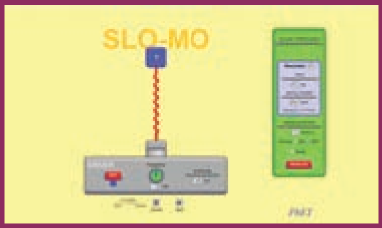


படி 2

படி 3



படி 4



உரலி:

https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/resonance

*படங்கள் அடையாளத்திற்கு மட்டும்.

* தேவையெனில் Flash Player or Java Script அனுமதிக்க.

B163_11_Phy_EM

அலகு
11

அலைகள்
(WAVES)

நாம் மெதுவாக்கப்பட்ட ஒலி மற்றும் ஒளி அலைகள், பேரண்டத்தினுள் இசைவு பெற்று நடக்கும் அதிர்வெண்களின் கற்றை. நாம் புனித உயிர்வேதியல் உடைகளால் உடுத்தப்பட்ட ஆத்மாக்கள் மற்றும் நமது ஆத்மாக்கள் உடல்கள் வழியாக தமது இசையை இசைக்கின்றன – ஆல்பர்ட் ஐன்ஸ்டீன்

கற்றலின் நோக்கங்கள்:

இந்த அலகில் மாணவர்கள் அறிந்து கொள்ள இருப்பது

KF8Z84

- அலைகள் மற்றும் அவற்றின் வகைகள் (குறுக்கலை மற்றும் நெட்டலை)
- ஒரு அலையின் அலைநீளம், அதிர்வெண், அலைவுநேரம் மற்றும் வீச்சு ஆகிய அடிப்படைப் பதங்கள்
- குறுக்கலைகள் மற்றும் நெட்டலைகளின் திசைவேகங்கள்
- ஒலி அலைகளின் திசைவேகம்
- சமதள மற்றும் வளைவான பரப்புகளில் ஒலி அலைகளின் எதிரொலிப்பு மற்றும் அதன் பயன்பாடுகள்
- முன்னேறு அலைகள் மற்றும் அவற்றின் வரைபடமுறை விளக்கம்
- மேற்பொருந்துதல் தத்துவம், அலைகளின் குறுக்கீட்டு விளைவு, விம்மல்கள் மற்றும் நிலையான அலைகள்
- நிலை அலைகளின் பண்புகள், சுரமானி
- அடிப்படை அதிர்வெண், சீரிசைகள் மற்றும் மேற்சுரங்கள்
- ஒலிச்செறிவு மற்றும் உரப்பு
- காற்றுத்தம்பத்தின் அதிர்வு – மூடிய ஆர்கன் குழாய், திறந்த ஆர்கன் குழாய் மற்றும் ஒத்ததிர்வு காற்றுத்தம்பம்
- டாப்ளர் விளைவு மற்றும் அதன் பயன்பாடுகள்

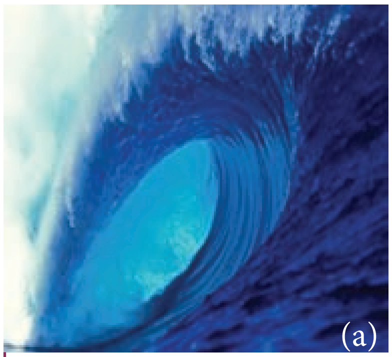
11.1 அறிமுகம்

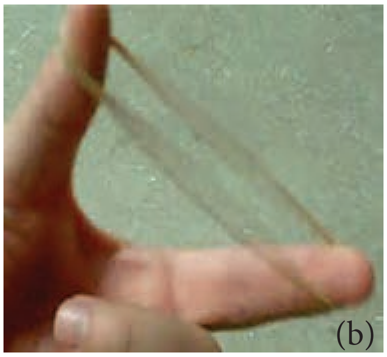
முந்தைய அலகில் நாம் ஒரு துகளின் அலைவினைப்பற்றி விவாதித்தோம். துகள்களின் தொகுப்பைக் கொண்ட ஓர் ஊடகத்தைக் (medium)

படம் 11.1 வயலின் இசைக்கருவியில் நிலை அலைகள்

கருதுவோம். ஒரு முனையில் இடர்பாட்டை (disturbance) உருவாக்கினால் அது முன்னேறிச் சென்று மறுமுனையை அடைகிறது. அதாவது முதல் புள்ளி நிறையில் ஏற்படுத்திய இடர்பாடானது அருகில் உள்ள அடுத்த புள்ளி நிறைக்கு அடுத்தடுத்து பரப்பப்படுகிறது. இங்கு கவனிக்கவேண்டியது யாதெனில், மாறுபாடு மட்டுமே பரப்பப்படுகிறது. புள்ளிநிறைகள் அல்ல. இதுபோன்று நாம் வெளிப்படுத்தும் பேச்சானது நமது தொண்டையில் உள்ள குரல் வளையின் அதிர்வினால் தோன்றுகிறது. இதன் காரணமாக சுற்றுப்புற காற்று மூலக்கூறுகள் அதிர்வடைந்து அதனால் பேச்சின் விளைவு (தகவல்கள்) வெளியில் (space) உள்ள ஒரு புள்ளியிலிருந்து மற்றொரு புள்ளிக்கு ஊடகத்தின் துகள்களை எடுத்துச் செல்லாமல் பரப்பப்படுகிறது.

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 231 10-09-2018 15:03:32



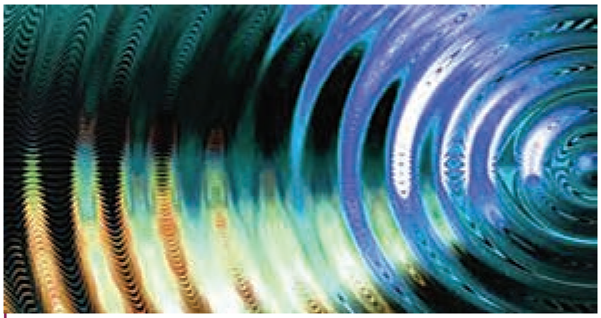


படம் 11.2 (a) கடலில் தோன்றும் அலைகள் (b) ரப்பர் பேண்ட் இழுத்துவிடப்பட்டதால் நிலை அலைகள் மற்றும் (c) நீர்ப்பரப்பில் உருவான சிற்றலைகள்

எனவே வெளியில் ஒரு புள்ளியிலிருந்து மற்றொரு புள்ளிக்கு ஊடகம் மாற்றப்படாமல் ஆற்றல் மற்றும் உந்தத்தை எடுத்துச் செல்லும் நிகழ்வு அலை எனப்படும்.

கடற்கரைக்கு அருகில் நின்றால் ஒருவர் கடலில் இருந்து கடல் நீர் ஒரே அலை வடிவத்தில் ஏற்ற இறக்கத்துடன் கடற்கரையை அடைவதைக் காண இயலும். எனவே அது கடல் அலைகள் எனப்படும். ஒரு ரப்பர் பேண்ட் சுண்டப்பட்டால் அது படம்(11.2) இல் காட்டியுள்ளவாறு நிலையான அலைகள் எனப்படும் அலை வடிவத்தில் அதிர்வுறும். நாம் மின்காந்த அலையாகிய ஒளியின் மூலமாக அழகிய இயற்கையைக் காண்கிறோம். நாம் இனிமையான மெல்லிசைப் பாடல்களை ஒலி அலைகள் மூலமாகக் கேட்கிறோம். அன்றாட வாழ்வில் கைப்பேசி தகவல் தொடர்பு முதல் லேசர் அறுவை சிகிச்சை வரை அலைகளின் ஏராளமான பயன்பாடுகள் உள்ளன.

11.1.1 நீரின் மேற்பரப்பில் தோன்றும் சிற்றலைகள் (Ripples) மற்றும் அலைகள்

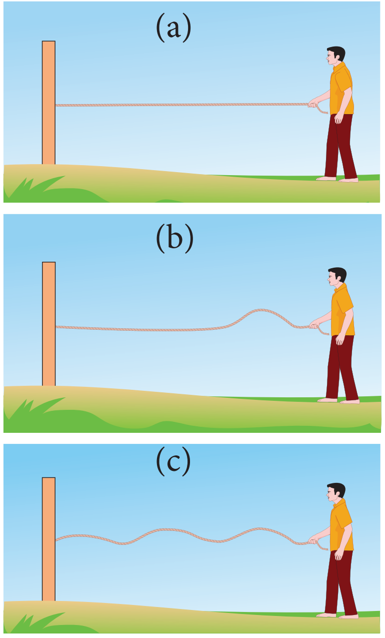


படம் 11.3 நீரின் மேற்பரப்பில் தோன்றும் சிற்றலைகள்

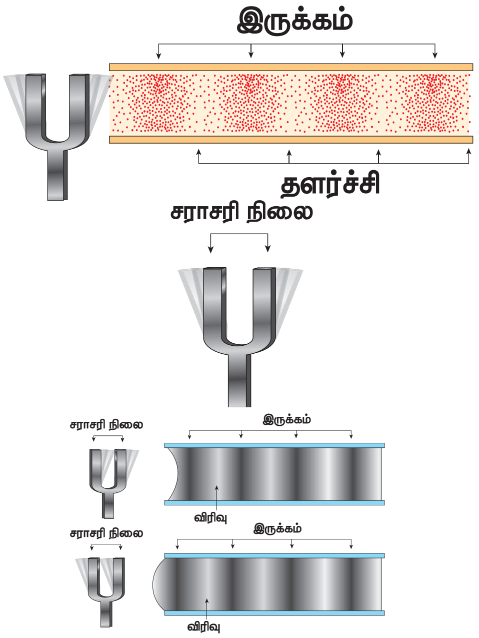
நிலையாக உள்ள ஒரு நீர்ப்பரப்பில் நாம் ஒரு கல்லை எறிந்தால், படம் 11.3 இல் காட்டியுள்ளவாறு நீரின் மேற்பரப்பில் கல் மோதிய இடத்தில் ஒரு மாறுபாடு உருவாவதைக் காணலாம். இந்த இடர்பாடானது தொடர்ந்து அதிகரிக்கும் ஆரங்கள் கொண்டுள்ள ஒரு மைய வட்டங்களாக வெளிப்புறமாக விரிவடைந்து மேற்பரப்பின் எல்லையில் மோதுவதைக் காணலாம். ஏனென்றால் கல்லின் இயக்க ஆற்றலின் ஒரு பகுதி மேற்பரப்பில் உள்ள நீர் மூலக்கூறுகளுக்கு மாற்றப்படுகிறது. உண்மையில் நீரானது (ஊடகம்) இடர்பாட்டுடன் வெளியே நகராது, இதனை நீரின் மேற்பரப்பில் ஒரு காகிதத் துண்டினை வைப்பதன் மூலம் காண இயலும். இடர்பாடானது (அலை) நீரின் மேற்பரப்பில் செல்லும்போது அந்த துண்டு மேலும் கீழுமாக நகரும். நீரின் மூலக்கூறுகள் அவற்றின் சமநிலையைப் பொருத்து அதிர்வியக்கத்தை மேற்கொள்வதை இது காட்டுகிறது.

11.1.2 இழுத்துக்கட்டப்பட்ட மெல்லிய கம்பியில் அலைகள் தோன்றுதல்:

படம்11.4 (a) இல் காட்டியுள்ளவாறு ஒரு நீளமான மெல்லிய கம்பியை எடுத்துக்கொண்டு அதன் ஒரு முனையை சுவற்றில் கட்டுவோம். திடீரென சுண்டினால் படம் 11.4(b) இல் காட்டியுள்ளவாறு கயிற்றில் ஒரு மாறுபாடு உருவாகிறது. இந்த மாறுபாடு திடீரென தோன்றியது மேலும் அது குறைந்த நேரத்திற்கே நீடிக்கும். எனவே இந்த மாறுபாடு அலைத்துடிப்பு எனப்படும். தொடர்ச்சியாக சுண்டப்பட்டால் நிலையான அலைகள் உருவாகிறது. கிட்டாரின் (Guitar) சுண்டப்பட்ட கம்பியின் (plucked string) மூலம் இது போன்ற அலைகள் உருவாக்கப்படுகிறது.



படம் 11.4 மெல்லிய கம்பியின் ஒரு முனையில் சுண்டுதலின்போது தோன்றிய அலைத்துடிப்பு



படம் 11.5 இசைக்கவையை இரப்பர் துண்டில் அடிப்பதால் உருவான அலைகள்

11.1.3 இசைக்கவையில் அலைகளின் உருவாக்கம்:

ஒரு இரப்பர் துண்டில் ஒரு இசைக்கவையை அடித்தால் இசைக்கவையின் புயங்கள் அதன் மையப்புள்ளியைப் பொருத்து அதிர்வுறும். புயம் ஒரு மையப்புள்ளியைப் பொருத்து அதிர்வுறும் என்பதன் அர்த்தம் (படம் 11.5 இல் குறிப்பிட்டுள்ளவாறு) வெளிப்புறம் மற்றும் உட்புறம் செல்லுதல் ஆகும். புயமானது வெளிப்புறமாக நகரும்போது அதன் அருகில் உள்ள காற்று அடுக்கை அது தள்ளுகிறது, அதாவது இப்பகுதியில் அதிகமான காற்று மூலக்கூறுகளின் தேக்கம் உள்ளது. எனவே அடர்த்தி மற்றும் அழுத்தமும்கூட மிக அதிகமாகும் இப்பகுதிகள் இறுக்கப்பட்ட பகுதிகள் அல்லது இறுக்கங்கள் எனப்படும். இறுக்கப்பட்ட காற்று அடுக்கு முன்னோக்கி நகர்ந்து அருகில் உள்ள அடுத்த காற்று அடுக்கை இறுக்கும். இதே முறையில் ஒரு இறுக்கத்தின் அலை காற்றின் வழியே முன்னேறிச் செல்லுகிறது. புயமானது உட்புறமாக நகரும்போது வலப்புறமாக நகர்த்த ஊடகத்தின் துகள்கள் தற்போது பின்புறமாக காற்றின் மீட்சிப்பண்பு காரணமாக இடது புறமாக நகருகிறது. இந்தப் பகுதியில் அடர்த்தி மற்றும் அழுத்தம் இரண்டும் குறைவாக உள்ளது. இது தளர்ச்சி அல்லது நீட்சி எனப்படும்.

11.1.4 அலை இயக்கத்தின் பண்புகள்

- அலைகளின் பரவலுக்கு ஊடகமானது நிலைமம் (inertia) மற்றும் மீட்சிப்பண்பைக் (elastic) கொண்டிருக்க வேண்டும்.
- கொடுக்கப்பட்ட ஊடகத்தில் அலையின் திசைவேகம் மாறிலியாகும். அதே சமயம் ஊடகத்தில் உள்ள துகள்கள் வெவ்வேறு நிலைகளில் மாறுபட்ட திசைவேகங்களுடன் இயங்கும். அவற்றின் நடுநிலையில் பெரும திசைவேகமும் விளிம்பு நிலைகளில் திசைவேகம் சுழியாகவும் இருக்கும்.
- அலைகளானது எதிரொளிப்பு, விலகல், குறுக்கீட்டு விளைவு, விளிம்பு விளைவு மற்றும் தளவிளைவு ஆகியவற்றிற்கு உட்படும்.

உங்கள் சிந்தனைக்கு

அலைகள் பரவ ஊடகமானது நிலைமம் மற்றும் மீட்சிப்பண்பைக் கொண்டிருக்க வேண்டும்.

ஒளி அலைகள் மின்காந்த அலைகளாகும். இவை பரவுவதற்குத் என்ன விதமான ஊடகம் தேவை?

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 233
10-09-2018 15:03:34

11.1.5 இயந்திர அலை இயக்கம் மற்றும் அதன் வகைகள்

அலை இயக்கத்தை இரண்டு வகைப்படுத்தலாம்.

a. **இயந்திர அலை** – பரவுவதற்கு ஒரு ஊடகம் தேவைப்படும் அலைகள் இயந்திர அலைகள் எனப்படும்.

   எடுத்துக்காட்டு: ஒலி அலைகள், நீரின் மேற்பரப்பில் உருவாகும் சிற்றலைகள் முதலியன.

b. **இயந்திரவியல் அல்லாத அலை** – பரவுவதற்கு எவ்வித ஊடகமும் தேவைப்படாத அலைகள் இயந்திரவியல் அல்லாத அலைகள் எனப்படும்.

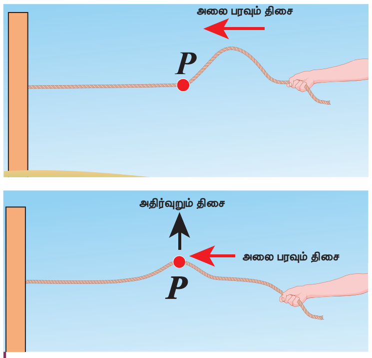
   எடுத்துக்காட்டு: ஒளி

மேலும், அலைகளை இரண்டு வகைப்படுத்தலாம்

a. குறுக்கலைகள்

b. நெட்டலைகள்

11.1.6 குறுக்கலை இயக்கம் (Transverse wave motion)



படம் 11.6 குறுக்கலை

குறுக்கலை இயக்கத்தில், ஊடகத்தின் துகள்கள் அதன் நடுநிலையைப் பொருத்து அலைபரவும் திசைக்கு (ஆற்றல் மாற்றப்படும் திசைக்கு) செங்குத்துத் திசையில் அலைவுறும் அல்லது அதிர்வடையும். அலை பரவும் திசையானது படம் 11.6 இல் காட்டியுள்ளவாறு அதிர்வுறும் தளத்திற்கு (ஊடகத்தின் துகள்கள் அதிர்வுறும் தளத்திற்கு) செங்குத்தாக அமையும்.

எடுத்துக்காட்டு: ஒளி (மின்காந்த அலைகள்)

11.1.7 நெட்டலை இயக்கம் (Longitudinal wave motion)

நெட்டலை இயக்கத்தில் ஊடகத்தின் துகள்கள் அதன் நடுநிலையைப் பொருத்து அலை பரவும் திசைக்கு இணையான திசையில் (ஆற்றல் மாற்றப்படும் திசையில்) படம் 11.7 இல் காட்டியுள்ளவாறு அலைவுறும் அல்லது அதிர்வடையும்.

எடுத்துக்காட்டு: ஒலி

ஆசிரியருடன் ஆலோசனை செய்க:

- சுனாமி (ஜப்பானிய மொழியில் சூ – னா – மீ என உச்சரிக்கப்படுகிறது)என்பது துறைமுக அலைகள் என்ற பொருள்படும். சுனாமி என்பது அதிக வேகத்துடனும் மிகப்பெரும் விசையுடனும் தொடர்ச்சியாக வரும் பெரிய இராட்சச அலைகளாகும். 2004 ஆம் ஆண்டு டிசம்பர் மாதம் 26 ஆம் தேதி இந்தியாவின் தென்பகுதியில் என்ன நடந்தது?–ஆலோசனை செய்க:
- ஈர்ப்பு அலைகள் – LIGO (Laser Interferometer Gravitational wave Observatory) ஆய்வு

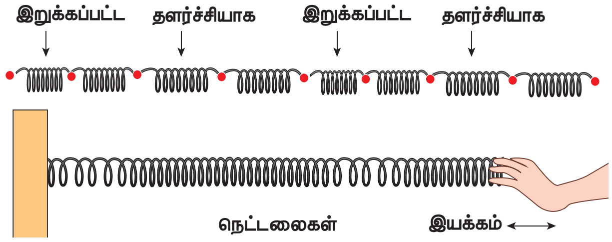
இயற்பியலுக்கான நோபல் பரிசு 2017

i. பேராசிரியர் ரெய்னர் வெய்ஸ்

ii. பேராசிரியர் பேரி சி பேரிஸ்

iii. பேராசிரியர் கிப் எஸ் தார்னே

"LIGO ஆய்வகத்தில் ஈர்ப்பு அலைகளின் ஆய்வுப்பணியில் உறுதியான பங்களிப்பிற்காக" வழங்கப்பட்டது.



படம் 11.7 நெட்டலைகள்

KFHV9R

KFRRBE

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 234 10-09-2018 15:03:34

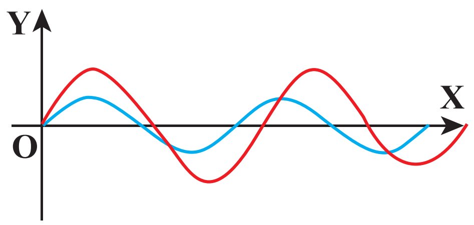
அட்டவணை 11.1: குறுக்கலைகள் மற்றும் நெட்டலைகளை ஒப்பிடுதல்

வ.எண்	குறுக்கலைகள்	நெட்டலைகள்
1	ஊடகத்தின் துகள்கள் அதிர்வடையும் திசை, அலைகள் பரவும் திசைக்கு செங்குத்தாக உள்ளது	ஊடகத்தின் துகள்கள் அதிர்வடையும் திசை, அலைகள் பரவும் திசைக்கு இணையாக உள்ளது.
2	மாறுபாடுகளானது அகடுகள் மற்றும் முகடுகள் வடிவில் உள்ளன	மாறுபாடுகளானது இறுக்கங்கள் மற்றும் தளர்ச்சிகள் வடிவில் உள்ளன
3	மீட்சி ஊடகத்தில் குறுக்கலைகள் பரவ இயலும்	அனைத்து வகை ஊடகத்திலும் (திடம், திரவம் மற்றும் வாயு) நெட்டலைகள் பரவ இயலும்.

குறிப்பு

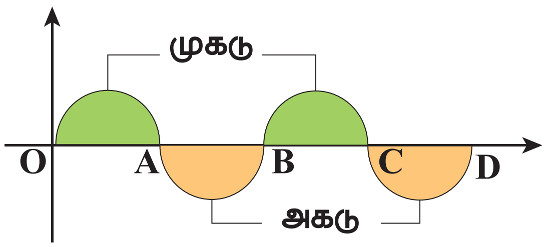
1. ஊடகம் இல்லாத நிலை வெற்றிடம் எனப்படும். மின்காந்த அலைகள் மட்டுமே வெற்றிடத்தின் வழியே பரவும்.
2. ராலே அலைகள் (Rayleigh Waves) என்பவை குறுக்கலை மற்றும் நெட்டலை ஆகிய இரண்டும் சேர்ந்ததாகக் கருதப்படுகிறது.

11.2 அலை இயக்கத்தில் பயன்படும் பதங்கள் மற்றும் வரையறைகள்



படம் 11.8 இரு மாறுபட்ட சைன்வடிவ அலைகள்

படம் 11.8 இல் காட்டியுள்ளவாறு இரு அலைகளைக் கருதுவோம். இந்த இரண்டும் ஒத்த அலைகளா? இல்லை. இரு அலைகளும் சைன் வடிவமாக இருந்தாலும் அவை இரண்டிற்கும் இடையே நிறைய வேறுபாடுகள் உள்ளன. எனவே ஒரு அலையை மற்றொன்றிலிருந்து வேறுபடுத்த நாம் சில அடிப்படைச் சொற்களை (terminologies) வரையறை செய்ய வேண்டும்.

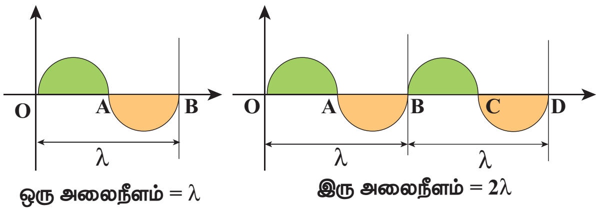


படம் 11.9 அலை ஒன்றின் முகடும் அகடும்

படம் 11.9 இல் காட்டியவாறு இழுத்துக்கட்டப்பட்ட கம்பியில் ஏற்படும் அலை ஒன்றைக் கருதுக.

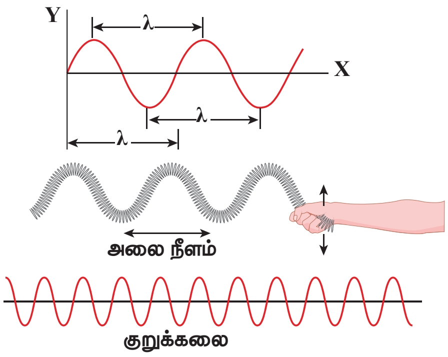
நாம் உருவாகும் அலைகளின் எண்ணிக்கையில் ஆர்வம் கொண்டால், ஓர் சுட்டு (அ) மேற்கோள் மட்டத்தை (இடைநிலை (அ) அமைதிநிலை) படம் 11.9 ல் காட்டியவாறு கருதுவோம். இங்கு இடைநிலை என்பது காட்டப்பட்டுள்ள கிடைமட்ட கோடாகும். நிழலிட்ட பகுதியின் மேல்மட்டப் புள்ளி முகடு எனவும், நிழலிடப்படாத பகுதியின் கீழ்மட்டப்புள்ளி அகடு எனவும் அழைக்கப்படுகிறது. இந்த அலையானது O விலிருந்து B பகுதியை மீண்டும் மீண்டும் ஏற்படுத்துகிறது. இந்த சிறிய பகுதியின் நீளத்தை படம் 11.10 இல் குறிப்பிட்டவாறு ஒரு அலை நீளம் என வரையறுக்கலாம்.

ஒரு அலை நீளத்தைக் குறிப்பதற்கு கிரேக்க எழுத்து லேம்டா (lambda) λ வைப் பயன்படுத்துகிறோம்.

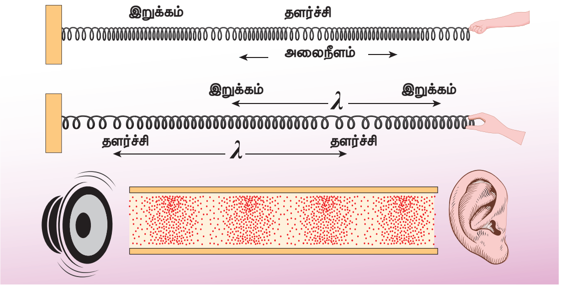


படம் 11.10 அலைநீளத்தை வரையறுத்தல்

குறுக்கலைக்கு படம் 11.11 இல் காட்டியவாறு, அடுத்தடுத்த இரு முகடுகளுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவு (அ) அடுத்தடுத்த இரு அகடுகளுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவு ஒரு அலை நீளமாகும்.



படம் 11.11 குறுக்கலையின் அலைநீளம்

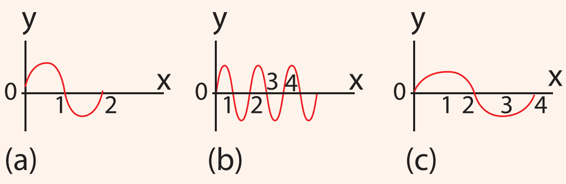


படம் 11.12 நெட்டலையின் அலைநீளம்

நெட்டலைக்கு (படம் 11.12 இல் காட்டியவாறு) அடுத்தடுத்த இரு இறுக்கங்கள் அல்லது தளர்ச்சிகளுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவு ஒரு அலை நீளமாகும். அலை நீளத்தின் SI அலகு மீட்டர்.

எடுத்துக்காட்டு 11.1

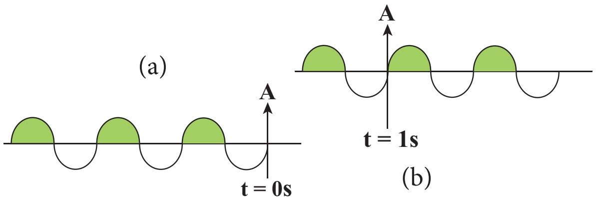
கீழ்க்கண்டவற்றுள் எது அதிக அலைநீளம் உடையது ?



விடை (c)

அதிர்வெண், அதிர்வு நேரம் ஆகியவற்றை அறிந்து கொள்ள படம் 11.13 (a) காட்டிய அலையைக் (3 அலை நீளங்களை உடையது) கருதுவோம். நேரம் $t = 0$ ல் அலை இடது புறமிருந்து A புள்ளியை அடைகிறது.

நேரம் $t = 1s$ இல் (படம் 11.13(b) ல் காட்டியவாறு) A யை கடக்கும் அலைகளின் எண்ணிக்கை இரண்டு ஆகும். எனவே அதிர்வெண் என்பது



படம் 11.13 மூன்று அலை நீளங்களை உடையஅலை ஒன்று A புள்ளியை மற்றும் கடக்கும் காட்சி

"1 வினாடியில் கடக்கும் அலைகளின் எண்ணிக்கை" என வரையறுக்கப்படுகிறது. அதன் அலகு ஹெர்ட்ஸ், குறியீடு Hz.

இந்த உதாரணத்தில்

$$f = 2 \text{ Hz} \tag{11.1}$$

இரு அலைகள் A புள்ளியை கடந்து செல்ல ஆகும் நேரம் ஒரு வினாடி (நேரம்) எனில் ஒரு அலை A புள்ளியை கடக்க ஆகும் நேரம் அரை வினாடியாகும். இதுவே ஒரு அலைவுநேரம் (T) ஆகும்.

$$T = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ s} \tag{11.2}$$

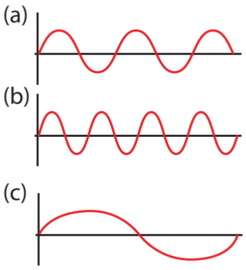
சமன்பாடுகள் (11.1) மற்றும் (11.2) இல் இருந்து அதிர்வெண்ணும் அலைநீளமும் எதிர்த்தகவில் இருக்கும் என அறியலாம்.

$$T = \frac{1}{f} \tag{11.3}$$

அலைவுநேரம் (T) என்பது, ஒரு புள்ளி வழியாக ஒரு அலை கடக்க ஆகும் நேரம் ஆகும்.

எடுத்துக்காட்டு 11.2

மூன்று அலைகள் கீழே காட்டப்பட்டுள்ளன



(a) அதிர்வெண்களை ஏறு வரிசையில் எழுது

(b) அலை நீளங்களை ஏறு வரிசையில் எழுது

விடை:

(a) $f_c < f_a < f_b$

(b) $\lambda_b < \lambda_a < \lambda_c$

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 236 10-09-2018 15:03:37

எடுத்துக்காட்டு 11.2 லிருந்து அதிர்வெண் ஆனது அலைநீளத்துடன் எதிர்தகவில் உள்ளது என அறிகிறோம் $f \propto \frac{1}{\lambda}$.

பிறகு $f\lambda$ எதற்குச் சமம்? [அதாவது $f\lambda$= ?]

தெரியாத இந்த இயற்பியல் அளவை அறிந்து கொள்ள எளிய பரிமாணப் பகுப்பாய்வு உதவுகிறது.

அலை நீளத்தின் பரிமாணம் $[\lambda] = L$

அதிர்வெண் $f = \frac{1}{\text{அலைவுநேரம்}}$, எனவே,

அதிர்வெண்ணின் பரிமாணம் $[f] = \frac{1}{[T]} = T^{-1}$

$$\Rightarrow [\lambda f] = [\lambda][f] = LT^{-1} = [\text{திசைவேகம்}]$$

எனவே,

திசைவேகம், $f\lambda = v$ (11.4)

இங்கு, v என்பது அலையின் திசைவேகம் அல்லது கட்ட திசைவேகம் (phase velocity) எனப்படும். இது அலை முன்னேறிச் செல்லும் திசைவேகம் ஆகும். அலையின் திசைவேகம் என்பது 1 வினாடியில் அலை கடந்த தொலைவு ஆகும்.

குறிப்பு:

1. ஓரலகு நேரத்தில் சுழற்சிகளின் (சுற்றுக்களின்) எண்ணிக்கை கோண அதிர்வெண் எனப்படும்.

   கோண அதிர்வெண் $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ (அலகு ரேடியன்/வினாடி)

2. ஓரலகு நீளத்தில் சுழற்சிகளின் எண்ணிக்கை அல்லது ஓரலகு நீளத்தில் அலைகளின் எண்ணிக்கை அலை எண் எனப்படும்.

   அலை எண் $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ (அலகு ரேடியன்/மீட்டர்)

   திசைவேகம், $v = \lambda f = \frac{\lambda}{2\pi}(2\pi f) = \frac{(2\pi f)}{2\pi/\lambda} = \omega/k$

   இரண்டு, மூன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட பரிமாணங்களில் அலைவெக்டர் என்ற வெக்டரின் எண் மதிப்பே அலை எண் ஆகும்.

   அலைவெக்டர் வெளியில் (space) அமைந்த புள்ளிகளே தலைகீழ் வெக்டர்கள் $\vec{k}$ எனப்படுகிறது.

   k ன் பரிமாணம் L^{-1}

திசைவேகம் v, கோண அதிர்வெண் ω மற்றும் அலைஎண் λ ஆகியவற்றிற்கு இடையேயான தொடர்பு $v = \lambda f = \frac{\lambda}{2\pi}(2\pi f) = \frac{(2\pi f)}{2\pi/\lambda} = \omega/k$

அலை எண்கள் மற்றும் அலைவெக்டர்களானது ஒளியியல் மற்றும் சிதறல் கருத்தியலில் முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றன.

எடுத்துக்காட்டு11.3

மனிதனின் செவி உணரக்கூடிய ஒலியின் அதிர்வெண் இடைவெளி 20 Hz முதல் 20 kHz ஆகும். இந்த எல்லையில் ஒலி அலையின் அலைநீளத்தைக் கணக்கிடுக. (ஒலியின் திசைவேகம் 340 m s^{-1} எனக் கருதுக).

தீர்வு:

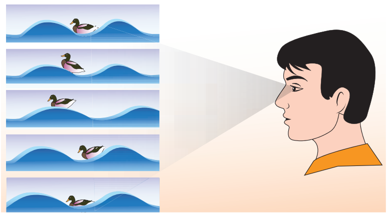
$$\lambda_1 = \frac{v}{f_1} = \frac{340}{20} = 17\,\text{m}$$

$$\lambda_2 = \frac{v}{f_2} = \frac{340}{20\times10^3} = 0.017\,\text{m}$$

எனவே, ஒலியின் திசைவேகம் 340 m s^{-1} என்றால், செவியுணர் அலைநீள இடைவெளி முதல் வரை உள்ளது?

எடுத்துக்காட்டு 11.4

கடல் அலையின் மீது வாத்து பொம்மை ஒன்று உள்ளதை மனிதன் ஒருவன் பார்க்கிறான். வாத்து நிமிடத்திற்கு 15முறை மேலும் கீழும் இயங்குகிறது. தோராயமாக கடல் அலையின் அலைநீளம் 1.2 m என அவர் அளக்கிறார். வாத்து ஒருமுறை மேலே செல்வதற்கும் கீழே வருவதற்கும் ஆகும் நேரத்தையும், கடல் அலையின் திசைவேகத்தையும் காண்க.



தீர்வு

கொடுக்கப்பட்டது:

1 நிமிடத்தில் வாத்துபொம்மை மேலும் கீழும் இயங்கும் இயக்கங்களின் எண்ணிக்கை =15

இந்தத் தகவலில் இருந்து அதிர்வெண் கிடைக்கிறது (1 வினாடியில் வாத்து மேலும் கீழும் இயங்கும் எண்ணிக்கை)

$$f = \frac{\text{15 முறைமேலும்கீழும்இயங்குகிறது}}{\text{ஒருநிமிடம்}}$$

ஒரு நிமிடம் என்பது 60 s எனவே, நேரத்தை வினாடியில் பொருத்த

$$f = \frac{15}{60} = \frac{1}{4} = 0.25\,\text{Hz}$$

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 237 10-09-2018 15:03:40

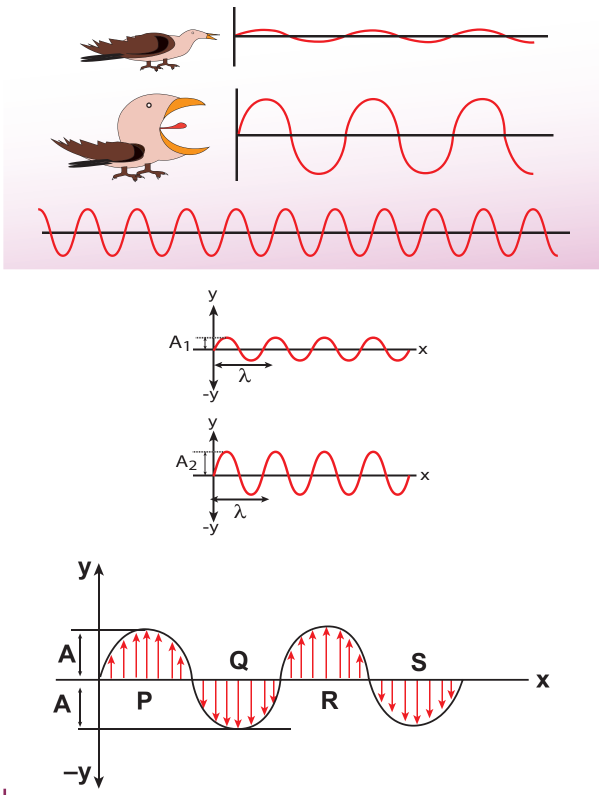
ஒருமுறை வாத்து மேலும் கீழும் இயங்க ஆகும் நேரமே, அலைவுக்நேரமாகும். இது அதிர்வெண்ணுக்கு எதிர்த்தகவில் இருக்கும்

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{0.25} = 4 \text{ s}$$

கடல் அலையின் திசைவேகம்

$v = \lambda f = 1.2 \times 0.25 = 0.3 \text{ m s}^{-1}$.

அலையின் வீச்சு: (Amplitude of the wave)



படம் 11.14 வெவ்வேறு வீச்சுகள் உடைய அலைகள்

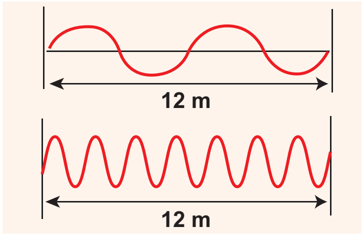
படம் 11.14 –ல் காட்டப்பட்ட அலைகள் அனைத்தும் சம அலை நீளம், சம அதிர்வெண் மற்றும் சம அலைவுநேரம் கொண்டு சம திசைவேகத்தில் செல்கின்றன. இந்த அலைகளுக்கிடைப்பட்ட ஒரே வேறுபாடு அகடு அல்லது முகடுகளின் உயரங்கள். இதிலிருந்து நாம் உணர்வது அகடு அல்லது முகடின் உயரமும் அலையின் பண்பை நிர்ணயிப்பதில் முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது. எனவே, வீச்சு என்ற ஒரு இயற்பியல் அளவினை அலைகளுக்கு வரையறுக்க வேண்டியுள்ளது. அலையின் வீச்சை குறிப்பு அச்சைப் பொறுத்து ஊடகத்தின் பெரும இடப்பெயர்ச்சி என வரையறுக்கலாம்(உதாரணமாக இந்த நேர்வில் x அச்சு). இங்கு அது A எனக் குறிக்கப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டு 11.5

ஒரு முனை சுவரில் பொருத்தப்பட்ட கம்பி ஒன்றைக் கருதுவோம். படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள கீழ்க்கண்ட இரு சூழல்களிலும் (அலைகள் ஒரு வினாடியில் இந்த தொலைவைக் கடப்பதாகக் கருதுக)

a) அலைநீளம், b) அதிர்வெண்

c) திசைவேகம் ஆகியவற்றைக் கணக்கிடுக .



	முதல் நேர்வு	இரண்டாம் நேர்வு
(a) **அலைநீளம்**	$\lambda = 6$ m	$\lambda = 2$ m
(b) **அதிர்வெண்**	$f = 2$ Hz	$f = 6$ Hz
(c) **திசைவேகம்**	$v = 6 \times 2$ $= 12 \text{ m s}^{-1}$	$v = 2 \times 6$ $= 12 \text{ m s}^{-1}$

இதிலிருந்து நாம் அறிவது கம்பியில் ஏற்படும் அலையின் திசைவேகம் மாறிலி. அதிர்வெண் அதிகமாகும்போது, அலை நீளம் குறைகிறது. மறுதலைக்கும் (vice versa) இது பொருந்தும். அவற்றின் பெருக்குத்தொகையான திசைவேகம் நிலையாக (மாறாமல்) இருக்கிறது.

11.3 வெவ்வேறு ஊடகங்களில் அலையின் திசை வேகம்

நீண்ட தண்டவாளத்தில் சுத்தியலால் அடிக்கும் போது, சற்று தொலைவில் தண்டவாளத்தில் காது வைத்து கேட்கும்போது இரு ஒலிகள் (ஒரே கணத்தில் அல்ல) கேட்கும். தண்டவாளத்தின் வழியாக (திண்ம ஊடகம்) கேட்கும் ஒலி

முன்பாகவும், காற்றின் வழியே கேட்கும் அதே ஒலி சற்று தாமதமாகவும் கேட்கும். எனவே, வெவ்வேறு ஊடகங்களில் ஒலியின் திசைவேகம் ஒன்றல்ல.

இந்த பகுதியில், அலைகளின் திசைவேகத்தை இரு வேறு நிலைகளில் வருவிப்போம்:

1. நீட்டப்பட்ட கம்பியில் ஏற்படும் குறுக்கலைகளின் திசைவேகம்
2. மீட்சித்தன்மை கொண்ட ஊடகத்தில் நெட்டலைகளின் திசைவேகம்

11.3.1 நீட்டப்பட்ட கம்பியில் ஏற்படும் குறுக்கலையின் திசைவேகம்

கம்பி ஒன்றில் இயங்கும் குறுக்கலையின் திசைவேகத்தை கணக்கிடுவோம். கம்பியின் இடது முனையை மேல்நோக்கி சொடுக்கினால், அந்த துடிப்பு வலது முனைநோக்கி v என்ற திசைவேகத்தில் நகரும் (படம் 11.15 (a) ல் காட்டியவாறு). இதற்குப் பொருள் ஓய்வு நிலையில் உள்ள குறிப்பாயத்தில் உள்ள பார்வையாளரைப் பொருத்து, துடிப்பானது v திசைவேகத்தில் நகர்கிறது. பார்வையாளரும் அதே v திசைவேகத்தில் துடிப்பின் திசையில் இயங்கினால், துடிப்பானது ஓய்வில் (நிலையாக) இருந்து, கம்பியானது துடிப்புடன் v திசைவேகத்தில் நகர்வதாக பார்வையாளருக்குத் தெரியும்.

படம் 11.15 (b) ல் காட்டியவாறு கம்பியில் ஒரு அடிப்படைப் பகுதியைக் கருதுவோம். கம்பியில் A, B என்ற புள்ளிகளை இக்கணத்தில் கருதுவோம். dl, dm என்பது கம்பியின் சிறுபகுதி நீளம் மற்றும் நிறை என்போம். வரையறையின்படி நீள் நிறை அடர்த்தி (μ) ஆனது பின்வருமாறு எழுதப்படுகிறது.

$$\mu = \frac{dm}{dl} \quad (11.5)$$

$$dm = \mu\, dl \quad (11.6)$$

படத்தில் காட்டியவாறு அடிப்படை பகுதி AB ஆனது வட்டத்தின் ஒரு பகுதிபோல், O வை மையமாக கொண்டு R ஆரத்துடன் வளைந்து கோணம் θ வை வளைகோடு மையம் O வில் ஏற்படுத்துகிறது. θ வை வளைகோடு AB ன் நீளம் dl மற்றும் ஆரம் R யைப் பயன்படுத்தி பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$\theta = \frac{dl}{R}.$$

கம்பியின் இழுவிசை தரும் மையநோக்கு முடுக்கம் (எண்மதிப்பு)

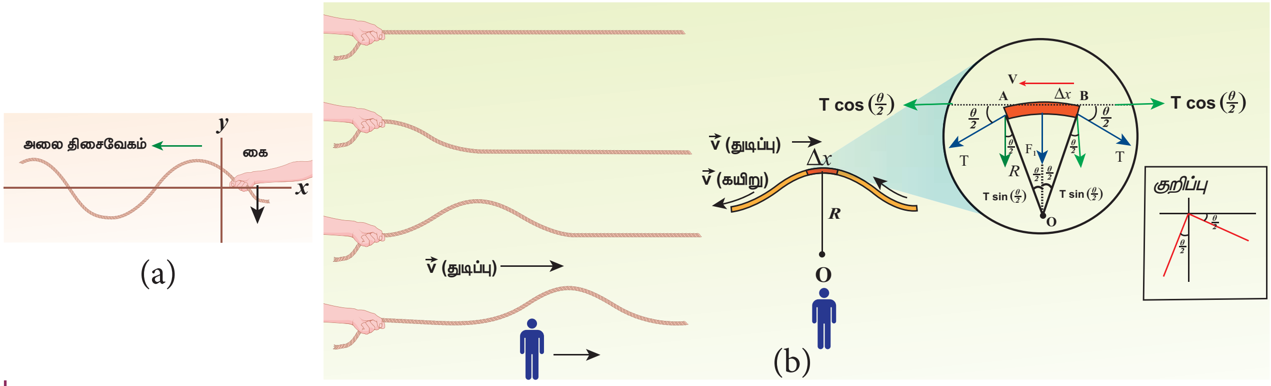
$$a_{cp} = \frac{v^2}{R} \quad (11.7)$$

சமன்பாடு (11.7) உடன் நிறை (m) யை சேர்த்தால் மையநோக்கு விசை கிடைக்கும்

$$F_{cp} = \frac{(dm)v^2}{R} \quad (11.8)$$

இந்தக் கம்பியின் சிறுபகுதி (elemental string) உணரும் மையநோக்கு விசையை சமன்பாடு (11.6) ஐ (11.8) இல் பிரதியிடுவதன் மூலம் கணக்கிடலாம்.

$$\frac{(dm)v^2}{R} = \frac{\mu v^2\, dl}{R} \quad (11.9)$$



படம் 11.15 (a) நீட்டப்பட்ட கம்பியில் குறுக்கலைகள். (b) நீட்டப்பட்ட கம்பியின் பெரிதாக்கப்பட்ட அடிப்படைப் பகுதி மற்றும் v திசைவேகத்தில் இயங்கும் பார்வையாளரின் குறிப்பாயத்திலிருந்து பார்க்கப்படும் ஒரு துடிப்பு

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 239 10-09-2018 15:03:44

இழுவிசை T ஆனது, கம்பியின் சிறுபகுதி நீளம் AB யின் தொடுகோட்டின் வழியே செயல்படுகிறது. வளைகோடு AB யின் நீளம் மிகச்சிறியது. எனவே இழுவிசை T யில் ஏற்படும் மாறுபாடு புறக்கணிக்கத்தக்கது.

இழுவிசை T யை கிடைமட்டக்கூறு $T\cos\left(\frac{\theta}{2}\right)$ மற்றும் செங்குத்துக்கூறு $T\sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$ என இரு கூறுகளாகப் பகுக்கலாம். A, B யில் கிடைமட்டக் கூறுகள் சம எண்மதிப்பில் எதிர்திசையில் செயல்படுகின்றன. எனவே, அவை ஒன்றை ஒன்று சமன் செய்கின்றன. நீளம் AB யை மிகச்சிறியதாக கருதுவதால், செங்குத்துக்கூறுகள் A, B யில் செங்குத்து திசையில் வளைவின் மையம் நோக்கி இருப்பதால் அவற்றைக் கூட்ட வேண்டும். தொகுபயன் ஆர விசை F_r ஆனது

$$F_r = 2T\sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \qquad (11.10)$$

கம்பியின் நீளத்துடன் ஒப்பிட, அலையின் வீச்சு மிகச்சிறியது. எனவே, சிறிய கோணத்தின் சைன் மதிப்பைத் தோராயமாக $\sin\left(\frac{\theta}{2}\right) \approx \frac{\theta}{2}$ எனக் குறிக்கலாம். தற்போது சமன்பாடு (11.10) ஐ மாற்றி எழுத,

$$F_r = 2T \times \frac{\theta}{2} = T\theta \qquad (11.11)$$

ஆனால், $\theta = \frac{dl}{R}$, இதை (11.11) இல் பொருத்த,

$$F_r = T\frac{dl}{R} \qquad (11.12)$$

நியூட்டனின் இரண்டாவது விதியை கம்பியின் சிறுபகுதி நீளத்திற்கு ஆர வழியே செயல்படுத்த, சமநிலையில் விசையின் ஆரத்திசை கூறு (radial), மையநோக்கு விசைக்கு சமமாகும். சமன்பாடு(11.9) மற்றும் (11.12) ஐ சமப்படுத்த, கிடைப்பது

$$T\frac{dl}{R} = \mu v^2 \frac{dl}{R}$$

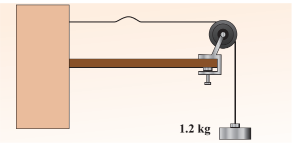
$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}\ \text{m s}^{-1} \text{ எனஅளவிடப்படுகிறது.} \qquad (11.13)$$

காட்சிப்பதிவுகள்:

- கம்பியில் ஏற்படும் அலையின் திசைவேகம்
  a. இழுவிசையின் இருமடி மூலத்திற்கு நேர்த்தகவிலும்
  b. நீள் நிறை அடர்த்தி (linear mass density) யின் இருமடி மூலத்திற்கு எதிர்த்தகவிலும்
  c. அலை வடிவத்தைச் சாராமலும் அமையும்

எடுத்துக்காட்டு11.6

படத்தில் காட்டியபடி நீள் நிறை அடர்த்தி $0.25\ \text{kg m}^{-1}$ கொண்ட கம்பியில் இயக்கத்தில் உள்ள துடிப்பின் திசைவேகம் காண்க. மேலும் துடிப்பு 30 cm யைக் கம்பியில் கடக்க எடுத்துக்கொள்ளும் நேரத்தையும் காண்க.



