

১। ভেক্টর

১। যদি $\vec{A} = 3\hat{i} - \hat{j} - 2\hat{k}$ ও $\vec{B} = 2\hat{i} + 3\hat{j} + \hat{k}$ হয় তবে

$|\vec{A} \times \vec{B}| =$ কত?

$$\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 3 & -1 & -2 \\ 2 & 3 & 1 \end{vmatrix}$$

$$= \hat{i}(-1+6) - \hat{j}(3+4) + \hat{k}(9+2) = 5\hat{i} - 7\hat{j} + 11\hat{k}$$

$$|\vec{A} \times \vec{B}| = \sqrt{5^2 + (-7)^2 + 11^2} = \sqrt{25+49+121} = 13.96 \text{ (Ans.)}$$

২। যদি $\vec{A} = 6\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$ ও $\vec{B} = 2\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}$ হয় তবে

$\vec{A} \cdot \vec{B} =$ কত?

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$$

$$= (6)(2) + (-3)(2) + (2)(1) = 12 - 6 + 2 = 8 \text{ (Ans.)}$$

৩। $\vec{A} = 5\hat{i} + 2\hat{j} - 3\hat{k}$ ও $\vec{B} = 15\hat{i} + a\hat{j} - 9\hat{k}$ । a এর মান কত

হলে \vec{A} ও \vec{B} পরস্পর সমান্তরাল হবে?

\vec{A} ও \vec{B} পরস্পর সমান্তরাল হবে যদি $|\vec{A} \times \vec{B}| = 0$ হয়।

$$\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 5 & 2 & -3 \\ 15 & a & -9 \end{vmatrix}$$

$$\Rightarrow \vec{A} \times \vec{B} = \hat{i}(-18+3a) - \hat{j}(-45+45) + \hat{k}(5a-30)$$

$$\Rightarrow \vec{A} \times \vec{B} = \hat{i}(3a-18) + \hat{k}(5a-30)$$

$$\therefore |\vec{A} \times \vec{B}| = \sqrt{(3a-18)^2 + (5a-30)^2}$$

প্রথমতে, \vec{A} ও \vec{B} পরস্পর সমান্তরাল হলে $|\vec{A} \times \vec{B}| = 0$

$$\therefore \sqrt{(3a-18)^2 + (5a-30)^2} = 0$$

$$\Rightarrow (3a-18)^2 + (5a-30)^2 = 0 \text{ [উভয় পক্ষকে বর্গ করে]}$$

$$\Rightarrow 3^2(a-6)^2 + 5^2(a-6)^2 = 0$$

$$\Rightarrow (a-6)^2(3^2+5^2) = 0$$

$$\Rightarrow (a-6)^2 = 0 \text{ উভয় পক্ষকে } (3^2+5^2) \text{ দ্বারা ভাগ করে}$$

$$\therefore a = 6 \text{ (Ans.)}$$

৪। $\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - 5\hat{k}$ ও $\vec{B} = m\hat{i} + 2\hat{j} - 10\hat{k}$ । m এর

মান কত হলে \vec{A} ও \vec{B} পরস্পর লম্ব হবে।

\vec{A} ও \vec{B} পরস্পর লম্ব হলে $\vec{A} \cdot \vec{B} = 0$ হবে।

$$\Rightarrow (2)(m) + (3)(2) + (-5)(-10) = 2m + 6 + 50 = 0$$

$$\Rightarrow m = \frac{-56}{2} \therefore m = -28 \text{ (Ans.)}$$

৫। $\vec{A} = 2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}$ ও $\vec{B} = 6\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$ হলে \vec{A} ও \vec{B} এর মধ্যবর্তী কোণ নির্ণয় কর।

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \theta$$

$$\vec{A} \text{ ও } \vec{B} \text{ এর মধ্যবর্তী কোণ, } \theta = \cos^{-1} \frac{\vec{A} \cdot \vec{B}}{|\vec{A}| |\vec{B}|}$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z = (2)(6) + (2)(-3) + (-1)(2) = 12 - 6 - 2 = 4$$

$$|\vec{A}| = \sqrt{2^2 + 2^2 + (-1)^2} = \sqrt{9} = 3$$

$$|\vec{B}| = \sqrt{6^2 + (-3)^2 + 2^2} = \sqrt{36+9+4} = \sqrt{49} = 7$$

$$\therefore \theta = \cos^{-1} \frac{\vec{A} \cdot \vec{B}}{|\vec{A}| |\vec{B}|} = \cos^{-1} \frac{4}{(3)(7)} = \cos^{-1} \frac{4}{21}$$

$$\therefore \theta = 79.02^\circ \text{ (Ans.)}$$

৬। ভেক্টর $\vec{B} = 6\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$ এর উপর ভেক্টর

$\vec{A} = 2\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ নির্ণয় কর।

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \theta$$

$$A \text{ এর লম্ব অভিক্ষেপ, } A \cos \theta = \frac{\vec{A} \cdot \vec{B}}{|\vec{B}|}$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$$

$$= (2)(6) + (2)(-3) + (1)(2) = 12 - 6 + 2 = 8$$

$$|\vec{B}| = \sqrt{6^2 + (-3)^2 + 2^2} = \sqrt{36+9+4} = \sqrt{49} = 7$$

$$A \text{ এর লম্ব অভিক্ষেপ} = \frac{\vec{A} \cdot \vec{B}}{|\vec{B}|} = \frac{8}{7}$$

৭। $\vec{A} = 3\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}$, $\vec{B} = \hat{i} + 2\hat{j} - 3\hat{k}$ ও $\vec{C} = \hat{i} + \hat{j} + 2\hat{k}$

হলে প্রমাণ কর যে, $\vec{A} \cdot (\vec{B} \times \vec{C}) = (\vec{A} \times \vec{B}) \cdot \vec{C}$

$$\vec{B} \times \vec{C} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 1 & 2 & -3 \\ 1 & 1 & 2 \end{vmatrix}$$

$$\text{বা, } \vec{B} \times \vec{C} = \hat{i}(4+3) - \hat{j}(2+3) + \hat{k}(1-2) = 7\hat{i} - 5\hat{j} - \hat{k}$$

$$\text{L.H.S} = \vec{A} \cdot (\vec{B} \times \vec{C})$$

$$= (3)(7) + (2)(-5) + (1)(-1) = 21 - 10 - 1 = 10$$

$$\text{এখন, } \vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 3 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & -3 \end{vmatrix}$$

$$\text{বা, } \vec{A} \times \vec{B} = \hat{i}(-6-2) - \hat{j}(-9-1) + \hat{k}(6-2) = -8\hat{i} + 10\hat{j} + 4\hat{k}$$

$$\therefore \text{R.H.S} = (\vec{A} \times \vec{B}) \cdot \vec{C} = (-8)(1) + (10)(1) + (4)(2) = -8 + 10 + 8 = 10$$

$$\therefore \text{L.H.S} = \text{R.H.S}$$

অর্থাৎ, $\vec{A} \cdot (\vec{B} \times \vec{C}) = (\vec{A} \times \vec{B}) \cdot \vec{C}$ (Proved.)

৮। $\vec{A} = \hat{i} + 3\hat{j} + 2\hat{k}$, $\vec{B} = \hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}$ ও $\vec{C} = 2\hat{i} - 3\hat{j} + 4\hat{k}$

হলে প্রমাণ কর যে, $(\vec{B} + \vec{C}) \times \vec{A} = \vec{B} \times \vec{A} + \vec{C} \times \vec{A}$

$$(\vec{B} + \vec{C}) = (1+2)\hat{i} + (2-3)\hat{j} + (-1+4)\hat{k} = 3\hat{i} - \hat{j} + 3\hat{k}$$

$$\therefore \text{L.H.S} = (\vec{B} + \vec{C}) \times \vec{A} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 3 & -1 & 3 \\ 1 & 3 & 2 \end{vmatrix}$$

$$= \hat{i}(-2-9) - \hat{j}(6-3) + \hat{k}(9+1) = -11\hat{i} - 3\hat{j} + 10\hat{k}$$

$$\text{আবার, } \vec{B} \times \vec{A} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 1 & 2 & -1 \\ 1 & 3 & 2 \end{vmatrix}$$

$$= \hat{i}(4+3) - \hat{j}(2+1) + \hat{k}(3-2) = 7\hat{i} - 3\hat{j} + \hat{k}$$

$$\vec{C} \times \vec{A} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & -3 & 4 \\ 1 & 3 & 2 \end{vmatrix}$$

$$= \hat{i}(-6-12) - \hat{j}(4-4) + \hat{k}(6+3) = -18\hat{i} + 9\hat{k}$$

$$\text{R.H.S} = \vec{B} \times \vec{A} + \vec{C} \times \vec{A} = 7\hat{i} - 3\hat{j} + \hat{k} - 18\hat{i} + 9\hat{k} = -11\hat{i} - 3\hat{j} + 10\hat{k}$$

অর্থাৎ, $(\vec{B} + \vec{C}) \times \vec{A} = \vec{B} \times \vec{A} + \vec{C} \times \vec{A}$ (Proved.)

৯। $\vec{A} = 9\hat{i} + \hat{j} - 6\hat{k}$ এবং $\vec{B} = 4\hat{i} - 6\hat{j} + 5\hat{k}$ ভেক্টর দুটির গুনফল নির্ণয় করে দেখাও যে, এরা পরস্পরের উপর লম্ব।

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z = (9)(4) + (1)(-6) + (-6)(5) = 36 - 6 - 30 = 0$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = ABC \cos \theta = 0$$

$$\text{কিন্তু } A \neq 0, B \neq 0 \therefore \cos \theta = 0$$

$$\text{বা, } \cos \theta = \cos 90^\circ \therefore \theta = 90^\circ$$

অতএব \vec{A} ও \vec{B} পরস্পরের উপর লম্ব।

১০। যদি $\vec{A} = A_x \hat{i} + A_y \hat{j} + A_z \hat{k}$ ও $\vec{B} = B_x \hat{i} + B_y \hat{j} + B_z \hat{k}$

হয় তবে দেখাও যে, $\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = (A_x \hat{i} + A_y \hat{j} + A_z \hat{k}) \cdot (B_x \hat{i} + B_y \hat{j} + B_z \hat{k})$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x (\hat{i} \cdot \hat{i}) + A_x B_y (\hat{i} \cdot \hat{j}) + A_x B_z (\hat{i} \cdot \hat{k}) + A_y B_x (\hat{j} \cdot \hat{i}) + A_y B_y (\hat{j} \cdot \hat{j}) + A_y B_z (\hat{j} \cdot \hat{k}) + A_z B_x (\hat{k} \cdot \hat{i}) + A_z B_y (\hat{k} \cdot \hat{j}) + A_z B_z (\hat{k} \cdot \hat{k})$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x (1) + A_x B_y (0) + A_x B_z (0) + A_y B_x (0) + A_y B_y (1) + A_y B_z (0) + A_z B_x (0) + A_z B_y (0) + A_z B_z (1)$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x + 0 + 0 + 0 + A_y B_y + 0 + 0 + 0 + A_z B_z$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z \quad (\text{ Proved})$$

১১। যদি $\vec{A} = 2\hat{i} + 4\hat{j} - 5\hat{k}$ ও $\vec{B} = \hat{i} + 2\hat{j} + 3\hat{k}$ ভেক্টর দুয়ের লব্ধি ভেক্টরের সমান্তরাল একক ভেক্টর নির্ণয় কর।

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} = 2\hat{i} + 4\hat{j} - 5\hat{k} + \hat{i} + 2\hat{j} + 3\hat{k}$$

$$\therefore \vec{R} = 3\hat{i} + 6\hat{j} - 2\hat{k}$$

$$R \text{ এর সমান্তরাল একক ভেক্টর } \hat{a} = \frac{\vec{R}}{|\vec{R}|}$$

$$|\vec{R}| = \sqrt{3^2 + 6^2 + (-2)^2} = \sqrt{9 + 36 + 4} = \sqrt{49} = 7$$

$$\therefore \hat{a} = \frac{\vec{R}}{|\vec{R}|} = \frac{3\hat{i} + 6\hat{j} - 2\hat{k}}{7} = \frac{3}{7}\hat{i} + \frac{6}{7}\hat{j} - \frac{2}{7}\hat{k} \quad (\text{Ans.})$$

১২। একই বিন্দুতে ত্রিভুজীয় দুটি সমান মানের ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণ কত হলে এদের লব্ধির মান যে কোন একটি ভেক্টরের সমান হবে?

$$R^2 = P^2 + Q^2 + 2PQ \cos \alpha$$

$$\text{বা, } X^2 = X^2 + X^2 + 2X \cdot X \cdot \cos \alpha$$

$$\text{বা, } X^2 - X^2 - X^2 = 2X^2 \cos \alpha$$

$$\text{বা, } -X^2 = 2X^2 \cos \alpha$$

$$\text{বা, } \cos \alpha = -\frac{X^2}{2X^2}$$

$$\text{বা, } \cos \alpha = -\frac{1}{2}$$

$$\text{বা, } \alpha = \cos^{-1} \left(-\frac{1}{2} \right)$$

$$\therefore \alpha = 120^\circ \quad (\text{Ans.})$$

১৩। অবস্থান ভেক্টর $\vec{r} = x \hat{i} + y \hat{j} + z \hat{k}$ কে ব্যবকলন করে কিভাবে বেগ ও ত্বরণ পাওয়া যায়?

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \text{বেগ, } \vec{v} &= \frac{d\vec{r}}{dt} \\ &= \frac{d}{dt} (x \hat{i} + y \hat{j} + z \hat{k}) \\ &= \frac{dx}{dt} \hat{i} + \frac{dy}{dt} \hat{j} + \frac{dz}{dt} \hat{k} \quad (\text{Ans.}) \end{aligned}$$

$$\text{আবার, ত্বরণ } \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{dx}{dt} \hat{i} + \frac{dy}{dt} \hat{j} + \frac{dz}{dt} \hat{k} \right)$$

$$= \frac{d^2x}{dt^2} \hat{i} + \frac{d^2y}{dt^2} \hat{j} + \frac{d^2z}{dt^2} \hat{k} \quad (\text{Ans.})$$

১৪। $\vec{P} = t^2\hat{i} - t\hat{j} + (2t+1)\hat{k}$ ও $\vec{Q} = 5t\hat{i} + t\hat{j} - t^3\hat{k}$

$$\frac{d}{dt}(\vec{P} \cdot \vec{Q}) = ? \quad \frac{d}{dt}(\vec{P} \times \vec{Q}) = ?$$

$$\vec{P} \cdot \vec{Q} = (t^2)(5t) + (-t)(t) + (2t+1)(-t^3)$$

$$\Rightarrow \vec{P} \cdot \vec{Q} = 5t^3 - t^2 - 2t^4 - t^3$$

$$\vec{P} \cdot \vec{Q} = -2t^4 + 4t^3 - t^2$$

$$\Rightarrow \frac{d}{dt}(\vec{P} \cdot \vec{Q}) = \frac{d}{dt}(-2t^4 + 4t^3 - t^2)$$

$$\therefore \frac{d}{dt}(\vec{P} \cdot \vec{Q}) = -8t^3 + 12t^2 - 2t$$

$$\vec{P} \times \vec{Q} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ t^2 & -t & 2t+1 \\ 5t & t & -t^3 \end{vmatrix}$$

$$\therefore \vec{P} \times \vec{Q} = \hat{i}(t^4 - 2t^2 - t) + \hat{j}(10t^2 + 5t + t^5) + \hat{k}(t^3 + 5t^2)$$

$$\frac{d}{dt}(\vec{P} \times \vec{Q}) = \frac{d}{dt} \left\{ \hat{i}(t^4 - 2t^2 - t) + \hat{j}(10t^2 + 5t + t^5) + \hat{k}(t^3 + 5t^2) \right\}$$

$$\Rightarrow \frac{d}{dt}(\vec{P} \times \vec{Q}) = \frac{d}{dt}(t^4 - 2t^2 - t)\hat{i}$$

$$+ \frac{d}{dt}(t^5 + 10t^2 + 5t)\hat{j} + \frac{d}{dt}(t^3 + 5t^2)\hat{k}$$

$$\therefore \frac{d}{dt}(\vec{P} \times \vec{Q}) = (4t^3 - 4t - 1)\hat{i} + (5t^4 + 20t + 5)\hat{j} + (3t^2 + 10t)\hat{k} \quad (\text{Ans.})$$