தீர்வு:

கம்பியின் இழுவிசை

$T = mg = 1.2 \times 9.8 = 11.76\ \text{N}$

ஓரலகு நீளத்திற்கான நிறை $\mu = 0.25\ \text{kg m}^{-1}$

எனவே, அலைத்துடிப்பின் திசைவேகம்

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{11.76}{0.25}} = 6.858\ m\,s^{-1} = 6.8\ m\,s^{-1}$$

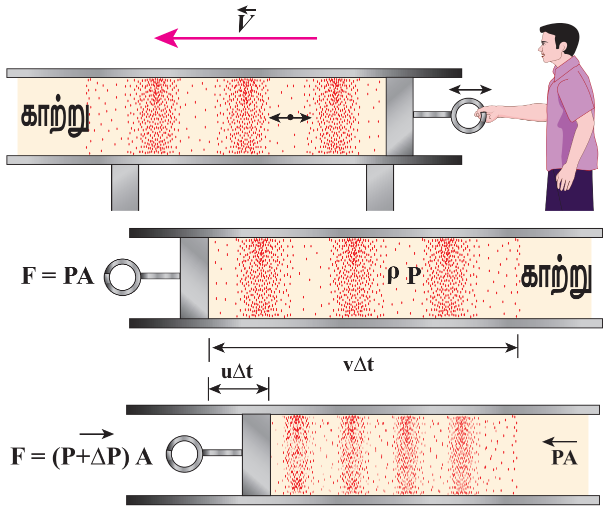
30 செ.மீ தொலைவைக் கடக்க துடிப்பு எடுத்துக் கொள்ளும் நேரம்

$t = \frac{d}{v} = \frac{30\times10^{-2}}{6.8} = 0.044\,s = 44\ ms$ இங்கு,
ms = மில்லி வினாடி

11.3.2 மீட்சித்தன்மை கொண்ட ஊடகத்தில் நெட்டலையின் திசைவேகம்

நீண்ட உருளை வடிவக் குழாயில் குறுக்குவெட்டுப்பரப்பு A, நிலையான நிறை கொண்ட மீட்சித் தன்மை ஊடகம் (இங்கு காற்றைக் கருதுக) P அழுத்தத்தில் உள்ளது என்க. இந்தக் குழாயில் நெட்டலைகளை ஓர் இசைக்கவையை அதிர வைத்தோ, பிஸ்டன் ஒன்றைக் கொண்டு காற்றை அழுத்தியோ ஏற்படுத்தலாம். உருளையின் அச்சுக்கு இணையாக அலை முன்னேறுவதாகக் கொள்க. ஆரம்பத்தில் ஓய்வில் உள்ள ஊடகத்தின் அடர்த்தி ρ என்க. $t = 0$ நேரத்தில் பிஸ்டன் இடது முனையிலிருந்து, u திசைவேகத்துடன் வலது முனைநோக்கி நகர்கிறது.

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 240 10-09-2018 15:03:46



படம் 11.16 பிஸ்டனை நகர்த்தி ஒரு பாய்மத்தில் உருவாக்கப்படும் நெட்டலைகள்

v என்பது மீட்சி அலையின் திசைவேகம் u மற்றும் பிஸ்டனின் திசைவேகம் என்க. Δt நேர இடைவெளியில் பிஸ்டன் நகரும் தூரம் $\Delta d = u\,\Delta t$. மீட்சித் தன்மை கொண்ட மாறுபாடு நகர்ந்த தொலைவு $\Delta x = v\Delta t$.

Δt நேர இடைவெளியில் v திசைவேகத்தை அடைந்த காற்றின் நிறை Δm என்க.

$$\Delta m = \rho\ A\ \Delta x = \rho\ A\ (v\ \Delta t)$$

பிஸ்டன் u என்ற திசைவேகத்தில் இயங்குவதால் ஏற்படும் உந்தம்

$$\Delta p = [\rho\ A\ (v\ \Delta t)]u$$

கணத்தாக்கு என்பது உந்தமாறுபாடு என்பதால், நிகர கணத்தாக்கு

$$I = (\Delta P\ A)\Delta t$$

அல்லது $(\Delta P\ A)\Delta t = [\rho\ A\ (v\ \Delta t)]u$

$$\Delta P = \rho\ v\ u \qquad (11.14)$$

காற்றின் வழியாக, ஒலி அலை செல்லும்போது, சிறிய பருமன் உடைய காற்றுப்பகுதி, தொடர்ந்து இறுக்கங்களுக்கும், தளர்ச்சிகளுக்கும் உட்படுகிறது.

$$\Delta P = B\frac{\Delta V}{V}$$

இங்கு, V என்பது காற்றின் தொடக்க பருமன் மற்றும் B என்பது மீட்சி ஊடகத்தின் பருமக்குணகம் (Bulk modulus).

ஆனால் $V = A\ \Delta x = A\ v\ \Delta t$

மேலும் $\Delta V = A\ \Delta d = A\ u\ \Delta t$

எனவே,

$$\Delta P = B\frac{A\,u\,\Delta t}{A\,v\,\Delta t} = B\frac{u}{v} \qquad (11.15)$$

சமன்பாடு (11.14) யும் சமன்பாடு (11.15) யும் ஒப்பிட கிடைப்பது,

அல்லது

$$\rho v u = B\frac{u}{v} \text{ or } v^2 = \frac{B}{\rho}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} \qquad (11.16)$$

பொதுவாக, மீட்சி ஊடகத்தில் நெட்டலையின் திசைவேகம் $v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$,

இங்கு, E ஊடகத்தின் மீட்சிக்குணகம் (Modulus of elasticity).

நேர்வுகள்: திண்மத்திற்கு:

i. ஒரு பரிமாண தண்டு (1 dimensional rod):

$$v = \sqrt{\frac{Y}{\rho}} \qquad (11.17)$$

இங்கு, Y என்பது தண்டுச் செய்யப்பட்ட பொருளின் யங்குணகம், ρ தண்டின் அடர்த்தி. ஒரு பரிமாண தண்டு யங் குணகத்தை மட்டுமே பெற்றிருக்கும்.

ii. முப்பரிமாண தண்டு (3 dimensional rod):

திண்மம் ஒன்றின் வழியே நெட்டலையின் வேகம்

$$v = \sqrt{\frac{B + \frac{4}{3}\eta}{\rho}} \qquad (11.18)$$

இங்கு, η விறைப்புக்குணகம், B பருமக் குணகம் மற்றும் தண்டின் அடர்த்தி.

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 241 10-09-2018 15:03:48

நேர்வுகள் : திரவத்திற்கு :

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} \quad (11.19)$$

இங்கு B, பருமக் குணகம் மற்றும் ρ திரவத்தின் அடர்த்தி. பருமக் குணகம் B அல்லது k என்ற எழுத்தால் குறிப்பிடலாம்.

எடுத்துக்காட்டு 11.7

எஃகு கம்பி ஒன்றில் ஒலியின் திசைவேகத்தைக் கணக்கிடுக. எஃகின் யங்குணகம் $Y = 2 \times 10^{11}\ N\ m^{-2}$ மற்றும் அடர்த்தி $\rho = 7800\ kg\ m^{-3}$.

தீர்வு:

$$v = \sqrt{\frac{Y}{\rho}} = \sqrt{\frac{2\times10^{11}}{7800}} = \sqrt{0.2564\times10^{8}}$$

$$= 0.506\times10^{4}\ ms^{-1} = 5\times10^{3}\ ms^{-1}$$

எனவே நெட்டலைகள் திண்மத்தில், திரவம் அல்லது வாயுவை விட வேகமாக செல்கின்றன. ஆடு மேய்ப்பவன் ஆடுகளுடன் தொடர்வண்டி பாதையை கடக்கும் போது, தண்டவாளத்தில் காதை வைத்து கேட்பதன் காரணத்தை தற்போது புரிந்திருப்பீர்கள்.

எடுத்துக்காட்டு11.8

ஒரு குறிப்பிட்ட பருமன் கொண்ட நீரின் அழுத்தத்தை 100kPa ஆக அதிகரிக்கும்போது பருமன் 0.005% குறைகிறது.

(a) நீரின் பருமக்குணகம் காண்க?.

(b) நீரில் ஒலியின் (இறுக்கப்பட்ட அலைகள்) திசைவேகத்தைக் காண்க ?

தீர்வு

(a) பருமக்குணகம்

$$B = V\left|\frac{\Delta P}{\Delta V}\right| = \frac{100\times10^{3}}{0.005\times10^{-2}} =$$

$$= \frac{100\times10^{3}}{5\times10^{-5}} = 2000\ MPa$$

(MPa = மெகா பாஸ்கல்)

(b) நீரில் ஒலியின் வேகம்

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} = \sqrt{\frac{2000\times10^{6}}{1000}} = 1414\ ms^{-1}$$

குறிப்பு குறுக்கலை,நெட்டலைகளின் திசைவேகம் மீட்சிப் பண்புகளைப் பொருத்தது (கம்பியின் இழுவிசை T, பருமக்குணகம் B போன்றவை) மற்றும் நிலைமப் பண்புகளையும் (அடர்த்தி அல்லது ஓரலகு நீளத்திற்கான நிறை) பொருத்தது. i.e., $v = \sqrt{\frac{\text{மீட்சிப் பண்பு}}{\text{நிலைமப் பண்பு}}}$

அட்டவணை 11.2 வெவ்வேறு ஊடகங்களில் ஒலியின் வேகம்

வ.எண்	ஊடகம்	வேகம் m s^{-1}
	திண்மம்	
1	இரப்பர்	1600
2	தங்கம்	3240
3	பித்தளை	4700
4	தாமிரம்	5010
5	இரும்பு	5950
6	அலுமினியம்	6420
	திரவங்கள் (25°C இல்)	
1	மண்ணெண்ணெய்	1324
2	பாதரசம்	1450
3	நீர்	1493
4	கடல் நீர்	1533
	வாயு (0°C இல்)	
1	ஆக்ஸிஜன்	317
2	காற்று	331
3	ஹீலியம்	972
4	ஹைட்ரஜன்	1286
	வாயு (20°C இல்)	
1	காற்று	343

11.4 ஒலி அலையின் பரவல்

ஒலி அலையானது நெட்டலையாகும். அது பரவும் ஊடகத்தில் இறுக்கங்களும், தளர்ச்சிகளும் ஏற்படும். கீழ்க்கண்ட பாடப்பகுதியில் காற்றில் ஒலியின் திசைவேகத்தை நியூட்டனின் முறையில் அளவிடலாம். பின்னர் அதன் மீதான லாப்லஸ் திருத்தத்தையும் காற்றில் ஒலியின் திசைவேகத்தை பாதிக்கும் காரணிகளையும் விவாதிக்கலாம்.

11.4.1 காற்றில் ஒலியின் திசைவேகத்திற்கான நியூட்டனின் சமன்பாடு

காற்றில் ஒலி பரவும் போது ஏற்படும் இறுக்கங்களும், தளர்ச்சிகளும் மிக மெதுவாக நடைபெறுகிறது. எனவே இந்த நிகழ்வை வெப்பநிலை மாறா நிகழ்வாக நியூட்டன் கருதினார். அதாவது இறுக்கத்தினால் (அழுத்தம் அதிகரிக்கிறது, பருமன் குறைகிறது) ஏற்படும் வெப்பம் மற்றும் நெகிழ்வினால் ஏற்படும் வெப்ப இழப்பு (அழுத்தம் குறையும், பருமன் அதிகரிக்கும்) மெதுவாக நிகழ்வதால் வெப்பநிலை மாறாமல் இருப்பதாக நியூட்டன் கருதினார். எனவே காற்று மூலக்கூறுகளை ஒரு நல்லியல்பு வாயுவாக கருதினால், அழுத்த, பரும மாறுபாடுகள் பாயில் விதிக்கு கட்டுப்படுகின்றன. கணிதப்படி,

$$PV = \text{மாறிலி} \qquad (11.20)$$

சமன்பாடு (11.20) யை வகைப்படுத்த,

$$PdV + VdP = 0$$

அல்லது, $$P = -V\frac{dP}{dV} = B_T \qquad (11.21)$$

இங்கு, B_T காற்றின் வெப்பநிலைமாறா பருமக்குணகம். சமன்பாடு (11.21) யை (11.16), இல் பிரதியிட, காற்றில் ஒலியின் திசைவேகம்

$$v_T = \sqrt{\frac{B_T}{\rho}} = \sqrt{\frac{P}{\rho}} \qquad (11.22)$$

P என்பது காற்றின் அழுத்தம், NTP (இயல்பு வெப்பநிலை மற்றும் அழுத்தம்) இல் P இன் மதிப்பு 76 செ.மீ பாதரச அழுத்தமாகும்.

எனவே,

$$P = (0.76 \times 13.6 \times 10^3 \times 9.8)\ \text{N m}^{-2}$$

$$\rho = 1.293\ kg\ m^{-3}.$$

காற்றில் ஒலியின் வேகம் (NTP) யில்

$$v_T = \sqrt{\frac{(0.76 \times 13.6 \times 10^3 \times 9.8)}{1.293}}$$

$= 279.80\ \text{m s}^{-1} \approx 280\ \text{ms}^{-1}$ (கணக்கீட்டு மதிப்பு)

ஆனால், ஆய்வு மூலமாக $0°C$ யில் காற்றில் ஒலியின் திசைவேகம் $332\ \text{m s}^{-1}$ என அளக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த மதிப்பு, கணக்கீட்டு மதிப்பை விட 16% அதிகம்.

சதவீதப் பிழை $\frac{(332-280)}{332} \times 100\% = 15.6\%$. இது குறைவான பிழை அல்ல

11.4.2 லாப்லஸ் திருத்தம் (Laplace Correction)

1816 ல் லாப்லஸ், மேலே குறிப்பிட்ட குறைபாட்டை, "ஒலி ஓர் ஊடகத்தில் பரவும்போது துகள்கள் மிக விரைவாக அலைவுறுவதால் இறுக்கங்களும், தளர்ச்சிகளும் மிக வேகமாக ஏற்படும்" எனக் கருத்தில் கொண்டு சரி செய்தார். இறுக்கத்தினால் ஊடகத்திற்கு கொடுக்கப்படும் அதிக வெப்பமும், தளர்ச்சி மூலம் ஏற்படும் குளிர்ச்சி விளைவும் சுற்றுப் புறத்துடன் சமன் செய்யப்படாது. ஏன் எனில் காற்று (ஊடகம்) ஓர் அரிதிற்கடத்தியாகும். வெப்பநிலை மாறாது எனக் கருத முடியாததால், இது ஒரு வெப்ப பரிமாற்றமில்லா நிகழ்வு ஆகும். வெப்ப பரிமாற்றமில்லா விளைவு எனக் கருதுவதால், வாயு பாய்சன் விதியை பின்பற்றுகிறது (நியூட்டன் கருதியதுபோல் பாயில் விதி அல்ல). எனவே,

$$PV^{\gamma} = \text{மாறிலி} \qquad (11.23)$$

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 243 10-09-2018 15:03:51

இங்கு $\gamma = \frac{C_P}{C_v}$,

C_P – அழுத்தம் மாறா மோலார் தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன்

C_v – பருமன் மாறா மோலார் தன் வெப்ப ஏற்புத்திறன்

சமன்பாடு (11.23) யை வகைப்படுத்த,

$$V^{\gamma}\, dP + P\,(\gamma V^{\gamma-1}\, dV) = 0$$

$$\text{or,} \quad \gamma P = -V\frac{dp}{dV} = B_A \qquad (11.24)$$

இங்கு, B_A காற்றின் வெப்பமாற்றீடற்ற விளைவில் பருமக் குணகம்.

சமன்பாடு (11.24) ஐ (11.16) இல் பொருத்த காற்றில் ஒலியின் திசைவேகம்

$$v_A = \sqrt{\frac{B_A}{\rho}} = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}} = \sqrt{\gamma}\, v_T \qquad (11.25)$$

காற்றில் முக்கியமாக நைட்ரஜன், ஆக்சிஜன், ஹைட்ரஜன் மற்றும் பிற (இரட்டை அணு மூலக்கூறு வாயு) இருப்பதால், $\gamma = 1.47$. எனவே, காற்றில் ஒலியின் திசைவேகம் $v_A = (\sqrt{1.4})(280\text{ m s}^{-1}) = 331.30\text{ m s}^{-1}$. இது ஆய்வு முடிவு மதிப்பிற்கு மிக இறுக்கமாக உள்ளது.

11.4.3 வாயுவில் ஒலியின் திசைவேகத்தை பாதிக்கும் காரணிகள்

நல்லியல்பு வாயு ஒன்றைக் கருதுக. அதன் சமன்பாடு

$$PV = \mu R T \qquad (11.26)$$

இங்கு, P – அழுத்தம், V – பருமன், T – வெப்பநிலை, μ – மோல்களின் எண்ணிக்கை, R – பொது வாயு மாறிலி, கொடுக்கப்பட்ட நிறை கொண்ட மூலக்கூறுக்கு சமன்பாடு (11.26) யை கீழ்க்கண்டவாறு எழுதலாம்.

$$\frac{PV}{T} = \text{மாறிலி} \qquad (11.27)$$

நிறை m யை, மாறிலியாக வைத்தால், வாயுவின் அடர்த்தியானது, பருமனுக்கு எதிர்தகவில் மாறும்

$$\rho \propto \frac{1}{V} \qquad V = \frac{m}{\rho} \qquad (11.28)$$

சமன்பாடு (11.28) யை (11.27) ல் பொருந்தினால், கிடைப்பது

$$\frac{P}{\rho} = cT \qquad (11.29)$$

இங்கு c ஒரு மாறிலி.

சமன்பாடு (11.25) இல் கொடுக்கப்பட்ட காற்றில் ஒலியின் திசைவேகத்தை கீழ்க்காணுமாறு எழுதலாம்

$$v = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}} = \sqrt{\gamma c T} \qquad (11.30)$$

மேற்கண்ட சமன்பாட்டிலிருந்து நாம் அறிவது,

(a) அழுத்தத்தின் விளைவு :

ஒரு நிலையான வெப்பநிலையில், அழுத்தம் மாறுபடும்போது, அடர்த்தியும் நேர்விகிதத்தில் மாறுகிறது; அதாவது $\left(\frac{P}{\rho}\right)$ நிலையாக அமைகிறது. இதன் பொருள் நிலையான வெப்பநிலையில், ஒலியின் திசைவேகம் அழுத்தத்தை சாராதது. ஒரு மலையின் மேலும், கீழும் வெப்பநிலை சமமாக இருந்தால், ஒலியின் திசைவேகம் மாறாமல் இருக்கும். ஆனால் நடைமுறையில் மலையின் மேலும் கீழும் வெப்பநிலை சமமாக இருக்காது. எனவே, ஒலியின் திசைவேகமும் மாறுபட்டிருக்கும்.

(b) வெப்பநிலையின் விளைவு :

$$\because \quad v \propto \sqrt{T}$$

ஒலியின் திசைவேகம், வெப்பநிலையின் (கெல்வின் மதிப்பு) இருமடி மூலத்திற்கு நேர்தகவில் மாறுகிறது.

v_0 என்பது 0°C அல்லது 273 K இல் ஒலியின் திசைவேகம் v என்பது ஏதேனும் ஒரு வெப்பநிலை T இல் ஒலியின் திசைவேகம் எனவும் கொண்டால்,

$$\frac{v}{v_0} = \sqrt{\frac{T}{273}} = \sqrt{\frac{273+t}{273}}$$

$$v = v_0\sqrt{1+\frac{t}{273}} \cong v_0\left(1+\frac{t}{546}\right)$$

(ஈருறுப்பு விரிவை பயன்படுத்தி)

0^0C ல் ஒலியின் திசைவேகம் $v_0 = 331 m s^{-1}$ என்பதால், ஏதேனும் ஒரு வெப்பநிலை t^0C யில்

$$v = (331 + 0.60t)\ m s^{-1}$$

ஒவ்வொரு 1^0C வெப்பநிலை உயர்வுக்கும் ஒலியின் திசைவேகம் 0.61 $m s^{-1}$ அதிகரிக்கிறது.

குறிப்பு: வெப்பநிலை அதிகரிக்கும்போது மூலக்கூறுகள் அக ஆற்றல் அதிகரிப்பால் வேகமாக அதிர்வுறும். எனவே திசைவேகம் அதிகரிக்கிறது.

(c) அடர்த்தியின் விளைவு:

சம வெப்பநிலை, அழுத்தத்தில் உள்ள இரு வாயுக்களை கருதுக. அவற்றின் அடர்த்தி மட்டும் வெவ்வேறு என்க. அந்த இரு வாயுக்களின் வழியே ஒலியின் திசைவேகங்கள் முறையே,

$$v_1 = \sqrt{\frac{\gamma_1 P}{\rho_1}} \qquad (11.31)$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{\gamma_2 P}{\rho_2}} \qquad (11.32)$$

(11.31) யை (11.32) ல் வகுக்க

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{\frac{\gamma_1 P}{\rho_1}}}{\sqrt{\frac{\gamma_2 P}{\rho_2}}} = \sqrt{\frac{\gamma_1 \rho_2}{\gamma_2 \rho_1}}$$

மதிப்பு சமமான வாயுக்களுக்கு,

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{\rho_2}{\rho_1}} \qquad (11.33)$$

எனவே, வாயு ஒன்றின் வழியே ஒலியின் திசைவேகம் அடர்த்தியின் இருமடி மூலத்திற்கு எதிர்த்தகவில் அமைகிறது.

(d) ஈரப்பதத்தின் விளைவு (humidity):

ஈரப்பதம் உள்ள காற்றின் அடர்த்தி உலர்ந்த காற்றின் அடர்த்தியைப்போல் 0.625 மடங்கு ஆகும். அதாவது ஈரப்பதம், காற்றின் அடர்த்தியை குறைத்து விடுகிறது. எனவே, ஈரப்பதம் உள்ள காற்றில் ஒலியின் திசைவேகம் அதிகரிக்கிறது.

ρ_1, v_1, மற்றும் ρ_2, v_2, என்பவை முறையே உலர்ந்த காற்று, ஈரப்பரம் உள்ள காற்றின் அடர்த்தி மற்றும் ஒலியின் திசைவேகம் என்க.

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{\frac{\gamma_1 P}{\rho_1}}}{\sqrt{\frac{\gamma_2 P}{\rho_2}}} = \sqrt{\frac{\rho_2}{\rho_1}} \qquad (\gamma_1 = \gamma_2 \text{ எனில்})$$

P என்பது வளிமண்டல அழுத்தமாதலால் கீழ்க்கண்டவாறு எழுதலாம்.

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{P}{p_1 + 0.625 p_2}$$

இங்கு, p_1, p_2, முறையே உலர்ந்த காற்று மற்றும் நீராவியின் பகுதி அழுத்தங்கள்.

$$v_1 = v_2 \sqrt{\frac{P}{p_1 + 0.625 p_2}} \qquad (11.34)$$

(e) காற்றின் விளைவு:

காற்று வீசுவதாலும் ஒலியின் திசைவேகம் மாறும். காற்றின் திசையில் ஒலி செல்லும்போது அதன் திசைவேகம் அதிகரிக்கிறது. காற்றிற்கு எதிர்த்திசையில் ஒலியின் திசைவேகம் குறைகிறது.

எடுத்துக்காட்டு 11.9

ஆக்சிஜன், நைட்ரஜனின் அடர்த்திகளின் தகவு 16:14. எந்த வெப்பநிலையில் ஆக்சிஜனில் செல்லும் ஒலியின் திசைவேகமானது, 17°C இல் நைட்ரஜனில் செல்லும் ஒலியின் திசைவேகத்திற்கு சமமாகும்?

தீர்வு:

சமன்பாடு (11.25) லிருந்து,

$$v = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$$

ஆனால் $\rho = \dfrac{M}{V}$

$$v = \sqrt{\frac{\gamma P V}{M}}$$

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 245 10-09-2018 15:03:57

சமன்பாடு (11.26) யைப்பயன்படுத்த

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

இங்கு, R – பொது வாயு மாறிலி, M – வாயுவின் மூலக்கூறு நிறை

17°C யில் நைட்ரஜனில் ஒலியின் வேகம்

$$v_N = \sqrt{\frac{\gamma R(273K + 17K)}{M_N}}$$

$$= \sqrt{\frac{\gamma R(290K)}{M_N}} \quad (1)$$

இதேபோல் t°C யில் ஆக்சிஜனில் ஒலியின் வேகம்

$$v_0 = \sqrt{\frac{\gamma R(273K + t)}{M_0}} \quad (2)$$

இரு வாயுக்களுக்கும் ஒரே மதிப்பு. ஆதலால், மேலே (1) , (2), யை சமப்படுத்த

$$v_O = v_N$$

$$\sqrt{\frac{\gamma R(273 + t)}{M_0}} = \sqrt{\frac{\gamma R(290)}{M_N}}$$

இருபுறமும் இருமடியாக்கி (squaring) $\gamma\, R$ யை நீக்கி, சரிசெய்ய,

$$\frac{M_0}{M_N} = \frac{273 + t}{290} \quad (3)$$

ஆக்சிஜன், நைட்ரஜனின் அடர்த்திகளின் தகவு 16:14, எனவே,

$$\frac{\rho_0}{\rho_N} = \frac{16}{14} \quad (4)$$

$$\frac{\rho_0}{\rho_N} = \frac{\frac{M_O}{V}}{\frac{M_N}{V}} = \frac{M_0}{M_N} \Rightarrow \frac{M_0}{M_N} = \frac{16}{14} \quad (5)$$

சமன்பாடு (5) ஐ (3) ல் பொருத்த

$$\frac{273 + t}{290} = \frac{16}{14} \Rightarrow 3822 + 14t = 4640$$

$$\Rightarrow \ t = 58.4\,\mathrm{K}$$

11.5 ஒலி அலைகளின் எதிரொலிப்பு

ஒலி அலைகள் ஒரு ஊடகத்திலிருந்து மற்றொரு ஊடகத்திற்குச் செல்லும்போது, கீழ்க்கண்ட நிகழ்வுகள் ஏற்படும்.

(a) **ஒலியின் எதிரொலிப்பு:** இரண்டாவது ஊடகம் மிகுந்த அடர்த்தியுடையதாக (உறுதியானதாக) இருந்தால், ஒலியானது முழுவதுமாக முதல் ஊடகத்திற்குள்ளேயே (மீண்டு எழுகிறது) எதிரொலிப்பு அடைகிறது.

(b) **ஒலியின் விலகல்:** ஒலி ஒரு ஊடகத்திலிருந்து மற்றொரு ஊடகத்திற்கு செல்லும்போது (இரண்டாவது ஊடகம் முதல் ஊடகத்தை விட அடர்த்தி அதிகமாக உள்ளபோது) அதன் ஆற்றல் இரண்டாவது ஊடகத்தால் உட்கவரப்படுவதால், ஆற்றல் இழப்பு ஏற்படுகிறது.

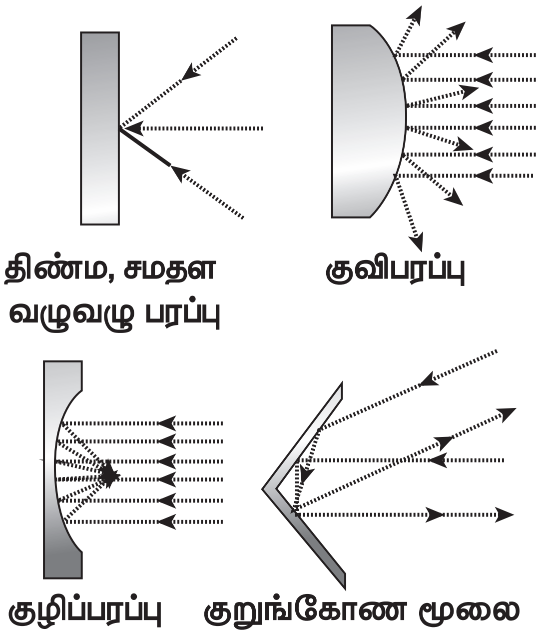
இந்தப் பாடப்பகுதியில் ஒலியின் எதிரொலிப்பை மட்டும் கருதுவோம். ஒளியைப் போல், ஒலியும் எதிரொலிப்பு விதிகளுக்கு உட்படும். அவ்விதிகள்

(i) ஒலியின் படுகோணம், எதிரொலிப்பு கோணத்திற்குச் சமம்.

(ii) ஓர் பரப்பால் ஒலி அலை எதிரொலிக்கப்படும்போது படு புள்ளியில் படு அலை, எதிரொலிப்பு அலை மற்றும் குத்துக்கோடு ஆகியவை ஒரே தளத்தில் அமையும்.

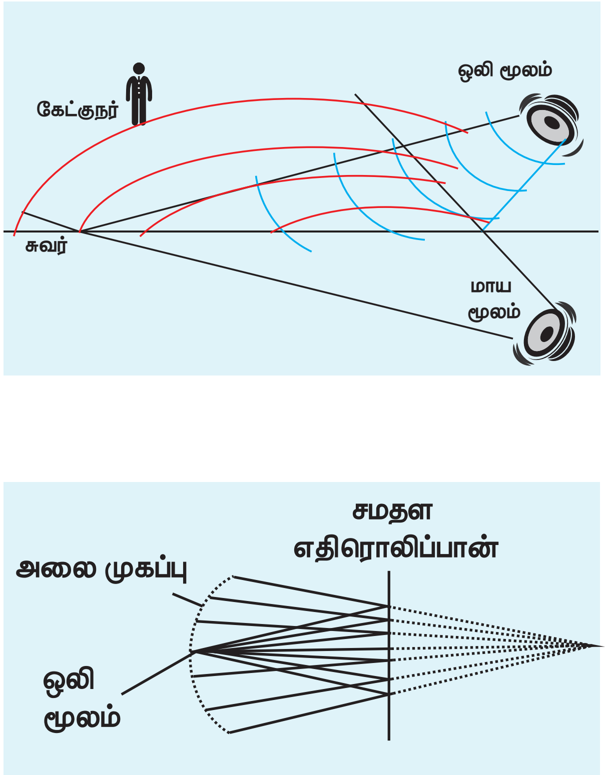
ஆடி ஒன்றால் ஒளி எதிரொளிக்கப்படுவதுபோல், ஒலியும் ஓர் கடினமான, சமதள பரப்பில் எதிரொலிக்கப்படுவது பளிங்கு (Specular) எதிரொலிப்பு எனப்படுகிறது. இது ஒலியின் அலைநீளம், எதிரொலிப்பு பரப்பைவிட பரப்பின் மேடு, பள்ளத்தைவிட சிறியதாக இருக்கும்போது ஏற்படுகிறது.

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 246 10-09-2018 15:04:00



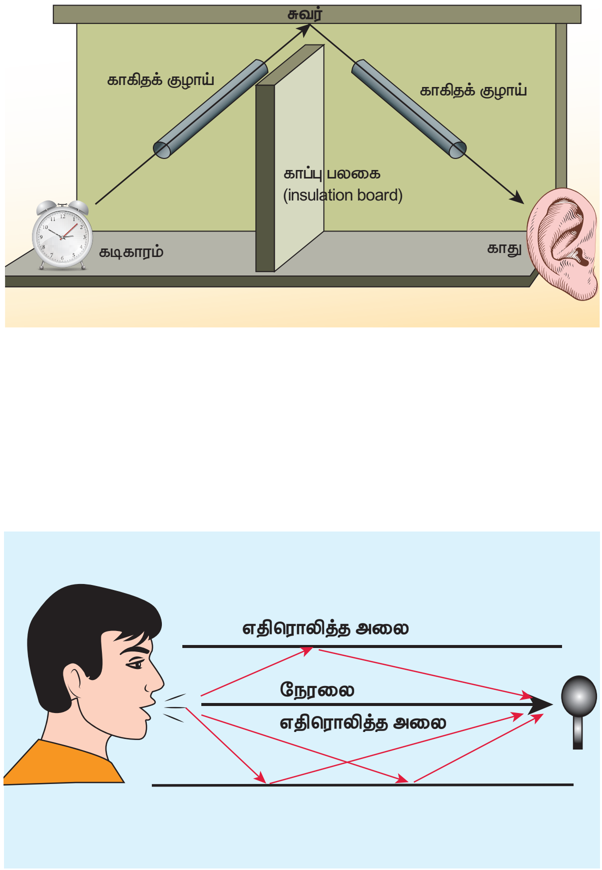
படம் 11.17 வெவ்வேறு பரப்புகளில் ஒலியின் எதிரொலிப்பு

11.5.1 சமதள பரப்புகளில் ஒலியின் எதிரொலிப்பு



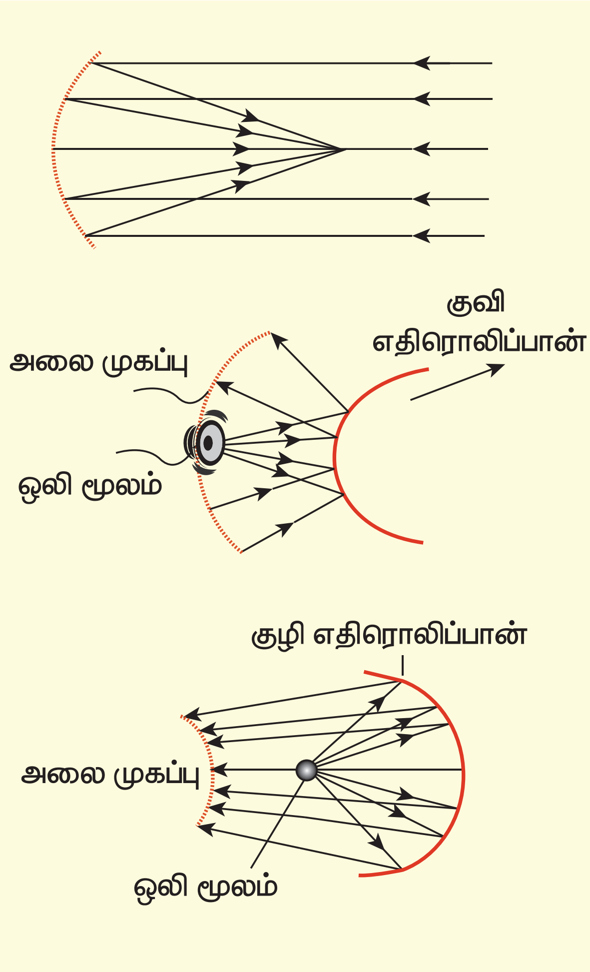
படம் 11.18 சமதள பரப்பால் ஒலி எதிரொலிப்பு

ஒலி அலைகள், சமதள சுவர் மீது மோதும்போது, (ஒளி அலைகள் போலவே) அந்த சுவற்றிலிருந்து மீண்டெழுகின்றன (bounces off). ஒலிப்பான் ஒன்று சுவற்றிற்கு சாய்வாக ஒரு குறிப்பிட்ட கோணத்தில் வைக்கப்பட்டால், மூலத்திலிருந்து (ஒலிப்பான்) வரும் ஒலி (புள்ளி ஒலி மூலம் எனக்கருதுக) யை கோள அலை முகப்பாக கருதலாம். எனவே, சுவரால் எதிரொலிக்கப்படும் அலை முகப்பும் கோளக அலை முகப்பாகவே அமையும். அதனுடைய வளைவு மையத்தை (இது சமதள பரப்பின் மறுபுறம் அமைந்திருக்கும்) ஒலி மூலத்தின் பிம்பமாக கருதலாம் [மாய அல்லது கற்பனை ஒலிப்பான்]. மேலும் இது தளத்தின் பின்புறம் அமைந்துள்ளது எனவும் கருதலாம். இது படம் 11.18 மற்றும் 11.19 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



படம் 11.19 அன்றாட வாழ்வில் ஒலியின் எதிரொலிப்புக்கான பொதுவான எடுத்துக்காட்டுகள்

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 247 10-09-2018 15:04:00

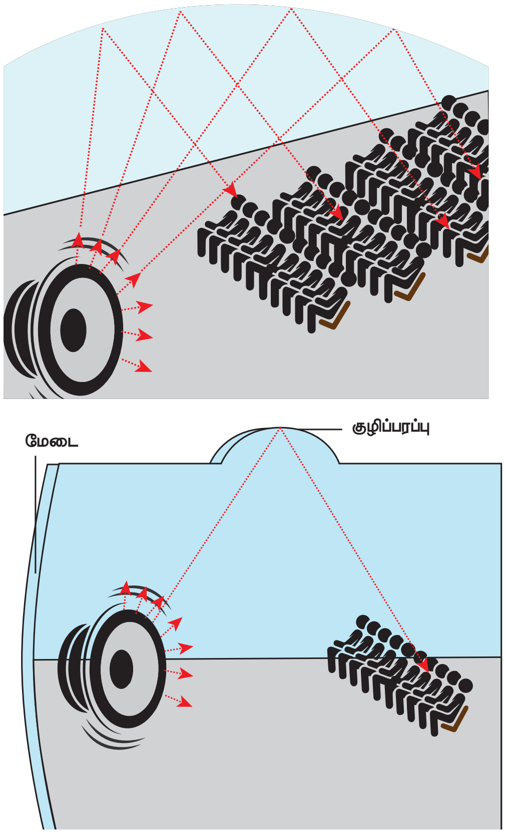


படம் 11.20 வளைவு பரப்புகளில் ஒலியின் எதிரொலிப்பு

11.5.2 வளைவு பரப்புகளில் ஒலியின் எதிரொலிப்பு

ஒலியின் பண்பு எதிரொலிக்கப்பட்ட பரப்பையும் பொருத்தது. குழி, குவி மற்றும் சமதள பரப்புகளால் எதிரொலிக்கப்பட்ட ஒலி அலைகளின் பண்புகள் வெவ்வேறாக உள்ளன. குவி பரப்பால் எதிரொலிக்கப்பட்ட ஒலி விரிந்து செல்வதால், அதன் வலிமை (ஆற்றல்) குறைந்து விடுகிறது.

அதே சமயம் குழி பரப்பால் எதிரொலிக்கப்பட்ட அலை ஒரு புள்ளியில் குவிக்கப்படுவதால் எளிதாக பெருக்கமடையும் (வலிமை, ஆற்றல் அதிகரிக்கிறது). பரவளைய எதிரொலிப்பான்கள் (வளைவு எதிரொலிப்பான்) ஒலி அலைகளை குறிப்பிட்ட புள்ளியில் குவிப்பதற்காக வடிவமைக்கப்படுகின்றன. இவை, அதிக திசை பண்புடைய நுண்ணிய ஒலிப்பான்களை (microphones) வடிவமைக்கப் பயன்படுகின்றன.



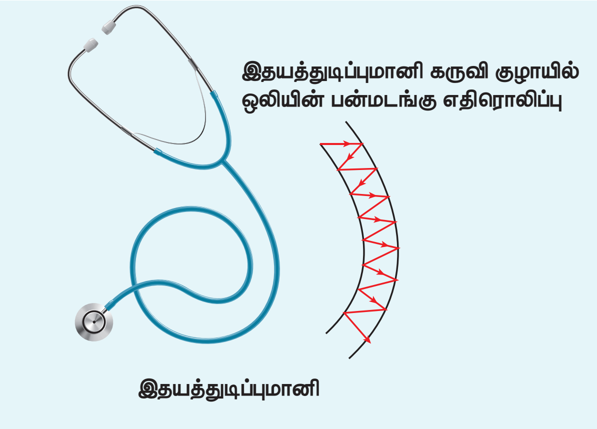
படம் 11.21 பெரிய கலையரங்கங்களில் ஒலி

எந்த ஒரு பரப்பும் (வழுவழுப்பானது அல்லது சொர சொரப்பானது) ஒலியை உட்கவரும் என நாம் அறிவோம். எடுத்துக்காட்டாக பெரிய அறைகள் அல்லது கலையரங்கங்கள் அல்லது திரையரங்குகள் ஆகியவற்றில் ஏற்படுத்தப்படும் ஒலி அதன் சுவர்கள், மேற்கூரைகள், தரை மற்றும் இருக்கைகளால் பெரிதும் உட்கவரப்படுகிறது.

இந்த இழப்பை தடுக்க, வளைவு ஒலி பரப்புகள் (குழி பரப்புகள்) ஒலிப்பான் முன்பாக அமைக்கப்படுகின்றன. இவை ஒலிப்பானிலிருந்து வரும் ஒலியை கேட்போர் கூட்டம் (audience) நோக்கி எதிரொலிக்கின்றன. இந்த முறை எல்லா திசைகளிலும் ஒலி பரவுவதைக் குறைத்து, அரங்கம் முழுவதும் சீராக ஒலி பரவுவதை மேம்படுத்துகிறது. எனவே தான் அரங்கத்தில் எந்தப் பகுதியில் அமர்ந்திருப்பவருக்கும் ஒலியானது எந்த வித தடையுமின்றி சென்றடைகிறது.

11.5.3 ஒலி எதிரொலிப்பின் பயன்கள்

(a) **இதயத்துடிப்புமானி:** இது ஒலியின் பன்மடங்கான எதிரொலிப்பின் தத்துவத்தில் இயங்குகிறது.



படம் 11.22 இதயத்துடிப்புமானி, மற்றும் அதன் ரப்பர் குழாயில் பன்மடங்கு எதிரொலிப்பு அடையும் இதயத்துடிப்பு

இது மூன்று பகுதிகளை கொண்டது:

i இதயத்தின் மீது வைக்கும் பகுதி

ii காதில் வைக்கும் பகுதி

iii ரப்பர் குழாய்

(i) **இதயத்தின் மீது வைக்கும் பகுதி:** இது சிறிய தட்டு வடிவிலான ஒத்ததிர்வுச் சவ்வு. இது ஒலியை மிக நுண்ணியமாக உணரும். மேலும் உணர்ந்த ஒலியை பெருக்கும்.

(ii) **காதில் வைக்கும் பகுதி:** இது உலோகக் குழாய்களால் ஆனது. இது இதயத்திலிருந்து உணர்ந்த ஒலியை கேட்கப் பயன்படுகிறது.

(iii) **ரப்பர் குழாய்:** இது இதயம் மீது வைக்கும் பகுதியையும் காதில் வைக்கும் பகுதியையும் இணைக்கிறது. இதயம் மீது வைக்கும் பகுதியின் சவ்வு உணர்ந்த ஒலியை காதில் வைக்கும் பகுதிக்கு எடுத்துச் செல்கிறது. நுரையீரலின் சத்தம் அல்லது இதயத்தின் துடிப்பு அல்லது உடல் உள் உறுப்புகள் ஏற்படுத்தும் ஒலியை உணர்ந்து, அதை காதில் வைக்கும் பகுதிக்கு ரப்பர் குழாயில் ஏற்படும் பன்மடங்கு எதிரொலிப்பு மூலம் எடுத்துச் செல்கிறது.

(b) **எதிரொலி:** சுவர் அல்லது மலை அல்லது எந்தவொரு ஒலித்தடை பரப்பினாலும் ஒலி எதிரொலிக்கப்பட்டு, மீண்டும் மீண்டும் கேட்கப்படும் ஒலி எதிரொலி எனப்படும். $20°C$ யில் காற்றில் ஒலியின் வேகம் $344\ m\,s^{-1}$. 344 m தொலைவிலுள்ள சுவற்றினை நோக்கி நாம் சப்தம் செய்தால் அது 1 விநாடியில் சுவற்றை அடையும். சுவற்றில் எதிரொலித்த பிறகு, மேலும் 1 வினாடி கழித்து அந்த ஒலி நம்மை அடையும். எனவே, இரு வினாடிகள் கழித்து எதிரொலியை கேட்போம்.

அறிவியல் அறிஞர்களின் கணக்கீட்டின்படி, நாம் இரு ஒலி அலைகளை, தெளிவாக கேட்கக்கூடிய மிகக் குறைந்த நேர இடைவெளி (மனித செவியின் தொடர் கேட்கும் திறன்) ஒரு விநாடியின் $\frac{1}{10}$ பகுதி அதாவது 0.1 s ஆகும்.

$$\text{திசைவேகம்} = \frac{\text{கடந்த தூரம்}}{\text{எடுத்துகொண்ட நேரம்}} = \frac{2d}{t}$$

$$2d = 344 \times 0.1 = 34.4 \text{ m}$$

$$d = 17.2 \text{ m}$$

$20°C$ –யில் எதிரொலி (echo) கேட்க, எதிரொலிக்கும் சுவர் (பரப்பு) அமைய வேண்டிய குறைந்த பட்சத் தொலைவு 17.2 m.

(c) **சோனார்** (SONAR):SOund NAvigation and Ranging. ஒலி எதிரொலிப்பு மூலம் கடலினுள் தேடுதல் மற்றும் கண்டுபிடித்தல் கருவி.

சோனார் கருவி ஒலியின் எதிரொலிப்பைப் பயன்படுத்தி நீரினுள் உள்ள பொருளின் நிலை அல்லது இயக்கத்தை உணரப் பயன்படுகிறது. இதே முறையில் தான் டால்பின்களும், வவ்வால்களும் இருளில் கூட தாங்கள் செல்ல வேண்டிய வழியை தேர்ந்தெடுக்கின்றன.

(d) **எதிர் முழக்கம்** (Reverberation): மூடிய அறை ஒன்றினுள் ஒலி தொடர்ந்து சுவர்களினால் எதிரொலிக்கப்படும்போது, ஒலிமூலம் ஒலி ஏற்படுத்துவதை நிறுத்திய பிறகும், ஒலி கேட்கப்படும். இவ்வாறு ஓர் அறையில் ஒலி மீதி (reverberation) இருக்கும் நிகழ்வு எதிர் முழக்கம் எனப்படும். ஒலி மூலம் ஒலி ஏற்படுத்துவதை நிறுத்திய பிறகு ஒலி கேட்கும் நேரம் "எதிர் முழக்க நேரம்" (reverberation time) எனப்படும். எதிர் முழக்க நேரம் கூடத்தில் ஒலியின் தனியியல்பைப் பாதிக்கும். எனவே, அரங்கங்கள் உகந்த அளவு எதிர் முழக்க நேரம் அமையுமாறு அமைக்கப்படுகிறது.

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 249
10-09-2018 15:04:01

எடுத்துக்காட்டு 11.10

மனிதன் ஒருவன், ஒரு மலை உச்சியிலிருந்து குறிப்பிட்ட தொலைவில் நின்று கொண்டு கைதட்டுகிறான். 4 s கழித்து மலை உச்சியிலிருந்து அந்த கைத்தட்டலின் எதிரொலியை கேட்கிறான். ஒலியின் சராசரி திசைவேகம் 343 m s^{-1}. எனில், மனிதனிடமிருந்து மலை உச்சியின் தொலைவைக் காண்க.

தீர்வு:

ஒலி எடுத்துக் கொள்ளும் நேரம் $2t = 4 \Rightarrow t = 2 \text{ s}$

தொலைவு $d = vt = (343 \text{ m s}^{-1})(2 \text{ s}) = 686 \text{ m}.$

குறிப்பு: ஒலி அலைகளின் வகைகள்: ஒலி அலையின் அதிர்வெண் அடிப்படையில் ஒலி அலைகளை 3 குழுக்களாகப் பிரிக்கலாம்.

(1) கேளா ஒலி (தாழ் அதிர்வெண் அலை Infrasonic)
20 Hz விட குறைவான அதிர்வெண் உடைய ஒலி அலைகள் மனிதன் கேட்க முடியாத (கேளா) ஒலி எனப்படும். இந்த அலைகள் நில நடுக்கத்தின் போது ஏற்படும். பாம்புகள் இந்த அதிர்வெண் உடைய ஒலிகளை கேட்கக்கூடியவை.

(2) செவியுணர் ஒலி (Audible Waves)
20 Hz முதல் 20 kHz (20,000 Hz) வரை அதிர்வெண் உடைய ஒலி அலைகள் மனித செவி உணரும் அலைகள் எனப்படும். மேற்கண்ட அதிர்வெண் நெடுக்க ஒலி அலைகளை மனிதனின் செவியால் உணர இயலும்.

(3) மீயொலி (உயர் அதிர்வெண் ஒலி அலை Ultrasonic)
20 kHz யை விட அதிக அதிர்வெண் உடைய ஒலி அலைகள் மீயொலி எனப்படும். வவ்வால்கள் (Bats) இந்த ஒலியை ஏற்படுத்தவும், கேட்கவும் கூடியவை.

குறிப்பு

1) சேணலை வேகம் (supersonic speed):
ஒலியின் திசைவேகத்தைவிட அதிக வேகத்தில் இயங்கும் பொருள் சேணலை வேகத்தில் (supersonic speed) செல்வதாக கருதப்படும்.

2) மாக் எண்
மூலத்தின் திசைவேகத்திற்கும், ஒலியின் திசைவேகத்திற்கும் இடையேயான தகவே மாக் எண் எனப்படும்.

$$\text{மாக் எண்} = \frac{\text{மூலத்தின்திசைவேகம்}}{\text{ஒலியின்திசைவேகம்}}$$

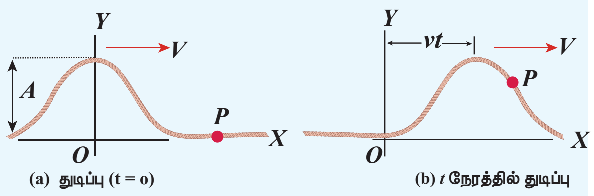
11.6 முன்னேறு அலை அல்லது இயங்கும் அலை:

அலை ஒன்று ஊடகத்தில் தொடர்ந்து முன்னேறிச் சென்றால் அந்த அலை முன்னேறு அலை அல்லது இயங்கும் அலை என்று பெயர்.