১৫। $\vec{P} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - 4\hat{k}$, $\vec{Q} = \hat{i} - 2\hat{j} + 3\hat{k}$ ভেক্টর দুই যে তলে অবস্থান করে তার উলম্বদিকে একটি একক ভেক্টর নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

দুটি ভেক্টরের ক্রস গুনফল ভেক্টর দুটি দ্বারা গঠিত সমতলের উপর লম্ব হয়। সেই লম্ব ভেক্টরের সমান্তরাল একক ভেক্টরই হবে সমতলের উলম্ব

দিকে একক ভেক্টর। ধরি, সেই ভেক্টর \hat{a} , $\hat{a} = \pm \frac{\vec{P} \times \vec{Q}}{|\vec{P} \times \vec{Q}|}$

$$\vec{P} \times \vec{Q} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & 3 & -4 \\ 1 & -2 & 3 \end{vmatrix} = \hat{i}(9-8) - \hat{j}(6+4) + \hat{k}(-4-3)$$

$$\therefore \vec{P} \times \vec{Q} = \hat{i} - 10\hat{j} - 7\hat{k}$$

\vec{P} ও \vec{Q} যে তলে অবস্থিত তার উলম্ব দিকে ভেক্টর

$$\therefore \hat{a} = \frac{\pm(\vec{P} \times \vec{Q})}{|\vec{P} \times \vec{Q}|} = \frac{\pm(\hat{i} - 10\hat{j} - 7\hat{k})}{\sqrt{(1)^2 + (-10)^2 + (-7)^2}}$$

$$\therefore \hat{a} = \pm \frac{(\hat{i} - 10\hat{j} - 7\hat{k})}{\sqrt{150}} \quad (\text{Ans.})$$

১৬। কোন একটি কণার অবস্থান ভেক্টর

$$\vec{r} = [(3.5\text{ms}^{-1})t + 4.2\text{m}]\hat{i} + [5.3\text{ms}^{-1}t]\hat{j} \text{ হলে বেগ } V \text{ নির্ণয় কর।}$$

আমরা জানি, $V = \frac{d\vec{r}}{dt}$

$$V = \frac{d}{dt} \left\{ [(3.5\text{ms}^{-1})t + 4.2\text{m}]\hat{i} + [5.3\text{ms}^{-1}t]\hat{j} \right\}$$

$$\therefore V = 3.5\hat{i} + 5.3\hat{j} \quad (\text{Ans.})$$

১৭। প্রমাণ কর : $(\vec{A} \times \vec{B})^2 + (\vec{A} \cdot \vec{B})^2 = A^2 B^2$

$$\begin{aligned} LHS &= |(\vec{A} \times \vec{B})|^2 + (\vec{A} \cdot \vec{B})^2 \\ &= (\hat{n}AB \sin \theta)^2 + (AB \cos \theta)^2 \\ &= \hat{n}^2 A^2 B^2 \sin^2 \theta + A^2 B^2 \cos^2 \theta \\ &= 1 \cdot A^2 B^2 \sin^2 \theta + A^2 B^2 \cos^2 \theta \\ &= A^2 B^2 (\sin^2 \theta + \cos^2 \theta) \\ &= A^2 B^2 \cdot 1 = A^2 B^2 \therefore L.H.S = R.H.S \quad (\text{Proved}) \end{aligned}$$

১৮। $\vec{P} = \hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k}$ এবং $\vec{Q} = 3\hat{i} - 6\hat{j} + 3\hat{k}$ হলে দেখাও যে, \vec{P} ও \vec{Q} পরস্পর সমান্তরাল।

\vec{P} ও \vec{Q} পরস্পর সমান্তরাল হবে যদি $|\vec{P} \times \vec{Q}| = 0$ হয়।

$$\vec{P} \times \vec{Q} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 1 & -2 & 1 \\ 3 & -6 & 3 \end{vmatrix} = \hat{i}(-6+6) - \hat{j}(3-3) + \hat{k}(-6+6)$$

$$\Rightarrow \vec{P} \times \vec{Q} = \hat{i}(0) - \hat{j}(0) + \hat{k}(0) = 0 + 0 + 0 = 0$$

$\therefore |\vec{P} \times \vec{Q}| = 0 \therefore \vec{P} \times \vec{Q} = 0 \therefore \vec{P}$ ও \vec{Q} পরস্পর সমান্তরাল। (প্রমাণিত)

১৯। $\vec{P} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - 4\hat{k}$ এবং $\vec{Q} = -2\hat{i} + \hat{j} + 3\hat{k}$ ভেক্টর দুই যে তলে অবস্থিত তার উলম্বদিকে একটি একক ভেক্টর নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

দুটি ভেক্টরের ক্রস গুনফল ভেক্টর দুটি দ্বারা গঠিত সমতলের উপর লম্ব হয়। সেই লম্ব ভেক্টরের সমান্তরাল একক ভেক্টরই হবে সমতলের উলম্ব দিকে একক

ভেক্টর। ধরি, সেই ভেক্টর \hat{n} , $\hat{n} = \pm \frac{\vec{P} \times \vec{Q}}{|\vec{P} \times \vec{Q}|}$

$$\vec{P} \times \vec{Q} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & 3 & -4 \\ -2 & 1 & 3 \end{vmatrix} = \hat{i}(9+4) - \hat{j}(6-8) + \hat{k}(2+6)$$

$$\therefore \vec{P} \times \vec{Q} = 13\hat{i} + 2\hat{j} + 8\hat{k}$$

$$\text{আবার, } |\vec{P} \times \vec{Q}| = \sqrt{13^2 + 2^2 + 8^2} \therefore |\vec{P} \times \vec{Q}| = \sqrt{237}$$

$$\therefore \hat{n} = \pm \frac{\vec{P} \times \vec{Q}}{|\vec{P} \times \vec{Q}|} = \pm \frac{13\hat{i} + 2\hat{j} + 8\hat{k}}{\sqrt{237}}$$

$$\therefore \hat{n} = \pm \left(\frac{13}{\sqrt{237}}\hat{i} + \frac{2}{\sqrt{237}}\hat{j} + \frac{8}{\sqrt{237}}\hat{k} \right) \text{ (Ans.)}$$

২০। $\vec{P} = 4\hat{i} - 4\hat{j} + \hat{k}$ এবং $\vec{Q} = 2\hat{i} - 2\hat{j} - \hat{k}$ ভেক্টরদ্বয় একটি সমান্তরিকের দুটি সন্নিহিত বাহু নির্দেশ করলে এর ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর।

আমরা জানি, দুটি ভেক্টর একটি সমান্তরিকের দুটি সন্নিহিত বাহু নির্দেশ করলে ঐ সমান্তরিকের ক্ষেত্রফল হবে ভেক্টর দুটির ক্রস গুণফলের মানের সমান। $|\vec{P} \times \vec{Q}|$ = সমান্তরিকের ক্ষেত্রফল।

এখন,

$$\vec{P} \times \vec{Q} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 4 & -4 & 1 \\ 2 & -2 & -1 \end{vmatrix} = \hat{i}(4+2) - \hat{j}(-4-2) + \hat{k}(-8+8)$$

$$\Rightarrow \vec{P} \times \vec{Q} = 6\hat{i} + 6\hat{j}$$

$$\therefore |\vec{P} \times \vec{Q}| = \sqrt{6^2 + 6^2} = \sqrt{72} = 8.49 \text{ একক (Ans.)}$$

২১। $\vec{P} = 2\hat{i} + m\hat{j} - 3\hat{k}$ ও $\vec{Q} = 10\hat{i} - 5\hat{j} - 15\hat{k}$ । m এর মান কত হলে \vec{P} ও \vec{Q} পরস্পর সমান্তরাল হবে?

\vec{P} ও \vec{Q} পরস্পর সমান্তরাল হবে যদি $|\vec{P} \times \vec{Q}| = 0$ হয়।

$$\vec{P} \times \vec{Q} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & m & -3 \\ 10 & -5 & -15 \end{vmatrix}$$

$$\Rightarrow \vec{P} \times \vec{Q} = \hat{i}(-15m-15) - \hat{j}(-30+30) + \hat{k}(-10-10m)$$

$$\Rightarrow \vec{P} \times \vec{Q} = \hat{i}(-15m-15) + \hat{k}(-10-10m)$$

$$\therefore |\vec{P} \times \vec{Q}| = \sqrt{(-15m-15)^2 + (-10-10m)^2}$$

প্রশ্নমতে, \vec{P} ও \vec{Q} পরস্পর সমান্তরাল হলে, $|\vec{P} \times \vec{Q}| = 0$

$$\therefore \sqrt{(-15m-15)^2 + (-10-10m)^2} = 0$$

$$\Rightarrow (-15m-15)^2 + (-10-10m)^2 = 0 \text{ [উভয় পক্ষ কে বর্গ করে]}$$

$$\Rightarrow -15^2(m+1)^2 - 10^2(m+1)^2 = 0$$

$$\Rightarrow (m+1)^2(-15^2-10^2) = 0$$

$$\Rightarrow (m+1)^2 = 0 \text{ উভয় পক্ষ কে } (-15^2-10^2) \text{ দ্বারা ভাগ করে}$$

$$\therefore m = -1 \text{ (Ans.)}$$

২২। $\vec{A} = 2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}$ এবং $\vec{B} = 6\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$ দু'টি ভেক্টর রাশি। এদের লম্ব অভিমুখে একটি একক ভেক্টর নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

দুটি ভেক্টরের ক্রস গুণফল ভেক্টর দুটি দ্বারা গঠিত সমতলের উপর লম্ব হয়। সেই লম্ব ভেক্টরের সমান্তরাল একক ভেক্টরই হবে সমতলের উল্লম্ব

$$\text{দিকে একক ভেক্টর। ধরি, সেই ভেক্টর } \hat{n}, \hat{n} = \pm \frac{\vec{P} \times \vec{Q}}{|\vec{P} \times \vec{Q}|}$$

$$\vec{P} \times \vec{Q} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & 2 & -1 \\ 6 & -3 & 2 \end{vmatrix} = \hat{i}(4-3) - \hat{j}(4+6) + \hat{k}(-6-12)$$

$$\therefore \vec{P} \times \vec{Q} = \hat{i} - 10\hat{j} - 18\hat{k}$$

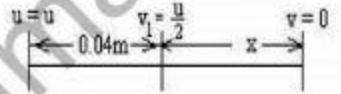
$$\text{আবার, } |\vec{P} \times \vec{Q}| = \sqrt{1^2 + (-10)^2 + (-18)^2} \therefore |\vec{P} \times \vec{Q}| = \sqrt{425}$$

$$\therefore \hat{n} = \pm \frac{\vec{P} \times \vec{Q}}{|\vec{P} \times \vec{Q}|} = \pm \frac{\hat{i} - 10\hat{j} - 18\hat{k}}{\sqrt{425}} \text{ (Ans.)}$$

২। রৈখিক গতি

১। একটি বন্দুকের গুলি কোন দেওয়ালের মধ্যে 0.04m প্রবেশ করার পর অর্ধেক বেগ হারায়। গুলিটি দেওয়ালের মধ্যে আর কতটুকু প্রবেশ করবে?

মনে করি,



লক্ষ্যস্থলে প্রবেশের মুহূর্তে গুলির আদিবেগ = u
এবং গুলিটি আরও x মিটার দূরত্ব প্রবেশ করবে।

$$\therefore 0.04 \text{ m প্রবেশ করার পর বেগ হবে } = \frac{u}{2}$$

এবং শেষ বেগ হবে 0 (শূন্য)।

আমরা জানি, প্রথম অংশের জন্য

$$\left(\frac{u}{2}\right)^2 = u^2 - 2a(0.04)$$

$$\Rightarrow 0.08a = u^2 - \frac{u^2}{4}$$

$$\therefore a = \frac{3u^2}{4 \times 0.08} = \frac{3u^2}{0.32} \text{ (1)}$$

দ্বিতীয় অংশের জন্য,

$$0 = \left(\frac{u}{2}\right)^2 - 2ax$$

$$\text{বা, } 0 = \left(\frac{u}{2}\right)^2 - 2 \times \frac{3u^2}{0.32} \times x$$

$$\text{বা, } \frac{6u^2x}{0.32} = \frac{u^2}{4}$$

$$\therefore x = \frac{0.32}{6 \times 4} = 0.0133 \text{ m (Ans.)}$$

২। 50 মিটার উঁচু থেকে একটি বস্তু ভূমিতে পতিত হয়।

(ক) ভূমিতে পৌঁছতে এর কত সময় লাগবে?

(খ) ভূমিতে পৌঁছবার পূর্ব মুহূর্তে এর বেগ কত হবে?

$$\text{(ক) } h = ut + \frac{1}{2}gt^2$$

$$\Rightarrow 50 = 0 + \frac{1}{2}9.8 \times t^2$$

$$\Rightarrow 50 = 4.9t^2$$

$$\Rightarrow t^2 = \frac{50}{4.9}$$

$$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{50}{4.9}}$$

এখানে,

উচ্চতা, $h = 50\text{m}$

আদিবেগ, $u = 0$

$g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

(ক) সময়, $t =$ কত?

(খ) শেষ বেগ, $v =$ কত?

$$\therefore t = 3.19 \text{ s (Ans.)}$$

আবার,

$$(খ) v = u + gt$$

$$\Rightarrow v = 0 + 9.8 \times 3.19$$

$$\therefore v = 31.26 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

৩। 20 ms^{-1} বেগে গতিশীল একটি বস্তুর বেগ প্রতি সেকেন্ডে 3 ms^{-1}

হারে হ্রাস পায়। খেমে যাওয়ার আগে বস্তুটি কত দূরত্ব অতিক্রম করবে?

আমরা জানি, $v^2 = u^2 - 2as$

$$\text{বা, } 0 = 20^2 - 2(3)s$$

$$\text{বা, } 6s = 400$$

$$\text{বা, } s = \frac{400}{6}$$

$$\therefore s = 66.7 \text{ m (Ans.)}$$

এখানে,

আদিবেগ, $u = 20 \text{ ms}^{-1}$

মন্দন, $a = 3 \text{ ms}^{-2}$

শেষবেগ, $v = 0$

ধামার আগে বস্তুটি কতক

অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = ?$

৪। উপরের দিকে নিক্ষেপ্ত একটি বল টেলিফোন তারকে 0.70 ms^{-1}

দ্রুতিতে আঘাত করে। ছোড়ার স্থান থেকে তারটির উচ্চতা 5.1 m হলে

বলটির আদি দ্রুতি কত ছিল?

আমরা জানি,

$$v^2 = u^2 - 2gh$$

$$\Rightarrow (0.7)^2 = u^2 - 2 \times 9.8 \times 5.1$$

$$\Rightarrow u^2 = (0.7)^2 + 2 \times 9.8 \times 5.1$$

$$\Rightarrow u^2 = 0.49 + 99.96$$

$$\Rightarrow u^2 = 100.45$$

$$\therefore u = \sqrt{100.45} = 10.02 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

৫। একটি ট্রেন 3 ms^{-2} সমত্বরণে চলছে এবং আদিবেগ 10 m/s ট্রেনটি

যখন 60 m পথ অতিক্রম করবে তখন এর বেগ কত হবে।

আমরা জানি,

$$v^2 = u^2 + 2as$$

$$\Rightarrow v^2 = 10^2 + 2 \times 3 \times 60$$

$$\Rightarrow v^2 = 100 + 360$$

$$\Rightarrow v^2 = 460$$

$$\therefore v = \sqrt{460} = 21.447 = 21.45 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

৬। একটি বস্তুকে 98 ms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলে

দেখাও যে, 3 Sec ও 17 Sec সময়ে বস্তুর বেগদ্বয় সমান কিন্তু দিক

বিপরীত মুখী।

আমরা জানি,

৩ সেকেন্ড পরে বেগ

$$v_1 = u - gt_1$$

$$\text{বা, } v_1 = 98 - 9.8 \times 3$$

$$\text{বা, } v_1 = 98 - 29.4$$

$$\therefore v_1 = 68.6 \text{ ms}^{-1}$$

আবার, 17 সেকেন্ড পরে বেগ

$$v_2 = u - gt_2$$

$$\text{বা, } v_2 = 98 - 9.8 \times 17$$

$$\text{বা, } v_2 = 98 - 166.6$$

$$\therefore v_2 = -68.6 \text{ ms}^{-1}$$

\therefore 3 সেকেন্ড ও 17 সেকেন্ড পরে বেগ দুই সমান ও বিপরীত (প্রমাণিত)

৭। $s = \frac{1}{3} t^3 + 3t$ সূত্রানুসারে একটি বস্তু সরল রেখায় চলছে।

২ সেকেন্ড পর এর বেগ কত হবে?