11.6.1. முன்னேறு அலையின் பண்புகள்:

1. ஊடகத் துகள்கள் அதன் சமநிலைப்புள்ளியை மையமாகக் கொண்டு மாறாத வீச்சில் அதிர்வுறுகின்றன.
2. ஒவ்வொரு துகளின் கட்டமும் 0 முதல் 2π வரை மாறுகின்றன.
3. எந்தவொரு துகளும் தொடர்ந்து ஓய்வில் இருப்பதில்லை. அலை முன்னேறும்போது ஒவ்வொரு கடைநிலை புள்ளிகளில் மட்டும் இருமுறை ஓய்வு நிலைக்கு வருகின்றன.
4. முன்னேறு குறுக்கலைகள் முகடுகள் அகடுகளாகவும், முன்னேறு நெட்டலைகள் இறுக்கங்கள், தளர்ச்சிகளாகவும் பரவுகின்றன.
5. துகள்கள் சமநிலைப்புள்ளியை கடக்கும்போது சமஅளவு பெரும திசைவேகத்தில் செல்கின்றன.
6. $n\lambda$ தொலைவில் (n– ஒரு முழு எண்) பிரிக்கப்பட்ட துகள்களின் இடப்பெயர்ச்சி, திசைவேகம், முடுக்கம் சமமாகும்.

11.6.2. சமதள முன்னேறு அலைக்கான சமன்பாடு



படம் 11.23 v திசைவேகத்தில் செல்லும் அலைத்துடிப்பு $t = 0$ மற்றும் t நேரங்களில்

$t = 0$ s ல் இழுத்துக் கட்டப்பட்ட கம்பியை சட்டென இழுத்துவிடு. படம்11.23 (a) இல் கொடுக்கப்பட்ட மாறுபாட்டினால் ஏற்பட்ட துடிப்பு நேர்க்குறி x திசையில் நிலையான வேகம் v ல் முன்னேறிச் செல்கிறது. அலைத்துடிப்பின் வடிவத்தை கணிதமுறையில் $t = 0$ வினாடியில் $y = y(x, 0) = f(x)$ என குறிக்கலாம். அலைத்துடிப்பின் வடிவம் அதன் முன்னேறும் பாதையில் மாறாது எனக் கருதுவோம். சிறிதுநேரம் t க்கு பிறகு, வலப்பக்கம் நகர்த்த துடிப்பை x' எனக் குறிப்போம் (x prime என வாசிக்கவும்) படம் 11.23 (b) இல் காட்டியுள்ளவாறு

$$y(x, t) = f(x') = f(x - vt) \qquad (11.35)$$

இதேபோல், அலைத்துடிப்பு நிலையான திசைவேகம் v யுடன் இடப்பக்கம் இயங்குவதாகக் கருதினால், $y = f(x + vt)$.

இரு அலைகள் $y = f(x + vt)$ யும் $y = f(x - vt)$ யும் கீழ்க்கண்ட ஒரு பரிமாண வகைக்கெழு சமன்பாட்டிற்கு பொருந்தும்; அதுவே அலைச் சமன்பாடு எனப்படுகிறது.

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2}\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \qquad (11.36)$$

இங்கு குறியீடு ∂ பகுதி வகைக் கெழுவைக் (partial derivative) குறிக்கிறது. மேற்கண்ட சமன்பாட்டின் அனைத்து தீர்வுகளும் அலைக்கு பொருந்தாது; ஏனெனில் எந்த ஒரு ஏற்கக்கூடிய அலையும் நிலையான மதிப்புகளை அனைத்து x மற்றும் t க்கு பெற வேண்டும். ஆனால், ஒரு சார்பு ஒரு அலையை குறித்தால், அது மேற்கண்ட வகைக்கெழு சமன்பாட்டிற்கு பொருந்த வேண்டும். ஒரு பரிமாணத்தில் (ஒரு தனிப்பட்ட மாறி), x –ஐப் பொருத்த மொத்த வகைக்கெழுவும் பகுதி வகைக்கெழுவும் ஒன்றே; அதை

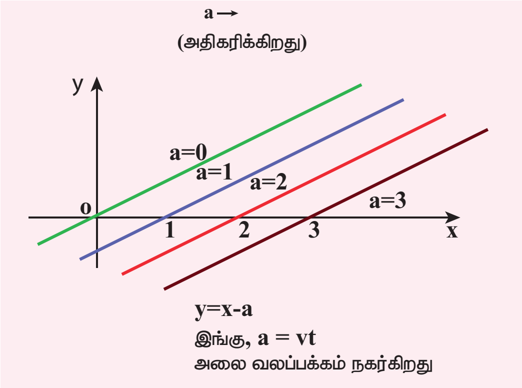
$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{1}{v^2}\frac{d^2 y}{dt^2} \qquad (11.37)$$

இதை ஒரு பரிமாணத்திற்கு மேலும் (இரண்டு, மூன்று, மேலும்….) எழுதலாம். எளிமைக்காக ஒரு பரிமாண அலைச்சமன்பாட்டை மட்டும் கருதுவோம்.

எடுத்துக்காட்டு 11.11

வெவ்வேறு a மதிப்புகளுக்கு $y = x - a$ என்ற கோட்டினை வரைக.

தீர்வு:

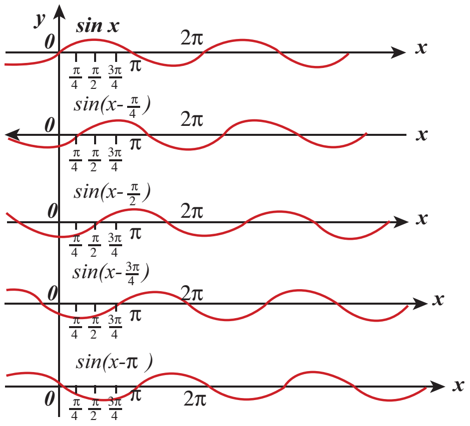


இதிலிருந்து நாம் அறிவது, a மதிப்பை அதிகரிக்கும்போது, கோடானது வலப்பக்கம் நகர்கிறது. $a = vt$, $y = x - vt$ வகைக்கெழு சமன்பாட்டிற்கு பொருந்துகிறது. இந்த சார்பு, வகைக்கெழு சமன்பாட்டிற்கு பொருந்தினாலும், இது x மற்றும் t க்கான அனைத்து மதிப்புகளுக்கும் நிலையாக இல்லை. எனவே, இது அலையை குறிக்கவில்லை. எனவே, இந்தச் சார்பு ஒரு அலையைக் குறிக்கவில்லை.

எடுத்துக்காட்டு 11.12

$y = \sin(x - a)$ என்ற அலை $a = 0$, $a = \frac{\pi}{4}$, $a = \frac{\pi}{2}$, $a = \frac{3\pi}{2}$ மற்றும் $a = \pi$ என்ற மதிப்புகளுக்கு எவ்வாறு இருக்கிறது என வரைபடங்கள் மூலம் காட்டுக.

தீர்வு:



மேற்கண்ட படங்களிலிருந்து நாம் அறிவது $y = \sin(x-a)$; $a = 0$, $a = \frac{\pi}{4}$, $a = \frac{\pi}{2}$, $a = \frac{3\pi}{2}$, $a =$

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 251 10-09-2018 15:04:03

π, க்கு வரையப்பட்டுள்ளது. $y = \sin(x-a)$ ஆனது வலப்பக்கம் நகர்கிறது.

மேலும் $a = vt$ மற்றும் $v = \frac{\pi}{4}$, என எடுத்துக்கொண்டு $t = 0s$, $t = 1s$, $t = 2s$ எனப் பொருத்தி வரைபடம் வரைந்தால், மீண்டும் $y = \sin(x-vt)$ வலப்பக்கம் நகர்கிறது. எனவே, $y = \sin(x-vt)$ என்பது ஒரு பயணிக்கும் அல்லது முன்னேறு அலை. இது வலப்பக்கம் நகர்கிறது.

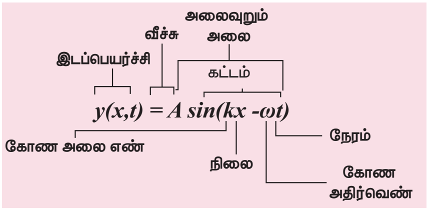
$y = \sin(x+vt)$ எனக் கொண்டால் முன்னேறு (பயணிக்கும்) அலை இடப்பக்கம் நகர்கிறது. இதனால் சார்பு $y = f(x-vt)$ என்பது அலை வலப்பக்கம் நகர்வதையும், சார்பு $y = f(x+vt)$ என்பது அலை இடப்பக்கம் நகர்வதையும் குறிக்கிறது.

எடுத்துக்காட்டு 11.13

அலை $y = \sin(x-vt)$ யை பரிமாணப் பகுப்பாய்வு மூலம் சரிபார். பரிமாண முறையில் தவறு எனில் மேற்கண்ட சமன்பாட்டை சரியான முறையில் எழுது.

தீர்வு:

பரிமாண முறையில் தவறு $y = \sin(x-vt)$ என்பது பரிமாணமற்ற அளவாக அமைய வேண்டும். ஆனால், $x-vt$ சரியான சமன்பாடு $y = \sin(kx-\omega t)$, இங்கு k ன் பரிமாணம், நீளத்தின் பரிமாணத்தின் தலைகீழாக இருக்கும்; ω வின் பரிமாணங்கள் நேரத்தின் பரிமாணம் தலைகீழாக இருக்கும். சைன் சார்பும், கொசைன் சார்பும் சீரான நேர முறையில் மாறும் சார்பு. இங்கு நேரம் 2π யாக உள்ளது. எனவே சரியான தொடர்பு $y = \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda}x - \frac{2\pi}{T}t\right)$ இங்கு λ மற்றும் T முறையே அலைநீளம், அலைவுநேரம். பொதுவாக $y(x,t) = A\sin(kx-\omega t)$.



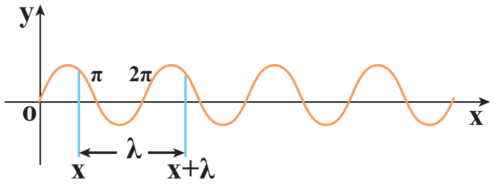
11.6.3 அலை ஒன்றின் வரைபட வடிவம்

கீழ்க்கண்ட இரு வடிவ அலைமாறுபாடுகளை வரைபடமாக காட்டுவோம்.

(a) வெளி (அல்லது இடஞ்சார்ந்த) மாறுபாடு வரைபடம் (space variation graph)

(b) காலம் (அல்லது நேரம்சார்ந்த) மாறுபாடு வரைபடம் (time variation graph)

(a) வெளி மாறுபாடு வரைபடம்:



படம் 11.24 சைன் சார்பு வரைபடம் $y = A\sin(kx)$

படம் 11.24 சைன் சார்பு வரைபடம் $y = A\sin(kx)$ நேரத்தை நிலையாகக் கொண்டு, x யைப் பொறுத்து இடப்பெயர்ச்சி மாறுபாடு வரையப்பட்டுள்ளது. $y = A\sin(kx)$ என்ற சைன் சார்பு வரைகோடு படம் 11.24 ல் காட்டப்பட்டுள்ளதை கருதுவோம். இங்கு k ஒரு மாறிலி. λ அலைநீளம் என்பது ஒரே அதிர்வு நிலையில் உள்ள இரு அடுத்தடுத்த புள்ளிகளுக்கிடையேயானத் தொலைவு. $y = x$ மற்றும் $y = x + \lambda$, என்ற இரு முனைகளிலும் இடப்பெயர்ச்சி y ஆனது ஒரே அளவு. அதாவது,

$$y = A\sin(kx) = A\sin(k(x+\lambda)) = A\sin(kx + k\lambda) \qquad (11.38)$$

சைன் சார்பு ஒரு சீரான நேர முறையில் மாறும் (இங்கு நேரம் 2π) எனவே,

$$y = A\sin(kx + 2\pi) = A\sin(kx) \qquad (11.39)$$

சமன்பாடு (11.38), (11.39) யை ஒப்பிட,

$$kx + k\lambda = kx + 2\pi$$

இது காட்டுகிறது,

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}\ \text{rad m}^{-1} \qquad (11.40)$$

இங்கு k என்பது அலை எண். இது 2π ரேடியனில் எத்தனை அலைகள் உள்ளன எனக் காணவும் அல்லது எவ்வளவு வேகமாக அலை, வெளியில்

அலைவுறுகிறது எனக் காணவும் பயன்படுகிறது. அலையின் வெளிச்சார்ந்த முறையான அதிர்வு (Periodicity)

$$\lambda = \frac{2\pi}{k} \text{ m}$$

$t = 0$ s ல் $y(x, 0) = y(x + \lambda, 0)$

ஏதேனும் ஒரு நேரம் t யில் $y(x, t) = y(x + \lambda, t)$

எடுத்துக்காட்டு 11.14

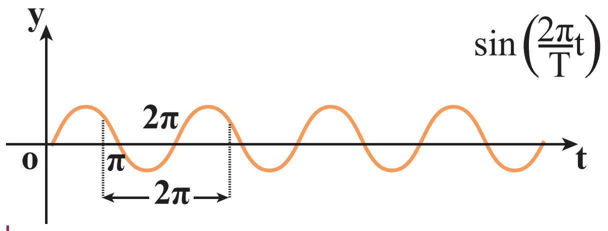
இரு அலைகளின் அலைநீளங்கள் முறையே $\lambda_1 = 1\text{m}, \lambda_2 = 6\text{m}$ எனில் அவற்றின் அலை எண்களைக் காண்க.

தீர்வு:

$$k_1 = \frac{2\pi}{1} = 6.28 \text{ rad m}^{-1}$$

$$k_2 = \frac{2\pi}{6} = 1.05 \text{ rad m}^{-1}$$

(b) நேர மாறுபாடு வரைபடம் (time variation graph)



படம் 11.25 சைன் வடிவ சார்பு $y = A\sin(\omega t)$ யின் வரைபடம்

நிலை மாறாமல் உள்ளபோது, நேரத்தைப் பொருத்து, இடப்பெயர்ச்சியில் ஏற்படும் மாறுபாடு வரைபடமாக வரையப்பட்டுள்ளது. படம் 11.25 ல் காட்டியவாறு $y = A \sin(\omega t)$ என்ற சைன் சார்பு வரைபடத்தைக் கருதுவோம். இங்கு ω கோண அதிர்வெண். இது நேரத்தைப் பொறுத்து எவ்வளவு விரைவாக அலை அலைவுறுகிறது அல்லது ஒரு வினாடிக்கு எத்தனை சுழற்சிகள் ஏற்படுகிறது என்பதைக் காட்டுகிறது. நேரஞ்சார்ந்த இடைவெளி விரைவதிர்வு (Periodicity)

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T}$$

கோண அதிர்வெண், அதிர்வெண்ணுடன் கீழ்க்கண்டவாறு தொடர்புபடுத்தப்பட்டுள்ளது. $\omega = 2\pi f$, இங்கு f அதிர்வெண் ஊடகத்துகள் ஒரு விநாடியில் ஏற்படுத்தும் அலைவுகளின் எண்ணிக்கை என வரையறுக்கப்படுகிறது. அதிர்வெண்ணின் தலைகீழி அலைவுநேரமாதலால்,

$$T = \frac{1}{f} \text{ s}$$

T ஊடகத்துகள் ஒரு அலைவை (அதிர்வை) முடிப்பதற்கான நேரம். எனவே, அலையின் வேகத்தை, அலை 1 விநாடியில் கடக்கும் தொலைவு என வரையறுக்கலாம்.

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f \text{ m s}^{-1}$$

இது சமன்பாடு (11.4) ல் கிடைத்த அதே தொடர்பு.

11.6.4 துகள் திசைவேகம் மற்றும் அலை திசைவேகம்:

சமதள முன்னேறு அலையில் (சீரிசை) ஊடகத்தின் துகள்கள் அவற்றின் சமநிலைப்புள்ளியை மையமாகக் கொண்டு தனிச்சீரிசையில் அலைவுறுகின்றன. துகள் ஒன்று இயக்கத்திலுள்ளபோது, எந்த ஒரு கணத்திலும் அதன் இடப்பெயர்ச்சி மாறும் வீதம் திசைவேகம் என வரையறுக்கப்படுகிறது. இதுவே துகளின் திசைவேகம்

$$v_P = \frac{dy}{dt} \text{ m s}^{-1} \quad (11.41)$$

ஆனால், $$y(x, t) = A\sin(kx - \omega t) \quad (11.42)$$

இதேபோல், $$\frac{dy}{dt} = -\omega A\cos(kx - \omega t) \quad (11.43)$$

இதேபோல் முன்னேறு (இயங்கும்) அலையின் திசைவேகத்தை (இங்கு வேகம்) வரையறுக்கலாம். படம் 11.23 இல் காட்டியவாறு ஒரு முன்னேறு அலையைக் கருதுவோம். இது வலப்பக்கம் நோக்கி இயங்குகிறது என்க. கணித வடிவில் ஒரு சைன் அலையாகக் காட்டலாம். P என்பது அதன் கட்டத்தில் ஓர் புள்ளி என்க. y_P என்பது சமநிலையிலிருந்து அதன் இடப்பெயர்ச்சி என்க. எந்தவொரு கணத்திலும் (t) இடப்பெயர்ச்சியானது

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 253 10-09-2018 15:04:06

$$y = y(x,t) = A \sin(kx - \omega t)$$

அடுத்த கணம் $t' = t + \Delta t$ யில் P ன் நிலை $x' = x + \Delta x$ என்க. இந்தப்புதிய கணத்தில் (t) இடப்பெயர்ச்சி

$$y = y(x', t') = y(x + \Delta x, t + \Delta t)$$
$$= A \sin[k(x + \Delta x) - \omega (t + \Delta t)] \quad (11.44)$$

அலையின் வடிவம் மாறாதது; அதாவது அலையின் கட்டம் மாறாது (எனவே y இடப்பெயர்ச்சி ஒரு மாறிலி) எனவே (11.42) யும்(11.44) யும் சமப்படுத்த,

$$y(x',t') = y(x,t),$$
$$A \sin[k(x + \Delta x) - \omega(t + \Delta t)] = A \sin(kx - \omega t)$$

(அல்லது)

$$k(x + \Delta x) - \omega(t + \Delta t) = kx - \omega t = \text{மாறிலி} \quad (11.45)$$

சமன்பாடு (11.45) யை தீர்க்க,

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{\omega}{k} = v_p \quad (11.46)$$

இங்கு v_p அலையின் திசைவேகம் (wave velocity) அல்லது கட்ட திசைவேகம் (phase velocity).

கோண அதிர்வெண், அலை எண்களை அதிர்வெண் மற்றும் அலைநீளம் மூலம் எழுத, சமன்பாடு (11.46) மூலம் சமன்பாடு (11.43) யை பெறலாம். இதன் மூலம் கோண அதிர்வெண், அலை எண் மற்றும் திசைவேகங்களை கீழ்க்கண்டவாறு எழுதலாம்.

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

$$v = \frac{\omega}{k} = \lambda f$$

எடுத்துக்காட்டு 11.15

ஒரு கைபேசி 900MHz அதிர்வெண் உடைய சைகைகளை வெளிவிடுகிறது. கைபேசி கோபுரம் மூலம் வெளிவிடும் அலையின் அலை நீளம் காண்.

தீர்வு:

அதிர்வெண், $f = 900\ MHz = 900 \times 10^6\ Hz$

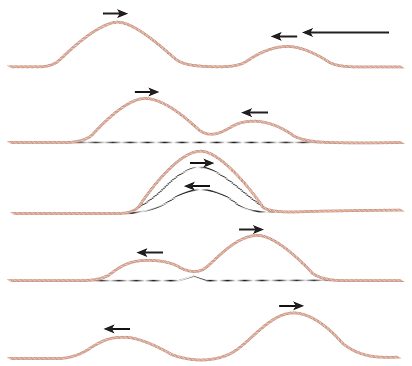
அலையின் வேகம் $c = 3 \times 10^8 \text{m s}^{-1}$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{3 \times 10^8}{900 \times 10^6} = 0.33m$$

11.7 மேற்பொருந்துதல் தத்துவம்

ஒரு முனையில் கட்டப்பட்ட கம்பியின் ஒருமுனையை சட்டென்று மேல் இழுத்துவிட்டால், அலைத்துடிப்பு ஏற்படும். மேலும் அது கம்பியில் முன்னேறிச் செல்கிறது.

மாறாக கம்பியின் இருமுனையையும் இருவர் பிடித்துக்கொண்டு, இருவரும் ஒரே கணத்தில் அம்முனைகளை சட்டென்று மேல் இழுத்து விட்டால், இரண்டு அலைத்துடிப்புகள் ஒன்றை நோக்கி ஒன்று நகர்ந்து, ஒரு புள்ளியில் சந்தித்து, அப்புள்ளியை கடந்து அதே வடிவில் செல்லும். ஆனால், குறுக்கிடும் புள்ளியில் மட்டும் அவற்றின் பண்பு முழுவதும் மாறுபட்டு, படம் 11.26 ல் காட்டியவாறு குறுக்கிடும் துடிப்புகள் ஒரே வடிவம் பெற்றுள்ளனவா அல்லது எதிர்வடிவம் பெற்றுள்ளனவா என்பதைப் பொறுத்து அமையும்.



படம் 11.26 இரு அலைகளின் மேற்பொருந்துதல்

ஒரே வடிவம் கொண்ட துடிப்புகள், குறுக்கிடும் போது தொகுபயன் இடப்பெயர்ச்சி, தனிப்பட்ட இடப்பெயர்ச்சிகளின் கூடுதலாக அமைவதால், அங்கு வீச்சு, தனிப்பட்ட இருதுடிப்புகளின் வீச்சுகளை விட அதிகமாக இருக்கும். அதே நேரத்தில் இரு துடிப்புகளின் வீச்சுகள் சமமாக இருந்து, ஆனால் வடிவங்கள் $180°$ எதிர்கட்டத்தில் குறுக்கிட்டால், வீச்சுகள் ஒன்றையொன்று அழித்துக் கொண்டும், அப்புள்ளியைக் கடந்த பிறகு அதே வடிவத்தை மீண்டும் பெற்று எதிர் எதிராக முன்னேறுகின்றன. அலைகள் மட்டுமே இதுபோன்ற ஆச்சரியப்படும் பண்பை பெற்றுள்ளன. இந்நிகழ்வை நாம் மேற்பொருந்துதல் தத்துவம் என்கிறோம். அலைகள் குறுக்கிடும்போது ஏற்படும் தொகுபயன் பண்புகளை மேற்பொருத்துதல் தத்துவம் விளக்குகிறது. இதை எத்தனை அலைகளுக்கு வேண்டுமானாலும் விரிவுபடுத்தலாம். அதாவது இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட அலைகள் ஒரே நேரத்தில் ஓர் ஊடகத்தில் குறுக்கிட்டால், தொகுபயன் இடப்பெயர்ச்சியானது, தனிப்பட்ட அலைகளின் இடப்பெயர்ச்சிகளின் வெக்டர் கூடுதலாக அமையும். அலைகள் என்பது அலைச்சமன்பாட்டிற்கு பொருந்தி (அலைச் சமன்பாடு என்பது இருபடி பகுதி வகைக்கெழு நேர் சமன்பாடு) அமைந்துள்ளன. அவை நேராக இணையும்போது (அலைகளின் நேர் மேற்பொருந்துதல் என அழைக்கப்படுகிறது) தொகுபயனும் அதே வகைக்கெழு சமன்பாட்டுடன் பொருந்தும்.

கணிதமுறையில் புரிந்து கொள்ள இரு சார்புகளை, அலைகளின் இடப்பெயர்ச்சிகளைக் கருதுவோம். எடுத்துக்காட்டாக,

$$y_1 = A_1 \sin(kx - \omega t)$$

மற்றும்

$$y_2 = A_2 \cos(kx - \omega t)$$

y_1, y_2 இரண்டும் அலை சமன்பாட்டுக்கு ஒத்துள்ளதால், அதன் கூடுதல்,

$$y = y_1 + y_2$$

இதுவும் அலைச்சமன்பாட்டிற்கு பொருந்துகிறது. அதாவது, இடப்பெயர்ச்சிகள் கூடுதலுக்கு உட்படும் தன்மையுடையவை. y_1, y_2 வை ஒரு மாறிலி மூலம் பெருக்கினால் அவற்றின் வீச்சு அந்த மாறிலி மடங்கு அதிகரிக்கும்.

அதாவது C_1, C_2 என்ற மாறிலிகளைக் கொண்டு முறையே இடப்பெயர்ச்சி y_1, y_2 யை பெருக்கினால், தொகுபயன் இடப்பெயர்ச்சி

$$y = C_1 y_1 + C_2 y_2$$

இதை எத்தனை அலைகளுக்கு வேண்டுமானாலும் பொதுவாக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக n அலைகளை கருதினால், மேலும் ஒரு பரிமாணத்தை விட அதிக பரிமாணங்களில் கருதினால், நாம் இடப்பெயர்ச்சியை வெக்டர் வடிவில் எழுத வேண்டும். இதன் அடிப்படையில் தொகுபயன் இடப்பெயர்ச்சி,

$$\vec{y} = \sum_{i=1}^{n} C_i \vec{y_i}$$

மேற்பொருந்துதல் தத்துவம் கீழ்க்கண்டவற்றை விளக்குகிறது :

(a) வெளி (அல்லது)வெளி சார்ந்த குறுக்கீட்டு விளைவு (இதுவே எளிமையாக குறுக்கீட்டு விளைவு எனவும் கருதப்படுகிறது)

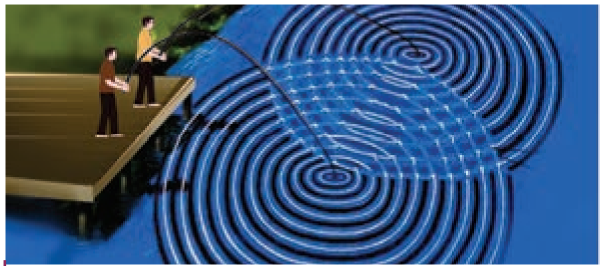
(b) நேரம் அல்லது நேரஞ்சார்ந்த குறுக்கீட்டு விளைவு (விம்மல்கள் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது).

(c) நிலை அலைகள் தத்துவம்

மேற்பொருந்துதல் தத்துவத்திற்கு ஒத்துச் செல்லும் அலைகள் (வீச்சு, அலைநீளத்தை விட மிகக்குறைவாக உள்ள அலைகள்) நேர் அலைகள் எனப்படும். அலையின் வீச்சு அதிகமாக இருந்தால், அந்த அலைகள் நேர் தன்மையற்ற அலைகள் எனப்படும். இந்த அலைகள் நேர் மேற்பொருந்துதல் தத்துவத்தை மீறும். எடுத்துக்காட்டு: லேசர். இந்த பாடத்தில் நாம் நேர் அலைகளை மட்டும் பார்ப்போம்.

கீழ்க்கண்ட துணைத் தலைப்புகளில் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக விவாதிப்போம்.

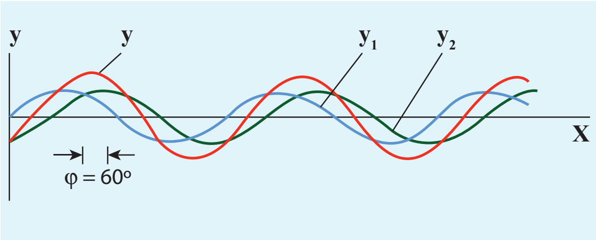
11.7.1 அலைகளின் குறுக்கீட்டு விளைவு



படம் 11.27 அலைகளின் குறுக்கீட்டு விளைவு

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 255 10-09-2018 15:04:09

இரு அலைகள் மேற்பொருத்துவதால் அதன் தொகுப்பு அலையின் வீச்சில் ஏற்படும் அதிகரிப்பு, குறைவு அல்லது வீச்சு மாறாமல் இருக்கும் விளைவு குறுக்கீட்டு விளைவு எனப்படும்.



படம் 11.28 இரு சைன் அலைகளின் குறுக்கீட்டு விளைவு

ஒரே அதிர்வெண்ணும், நிலையான கட்ட வேறுபாடு φ மற்றும் ஒரே அலை வடிவம் கொண்ட இரு சீரிசை அலைகள் (ஓரியல் மூலங்கள் எனக் கருதலாம்) அவற்றின் வீச்சுகள் A_1 , A_2 எனில்

$$y_1 = A_1 \sin(kx - \omega t) \qquad (11.47)$$

$$y_2 = A_2 \sin(kx - \omega t + \varphi) \qquad (11.48)$$

ஒரே திசையில், ஒரே நேரத்தில் இயங்கினால் அவைகளின் குறுக்கீட்டு விளைவு (அதாவது இரு அலைகளும் ஒன்றுடன் ஒன்று

மேற்பொருத்துதல்) ஏற்படும் கணிதப்படி,

$$y = y_1 + y_2 \qquad (11.49)$$

சமன்பாடு (11.47) மற்றும் (11.48) யை (11.49)ன் பொருத்த நமக்கு கிடைப்பது,

$$y = A_1 \sin(kx - \omega t) + A_2 \sin(kx - \omega t + \varphi)$$

திரிகோணமிதிப்படி

$$\sin(\alpha+\beta) = (\sin\alpha \cos\beta + \cos\alpha \sin\beta)$$

எனவே

$$y = A_1 \sin(kx - \omega t) + A_2 [\sin(kx - \omega t)\cos\varphi + \cos(kx - \omega t)\sin\varphi]$$

$$y = \sin(kx - \omega t)(A_1 + A_2 \cos\varphi) + A_2 \sin\varphi \cos(kx - \omega t) \qquad (11.50)$$

$$A\cos\theta = (A_1 + A_2\cos\varphi) \qquad (11.51)$$

மற்றும் $A\sin\theta = A_2 \sin\varphi$ (11.52)

எனக் கொண்டால் சமன்பாடு (11.50) –ஐ மாற்றி எழுதலாம்

$$y = A\sin(kx-\omega t)\cos\theta + A\cos(kx-\omega t)\sin\theta$$

$$y = A(\sin(kx-\omega t)\cos\theta + \sin\theta\cos(kx-\omega t))$$

$$y = A\sin(kx-\omega t+\theta) \qquad (11.53)$$

(11.51) மற்றும் (11.52) வை இருமடியாக்கி கூட்ட,

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1 A_2 \cos\varphi \qquad (11.54)$$

செறிவு என்பது வீச்சின் இருமடி என்பதால் ($I = A^2$) தொகுபயன் செறிவு அப்புள்ளியில் கட்ட வேறுபாட்டை பொருத்து அமையும்.

$$I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2}\cos\varphi \qquad (11.55)$$

(a) ஆக்கக் குறுக்கீட்டு விளைவிற்கு:

ஒரு அலையின் முகடு, மற்றொரு அலையின் முகடுடன் மேற்பொருந்தும்போது, அவற்றின் வீச்சுகள் கூட்டப்பட்டு, ஆக்கக் குறுக்கீட்டு விளைவு ஏற்பட்டு, அதன் வீச்சு தனிப்பட்ட அலைகளின் வீச்சுகளை விட படத்தில் 11.29 (a) காட்டியவாறு அதிகமாக இருக்கும்.

ஆக்க குறுக்கீட்டு விளைவு ஒரு புள்ளியில் ஏற்பட்டால் அப்புள்ளியில் செறிவு பெருமமாக இருக்கும். அதாவது

$$\cos\varphi = +1 \Rightarrow \varphi = 0, 2\pi, 4\pi, \ldots = 2n\pi,$$

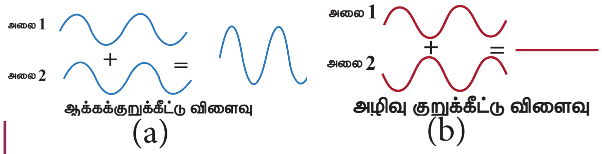
இங்கு $n = 0,1,2,\ldots$

இந்த கட்ட வேறுபாட்டில், இரு அலைகள் மேற்பொருந்தினால், ஆக்கக் குறுக்கீட்டு விளைவு ஏற்படும்.

$$I_{maximum} = \left(\sqrt{I_1} + \sqrt{I_2}\right)^2 = (A_1 + A_2)^2$$

எனவே, தொகுபயன் வீச்சு,

$$A = A_1 + A_2$$



படம் 11.29 (a) ஆக்கக்குறுக்கீட்டு விளைவு (b) அழிவு குறுக்கீட்டு விளைவு

(b) அழிவு குறுக்கீட்டு விளைவு:

படம் 11.29 (b) ல் காட்டியவாறு ஒரு அலையின் அகடு, மற்றொரு அலையின் முகடு உடன் சேர்ந்தால் (மேற்பொருந்தினால்) அங்கு அழிவு குறுக்கீட்டு

விளைவு ஏற்படும். அழிவு குறுக்கீட்டு விளைவு ஏற்படும் புள்ளியில் செறிவு சிறுமமாக இருக்கும். அதாவது $\cos\varphi = -1 \Rightarrow \varphi = \pi, 3\pi, 5\pi, \ldots = (2n-1)\pi$, இங்கு $n = 0, 1, 2, \ldots$.. இந்தக் கட்டவேறுபாட்டுடன் இரு அலைகள் மேற்பொருந்தும்போது அழிவு குறுக்கீட்டு விளைவு ஏற்படும்.

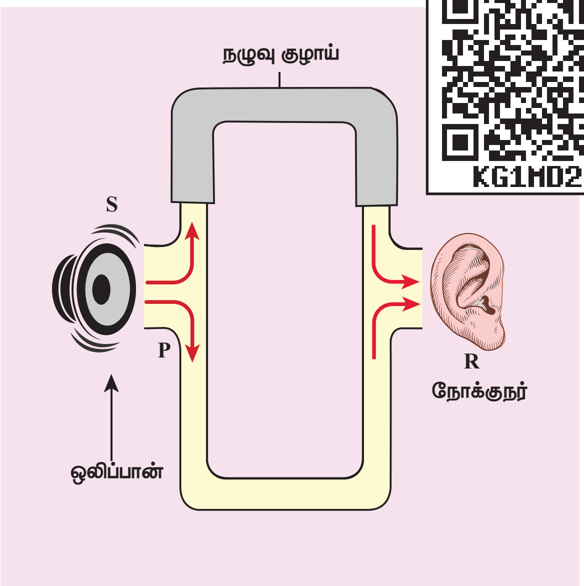
எனவே,

$$I_{\text{சிறுமம்}} = \left(\sqrt{I_1} - \sqrt{I_2}\right)^2 = (A_1 - A_2)^2$$

தொகுபயன் வீச்சு

$$A = |A_1 - A_2|$$

படம் 11.30 ல் காட்டியாவறு அழிவு குறுக்கீட்டு விளைவுக்கு ஒரு எளிய காட்சி விளக்கம் செய்து காட்டலாம்.



படம் 11.30 அழிவு குறுக்கீட்டு விளைவுக்கான ஒரு எளிய காட்சி விளக்கம்

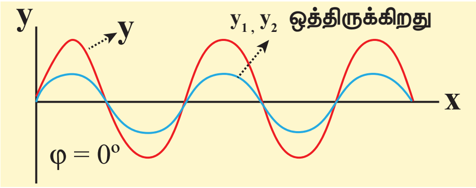
S என்ற ஒலிப்பானிலிருந்து (speaker) ஒலி அலைகள் P என்ற குழாய் மூலம் அனுப்பப்படுகிறது. Pஆனது T வடிவிலான ஒரு சந்தியாக உள்ளது. எனவே ஒலி அலையின் பாதி ஆற்றல் ஒரு திசையிலும் மறு பாதி ஆற்றல் எதிர் திசையிலும் செல்கிறது. இதேபோல் ஒலி ஆற்றல் நோக்குநரையும் இருபாதைகளின் வழியே சென்றடைகிறது. ஒலி அலையானது ஒலிப்பானிலிருந்து, நோக்குநரை ஏதேனும் ஒரு பாதை வழியே சென்றடையும் பாதை நீளம் r என்க. படத்திலிருந்து கீழ் பாதை நீளம் r_1 நிலையானது; மேல்பாதை நீளம் r_2 ஆனது, மேலே உள்ள நகரும் குழாய் மூலம் மாற்றக்கூடியது. இந்த இரு பாதை நீளங்களுக்கான வேறுபாடு பாதை வேறுபாடு Δr எனப்படுகிறது.

$$\Delta r = |r_2 - r_1|$$

பாதை வேறுபாடு λ, சுழியாகவோ அல்லது அலை நீளங்களின் (λ) முழு எண் மடங்குகளாகவோ இருக்கும், எனில்

$$\Delta r = n\lambda \qquad \text{இங்கு, } n = 0, 1, 2, 3, \ldots$$

படம் 11.31 ல் காட்டியவாறு r_1, r_2 பாதைகளில் வரும் இவ்விரு அலைகள் எந்த ஒருக்கணத்திலும் நோக்குநரை ஒத்த கட்டத்தில் (கட்டவேறுபாடு 0° அல்லது 2π) சந்திக்கும்போது ஆக்கக்குறுக்கீட்டு விளைவை ஏற்படுத்தும். இந்த நிகழ்வுகளில் (நோக்குநரால்) ஒலியின் செறிவு பெருமமாக உணரப்படும்.



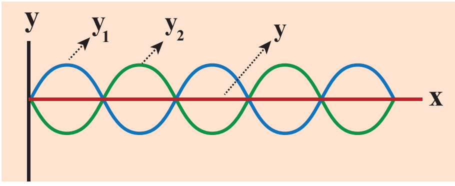
படம் 11.31 பாதை வேறுபாடு 0° ஆகும்போது ஏற்படும் பெரும் செறிவு

பாதை வேறுபாடு அலை நீளத்தின் (λ) அரை எண் மதிப்புகளாக அமைந்தால், கணிதப்படி,

$$\Delta r = n\frac{\lambda}{2} \qquad \text{இங்கு, } n = 1, 3, \ldots$$

(n ஒற்றை எண்)

இந்த நிலையில் படம் 11.32 ல் காட்டியவாறு, r_1 r_2 பாதைகளின் வழியே நோக்குநரை எந்த ஒரு கணத்திலும் அடையும் ஒலி அலைகள் எதிர் கட்டத்தில் (கட்ட வேறுபாடு π அல்லது 180°) அமையும் போது அழிவு குறுக்கீட்டு விளைவு ஏற்படும்.



படம் 11.32 கட்டவேறுபாடு 180° யாக உள்ளபோது சிறும செறிவு

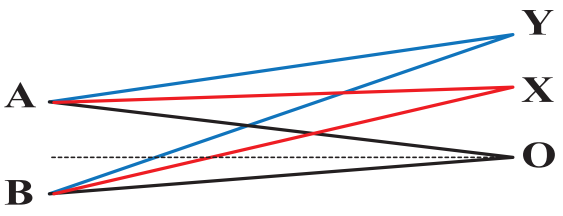
இந்நிகழ்வுகளில், நோக்குநரால் சிறும செறிவு (அல்லது சுழி செறிவு அதாவது ஒலியே இருக்காது) உணரப்படும். பாதை வேறுபாடு, கட்ட வேறுபாடுகளுக்கிடையேயான தொடர்பு

கட்ட வேறுபாடு $= \frac{2\pi}{\lambda}$ (பாதை வேறுபாடு) (11.56)

i.e., $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}\Delta r$ அல்லது $\Delta r = \frac{\lambda}{2\pi}\Delta\varphi$

எடுத்துக்காட்டு 11.16

படத்தில் காட்டியபடி A, B என்ற இரு மூலங்களைக் கருதுக. இரு மூலங்களும் ஒத்த அதிர்வெண்ணும், வேறுபட்ட வீச்சுகளும் அடைய இரு சீரிசை அலைகளை ஒத்த கட்டத்தில் வெளிவிடுகின்றன. O என்பது ஏதேனும் ஒரு புள்ளி இது கீழ்க்கண்ட படத்தில் காட்டியவாறு மூலங்கள் A,B யை இணைக்கும் கோட்டை இரு சமக்கூறாக்குகிறது. O, Y , X புள்ளிகளில் செறிவுகளைக் காண்க.



தீர்வு:

OA, OB சமநீளம் உடையது. எனவே A, B யிலிருந்து கிளம்பும் அலைகள் சம தொலைவைக் (சம பாதை நீளங்கள்) கடந்து O வில் சந்திக்கின்றன. எனவே, O வில் இரு அலைகளுக்கிடையேயான பாதை வேறுபாடு சுழி.

$$OA - OB = 0$$

இரு அலைகளும் O வில் ஒத்தக் கட்டத்தில் சந்திப்பால், அவற்றிக்கிடையேயான கட்ட வேறுபாடு சுழியாகிறது. எனவே O வில் இரு அலைகளுக்கிடையேயான பாதை வேறுபாடு சுழி.

Y புள்ளியைக் கருதுக. பாதை வேறுபாடு λ வாக இருந்தால், Y ல் கட்ட வேறுபாடு

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}\times\Delta r = \frac{2\pi}{\lambda}\times\lambda = 2\pi$$

எனவே, Y ல் சந்திக்கும் இரு அலைகளும் ஒத்தக்கட்டத்தில் உள்ளதால், செறிவு பெருமமாக இருக்கும்.

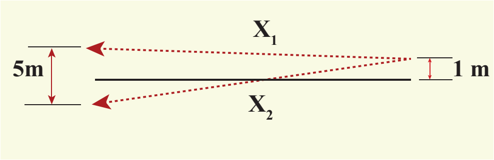
X புள்ளியைக் கருதுக. பாதை வேறுபாடு $\frac{\lambda}{2}$ வாக இருந்தால் கட்ட வேறுபாடு

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}\frac{\lambda}{2} = \pi$$

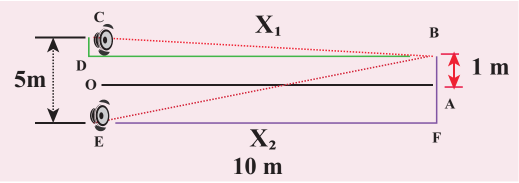
எனவே, X ல் சந்திக்கும் அலைகள் எதிர்க்கட்டத்தில் உள்ளதால், செறிவு சிறுமமாக இருக்கும்.

எடுத்துக்காட்டு 11.17

C, E என்ற இரு ஒலிப்பான்கள் (Speakers) 50 m இடைவெளியில் பிரித்து வைக்கப்பட்டு, ஒரே ஒலி மூலத்துடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. C, E ன் மையம் O விலிருந்து 10 m தொலைவிலுள்ள புள்ளி A ல் மனிதன் ஒருவன் நின்று கொண்டுள்ளான். A யிலிருந்து 1 m தொலைவிலுள்ள B என்ற புள்ளிக்கு (OC க்கு இணையாக) நடந்து செல்கிறான் (படத்தில் காட்டியவாறு) B ல் ஒலிகளின் முதல் சிறுமத்தை உணர்கிறான். ஒலி மூலத்தின் அதிர்வெண்ணைக் காண்க. (ஒலியின் திசைவேகம் 343 m s^{-1} எனக் கொள்க).



தீர்வு:



B யில் இரு ஒலி அலைகளும் 180° (எதிர்கட்டம்) ல் சந்தித்தால், முதல் சிறுமம் ஏற்படும்.

பாதை வேறுபாடு $\Delta x = \frac{\lambda}{2}$.

பாதை வேறுபாட்டைக்காண பாதை நீளங்கள் x_1, x_2 வைக் காண வேண்டும்.

செங்கோண முக்கோணம் BDC ல்,

$$DB = 10m \text{ மற்றும் } OC = \frac{1}{2}(5) = 2.5m$$

$$CD = OC - 1 = 2.5\ m - 1\ m = 1.5\ m$$

$$x_1 = \sqrt{(10)^2 + (1.5)^2} = \sqrt{100 + 2.25}$$

$$= \sqrt{102.25} = 10.1m$$

செங்கோண முக்கோணம் EFB ல்,

$$DB = 10m \text{ மற்றும் } OE = \frac{1}{2}(5) = 2.5m = FA$$

$$FB = FA + AB = 2.5\ m + 1\ m = 3.5\ m$$

$$x_2 = \sqrt{(10)^2 + (3.5)^2} = \sqrt{100 + 12.25}$$

$$= \sqrt{112.25} = 10.6m$$

பாதை வேறுபாடு $\Delta x = x_2 - x_1 = 10.6\ m - 10.1\ m = 0.5\ m$. இந்த பாதை வேறுபாடு $\frac{\lambda}{2}$ விற்கு சமமாக வேண்டும்.

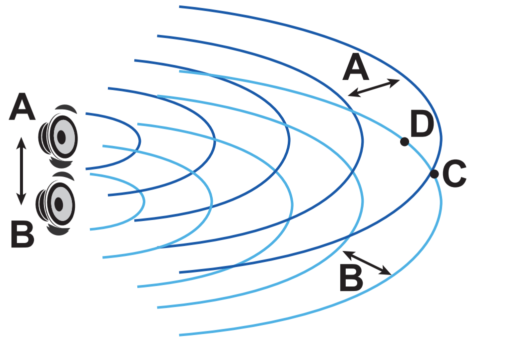
$$\Delta x = \frac{\lambda}{2} = 0.5 \Rightarrow \lambda = 1.0\ m$$

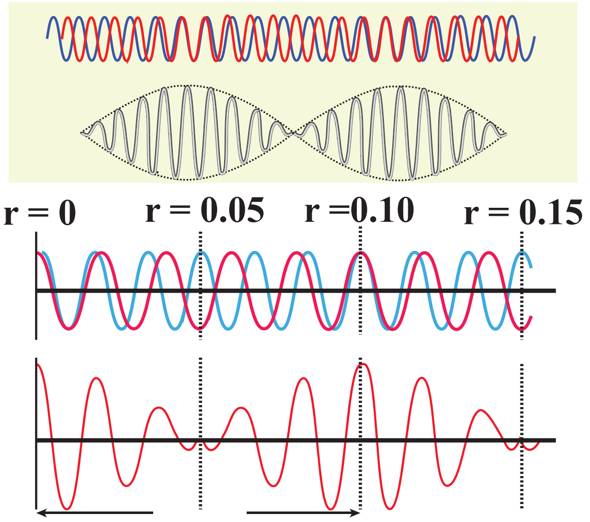
ஒலி மூலத்தின் அதிர்வெண் காண,

$$v = \lambda f \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{343}{1} = 343\ Hz$$

$$= 0.3\ kHz$$

குறிப்பு ஒலிப்பான்கள், மூலத்திலிருந்து எதிர்கட்டத்திலிருந்தால் பாதை வேறுபாடு $\frac{\lambda}{2}$. மேலும் $\frac{\lambda}{2}$ பாதை வேறுபாடு உருவாகும்போது, மொத்த பாதை வேறுபாடு λ ஆகும். எனவே அலைகள் ஒரே கட்டத்தில் அமைவதால், B – ல் ஒலியின் செறிவு பெருமமாக இருக்கும்.





படம் 11.33 சற்றே வேறுபட்ட அதிர்வெண் கொண்ட இரு அலைகள் மேற்பொருத்தும்போது, ஆக்க, அழிவு குறுக்கீட்டு விளைவுகளுக்கு இடையே ஒரு சமகால மாறுபாடு உள்ளது. அதாவது அவை கால முறையாக ஒத்த மற்றும் எதிர் கட்டத்தில் அமைகின்றன.

11.7.2 விம்மல்கள் தோன்றும் வீதம்:

சற்றே வேறுபட்ட அதிர்வெண் கொண்ட இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட அலைகள் மேற்பொருந்துவதால், ஒரு புள்ளியில் நேரத்தைப் பொருத்து வீச்சு மாறுபடுகின்ற ஒலி கேட்கும் இந்த விளைவே விம்மல்கள் எனப்படும். ஒரு வினாடியில் ஏற்படும் வீச்சு பெருமங்களின் எண்ணிக்கையே விம்மல் அதிர்வெண் எனப்படும். இரண்டு ஒலி மூலங்கள் மட்டுமே இருந்தால், அவற்றின் அதிர்வெண் வேறுபாடே விம்மல் அதிர்வெண் எனப்படும். ஒரு வினாடியில் விம்மல்களின் எண்ணிக்கை

KGAIEP

$$n = |f_1 - f_2|$$

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 259 10-09-2018 15:04:15

கூடுதல் தகவல்: விம்மல்களுக்கான கணிதமுறை விளக்கம் அறிந்து கொள்ள மட்டும்

ஒரே வீச்சும் சற்றே வேறுபட்ட அதிர்வெண்களும் (f_1, f_2) கொண்ட அலைகள் ஓர் ஊடகத்தில் ஒன்றின் மீது ஒன்று மேற்பொருந்துகின்றன.

ஒலி அலை (அழுத்த அலை) நெட்டலை என்பதால்

$$y = y_1 + y_2$$

$$y = A\sin(\omega_1 t) + A\sin(\omega_2 t)$$

என்பவை சமவீச்சு (அழுத்தம் அதிகமான பகுதி) வேறுபட்ட கோண அதிர்வெண் ω_1, ω_2, கொண்ட இரு ஒலி அலைகளின் இடப்பெயர்ச்சிக்கான சமன்பாடுகள் $x = 0$ என்ற புள்ளியில் எனக்கருதுக. இவ்வலைகள் இரண்டும் ஒன்றுடன் ஒன்று மேற்பொருந்தும்போது கிடைக்கும் தொகுபயன் இடப்பெயர்ச்சி,

$$y = y_1 + y_2$$

$$y = A\sin(\omega_1 t) + A\sin(\omega_2 t)$$

ஆனால்,

$$\omega_1 = 2\pi f_1 \text{ மற்றும் } \omega_2 = 2\pi f_2$$

எனவே,

$$y = A\sin(2\pi f_1 t) + A\sin(2\pi f_2 t)$$

திரிகோணமிதி வாய்ப்பாடுகளைப் பயன்படுத்தி

$$y = 2A\cos\left(2\pi\left(\frac{f_1 - f_2}{2}\right)t\right)\sin\left(2\pi\left(\frac{f_1 + f_2}{2}\right)t\right)$$

தற்போது $\quad y_p = 2A\cos\left(2\pi\left(\frac{f_1 - f_2}{2}\right)t\right) \quad (11.57)$

f_1, f_2 வைவிட சற்றே அதிகம் எனில், $\left(\frac{f_1 - f_2}{2}\right) \ll \left(\frac{f_1 + f_2}{2}\right)$ என்பதால் சமன் (11.57) இல் உள்ள y_p –யின் மதிப்பு $\left(\frac{f_1 + f_2}{2}\right)$ – ஐ விட மெதுவாக மாற்றமடையும்.

$$y = y_p \sin(2\pi f_{\text{சராசரி}} t) \quad (11.58)$$

இது ஒரு தனி சீரிசை அலையாகும். தனிப்பட்ட அலைகளின் அதிர்வெண்களின் கணிதச் சராசரி மதிப்பே, தொகுபயன் அலையின் அதிர்வெண் ஆகும்.

$$f_{\text{சராசரி}} = \left(\frac{f_1 + f_2}{2}\right)$$

வீச்சு y_p யானது நேரம் t யைப் பொருத்து மாறுகிறது. அடுத்தடுத்த செறிவு பெருமம், சிறுமத்திற்கு இடையேயான நேர இடைவெளியே ஒரு

நேர்வு (A):

தொடுபயன்வீச்சானது, y_p பெருமமாக இருக்கும்போது பெருமமாக அமையும். $y_p \propto \cos\left(2\pi\left(\frac{f_1 - f_2}{2}\right)t\right)$, என்பதால் கொசைன் மதிப்பு ± 1 ஆக அமையும்போது பெரும வீச்சு அமையும்.

$$\cos\left(2\pi\left(\frac{f_1 - f_2}{2}\right)t\right) = \pm 1$$

$$\Rightarrow \quad 2\pi\left(\frac{f_1 - f_2}{2}\right)t = n\pi,$$

$$\text{or, } (f_1 - f_2)t = n$$

$$\text{or, } t = \frac{n}{(f_1 - f_2)} \qquad n = 0,1,2,3, \ldots.$$

இரு அடுத்தடுத்த பெருமங்களுக்கிடையேயான நேர இடைவெளி

$$t_2 - t_1 = t_3 - t_2 = \ldots = \frac{1}{(f_1 - f_2)}; \quad n = |f_1 - f_2| = \frac{1}{|t_1 - t_2|}$$

எனவே, ஒரு வினாடியில் ஏற்படும் விம்மல்களின் எண்ணிக்கை, அடுத்தடுத்த பெருமங்களுக்கிடையேயான நேரத் (நேர இடைவெளி) தலைகீழுக்கு சமமாக இருக்கும், அதாவது $|f_1 - f_2|$

நேர்வு (B):

y_p யானது சிறுமம் ஆக உள்ளபோது தொகுபயன் வீச்சு சிறுமம் (அதாவது சுழிக்கு சமம்)

$y_p \propto \cos\left(2\pi\left(\frac{f_1 - f_2}{2}\right)t\right)$, என்பதால் கொசைன் மதிப்பு சுழியாகும்போது y_p சிறுமம் ஆகும்.

$$\cos\left(2\pi\left(\frac{f_1 - f_2}{2}\right)t\right) = 0,$$

$$\Rightarrow 2\pi\left(\frac{f_1 - f_2}{2}\right)t = (2n+1)\frac{\pi}{2},$$

$$\Rightarrow (f_1 - f_2)t = \frac{1}{2}(2n+1)$$

$$\text{or, } t = \frac{1}{2}\left(\frac{2n+1}{f_1 - f_2}\right), \text{ இங்கு } f_1 \neq f_2 \quad n = 0,1,2,3, \ldots..$$

எனவே, அடுத்தடுத்த சிறுமங்களுக்கிடையேயான நேர இடைவெளி

$$t_2 - t_1 = t_3 - t_2 = \ldots = \frac{1}{(f_1 - f_2)}; \quad n = |f_1 - f_2| = \frac{1}{|t_1 - t_2|}$$

எனவே, ஒரு வினாடியில் விம்மல்களின் எண்ணிக்கையானது அடுத்தடுத்த சிறுமங்களுக்கிடையேயான நேர இடைவெளியின் தலைகீழுக்கு சமமாகும், அதாவது $|f_1 - f_2|$

எடுத்துக்காட்டு 11.18:

$5\,m$, $6\,m$ அலைநீளம் கொண்ட இரண்டு ஒலி மூலங்களைக் கருதுக. இவை இரண்டும் வாயு ஒன்றில் $330\,ms^{-1}$. திசைவேகத்துடன் செல்கின்றன. ஒரு வினாடியில் ஏற்படும் விம்மல்களின் எண்ணிக்கையை காண்க.

தீர்வு:

கொடுக்கப்பட்டது $\lambda_1 = 5m, \lambda_2 = 6m\ v = 330\ ms^{-1}$

திசை வேகத்திற்கும் அலைநீளத்திற்கு இடையேயானத் தொடர்பு

$$v = \lambda f \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda}$$

λ_1 அலைநீள ஒலியின் அதிர்வெண்

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{330}{5} = 66\,Hz$$

λ_2 அலைநீள ஒலியின் அதிர்வெண்

$$f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{330}{6} = 55\,Hz$$

ஒரு வினாடியில் ஏற்படும் விம்மல்கள்

$|f_1 - f_2| = |66 - 55|$

$= 11$ விம்மல்கள்/வினாடி (beats/sec)

எடுத்துக்காட்டு 11.19

அதிர்வுறும் இரு இசைக்கவைகள் தோற்றுவிக்கும் அலைகளின் அலைச் சமன்பாடுகள் $y_1 = 5\sin(240\pi\, t)$ and $y_2 = 4\sin(244\pi t)$ தோன்றும் விம்மல்களின் எண்ணிக்கையை கணக்கிடுக.

தீர்வு:

கொடுக்கப்பட்டது $y_1 = 5\sin(240\pi\,t), y_2 = 4\sin(244\pi t)$

இச்சமன்பாடுகளை, பொதுச்சமன்பாடு

$y = A\sin(2\pi f_1 t)$, உடன் ஒப்பிட

$$2\pi f_1 = 240\pi \Rightarrow f_1 = 120Hz$$

$$2\pi f_2 = 244\pi \Rightarrow f_2 = 122Hz$$

ஒரு வினாடியில் ஏற்படும் விம்மல்களின் எண்ணிக்கை

$|f_1 - f_2| = |120 - 122| = |-2|$

$=2$ விம்மல்கள்/வினாடி (beats/sec)

11.8 நிலையான அலைகள் (Stationary Waves)

11.8.1 நிலை அலைகளுக்கான விளக்கம்

அலை ஒன்று கடினமான ஒன்றின் மீது மோதும்போது, அது மீண்டெழுந்து வந்து அதே ஊடகத்தில் எதிர்த்திசையில், பழைய அலையுடன் (மோதிய அலை) மேற்பொருந்துவதால் கிடைக்கும் அலை வடிவமே நிலை அலைகள் அல்லது நிலையான அலைகள் எனப்படும்.

ஒரே வீச்சு, ஒரே திசைவேகம் கொண்ட இரு சீரிசை முன்னேறு அலைகள் (கம்பி ஒன்றில் உண்டான) எதிர் எதிர் திசையில் இயங்குகின்றன என்க.

முதல் அலையின் (படு அலை) இடப்பெயர்ச்சி,

$$y_1 = A\sin(kx - \omega t) \qquad (11.59)$$

(வலது பக்கம் நகரும் அலை)

இரண்டாவது அலையின் (எதிரொலிப்பு அலை) இடப்பெயர்ச்சி

$$y_2 = A\sin(kx + \omega t) \qquad (11.60)$$

(இடது பக்கம் நகரும் அலை)

மேற்பொருந்துதல் தத்துவப்படி, இரு அலைகளும் குறுக்கீடு அடைந்து, தொகுபயன் இடப்பெயர்ச்சி,

$$y = y_1 + y_2 \qquad (11.61)$$

சமன்பாடு (11.59) , (11.60) யை (11.61) ல் பொருத்த,

$$y = A\sin(kx - \omega t) + A\sin(kx + \omega t) \quad (11.62)$$

திரிகோணமிதி விதிகளை பயன்படுத்தி (11.62) யை மாற்றி எழுத

$$y(x, t) = 2A\cos(\omega t)\sin(kx) \qquad (11.63)$$

இதுவே, நிலை அல்லது நிலையான அலைகள் எனப்படும். இது முன்னோக்கியோ அல்லது

பின்னோக்கியோ நகராது. ஆனால் முன்னேறு அலை அல்லது இயங்கு அலை முன்னோக்கியோ அல்லது பின்நோக்கியோ நகரும். சமன்பாடு (11.63) யை கீழ்க்கண்டவாறு சுருக்கமாக எழுதலாம்.

$$y(x,t) = A'\cos(\omega t)$$

இங்கு, $A' = 2A\sin(kx)$, இது அதிர்வுறுக்கம்பியின் குறிப்பிட்ட பகுதி A' வீச்சுடன் தனிச்சீரிசை இயக்கத்திலுள்ளதை குறிக்கிறது. $\sin(kx)$ பெருமமாக உள்ள நிலையில், A' பெரும மதிப்பில் இருக்கும்.

$$\sin(kx) = 1 \Rightarrow kx = \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}, \frac{5\pi}{2}, \ldots = m\pi$$

இங்கு m என்பது அரை முழு எண் அல்லது அரை எண் மதிப்புகள். வீச்சின் பெரும மதிப்பு உள்ள நிலையை எதிர்க்கணு என்கிறோம். அலை எண்ணை அலை நீளத்தை பயன்படுத்தி குறிக்கும்போது m ஆவது எதிர் கணுவின் நிலையை கீழ்க்கண்டவாறு குறிக்கலாம்.

$$x_m = \left(\frac{2m+1}{2}\right)\frac{\lambda}{2}, \text{ இங்கு, } m = 0,1,2\ldots \quad (11.64)$$

$m = 0$ எனில் பெருமத்தின் நிலை

$$x_0 = \frac{\lambda}{2}$$

$m = 1$ எனில், பெருமத்தின் நிலை

$$x_1 = \frac{3\lambda}{4}$$

$m = 2$ எனில் பெருமத்தின் நிலை

$$x_2 = \frac{5\lambda}{4}$$

என்றவாறு அமையும்.

அடுத்தடுத்த எதிர் கணுக்களுக்கிடையேயான தூரத்தை கீழ்க்கண்டவாறு கணக்கிடலாம்.

$$x_m - x_{m-1} = \left(\frac{2m+1}{2}\right)\frac{\lambda}{2} - \left(\frac{(2m+1)+1}{2}\right)\frac{\lambda}{2} = \frac{\lambda}{2}$$

A' ன் பெரும மதிப்பு வெளியின் சில புள்ளிகளிலும் சிறும மதிப்பு வெளியின் வேறு சில புள்ளிகளிலும் அமையும்.

$$\sin(kx) = 0 \Rightarrow k\,x = 0, \pi, 2\pi, 3\pi, \ldots = n\,\pi$$

இங்கு n ஒரு முழு எண் அல்லது முழு எண் மதிப்புகள். எந்தப் புள்ளிகளில் அதிர்வு இல்லையோ (இயக்கம் இல்லையோ) அப்புள்ளிகள் கணு எனப்படும்.

n ஆவது கணுவின் நிலை

$$x_n = n\frac{\lambda}{2} \quad \text{இங்கு, } n = 0,1,2,\ldots \quad (11.65)$$

$n = 0$ எனில் சிறுமம் ஏற்படும் நிலை

$$x_0 = 0$$

$n = 1$ எனில் சிறுமம் ஏற்படும் நிலை

$$x_1 = \frac{\lambda}{2}$$

$n = 2$ எனில் சிறுமம் ஏற்படும் நிலை

$$x_2 = \lambda$$

என்றவாறு அமையும்.

அடுத்தடுத்த கணுக்களுக்கிடையேயான தொலைவைக் கீழ்க்கண்டவாறு கணக்கிடலாம்.

$$x_n - x_{n-1} = n\frac{\lambda}{2} - (n-1)\frac{\lambda}{2} = \frac{\lambda}{2}.$$

எடுத்துக்காட்டு 11.21:

அடுத்தடுத்த எதிர்க்கணு, கணுவிற்கு இடைப்பட்ட தொலைவைக் கணக்கிடுக.

தீர்வு:

nவது கணுவிற்கு, அடுத்தடுத்த எதிர்க்கணு, கணுவிற்கு இடையேயான தொலைவு

$$\Delta x_n = \left(\frac{2n+1}{2}\right)\frac{\lambda}{2} - n\frac{\lambda}{2} = \frac{\lambda}{4}$$

11.8.2 நிலை அலைகளின் பண்புகள்:

(1) இரு திடமான எல்லைகளுக்கிடையே கட்டுப்படுத்தப்பட்ட அலை. எனவே இது ஊடகத்தில் முன்நோக்கியோ பின்னோக்கியோ நகராது. அதாவது அதனுடைய இடத்தில் நிலையாக இருக்கும். எனவே, இது நிலை அல்லது நிலையான அலைகள் எனப்படுகிறது.

அட்டவணை 11.3: முன்னேறு அலைகளுக்கும், நிலை அலைகளுக்குமிடையேயான ஒப்பீடு

வ.எண்	முன்னேறு அலைகள்	நிலை அலைகள்
1.	முன்னேறு குறுக்கலையில் முகடும், அகடும் ஏற்படும். முன்னேறு நெட்டலைகளில் இறுக்கமும், தளர்ச்சிகளும் ஏற்படும். இந்த அலைகள் ஓர் ஊடகத்தில் முன்நோக்கியோ அல்லது பின்னோக்கியோ நகர்ந்து கொண்டிருக்கும். அதாவது ஒரு குறிப்பிட்ட திசைவேகத்துடன் ஊடகம் ஒன்றில் முன்னேறிக் கொண்டிருக்கும்.	நிலை குறுக்கலைகளில் முகடும், அகடும் ஏற்படும் நிலை நெட்டலைகளில் இறுக்கமும், தளர்ச்சிகளும் ஏற்படும். இந்த அலைகள் ஊடகத்தில்முன்னோக்கியோபின்னோக்கியோ நகராது. இவை ஊடகத்தில் முன்னேறாத அலைகள்.
2.	அலை செல்லும் திசையில் உள்ள அனைத்து துகள்களும் சம வீச்சுடன் அதிர்வுறும்	கணுவில் உள்ள துகள்கள் தவிர மற்ற அனைத்து துகள்களும் வெவ்வேறு வீச்சுகளுடன் அதிர்வுறும். வீச்சு கணுவில் சுழி அல்லது சிறுமம். எதிர்கணுவில் பெருமம்.
3.	ஆற்றலை தாங்கிச் செல்லும்.	ஆற்றலைக் கடத்துவதில்லை.

(2) பெரும வீச்சு நிலையிலுள்ள புள்ளிகள் எதிர்க்கணு எனவும், சுழி வீச்சு நிலையிலுள்ள புள்ளிகள் கணு எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

(3) அடுத்தடுத்த இரு கணு அல்லது எதிர்க்கணுக்களுக்கிடையேயான தொலைவு $\frac{\lambda}{2}$.

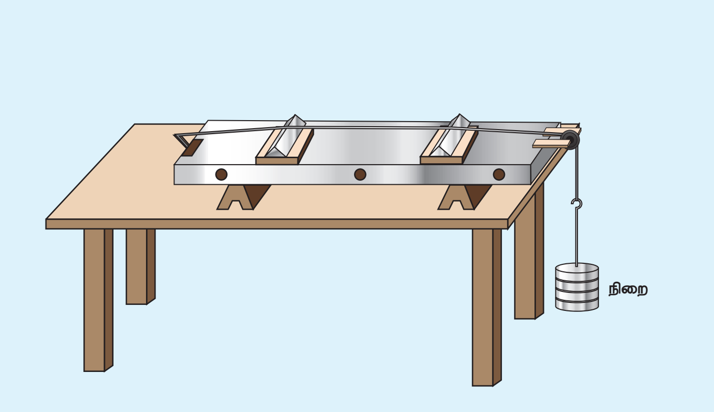
(4) ஒரு கணு, அதற்கு அடுத்த எதிர்க்கணுவிற்கு இடையேயான தொலைவு $\frac{\lambda}{4}$.

(5) நிலையான அலைகளின் வழியே கடத்தப்படும் ஆற்றல் சுழியாகும்.

11.8.3 சுரமானியில் ஏற்படும் நிலைஅலைகள்

சுரம் என்பது ஒலியுடன் தொடர்புடையது. அதனால் சுரமானி என்பது ஒலி தொடர்பானவற்றை அளக்கப்பயன்படும் கருவி. கம்பிகளில் ஏற்படும் நிலையான குறுக்கலைகளின் அதிர்வெண், கம்பியின் இழுவிசை, அதிர்வு நீளம், ஓரலகு கம்பியின் நிறை ஆகியவற்றை காட்சி விளக்கம் செய்து அளக்க பயன்படுத்தும் கருவியாகும்.

எனவே, இக்கருவியை பயன்படுத்தி கீழ்க்கண்ட அளவுகளை அளக்கலாம்.



படம் 11.34 சுரமானியின் (sonometer) தோற்றம்

(a) இசைக்கவை அல்லது மாறு திசை மின்னோட்டத்தின் அதிர்வெண்

(b) கம்பியின் இழுவிசை

(c) தொங்கவிடப்பட்ட பொருளின் நிறை

அமைப்பு:

சுரமானி என்பது ஒரு மீட்டர் நீளமுள்ள ஒரு மரப்பெட்டி அதன் மீது சீரான உலோகக்கம்பி பொருத்தப்பட்டிருக்கும். கம்பியின் ஒரு முனை ஒரு கொக்கியுடனும், மறுமுனை ஒரு உருளை கப்பி வழியே ஓர் நிறைத்தாங்கியுடனும் படம் 11.34 ல் காட்டியவாறு இணைக்கப்பட்டுள்ளது. கம்பியின் இழுவிசையை அதிகரிக்க மறுமுனையில் நிறைகள் சேர்க்கப்படுகிறது. இரண்டு நகர்த்தக் கூடிய கூர் முனைகள் கம்பியை கீழே தொட்டவாறு சுரமானியின் பலகை மீது வைக்கப்பட்டுள்ளன. அவற்றிற்கிடையேயானத் தொலைவை மாற்றி அதிர்வுறும் கம்பியின் நீளத்தை மாற்றலாம்.

செயல்பாடு:

நிலையான குறுக்கலைகள் கம்பியில் ஏற்படுத்தப்படுகிறது. எனவே கூர்முனை P, Q, வில் கணுக்களும், அவற்றிற்கிடையில் எதிர் கணுக்களும் உருவாகின்றன. அதிர்வுறும் கம்பியின் நீளம் l என்க.

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

அதிர்வுறும் கம்பியின் அதிர்வெண் f என்க. T கம்பியின் இழுவிசை, μ என்பது ஓரலகு கம்பியின் நிறை எனில், சமன்பாடு (11.13) –லிருந்து நாம் பெறுவது

$$f=\frac{v}{\lambda}=\frac{1}{2l}\sqrt{\frac{T}{\mu}}\ \text{ஹெர்ட்ஸ்} \qquad (11.66)$$

ρ என்பது கம்பிப் பொருளின் அடர்த்தி, d கம்பியின் விட்டம் எனில்

$$\mu=\text{பரப்பு}\times\text{அடர்த்தி}=\pi r^2\rho=\frac{\pi\rho d^2}{4}$$

$$\text{frequency } f=\frac{v}{\lambda}=\frac{1}{2l}\sqrt{\frac{T}{\frac{\pi d^2\rho}{4}}}$$

$$\therefore \quad f=\frac{1}{ld}\sqrt{\frac{T}{\pi\rho}} \qquad (11.67)$$

எடுத்துக்காட்டு 11.21:

f என்பது கம்பியின் அடிப்படை அதிர்வெண் என்க. கம்பியை l_1, l_2, l_3 நீளம் கொண்ட மூன்று பகுதிகளாக பிரிக்கும்போது, f_1, f_2 மற்றும் f_3, என்பன முறையே மூன்று பகுதிகளின் அடிப்படை அதிர்வெண்கள் என்க. எனில்

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}+\frac{1}{f_3}$$ என நிறுவுக.

தீர்வு:

ஒரு குறிப்பிட்ட இழுவிசை T, நீள் நிறை μ (ஓரலகு நீளத்திற்கான நிறை) க்கு, அதிர்வெண், அதிர்வுறும் கம்பியின் நீளத்திற்கு l எதிர்த்தகவில் இருக்கும்.

$$f\propto\frac{1}{l}\Rightarrow f=\frac{v}{2l}\Rightarrow l=\frac{v}{2f}$$

முதல் அதிர்வுறும் கம்பிக்கு,

$$f_1=\frac{v}{2l_1}\Rightarrow l_1=\frac{v}{2f_1}$$

இரண்டாவது அதிர்வுறும் கம்பிக்கு,

$$f_2=\frac{v}{2l_2}\Rightarrow l_2=\frac{v}{2f_2}$$

மூன்றாவது அதிர்வுறும் கம்பிக்கு

$$f_3=\frac{v}{2l_3}\Rightarrow l_3=\frac{v}{2f_3}$$

∴ மொத்த நீளம்

$$l=l_1+l_2+l_3$$

$$\frac{v}{2f}=\frac{v}{2f_1}+\frac{v}{2f_2}+\frac{v}{2f_3}\Rightarrow\frac{1}{f}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}+\frac{1}{f_3}$$

11.8.4 அடிப்படை அதிர்வெண் மற்றும் மேற்சுரங்கள்

திடமான எல்லைகளை $x = 0$ மற்றும் $x = L$ ஆக கருதுவோம். கம்பியை மையத்தில் இருந்துஆட்டி (கிதார் கம்பி) நிலை அலைகள் ஏற்படுத்துக. அந்த நிலை அலைகள் குறிப்பிட்ட அலைநீளத்தை பெற்றிருக்கிறது. எல்லைகளில் வீச்சு குறைந்து மறைவதால், இடப்பெயர்ச்சிகள் கீழ்க்கண்ட நிபந்தனைக்கு உட்பட வேண்டும்.

$$y(x=0,t)=0 \text{ மற்றும் } y(x=L,t)=0 \qquad (11.68)$$

ஒவ்வொரு கணுவும் $\frac{\lambda_n}{2}$ இடைத்தொலைவில் அமைவதால் நமக்கு $n\left(\frac{\lambda_n}{2}\right)=L$, இங்கு n ஒரு முழு எண், L என்பது எல்லைகளின் இடைத்தொலைவு, λ_n என்பது எல்லைக்குட்பட்ட நிபந்தனைகளை பூர்த்தி செய்யும் குறிப்பிட்ட அலை நீளமாகும்.

$$\lambda_n=\left(\frac{2L}{n}\right) \qquad (11.69)$$

n மதிப்பை சுழியாக கருதினால், அலைநீளம் என்னவாகும்? இது அனுமதிக்கப்படவில்லை ஏன்?

எனவே, குறிப்பிட்ட எல்லைக்கு அனைத்து அலை நீளங்களும் ஏற்படாது, குறிப்பிட்ட அலைநீளம் மட்டுமே ஏற்படும்.

$n = 1$, முதல் நிலை அதிர்வுக்கு, $\lambda_1 = 2L$.

$n = 2$, 2ம் நிலை அதிர்வுக்கு,

$$\lambda_2=\left(\frac{2L}{2}\right)=L$$

$n = 3$, 3ம் நிலை அதிர்வுக்கு,

$$\lambda_3=\left(\frac{2L}{3}\right)$$

இவ்வாறாக மற்ற n மதிப்புகளுக்கும் அமையும். ஒவ்வொரு நிலை அதிர்வுக்குமான, அதிர்வெண் இயல்நிலை அதிவெண் (natural Frequency) எனப்படும். அதை கீழ்க்கண்டவாறு கணக்கிடலாம்.

$$f_n=\frac{v}{\lambda_n}=n\left(\frac{v}{2L}\right) \qquad (11.70)$$

இந்த இயல் அதிர்வெண்ணின், மிகக் குறைந்த மதிப்பு அடிப்படை அதிர்வெண் (fundamental Frequency) எனப்படும்.

$$f_1=\frac{v}{\lambda_1}=\left(\frac{v}{2L}\right) \qquad (11.71)$$

இரண்டாவது இயல் அதிர்வெண் முதல் மேற்சுரம் எனப்படும்.

$$f_2=2\left(\frac{v}{2L}\right)=\frac{1}{L}\sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

மூன்றாவது இயல் அதிர்வெண் 2 வது மேற்சுரம் எனப்படும்.

$$f_3=3\left(\frac{v}{2L}\right)=3\left(\frac{1}{2L}\sqrt{\frac{T}{\mu}}\right)$$

மேலும் இதுபோன்று அமையும் எனவே, n வது இயல் அதிர்வெண்.

$$f_n=nf_1 \quad \text{இங்கு } n \text{ ஒரு முழு எண்} \qquad (11.72)$$

இயல் அதிர்வெண்கள், அடிப்படை அதிர்வெண்ணின் முழு எண் மடங்குகளாக அமையும்போது, அந்த அதிர்வெண்கள் சீரிசைகள் எனப்படும். எனவே, முதல் சீரிசை என்பது $f_1 = f_1$ (அடிப்படை அதிர்வெண் முதல் சீரிசை எனப்படும்),

2 வது சீரிசை $f_2 = 2f_1$, 3வது சீரிசை $f_3 = 3f_1$ மற்றும் பிற.

எடுத்துக்காட்டு 11.22

கிட்டார் இசைக்கருவியிலுள்ள கம்பியின் நீளம் 80 cm, நிறை 0.32 கிராம், இழுவிசை 80 N எனில், ஏற்படும் முதல் நான்கு குறைவான அதிர்வெண்களைக் காண்க.

தீர்வு:

அலையின் திசைவேகம்

$$v=\sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

கம்பியின் நீளம் $L = 80$ cm=0.8 m

கம்பியின் நிறை, m = 0.32 g =0.32 × 10^{-3}kg

எனவே, நீள்நிறை

$$\mu = \frac{0.32\times10^{-3}}{0.8} = 0.4\times10^{-3}\,kg\,m^{-1}$$

கம்பியின் இழுவிசை, $T = 80\ N$

$$v = \sqrt{\frac{80}{0.4\times10^{-3}}} = 447.2\ m\ s^{-1}$$

அடிப்படை அதிர்வெண் f_1 க்கான அலைநீளம் $\lambda_1 = 2L = 2 \times 0.8 = 1.6$ m

அலைநீளம் λ_1 விற்கான, அடிப்படை அதிர்வெண்

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{447.2}{1.6} = 279.5\,Hz$$

இதேபோல், இரண்டாவது சீரிசைக்கான, 3 வது 4 வது சீரிசைக்கான அதிர்வெண்கள்

$$f_2 = 2f_1 = 559\ \text{Hz}$$

$$f_3 = 3f_1 = 838.5\ \text{Hz}$$

$$f_4 = 4f_1 = 1118\ \text{Hz}$$

11.8.5 இழுத்துக் கட்டப்பட்ட கம்பியில் ஏற்படும் குறுக்கலைக்கான விதிகள்:

மூன்று விதிகள்

(i) **நீளத்திற்கான விதி :**

கொடுக்கப்பட்ட கம்பியின், இழுவிசை T (நிலையானது) மற்றும் ஓரலகு நீளத்திற்கான நிறை μ (நிலையானது) எனில், அதிர்வெண் அதிர்வுறும் கம்பியின் நீளத்திற்கு எதிர்த்தகவில் அமையும்.

$$f \propto \frac{1}{l} \Rightarrow f = \frac{C}{l}$$

$\Rightarrow l\times f =$ C, இங்கு C மாறிலி

(ii) இழு விசைக்கான விதி:

கொடுக்கப்பட்ட அதிர்வுறும் கம்பியின் நீளம் l (நிலையானது) மற்றும் ஓரலகு நீளத்திற்கான நிறை μ (நிலையானது) எனில் அதிர்வெண் இழுவிசை T இன் இருமடி மூலத்திற்கு நேர்தகவில் அமையும்.

$$f \propto \sqrt{T}$$

$\Rightarrow f = A\sqrt{T},$ இங்கு A ஒரு மாறிலி

(iii) நிறைக்கான விதி:

கொடுக்கப்பட்ட அதிர்வுறும் கம்பியின் நீளம் l (நிலையானது) மற்றும் இழுவிசை T (நிலையானது) எனில் அதிர்வெண், ஓரலகு நீளத்திற்கான நிறை μ இன் இருமடிமூலத்திற்கு எதிர்த்தகவில் அமையும்.

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

$\Rightarrow f = \frac{B}{\sqrt{\mu}}$. இங்கு B ஒரு மாறிலி

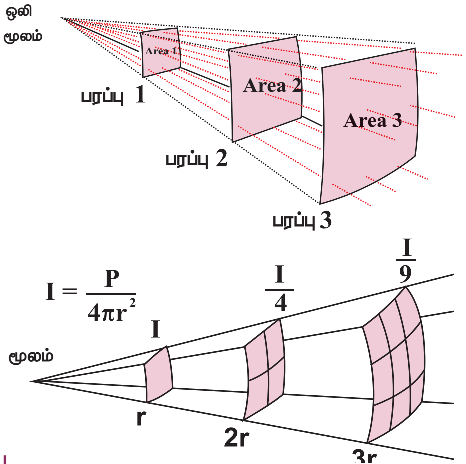
11.9 செறிவு (INTENSITY) மற்றும் உரப்பு (LOUDNESS):

ஓர் ஒலி மூலம் மற்றும் இரு கேட்பவரை (ஒலியை கேட்பவர்) கருதுக. ஒலி மூலம் ஒலியை உமிழ்கிறது மேலும் ஆற்றலை எடுத்துச் செல்கிறது. யார் அளந்தாலும் ஒலியின் ஆற்றல், அனைவருக்கும் ஒரே அளவாகவே இருக்கும். எனவே, ஒலி ஆற்றல் அப்பகுதியில் உள்ள கேட்பவரைச் சார்ந்ததல்ல. ஆனால் இரு கேட்பவர்களை கருதினால் அவர்கள் உணரும் ஒலி மாறுபட்டது. இது காதின் உணர்திறன் போன்ற சில காரணிகளைச் சார்ந்தது. இவற்றை அளவிட செறிவு, உரப்பு என்ற இரு அளவுகளை வரையறுக்கிறோம்.

11.9.1 ஒலியின் செறிவு

ஒலிமூலம் ஒன்றிலிருந்து ஒலி அலைகள் பரவும்போது, ஆற்றலானது சுற்றியுள்ள அனைத்து, (இயலக்கூடிய) வழிகளிலும் எடுத்துச்செல்லப்படும்.

ஓரலகு நேரத்தில் அல்லது ஒரு வினாடியில் உமிழப்படும் அல்லது ஊடுருவும் சராசரி ஒலி ஆற்றலே, ஒலியின் திறன் எனப்படும்.



படம் 11.35 ஒலி அலைகளின் செறிவு

எனவே, ஒலி முன்னேறும் திசைக்கு செங்குத்தாக ஓரலகு பரப்பின் வழியே ஊடுருவிச் செல்லும் ஒலித்திறனே, ஒலியின் செறிவு (Intensity) என வரையறுக்கப்படுகிறது.

ஒரு குறிப்பிட்ட ஒலி மூலத்திற்கு (நிலையான மூலம்), அதன் ஒலிச்செறிவானது ஒலிமூலத்திலிருந்து தொலைவின் இருமடிக்கு எதிர்த்தகவில் அமையும்.

$$I = \frac{\text{ஒலி மூலத்தின் திறன்}}{4\pi r^2} \Rightarrow I \propto \frac{1}{r^2}$$

இதுவே, ஒலிச்செறிவின் எதிர்விகித இருமடி விதியாகும்.

எடுத்துக்காட்டு 11.23

நாயைப் பார்த்து அழும் குழந்தையின் அழுகுரலை 3.0 m தொலைவிலிருந்து கேட்கும்போது ஒலிச்செறிவு $10^{-2}\ W\,m^{-2}$. குழந்தையின் அழுகுரலை $6.0\ m$ தொலைவிலிருந்து கேட்கும்போது ஒலிச்செறிவு எவ்வளவாக இருக்கும்.

தீர்வு:

I_1 என்பது 3.0 m தொலைவில் உள்ள ஒலிச்செறிவு என்க. அதன் மதிப்பு $10^{-2}\ W\,m^{-2}$

I_2 என்பது 6.0 m தொலைவில் உள்ள ஒலிச்செறிவு என்க.

$$r_1 = 3.0\ \text{m}, \quad r_2 = 6.0\ \text{m}$$

எனவே, $I \propto \frac{1}{r^2}$

வெளியீடு திறன் கேட்பவரை பொறுத்தது அல்ல, குழந்தையை மட்டுமே பொறுத்தது.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

$$I_2 = I_1 \frac{r_1^2}{r_2^2}$$

$$I_2 = 0.25 \times 10^{-2}\ W\,m^{-2}$$

11.9.2 ஒலியின் உரப்பு

ஒரே செறிவு கொண்ட இரு ஒலி மூலங்கள் ஒரே ஒலி உரப்பு பெற்றிருக்கத் தேவையில்லை. எடுத்துக்காட்டாக பலூன் ஒன்று அமைதியான மூடப்பட்ட அறையில் வெடிக்கும்போது அதன் உரப்பு அதிகமாகவும், அதே பலூன் சத்தமான சந்தையில் வெடிக்கும்போது உரப்பு மிகக்குறைவாகவும் இருக்கும். இங்கு செறிவு சமமாக இருப்பினும் உரப்பு அவ்வாறாக இல்லை. ஒலிச்செறிவு அதிகரிக்கும்போது உரப்பும் அதிகரிக்கும். ஒலியின் செறிவைக் காட்டிலும் இங்கு கூடுதலாக உற்றுநோக்குபவரின் நுட்பம் மற்றும் அனுபவம் ஆகிய காரணிகள் எவ்வளவு அதிக உரப்பு உள்ள ஒலி என்பதை அறிவதில் பங்கு வகிக்கிறது. இதுவே ஒலியின் உரப்பு எனப்படுகிறது. கேட்பவரின் உணர்திறனும் இங்கு பங்கு வகிக்கிறது. எனவே, ஒலி உரப்பு, ஒலியின் செறிவு மற்றும் காதின் உணர்திறன் (இது தெளிவாக கேட்பவரைப் பொறுத்த அளவு. மேலும் இது ஒருவருக்கு ஒருவர் மாறுபடும்) ஆகியவற்றைப் பொருத்தது.

ஆனால் ஒலிச்செறிவு கேட்பவரைப் பொறுத்தது அல்ல. எனவே, ஒலி உரப்பு என்பது "ஒலியை காது உணரும் திறனின் நிலை அல்லது கேட்பவரின் ஒலி உணரும் திறன்" என வரையறுக்கப்படுகிறது.

11.9.3 ஒலியின் செறிவு மற்றும் உரப்பு

நமது காது உணரக்கூடிய ஒலியின் செறிவு இடைவெளி $10^{-2}\ Wm^{-2}$ லிருந்து $20\ W\,m^{-2}$. வெபர் – பெக்னர் விதிப்படி "உரப்பு (L) மனிதர்களாலன்றி

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 267 10-09-2018 15:04:32

கருவி ஒன்றின் மூலம் அளக்கப்பட்ட செறிவின் (I) மடக்கை மதிப்புக்கு நேர்த்தகவில் இருக்கும்.

$$L \propto \ln I$$

$$L = k \ln I$$

இங்கு k ஒரு மாறிலி. இது அளக்கும் அலகைச் சார்ந்தது.

இரண்டு உரப்புகள் L_1 மற்றும் L_0 இற்கு இடையேயான வேறுபாடு, துல்லியமாக அளக்கப்பட்ட இருசெறிவுகளுக்கிடையேயான சார்பு உரப்பு ஆகும். கணிதப்படி ஒலிச் செறிவு மட்டங்கள்

$$\Delta L = L_1 - L_0 = k \ln I_1 - k \ln I_0 = k \ln \left[\frac{I_1}{I_0}\right]$$

$k = 1$ எனில், ஒலி செறிவு மட்டம் பெல் (bel) என்ற அலகால் அளக்கப்படுகிறது. (அலெக்ஸாண்டர் கிரகாம் பெல் நினைவாக)

$$\Delta L = \ln \left[\frac{I_1}{I_0}\right] \text{ பெல்}$$

இது நடைமுறையில் பெரிய அலகு. எனவே டெசிபல் (decibel) என்ற சிறிய அலகை பயன்படுத்துகிறோம்.

$$1 \text{ டெசிபெல்} = \frac{1}{10} \text{ பெல்.}$$

எனவே, மேற்கண்ட சமன்பாட்டை 10 ஆல் பெருக்கி, 10 ஆல் வகுக்கக் கிடைப்பது,

$$\Delta L = 10 \left(\ln \left[\frac{I_1}{I_0}\right]\right) \frac{1}{10} \text{ பெல்}$$

$$\Delta L = 10 \ln \left[\frac{I_1}{I_0}\right] \text{ டெசிபெல்} (k = 10)$$

நடைமுறைப் பயன்பாட்டிற்காக, இயற்கை மடக்கைக்கு (natural logarithm) பதிலாக 10 அடிமான மடக்கையை பயன்படுத்துகிறோம்.

$$\Delta L = 10 \log_{10} \left[\frac{I_1}{I_0}\right] \text{ டெசிபெல்} \qquad (11.73)$$

எடுத்துக்காட்டு 11.24:

ஒலித்துக் கொண்டுள்ள இசைக்கருவி ஒன்றின் ஒலி மட்டம் 50 dB. மூன்று ஒத்த இசைக்கருவிகள் இணைந்து ஒலிக்கும்போது, தொகுபயன் செறிவைக் காண்.

தீர்வு:

$$\Delta L = 10 \log_{10} \left[\frac{I_1}{I_0}\right] = 50\ dB$$

$$\log_{10} \left[\frac{I_1}{I_0}\right] = 5\ dB$$

$$\frac{I_1}{I_0} = 10^5 \Rightarrow I_1 = 10^5\ I_0 = 10^5 \times 10^{-12}\ Wm^{-2}$$

$$I_1 = 10^{-7}\ Wm^{-2}$$

மூன்று இசைக்கருவிகள் இணைந்து ஒலிப்பதால்,

$$I_{\text{தொகுபயன்}} = 3I_1 = 3 \times 10^{-7}\ Wm^{-2}.$$

11.10 காற்று தம்பத்தின் அதிர்வு

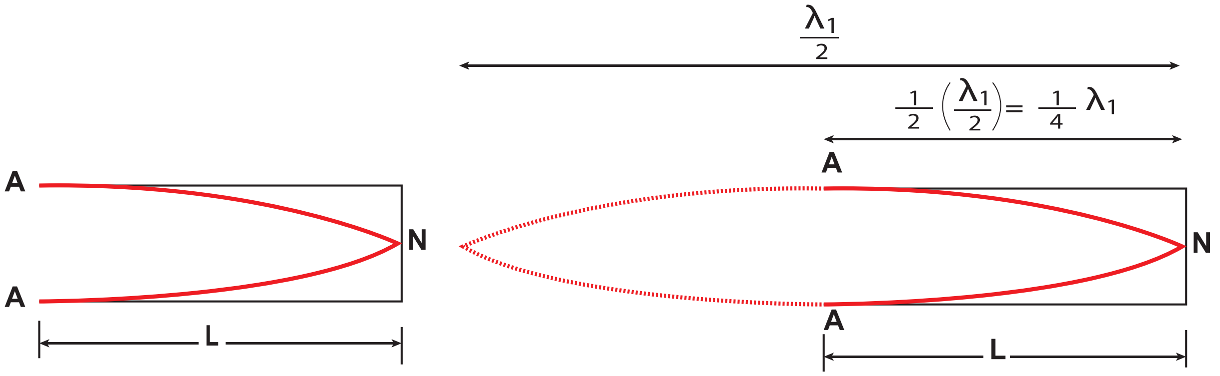
நாதஸ்வரம், மற்றும் பிற இசைக்கருவிகள் காற்றுக் கருவிகள் எனப்படும். இவை காற்றுத் தம்ப அதிர்வுகள் தத்துவத்தில் இயங்குகிறது. காற்று கருவியின் எளிய வடிவம் ஆர்கன் (organ – கருவி, இசைப்பேழை) குழாய் ஆகும். எடுத்துக்காட்டாக, புல்லாங்குழல், கிளாரினெட், நாதஸ்வரம்.

ஆர்கன் குழாய் இரு வகைப்படும்.

(a) மூடிய ஆர்கன் குழாய்:

படம் 11.36 மூடிய ஆர்கன் குழாய்விற்கு கிளாரினெட் ஓர் எடுத்துக்காட்டாகும்

படம் 11.36. ல் காட்டப்பட்ட கிளாரினெட் படத்தை பாருங்கள். இது ஒரு பக்கம் மூடிய மற்றொரு பக்கம் திறந்த குழாய். திறந்த முனை வழியாக வரும் ஒலி, மூடிய பகுதியில் எதிரொலிக்கும் ஒலி உள்ளே வரும் ஒலியுடன் 180° எதிர்கட்டத்தில் இருக்கும். எனவே, மூடிய பகுதியில் துகள்களின் இடப்பெயர்ச்சி எப்பொழுதும் சுழி. இடப்பெயர்ச்சி சுழியாவதால்



படம் 11.37 மூடப்பட்ட முடியில் முனைகளுக்கு (nodes) வழிவகுக்கும் துகள்களின் இயக்கம் மற்றும் திறந்த முடியில் எதிர்முனை (Anti–nodes) (அடிப்படை முனை) (N– முனை, A– எதிர்முனை)

மூடிய பகுதியில் கணுவும். திறந்த பகுதியில் எதிர்க்கணுவும் ஏற்படுகின்றன. அதிர்வுறும் அதிர்வு ஒலியின் எளிய அதிர்வு நிலையை அடிப்படை அதிர்வு நிலை என்போம். மூடிய முனையில் துகள்களின் இயக்கம் இல்லாததால் கணுவும் அடிப்படை அதிர்வு நிலையில் திறந்த முனையில் எதிர்க்கணுவும் உருவாகும். படம் 11.37 ல், L குழாயின் நீளம், ஏற்படும்

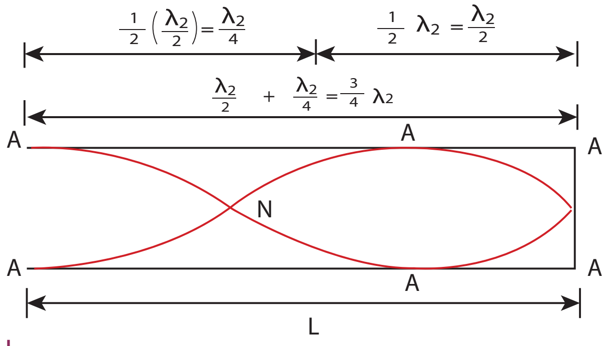
அலைகளின் அலைநீளம் λ_1எனில்,

$$L = \frac{\lambda_1}{4} \; or \; \lambda_1 = 4L \qquad (11.74)$$

ஒலியின் அதிர்வெண்

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{4L} \qquad (11.75)$$

திறந்த முனையில் காற்றை வலுவாக ஊதுவதால், அடிப்படை அதிர்வெண்ணின் முழு எண் மடங்குகளால் ஆன அதிர்வுகளை ஏற்படுத்தலாம். அந்த அலைகள் மேற்சுரங்கள் எனப்படுகின்றன.



படம் 11.38 இரு கணுக்களும், இருஎதிர் கணுக்களும் உடைய இரண்டாவது நிலை அதிர்வு

படம் 11.38 இரண்டாவது நிலை அதிர்வுகளை (முதல் மேற்சுரம்) காட்டுகிறது. இதில் இரு கணுக்களும் இரு எதிர்கணுக்களும் உள்ளது

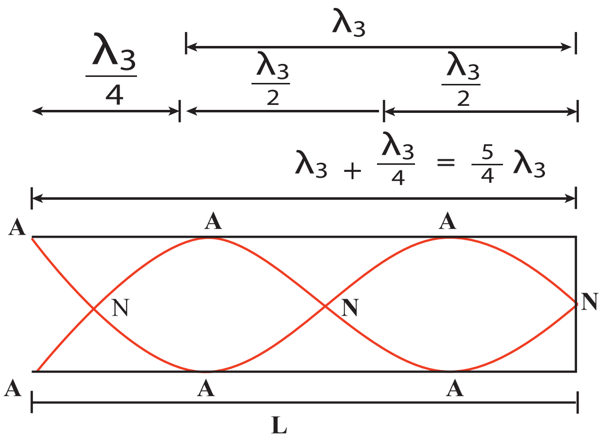
$$4L = 3\lambda_2$$

$$L = \frac{3\lambda_2}{4} \quad \text{அல்லது} \quad \lambda_2 = \frac{4L}{3}$$

அதிர்வெண்

$$f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{3v}{4L} = 3f_1$$

இது முதல் மேற்சுரம் ஆகும். இந்த அதிர்வெண் அடிப்படை அதிர்வெண்ணின் மூன்று மடங்கு என்பதால் இது மூன்றாவது சீரிசை எனப்படும்.



படம் 11.39 மூன்று கணுக்களும், மூன்று எதிர் கணுக்களும் உடைய மூன்றாவது நிலை அதிர்வு

படம் 11.39 மூன்று கணுக்களும், மூன்று எதிர் கணுக்களும் உடைய மூன்றாவது நிலை அதிர்வு

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 269 10-09-2018 15:04:40

$$4L = 5\lambda_3$$

$$L = \frac{5\lambda_3}{4} \text{ அல்லது } \lambda_3 = \frac{4L}{5}$$

அதிர்வெண்

$$f_3 = \frac{v}{\lambda_3} = \frac{5v}{4L} = 5f_1$$

இது இரண்டாவது மேற்சுரம் ஆகும். இந்த அதிர்வெண் அடிப்படை அதிர்வெண்ணைப் போல் ஐந்து மடங்காக உள்ளதால், 5 வது சீரிசை எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

எனவே மூடிய ஆர்கன் குழாயில் ஏற்படும் அதிர்வுகள் ஒற்றைப்படை வரிசை சீரிசைகளைக் கொண்டுள்ளது. சீரிசையின் அதிர்வெண் $f_n = (2n+1)f_1$. மேற்சுரங்களின் அதிர்வெண்களின் தகவு.

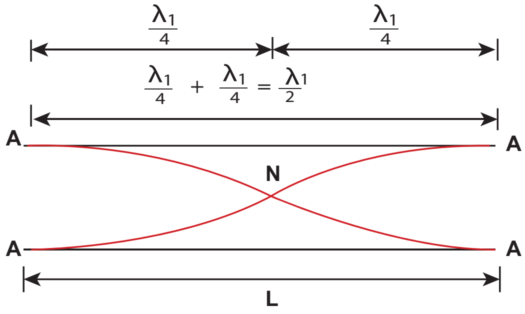
$$f_1 : f_2 : f_3 : f_4 : \ldots = 1 : 3 : 5 : 7 : \ldots \quad (11.76)$$

(b) திறந்த ஆர்கன் குழாய்:

படம் 11.40 புல்லாங்குழல் திறந்த ஆர்கன் குழாய்க்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு

படத்தில் காட்டப்பட்ட புல்லாங்குழலை காண்க. இது இருபுறமும் திறந்த குழாய் இரு திறந்த முனைகளிலும் எதிர்க்கணுக்கள் உருவாகின்றன.

இங்கு ஏற்படும் மிக எளிய அதிர்வு நிலையை காண்போம். இந்நிலையே அடிப்படை அதிர்வுநிலை எனப்படுகிறது. திறந்த முனைகளில் எதிர்க்கணுக்கள் ஏற்படுவதால், குழாயின் உள்ளே மையத்தில் ஒரேயொரு கணு உருவாகிறது.



படம் 11.41 திறந்த ஆர்கன் குழாய் திறந்த முனையில் எதிர்க்கணுவும், மையத்தில் கணுவும் ஏற்படுகிறது.