আমরা জানি,

$$v = \frac{ds}{dt}$$

$$\Rightarrow v = \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{3} t^3 + 3t \right)$$

$$\Rightarrow v = \frac{1}{3} \times 3t^2 + 3$$

$$\Rightarrow v = t^2 + 3$$

$$\Rightarrow v = 2^2 + 3 \text{ [t এর মান বসিয়ে]}$$

$$\therefore v = 7 \text{ একক (Ans.)}$$

৮। 54 kmh^{-1} বেগে চলন্ত একটি রেল গাড়িতে স্টেশন থেকে কিছু দূরে

0.75 ms^{-2} মন্দন সৃষ্টিকারী ব্রেক দেওয়ায় গাড়িটি স্টেশনে এসে খেমে গেল।

স্টেশন থেকে কত দূরে ব্রেক দেওয়া হয়েছিল এবং গাড়িটি থামতে কত

সময় লেগেছিল?

আমরা জানি,

$$v^2 = u^2 - 2as$$

$$\Rightarrow 0 = 15^2 - 2 \times 0.75 \times s$$

$$\Rightarrow s = \frac{15 \times 15}{2 \times 0.75} \text{ m}$$

$$\therefore s = 150 \text{ m (Ans.)}$$

আবার, $v = u - at$

$$\Rightarrow 0 = 15 - 0.75 \times t$$

$$\Rightarrow t = \frac{15}{0.75} \text{ s}$$

$$\therefore t = 20 \text{ s (Ans.)}$$

৯। একটি বস্তু স্থির অবস্থান হতে যাত্রা শুরু করে প্রথম সেকেন্ডে 1 m দূরত্ব

অতিক্রম করে। পরবর্তী 1 m দূরত্ব অতিক্রম করতে কত সময় লাগবে।

আমরা জানি,

$$s_1 = ut_1 + \frac{1}{2} at_1^2$$

$$\Rightarrow 1 = 0 + \frac{1}{2} a(1)^2$$

$$\Rightarrow 1 = \frac{a}{2}$$

$$\therefore a = 2 \text{ ms}^{-2}$$

এখন প্রথম থেকে $s_2 = (1 \text{ m} + 1) = 2 \text{ m}$ দূরত্ব অতিক্রম করতে সময় লাগে = t_2

$$s_2 = ut_2 + \frac{1}{2} at_2^2$$

$$\Rightarrow 2 = 0 + \frac{1}{2} \times 2 \times t_2^2$$

$$\Rightarrow t_2^2 = 2$$

$$\therefore t_2 = \sqrt{2} = 1.414 \text{ s}$$

শেষের 1 m দূরত্ব অতিক্রম করতে সময়

লাগে, $t = t_2 - t_1 = (1.414 - 1) \text{ s} = 0.414 \text{ s (Ans.)}$

এখানে,

সময়, $t = 2 \text{ Sec}$

বেগ, $v = ?$

এখানে,

আদিবেগ, $u = 54 \text{ kmh}^{-1}$

$$= \frac{54 \times 1000}{3600} \text{ ms}^{-1}$$

$$= 15 \text{ ms}^{-1}$$

মন্দন, $a = 0.75 \text{ ms}^{-2}$

শেষবেগ, $v = 0$

সময়, $t = ?$

সরণ, $s = ?$

এখানে,

আদিবেগ, $u = 0$

সময়, $t_1 = 1 \text{ s}$

সরণ, $s_1 = 1 \text{ m}$

ত্বরণ, $a = ?$

১০। একটি ট্রেন স্থির অবস্থান হতে 10ms^{-2} ত্বরণে চলতে আরম্ভ করল। একই সময় একটি গাড়ি 100ms^{-1} সমবেগে ট্রেনের সমান্তরালে চলা শুরু করল। ট্রেন গাড়িটিকে কখন পিছনে ফেলবে?

মনে করি, t সময় পর ট্রেন গাড়িটিকে পিছনে ফেলে চলে যাবে,
 t সময় ট্রেন কতৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$x = 0 + \frac{1}{2}at^2$$

$$\Rightarrow x = \frac{1}{2} \times 10 \times t^2$$

$$\therefore x = 5t^2 \dots \dots (1)$$

t সময়ে গাড়ি কতৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব, $x' = Vt$

$$\therefore x' = 100t \dots \dots (2)$$

শর্তমতে ট্রেন যখন গাড়িটিকে অতিক্রম করবে তখন $x = x'$ হবে।

$$5t^2 = 100t$$

$$\Rightarrow t = \frac{100}{5} \therefore t = 20\text{s (Ans.)}$$

১১। স্থিরাবস্থা থেকে চলতে আরম্ভ করে 625m দূরত্ব অতিক্রম করলে একটি বস্তুর বেগ 125ms^{-1} হল। ত্বরণ নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$v^2 = u^2 + 2as$$

$$\Rightarrow 125^2 = 0 + 2 \times a \times 625$$

$$\Rightarrow a = \frac{125^2}{2 \times 625} \text{ms}^{-2}$$

$$\therefore a = 12.5\text{ms}^{-2} \text{(Ans.)}$$

এখানে,
আদিবেগ, $u = 0$
অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 625\text{m}$
শেষ বেগ, $v = 125 \text{ms}^{-1}$
ত্বরণ, $a = ?$

১২। 64m উঁচু দালানের ছাদ থেকে 5kg ভরের একটি পাথর ছেড়ে দিলে ভূমিতে পৌঁছাতে এর কত সময় লাগবে?

আমরা জানি,

$$h = ut + \frac{1}{2}gt^2$$

$$\Rightarrow 64 = 0 + \frac{1}{2} \times 9.8 \times t^2$$

$$\Rightarrow 64 = 4.9t^2$$

$$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{64}{4.9}} \therefore t = 3.61\text{s. (Ans.)}$$

এখানে,
আদিবেগ, $u = 0$
অতিক্রান্ত দূরত্ব, $h = 64\text{m}$
ভর, $m = 5\text{kg}$
সময়, $t = ?$

১৩। স্থির অবস্থান হতে যাত্রা আরম্ভ করে একটি বস্তু প্রথম সেকেন্ডে 2m দূরত্ব অতিক্রম করে। পরবর্তী 2m দূরত্ব অতিক্রম করতে বস্তুর কত সময় লাগবে।

আমরা জানি,

$$s_1 = ut_1 + \frac{1}{2}at_1^2$$

$$\Rightarrow 2 = 0 + \frac{1}{2}a(1)^2$$

$$\Rightarrow 2 = \frac{a}{2}$$

$$\therefore a = 4\text{ms}^{-2}$$

এখন প্রথম থেকে $s_2 = (2\text{m} + 2\text{m}) = 4\text{m}$ দূরত্ব অতিক্রম করতে সময় লাগে = t_2

এখানে,
আদিবেগ, $u = 0$
সময়, $t_1 = 1\text{s}$
সরণ, $s_1 = 1\text{m}$
ত্বরণ, $a = ?$

$$s_2 = ut_2 + \frac{1}{2}at_2^2$$

$$\Rightarrow 4 = 0 + \frac{1}{2} \times 4 \times t_2^2$$

$$\Rightarrow t_2^2 = 2$$

$$\therefore t_2 = \sqrt{2} = 1.414\text{s}$$

শেষের 2m দূরত্ব অতিক্রম করতে সময়

$$\text{লাগে, } t = t_2 - t_1 = (1.414 - 1)\text{s} = 0.414\text{s (Ans.)}$$

১৪। একটি বস্তু প্রথম দুই সেকেন্ডে 30m ও পরবর্তী চার সেকেন্ডে 150m গেল। ত্বরণ অপরিবর্তিত থাকলে বস্তুটি এর পর এক সেকেন্ডে কতটা পথ অতিক্রম করবে?