படம் 11.41, லிருந்து, L என்பது குழாயின் நீளம் என்க ஏற்படும் அலையின் அலைநீளம் காண,

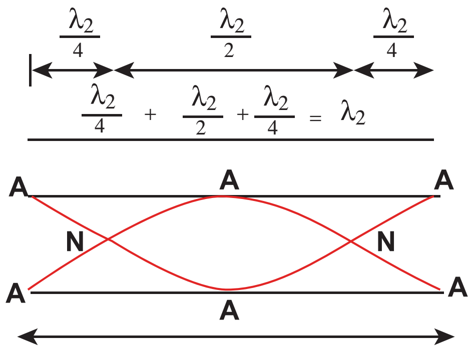
$$L = \frac{\lambda_1}{2} \text{ or } \lambda_1 = 2L \quad (11.77)$$

ஏற்படும் அதிர்வின், அதிர்வெண்

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{2L} \quad (11.78)$$

இதுவே, அடிப்படை அதிர்வெண்

அடிப்படை அதிர்வெண்ணைவிட உயர் அதிர்வெண்களை ஏற்படுத்த திறந்த முனையில் காற்றை வேகமாக ஊத வேண்டும். இத்தகைய அதிர்வெண்கள் மேற்சுரங்கள் எனப்படும்.



படம் 11.42 திறந்த ஆர்கன் குழாயில் இரு கணுக்களும், மூன்று எதிர்க்கணுக்களும் ஏற்படும் அதிர்வு நிலை

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 270 10-09-2018 15:04:43

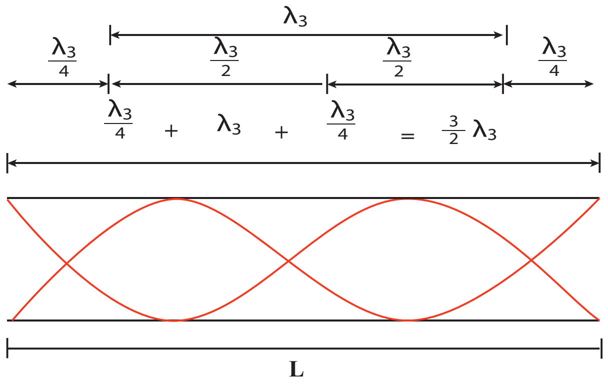
படம்11.42 திறந்த ஆர்கன் குழாயில் ஏற்படும் இரண்டாம் நிலை அதிர்வைக் காட்டுகிறது. இது இரு கணுவையும் மூன்று எதிர்க்கணுவையும் உடையது.

$$L = \lambda_2 \text{ or } \lambda_2 = L$$

அதிர்வெண்

$$f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{v}{L} = 2 \times \frac{v}{2L} = 2 f_1$$

இது முதல் மேற்சுரம் எனப்படுகிறது. $n = 2$ என்பதால் இது இரண்டாவது சீரிசை எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.



படம் 11.43 மூன்றாம் நிலை அதிர்வு

படம் 11.43: மூன்றாம் நிலை அதிர்வு இதில் 3 கணுவும், 4 எதிர்க்கணுவும் உள்ளது.

$$L = \frac{3}{2}\lambda_3 \text{ அல்லது } \lambda_3 = \frac{2L}{3}$$

அதிர்வெண்

$$f_3 = \frac{v}{\lambda_3} = \frac{3v}{2L} = 3 f_1$$

இது 3 வது மேற்சுரம். $n = 3$ என்பதால் இது 3 வது சீரிசை எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

எனவே திறந்த ஆர்கன் குழாய் அனைத்து சீரிசைகளையும் உடையது. n ஆவது சீரிசையின் அதிர்வெண் $f_n = nf_1$. எனப்படுகிறது. எனவே, மேற்சுரங்கள் அதிர்வெண்களின் தகவு

$$f_1 : f_2 : f_3 : f_4 : \ldots = 1 : 2 : 3 : 4 : \ldots \qquad (11.79)$$

எடுத்துக்காட்டு 11.25

புல்லாங்குழல் ஒன்று ஏற்படுத்தும் ஒலியின் அதிர்வெண் $450Hz$ இரண்டாவது, மூன்றாவது, நான்காவது சீரிசைகளின் அதிர்வெண்களைக் காண்க. கிளாரினெட் ஒன்று ஏற்படுத்து ஒலியின் அதிர்வெண்ணும் $450Hz$ எனில் முதல் மூன்று சீரிசைகளின் அதிர்வெண்கள் யாவை ?

தீர்வு:

புல்லாங்குழல் என்பது திறந்த ஆர்கன் குழாய். எனவே,

2 வது சீரிசை $f_2 = 2 f_1 = 900$ Hz

3 வது சீரிசை $f_3 = 3 f_1 = 1350$ Hz

4 வது சீரிசை $f_4 = 4 f_1 = 1800$ Hz

கிளாரினெட் என்பது மூடிய ஆர்கன் குழாய்

2வது சீரிசை $f_2 = 3 f_1 = 1350$ Hz

3வது சீரிசை $f_3 = 5 f_1 = 2250$ Hz

4வது சீரிசை $f_4 = 7 f_1 = 3150$ Hz

எடுத்துக்காட்டு 11.26

மூடிய ஆர்கன் குழாயில் 3 வது சீரிசையின் அதிர்வெண் திறந்த ஆர்கன் குழயில் ஏற்படும் அடிப்படை அதிர்வெண்ணுக்கு சமம் எனில், திறந்த குழாயின் நீளம் காண்க. மூடிய குழாயின் நீளம் 30 cm எனக் கொள்க.

தீர்வு:

l_2 என்பது திறந்த ஆர்கன் குழாயின் நீளம் என்க.
$l_1 = 30\ cm$ என்பது மூடிய ஆர்கன் குழாயின் நீளம்.

கொடுக்கப்பட்ட மூடிய ஆர்கன் குழாயின் 3 வது சீரிசையானது திறந்த ஆர்கன் குழாயின் அடிப்படை அதிர்வெண்ணுக்கு சமம்.

மூடிய ஆர்கன் குழாயின் 3 வது சீரிசை

$$f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{3v}{4l_1} = 3 f_1$$

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 271 10-09-2018 15:04:45

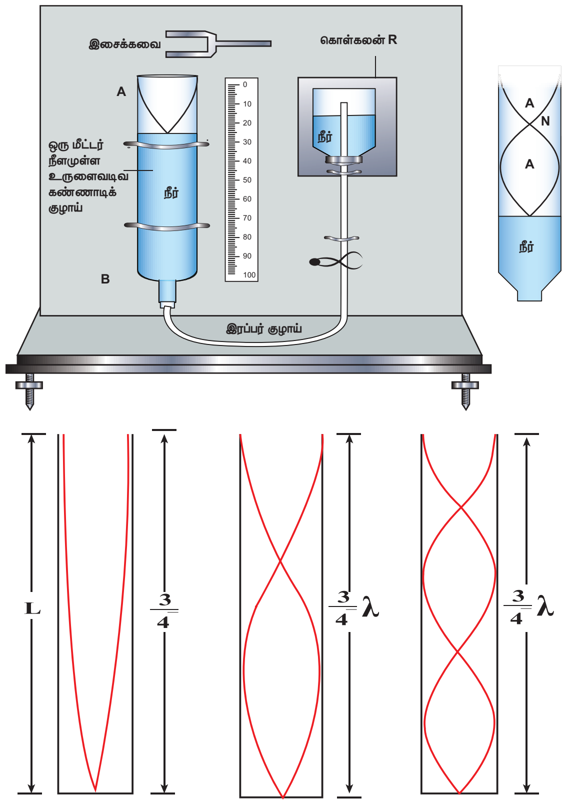
திறந்த ஆர்கன் குழாயின் அடிப்படை அதிர்வெண்

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{2l_2}$$

எனவே,

$$\frac{v}{2l_2} = \frac{3v}{4l_1} \Rightarrow l_2 = \frac{2l_1}{3} = 20\,cm$$

11.10.1 ஒத்ததிர்வு காற்றுத் தம்பக் கருவி:



படம் 11.44 ஒத்ததிர்வு காற்றுத் தம்ப கருவியில் முதல், 2வது, 3வது ஒத்ததிர்வுகள்

ஒத்ததிர்வு காற்று தம்பக் கருவி ஒரு மீட்டர் நீளம் உடைய கண்ணாடி அல்லது உலோகக் குழாயால் ஆனது. காற்று தம்பத்தில் ஏற்படும் ஒத்ததிர்வைக் கணக்கிட்டு அதன் மூலம் சாதாரண வெப்பநிலையில் காற்றில் ஒலியின் திசைவேகம் காண பயன்படுகிறது. மேலும் காற்றுத் தம்ப நீளத்தை மாற்றுவதன் மூலம் ஒத்ததிர்வு அதிர்வெண் மாறுபடுவதை அளக்கவும் பயன்படுகிறது. ஒரு முனையைத் திறந்ததாகவும் மறுமுனையை மூடியதாக இக்குழாயுடன் ரப்பர் குழாய் மூலம் இணைக்கப்பட்ட நீர் சேமக்கலம் R ஏற்படுத்தப்பட்டுள்ளது. இந்த முழு அமைப்பும் அளவுகோல் பொருத்தப்பட்ட செங்குத்து தாங்கியில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. ரப்பர் குழாயில் பாதியளவு நீர் நிரப்பப்பட்டுள்ளது. நீர் மட்டத்தை சேமக்கலத்தின் (R) உயரத்தை மாற்றுவதன் மூலம், தேவைக்கு ஏற்ப மாற்றிக் கொள்ளலாம். நீரின் மேல் பரப்பு மூடிய பகுதியாகவும் மறுமுனை திறந்த முனையாகவும் செயல்படும். எனவே, இது மூடிய ஆர்கன் குழாயாக செயல்படுகிறது.

அலையின் கணு நீரின் மேற்பரப்பிலும் எதிர்கணு திறந்த முனையிலும் ஏற்படும். திறந்த முனையில் இசைக்கவை ஒன்றை அதிர வைத்து பிடித்தால் நெட்டலைகள் உருவாகி படத்தில் (11.44) காட்டியபடி கீழ்நோக்கி நகரும். நீரின் பரப்பை அடைந்தவுடன் இந்த அலை எதிரொளிக்கப்படும் அலையுடன் மேற்பொருந்துவதால் நிலையான அலைகள் ஏற்படும். அதன் நீளத்தை மாற்றி, காற்றுத் தம்பத்தின் அதிர்வெண், இசைக்கவையின் அதிர்வெண்ணுடன் (இசைக்கவையின் இயல் அதிர்வெண்) ஒத்ததிர்வடையச் செய்யும்போது, அதிக உரப்பு உள்ள ஒலி ஏற்படும். இதன் பொருள் காற்றுத்தம்பத்தின் அதிர்வெண், இசைக்கவையின் அதிர்வெண்ணுக்குச் சமமாகி, ஒத்ததிர்வுக்கான நிபந்தனையைப் பெறும். இந்த நிலையானது காற்றுத் தம்பத்தின் நீளம், ஒலி அலையின் அலைநீளத்தின் $\left(\frac{1}{4}\right)^{th}$ மடங்காக அமையும் போது ஏற்படும். முதல் ஒத்ததிர்வானது L_1 நீளத்தில் ஏற்படுவதாக கருதுவோம்.

$$\frac{1}{4}\lambda = L_1 \qquad (11.80)$$

ஆனால், எதிர்க்கணு துல்லியமாக திறந்த முனையில் ஏற்படுவதில்லை. எனவே, நாம் ஒரு திருத்தத்தை செய்ய வேண்டும். இதுவே முனை திருத்தம் (e), எனப்படுகிறது. எதிர்கணுவானது திறந்த முனையில் ஒரு சிறிய தூரத்தில் ஏற்படுகிறது என்க. எனவே, முதல் அதிர்வு நிலை, முனைத்திருத்தத்துடன்

$$\frac{1}{4}\lambda = L_1 + e \qquad (11.81)$$

இப்பொழுது காற்றுத்தம்பத்தின் நீளத்தை மாற்றி இரண்டாவது ஒத்ததிர்வு நீளம் L_2 விற்கு முனை திருத்தத்துடன்

$$\frac{3}{4}\lambda = L_2 + e \qquad (11.82)$$

முனைத்திருத்தத்தை புறக்கணிக்க, சமன்பாடு (11.82) மற்றும் (11.81) ன் வேறுபாட்டை கண்டால்,

$$\frac{3}{4}\lambda - \frac{1}{4}\lambda = (L_2 + e) - (L_1 + e)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}\lambda = L_2 - L_1 = \Delta L$$

$$\Rightarrow \lambda = 2\Delta L$$

அறை வெப்பநிலையில் ஒலியின் திசைவேகத்தை கீழ்க்கண்டவாறு கணக்கிடலாம்.

$$v = f\lambda = 2f\Delta L$$

முனைத்திருத்தத்தை சமன்பாடு (11.82) , (11.81) யை பயன்படுத்தி காண

$$e = \frac{L_2 - 3L_1}{2}$$

எடுத்துக்காட்டு 11.27

1.0 m உயரம் உடைய குழாயின் மேலே 343 Hz அதிர்வெண்ணில் அதிர்வுறும் ஒரு அதிர்வு இயற்றி வைக்கப்படுகிறது. ஒரு நீர் ஏற்றி (Pump) மூலம் குழாயில் நீர் விழச் செய்யப்படுகிறது. குழாயில் ஏறும் நீரின் எந்த சிறும உயரத்திற்கு ஒத்ததிர்வு ஏற்படும் ? (காற்றில் ஒலியின் திசைவேகம் 343 m s^{-1})

தீர்வு:

அலைநீளம் $\lambda = \frac{343\,ms^{-1}}{343\,Hz}$ =1.0 m

ஒத்ததிர்வும் நீளங்கள் L_1, L_2 மற்றும் L_3 என்க. இதிலிருந்து முதல் ஒத்ததிர்வு நீளம் L_1

$$L_1 = \frac{\lambda}{4} = \frac{1}{4} = 0.25 \text{ m}$$

இரண்டாவது ஒத்ததிர்வு L_2 நீளத்தில் ஏற்படுகிறது எனில்

$$L_2 = \frac{3\lambda}{4} = \frac{3}{4} = 0.75 \text{ m}$$

மூன்றாவது ஒத்ததிர்வு ஏற்படும் நீளம் L_3

$$L_3 = \frac{5\lambda}{4} = \frac{5}{4} = 1.25 \text{ m}$$

மேலும் இதேபோன்று மற்ற ஒத்ததிர்வுகளும் நிகழும். குழாயின் மொத்த நீளம் 1.0 m, எனவே, 3, 4, 5 வது அதிர்வுகள் ஏற்பட வாய்ப்பில்லை

எனவே, சிறும உயரம்

$$H_{min} = 1.0 \text{ m} - 0.75 \text{ m} = 0.25 \text{ m}$$

எடுத்துக்காட்டு 11.28

மாணவன் ஒருவன் ஒத்ததிர்வு தம்பக் கருவியை பயன்படுத்தி காற்றில் ஒலியின் திசைவேகம் காணும் ஆய்வை செய்கிறான். அடிப்படை அதிர்வு நிலையில் காற்று தம்பத்தின் ஒத்ததிர்வு நீளம் 0.2 m. அதே இசைக்கவையை பயன்படுத்தி, காற்று தம்ப நீளத்தை மாற்றும்போது முதல் மேற்சுரம் 0.7 m. ல் ஏற்படுகிறது. முனைத்திருத்தத்தைக் காண்க.

தீர்வு:

முனைத்திருத்தம்

$$e = \frac{L_2 - 3L_1}{2} = \frac{0.7 - 3(0.2)}{2} = 0.05m$$

எடுத்துக்காட்டு 11.29

ஒத்ததிர்வு காற்று தம்ப கருவியில் ஒரு இசைக்கவையை பயன்படுத்தி காற்று தம்பத்தில ஒத்ததிர்வுகள் ஏற்படுத்தப்படுகிறது. கண்ணாடிக் குழாயிலான இக்கருவியில் அதன் நீளமானது ஒரு பிஸ்டன் மூலம் மாற்றப்படுகிறது. அறை வெப்பநிலையில் இரு அடுத்தடுத்த ஒத்ததிர்வுகள் 20 cm மற்றும் 85 cm களில் ஏற்படுகிறது. காற்றுத் தம்பத்தின் அதிர்வெண் 256 Hz. அறை வெப்பநிலையில் காற்றில் ஒலியின் திசைவேகம் காண்க.

தீர்வு:

அடுத்தடுத்த ஒத்ததிர்வு நீளங்கள்

$L_1 = 20$ cm மற்றும் $L_2 = 85$ cm

அதிர்வெண் $f = 256$ Hz

$$v = f\lambda = 2f\,\Delta L = 2f\,(L_2 - L_1)$$

$$= 2 \times 256 \times (85 - 20) \times 10^{-2}\ \mathrm{m\,s^{-1}}$$

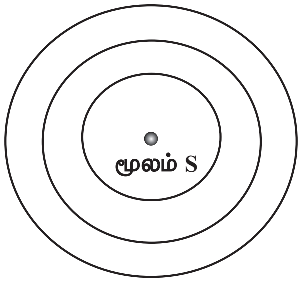
$$v = 332.8\ \mathrm{m\,s^{-1}}$$

11.11 டாப்ளர் விளைவு

காவல்துறை வண்டி அல்லது நோயாளிகளுக்கான அவசரகால ஊர்தி (Ambulance) யின் சைரன் (அபாய ஒலிப்பான்) ஒலி வண்டி நம்மை நெருங்க, நெருங்க அதிகரிப்பதையும், நம்மிடமிருந்து விலகி செல்ல, செல்ல குறைவதையும் கவனித்திருப்பீர்கள்

தொடர் வண்டி பாதையின் அருகே நிற்கும்போது நம்மை கடந்து செல்லும் தொடர் வண்டியின் விசில் சத்தம் முதலில் அதிகரித்து பின்னர் குறையும்.

இதுவே டாப்ளர் விளைவு எனப்படும். இது கிறிஸ்டியன் டாப்ளர் (1803 – 1853) என்ற இயற்பியல் அறிஞர் பெயரில் அழைக்கப்படுகிறது.



படம் 11.45 ஒலிமூலம், கேட்பவர் இருவரும் நிலையாக உள்ளார்கள். டாப்ளர் விளைவு ஏதும் இல்லை.

ஒலி மூலம் ஒன்று, ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வெண்ணில் ஒலியை உமிழ்கிறது. இந்த அதிர்வெண்ணை மூலத்தின் அதிர்வெண் f_s என்க. கேட்பவர் (பார்வையாளர்) இந்த ஒலியை கேட்டுக் கொண்டுள்ளார். மூலமும், கேட்பவரும் குறிப்பிட்ட இடைவெளியில் ஓய்வுநிலையில் இருந்தால், கேட்பவர் கேட்கும் ஒலியின் அதிர்வெண் f_o ஆனது, ஒலி மூலத்தின் அதிர்வெண் f_s, ஆகவே, அமையும்.

அதாவது $f_0 = f_s$. அதிர்வெண்ணில் மாற்றம் இல்லையாதலால் இந்நிகழ்வில் டாப்ளர் விளைவு இல்லை. மூலமோ, ஆய்வாளரோ அல்லது இருவருமே இயக்கத்திலிருந்தால் என்னவாகும்? நிச்சயமாக, $f_o \neq f_s$. ஊடகத்தில் மூலமும் கேட்பவரும் சார்பு இயக்கத்தில் இருந்தால், கேட்பவர் உணரும் ஒலியின் அதிர்வெண், மூலத்தின் அதிர்வெண்ணிலிருந்து மாறி இருக்கும். இதுவே டாப்ளர் விளைவு எனப்படும். கேட்பவர் உணரும் அதிர்வெண் தோற்ற அதிர்வெண் எனப்படும். ஒலியின் டாப்ளர் விளைவைப் படிக்க கீழ்க்கண்ட நிலைகளை கருத்தில் கொள்ளலாம்.

மூலமும் கேட்பவரும்: மூலம் மட்டுமோ அல்லது கேட்பவர் மட்டுமோ அல்லது இருவருமே இயக்கத்தில் இருக்கலாம். மேலும் இயக்கம் மூலத்தையும், கேட்பவரையும் இணைக்கும் நேர்க்கோட்டிலோ அல்லது அந்த நேர்க்கோட்டிலிருந்து θ கோணம் சாய்விலோ இருக்கலாம்.

a. **ஊடகம்:** ஊடகம் நிலையாகவோ அல்லது ஒலி செல்லும் திசைக்கு இணையாகவோ அல்லது எதிர் இணையாகவோ இயங்கலாம்.

b. **ஒலியின் வேகம்:** மூலம் அல்லது கேட்பவரின் வேகம் ஒலியின் வேகத்தைவிட குறைவாகவோ அல்லது அதிகமாகவோஇருக்கலாம்.

கீழ்க்கண்ட பகுதியில் நாம் 3 நிலைகளை மட்டும் ஆய்வு செய்ய உள்ளோம். இங்கு ஊடகம் நிலையாக உள்ளதாக கொள்வோம். இயக்கம் மூலத்தையும் கேட்பவரையும் இணைக்கும் நேர்க்கோட்டில் உள்ளதாக கருதுவோம். மூலம் மற்றும் கேட்பவரின் வேகங்கள் அந்த ஊடகத்தில் ஒலியின் வேகத்தை விடக் குறைவு என வைத்துக்கொள்வோம்:

(i) மூலம் இயக்கத்திலும், கேட்பவர் ஓய்விலும்

a. மூலம் கேட்பவரை நோக்கி இயங்கும்போது

b. மூலம் கேட்பவரிலிருந்து விலகிச்செல்லும் போது

(ii) கேட்பவர் இயக்கத்திலும், மூலம் ஓய்விலும் உள்ளபோது.

a. கேட்பவர், மூலத்தை நோக்கிச்செல்லும் போது

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 274 10-09-2018 15:04:50

b. கேட்பவர், மூலத்தைவிட்டு விலகிச்செல்லும்போது

(iii) மூலமும், கேட்பவரும் இயக்கத்தில் உள்ளபோது

a. மூலமும், கேட்பவரும் ஒருவரை நோக்கி ஒருவர் இயக்கத்தில் உள்ளபோது

b. மூலமும், கேட்பவரும் ஒருவரை விட்டு ஒருவர் விலகிச் செல்லும்போது

c. மூலம், கேட்பவரை துரத்தும்போது

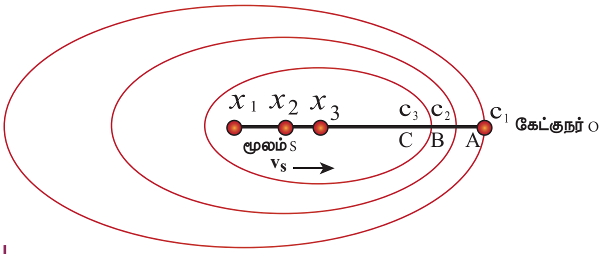
d. கேட்பவர், மூலத்தை துரத்தும்போது

நிலையான கேட்பவர் மற்றும் நிலையான ஒலிமூலம் எனில் மூலமும், கேட்பவரும், ஊடகத்தைப் பொருத்து ஓய்வில் உள்ளனர் எனப்பொருள்.

11.11.1 மூலம் இயக்கத்திலும் கேட்பவர் ஓய்விலும் உள்ளபோது

a. மூலம், கேட்பவரை நோக்கி இயங்கும்போது

மூலம் (படம் 11.46 ல் காட்டியவாறு) வலப்பக்கம் நோக்கி v_s வேகத்தில் நகரும்போது, ஒலி மூலம் ஏற்படுத்தும் ஒலியின் அதிர்வெண் f_s என்க. ஊடகத்தில் ஒலியின் திசைவேகம் v எனக் கருதுவோம். மூலம் உமிழும் இறுக்கம் (ஒலி அலை முகப்பு) மூன்று அடுத்தடுத்த கணநேரங்களில் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளன. அதாவது x_1 நிலையில் C_1, x_2 நிலையில் C_2, x_3 நிலையில் C_3 என்க. C_1 புள்ளி A யை நெருங்கும் அதே கணத்தில் C_2 புள்ளி B யையும் C_3 புள்ளி C யையும் நெருங்கும். படத்திலிருந்து இறுக்கங்கள் C_1 க்கும் C_2 க்கும் இடைப்பட்ட தொலைவு, C_2, C_3 க்கு இடைப்பட்ட தொலைவைக் காட்டிலும் சிறியது என்பது புலனாகிறது. ஒலி என்பது நெட்டலை என்பதால், அடுத்தடுத்த இறுக்கங்களுக்கிடையேயான தொலைவு அலைநீளம் என்பதால், ஒலி மூலம் கேட்குநரை நோக்கி இயங்கும்போது, அலை நீளம் குறைகிறது. ஆனால் அதிர்வெண், அலைநீளத்துடன் எதிர்த் தகவில் உள்ளதால், இங்கு அதிர்வெண் அதிகரிக்கிறது.



படம் 11.46 மூலம் (S) ஓய்வில் உள்ள கேட்பவர் (O) வலது புறம் ஒரு திசைவேகத்தில் நெருங்கும்போது v_s

மூலம் (S) x_1 நிலையில் உள்ளபோது, கேட்பவர் உணரும் அலைநீளம் λ என்க. மூலம் (S) x_2 நிலைக்கு செல்லும்போது கேட்பவர் உணரும் அலைநீளம் λ' எனவும் கொள்வோம். அலைநீள மாறுபாடு $\Delta\lambda = \lambda - \lambda' = v_s t$. இங்கு x_1 லிருந்து x_2 வுக்கு மூலம் நகர்வதற்கான t நேரம் என்க.

$$\lambda' = \lambda - v_s t \qquad (11.83)$$

$$\text{ஆனால்,} \quad t = \frac{\lambda}{v} \qquad (11.84)$$

சமன்பாடு (11.84) யை (11.82) ல் பொருத்த

$$\lambda' = \lambda \left(1 - \frac{v_s}{v}\right)$$

அதிர்வெண், அலை நீளத்தின் எதிர்த்தகவு என்பதால்

$$f' = \frac{v_s}{\lambda'} \quad \text{மற்றும்} \quad f = \frac{v_s}{\lambda}$$

$$f' = \frac{f}{\left(1 - \frac{v_s}{v}\right)} \qquad (11.85)$$

$\frac{v_s}{v} \ll 1$, என்பதால், ஈருறுப்புத் தொடர் விரிவை பயன்படுத்தி, முதல் நிலை $\frac{v_s}{v}$ யை மட்டும் எடுத்துக்கொள்ள

$$f' = f\left(1 + \frac{v_s}{v}\right) \qquad (11.86)$$

b. மூலம் கேட்பவருக்கு எதிர்த்திசையில் விலகிச் செல்லும்போது:

மூலத்தின் திசைவேகம் எதிர்த்திசையில் அமைவதால், திசைவேகத்தின் எதிர்க்குறியை பயன்படுத்த $(v_s \rightarrow -v_s)$இதை சமன்பாடு (11.83) இல் பொருத்த,

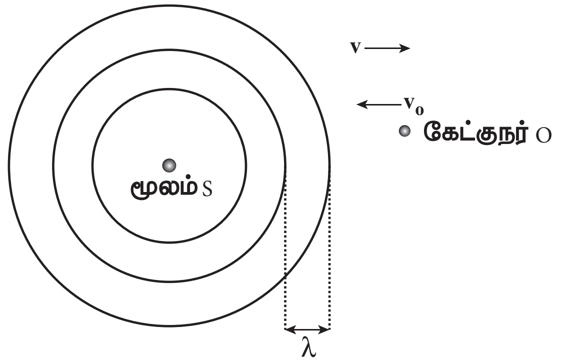
$$f' = \frac{f}{\left(1+\frac{v_s}{v}\right)} \quad (11.87)$$

ஈருறுப்பு தொடர் விரிவை பயன்படுத்த

$$f' = f\left(1-\frac{v_s}{v}\right) \quad (11.88)$$

11.11.2 கேட்பவர் இயக்கத்திலும், மூலம் ஓய்விலும் உள்ளபோது

a. கேட்பவர், மூலத்தை நோக்கி இயங்கும் போது



படம் 11.47 கேட்பவர் மூலத்தை நோக்கி நகரும்போது

O என்ற கேட்பவர், மூலம் S யை நோக்கி v_o திசைவேகத்தில் இயங்குகிறார் என்க. மூலம் S ஓய்வில் உள்ளதால் (ஊடகத்தைப் பொருத்து) உண்டாகும். ஒலி அலைகள் v வேகத்தில் செல்கிறது. படம் 11.47 லிருந்து v_o, v யும் எதிரெதிர் திசையில் உள்ளன. எனவே அவற்றின் சார்புத்திசைவேகம் $v_r = v + v_0$. ஒலி அலையின் அலை நீளம் $\lambda = \frac{v}{f}$ எனவே கேட்பவர் O உணரும் அதிர்வெண்

$$f' = \frac{v_r}{\lambda}$$

$$f' = \frac{v_r}{\lambda} = \left(\frac{v+v_0}{v}\right)f = f\left(1+\frac{v_0}{v}\right) \quad (11.89)$$

b. கேட்பவர், மூலத்திலிருந்து விலகிச்செல்லும் போது

கேட்பவர் (O) மூலத்திலிருந்து (S) விலகிச்செல்லும்போது, திசைவேகங்கள் v_0, v யும் ஒரே திசையில் அமையும். எனவே சார்புத்திசை வேகம் $v_r = v - v_0$. எனவே, கேட்பவர் O உணரும் அதிர்வெண்

$$f' = \frac{v_r}{\lambda} = \left(\frac{v-v_0}{v}\right)f = f\left(1-\frac{v_0}{v}\right) \quad (11.90)$$

11.11.3 இரண்டும் இயக்கத்தில் உள்ளபோது

a. மூலம் கேட்பவர் ஒருவரை ஒருவர் நோக்கி இயங்கும்போது

படம் 11.48 மூலமும், கேட்பவரும் ஒருவரை ஒருவர் நோக்கி நகரும்போது

v_s, v_0 என்பது முறையே மூலம் மற்றும் கேட்பவரின் திசைவேகங்கள் என்க. கேட்பவர் உணரும் தோற்ற அதிர்வெண்ணைக்கான, எளிய கணக்கீட்டிற்காக, போலி (கேட்பவர் அல்லது மூலம்) ஒன்றை இடையில் கருதுவோம். போலி ஓய்வில் உள்ளதால், போலி (கேட்பவர்) உணரும் தோற்ற அதிர்வெண் (அவரை நெருங்கும் மூலத்தினால்) சமன்பாடு(11.85) ல் கொடுக்கப்பட்டவாறு,

$$f_d = \frac{f}{\left(1-\frac{v_s}{v}\right)} \quad (11.91)$$

இதே கணத்தில் (நேரத்தில்) கேட்பவர் உண்மையான கேட்பவர்) மறுபுறமிருந்து போலியை நோக்கி நகர்கிறார். மூலம் (உண்மையான மூலம்) உண்மையான கேட்குநருக்கு எதிர்திசையில் வருகிறோர். எனவே இந்த கணநேரத்தில் போலி (மூலம்) யை ஓய்வில் உள்ள மூலமாகக் உண்மையான கேட்குநரைப் பொறுத்து கருத வேண்டும்.

சமன்பாடு (11.89) லிருந்து ஓய்வில் உள்ள மூலத்தை (போலி மூலம்) நோக்கி நகரும் கேட்பவர் உணரும் தோற்ற அதிர்வெண்

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 276 10-09-2018 15:04:55

$$f' = f_d\left(1+\frac{v_0}{v}\right) \Rightarrow f_d = \frac{f'}{\left(1+\frac{v_0}{v}\right)} \qquad (11.92)$$

இது அனைத்து (arbitrary) நேரத்திற்கும் சரி. எனவே, சமன்பாடு (11.91) மற்றும் (11.92) யை ஒப்பிட,

$$\frac{f}{\left(1-\frac{v_s}{v}\right)} = \frac{f'}{\left(1+\frac{v_0}{v}\right)}$$

$$\Rightarrow \frac{v f'}{(v+v_0)} = \frac{v f}{(v-v_s)}$$

கேட்பவர் உணரும் தோற்ற அதிர்வெண்

$$f' = \left(\frac{v+v_0}{v-v_s}\right)f \qquad (11.93)$$

b. மூலமும், கேட்பவரும் ஒருவரை விட்டு ஒருவர் விலகிச்செல்லும்போது

படம் 11.49 மூலமும் கேட்பவரும் விலகிச் செல்லும் போது

முந்தைய நிலை [நிலை (a) போலவே இந்த நிலையிலும் முடிவைக் கொண்டு வரலாம்.

நீண்ட விளக்கமான கணக்கீடுகளுக்கு பதிலாக, படம்11.49,யை புரிந்து கொண்டு (a) நிலைக்கு மாறாக மூலம், கேட்பவர் எதிர், எதிர் திசையில் நகர்வதால், $(v_s \rightarrow -v_s)$ எனவும் $(v_0 \rightarrow -v_0)$ எனவும் (11.93) ல் பொருத்த,

$$f' = \left(\frac{v-v_0}{v+v_s}\right)f \qquad (11.94)$$

c. மூலம் கேட்குநரை துரத்தும் போது

படம் 11.50 மூலம், கேட்குநரை துரத்தும்போது

மேலே பார்த்த நிலை (a) ல், கேட்பவரின் திசைவேகம் எதிர்திசையில் (படம் 11.50 ன்படி) கருதினால், $(v_0 \rightarrow -v_0)$ என சமன்பாடு (11.93) ல் பொருத்த,

$$f' = \left(\frac{v-v_0}{v-v_s}\right)f \qquad (11.95)$$

d. கேட்பவர் மூலத்தை துரத்தும்போது

படம் 11.51 கேட்பவர், மூலத்தை துரத்தும்போது

நிலை (a) ல், மூலத்தின் திசைவேகத்தை எதிர்திசையில் (படம் 11.51 ன்படி) கருதி $v_s \rightarrow -v_s$ என சமன்பாடு (11.94) ல் பொருத்த,

$$f' = \left(\frac{v+v_0}{v+v_s}\right)f \qquad 11.96)$$

ஆசிரியருடன் ஆலோசி

- ஒளியின் டாப்ளர் விளைவு
- ஒலியின் டாப்ளர் விளைவு ஒத்தியியைவு அற்றும் (asymmetrical) ஒளியின் டாப்ளர் விளைவு ஒத்தியியைவாகவும் (symmetrical) உள்ளது.

11.11.4 டாப்ளர் விளைவின் பயன்கள்

டாப்ளர் விளைவு பல பயன்களை உடையது. குறிப்பாக ஒளியின் டாப்ளர் விளைவு வானியலில் பயன்படுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக தொலைவில் உள்ள விண்மீன்கள் (stars) அல்லது விண்மீன் திரள் (galaxy) களின் நிற மாலைகளை நோக்கி அவை எவ்வளவு தொலைவில், எவ்வளவு திசைவேகத்துடன் புவியை நோக்கியோ அல்லது விலகியோ நகர்வதைக் கண்டுபிடிக்கலாம். நிறமாலைவரிகள், சிவப்பு நிறத்தை நோக்கி இடப்பெயர்ச்சியடைந்தால் (சிவப்பு இடப்பெயர்ச்சி (red shift) விண்மீனானது புவியிலிருந்து நகர்ந்து செல்கிறது எனவும், நீல நிறத்தை நோக்கி இடப்பெயர்ச்சியடைந்தால் (நீல இடப்பெயர்ச்சி blue

shift) விண்மீன் புவியை நோக்கி வருவதையும் கண்டு பிடிக்கிறார்கள். $\Delta\lambda$ என்பது டாப்ளர் இடப்பெயர்ச்சி எனில், $\Delta\lambda = \frac{v}{c}\lambda$, இங்கு v விண்மீனின் திசைவேகம். டாப்ளர் விளைவு சார்புத் திசைவேகம் v யின் ஆரவகைக்கூறு (radial component) வை மட்டும் (பார்வைக் கோட்டின் திசையில்) நோக்கி அளக்கிறது.

எடுத்துக்காட்டு 11.30

கேட்பவரிடமிருந்து விலகி மலை ஒன்றை நோக்கிச் செல்லும் ஒலி மூலம் உமிழும் ஒலியின் அதிர்வெண் 1500 Hz, ஒலி மூலத்தின் திசைவேகம் $6\ ms^{-1}$

(a) மூலத்திலிருந்து நேரடியாக வரும் ஒலியின் அதிர்வெண்ணைக் காண்க.

(b) காற்றில் ஒலியின் திசைவேகம் $330\ m\,s^{-1}$ எனக் கருதி மலையிலிருந்து எதிரொலித்து வரும் ஒலியின் அதிர்வெண்ணைக் காண்க.

தீர்வு:

(a) ஓய்விலுள்ள கேட்குநரிடமிருந்து விலகிச் செல்லும் மூலம்; எனவே, மூலத்திலிருந்து நேரடியாக வரும் ஒலியை உணரும் கேட்குநருக்கு அதிர்வெண்.

$$f' = \frac{f}{\left(1+\frac{v_s}{v}\right)} = \frac{1500}{\left(1+\frac{6}{330}\right)} = 1473\,Hz$$

(b) மலையிலிருந்து எதிரொலித்து வரும் ஒலி கேட்குநரை அடையும்போது

$$f' = \frac{f}{\left(1-\frac{v_s}{v}\right)} = \frac{1500}{\left(1-\frac{6}{330}\right)} = 1528\,Hz$$

எடுத்துக்காட்டு 11.31

கேட்பவர் ஒருவர் தொடர்வண்டி நிலைய நடை மேடையில் நின்று கொண்டு இரண்டு தொடர் வண்டிகளை நோக்குகிறார். ஒன்று நிலையத்தை நோக்கியும், மற்றொன்று நிலையத்திலிருந்து வெளிநோக்கியும் சம திசைவேகம் $8\ m\,s^{-1}$ ல் செல்கின்றன. இரண்டு தொடர் வண்டிகளும் வெளியிடும் விசில்களின் அதிர்வெண் 240 Hz எனில், கேட்பவர் உணரும் விம்மல்களின் எண்ணிக்கை யாது?

தீர்வு:

கேட்பவர் ஓய்வில் உள்ளார்

(i) மூலம் (தொடர்வண்டி) கேட்குநரை நோக்கி இயங்குகிறார்:
தோற்ற அதிர்வெண்,

$$f_{in} = \frac{f}{\left(1-\frac{v_s}{v}\right)} = \frac{240}{\left(1-\frac{8}{330}\right)} = 246\,Hz$$

(ii) மூலம் (தொடர்வண்டி) கேட்குநரிடமிருந்து விலகிச் செல்லும்போது:
தோற்ற அதிர்வெண்

$$f_{out} = \frac{f}{\left(1-\frac{v_s}{v}\right)} = \frac{240}{\left(1-\frac{8}{330}\right)} = 234\,Hz$$

விம்மல்களின் எண்ணிக்கை

$= |f_{in} - f_{out}| = (246-234) = 12$

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 278 10-09-2018 15:04:59

பாடச்சுருக்கம்:

- ஊடகத்தின் இடப்பெயர்ச்சி இன்றி, ஆற்றலையும் உந்தத்தையும் ஒருபுள்ளியிலிருந்து மற்றொரு புள்ளிக்கு எடுத்துச் செல்லும் மற்றும் முன்னேறிச் செல்லும் ஒரு மாறுபாடு அலை எனப்படும்.
- அலை பரவ ஊடகம் தேவைப்படும் அலைகள் இயக்க அல்லது இயந்திரவியல் (mechanical) அலைகள் எனப்படும்
- அலை பரவ ஊடகம் தேவையற்ற அலைகள் இயந்திரவியல் அல்லாத அலைகள் எனப்படும்.
- குறுக்கலைகளில் ஊடகத்துகள்கள் அலை முன்னேறிச் செல்லும் திசைக்கு செங்குத்து திசையில் அதிர்வுறும்
- நெட்டலைகளில் ஊடகத்துகள்கள் அலை முன்னேறிச் செல்லும் திசைக்கு இணையாக அதிர்வுறும்.
- அலை பரவ மீள்தன்மையும், நிலைமமும் உள்ள ஊடகம் தேவை
- நீர்மப்பரப்பில் ஏற்படும் (மேடு பள்ளங்கள்) அலைகள் குறுக்கலைகள்; அதிர்வுறும் இசைக்கவை ஒன்று ஏற்படுத்தும் அலைகள் நெட்டலைகள்.
- அடுத்தடுத்த இரு முகடுகள் அல்லது அகடுகளுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவு அலைநீளம் எனப்படும்.
- ஒரு வினாடியில் ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியைக் கடக்கும் அலைகள் அதிர்வெண் எனப்படும்.
- அலையின் திசைவேகம் $v = \lambda f$.
- ஒரு அலை ஒரு புள்ளியைக் கடக்க எடுத்துக்கொள்ளும் நேரம் அலைவுநேரம் T எனப்படும்.
- அதிர்வெண் மூலத்தைப் பொறுத்தது, அலையின் திசை வேகம் ஊடகத்தைப் பொறுத்தது.
- குறுக்கலையின் திசைவேகம் கம்பியின் இழுவிசை, நீள்நிறை (ஓரலகு நீளத்திற்கான நிறை) ஆகியவற்றைப் பொறுத்தது; அலை வடிவத்தைப் பொறுத்தது அல்ல.
- கம்பியில் ஏற்படும் குறுக்கலையின் திசைவேகம் $v=\sqrt{\frac{T}{\mu}}\ ms^{-1}$.
- மீள் தன்மை ஊடகத்தில், நெட்டலைகளின் திசைவேகம் $v=\sqrt{\frac{E}{\rho}}\ ms^{-1}$.
- $20°C$ யில் எதிரொலி (echo) ஏற்பட மூலத்திலிருந்து எதிரொலிக்கும் சுவர் அல்லது மலை அமைய வேண்டிய குறைந்தபட்ச தொலைவு 17.2 மீ
- ஒரு பரிமாண அலைச் சமன்பாடு $\frac{\partial^2 y}{\partial x^2}=\frac{1}{v^2}\frac{\partial^2 y}{\partial t^2}$
- அலை எண் $k=\frac{2\pi}{\lambda}\ rad\, m^{-1}$.
- குறுக்கீட்டு விளைவில் செறிவு $I=I_1+I_2+2\sqrt{I_1 I_2}\cos\varphi$, இங்கு செறிவானது, வீச்சின் இருமடிக்குச் சமம் $I=A^2$.

  ஆக்கக் குறுக்கீட்டு விளைவிற்கு, $I_{\text{பெருமம்}}=\left(\sqrt{I_1}+\sqrt{I_2}\right)^2=\left(A_1+A_2\right)^2$.

  அழிவு குறுக்கீட்டு விளைவிற்கு, $I_{\text{சிறுமம்}}=\left(\sqrt{I_1}-\sqrt{I_2}\right)^2=(A_1-A_2)^2$.
- சற்றே மாறுபட்ட அதிர்வெண்கள் உடைய இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட அலைகள் மேற்பொருந்துவதால் ஒரு புள்ளியில் தொகுபயன் ஒலியின் வீச்சு மாற்றமானது குறிப்பிட்ட நேர இடைவெளியில் தொடர்ந்து ஏற்படுகிறது. இந்நிகழ்வே விம்மல் ஆகும். எனவே, ஒரு வினாடியில் உருவாகும் வீச்சு பெருமங்களே விம்மல் அதிர்வெண்.

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 279 10-09-2018 15:05:02

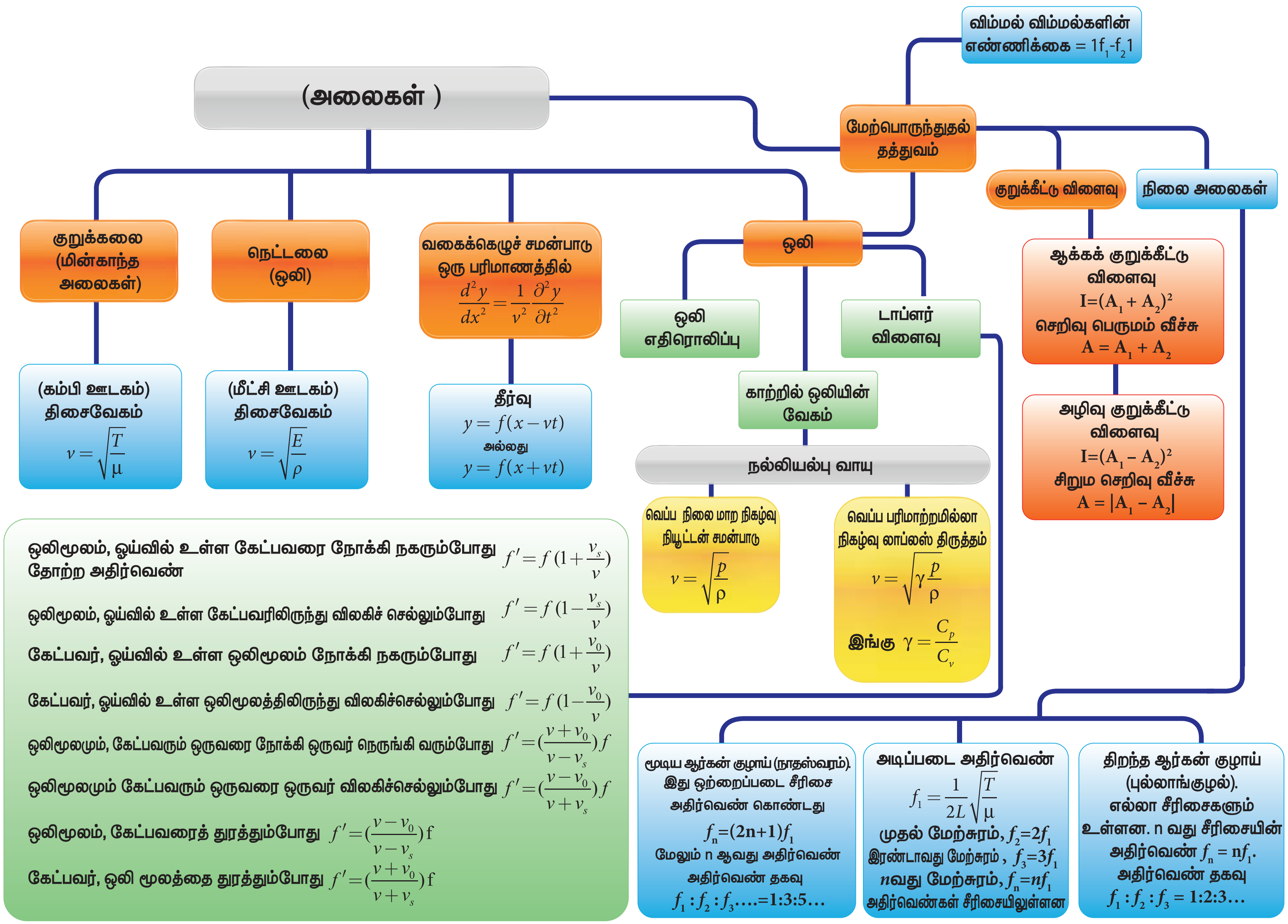
- அதிர்வெண்கள், அடிப்படை அதிர்வெண்ணின் முழு எண் மடங்குகளாக அமைந்தால் அவை சீரிசைகள் எனப்படும். முதல் சீரிசை $v_1 = v_1$, இரண்டாவது சீரிசை $v_2 = 2\,v_1$, மூன்றாவது சீரிசை $v_3 = 3\,v_1$, மேலும் இதேபோல் அமையும்.
- ஒலியின் உரப்பு என்பது "காதில் ஒலியின் கேட்கும்திறன் (உணர்) அளவின் மதிப்பு அல்லது கேட்பவரின் ஒலி புலனுணர்வு திறன்"
- ஒலியின் செறிவு என்பது"ஒலி முன்னேறும் திசைக்கு செங்குத்தாக ஓரலகு பரப்பின் வழியே ஊடுருவிச் செல்லும் ஒலியின் திறன்"
- ஒலிச்செறிவின் அளவு, $\Delta L = 10\log_{10}\left(\frac{I_1}{I_0}\right)$ டெசிபல்.
- மூடிய ஆர்கன் குழாயில் சீரிசைகள் ஒற்றைப்படையில் அமையும் n வது சீரிசையின் அதிர்வெண்

  $f_n = (2n+1)f_1$.
- மூடிய ஆர்கன் குழாயில் சீரிசைகளின் அதிர்வெண் தகவு

  $f_1 : f_2 : f_3 : f_4 :\ldots = 1 : 3 : 5 : 7 :\ldots$
- திறந்த ஆர்கன் குழாயில் எல்லா சீரிசைகளும் ஏற்படும் n வது சீரிசையின் அதிர்வெண் $f_n = nf_1$.
- திறந்த ஆர்கன் குழாயில் சீரிசைகளின் அதிர்வெண் தகவு

  $f_1 : f_2 : f_3 : f_4 :\ldots = 1 : 2 : 3 : 4 :\ldots$
- ஊடகத்தைப் பொறுத்து மூலமும், கேட்பவரும் சார்வு இயக்கத்திலிருந்தால், கேட்பவர் உணரும் ஒலியின் அதிர்வெண், மூலத்தின் அதிர்வெண்ணிலிருந்து மாறுபட்டிருக்கும். இதுவே டாப்ளர் விளைவு
- கேட்பவர் உணரும் அதிர்வெண் தோற்ற அதிர்வெண் (apparent frequency) ஆகும்.
- மூலம் கேட்பவரை நோக்கி நகரும்போது தோற்ற அதிர்வெண் $f' = f\,(1 + \frac{v_s}{v})$.
- மூலம், கேட்பவரிலிருந்து விலகிச்செல்லும் போது, $f' = f\,(1 - \frac{v_s}{v})$.
- கேட்பவர், மூலத்தை நோக்கி நகரும்போது, $f' = f\,(1 + \frac{v_0}{v})$.
- கேட்பவர், மூலத்திலிருந்து விலகிச் செல்லும்போது, $f' = f\,(1 - \frac{v_0}{v})$
- மூலமும், கேட்பவரும் ஒருவரை ஒருவர் நெருங்கும்போது, $f' = (\frac{v + v_0}{v - v_s})f$
- மூலமும், கேட்பவரும், ஒருவரை விட்டு ஒருவர் விலகிச் செல்லும்போது, $f' = (\frac{v - v_0}{v + v_s})f$
- மூலம், கேட்பவரை விரட்டிச் செல்லும்போது, $f' = (\frac{v - v_0}{v - v_s})f$.
- கேட்பவர், மூலத்தை விரட்டிச் செல்லும்போது, $f' = (\frac{v + v_0}{v + v_s})f$.

கருத்து வரைபடம்



UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 281 10-09-2018 15:05:07

I. சரியான விடையைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுது:

1. மாணவர் ஒருவர் தனது கிட்டாரை, 120 Hz இசைக்கவையால் மீட்டி, அதேநேரத்தில் 4 வது கம்பியையும் மீட்டுகிறான். கூர்ந்து கவனிக்கும்போது, கூட்டு ஒலியின் வீச்சு வினாடிக்கு 3 முறை அலைவுறுகிறது. 4 வது கம்பியின் அதிர்வெண் கீழ்க்கண்டவற்றுள் எது ?

   a) 130 b) 117

   c) 110 d) 120

2. குறுக்கலை ஒன்று A ஊடகத்திலிருந்து B ஊடகத்திற்கு செல்கிறது. A ஊடகத்தில் குறுக்கலையின் திசைவேகம் 500 ms^{-1}, அலைநீளம் 5 m. B ஊடகத்தில் திசைவேகம் 600 ms^{-1}, எனில் B ல் அதிர்வெண், அலைநீளம் முறையே

   a) 120 Hz மற்றும் 5 m

   b) 100 Hz மற்றும் 5 m

   c) 120 Hz மற்றும் 6 m

   d) 100 Hz மற்றும் 6 m

3. ஒரு குறிப்பிட்ட குழாய்க்கு 1000 Hz விட குறைவான 4 சீரிசை அதிர்வெண்கள் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன. அவை: 300 Hz, 600 Hz, 750 Hz மற்றும் 900 Hz. இந்த தொடரில் விடுபட்ட இரு அதிர்வெண்கள் யாவை?.

   a) 100 Hz, 150 Hz

   b) 150 Hz, 450 Hz

   c) 450 Hz, 700 Hz

   d) 700 Hz, 800 Hz

KGYIVQ

4. கீழ்க்கண்டவற்றுள் எது சரி?.

A	B
(1) தரம்	(A) செறிவு
(2) சுருதி	(B) அலை வடிவம்
(3) உரப்பு	(C) அதிர்வெண்

   (1), (2) , (3) க்கான சரியான ஜோடி

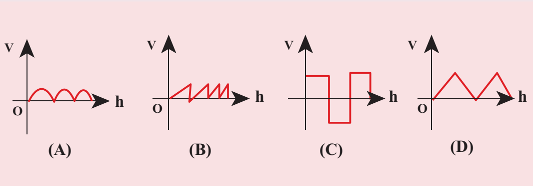
   a) (B),(C) மற்றும் (A)

   b) (C), (A) மற்றும் (B)

   c) (A), (B) மற்றும் (C)

   d) (B), (A) மற்றும் (C)

5. கீழ்க்கண்ட அலைகளில் எது அதிக திசைவேகத்தில் செல்லும்?



   இங்கு, v_A, v_B, v_C மற்றும் v_D என்பன (A), (B), (C), (D) யின் திசைவேகங்கள்

   a) $v_A > v_B > v_D > v_C$

   b) $v_A < v_B < v_D < v_C$

   c) $v_A = v_B = v_D = v_C$

   d) $v_A > v_B = v_D > v_C$

6. 5000 Hz அதிர்வெண் உடைய ஒலி காற்றில் இயங்கி நீர் பரப்பை தாக்குகிறது. நீர், காற்றில் அலைநீளங்களின் தகவு

   a) 4.30 b) 0.23

   c) 5.30 d) 1.23

7. இரு இணையான மலைகளுக்கிடையே நிற்கும் ஒருவன் துப்பாக்கியால் சுடுகிறான். முதல் எதிரொலியை t_1 s இலும் 2 வது எதிரொலியை t_2 s இலும் கேட்கிறான். மலைகளுக்கிடையேயான இடைவெளி

   a) $\frac{v(t_1 - t_2)}{2}$ b) $\frac{v(t_1 t_2)}{2(t_1 + t_2)}$

   c) $v(t_1 + t_2)$ d) $\frac{v(t_1 + t_2)}{2}$

8. ஒரு முனை மூடிய காற்றுத்தம்பம் ஒன்று 83Hz அதிர்வெண் உடைய அதிர்வுறும் பொருளுடன் ஒத்ததிர்வு அடைகிறது எனில் காற்றுத் தம்பத்தின் நீளம்

   a) 1.5 m b) 0.5 m

   c) 1.0 m d) 2.0 m

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 282 10-09-2018 15:05:09

9 x திசையில் இயங்கிக் கொண்டுள்ள அலை ஒன்றின் இடப்பெயர்ச்சி y இற்கான சமன்பாடு

$$y=(2\,x\,10^{-3})\sin(300t-2x+\frac{\pi}{4}),$$ இங்கு x, y மீட்டரிலும் t வினாடியிலும் அளக்கப்பட்டால், அலையின் வேகம்

a) 150 ms^{-1} b) 300 ms^{-1}

c) 450 ms^{-1} d) 600 ms^{-1}

10. இரண்டு சீரான கம்பிகள் சேர்ந்தாற்போல் அவற்றின் அடிப்படை அதிர்வெண்களில் அதிர்வுறுகின்றன. அவற்றின் இழுவிசைகள், அடர்த்திகள், நீளங்கள், விட்டங்களின் தகவுகள் முறையே 8 : 1, 1 : 2, $x : y$, மற்றும் 4 : 1. அதிக சுருதியின் அதிர்வெண் 360 Hz ஒரு வினாடியில் ஏற்படும் விம்மல்கள் 10 எனில் $x : y$ ன் மதிப்பு

(a) 36 : 35

(b) 35 : 36

(c) 1 : 1

(d) 1 : 2

11. கீழ்க்கண்டவற்றுள் எது அலையைக் குறிக்கிறது

(a) $(x - vt)^3$ (b) $x(x+vt)$

(c) $\frac{1}{(x+vt)}$ (d) $\sin(x+vt)$

12. ஊஞ்சல் ஒன்றில் உள்ள மனிதன், ஊஞ்சல் செங்குத்துக் கோட்டிலிருந்து 60° வரும்போது ஒரு விசிலை எழுப்புகிறான். அதன் அதிர்வெண் 2.0 k Hz. ஊஞ்சலின் நிலையான பிடிமானத்திலிருந்து விசில் 2 m ல் உள்ளது. ஊஞ்சலின் முன்னே வைக்கப்பட்ட ஒரு ஒலி உணர் கருவி இந்த ஒலியை உணர்கிறது. ஒலி உணர் கருவி உணரும் ஒலியின் பெரும அதிர்வெண்.

(a) 2.027 kHz (b) 1.974 kHz

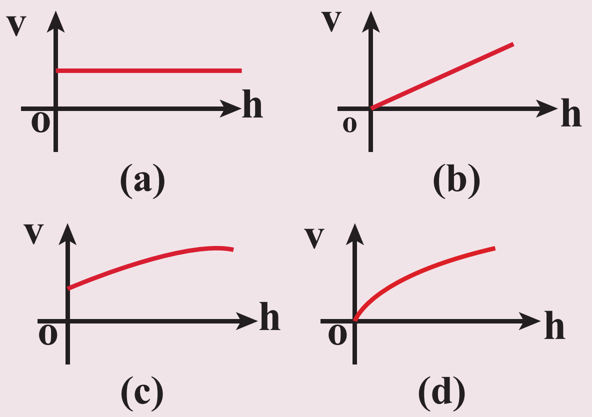
(c) 9.74 kHz (d) 1.011 kHz

13. நேர்க்குறி x திசையில் செல்லும் அலையின் வீச்சு $t = 0\,s$ ல் $y=\frac{1}{1+x^2}$ என்க. $t = 2\,s$ அதன் வீச்சு $y=\frac{1}{1+(x-2)^2}$ என அமைகிறது. அலையின் வடிவம் மாறவில்லையெனில், அலையின் திசைவேகம்

(a) 0.5m s^{-1} (b) 1.0m s^{-1}

(c) 1.5m s^{-1} (d) 2.0m s^{-1}

14. சீரான கயிறு ஒன்று m நிறையுடன் நிலையான அமைப்பிலிருந்து செங்குத்தாகத் தொங்குகிறது. கீழ்முனையில் ஒரு குறுக்கலை துடிப்பு ஏற்படுத்தப்படுகிறது. கீழ் முனையிலிருந்து இந்த துடிப்பு மேலேழும் வேக மாறுபாடு (v) கீழிருந்து உயரம் (h) யை பொருத்தது காட்டும் வரைபடம்



15. ஆர்கன் குழாய்கள் A , B யில் A ஒரு முனையில் மூடப்பட்டது. அது முதல் சீரிசையில் அதிர்வுறச் செய்யப்படுகிறது. குழாய் B இருபுறமும் திறந்துள்ளது. இது 3 வது சீரிசையில் அதிர்வுற்று A உடன் ஒரு இசைக்கவை மூலம் ஒத்திசைவு அடைகிறது. A மற்றும் B குழாயின் நீளங்களின் தகவு

a) $\frac{8}{3}$ b) $\frac{3}{8}$

c) $\frac{1}{6}$ d) $\frac{1}{3}$

விடைகள்:

1) b	2) d	3) b	4) a
5) c	6) a	7) d	8) c
9) a	10) a	11) d	12) a
13) b	14) d	15) c	

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 283 10-09-2018 15:05:12

II. சிறு வினாக்கள்

1. அலைகள் என்றால் என்ன?.
2. அலைகளின் வகைகளை எழுது.
3. குறுக்கலை என்றால் என்ன ? ஓர் எடுத்துக்காட்டு தருக.
4. நெட்டலை என்றால் என்ன? ஓர் எடுத்துக்காட்டு தருக.
5. அலைநீளம் வரையறு.
6. அலை ஒன்றின் அதிர்வெண், அலைநீளம், திசைவேகம் ஆகியவற்றிற்கிடையேயானத் தொடர்பை எழுதுக
7. அலைகளின் குறுக்கீட்டு விளைவு என்றால் என்ன?.
8. விம்மல்கள் – வரையறு.
9. ஒலியின் செறிவு, மற்றும் உரப்பு ஆகியவற்றை விளக்குக.
10. டாப்ளர் விளைவை விளக்குக.
11. டாப்ளர் விளைவில் சிவப்பு, மற்றும் நீல இடப்பெயர்ச்சிகளை விளக்குக.
12. ஒத்ததிர்வுக் காற்றுத் தம்ப கருவியில் முனைத்திருத்தம் என்றால் என்ன?
13. $y = x + a$. என்ற தொடர்பிற்கு படம் வரைக. அதை விளக்குக.
14. வாயு ஒன்றில் ஒலியின் திசைவேகத்தை பாதிக்கும் காரணிகளை எழுதுக.
15. எதிரொலி என்றால் என்ன ? விளக்குக.

III. நெடு விடை வினாக்கள்

1. நீரின் மேற்பரப்பில் சுருள் வடிவில் மேடு, பள்ளங்கள் ஏற்படுவது ஏன் ?
2. முன்னேறு அலைக்கும், நிலை அலையின் இடையேயான வேறுபாடுகளை விவரி.
3. கம்பி ஒன்றில் ஏற்படும் முன்னேறு அலைக்கான திசை வேகத்திற்கான சமன்பாடு $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ என நிறுவுக.
4. காற்றில் ஒலியின் திசைவேகத்திற்கான நியூட்டன் சமன்பாட்டை விளக்குக. அதில் லாப்லஸின் திருத்தத்தை விவரி.
5. சமதளம் மற்றும் வளைவான பரப்புகளில் ஒலியின் எதிரொலிப்பு பற்றி குறிப்பு வரைக.
6. மேற்பொருந்துதல் தத்துவத்தை விளக்குக.
7. அலைகளில் குறுக்கீட்டு விளைவு ஏற்படுவதை விளக்குக.
8. விம்மல்கள் ஏற்படுவதை விளக்குக.
9. நிலை அலைகள் என்றால் என்ன ?. நிலை அலைகள் ஏற்படுவதை விளக்குக. அதன் பண்புகளை எழுதுக.
10. இழுத்துக்கட்டப்பட்ட கம்பியில் ஏற்படும் குறுக்கலைக்கான விதிகளை விளக்குக.
11. அடிப்படை அதிர்வெண், சீரிசை மற்றும் மேற்சுரம் ஆகியவற்றை விளக்குக.
12. சுரமானி என்றால் என்ன ?. அதன் அமைப்பு மற்றும் வேலை செய்யும் விதத்தை விவரி சுராமானியைப் பயன்படுத்தி இசைக்கவையின் அதிர்வெண்ணை எவ்வாறு அளப்பாய்?
13. ஒலியின் செறிவு, உரப்பு என்றால் என்ன? அவற்றைப்பற்றி விளக்குக.
14. கீழ்க்கண்டவற்றுள் மேற்சுரங்கள் ஏற்படுவதை விளக்குக.
    (a) மூடிய ஆர்கன் குழாய்
    (b) திறந்த ஆர்கன் குழாய்
    (c) ஒத்தததிர்வு காற்றுத்தம்பக் கருவி
15. ஒத்ததிர்வு தம்பக் கருவியைப் பயன்படுத்தி காற்றின் ஒலியின் திசைவேகத்தை அளக்கும் முறையை விளக்குக?.
16. டாப்ளர் விளைவு என்றால் என்ன?
    (1) மூலம் இயக்கத்திலும், கேட்பவர் ஓய்விலும்
        (a) மூலம், கேட்பவரை நோக்கி இயங்கும்போது
        (b) மூலம், கேட்பவரிலிருந்து விலகிச் செல்லும்போது

(2) கேட்பவர் இயக்கத்திலும், மூலம் ஓய்விலும்.

(a) கேட்பவர், மூலத்தை நோக்கி இயங்கும்போது

(b) கேட்பவர், மூலத்திலிருந்து விலகிச் செல்லும்போது

(3) இரண்டும் இயக்கத்தில்

(a) மூலமும், கேட்பவரும் ஒருவரை ஒருவர் நெருங்கும்போது

(b) மூலமும், கேட்பவரும் ஒருவரை விட்டு ஒருவர் விலகிச் செல்லும்போது

(c) மூலம், கேட்பவரைத் துரத்தும்போது

(d) கேட்பவர், மூலத்தை துரத்தும்போது

IV. பயிற்சி கணக்குகள்

1. ஓர் ஊடகத்தில் ஒலியின் வேகம் 900 ms^{-1}. ஊடகத்தில் ஓர் புள்ளியில் 2 நிமிடங்களில் கடக்கும் அலைகளின் எண்ணிக்கை 3000 எனில் அலைநீளத்தைக் காண்க?.

விடை : λ = 36 m

2. 2 மோல் ஹீலியம், 4 மோல் ஆக்சிஜன் கலந்த கலவையைக் கருதுக. இந்தக் கலவையில் 300 K வெப்ப நிலையில் ஒலியின் வேகத்தைக் காண்க.

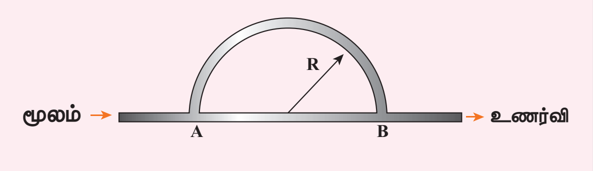
விடை : 400.9 ms^{-1}

3. கடலில் ஒரு கப்பல் சோனார் (SONAR) மூலம் ஒலி அலைகளை கடலின் கீழ்நோக்கி அனுப்புகிறது. கடலின் அடி கட்டத்தில் உள்ள ஒரு பாறையில் இந்த ஒலி அலைகள் எதிரொலிக்கப்பட்டு 3.5 s ல் சோனாரை அடைகிறது. கப்பல் 100 km தொலைவைக் கடக்கும்போது மீண்டும் சைகைகளை கீழ்நோக்கிஅனுப்புகிறது. அந்த சைகைகள் 2s ல் எதிரொலித்து சோனாரை அடைகிறது. இரண்டு இடங்களிலும் ஆழங்களை கண்டு பிடித்து, அவற்றின் வேறுபாட்டைக் காண்க.

விடை : Δd = 1149.75 m

4. படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு உள்ள குழாயில் ஒலி அலை கடந்து செல்கிறது– ஒலி அலை A ல் இரண்டு அலைகளாக பிரிகிறது, மீண்டும் B ல் ஒன்றாக சேர்கிறது. R என்பது அரை– வட்டத்தின் ஆரம். B இல் ஒன்றாக சேரும் அலைகள் முதல் சிறுமத்தை ஏற்படுத்தினால் R ன் மதிப்பைக் காண்க. ஒலியின் அலைநீளம் 50.0 m மீ என்க

விடை : R = 21.9 m



5. N இசைக்கவைகள் அவற்றின் அதிர்வெண்களின் ஏறு வரிசையில் வைக்கப்பட்டுள்ளன. அவை அதிரும்போது அடுத்தடுத்த இரு இசைக்கவைகள் ஏற்படுத்தும் விம்மல்கள் n என்க. கடைசி இசைக்கவை, முதல் இசைக்கவையின் அதிர்வெண்ணைப்போல் இருமடங்கு அதிர்வெண் பெற்றுள்ளது, எனில் முதல் இசைக்கவையின் அதிர்வெண் $f = (N-1)n$. எனக் காட்டுக.

6. ஒலிமூலம் ஒன்று ஒலி அலையை உமிழ்கிறது. ஓர் புள்ளியில் இந்த அலையின் செறிவு (தொடக்கத்தில்) I என்க. ஒலியின் வீச்சு இரு மடங்காக்கப்பட்டு, அதிர்வெண் நான்கில் ஒருபங்காக $\frac{1}{4}$ குறைக்கப்படுகிறது எனக் கருதுக. மேலே கூறிய அதே புள்ளியில் புதிய ஒலிச்செறிவைக் காண்க ?. விடை

விடை : $I_{\text{புதியது}} \propto \frac{1}{4} I_{\text{பழையது}}$.

7. சமநீளமுடைய இரு ஆர்கன் குழாய்களில் ஒன்று மூடியது, மற்றொன்று திறந்தது. மூடிய குழாயின் அடிப்படை அதிர்வெண் 250 Hz. திறந்த குழாயின் அடிப்படை அதிர்வெண்ணைக் காண்க.

விடை 500Hz

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 285 10-09-2018 15:05:14

8. சைரன் வைக்கப்பட்ட காவல் வாகனத்தில் 20 ms^{-1} திசைவேகத்தில் செல்லும் காவலர் (police), $v_o ms^{-1}$. வேகத்தில் கார் ஒன்றில் தப்பிச் செல்லும் திருடனைத்துரத்திச் செல்கிறார். காவல் வாகன சைரன் அதிர்வெண் 300Hz, இருவரும் நிலையாக இருந்து 400Hz அதிர்வெண் உடைய ஒலியை உமிழும் சைரன் நோக்கிச் செல்கிறார்கள் எனில் திருடனின் திசைவேகத்தைக் காண்.

விடை $v_{திருடன்} = 10\ m\ s^{-1}$

9. கீழ்க்கண்ட தொடர்புகளைக் கருதுக
   (a) $y = x^2 + 2\ \alpha\ t\ x$
   (b) $y = (x + vt)^2$

   மேற்கண்டவற்றுள் எது அலையைக் குறிக்கிறது.

விடை (a) அலையைக் குறிக்கவில்லை
(b) அலைச்சமன்பாட்டுடன் பொருந்துவதால் அலையைக் குறிக்கிறது

V. கருத்துரு வினாக்கள்

1. வாயுவில் குறுக்கலைகள் ஏற்படாது ஏன்? திண்மத்திலும், நீர்மத்திலும் குறுக்கலைகள் ஏற்படுமா?
2. நமது தேசிய விலங்கின் முழக்கம்அல்லது உறுமல் (roar) கொசு ஏற்படுத்தும் ஒலியிலிருந்து வேறுபடுகிறது. ஏன்?
3. மூலமும் கேட்பவரும் ஓய்வில் இருக்கும்போது, ஒரு வலிமையான காற்று வீசுகிறது. இதில் டாப்ளர் விளைவு உள்ளதா?
4. காலியான அறையில் ஒரு ஒலி உரப்பாகவும் (louder) அதே ஒலி தட்டு முட்டுப் பொருள்கள், இருக்கைகள் உள்ள அறையில் உரப்பு குறைவாகவும் இருக்க காரணம் என்ன?
5. சூறாவளி, கொந்தளிப்பு, புயல் ஆகியவை வரவிருப்பதை விலங்குகள் எவ்வாறு முன் கூட்டியே உணர்கின்றன?
6. நீர்வரும் திறந்த குழாயின் அடியில் வைக்கப்பட்ட பாத்திரம் ஒன்று நிரம்ப இருப்பதை எவ்வாறு சற்று முன்னரே அறிய முடியுமா ? காரணம் தருக?

மேற்கோள் நூல்கள் (BOOKS FOR REFERENCE)

1. Vibrations and Waves – A. P. French, CBS publisher and Distributors Pvt. Ltd.
2. Concepts of Physics – H. C. Verma, Volume 1 and Volume 2, Bharati Bhawan Publisher
3. Halliday, Resnick and Walker, Fundamentals of Physics, Wiley Publishers, 10th edition
4. Serway and Jewett, Physics for scientist and engineers with modern physics, Brook/Coole publishers, Eighth edition

இணையச் செயல்பாடு

அலை இயக்கம்

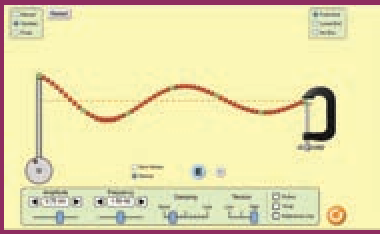
அலை இயக்கம் பற்றி அறிவோமா!

படிகள்

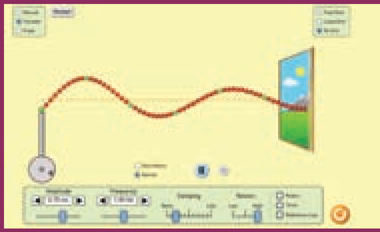
- கீழ்க்காணும் உரலி / விரைவுக் குறியீட்டைப் பயன்படுத்தி "waves on a string" என்ற இணையப் பக்கத்திற்குச் சென்று 'Play' பொத்தானை அழுத்தவும்.
- இச்செயல்பாட்டு பக்கத்தில் ஒரு கோவை (string) படம் கொடுக்கப்பட்டிருக்கும். அலை இயக்கத்தைக் காண 'Play' வைஅழுத்தவும்.
- மேல் இடப்பக்கத்தில் உள்ள 'oscillations' மற்றும் 'pulse' போன்றவற்றைத் தெரிவு செய்தும், கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள 'amplitude' மற்றும் 'frequency' என்பதை மாற்றியும் கோவையில் மாற்றங்களைக் காணலாம்
- மேல் வலப்பக்கத்தில் உள்ள சாளரத்தில் 'End types' என்பதைத் தெரிவு செய்து இதை மீண்டும் செய்யவும்.

படி 1

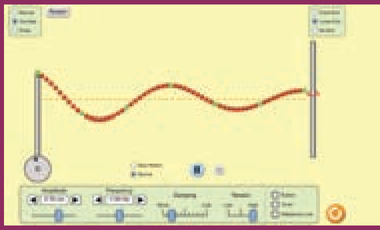
படி 2



படி 3



படி 4



உரலி:

https://phet.colorado.edu/en/simulation/wave-on-a-string

*படங்கள் அடையாளத்திற்கு மட்டும்.

* தேவையெனில் Flash Player or Java Script அனுமதிக்க.

B126_11_PHY_TM

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 287 10-09-2018 15:05:17

UNIT-11(XI-Physics_Vol-2)_Tamil.indd 288 10-09-2018 15:05:17

மேனிலை முதலாம் ஆண்டு

இயற்பியல்

செய்முறை

செய்முறைகளின் பட்டியல்

1. தெரிந்த நிறை கொண்ட ஒரு திண்மக் கோளத்தின் நிலைமத் திருப்புத்திறனை வெர்னியர் அளவியைப் பயன்படுத்திக் காணல்.

2 சீரற்ற வளைவு – ஊசி மற்றும் நுண்ணோக்கியைப் பயன்படுத்தி பளுவிற்கும் இறக்கத்திற்கும் இடையேயான தொடர்பைச் சரிபார்த்தல்.

3. சுருள்வில்லின் சுருள் மாறிலியைக் காணல்.

4 தனிஊசலைப் பயன்படுத்தி புவிஈர்ப்பு முடுக்கம் காணல்.

5. ஒத்ததிர்வு காற்றுத் தம்பத்தை பயன்படுத்தி காற்றில் ஒலியின் திசைவேகம் காணல்.

6. திரவத்தின் பாகுநிலையைக் காணல் (ஸ்டோக்ஸ் முறை).

7. நுண்புழை ஏற்ற முறையில் பரப்பு இழுவிசை காணல்.

8. கலோரிமானியைக் கொண்டு நியூட்டனின் குளிர்வு விதியை சரிபார்த்தல்.

9. மாறா இழுவிசையில் அதிர்வெண்ணிற்கும் கொடுக்கப்பட்ட கம்பியின் அதிர்வடையும் நீளத்திற்கும் இடையேயான தொடர்பை அறிதல் – சுரமானி.

10. சுரமானியைப் பயன்படுத்தி மாறா அதிர்வெண்ணிற்கு கொடுக்கப்பட்ட கம்பியின் அதிர்வடையும் பிரிவின் நீளத்திற்கும் இழுவிசைக்கும் இடையேயான தொடர்பை அறிதல்.

11. விசைகளின் இணைகர விதியை சரிபார்த்தல் (செய்து காட்டல் மட்டுமே தேர்விற்கு உரியதன்று).

12. திருகு அளவி மற்றும் இயற்பியல் தராசினைக் கொண்டு கம்பிப் பொருளின் அடர்த்தியைக் காணல் (செய்து காட்டல் மட்டுமே தேர்விற்கு உரியதன்று).

குறிப்பு: ஒவ்வொரு அலகின் இறுதியிலும் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ள இணையவழிச் செயல்பாடுகளை செய்து பார்க்க மாணவர்களை வலியுறுத்த வேண்டும். (செய்து காட்டல் மட்டுமே தேர்விற்கு உரியதன்று).

KH36JH

UNIT-12(XI-Physics_Vol-2) PRACTICAL FIRST YEAR.indd 290 10-09-2018 15:08:44

1. தெரிந்த நிறை கொண்ட ஒரு திண்மக் கோளத்தின் நிலைமத் திருப்புத்திறனை வெர்னியர் அளவியைப் பயன்படுத்திக் காணல்

நோக்கம் வெர்னியர் அளவியைப் பயன்படுத்தி நிறை தெரிந்த ஒரு திண்மக் கோளத்தின் நிலைமத் திருப்புத்திறனைக் கணக்கிடல்.

தேவையான கருவிகள் வெர்னியர் அளவி, திண்மக் கோளம்.

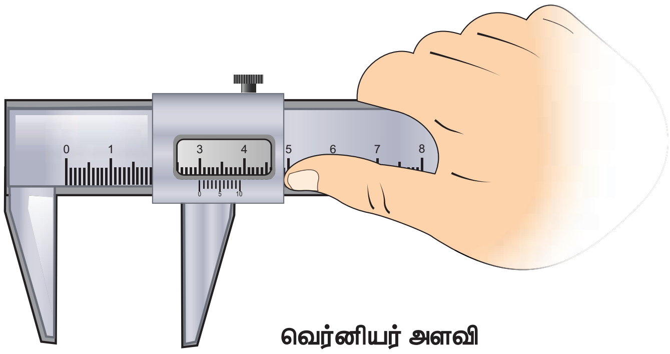
வாய்ப்பாடு ஒரு திண்மக் கோளத்தின் விட்டத்தைப் பற்றிய நிலைமத் திருப்புத்திறன்

$$I_d = \frac{2}{5} MR^2 \text{ kg m}^2$$

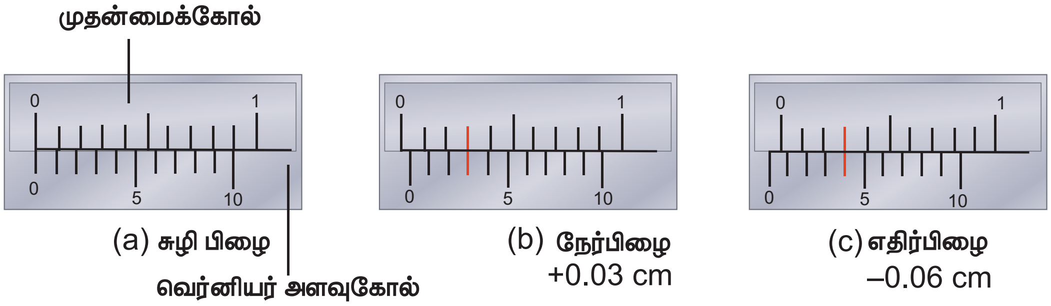
இங்கு M → கோளத்தின் நிறை (kg) (தெரிந்த மதிப்பு கொடுக்கப்பட வேண்டும்)

R → கோளத்தின் ஆரம் (m)

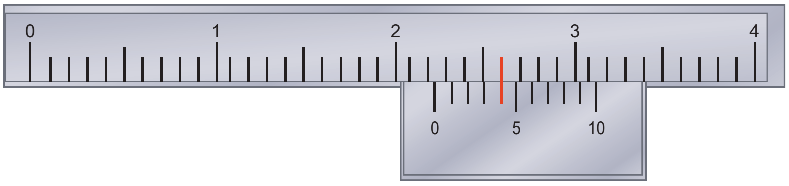
விளக்கப்படம்



வெர்னியர் அளவி



(a) சுழி பிழை (b) நேர்பிழை +0.03 cm (c) எதிர்பிழை –0.06 cm


(d) வெர்னியர் அளவீடு

மாதிரி அளவீடு

MSR = 2.2 cm ; VSC = 4 பிரிவுகள்;

அளவீடு = [2.2 cm +(4x0.01 cm)] = 2.24 cm

UNIT-12(XI-Physics_Vol-2) PRACTICAL FIRST YEAR.indd 291 10-09-2018 15:08:45

செய்முறை

- வெர்னியர் அளவியின் சுழிப்பிழைகள் கண்டறியப்பட வேண்டும். பிழைகள் இருப்பின் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும்.
- கோளமானது வெர்னியர் அளவியின் இரு புயங்களுக்கு இடையில் பொருத்தப்பட்டு முதன்மைக் கோல் அளவு (மு.கோ.அ) குறித்துக் கொள்ளப்படுகிறது.
- எந்த வெர்னியர் கோல் பிரிவு(வெ.கோ.பி) முதன்மைக்கோல் அளவுடன் சரியாக பொருந்தியுள்ளது என்பதைக் குறித்துக் கொண்டு இந்த வெ.கோ. பிரிவுடன் சுழித்திருத்தத்தை மேற்கொண்டால் அது சரியான வெர்னியர் கோல் அளவைத் தருகிறது. (வெ.கோ.அ)
- இந்த வெர்னியர் கோல் அளவு மீச்சிற்றளவால் (LC) பெருக்கப்பட்டு முதன்மைக்கோல் அளவுடன் கூட்டப்படுகிறது. இந்த மதிப்பு கோளத்தின் விட்டமாகும்.
- கோளத்தின் வெவ்வேறு நிலைகளுக்கு விட்டம் உற்றுநோக்கப்பட்டு அட்டவணையில் குறித்து அதன் சராசரி விட்டம் கண்டறியப்படுகிறது. இதிலிருந்து கோளத்தின் ஆரம் (R) கணக்கிடப்படுகிறது.
- கோளத்தின் தெரிந்த நிறையின் மதிப்பு M மற்றும் கணக்கிடப்பட்ட கோளத்தின் ஆரம் R ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தி கொடுக்கப்பட்ட வாய்ப்பாட்டின் மூலம் அதன் விட்டத்தின் வழியேச் செல்லக்கூடிய அச்சைப் பொருத்துள்ள நிலைமத்திருப்புத்திறனைக் கணக்கிடலாம் .

மீச்சிற்றளவு (LC)

ஒரு முதன்மைக்கோல் பிரிவு (MSD) = ... cm

வெர்னியர் கோல் பிரிவுகளின் எண்ணிக்கை = ...

மீச்சிற்றளவு (LC) = $\frac{\text{1 முதன்மைக்கோல் பிரிவு (MSD)}}{\text{மொத்த வெர்னியர் பிரிவுகளின் எண்ணிக்கை}}$

= .... cm

காட்சிப்பதிவுகள்

சுழிப்பிழை =

சுழித்திருத்தம் =

வ.எண்.	(மு.கோ.அ) cm	வெ.கோ.பி VSD	சரியான வெர்னியர் பொருந்துகை வெ.கோ.அ = (வெ.கோ.பி $\pm$ சுழித்திருத்தம்)	கோளத்தின் விட்டம் = 2R = [மு.கோ.அ + வெ.கோ.அ x மீச்சிற்றளவு (LC)] cm
1				
2				
3				
4				
5				
6				

சராசரி 2R = ... cm

கோளத்தின் ஆரம் R = ... cm

R = ... m

UNIT-12(XI-Physics_Vol-2) PRACTICAL FIRST YEAR.indd 292 10-09-2018 15:08:45

கணக்கீடு

கோளத்தின் நிறை M = ... kg

(கொடுக்கப்பட்ட தெரிந்த மதிப்பு)

கோளத்தின் ஆரம் R =. . . . . m

திண்மக்கோளத்தின் விட்டம் வழியே செல்லக்கூடிய

அச்சைப் பொருத்து உள்ள நிலைமத்திருப்புத்திறன் $I_d = \frac{2}{5} MR^2$ = ... kg m^2

முடிவு

வெர்னியர் அளவியைப் பயன்படுத்தி கொடுக்கப்பட்ட திண்மக்கோளத்தின் விட்டம் வழியே செல்லக்கூடிய அச்சைப் பொருத்து உள்ள நிலைமத்திருப்புத்திறன். I_d = …………………….. kg m^2

UNIT-12(XI-Physics_Vol-2) PRACTICAL FIRST YEAR.indd 293 10-09-2018 15:08:45

2. சீரற்ற வளைவு – ஊசி மற்றும் நுண்ணோக்கியைப் பயன்படுத்தி பளுவிற்கும் இறக்கத்திற்கும் இடையேயான தொடர்பைச் சரிபார்த்தல்.

நோக்கம் ஒரு சட்டத்தின் சீரற்ற வளைவைப் பயன்படுத்தி பளு மற்றும் இறக்கத்திற்கிடையேயான தொடர்பைச் சரிபார்த்தல்

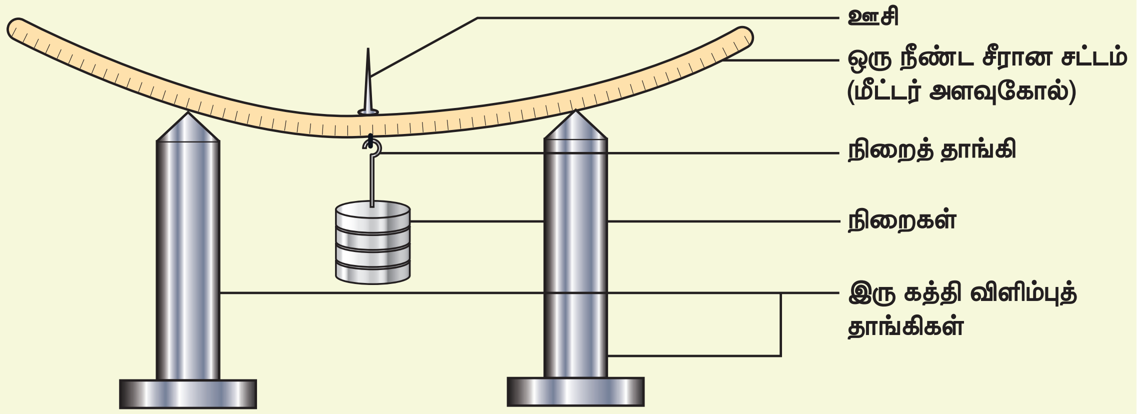
தேவையான கருவிகள் ஒரு நீண்ட சீரான சட்டம் [மீட்டர் அளவுகோல்] இரு கத்தி விளிம்புத் தாங்கிகள், நிறைத் தாங்கி, நிறைகள், ஊசி, வெர்னியர் நுண்ணோக்கி.

வாய்ப்பாடு $\frac{M}{s}$ = மாறிலி

இங்கு M $\rightarrow$ தொங்கவிடப்பட்ட பளு (நிறை) (kg)

s $\rightarrow$ கொடுக்கப்பட்ட பளுவிற்கான இறக்கம் (m)

விளக்கப்படம்



சீரற்ற வளைவிற்கான ஊசி மற்றும் நுண்ணோக்கியின் சோதனை அமைப்பு

செய்முறை

- இரு கத்தி விளிம்புகளையும் மேஜையின் மீது வைக்கவேண்டும்.
- சீரான சட்டத்தை (மீட்டர் அளவு கோலை) கத்தி விளிம்புகளின் மேற்பகுதியில் வைக்க வேண்டும்
- நிறைத்தாங்கியை அளவுகோலின் மையத்தில் தொங்கவிட வேண்டும். தாங்கி தொங்கிவிடப்பட்டுள்ள, அளவுகோலின் மையத்தில் ஒரு ஊசியைப் பொருத்த வேண்டும்.

UNIT-12(XI-Physics_Vol-2) PRACTICAL FIRST YEAR.indd 294 10-09-2018 15:08:46

- இந்த அமைப்பின் முன்னே ஒரு வெர்னியர் நுண்ணோக்கியை வைக்கவேண்டும்.
- நுண்ணோக்கியை சரிசெய்து, ஊசியின் தெளிவான பிம்பத்தைப் பெறவேண்டும். நுண்ணோக்கியின் கிடைத்தளக் குறுக்குக்கம்பி ஊசி முனையுடன் பொருந்துமாறு செய்ய வேண்டும் .(இங்கு நிறைதாங்கியானது நிலைப் பளு (Dead Load) M ஆகும்).
- நுண்ணோக்கியின் செங்குத்து அளவுகோலின் அளவீடுகளை குறித்துக்கொள்ள வேண்டும்.
- நிறைத்தாங்கியில் 0.05 kg (50 gm) நிறைகளை ஒன்றன் பின் ஒன்றாக அதிகரித்து அளவீடுகளைக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும்.
- பிறகு நிறைத்தாங்கியில் இருந்த நிறைகளை ஒன்றன் பின் ஒன்றாக குறைத்து அளவீடுகளை குறித்துக்கொள்ள வேண்டும்.
- ஒவ்வொரு பளுவிற்குமான சராசரி அளவீட்டை நிலைப்பளு அளவீட்டுடன் கழிக்கவேண்டும். இந்த அளவு குறிப்பிட்ட நிறை M – இற்கான இறக்கமாகும்.

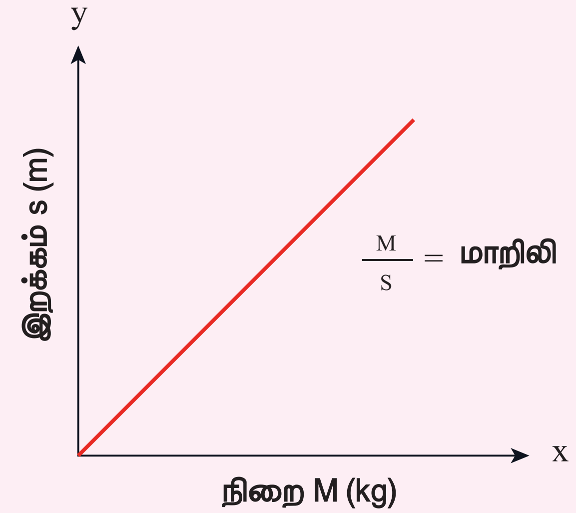
அட்டவணை 1 : M/s காணல்

பளு (kg)	நுண்ணோக்கி அளவீடு (m)			நிறை M (kg) கான இறக்கம் (s)	M/s kg m $^{-1}$
	பளு ஏற்றத்தின் போது	பளு இறக்கத்தின் போது	சராசரி		
M					
M + 0.05					
M + 0.10					
M + 0.15					
M + 0.20					
M + 0.25					
				சராசரி =	

மாதிரி வரைபடம்

பளு (M) மற்றும் இறக்கம் (s) ஆகியவற்றுக்கு இடையான தொடர்பு

M ஆனது x – அச்சிலும் s ஆனது y – அச்சிலும் எடுத்துக்கொள்ளப்பட்டு M மற்றும் s– க்கான வரைபடம் வரைய வேண்டும். இவ்வரைபடம் ஒரு நேர்கோடாகும்.



நிறை மற்றும் இறக்கத்திற்கிடையேயான தொடர்பு

கணக்கீடு

(i) $\frac{M}{s} =$

(ii) $\frac{M}{s} =$

(iii) $\frac{M}{s} =$

(iv) $\frac{M}{s} =$

(v) $\frac{M}{s} =$

முடிவு

- ஒவ்வொரு பளுவிற்கும் (நிறை) மற்றும் இறக்கத்திற்கு இடையே உள்ள தகவு கணக்கிடப்பட்டது. இதன் மதிப்பு ஒரு மாறிலியாக உள்ளது கண்டறியப்பட்டது.
- எனவே பளுவிற்கும் இறக்கத்திற்கிடையேயான தொடர்பு ஒரு சட்டத்தின் சீரற்ற வளைவைப் பயன்படுத்தி சரிபார்க்கப்பட்டது.

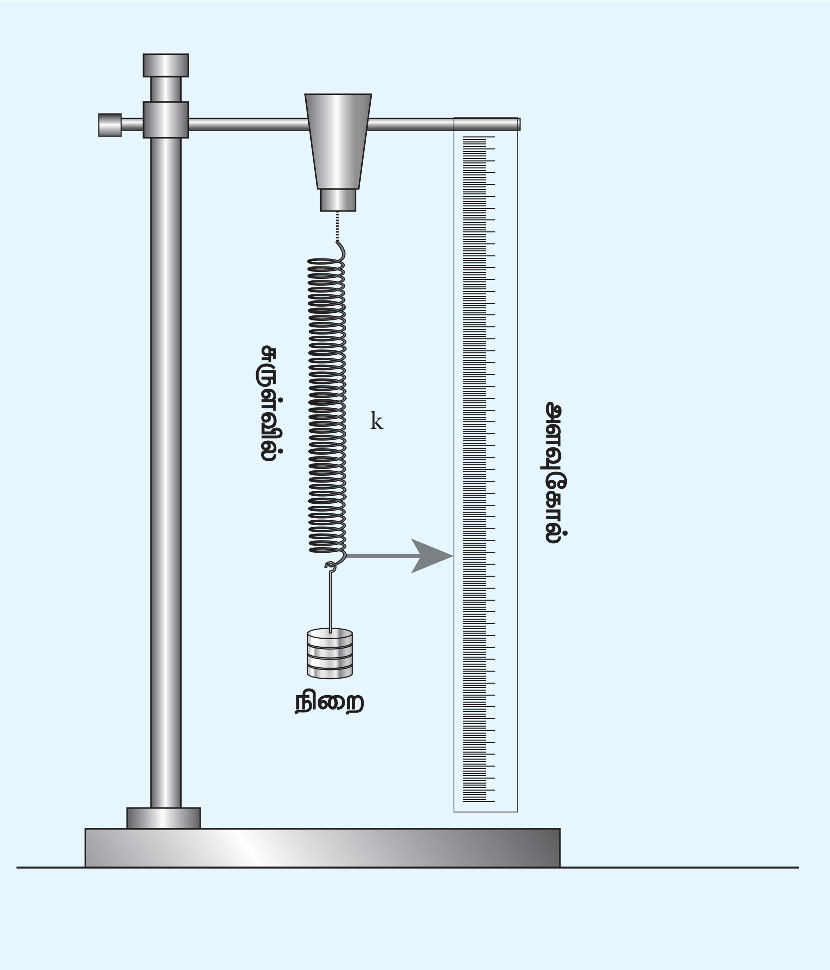
3. சுருள்வில்லின் சுருள் மாறிலியைக் காணல்

நோக்கம்	ஒரு சுருள்வில்லின் சுருள் மாறிலியை செங்குத்து அலைவுகள் மூலம் கணக்கிடல்
தேவையான கருவிகள்	சுருள்வில், தாங்கி, கொக்கி, 50 கிராம் நிறைத்தாங்கி, 50 கிராம் கொண்ட நிறைக்கற்கள், நிறுத்துக் கடிகாரம், மீட்டர் அளவுகோல், குறிமுள்.
வாயப்பாடு	சுருள்வில்லின் சுருள் மாறிலி $k = 4\pi^2 \left(\frac{M_2 - M_1}{T_2^2 - T_1^2}\right)$ kg s^{-2}

இங்கு $M_1, M_2 \rightarrow$ தெரிவு செய்யப்பட்ட நிறைகள் (kg)

$T_1, T_2 \rightarrow M_1, M_2$ நிறைகளுக்கான அலைவு காலங்கள் (s)

விளக்கப்படம்



செய்முறை

➢ மரத்தாங்கியில் உள்ள விறைப்பான பற்றுக்கருவியில் இருந்து ஒரு சுருள்வில்லின் மேல்முனை இறுக்கமாக பிணைக்கப்பட்டு செங்குத்தாக தொங்கவிடப்பட்டு அதன் மறுமுனையில் ஒரு நிறைத்தாங்கி இணைக்கப்படுகிறது. ஒரு குறிமுள் சுருள்வில்லின் கீழ்முனையில் இணைக்கப்பட்டு செங்குத்தாக பொருத்தப்பட்டு அளவுகோலில் நகரும் வண்ணம் அமைக்கப்படுகிறது.

- ஒரு குறிப்பிட்ட பளு M (எ.கா: 100 g) நிறைத்தாங்கியில் ஏற்றப்படுகிறது. மற்றும் குறிமுள்ளானது ஓய்வுநிலைக்கு வரும்போது அளவுகோலில் உள்ள அளவு குறித்துக்கொள்ளப்படுகிறது. இந்நிலை சமநிலை ஆகும்.
- நிறைத்தாங்கியில் உள்ள நிறை கீழ்நோக்கி இழுக்கப்பட்டு பின் விடப்படுகிறது. எனவே சுருள்வில்லானது சமநிலைப்புள்ளிக்கு இரு புறமும் செங்குத்தாக அலைவுறுகிறது.
- குறிமுள்ளானது சமநிலைப்புள்ளியை கடக்கும்போது ஒரு நிறுத்துக் கடிகாரம் இயக்கப்படுகிறது. மேலும் 10 அலைவுகளுக்கான நேரம் குறிக்கப்படுகிறது. பிறகு அலைவுக்காலம் T ஆனது கணக்கிடப்படுகிறது.
- நிறைத்தாங்கியில் படிப்படியாக 50 கிராம் நிறையை ஏற்றி இச்சோதனையானது மீண்டும் செய்யப்படுகிறது. ஒவ்வொரு நிகழ்விற்கும் அலைவுக்காலம் கணக்கிடப்படுகிறது.
- M_1 மற்றும் M_2 நிறைகளுக்கு (வேறுபாடு 50 கிராம் உள்ளபோது) T_1 மற்றும் T_2 என்பன முறையே அளவுக்காலங்கள் எனில் $\frac{M_2 - M_1}{T_2^2 - T_1^2}$ –இன் மதிப்பு கணக்கிடப்பட்டு அதன் சராசரி மதிப்பு கண்டறியப்படுகிறது.
- கொடுக்கப்பட்ட வாய்ப்பாட்டைப் பயன்படுத்தி சுருள்வில்லின் சுருள் மாறிலி கணக்கிடப்படுகிறது.

காட்சிப்பதிவுகள்

வ.எண்	பளு M (g)	10 அலைவுகளுக்கான நேரம் (s)			அலைவுநேரம் T (s)	T^2 (s^2)	$\frac{M_2 - M_1}{T_2^2 - T_1^2}$ g s^{-2}
		முயற்சி 1	முயற்சி 2	சராசரி			
1	100						
2	150						
3	200						
4	250						
5	300						

சராசரி = ... g s^{-2}
= . . . . . kg s^{-2}

கணக்கீடு

சுருள்வில்லின் சுருள்மாறிலி $K = 4\pi^2 \left(\frac{M_2 - M_1}{T_2^2 - T_1^2}\right)$

k = ... kg s^{-2}

முடிவு

கொடுக்கப்பட்ட சுருள்வில்லின் சுருள்மாறிலி k = ... kg s^{-2}

UNIT-12(XI-Physics_Vol-2) PRACTICAL FIRST YEAR.indd 298 10-09-2018 15:08:47

4 தனிஊசலைப் பயன்படுத்தி புவிஈர்ப்பு முடுக்கம் காணல்

நோக்கம் தனிஊசலைப் பயன்படுத்தி புவிஈர்ப்பு முடுக்கத்தைக் கணக்கிடுதல்.