আমরা জানি,

$$s_1 = ut_1 + \frac{1}{2}at_1^2$$

$$\Rightarrow 30 = u \times 2 + \frac{1}{2}a \times 2^2$$

$$\therefore u + a = 15 \dots \dots (1)$$

প্রথম থেকে $t_2 = (2+4) = 6$ সেকেন্ডে বস্তুটি যায় $s_2 = (30+150)\text{m} = 180\text{m}$

$$\therefore s_2 = ut_2 + \frac{1}{2}at_2^2$$

$$\Rightarrow 180 = u \times 6 + \frac{1}{2}a \times 6^2$$

$$\therefore u + 3a = 30 \dots \dots (2)$$

$$u + a = 15 \dots \dots (1)$$

এখানে,
দূরত্ব, $s_1 = 30\text{m}$
সময়, $t_1 = 2\text{s}$
সরণ, $s_2 = (30+150) = 180\text{m}$
সরণ, $s_3 = ?$

$$\text{বিয়োগ করে, } 2a = 15 \therefore a = 7.5\text{ms}^{-2}$$

এখন (1) নং সমীকরণে a এর মান বসিয়ে,

$$u + 7.5 = 15 \therefore u = 7.5\text{ms}^{-1}$$

6 সেকেন্ডের পরের সেকেন্ড অর্থাৎ 7 সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s_7 = u + \frac{a}{2}(2t - 1)$$

$$\Rightarrow s_7 = 7.5 + \frac{7.5}{2}(2 \times 7 - 1)$$

$$\Rightarrow s_7 = 7.5 + \frac{7.5}{2} \times 13$$

$$\Rightarrow s_7 = 7.5 + 48.75$$

$$\therefore s_7 = 56.25\text{m (Ans)}$$

৩। দ্বিমাত্রিক গতি

১। একটি প্রাসের অনুভূমিক পালা 96m এবং আদিবেগ 66ms^{-1} । নিক্ষেপ কোণ কত?

আমরা জানি,

$$R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{g}$$

$$\text{বা, } \sin 2\theta_0 = \frac{R \times g}{v_0^2}$$

$$\text{বা, } \sin 2\theta_0 = \frac{96 \times 9.8}{66^2}$$

এখানে,
অনুভূমিক পালা, $R = 96\text{m}$
আদিবেগ, $v_0 = 66\text{ms}^{-1}$
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\text{ms}^{-2}$
নিক্ষেপ কোণ, $\theta_0 = ?$

বা, $2\theta_0 = \sin^{-1}(0.2159)$

বা, $2\theta_0 = 12.47^\circ$

$\therefore \theta_0 = 6.24^\circ$ (Ans.)

২। একটি বস্তুকে 40ms^{-1} বেগে অনুভূমিকের সাথে 60° কোণে নিক্ষেপ করা হল। সর্বাধিক উচ্চতা এবং অনুভূমিক পাল্লা নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$H = \frac{(v_0 \sin \theta_0)^2}{2g}$$

$$\Rightarrow H = \frac{(40 \sin 60^\circ)^2}{2 \times 9.8}$$

$$\Rightarrow H = \frac{(40 \sin 60^\circ)^2}{2 \times 9.8}$$

$$\Rightarrow H = \frac{(40 \times 0.86602)^2}{2 \times 9.8}$$

$$\Rightarrow H = \frac{(34.6408)^2}{2 \times 9.8}$$

$$\Rightarrow H = \frac{1199.9850}{2 \times 9.8}$$

$$\Rightarrow H = 61.22 \text{ m (Ans.)}$$

আবার,

$$R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{g}$$

$$\Rightarrow R = \frac{40^2 \sin (2 \times 60^\circ)}{9.8}$$

$$\Rightarrow R = \frac{40^2 \sin (2 \times 60^\circ)}{9.8}$$

$$\Rightarrow R = \frac{1600 \sin 120^\circ}{9.8}$$

$$\Rightarrow R = \frac{1600 \times 0.86602}{9.8}$$

$$\Rightarrow R = \frac{1385.632}{9.8}$$

$$\therefore R = 141.39 \text{ m (Ans.)}$$

৩। হাইড্রোজেন পরমানুর মডেলের একটি ইলেকট্রন একটি প্রোটনের চারদিকে $5.2 \times 10^{-11} \text{ m}$ ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তাকার পথে $2.18 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$ বেগে প্রদক্ষিণ করে। ইলেকট্রনের ভর $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ হলে কেন্দ্রমুখী বল কত?

আমরা জানি,

$$F = \frac{mv^2}{r}$$

$$F = \frac{9.1 \times 10^{-31} \times (2.18 \times 10^6)^2}{5.2 \times 10^{-11}}$$

$$\therefore F = 8.316 \times 10^{-8} \text{ N (Ans.)}$$

এখানে,
আদিবেগ, $v_0 = 40\text{ms}^{-1}$
নিষ্ফেপ কোণ $\theta_0 = 60^\circ$
অভিকর্ষজ ত্বরণ,
 $g = 9.8\text{ms}^{-2}$
সর্বাধিক উচ্চতা, $H = ?$
অনুভূমিক পাল্লা, $R = ?$

৪। 0.250kg ভরের একটি পাথর ঋতকে 0.75m লম্বা একটি সুতার এক প্রান্তে বেঁধে বৃত্তাকার পথে প্রতি মিনিটে 90 বার ঘুরালে সুতার উপর কত টান পড়বে।

আমরা জানি,

$$F = m\omega^2 r$$

$$\Rightarrow F = m \times \left(\frac{2\pi n}{t}\right)^2 \times r$$

$$\Rightarrow F = 0.25 \left(\frac{2 \times 3.1416 \times 90}{60}\right)^2 \times 0.75$$

$$\therefore F = 16.65 \text{ N (Ans.)}$$

৫। 9.2 ms^{-1} বেগে একটি ক্ষুদ্র বস্তুকে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হল। এটি কত সময় পরে ভূ-পৃষ্ঠে ফিরে আসবে?

আমরা জানি,

$$T = \frac{2v_0 \sin \theta_0}{g}$$

$$\Rightarrow T = \frac{2 \times 9.2 \times \sin 90^\circ}{9.8}$$

$$\Rightarrow T = \frac{2 \times 9.2 \times 1}{9.8}$$

$$\Rightarrow T = \frac{18.4}{9.8}$$

$$\therefore T = 1.877 \text{ s (Ans.)}$$

৬। অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে ভূ-পৃষ্ঠ থেকে 50ms^{-1} বেগে একটি বুলেট ছোড়া হল। বুলেটটি 50m দূরে অবস্থিত একটি দেওয়ালকে কত উচ্চতায় আঘাত করবে।

আমরা জানি,

$$y = (\tan \theta_0)x - \frac{g}{2(v_0 \cos \theta_0)^2} x^2$$

$$\Rightarrow y = (\tan 30^\circ)x - \frac{g}{2(v_0 \cos 30^\circ)^2} (50)^2$$

$$\Rightarrow y = (\tan 30^\circ) \times 50 - \frac{g}{2(v_0 \cos 30^\circ)^2} \times (50)^2$$

$$\Rightarrow y = 0.577350269 \times 50 - \frac{9.8}{2(50 \times 0.866025403)^2} \times (50)^2$$

$$\Rightarrow y = 28.86751346 - 6.533333345$$

$$\therefore y = 22.33 \text{ m (Ans.)}$$

৭। একটি প্রাসের অনুভূমিক পাল্লা 79.53 m এবং বিচরণকাল 5.3 s হলে নিষ্ফেপ কোণ ও নিষ্ফেপ বেগ কত?