தேவையான கருவி தாங்கி, ஊசல்குண்டு, நூல், அளவுகோல், நிறுத்துக் கடிகாரம்

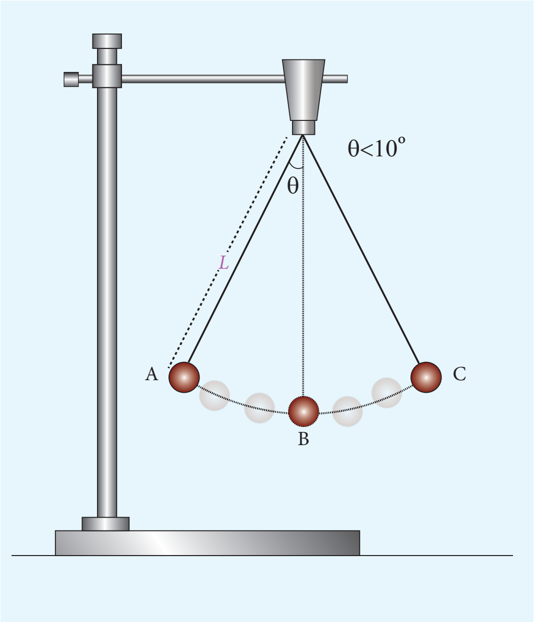
வாய்ப்பாடு புவிஈர்ப்பு முடுக்கம் $g = 4\pi^2 \left(\frac{L}{T^2}\right)$ (m s^{-2})

இங்கு T → என்பது தனிஊசலின் அலைவுநேரம் (s)

g → என்பது புவிஈர்ப்பு முடுக்கம் (m s^{-2})

L → தனிஊசலின் நீளம் (m)

விளக்கப்படம்



செய்முறை

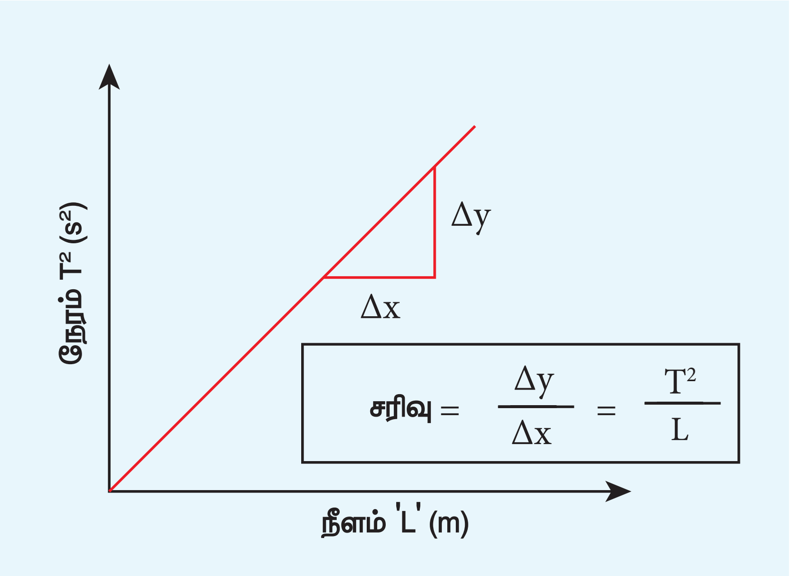
- ஒரு சிறிய பித்தளைக்குண்டினை நூலில் இணைக்கவும்.
- இந்த நூலானது தாங்கியுடன் பொருத்தப்படுகிறது.
- நூலின் மேற்பகுதியிருந்து ஊசல்குண்டின் மையப்பகுதிவரை உள்ள நீளம் அளவிடப்படுகிறது. கீழ்க்காணும் அட்டவணையில் ஊசலின் நீளமானது பதிவிடப்படுகிறது.
- நிறுத்துக் கடிகாரத்தைக் கொண்டு 10 அலைவுகளுக்கான நேரம் (t) குறிக்கப்படுகிறது.
- அலைவுக்காலம் $T = \frac{t}{10}$
- ஊசலின் வெவ்வேறு நீளங்களுக்கு (L) சோதனை மீண்டும் செய்யப்படுகிறது. கொடுக்கப்பட்ட வாய்ப்பாட்டினைப் பயன்படுத்தி புவிஈர்ப்பு முடுக்கம் (g) கண்டறியப்படுகிறது.

காட்சிப்பதிவுகள் புவிஈர்ப்பு முடுக்கம் 'g' ஐ க் கணக்கிடல்

தனிஊசலின் நீளம் L (m)	10 அலைவுகளுக்கான நேரம் (s)			அலைவுநேரம் $T = \frac{t}{10}$ (s)	T^2 (s^2)	$g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$ $m\ s^{-2}$
	முயற்சி 1	முயற்சி 2	சராசரி			

சராசரி g = . . . $m\ s^{-2}$

மாதிரி வரைபடம்



$$\text{சரிவு} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{T^2}{L};\ \frac{1}{\text{சரிவு}} = \frac{L}{T^2}$$

முடிவு

தனிஊசலைப் பயன்படுத்தி கண்டறியப்பட்ட புவிஈர்ப்பு முடுக்கத்தின் (g) மதிப்பு

i) கணக்கீட்டிலிருந்து = ... $m\ s^{-2}$

ii) வரைபடத்திலிருந்து = ... $m\ s^{-2}$

5. ஒத்ததிர்வு காற்றுத் தம்பத்தை பயன்படுத்தி காற்றில் ஒலியின் திசைவேகம் காணல்.

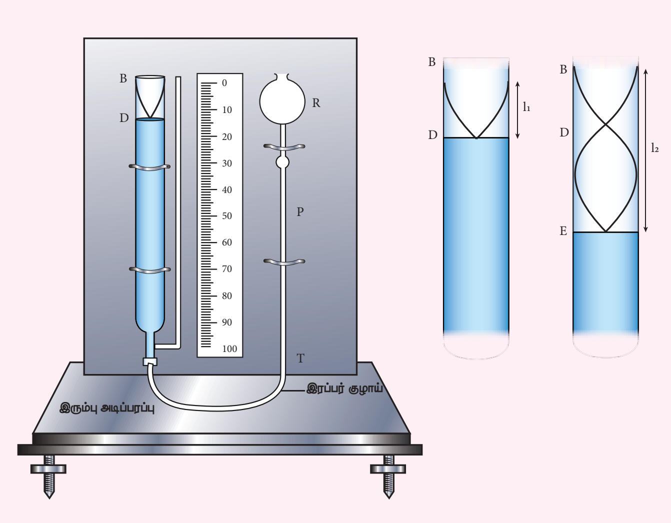
நோக்கம்	ஒத்ததிர்வு காற்றுத்தம்பத்தைப் பயன்படுத்தி அறை வெப்பநிலையில் காற்றில் ஒலியின் திசைவேத்தைக் கண்டறிதல்.
தேவையான கருவி	ஒத்ததிர்வுக்குழாய், அதிர்வெண் தெரிந்த மூன்று இசைக்கவைகள், இரப்பர் சுத்தியல் , வெப்பநிலைமானி குண்டு நூல், (plum line), நீர் உள்ள கொள்கலன்.
வாய்ப்பாடு	$V = 2v\left(l_2 - l_1\right)$ m s^{-1}

இங்கு ; V → காற்றில் ஒலியின் திசைவேகம் (m s^{-1})

$l_1, l_2 \rightarrow$ முதல் மற்றும் இரண்டாவது ஒத்ததிர்வு நீளங்கள்(m)

$v \rightarrow$ இசைக்கவையின் அதிர்வெண் (Hz)

விளக்கப்படம்



செய்முறை

- ஒத்ததிர்வுக் கருவியின் உள்குழாயானது குழாயினுள் காற்றுத்தம்பத்தின் நீளம் மிகவும் சிறியதாக இருக்குமாறு தாழ்த்தப்படுகிறது.
- அதிர்வெண் தெரிந்த ஓர் இசைக்கவையை எடுத்துக் கொண்டு இதனை ரப்பர் சுத்தியால் தட்டவேண்டும். இசைக்கவையானது அதன் இயல்பான அதிர்வெண்ணில் நெட்டலையை இப்பொழுது உருவாக்குகின்றது.
- குழாயின் மேற்புறத்தில் அதிர்வடையும் இசைக்கவையை வைக்கவேண்டும். ஒலி அலைகள் குழாயின் கீழ் வரை சென்று நீர்பரப்பினால் எதிரொலிப்பு அடைகிறது.
- இப்பொழுது குழாயின் அதிர்வு மட்டமானது இசைக்கவையின் பெரும் ஒலி கேட்கும் வரை உயர்த்தப்படுகிறது.

- இந்த நிலையில் திரவத்தம்ப உயரம் அளவிடப்படுகிறது. இந்த அளவு முதல் ஒத்ததிர்வு நீளம் l_1 ஆக எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது.
- பிறகு முதல் ஒத்ததிர்வு நீளத்தின் இருமடங்கிற்கு குழாயானது தோராயமாக உயர்த்தப்படுகிறது. இசைக்கவையை சரியாக மறுபடியும் குழாயின் வாய்புறத்தில் வைக்கவேண்டும்.
- பெரும ஒலியானது கேட்கும் வரை குழாயின் உயரத்தை மாற்ற வேண்டும்.
- இந்நிலையில் காற்றுத்தம்பத்தின் நீளத்தை அளவிட வேண்டும். இந்த அளவு இரண்டாவது ஒத்ததிர்வு நீளம் l_2ஆகும். $V = 2\nu(l_2 - l_1)$ என்ற தொடர்பைப் பயன்படுத்தி அறை வெப்பநிலையில் காற்றில் ஒலியின் திசைவேகத்தைக் கணக்கிடலாம் .
- வெவ்வேறு அதிர்வெண்கள் கொண்ட இசைக்கவைகளைப் பயன்படுத்தி சோதனையை மீண்டும் செய்து திசைவேகத்தைக் கணக்கிட வேண்டும் .
- கணக்கிடப்பட்ட மதிப்புகளின் சராசரி அறைவெப்பநிலையில் காற்றில் ஒலியின் திசைவேகத்தினைத் தரும்.

காட்சிப்பதிவுகள்

வ. எண்.	இசைக் கவையின் அதிர்வெண் ν (Hz)	முதல் ஒத்ததிர்வு நீளம் $l_1(cm)$			இரண்டாவது ஒத்த–திர்வு நீளம் $l_2(cm)$			$l_2 - l_1$ $(\times 10^{-2} m)$	ஒலியின் திசைவேகம் $V = 2\nu(l_2 - l_1)$ (m s^{-1})
		முயற்சி 1	முயற்சி 2	சராசரி	முயற்சி 1	முயற்சி 2	சராசரி		
1									
2									
3									
								சராசரி V =	

கணக்கீடு

அறைவெப்பநிலை, t = _____________ ° C

அறைவெப்பநிலையில் காற்றில் ஒலியின் திசைவேகம், $V = 2\nu(l_2 - l_1)$ = _____________ m s^{-1}

முடிவு

அறைவெப்பநிலையில் காற்றில் ஒலியின் திசைவேகம், (V) = _____________ m s^{-1}

6. திரவத்தின் பாகுநிலையைக் காணல் (ஸ்டோக்ஸ் முறை)

நோக்கம் — ஸ்டோக்ஸ் முறையில் கொடுக்கப்பட்ட திரவத்தின் பாகியல் எண்ணைக் கணக்கிடுதல்.

தேவையான கருவிகள் — நீண்ட உருளை வடிவ கண்ணாடி ஜாடி, அதிக பாகுநிலை கொண்ட திரவம், மீட்டர் அளவுகோல், கோளவடிவக் குண்டு, நிறுத்துக்கடிகாரம் ,நூல்

வாய்ப்பாடு

$$\eta = \frac{2r^2(\delta - \sigma)g}{9\,V} \ \mathrm{N\,s\,m^{-2}}$$

இங்கு η – திரவத்தின் பாகியல் எண் ($\mathrm{N\,s\,m^{-2}}$)

$r \rightarrow$ கோளவடிவ குண்டின் ஆரம் (m)

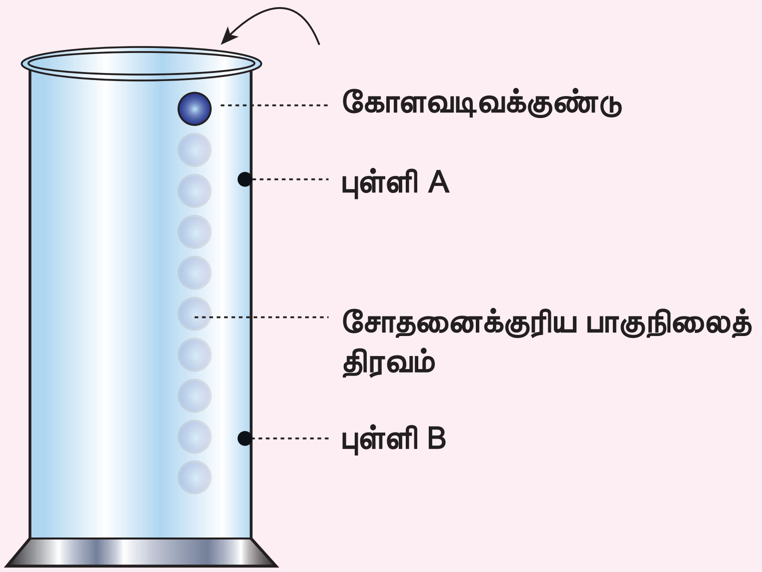
$\delta \rightarrow$ எ ஃகு கோளத்தின் அடர்த்தி ($kg\ m^{-3}$)

$\sigma \rightarrow$ திரவத்தின் அடர்த்தி ($\mathrm{kg\ m^{-3}}$)

$g \rightarrow$ புவியீர்ப்பு முடுக்கம் ($9.8\ \mathrm{m\ s^{-2}}$)

$V \rightarrow$ சராசரி முற்றுத்திசைவேகம் ($\mathrm{m\ s^{-1}}$)

விளக்கப்படம்



ஸ்டோக்ஸ் முறையில் பாகுநிலையை அளவிடுவதற்கான சோதனை அமைப்பு

செய்முறை

- அளவீடுகள் குறிக்கப்பட்ட நீண்ட உருளை வடிவ கண்ணாடி ஜாடி ஒன்றினை எடுத்து அதனுள் கொடுக்கப்பட்ட திரவத்தை நிரப்பவேண்டும்.
- A,B என்ற இரு புள்ளிகள் கண்ணாடி ஜாடியில் குறிக்கப்படுகிறது. உலோகக் குண்டானது Aயை அடையும்போது அது முற்றுத் திசைவேகத்தைப் பெறும் வகையில் புள்ளி A திரவத்தின் பரப்பிற்கு அதிக ஆழத்தில் குறிக்கப்படவேண்டும்.
- திருகு அளவி கொண்டு, கோளவடிவ உலோகக்குண்டின் ஆரத்தைக் கணக்கிட வேண்டும்.
- கோளவடிவக்குண்டாது திரவத்தில் மெதுவாக விழச்செய்யப்பட வேண்டும்.
- கோளமானது புள்ளி A–யை கடக்கும் போது ஓர் நிறுத்துக்கடிகாரத்தை இயக்கவேண்டும். கோளமானது புள்ளி B–யை கடக்கும் போது நிறுத்துக் கடிகாரத்தை நிறுத்த வேண்டும். A மற்றும் B –க்கு இடையேயான தொலைவை அளந்து முற்றுத்திசைவேகத்தைக் கணக்கிட வேண்டும் .
- A மற்றும் B–க்கு இடையேயான வெவ்வேறு தொலைவுகளுக்கு சோதனை திரும்பச் செய்யப்படவேண்டும். புள்ளி Aயானது கண்டிப்பாக முற்றுத்திசைவேகத்தை அடையும் நிலைக்கு கீழே குறிக்கப்படுவதை உறுதிப்படுத்த வேண்டும்.

காட்சிப்பதிவுகள்

முற்றுத் திசைவேகத்தைக் காணல்

வ. எண்.	கோளவடிவக் குண்டு கடந்த தொலைவு (m)	எடுத்துக்கொண்ட காலம் (t) (s)	முற்றுத்திசைவேகம் (V) d/t (m s^{-1})
		சராசரி=	

கணக்கீடு

கோளவடிவ உலோகக் குண்டின் அடர்த்தி δ = ________ $kg\ m^{-3}$

கொடுக்கப்பட்ட திரவத்தின் அடர்த்தி σ = ________ $kg\ m^{-3}$

கோளத்தின் ஆரம் r_________ m

திரவத்தின் பாகியல் எண் $\eta = \frac{2r^2 g(\delta - \sigma)}{9V}$ = ________ N s m^{-2}

முடிவு

ஸ்டோக்ஸ் முறையில் கொடுக்கப்பட்ட திரவத்தின் பாகியல் எண் η = ________ N s m^{-2}

UNIT-12(XI-Physics_Vol-2) PRACTICAL FIRST YEAR.indd 304 10-09-2018 15:08:53

7. நுண்புழை ஏற்ற முறையில் பரப்பு இழுவிசை காணல்

நோக்கம் நுண்புழை ஏற்ற முறையில் ஒரு திரவத்தின் பரப்பு இழுவிசையைக் கணக்கிடுதல்

தேவையான கருவிகள் நீர் உள்ள முகவை, நுண்புழைக்குழாய், வெர்னியர் நுண்ணோக்கி, துளையிடப்பட்ட இரப்பர் அடைப்பான் நீண்ட பின்னலூசி, ஓர் குட்டையான இரப்பர் குழாய் மற்றும் பற்றுக்கருவி

வாய்ப்பாடு திரவத்தின் பரப்பு இழுவிசை $T = \frac{hr\sigma g}{2}$ $N\,m^{-1}$

இங்கு $T \rightarrow$ திரவத்தின் பரப்புஇழுவிசை $(N\,m^{-1})$

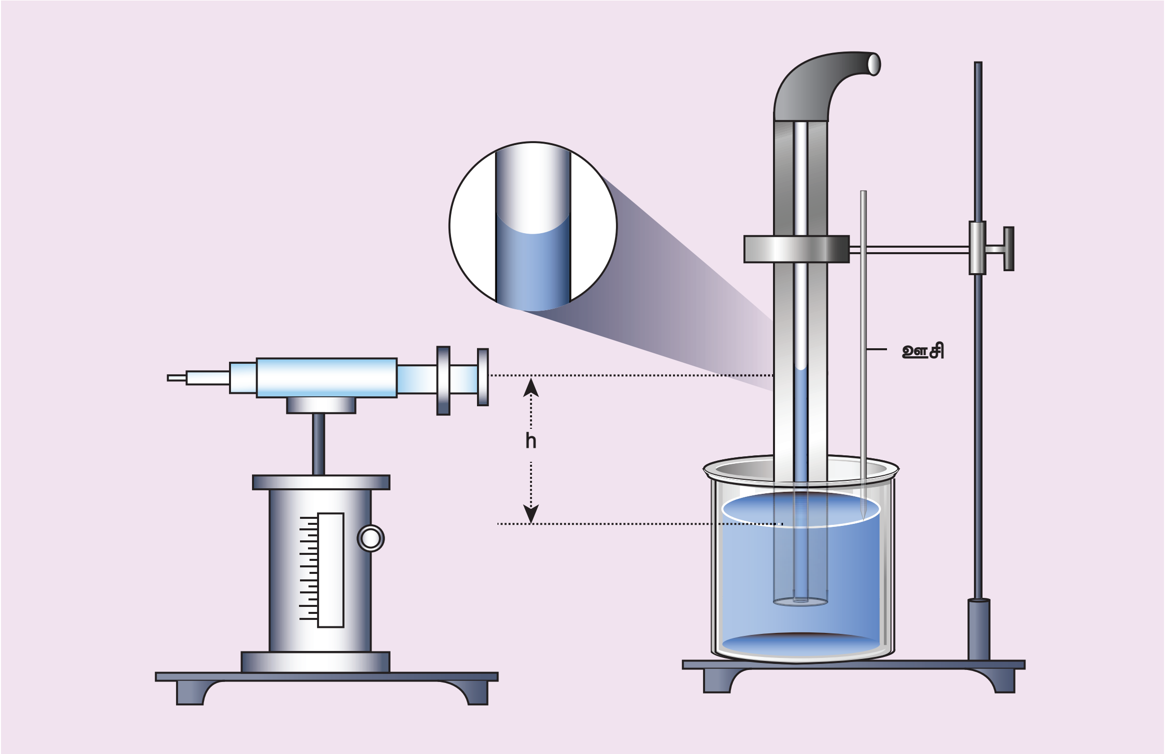
$h \rightarrow$ நுண்புழைக்குழாயில் திரவத்தின் உயரம் (m)

$r \rightarrow$ நுண்புழைக்குழாயின் ஆரம் (m)

$\sigma \rightarrow$ நீரின் அடர்த்தி $(\sigma = 1000\ kg\ m^{-3})$

$g \rightarrow$ புவியீர்ப்பு முடுக்கம் $(g = 9.8\ m\ s^{-2})$

விளக்கப்படம்

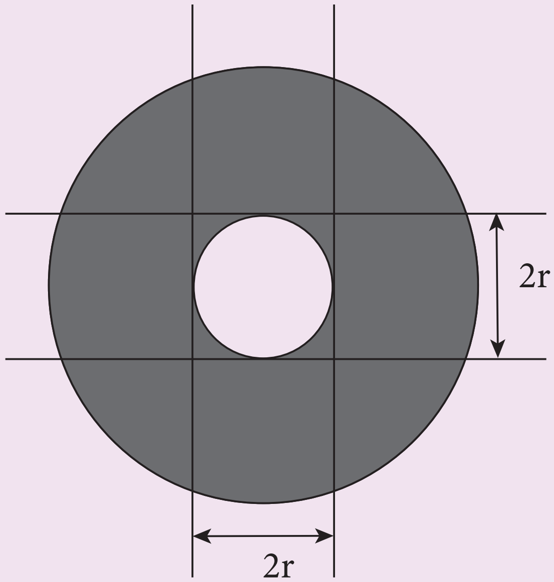


நுண்புழை ஏற்றமுறையில் பரப்பு இழுவிசை காணும் சோதனை அமைப்பு

செய்முறை

- ஒரு தூய்மையான மற்றும் உலர்ந்த நுண்புழைக்குழாய் ஒரு தாங்கியில் பொருத்தப்படுகிறது.
- ஒரு நீர்நிரம்பியுள்ள முகவை சரி செய்யக்கூடிய மேடையில் சிறிய அளவிலான நீர் குழாயினுள் உயரும் வகையில் வைக்கப்படுகிறது. எனவே திரவத்தின் பரப்பை தொடுமாறு நுண்புழைக்குழாயின் அருகில் ஊசியை பொருத்தவேண்டும்.
- வெர்னியர் நுண்ணோக்கியால் நீரின் பிறைத்தளம் நோக்கப்படுகிறது. பிறைத்தள மட்டமானது குறுக்குக்கம்பியுடன் பொருந்தும் நிலையில் அளவீடு எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது.

- வெர்னியர் நுண்ணோக்கியால் ஊசியின் முனை நோக்கப்பட்டு மீண்டும் அளவீடு குறிக்கப்படுகிறது.
- செங்குத்து அளவு கோலின் இரு அளவீடுகளுக்கான வேறுபாடு நுண்புழைக்குழாயில் மேலேறிய நீர்மத்தின் உயரம் h ஆகும்.
- நுண்புழைக்குழாயின் ஆரத்தைக் கணக்கிட நகரும் மேடையின் உயரத்தை தாழ்த்தி முகவையானது அகற்றப்படவேண்டும். நுண்புழைக்குழாயைக் கவனமாக சுழற்றி மூழ்கியிருந்த கீழ்முனைப்பகுதி உங்களை நோக்கி இருக்குமாறு செய்யவேண்டும்.
- வெர்னியர் நுண்ணோக்கியால் குழாயானது நோக்கப்பட்டு குழாயின் உட்சுவர் தெளிவாகத் தெரியும்படி சரி செய்யப்படுகிறது.
- குழாயின் இடப்புற உட்சுவர் வெர்னியர் நுண்ணோக்கியின் செங்குத்துக் குறுக்கு கம்பியுடன் பொருந்துமாறு சரி செய்யப்படுகிறது. இந்த அளவு L_1 என குறித்துக் கொள்ளப்படுகிறது.
- நுண்ணோக்கியின் திருகுகளைத் திருகி கிடைத்தளத்திசையில் நகர்த்தி குழாயின் வலப்புற உட்சுவர் நோக்கப்படுகிறது. இதன் அளவு R_1 குறித்துக் கொள்ளப்படுகிறது. எனவே குழாயின் ஆரத்தை $\frac{1}{2}(L_1 - R_1)$ என்ற வாய்ப்பாட்டின் மூலம் கணக்கிடலாம்.
- இறுதியாக கொடுக்கப்பட்ட வாய்ப்பாட்டைப் பயன்படுத்தி பரப்பு இழுவிசை கணக்கிடப்படுகிறது.



நுண்புழைக்குழாயின் ஆரம்

காட்சிப்பதிவுகள்

திரவத்தின் உயரத்தைக் காணல் 'h'

நுண்ணோக்கியின் மீச்சிற்றளவு = ________ $\times 0.001 cm$

UNIT-12(XI-Physics_Vol-2) PRACTICAL FIRST YEAR.indd 306 10-09-2018 15:08:54

வ.எண்	திரவத்தின் பிறைத்தளத்தில் நுண்ணோக்கி அளவீடு			குறிமுள்ளின் கீழ் முனைக்கான நுண்ணோக்கி அளவீடு			திரவத்தின் உயரம் h (cm)
	MSR	VSR	TR (cm)	MSR	VSR	TR (cm)	
						சராசரி h =	

நுண்புழைக்குழாயின் ஆரம்

குழாய்	குழாயின் இடப்புற உட்சுவர் நிலைக்கான வெர்னியர் அளவீடு L_1			குழாயின் வலப்புற உட்சுவர் நிலைக்கான வெர்னியர் அளவீடு R_1			நுண்புழைக் குழாயின் ஆரம் $r = \frac{1}{2}(L_1 - R_1)$ (cm)
	MSR	VSR	TR (cm)	MSR	VSR	TR (cm)	

கணக்கீடு

நுண்புழைக்குழாயினுள் திரவத்தின் சராசரி உயரம் h = __________ cm

__________ m

நுண்புழைக்குழாயின் விட்டம் 2r = __________ cm

நுண்புழைக்குழாயின் ஆரம் r = __________ m

நீரின் அடர்த்தி $\sigma = 1000 \text{ kg m}^{-3}$

புவிஈர்ப்பு முடுக்கம் $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$

பரப்பு இழுவிசை $$T = \frac{hrdg}{2}$$

=__________ N m^{-1}

முடிவு

நுண்புழை ஏற்றமுறையில் கொடுக்கப்பட்ட திரவத்தின் பரப்பு இழுவிசை T =_________ $N\,m^{-1}$

UNIT-12(XI-Physics_Vol-2) PRACTICAL FIRST YEAR.indd 307 10-09-2018 15:08:55

8. கலோரிமானியைக் கொண்டு நியூட்டனின் குளிர்வு விதியை சரிபார்த்தல்

நோக்கம்	வெப்பப்படுத்தப்பட்ட பொருளின் வெப்பநிலைக்கும் நேரத்திற்கும் இடையேயான தொடர்பினைப் பெறுதல்.
தேவையான கருவிகள்	கலக்கியுடன் கூடிய ஒரு கலோரிமானி, ஒரு துளையிடப்பட்ட இரப்பர் தக்கை, வெப்பநிலைமானி, நிறுத்துக்கடிகாரம், சூடேற்றும் சாதனம், நீர் பற்றுக்கருவி மற்றும் தாங்கி
நியூட்டன் குளிர்வு விதி	உயர்வெப்பநிலையில் உள்ள ஒரு பொருள் வெப்பத்தை இழக்கும் வீதம் அப்பொருளுக்கும் சுற்றுப்புறச் சூழலுக்கும் இடையிலுள்ள வெப்பநிலை வேறுபாட்டிற்கு நேர்த்தகவில் இருக்கும்.

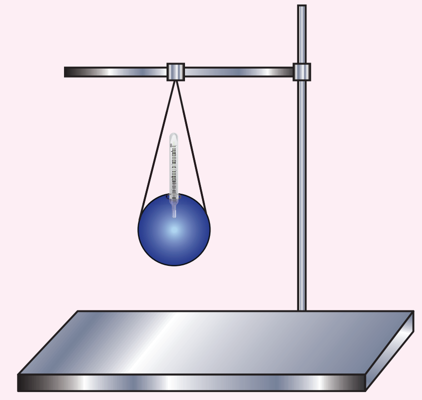
$$\frac{dT}{dt} \propto (T - T_0)$$

இங்கு $\frac{dT}{dt} \rightarrow$ வெப்பத்தை இழக்கும் வீதம் (குளிர்வு வீதம்) (°C)

$T \rightarrow$ நீரின் வெப்பநிலை(°C)

$T_0 \rightarrow$ அறை வெப்ப நிலை (°C)

விளக்கப்படம்



நியூட்டன் குளிர்வு விதி சோதனை அமைப்பு

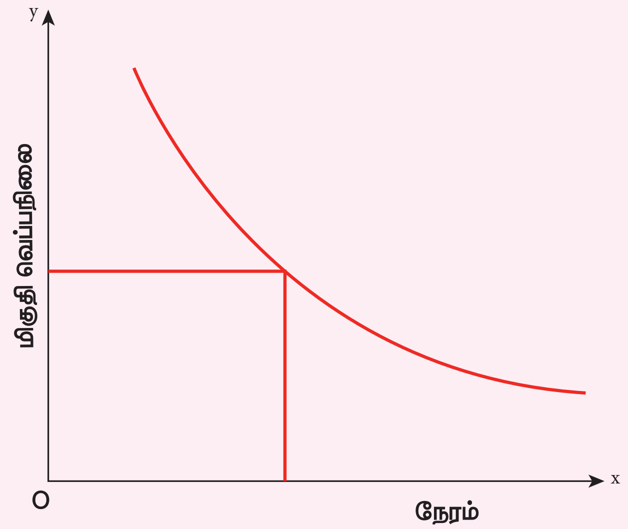
செய்முறை:

- வெப்பநிலைமானியைப் பயன்படுத்தி அறைவெப்பநிலை (T_0) ஐ குறித்துக் கொள்ளவேண்டும்.
- ஏறத்தாழ 90°C வெப்பநிலையில் உள்ள சூடான நீர் கலோரிமானியில் நிரப்பப்படுகிறது.
- ஒரு துளை கொண்ட இரப்பர் தக்கையினால் கலோரிமானி மூடப்படுகிறது.
- தக்கையில் உள்ள துளையின் வழியாக கலோரிமானிக்குள் ஒரு வெப்பநிலைமானியை சொருக வேண்டும்.
- நிறுத்துக்கடிகாரத்தை இயக்கி, 80°C முதல் ஒவ்வொரு ஒரு டிகிரி செல்சியஸ் வெப்பநிலைக் குறைவிற்கும் ஆகும் நேரம் உற்றுநோக்கப்படுகிறது.

UNIT-12(XI-Physics_Vol-2) PRACTICAL FIRST YEAR.indd 308 10-09-2018 15:08:55

- அறைவெப்பநிலை வரும் வரை தேவையான அளவீடுகளைக் குறித்துக்கொள்ளவேண்டும்.
- அளவீடுகள் அட்டவணைப்படுத்தப்படுகிறது.
- நேரத்தை x அச்சிலும், மிகுதி வெப்பநிலையை y அச்சிலும் கொண்டு வரைபடம் வரையப்படுகிறது.

மாதிரி வரைபடம்



வெப்பநிலை மற்றும் நேரத்திற்கு இடையேயான தொடர்பு காணல்

அறைவெப்பநிலை (T_0) = ________°C

காட்சிப்பதிவுகள்

நேரத்தைப் பொருத்து வெப்பநிலை மாறும் வீதத்தினை அளவிடல்

நேரம் (s)	நீரின் வெப்பநிலை (T) °C	மிகுதி வெப்பநிலை $(T - T_0)$ °C

முடிவு

குளிர்வு வரைகோடு வரையப்பட்டு நியூட்டன் குளிர்வு விதி சரிபார்க்கப்பட்டது.

9. மாறா இழுவிசையில் அதிர்வெண்ணிற்கும் கொடுக்கப்பட்ட கம்பியின் அதிர்வடையும் நீளத்திற்கும் இடையேயான தொடர்பை அறிதல் – சுரமானி

நோக்கம் சுரமானியைப் பயன்படுத்தி, மாறாத இழுவிசையில் அதிர்வெண்ணிற்கும், கொடுக்கப்பட்ட கம்பியின் அதிர்வடையும் நீளத்திற்கும் இடையேயான தொடர்பை அறிதல்.

தேவையான கருவிகள் சுரமானி, அதிர்வெண் தெரிந்த ஆறு இசைக்கவைகள், மீட்டர் அளவுகோல், இரப்பர்அட்டை, சிறுகாகிதத் துண்டுகள், நிறைத்தாங்கி மற்றும் ½ kg நிறைக்கற்கள், கூரிய விளிம்புக்கட்டைகள்.

வாய்ப்பாடு அதிர்வடையும் கம்பியின் அடிப்படைச் சுரத்திற்கான அதிர்வெண்

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

a) கொடுக்கப்பட்ட நிறை m மற்றும் நிலையான இழுவிசை T மதிப்பிற்கு

$n \propto \frac{1}{l}$ (அல்லது) nl = மாறிலி

இங்கு $n \rightarrow$ அதிர்வடையும் கம்பியின் அடிப்படைச் சுரத்திற்கான அதிர்வெண் (Hz)

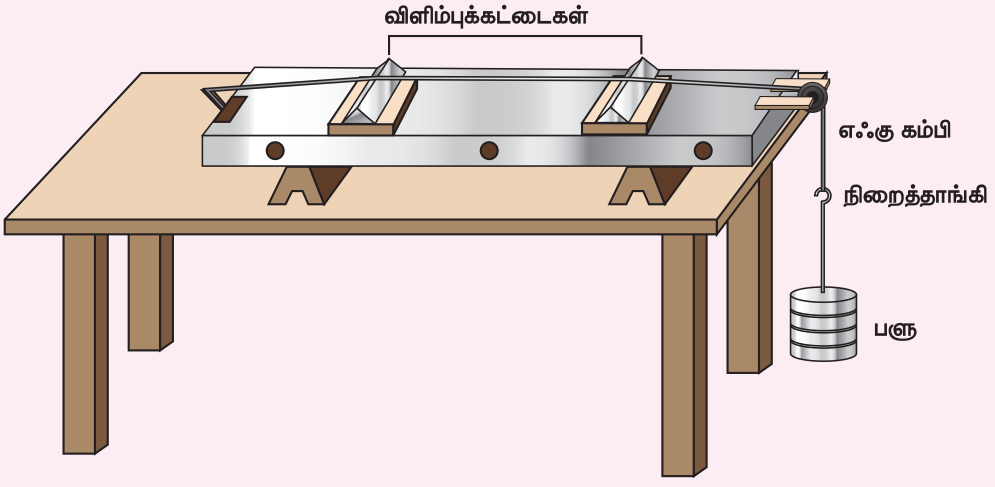
$m \rightarrow$ கம்பியின் ஓரலகு நீளத்திற்கான நிறை (kg m^{-1})

$l \rightarrow$ இரு விளிம்புகளுக்கு இடையேயான நீளம் (m)

$T \rightarrow$ கம்பியின் இழுவிசை (நிறைத்தாங்கியின் நிறையும் சேர்ந்தது) = Mg (N)

$M \rightarrow$ தொங்கவிடப்பட்ட நிறை (நிறைத்தாங்கியின் நிறையும் சேர்ந்தது) (Kg)

விளக்கப்படம்



சுரமானியைப் பயன்படுத்தி மாறாத இழுவிசைக்கு கொடுக்கப்பட்ட கம்பியின் அதிர்வடையும் பிரிவின் நீளத்திற்கும், அதிர்வெண்ணிற்கும் இடையேயான தொடர்பைக் கண்டறிதல்

செய்முறை

- சுரமானியினை ஒரு மேஜையின் மீது வைத்து அதனுடன் இணைக்கப்பட்ட கப்பியின் பள்ளம் தூய்மையாகவும், குறைந்த உராய்வில் உள்ளதையும் உறுதிசெய்க.
- தகுந்த நிறையினை நிறைத்தாங்கியில் இட்டு கம்பியை விறைப்பாக்கவேண்டும்.
- இசைக்கவையை இரப்பர் அட்டையில் தட்டி அதிர்வுறச்செய்ய வேண்டும்.
- சுரமானிக் கம்பியை அதிர்வுறச்செய்து இரு அதிர்வு ஒலிகளையும் ஒப்பிடுக.
- ஒலியானது சம அளவுகேட்கும் வரை விளிம்புக்கட்டை B யை நகர்த்தி கம்பியின் அதிர்வடையும் பிரிவின் நீளத்தை சரிசெய்யவேண்டும்.
- இறுதியாக சரி செய்தபிறகு ஒரு சிறிய காகிதத்துண்டை AB கம்பியின் மையத்தில் வைக்க வேண்டும்.
- இசைக்கவையை அதிர்வுறச்செய்து அதன் அடிப்பகுதியை விளிம்புக்கட்டை A யின் மீது வைத்து அல்லது சுரமானி பெட்டி மீது வைத்து விளிம்புக்கட்டை B யை நகர்த்தி ஒத்ததிர்வினால் காகிதத்துண்டை கிளர்ந்தெழச் செய்யவேண்டும்.
- மீட்டர் அளவுகோல் கொண்டு AB விளிம்புக்கட்டைகளுக்கு இடையேயான நீளம் அளவிடப்படுகிறது. இதுவே ஒத்ததிர்வு நீளமாகும். இப்பொழுது அதிர்வடையும் கம்பியின் அடிப்படைச்சுரத்தின் அதிர்வெண் இசைக்கவையின் அதிர்வெண்ணுக்குச் சமம்.
- மற்ற இசைக்கவைகளுக்கும் பளுவை மாறாமல் வைத்துக்கொண்டு சோதனையை மீண்டும் செய்ய வேண்டும்.

காட்சிப்பதிவுகள்

கம்பியின் இழுவிசை T = Mg = ________ N (மாறலி)

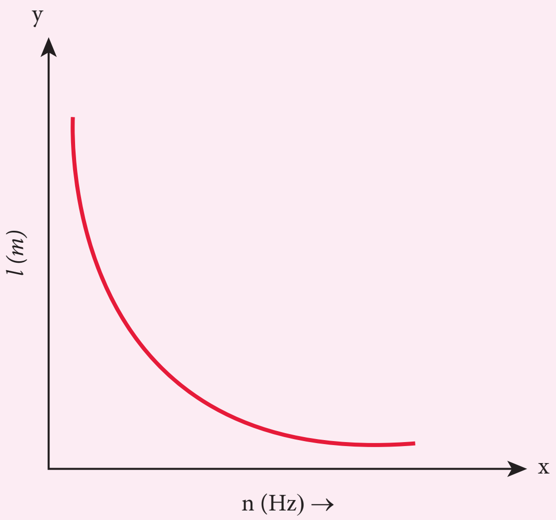
(நிறைத்தாங்கியின் நிறையுடன் சேர்த்து தொடங்கவிடப்பட்ட மொத்த நிறை M என்க.)

நீளத்தைப் பொருத்து அதிர்வெண் மாறுபாடு

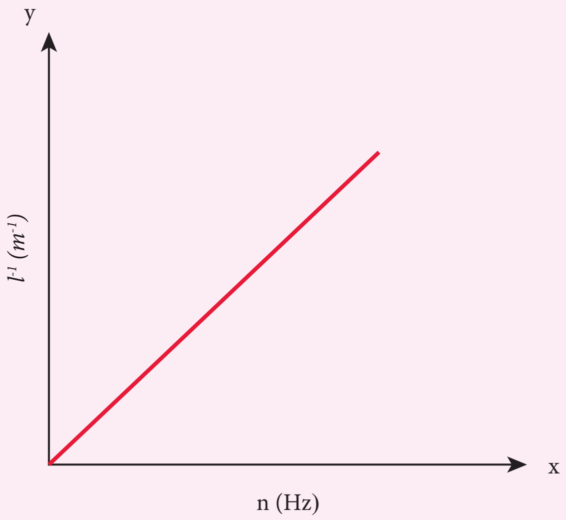
இசைக்கவையின் அதிர்வெண் n (Hz)	ஒத்ததிர்வு நீளம் l	nl
n_1 =		
n_2 =		
n_3 =		
n_4 =		
n_5 =		
n_6 =		

UNIT-12(XI-Physics_Vol-2) PRACTICAL FIRST YEAR.indd 311 10-09-2018 15:08:56

வரைபடம்



வரைபடம் 1 : அதிர்வெண்ணுக்கும் நீளத்திற்கும் இடையேயான தொடர்பு



வரைபடம் 2 : அதிர்வெண்ணிற்கும் நீளத்தின் தலைகீழிக்கும் இடையேயான தொடர்பு

கணக்கீடு

அனைத்து இசைக்கவைகளின் n மற்றும் l இன் பெருக்குத்தொகை (nl) மாறிலியாக இருக்கும் (அட்டவணையின் கடைசி பகுதி)

முடிவு

- கொடுக்கப்பட்ட இழுவிசைக்கு கொடுக்கப்பட்ட விரைப்பான கம்பி ஒத்ததிர்வடையும் நீளம் அதிர்வெண்ணிற்கு எதிர்விகிதத்தில் இருக்கும் (அதாவது $n \propto \frac{1}{l}$)
- n –இன் பெருக்குத்தொகை மாறிலி மற்றும் அதன் கண்டறியப்பட்ட மதிப்பு ______ (Hz m)

UNIT-12(XI-Physics_Vol-2) PRACTICAL FIRST YEAR.indd 312 10-09-2018 15:08:57

10. சுரமானியைப் பயன்படுத்தி மாறா அதிர்வெண்ணிற்கு கொடுக்கப்பட்ட கம்பியின் அதிர்வடையும் பிரிவின் நீளத்திற்கும் இழுவிசைக்கும் இடையேயான தொடர்பை அறிதல்

நோக்கம் — சுரமானியைப் பயன்படுத்தி, மாறா அதிர்வெண்ணிற்கு கொடுக்கப்பட்ட கம்பியின் அதிர்வடையும் பிரிவின் நீளத்திற்கும் இழுவிசைக்கும் இடையேயான தொடர்பினை அறிதல்.

தேவையான கருவிகள் — சுரமானி, அதிர்வெண் தெரிந்த ஆறு இசைக்கவைகள், மீட்டர் அளவுகோல், இரப்பர்அட்டை, சிறுகாகிதத் துண்டுகள், எடைத்தாங்கி மற்றும் 0.5 kg எடைக்கற்கள், கூரிய விளிம்புக்கட்டைகள்.

வாய்ப்பாடு — அதிர்வடையும் கம்பியின் அடிப்படைச்சுரத்திற்கான அதிர்வெண்

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

மாறா நிறைகொண்ட கொடுக்கப்பட்ட கம்பிக்கு n– என்பது மாறிலி எனில்

$$\frac{\sqrt{T}}{l} = \text{மாறிலி}$$

இங்கு $n \rightarrow$ அதிர்வடையும் கம்பியின் அடிப்படைச் சுரத்திற்கான அதிர்வெண் (Hz)

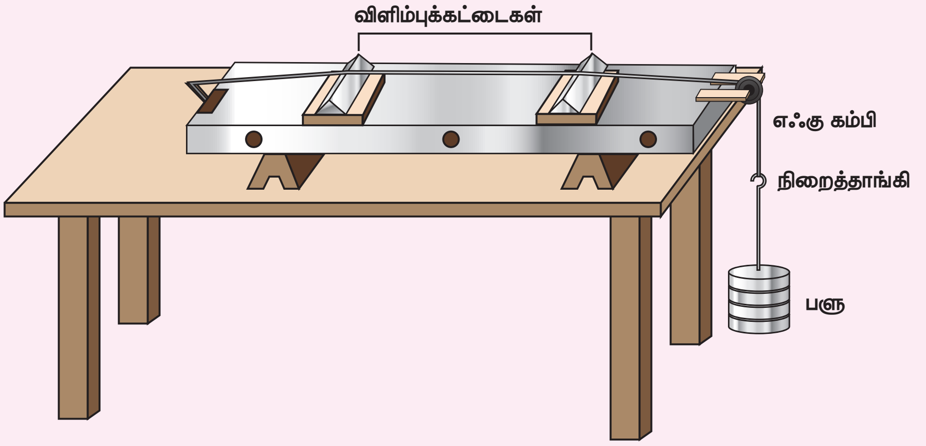
$m \rightarrow$ கம்பியின் ஓரலகு நீளத்திற்கான நிறை (kg m^{-1})

$l \rightarrow$ இரு விளிம்புகளுக்கு இடையேயான நீளம் (m)

$T \rightarrow$ கம்பியின் இழுவிசை (நிறைத்தாங்கியின் நிறையும் சேர்ந்தது) = Mg (N)

$M \rightarrow$ தொங்கவிடப்பட்ட நிறை (நிறைத்தாங்கியின் நிறையும் சேர்ந்தது) (kg)

விளக்கப்படம்

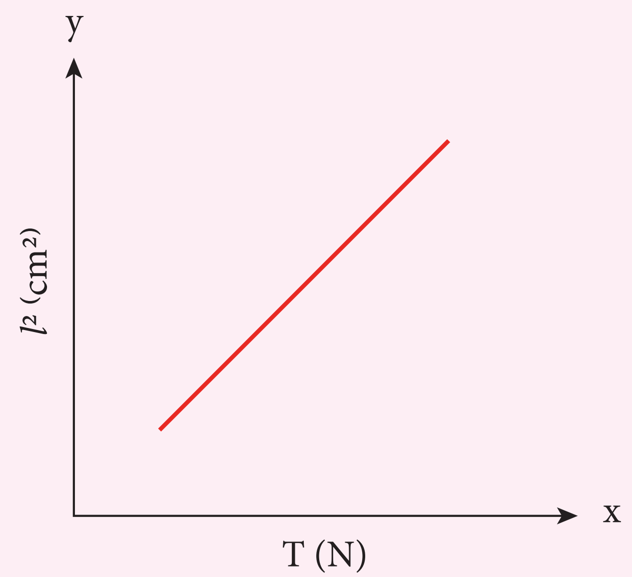


சுரமானியைப் பயன்படுத்தி மாறாத இழுவிசைக்கு கொடுக்கப்பட்ட கம்பியின் அதிர்வடையும் பிரிவின் நீளத்திற்கும், அதிர்வெண்ணிற்கும் இடையேயான தொடர்பைக் கண்டறிதல்

செய்முறை

- சுரமானியை மேஜையின் மீது வைத்து அதனுடன் இணைக்கப்பட்ட கப்பியின் பள்ளம் தூய்மையாகவும் குறைந்த உராய்விலும் இருப்பதை உறுதி செய்தல் வேண்டும்.
- தெரிந்த அதிர்வெண் கொண்ட இசைக்கவையை இரப்பர் அட்டையால் தட்டி அதிர்வுறச் செய்யவேண்டும். சுரமானி கம்பியை அதிர்வுறச் செய்து, இரு அதிர்வு ஒலிகளையும் ஒப்பிடவேண்டும்.
- ஒலியானது ஒரே அளவாக கேட்கும் வரை விளிம்புக்கட்டை B–யை நகர்த்தி அதிர்வடையும் பிரிவின் நீளத்தை சரிசெய்யவேண்டும்.
- எடைதாங்கியில், ஆரம்ப நிறை 1 kg ஐ ஏற்றவேண்டும்.
- இறுதியாக சரிசெய்தபிறகு AB–கம்பியின் மையத்தில் சிறிய காகிதத்துண்டு (R) ஐ வைக்க வேண்டும்.
- இப்பொழுது இசைக்கவையை அதிர்வுறச் செய்து அதன் அடிப்பகுதியை விளிம்புக்கட்டை A–யின் மீது வைத்து, விளிம்புக்கட்டை B–யைச் சரிசெய்து காகிதத்துண்டு ஒத்ததிர்வினால் கிளர்ந்துறச் செய்யவேண்டும்
- விளிம்புக்கட்டை A, B – க்கிடையேயான நீளத்தை அளவிடவேண்டும். இந்த அளவானது இசைக்கவையின் அதிர்வெண்ணிற்கான அடிப்படைச் சுரமாகும்.
- நிறைத்தாங்கியில் 0.5 kg எடைகளை படிப்படியாக உயர்த்தி, அதே இசைக்கவைக்கு ஒவ்வொரு நிறைக்கும் ஒத்ததிர்வு நீளம் கணக்கிடப்படுகிறது.
- உற்றுநோக்கிய அளவீடுகள் பதியப்பட்டு அட்டவணைப்படுத்தப்படுகிறது.

மாதிரி வரைபடம்



இழுவிசை T (N); நீளம் (l^2 (cm²) க்கும் இடையேயானதொடர்பு

UNIT-12(XI-Physics_Vol-2) PRACTICAL FIRST YEAR.indd 314 10-09-2018 15:08:58

காட்சிப்பதிவுகள்

இசைக்கவையின் அதிர்வெண் = _________ Hz

இழுவிசையுடன் ஒத்ததிர்வு நீள மாறுபாடு

வ.எண்.	நிறை M (kg)	இழுவிசை T=Mg (N)	$\sqrt{T}$	அதிர்வடையும் பிரிவின் நீளம் l (m)	$\frac{\sqrt{T}}{l}$

கணக்கீடு

ஒவ்வொரு நிகழ்விற்கான இழுவிசைக்கும் $\frac{\sqrt{T}}{l}$ மதிப்பு கணக்கிடப்படவேண்டும்.

முடிவு

- கொடுக்கப்பட்ட அதிர்வெண்ணின் அதிர்வுகளுக்கு ஒத்ததிர்வின் நீளம் இழுவிசையின் இருமடிமூலத்திற்கேற்ப மாற்றமடைகிறது.
- கண்டறியப்பட்ட $\frac{\sqrt{T}}{l}$ ஓர் மாறிலி.

UNIT-12(XI-Physics_Vol-2) PRACTICAL FIRST YEAR.indd 315 10-09-2018 15:08:58

இயற்பியலில் சில முக்கியமான மாறிலிகள்

(Some important constants in physics)

பெயர்	குறியீடு	மதிப்பு
வெற்றிடத்தில் ஒளியின் திசைவேகம்	c	2.9979×10^{8} m s^{-1}
ஈர்ப்பியல் மாறிலி	G	6.67×10^{-11} N m^{2} kg^{-2}
புவிஈர்ப்புமுடுக்கம் (கடல் மட்டத்தில் 45° குறுக்குக் கோட்டில்)	g	9.8 m s^{-2}
பிளாங்க் மாறிலி	h	6.626×10^{-34} J s
போல்ட்ஸ்மேன் மாறிலி	k	1.38×10^{-23} J K^{-1}
அவகட்ரோ எண்	N_A	6.023×10^{23} mol^{-1}
பொது வாயு மாறிலி	R	8.31 J mol^{-1} K^{-1}
ஸ்டீபன் – போல்ட்ஸ்மேன் மாறிலி	σ	5.67×10^{-8} W m^{-2} K^{-4}
வியனின் மாறிலி (Wien's constant)	b	2.898×10^{-3} m K
வெற்றிடத்தின் உட்புகு திறன்	μ_0	$4\pi \times 10^{-7}$ H m^{-1}
படித்தர வளிமண்டல அழுத்தம்	1 *atm*	1.013×10^{5} Pa

தீர்க்கப்பட்டகணக்குகள்

KH8EXD

UNIT-12(XI-Physics_Vol-2) PRACTICAL FIRST YEAR.indd 316 10-09-2018 15:08:59

கிரேக்க எழுத்துகள்
(The Greek Alphabet)

கிரேக்க எழுத்துகள்	பெரிய எழுத்து	சிறிய எழுத்து
Alpha	A	α
Beta	B	β
Gamma	Γ	γ
Delta	Δ	δ
Epsilon	E	ε
Zeta	Z	ζ
Eta	H	η
Theta	Θ	θ
Iota	I	ι
Kappa	K	κ
Lambda	Λ	λ
Mu	M	μ
Nu	N	ν
Xi	€	ξ
Omicron	O	ο
Pi	Π	π
Rho	P	ρ
Sigma	Σ	σ
Tau	T	τ
Upsilon	Y	υ
Phi	Φ	ϕ
Chi	X	χ
Psi	Ψ	ψ
Omega	Ω	ω

போட்டித்தேர்வு பகுதி

KHC2LA

UNIT-12(XI-Physics_Vol-2) PRACTICAL FIRST YEAR.indd 317 10-09-2018 15:08:59

மடக்கை அட்டவணை (LOGARITHM TABLE)

											Mean Difference								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.000	0.004	0.009	0.013	0.017	0.021	0.025	0.029	0.033	0.037	4	8	11	17	21	25	29	33	37
11	0.041	0.045	0.049	0.053	0.057	0.061	0.064	0.068	0.072	0.076	4	8	11	15	19	23	26	30	34
12	0.079	0.083	0.086	0.090	0.093	0.097	0.100	0.104	0.107	0.111	3	7	10	14	17	21	24	28	31
13	0.114	0.117	0.121	0.124	0.127	0.130	0.134	0.137	0.140	0.143	3	6	10	13	16	19	23	26	29
14	0.146	0.149	0.152	0.155	0.158	0.161	0.164	0.167	0.170	0.173	3	6	9	12	15	18	21	24	27
15	0.176	0.179	0.182	0.185	0.188	0.190	0.193	0.196	0.199	0.201	3	6	8	11	14	17	20	22	25
16	0.204	0.207	0.210	0.212	0.215	0.217	0.220	0.223	0.225	0.228	3	5	8	11	13	16	18	21	24
17	0.230	0.233	0.236	0.238	0.241	0.243	0.246	0.248	0.250	0.253	2	5	7	10	12	15	17	20	22
18	0.255	0.258	0.260	0.262	0.265	0.267	0.270	0.272	0.274	0.276	2	5	7	9	12	14	16	19	21
19	0.279	0.281	0.283	0.286	0.288	0.290	0.292	0.294	0.297	0.299	2	4	7	9	11	13	16	18	20
20	0.301	0.303	0.305	0.307	0.310	0.312	0.314	0.316	0.318	0.320	2	4	6	8	11	13	15	17	19
21	0.322	0.324	0.326	0.328	0.330	0.332	0.334	0.336	0.338	0.340	2	4	6	8	10	12	14	16	18
22	0.342	0.344	0.346	0.348	0.350	0.352	0.354	0.356	0.358	0.360	2	4	6	8	10	12	14	15	17
23	0.362	0.364	0.365	0.367	0.369	0.371	0.373	0.375	0.377	0.378	2	4	6	7	9	11	13	15	17
24	0.380	0.382	0.384	0.386	0.387	0.389	0.391	0.393	0.394	0.396	2	4	5	7	9	11	12	14	16
25	0.398	0.400	0.401	0.403	0.405	0.407	0.408	0.410	0.412	0.413	2	3	5	7	9	10	12	14	15
26	0.415	0.417	0.418	0.420	0.422	0.423	0.425	0.427	0.428	0.430	2	3	5	7	8	10	11	13	15
27	0.431	0.433	0.435	0.436	0.438	0.439	0.441	0.442	0.444	0.446	2	3	5	6	8	9	11	13	14
28	0.447	0.449	0.450	0.452	0.453	0.455	0.456	0.458	0.459	0.461	2	3	5	6	8	9	11	12	14
29	0.462	0.464	0.465	0.467	0.468	0.470	0.471	0.473	0.474	0.476	1	3	4	6	7	9	10	12	13
30	0.477	0.479	0.480	0.481	0.483	0.484	0.486	0.487	0.489	0.490	1	3	4	6	7	9	10	11	13
31	0.491	0.493	0.494	0.496	0.497	0.498	0.500	0.501	0.502	0.504	1	3	4	6	7	8	10	11	12
32	0.505	0.507	0.508	0.509	0.511	0.512	0.513	0.515	0.516	0.517	1	3	4	5	7	8	9	11	12
33	0.519	0.520	0.521	0.522	0.524	0.525	0.526	0.528	0.529	0.530	1	3	4	5	6	8	9	10	12
34	0.531	0.533	0.534	0.535	0.537	0.538	0.539	0.540	0.542	0.543	1	3	4	5	6	8	9	10	11
35	0.544	0.545	0.547	0.548	0.549	0.550	0.551	0.553	0.554	0.555	1	2	4	5	6	7	9	10	11
36	0.556	0.558	0.559	0.560	0.561	0.562	0.563	0.565	0.566	0.567	1	2	3	5	6	7	8	10	11
37	0.568	0.569	0.571	0.572	0.573	0.574	0.575	0.576	0.577	0.579	1	2	3	5	6	7	8	9	10
38	0.580	0.581	0.582	0.583	0.584	0.585	0.587	0.588	0.589	0.590	1	2	3	5	6	7	8	9	10
39	0.591	0.592	0.593	0.594	0.595	0.597	0.598	0.599	0.600	0.601	1	2	3	4	5	7	8	9	10
40	0.602	0.603	0.604	0.605	0.606	0.607	0.609	0.610	0.611	0.612	1	2	3	4	5	6	8	9	10
41	0.613	0.614	0.615	0.616	0.617	0.618	0.619	0.620	0.621	0.622	1	2	3	4	5	6	7	8	9
42	0.623	0.624	0.625	0.626	0.627	0.628	0.629	0.630	0.631	0.632	1	2	3	4	5	6	7	8	9
43	0.633	0.634	0.635	0.636	0.637	0.638	0.639	0.640	0.641	0.642	1	2	3	4	5	6	7	8	9
44	0.643	0.644	0.645	0.646	0.647	0.648	0.649	0.650	0.651	0.652	1	2	3	4	5	6	7	8	9
45	0.653	0.654	0.655	0.656	0.657	0.658	0.659	0.660	0.661	0.662	1	2	3	4	5	6	7	8	9
46	0.663	0.664	0.665	0.666	0.667	0.667	0.668	0.669	0.670	0.671	1	2	3	4	5	6	7	7	8
47	0.672	0.673	0.674	0.675	0.676	0.677	0.678	0.679	0.679	0.680	1	2	3	4	5	5	6	7	8
48	0.681	0.682	0.683	0.684	0.685	0.686	0.687	0.688	0.688	0.689	1	2	3	4	4	5	6	7	8
49	0.690	0.691	0.692	0.693	0.694	0.695	0.695	0.696	0.697	0.698	1	2	3	4	4	5	6	7	8
50	0.699	0.700	0.701	0.702	0.702	0.703	0.704	0.705	0.706	0.707	1	2	3	4	4	5	6	7	8
51	0.708	0.708	0.709	0.710	0.711	0.712	0.713	0.713	0.714	0.715	1	2	3	4	4	5	6	7	8
52	0.716	0.717	0.718	0.719	0.719	0.720	0.721	0.722	0.723	0.723	1	2	2	4	4	5	6	7	7
53	0.724	0.725	0.726	0.727	0.728	0.728	0.729	0.730	0.731	0.732	1	2	2	4	4	5	6	6	7
54	0.732	0.733	0.734	0.735	0.736	0.736	0.737	0.738	0.739	0.740	1	2	2	4	4	5	6	6	7

UNIT-12(XI-Physics_Vol-2) PRACTICAL FIRST YEAR.indd 318 10-09-2018 15:09:00

மடக்கை அட்டவணை (LOGARITHM TABLE)

											Mean Difference								
55	0.740	0.741	0.742	0.743	0.744	0.744	0.745	0.746	0.747	0.747	1	2	2	4	4	5	5	6	7
56	0.748	0.749	0.750	0.751	0.751	0.752	0.753	0.754	0.754	0.755	1	2	2	4	4	5	5	6	7
57	0.756	0.757	0.757	0.758	0.759	0.760	0.760	0.761	0.762	0.763	1	2	2	4	4	5	5	6	7
58	0.763	0.764	0.765	0.766	0.766	0.767	0.768	0.769	0.769	0.770	1	1	2	4	4	4	5	6	7
59	0.771	0.772	0.772	0.773	0.774	0.775	0.775	0.776	0.777	0.777	1	1	2	3	4	4	5	6	7
60	0.778	0.779	0.780	0.780	0.781	0.782	0.782	0.783	0.784	0.785	1	1	2	3	4	4	5	6	6
61	0.785	0.786	0.787	0.787	0.788	0.789	0.790	0.790	0.791	0.792	1	1	2	3	4	4	5	6	6
62	0.792	0.793	0.794	0.794	0.795	0.796	0.797	0.797	0.798	0.799	1	1	2	3	3	4	5	6	6
63	0.799	0.800	0.801	0.801	0.802	0.803	0.803	0.804	0.805	0.806	1	1	2	3	3	4	5	5	6
64	0.806	0.807	0.808	0.808	0.809	0.810	0.810	0.811	0.812	0.812	1	1	2	3	3	4	5	5	6
65	0.813	0.814	0.814	0.815	0.816	0.816	0.817	0.818	0.818	0.819	1	1	2	3	3	4	5	5	6
66	0.820	0.820	0.821	0.822	0.822	0.823	0.823	0.824	0.825	0.825	1	1	2	3	3	4	5	5	6
67	0.826	0.827	0.827	0.828	0.829	0.829	0.830	0.831	0.831	0.832	1	1	2	3	3	4	5	5	6
68	0.833	0.833	0.834	0.834	0.835	0.836	0.836	0.837	0.838	0.838	1	1	2	3	3	4	4	5	6
69	0.839	0.839	0.840	0.841	0.841	0.842	0.843	0.843	0.844	0.844	1	1	2	2	3	4	4	5	6
70	0.845	0.846	0.846	0.847	0.848	0.848	0.849	0.849	0.850	0.851	1	1	2	2	3	4	4	5	6
71	0.851	0.852	0.852	0.853	0.854	0.854	0.855	0.856	0.856	0.857	1	1	2	2	3	4	4	5	5
72	0.857	0.858	0.859	0.859	0.860	0.860	0.861	0.862	0.862	0.863	1	1	2	2	3	4	4	5	5
73	0.863	0.864	0.865	0.865	0.866	0.866	0.867	0.867	0.868	0.869	1	1	2	2	3	4	4	5	5
74	0.869	0.870	0.870	0.871	0.872	0.872	0.873	0.873	0.874	0.874	1	1	2	2	3	4	4	5	5
75	0.875	0.876	0.876	0.877	0.877	0.878	0.879	0.879	0.880	0.880	1	1	2	2	3	3	4	5	5
76	0.881	0.881	0.882	0.883	0.883	0.884	0.884	0.885	0.885	0.886	1	1	2	2	3	3	4	5	5
77	0.886	0.887	0.888	0.888	0.889	0.889	0.890	0.890	0.891	0.892	1	1	2	2	3	3	4	4	5
78	0.892	0.893	0.893	0.894	0.894	0.895	0.895	0.896	0.897	0.897	1	1	2	2	3	3	4	4	5
79	0.898	0.898	0.899	0.899	0.900	0.900	0.901	0.901	0.902	0.903	1	1	2	2	3	3	4	4	5
80	0.903	0.904	0.904	0.905	0.905	0.906	0.906	0.907	0.907	0.908	1	1	2	2	3	3	4	4	5
81	0.908	0.909	0.910	0.910	0.911	0.911	0.912	0.912	0.913	0.913	1	1	2	2	3	3	4	4	5
82	0.914	0.914	0.915	0.915	0.916	0.916	0.917	0.918	0.918	0.919	1	1	2	2	3	3	4	4	5
83	0.919	0.920	0.920	0.921	0.921	0.922	0.922	0.923	0.923	0.924	1	1	2	2	3	3	4	4	5
84	0.924	0.925	0.925	0.926	0.926	0.927	0.927	0.928	0.928	0.929	1	1	2	2	3	3	4	4	5
85	0.929	0.930	0.930	0.931	0.931	0.932	0.932	0.933	0.933	0.934	1	1	2	2	3	3	4	4	5
86	0.934	0.935	0.936	0.936	0.937	0.937	0.938	0.938	0.939	0.939	1	1	2	2	3	3	4	4	5
87	0.940	0.940	0.941	0.941	0.942	0.942	0.943	0.943	0.943	0.944	0	1	1	2	2	3	3	4	5
88	0.944	0.945	0.945	0.946	0.946	0.947	0.947	0.948	0.948	0.949	0	1	1	2	2	3	3	4	4
89	0.949	0.950	0.950	0.951	0.951	0.952	0.952	0.953	0.953	0.954	0	1	1	2	2	3	3	4	4
90	0.954	0.955	0.955	0.956	0.956	0.957	0.957	0.958	0.958	0.959	0	1	1	2	2	3	3	4	4
91	0.959	0.960	0.960	0.960	0.961	0.961	0.962	0.962	0.963	0.963	0	1	1	2	2	3	3	4	4
92	0.964	0.964	0.965	0.965	0.966	0.966	0.967	0.967	0.968	0.968	0	1	1	2	2	3	3	4	4
93	0.968	0.969	0.969	0.970	0.970	0.971	0.971	0.972	0.972	0.973	0	1	1	2	2	3	3	4	4
94	0.973	0.974	0.974	0.975	0.975	0.975	0.976	0.976	0.977	0.977	0	1	1	2	2	3	3	4	4
95	0.978	0.978	0.979	0.979	0.980	0.980	0.980	0.981	0.981	0.982	0	1	1	2	2	3	3	4	4
96	0.982	0.983	0.983	0.984	0.984	0.985	0.985	0.985	0.986	0.986	0	1	1	2	2	3	3	4	4
97	0.987	0.987	0.988	0.988	0.989	0.989	0.989	0.990	0.990	0.991	0	1	1	2	2	3	3	4	4
98	0.991	0.992	0.992	0.993	0.993	0.993	0.994	0.994	0.995	0.995	0	1	1	2	2	3	3	4	4
99	0.996	0.996	0.997	0.997	0.997	0.998	0.998	0.999	0.999	1.000	0	1	1	2	2	3	3	3	4

எதிர்மடக்கை அட்டவணை (ANTILOGARITHM TABLE)

											Mean Difference								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.00	1.000	1.002	1.005	1.007	1.009	1.012	1.014	1.016	1.019	1.021	0	0	1	1	1	1	2	2	2
0.01	1.023	1.026	1.028	1.030	1.033	1.035	1.038	1.040	1.042	1.045	0	0	1	1	1	1	2	2	2
0.02	1.047	1.050	1.052	1.054	1.057	1.059	1.062	1.064	1.067	1.069	0	0	1	1	1	1	2	2	2
0.03	1.072	1.074	1.076	1.079	1.081	1.084	1.086	1.089	1.091	1.094	0	0	1	1	1	1	2	2	2
0.04	1.096	1.099	1.102	1.104	1.107	1.109	1.112	1.114	1.117	1.119	0	1	1	1	1	2	2	2	2
0.05	1.122	1.125	1.127	1.130	1.132	1.135	1.138	1.140	1.143	1.146	0	1	1	1	1	2	2	2	2
0.06	1.148	1.151	1.153	1.156	1.159	1.161	1.164	1.167	1.169	1.172	0	1	1	1	1	2	2	2	2
0.07	1.175	1.178	1.180	1.183	1.186	1.189	1.191	1.194	1.197	1.199	0	1	1	1	1	2	2	2	2
0.08	1.202	1.205	1.208	1.211	1.213	1.216	1.219	1.222	1.225	1.227	0	1	1	1	1	2	2	2	3
0.09	1.230	1.233	1.236	1.239	1.242	1.245	1.247	1.250	1.253	1.256	0	1	1	1	1	2	2	2	3
0.10	1.259	1.262	1.265	1.268	1.271	1.274	1.276	1.279	1.282	1.285	0	1	1	1	1	2	2	2	3
0.11	1.288	1.291	1.294	1.297	1.300	1.303	1.306	1.309	1.312	1.315	0	1	1	1	2	2	2	2	3
0.12	1.318	1.321	1.324	1.327	1.330	1.334	1.337	1.340	1.343	1.346	0	1	1	1	2	2	2	2	3
0.13	1.349	1.352	1.355	1.358	1.361	1.365	1.368	1.371	1.374	1.377	0	1	1	1	2	2	2	3	3
0.14	1.380	1.384	1.387	1.390	1.393	1.396	1.400	1.403	1.406	1.409	0	1	1	1	2	2	2	3	3
0.15	1.413	1.416	1.419	1.422	1.426	1.429	1.432	1.435	1.439	1.442	0	1	1	1	2	2	2	3	3
0.16	1.445	1.449	1.452	1.455	1.459	1.462	1.466	1.469	1.472	1.476	0	1	1	1	2	2	2	3	3
0.17	1.479	1.483	1.486	1.489	1.493	1.496	1.500	1.503	1.507	1.510	0	1	1	1	2	2	2	3	3
0.18	1.514	1.517	1.521	1.524	1.528	1.531	1.535	1.538	1.542	1.545	0	1	1	1	2	2	2	3	3
0.19	1.549	1.552	1.556	1.560	1.563	1.567	1.570	1.574	1.578	1.581	0	1	1	1	2	2	3	3	3
0.20	1.585	1.589	1.592	1.596	1.600	1.603	1.607	1.611	1.614	1.618	0	1	1	1	2	2	3	3	3
0.21	1.622	1.626	1.629	1.633	1.637	1.641	1.644	1.648	1.652	1.656	0	1	1	2	2	2	3	3	3
0.22	1.660	1.663	1.667	1.671	1.675	1.679	1.683	1.687	1.690	1.694	0	1	1	2	2	2	3	3	3
0.23	1.698	1.702	1.706	1.710	1.714	1.718	1.722	1.726	1.730	1.734	0	1	1	2	2	2	3	3	4
0.24	1.738	1.742	1.746	1.750	1.754	1.758	1.762	1.766	1.770	1.774	0	1	1	2	2	2	3	3	4
0.25	1.778	1.782	1.786	1.791	1.795	1.799	1.803	1.807	1.811	1.816	0	1	1	2	2	2	3	3	4
0.26	1.820	1.824	1.828	1.832	1.837	1.841	1.845	1.849	1.854	1.858	0	1	1	2	2	3	3	3	4
0.27	1.862	1.866	1.871	1.875	1.879	1.884	1.888	1.892	1.897	1.901	0	1	1	2	2	3	3	3	4
0.28	1.905	1.910	1.914	1.919	1.923	1.928	1.932	1.936	1.941	1.945	0	1	1	2	2	3	3	4	4
0.29	1.950	1.954	1.959	1.963	1.968	1.972	1.977	1.982	1.986	1.991	0	1	1	2	2	3	3	4	4
0.30	1.995	2.000	2.004	2.009	2.014	2.018	2.023	2.028	2.032	2.037	0	1	1	2	2	3	3	4	4
0.31	2.042	2.046	2.051	2.056	2.061	2.065	2.070	2.075	2.080	2.084	0	1	1	2	2	3	3	4	4
0.32	2.089	2.094	2.099	2.104	2.109	2.113	2.118	2.123	2.128	2.133	0	1	1	2	2	3	3	4	4
0.33	2.138	2.143	2.148	2.153	2.158	2.163	2.168	2.173	2.178	2.183	0	1	1	2	2	3	3	4	4
0.34	2.188	2.193	2.198	2.203	2.208	2.213	2.218	2.223	2.228	2.234	1	1	2	2	3	3	4	4	5
0.35	2.239	2.244	2.249	2.254	2.259	2.265	2.270	2.275	2.280	2.286	1	1	2	2	3	3	4	4	5
0.36	2.291	2.296	2.301	2.307	2.312	2.317	2.323	2.328	2.333	2.339	1	1	2	2	3	3	4	4	5
0.37	2.344	2.350	2.355	2.360	2.366	2.371	2.377	2.382	2.388	2.393	1	1	2	2	3	3	4	4	5
0.38	2.399	2.404	2.410	2.415	2.421	2.427	2.432	2.438	2.443	2.449	1	1	2	2	3	3	4	4	5
0.39	2.455	2.460	2.466	2.472	2.477	2.483	2.489	2.495	2.500	2.506	1	1	2	2	3	3	4	5	5
0.40	2.512	2.518	2.523	2.529	2.535	2.541	2.547	2.553	2.559	2.564	1	1	2	2	3	4	4	5	5
0.41	2.570	2.576	2.582	2.588	2.594	2.600	2.606	2.612	2.618	2.624	1	1	2	2	3	4	4	5	5
0.42	2.630	2.636	2.642	2.649	2.655	2.661	2.667	2.673	2.679	2.685	1	1	2	2	3	4	4	5	6
0.43	2.692	2.698	2.704	2.710	2.716	2.723	2.729	2.735	2.742	2.748	1	1	2	3	3	4	4	5	6
0.44	2.754	2.761	2.767	2.773	2.780	2.786	2.793	2.799	2.805	2.812	1	1	2	3	3	4	4	5	6
0.45	2.818	2.825	2.831	2.838	2.844	2.851	2.858	2.864	2.871	2.877	1	1	2	3	3	4	5	5	6
0.46	2.884	2.891	2.897	2.904	2.911	2.917	2.924	2.931	2.938	2.944	1	1	2	3	3	4	5	5	6
0.47	2.951	2.958	2.965	2.972	2.979	2.985	2.992	2.999	3.006	3.013	1	1	2	3	3	4	5	5	6
0.48	3.020	3.027	3.034	3.041	3.048	3.055	3.062	3.069	3.076	3.083	1	1	2	3	4	4	5	6	6
0.49	3.090	3.097	3.105	3.112	3.119	3.126	3.133	3.141	3.148	3.155	1	1	2	3	4	4	5	6	6

எதிர்மடக்கை அட்டவணை (ANTILOGARITHM TABLE)

											Mean Difference								
0.50	3.162	3.170	3.177	3.184	3.192	3.199	3.206	3.214	3.221	3.228	1	1	2	3	4	4	5	6	7
0.51	3.236	3.243	3.251	3.258	3.266	3.273	3.281	3.289	3.296	3.304	1	2	2	3	4	5	5	6	7
0.52	3.311	3.319	3.327	3.334	3.342	3.350	3.357	3.365	3.373	3.381	1	2	2	3	4	5	5	6	7
0.53	3.388	3.396	3.404	3.412	3.420	3.428	3.436	3.443	3.451	3.459	1	2	2	3	4	5	6	6	7
0.54	3.467	3.475	3.483	3.491	3.499	3.508	3.516	3.524	3.532	3.540	1	2	2	3	4	5	6	6	7
0.55	3.548	3.556	3.565	3.573	3.581	3.589	3.597	3.606	3.614	3.622	1	2	2	3	4	5	6	7	7
0.56	3.631	3.639	3.648	3.656	3.664	3.673	3.681	3.690	3.698	3.707	1	2	2	3	4	5	6	7	8
0.57	3.715	3.724	3.733	3.741	3.750	3.758	3.767	3.776	3.784	3.793	1	2	3	3	4	5	6	7	8
0.58	3.802	3.811	3.819	3.828	3.837	3.846	3.855	3.864	3.873	3.882	1	2	3	4	4	5	6	7	8
0.59	3.890	3.899	3.908	3.917	3.926	3.936	3.945	3.954	3.963	3.972	1	2	3	4	5	5	6	7	8
0.60	3.981	3.990	3.999	4.009	4.018	4.027	4.036	4.046	4.055	4.064	1	2	3	4	5	6	6	7	8
0.61	4.074	4.083	4.093	4.102	4.111	4.121	4.130	4.140	4.150	4.159	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.62	4.169	4.178	4.188	4.198	4.207	4.217	4.227	4.236	4.246	4.256	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.63	4.266	4.276	4.285	4.295	4.305	4.315	4.325	4.335	4.345	4.355	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.64	4.365	4.375	4.385	4.395	4.406	4.416	4.426	4.436	4.446	4.457	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.65	4.467	4.477	4.487	4.498	4.508	4.519	4.529	4.539	4.550	4.560	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.66	4.571	4.581	4.592	4.603	4.613	4.624	4.634	4.645	4.656	4.667	1	2	3	4	5	6	7	9	10
0.67	4.677	4.688	4.699	4.710	4.721	4.732	4.742	4.753	4.764	4.775	1	2	3	4	5	7	7	9	10
0.68	4.786	4.797	4.808	4.819	4.831	4.842	4.853	4.864	4.875	4.887	1	2	3	4	5	7	8	9	10
0.69	4.898	4.909	4.920	4.932	4.943	4.955	4.966	4.977	4.989	5.000	1	2	3	4	5	7	8	9	10
0.70	5.012	5.023	5.035	5.047	5.058	5.070	5.082	5.093	5.105	5.117	1	2	3	4	5	7	8	9	11
0.71	5.129	5.140	5.152	5.164	5.176	5.188	5.200	5.212	5.224	5.236	1	2	4	5	6	7	8	10	11
0.72	5.248	5.260	5.272	5.284	5.297	5.309	5.321	5.333	5.346	5.358	1	2	4	5	6	7	9	10	11
0.73	5.370	5.383	5.395	5.408	5.420	5.433	5.445	5.458	5.470	5.483	1	3	4	5	6	8	9	10	11
0.74	5.495	5.508	5.521	5.534	5.546	5.559	5.572	5.585	5.598	5.610	1	3	4	5	6	8	9	10	12
0.75	5.623	5.636	5.649	5.662	5.675	5.689	5.702	5.715	5.728	5.741	1	3	4	5	7	8	9	10	12
0.76	5.754	5.768	5.781	5.794	5.808	5.821	5.834	5.848	5.861	5.875	1	3	4	5	7	8	9	11	12
0.77	5.888	5.902	5.916	5.929	5.943	5.957	5.970	5.984	5.998	6.012	1	3	4	5	7	8	10	11	12
0.78	6.026	6.039	6.053	6.067	6.081	6.095	6.109	6.124	6.138	6.152	1	3	4	6	7	8	10	11	13
0.79	6.166	6.180	6.194	6.209	6.223	6.237	6.252	6.266	6.281	6.295	1	3	4	6	7	9	10	11	13
0.80	6.310	6.324	6.339	6.353	6.368	6.383	6.397	6.412	6.427	6.442	1	3	4	6	7	9	10	12	13
0.81	6.457	6.471	6.486	6.501	6.516	6.531	6.546	6.561	6.577	6.592	2	3	5	6	8	9	11	12	14
0.82	6.607	6.622	6.637	6.653	6.668	6.683	6.699	6.714	6.730	6.745	2	3	5	6	8	9	11	12	14
0.83	6.761	6.776	6.792	6.808	6.823	6.839	6.855	6.871	6.887	6.902	2	3	5	6	8	9	11	13	14
0.84	6.918	6.934	6.950	6.966	6.982	6.998	7.015	7.031	7.047	7.063	2	3	5	6	8	10	11	13	15
0.85	7.079	7.096	7.112	7.129	7.145	7.161	7.178	7.194	7.211	7.228	2	3	5	7	8	10	12	13	15
0.86	7.244	7.261	7.278	7.295	7.311	7.328	7.345	7.362	7.379	7.396	2	3	5	7	8	10	12	13	15
0.87	7.413	7.430	7.447	7.464	7.482	7.499	7.516	7.534	7.551	7.568	2	3	5	7	9	10	12	14	16
0.88	7.586	7.603	7.621	7.638	7.656	7.674	7.691	7.709	7.727	7.745	2	3	5	7	9	10	12	14	16
0.89	7.762	7.780	7.798	7.816	7.834	7.852	7.870	7.889	7.907	7.925	2	4	5	7	9	11	12	14	16
0.90	7.943	7.962	7.980	7.998	8.017	8.035	8.054	8.072	8.091	8.110	2	4	6	7	9	11	13	15	17
0.91	8.128	8.147	8.166	8.185	8.204	8.222	8.241	8.260	8.279	8.299	2	4	6	8	9	11	13	15	17
0.92	8.318	8.337	8.356	8.375	8.395	8.414	8.433	8.453	8.472	8.492	2	4	6	8	10	12	14	15	17
0.93	8.511	8.531	8.551	8.570	8.590	8.610	8.630	8.650	8.670	8.690	2	4	6	8	10	12	14	16	18
0.94	8.710	8.730	8.750	8.770	8.790	8.810	8.831	8.851	8.872	8.892	2	4	6	8	10	12	14	16	18
0.95	8.913	8.933	8.954	8.974	8.995	9.016	9.036	9.057	9.078	9.099	2	4	6	8	10	12	15	17	19
0.96	9.120	9.141	9.162	9.183	9.204	9.226	9.247	9.268	9.290	9.311	2	4	6	8	11	13	15	17	19
0.97	9.333	9.354	9.376	9.397	9.419	9.441	9.462	9.484	9.506	9.528	2	4	7	9	11	13	15	17	20
0.98	9.550	9.572	9.594	9.616	9.638	9.661	9.683	9.705	9.727	9.750	2	4	7	9	11	13	16	18	20
0.99	9.772	9.795	9.817	9.840	9.863	9.886	9.908	9.931	9.954	9.977	2	5	7	9	11	14	16	18	20

UNIT-12(XI-Physics_Vol-2) PRACTICAL FIRST YEAR.indd 321 10-09-2018 15:09:02

GLOSSARY
கலைச்சொற்கள்

1.	குத்துயரம்	-	Altitude
2.	வானியல்	-	Astronomy
3.	தொடுகோணம்	-	Angle of Contact
4.	விமான இறக்கை உயர்த்தல்	-	Aerofoil lift
5.	வெப்ப பரிமாற்றமில்லா நிகழ்வு	-	Adiabatic process
6.	சராசரி வேகம்	-	Average (or) Mean speed
7.	கோணச்சீரிசை இயக்கம்	-	Angular Harmonic motion
8.	விம்மல்கள்	-	Beats
9.	மிதப்பு விசை	-	Buoyant force
10.	முறிவுப்புள்ளி	-	Breaking of rupture point
11.	அமுக்கத்தகைவு	-	Compressive stress
12.	வெப்ப அளவீட்டியல்	-	Calorimeter
13.	வெப்பக்கடத்தல்	-	Conduction
14.	நிலை மாற்றம்	-	Change of state
15.	நுண்புழை ஏற்றம் அல்லது இறக்கம்	-	Capillary rise or fall
16.	அமுக்கம் / இறுக்கம்	-	Compress
17.	இணக்கம்	-	Compliance
18.	செயல்திறன் குணகம்	-	Coefficient of performance
19.	சுதந்திர இயக்கக்கூறு	-	Degrees of freedom
20.	தடையுறு இயல்பு அதிர்வுகள்	-	Damped oscillation
21.	நீட்சி	-	Elongate
22.	மீட்சி எல்லை	-	Elastic limit
23.	விடுபடு வேகம்	-	Escape speed
24.	பெரு வட்டத்தில் அமையும் சிறு வட்டச் சுழற்சி	-	Epicycle
25.	தொடக்கக்கட்டம்	-	Epoch
26.	சமநிலை	-	Equilibrium
27.	நெகிழ்வு தன்மை மாறிலி	-	Flexible constant
28.	தனி அலைவியக்கம்	-	Free oscillations
29.	விசை மாறிலி	-	Force constant
30.	திணிக்கப்பட்ட அலைவுகள்	-	Forced Oscillation
31.	அதிர்வெண்	-	Frequency
32.	புவிமையக் கோட்பாட்டு மாதிரி	-	Geocentric model

XI-Physics_Vol-2_Glossary.indd 322 07-09-2018 17:09:11

33.	ஈர்ப்பு புலச்செறிவு (அல்லது) ஈர்ப்புப்புலம்	-	Gravitational field
34.	ஈர்ப்பு தன்னிலை ஆற்றல்	-	Gravitational Potential
35.	ஈர்ப்பு நிலை ஆற்றல்	-	Gravitational Potential energy
36.	புவி நிலைத் துணைக்கோள்	-	Geo- Stationary satellite
37.	நீர்ம நிலையியல் முரண்பாடு	-	Hydrostatic paradox
38.	வெப்ப இயந்திரம்	-	Heat engine
39.	நீரியல் தூக்கி	-	Hydraulic lift
40.	சீரிசை	-	Harmonics
41.	சூரிய மையக்கோட்பாடு	-	Heliocentric model
42.	குறுக்கீட்டு விளைவு	-	Interference
43.	வெப்பநிலை மாறா நிகழ்வு	-	Isothermal process
44.	அழுத்தம் மாறா நிகழ்வு	-	Isobaric process
45.	பருமன் மாறா நிகழ்வு	-	Isochoric process
46.	பக்கவாட்டுத்திரிபு	-	Lateral strain
47.	நீளவாட்டுத்திரிபு	-	Longitudinal strain
48.	நீட்சித்தகைவு	-	Longitudinal stress
49.	உரப்பு / ஒலி உரப்பு	-	Loudness
50.	சந்திர கிரகணம்	-	Lunar Eclipse
51.	உள்ளுறை வெப்பம்	-	Latent heat
52.	குறுக்குக்கோடு / அட்சக்கோடு	-	Latitude
53.	ஆற்றல் சமபங்கீட்டு விதி	-	Law of equipartition of energy
54.	சராசரி இருமடிவேகம்	-	Mean square speed
55.	மிகவும் சாத்தியமான வேகம்	-	Most probable speed
56.	சராசரி மோதலிடைத்தூரம்	-	Mean free path
57.	நிலைநிறுத்தப்பட்ட அதிர்வுகள்	-	Maintained Oscillation
58.	நடுநிலை	-	Mean position
59.	எண் அடர்த்தி	-	Number density
60.	கணு	-	Node
61.	இயல்பு அதிர்வுகள்	-	Natural oscillation
62.	சீரலைவற்ற இயக்கம்	-	Non-periodic motion
63.	அலைவியக்கம்	-	Oscillatory motion
64.	சுற்றியக்க திசைவேகம்	-	Orbital velocity
65.	மேற்சுரம்	-	Overtone
66.	துருவ துணைக்கோள்	-	Polar satellite
67.	கட்டம்	-	Phase
68.	சீரலைவு இயக்கம்	-	Periodic motion
69.	கட்ட வேறுபாடு	-	Phase difference
70.	பகுதி நிழல்	-	Penumbra
71.	பின்னோக்கு இயக்கம்	-	Retrograde motion
72.	மீள்விசை	-	Restoring force
73 .	மீள்திருப்பு விசை	-	Restoring Torque
74.	ஒழுங்கற்ற இயக்கம் / சீரற்ற இயக்கம்	-	Random motion

XI-Physics_Vol-2_Glossary.indd 323 07-09-2018 17:09:11

75.	சராசரி இருமடிமூல வேகம்	-	Root mean square speed (Vrms)
76.	வெப்பக்கதிர்வீச்சு	-	Radiation
77.	ஒத்ததிர்வு	-	Resonance
78.	சிற்றலைகள்	-	Ripples
79.	படித்தர (அல்லது) இயல்பு வெப்பநிலை மற்றும் அழுத்தம்	-	Standard (or) Normal temperature and pressure
80.	இதயத்துடிப்பு அறியும் கருவி	-	Stethoscope
81.	சுரமானி	-	Sonometer
82.	மேற்பொருந்துதல்	-	Superposition
83.	சுருள்மாறிலி	-	Spring constant / force constant
84.	முறுக்கு மாறிலி	-	Stiffness constant
85.	தனி ஊசல்	-	Simple pendulum
86.	துணைக்கோள்	-	Satellite
87.	நிலை அலைகள்	-	Stationary waves
88.	சறுக்குப்பெயர்ச்சித் தகைவு	-	Shearing Stress
89.	பரப்பு இழுவிசை	-	Surface tension
90.	வரிச்சீர் ஓட்டம்	-	Streamlined flow
91.	தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன்	-	Specific heat capacity
92.	வேகப் பகிர்வுச் சார்பு	-	Speed distribution function
93.	அழுத்தம் மாறா தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன்	-	Specific heat capacity at constant pressure
94.	பருமன் மாறா தன்வெப்ப ஏற்புத்திறன்	-	Specific heat capacity at constant volume
95.	தனிச்சீரிசை இயக்கம்	-	Simple Hormonic motion
96.	இழுவிசைத்தகைவு	-	Tensile stress
97.	முற்றுத் திசைவேகம்	-	Terminal velocity
98.	அலைவுக்காலம்	-	Time period
99.	சுழற்சி ஓட்டம்	-	Turbulent flow
100.	ஆழிப்பேரலை	-	Tsunami
101.	வெப்பக்கடத்துத்திறன்	-	Thermal conductivity
102.	வெப்பநிலைமானி	-	Thermometer
103.	முப்புள்ளி	-	Triple Point
104.	பொது வாயுமாறிலி	-	Universal gas constant
105.	கருநிழல்	-	Umbra
106.	பாகுநிலை	-	Viscosity
107.	நீர்தாண்டிப்பூச்சிகள்	-	Water striders
108.	அலைத்துகள்	-	Wavicle
109.	குறுக்கு – நெடுக்கானப் பாதை	-	Zig – Zag path
110.	மீ மெது நிகழ்வு	-	Quasi static process
111.	அளவுச் சார்புள்ள மாறி	-	Extensive variables
112.	அளவு சார்பற்ற மாறி	-	Intensive variables

113.	வெப்ப இயந்திரவியல் சமானம்	-	Mechanical equivalent
114.	வெப்ப பரிமாற்றமில்லா அமுக்கம்	-	Adiabatic compression
115.	வெப்பபரிமாற்றமில்லா விரிவு	-	Adiabatic expansion
116.	கெல்வின் வெப்பநிலை அல்லது வெப்பநிலை (கெல்வினில்)	-	Absolute temperature
117.	நல்லியல்புவாயு	-	Ideal gas
118.	வெப்பமூலம்	-	Hot reservoir (or) source
119.	வெப்ப ஏற்பி	-	Cold reservoir (or) Sink
120.	வெப்பக்காப்புப்பெற்ற மேடை	-	Insulating stand
121.	வெப்பம் வெளியேற்றும் சுருள்	-	Condenser coil

XI-Physics_Vol-2_Glossary.indd 325 07-09-2018 17:09:11

மாநில கல்வியியல் ஆராய்ச்சி மற்றும் பயிற்சி நிறுவனம்
மேல்நிலை இயற்பியல்
பாடநூல் தயாரிப்பில் பணியாற்றியவர்கள்

பாட வல்லுநர் மற்றும் நெறியாளர்

பேராசிரியர் முனைவர். ரீட்டா ஜான்
பேராசிரியர் மற்றும் துறைத்தலைவர்
கோட்பாட்டு இயற்பியல் துறை
சென்னைப் பல்கலைக்கழகம், சென்னை.

மேலாய்வாளர்கள்

முனைவர். வி.என். மணி
முதன்மை அறிவியல் அறிஞர் F. Head (C– MET)
மின்னணுவியல் மற்றும் தகவல் தொழில்நுட்பத் துறை
ஹைதராபாத், இந்திய அரசு.

பேராசிரியர் முனைவர். பி. ரவீந்திரன்
இயற்பியல் துறை அடிப்படை மற்றும்
பயன்பாட்டு அறிவியல் துறை
தமிழ்நாடு மத்திய பல்கலைக்கழகம், திருவாரூர்.

முனைவர். ரஜீவ் ஷேஷா ஜோஷி
உதவிப் பேராசிரியர்
இயற்பியல் புலம்
கர்நாடகா மத்தியப்பல்கலைக்கழகம்.

பாடநூல் ஆசிரியர்கள்

முனைவர். க. இராஜராஜன்
இணைப் பேராசிரியர்
இயற்பியல் துறை, இராஜேஸ்வரி வேதாச்சலம்
அரசுக் கலைக் கல்லூரி செங்கல்பட்டு.

முனைவர். சா. ச. நெய்னா முஹம்மது
உதவிப் பேராசிரியர்
முதுகலை மற்றும் ஆராய்ச்சி இயற்பியல் துறை
அரசுக் கலைக் கல்லூரி
உடுமலைப்பேட்டை, திருப்பூர் மாவட்டம்.

திரு சி. ஜோசப் பிரபாகர்
உதவிப் பேராசிரியர்
முதுகலை மற்றும் ஆராய்ச்சி இயற்பியல் துறை
லயோலா கல்லூரி, சென்னை.

பாடநூல் மேம்படுத்துநர் குழு

பேராசிரியர் முனைவர். ரீட்டா ஜான்
பேராசிரியர் முனைவர். பி. ரவீந்திரன்
முனைவர். ரஜீவ் ஷேஷா ஜோசி

தமிழாக்கம் செய்தோர்

திரு. சி. ஸ்ரீதரன்
தலைமை ஆசிரியர்
அரசு மேல்நிலைப் பள்ளி
காரைக்குறிச்சிபுதூர், நாமக்கல் மாவட்டம்.

திரு. அ. கணேஷ்
தலைமை ஆசிரியர், அரசு மேல்நிலைப் பள்ளி
சோமங்கலம், காஞ்சிபுரம் மாவட்டம்.

திரு.ஏ. இளங்கோவன்
தலைமை ஆசிரியர், அரசு மேல்நிலைப் பள்ளி
இராமநாயக்கன் பேட்டை, வேலூர் மாவட்டம்.

திரு. மா. பழனிகுமார்
முதுகலைப் பட்டதாரி ஆசிரியர் (இயற்பியல்)
எம்.என்.எம்.எஸ்.பி செந்தில் குமார நாடார் மேல்நிலைப் பள்ளி
மல்லாங்கிணறு, விருதுநகர் மாவட்டம்.

முனைவர்.கொ. வாசுதேவன்
முதுகலைப் பட்டதாரி ஆசிரியர் (இயற்பியல்)
அரசு ஆ. தி. நல மேல்நிலைப் பள்ளி
களங்காணி, நாமக்கல் மாவட்டம்.

திரு த. தாமரைச்செல்வன்
முதுகலைப் பட்டதாரி ஆசிரியர் (இயற்பியல்)
மு.க.ஆ. அரசு ஆண்கள் மேல்நிலைப் பள்ளி
அறந்தாங்கி, புதுக்கோட்டை மாவட்டம்.

கலை மற்றும் வடிவமைப்புக் குழு

வரைபடம்
சசிகுமார்.K
துர்காதேவி.S

வடிவமைப்பு
அஸ்கர் அலி.மு

அட்டை வடிவமைப்பு– கதிர் ஆறுமுகம்

ஒருங்கிணைப்பாளர்
ரமேஷ் முனிசாமி

பாடநூல் கருத்துரைஞர் குழு

முனைவர். வே. சிவமாதவி
இணைப்பேராசிரியர் (இயற்பியல்)
பாரதி மகளிர் கல்லூரி (தன்னாட்சி), சென்னை.

மு. பழனிச்சாமி
தலைமை ஆசிரியர்
அரசு மேல்நிலைப்பள்ளி
கிருஷ்ணராயபுரம், கரூர் மாவட்டம்.

முனைவர். சீ. ரவி காசிவெங்கட்ராமன்
தலைமை ஆசிரியர்
அரசு பெண்கள் மேல்நிலைப் பள்ளி
தேசூர், திருவண்ணாமலை மாவட்டம்.

திரு.ந. தாமரைக்கண்ணன்
முதுகலைப் பட்டதாரி ஆசிரியர் (இயற்பியல்)
ஜெய்கோபால் கரோடியா தேசிய மேல்நிலைப் பள்ளி
தாம்பரம், சென்னை.

திரு.தி. சுப்பையா
முதுகலைப் பட்டதாரி ஆசிரியர் (இயற்பியல்)
அரசு மகளிர் மேல்நிலைப் பள்ளி
அச்சிறுப்பாக்கம், காஞ்சிபுரம் மாவட்டம்.

பாட ஒருங்கிணைப்பாளர்கள்

திருமதி. பா. நந்தா
முதுநிலை விரிவுரையாளர்
மாநிலக் கல்வியியல் ஆராய்ச்சி மற்றும் பயிற்சி நிறுவனம்
சென்னை.

திருமதி. த. சண்முகசுந்தரி
பட்டதாரி ஆசிரியை (அறிவியல்)
ஊராட்சி ஒன்றிய நடுநிலைப் பள்ளி
மேலதுலுக்கன்குளம், காரியாப்பட்டி ஒன்றியம்
விருதுநகர் மாவட்டம்.

திரு. ஞா. அருள்ராஜா
பட்டதாரி ஆசிரியர் (கணிதம்)
ம.க.வி. அரசு ஆண்கள் மேல்நிலைப் பள்ளி
ஆரணி, திருவள்ளூர் மாவட்டம்.

தகவல் தொழிநுட்ப ஒருங்கிணைப்பாளர்கள்

திரு.ஞா. பெர்ஜின்
முதுகலை ஆசிரியர் இயற்பியல்
அரசு ஆண்கள் மேல்நிலைப் பள்ளி
சாயல்குடி, இராமநாதபுரம் மாவட்டம்.

திருமதி. A. சரண்யா
இடைநிலை ஆசிரியை
ஊராட்சி ஒன்றிய ஆரம்பப் பள்ளி, செல்லத்தாபாளையம்,
முடக்குறிச்சி ஒன்றியம், ஈரோடு மாவட்டம்.

திரு. காமேஷ்
இடைநிலை ஆசிரியர்
பிஞ்சனூர், நல்லூர் ஒன்றியம், கடலூர் மாவட்டம்.

விரைவுக் குறியீடு மேலாண்மைக் குழு

திரு. R. ஜெகநாதன்
ஊராட்சி ஒன்றிய நடுநிலைப் பள்ளி
கணேசபுரம், போளூர்
திருவண்ணாமலை மாவட்டம்.

திரு. N. ஜெகன்
அரசு ஆண்கள் மேல்நிலைப் பள்ளி
உத்திரமேரூர், காஞ்சிபுரம் மாவட்டம்.

திரு. J. F. பால் எட்வின் ராய்
ஊராட்சி ஒன்றிய நடுநிலைப் பள்ளி
இராக்கிப்பட்டி, சேலம் மாவட்டம்.

தட்டச்சு செய்தவர்

திருமதி. தெ. கவிதா

இந்நூல் 80ஜி.எஸ்.எம். எலிகண்ட் மேப்லித்தோ தாளில் அச்சிடப்பட்டுள்ளது.

ஆப்செட் முறையில் அச்சிட்டோர்:

குறிப்பு

குறிப்பு