আমরা জানি,

$$R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{g}$$

$$\Rightarrow 79.53 = \frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{9.8}$$

$$\therefore v_0^2 \sin 2\theta_0 = 779.394 \dots (1)$$

এখানে,

ভর, $m = 0.250 \text{ kg}$

ব্যাসার্ধ, $r = 0.75 \text{ m}$

সময় $t = 1 \text{ min.}$

$= 60\text{s.}$

পাকসংখ্যা, $n = 90 \text{ পাক.}$

টান, $F = ?$

এখানে,

আদিবেগ, $v_0 = 9.2 \text{ ms}^{-1}$

নিষ্ফেপ কোণ, $\theta_0 = 90^\circ$

অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$g = 9.8\text{ms}^{-2}$

উত্থান পতনের মোট

সময় $T = ?$

এখানে,

আদিবেগ, $v_0 = 50 \text{ ms}^{-1}$

নিষ্ফেপ কোণ, $\theta_0 = 30^\circ$

অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$g = 9.8\text{ms}^{-2}$

অনুভূমিক দূরত্ব, $x = 50\text{m}$

উল্লম্ব দূরত্ব, $y = ?$

এখানে,

অনুভূমিক পাল্লা, $R = 79.53 \text{ m}$

বিচরণকাল, $T = 5.3\text{s}$

নিষ্ফেপ বেগ, $v_0 = ?$

নিষ্ফেপ কোণ, $\theta_0 = ?$

$$\text{অবার, } T = \frac{2v_0 \sin \theta_0}{g}$$

$$\Rightarrow 5.3 = \frac{2v_0 \sin \theta_0}{9.8}$$

$$\therefore 2v_0 \sin \theta_0 = 51.94 \dots \dots (2)$$

(1) নং সমীকরণকে (2) নং সমীকরণ দ্বারা ভাগ করে পাই,

$$\frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{2v_0 \sin \theta_0} = \frac{779.394}{51.94}$$

$$\Rightarrow \frac{v_0^2 2 \sin \theta_0 \cos \theta_0}{2v_0 \sin \theta_0} = \frac{779.394}{51.94}$$

$$\therefore v_0 \cos \theta_0 = 15 \dots \dots (3)$$

(2) নং সমীকরণকে (3) নং সমীকরণ দ্বারা ভাগ করে পাই,

$$\frac{2v_0 \sin \theta_0}{v_0 \cos \theta_0} = \frac{51.94}{15}$$

$$\Rightarrow \tan \theta_0 = \frac{3.463}{2}$$

$$\Rightarrow \tan \theta_0 = 1.732$$

$$\Rightarrow \theta_0 = \tan^{-1} 1.732$$

$$\therefore \theta_0 = 60^\circ (\text{Ans.})$$

(3) নং সমীকরণে θ_0 এর মান বসিয়ে পাই,

$$v_0 \cos 60^\circ = 15$$

$$\Rightarrow v_0 \times \frac{1}{2} = 15$$

$$\therefore v_0 = 30 \text{ms}^{-1} (\text{Ans.})$$

৮। একটি বলকে ভূমির সাথে 30° কোণ করে উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলে এটি 20m দূরে একটি দালানের ছাদে গিয়ে পড়ল। নিক্ষেপ বিন্দু থেকে ছাদের উচ্চতা 5m হলে বলটি কত বেগে ছোড়া হয়েছিল।

আমরা জানি,

$$y = (\tan \theta_0)x - \frac{g}{2(v_0 \cos \theta_0)^2} x^2$$

$$\Rightarrow 5 = \tan 30^\circ \times 20 - \frac{9.8}{2v_0^2 \cos^2 30^\circ} (20)^2$$

$$\Rightarrow 5 = 0.577350269 \times 20 - \frac{9.8 \times 400}{2 \times v_0^2 \times 0.75}$$

$$\Rightarrow 5 = 11.54 - \frac{3920}{v_0^2 \times 1.5}$$

$$\Rightarrow \frac{3920}{v_0^2 \times 1.5} = 6.54$$

$$\Rightarrow v_0^2 = \frac{3920}{6.54 \times 1.5} \therefore v_0 = 20 \text{ms}^{-1} (\text{Ans.})$$

৯। একজন লোক 48ms^{-1} বেগে একটি বল খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করে। বলটি কত সময় শূন্য থাকবে এবং সর্বোচ্চ কত উপরে উঠবে?

আমরা জানি,

এখানে,

Md. Shah Jamal Asst. Professor of Physics, BAF Shaheen College Dhaka, Phone No. 9125630, 9115369, 01670 856105, sjamal59@gmail.com

বেগ, $v_0 = 48 \text{ms}^{-1}$

নিক্ষেপ কোণ, $\theta = 90^\circ$

উত্থান পত্রের বেগ, $v = 0$

$$T = \frac{2v_0 \sin \theta_0}{g}$$

$$\Rightarrow T = \frac{2 \times 48 \times \sin 90}{9.8}$$

$$\Rightarrow T = \frac{2 \times 48 \times 1}{9.8}$$

$$\therefore T = 9.795 \text{ s.} (\text{Ans.})$$

আবার,

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta_0}{2g}$$

$$\Rightarrow H = \frac{48^2 (\sin 90)^2}{2 \times 9.8}$$

$$\therefore H = 117.5 \text{m} (\text{Ans.})$$

১০। একটি গ্রামোফোন রেকর্ড প্রতি মিনিটে 45 বার ঘুরে। এর কেন্দ্র থেকে 9cm দূরে কোন বিন্দুর দ্রুতি কত?

$$v = \omega r$$

$$\Rightarrow v = \frac{2\pi n}{t} r$$

$$\Rightarrow v = \frac{2 \times 3.14 \times 45 \times 0.09}{60}$$

$$\therefore v = 0.42 \text{ms}^{-1} (\text{Ans.})$$

এখানে,

সময়, $t = 1 \text{m} = 60 \text{s}$

পাকসংখ্যা, $n = 45$

ব্যাসার্ধ, $r = 9 \text{cm} = 0.09 \text{m}$

দ্রুতি, $v = ?$

৪। গতিসূত্র

১। 10kg ভরের একটি বন্দুকের ট্রিগারে চাপ দেওয়াতে বন্দুকের নল হতে 20g ভরের একটি বুলেট 400ms^{-1} বেগে বের হয়ে গেল। বন্দুকটির পশ্চাৎ বেগ কত?

আমরা জানি,

$$m_1 v_1 = m_2 v_2$$

$$\text{বা, } 10v_1 = 20 \times 10^{-3} \times 400$$

$$\text{বা, } v_1 = \frac{20 \times 10^{-3} \times 400}{10}$$

$$\therefore v_1 = 0.8 \text{ms}^{-1} (\text{Ans.})$$

এখানে,

বন্দুকের ভর, $m_1 = 10 \text{kg}$

বুলেটের ভর,

$m_2 = 20 \times 10^{-3} \text{kg}$

বুলেটের বেগ, $v_2 = 400 \text{ms}^{-1}$

বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ, $v_1 = ?$

২। 40kg ও 60kg ভরের দুটি বস্তু যথাক্রমে 10ms^{-1} ও 5ms^{-1} বেগে পরস্পর বিপরীত দিক থেকে আসার সময় একে অপরকে ধাক্কা দিল। ধাক্কার পর বস্তু দুই একত্রে যুক্ত হয়ে কত বেগে কোন দিকে চলবে?

আমরা জানি,

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$\text{বা, } 40 \times 10 + 60 \times (-5)$$

$$= 40v + 60v$$

$$\text{বা, } 400 - 300 = 100v$$

$$\text{বা, } 100v = 100$$

$$\text{বা, } v = \frac{100}{100}$$

$$\therefore v = 1 \text{ms}^{-1} \quad v \text{ ধনাত্মক হেতু ধাক্কার পর বস্তু দুই একত্রে যুক্ত হয়ে } 1 \text{ms}^{-1} \text{ বেগে ১ম বস্তুর অভিমুখে চলবে।}$$

এখানে,

১ম বস্তুর ভর, $m_1 = 40 \text{kg}$

২য় বস্তুর ভর, $m_2 = 60 \text{kg}$

১ম বস্তুর আদিবেগ, $u_1 = 10 \text{ms}^{-1}$

২য় বস্তুর আদিবেগ, $u_2 = -5 \text{ms}^{-1}$

যুক্ত বস্তুদ্বয়ের শেষ বেগ,

$v_1 = v_2 = v = ?$

৩। একটি বস্তু স্থির অবস্থায় ছিল। 15 নিউটনের একটি বল এর উপর 4 সেকেন্ড ক্রিয়া করার পর বলের ক্রিয়া বন্ধ হয়ে যায়। বস্তুটি এর পর 4 সেকেন্ডে 48m দ্রুত গেল। বস্তুটির ভর কত?

বল থাকা কালীন 4 সেকেন্ডে বস্তুটি যে শেষ বেগ লাভ করে সেই শেষ বেগকে গড় বেগ নিয়ে পরবর্তী 4 সেকেন্ডে বস্তুটি 48m দূরত্ব যায়।

আমরা জানি,

$$s = v t_2$$

$$\text{বা, } v = \frac{s}{t_2}$$

$$\text{বা, } v = \frac{48}{4}$$

$$\therefore v = 12 \text{ ms}^{-1}$$

আবার,

$$v = u + at_1$$

$$\text{বা, } 12 = 0 + a(4)$$

$$\text{বা, } a = \frac{12}{4}$$

$$\therefore a = 3 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{আবার, } F = ma$$

$$\text{বা, } m = \frac{F}{a} \quad \text{বা, } m = \frac{15}{3}$$

$$\therefore m = 5 \text{ kg} \quad (\text{Ans.})$$

৪। 10N এর একটি বল 2kg ভরের একটি স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়া করে। যদি 4s পর বলের ক্রিয়া বন্দ হয়ে যায় তবে প্রথম থেকে 8s এ বস্তুটি কত দূর যাবে?

বল থাকা কালীন 4 সেকেন্ডে বস্তুটি যে শেষ বেগ লাভ করে পরবর্তী (8 - 4) = 4 সেকেন্ড সেই শেষ বেগকে গড় বেগ নিয়ে বস্তুটি চলবে।

আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m}$$

$$\text{বা, } a = \frac{10}{2}$$

$$\therefore a = 5 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{আবার, } s_1 = ut_1 + \frac{1}{2}at_1^2$$

$$\Rightarrow s_1 = 0 + \frac{1}{2} \times 5 \times 4^2$$

$$\Rightarrow s_1 = 40 \text{ m}$$

$$\text{আবার, } v = u + at_1$$

$$\Rightarrow v = 0 + 5 \times 4$$

$$\therefore v = 20 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{আবার, } s_2 = vt_2$$

$$\Rightarrow s_2 = 20 \times 4$$

$$\therefore s_2 = 80 \text{ m}$$

$$\therefore s = s_1 + s_2 = (40 + 80) \text{ m} = 120 \text{ m} \quad (\text{Ans.})$$

এখানে,

$$\text{আদিবেগ, } u = 0$$

$$\text{বল, } F = 15 \text{ N}$$

$$\text{সময়, } t_1 = 4 \text{ s}$$

$$\text{সময়, } t_2 = 4 \text{ s}$$

$$\text{শেষবেগ} = \text{গড়বেগ} = v$$

$$\text{সরণ, } s = 48 \text{ m}$$

$$\text{ভর, } m = ?$$

৫। 100kg এবং 200kg ভরের দুটি বস্তু পরস্পর বিপরীত দিকে যথাক্রমে 20 ms^{-1} এবং 10 ms^{-1} বেগে যাওয়ার পথে একে অপরকে ধাক্কা দিল। ধাক্কার পর বস্তু দুটি একত্রে যুক্ত থেকে কত বেগে কোন দিকে চলবে?

আমরা জানি,

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$$

$$\Rightarrow 100 \times 20 + 200 \times (-10) = 100v + 200v$$

$$\Rightarrow 100v + 200v = 2000 - 2000$$

$$\Rightarrow 300v = 0$$

$$\therefore v = 0$$

যেহেতু শেষ বেগ শূন্য ফলে বস্তু দুটি একত্রে যুক্ত হয়ে থেমে যাবে।

৬। 4 kg ভরের একটি বস্তুকে 10 ms^{-2} ত্বরণে গতিশীল করতে কত বল প্রয়োগ করতে হবে? পথের ঘর্ষণ বল 2.5 N kg^{-1} ।

আমরা জানি,

$$F_1 = ma$$

$$\Rightarrow F_1 = 4 \times 10 \text{ N}$$

$$\therefore F_1 = 40 \text{ N}$$

$$\text{আবার } 4 \text{ kg} \text{ তে ঘর্ষণ বল } F_2 = F' \times 4 \text{ N}$$

$$\therefore F_2 = 2.5 \times 4 \text{ N} = 10 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = F_1 + F_2$$

$$\therefore F = (40 + 10) \text{ N} = 50 \text{ N} \quad (\text{Ans.})$$

৭। 70kg ভরের বাস্তুকে 500N অনুভূমিক বলে মেঝের উপর দিয়ে টানা হচ্ছে। বাস্তুটি যখন চলে তখন বাস্তু ও মেঝের মধ্যবর্তী ঘর্ষণ সহগ 0.5। বাস্তুের ত্বরণ নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$\text{গতীয় ঘর্ষণ সহগ, } \mu_k = \frac{F_k}{R}$$

$$\Rightarrow F_k = \mu_k \times R$$

$$\Rightarrow F_k = 0.5 \times 686$$

$$\therefore F_k = 343 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = P - F_k$$

$$\Rightarrow F = (500 - 343) \text{ N}$$

$$\therefore F = 157 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F = ma$$

$$\Rightarrow 157 = 70 a$$

$$\Rightarrow a = \frac{157}{70} \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore a = 2.24 \text{ ms}^{-2} \quad (\text{Ans.})$$

৮। 1N এর একটি বল 0.1kg ভরের একটি স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়া করে। যদি 1s পর বলের ক্রিয়া বন্দ হয়ে যায় তবে প্রথম থেকে 2s এ বস্তুটি কত দূর যাবে?

বল থাকা কালীন 1 সেকেন্ডে বস্তুটি যে শেষ বেগ লাভ করে পরবর্তী (2 - 1) = 1 সেকেন্ড সেই শেষ বেগকে গড় বেগ নিয়ে বস্তুটি চলবে।

আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m}$$

$$\text{বা, } a = \frac{1}{0.1}$$

এখানে,

$$\text{আদিবেগ, } u = 0$$

$$\text{বল, } F = 1 \text{ N}$$

$$\text{ভর, } m = 0.1 \text{ kg}$$

$$\text{সময়, } t_1 = 1 \text{ s}$$

$$\text{সময়, } t_2 = (2 - 1) \text{ s} = 1 \text{ s}$$

$$\text{মোট দূরত্ব, } s = s_1 + s_2 = ?$$

$$\therefore a = 10 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{আবার, } s_1 = ut_1 + \frac{1}{2}at_1^2$$

$$\Rightarrow s_1 = 0 + \frac{1}{2} \times 10 \times 1^2$$

$$\Rightarrow s_1 = 5 \text{ m}$$

$$\text{আবার, } v = u + at_1$$

$$\Rightarrow v = 0 + 10 \times 1$$

$$\therefore v = 10 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{আবার, } s_2 = vt_2$$

$$\Rightarrow s_2 = 10 \times 1$$

$$\therefore s_2 = 10 \text{ m}$$

$$\therefore s = s_1 + s_2 = (5+10) \text{ m} = 15 \text{ m (Ans.)}$$

৯। 36 kg ভরের একটি বস্তুর উপর কত বল প্রয়োগ করলে 1 মিনিটে এর বেগ 15kmh⁻¹ বৃদ্ধি পাবে?

আমরা জানি, বল F=ma

$$\Rightarrow F = m \frac{(v-u)}{t}$$

$$\Rightarrow F = 36 \frac{15 \times 1000}{3600 \times 60} \text{ N}$$

$$\therefore F = 2.5 \text{ N (Ans.)}$$

এখানে,

ভর, m = 36 kg

সময়, t = 1m = 60s

বেগ বৃদ্ধি,

(v-u) = 15kmh⁻¹

$$= \frac{15 \times 1000}{3600} \text{ ms}^{-1}$$

বল, F = ?

১০। 36 kg ভরের একটি বস্তুর উপর কত বল প্রয়োগ করলে 1 মিনিটে এর বেগ ঘন্টায় 12km বৃদ্ধি পাবে?

আমরা জানি, বল F=ma

$$\Rightarrow F = m \frac{(v-u)}{t}$$

$$\Rightarrow F = 36 \frac{12 \times 1000}{3600 \times 60} \text{ N}$$

$$\therefore F = 2 \text{ N (Ans.)}$$

এখানে,

ভর, m = 36 kg

সময়, t = 1m = 60s

বেগ বৃদ্ধি,

(v-u) = 12kmh⁻¹

$$= \frac{12 \times 1000}{3600} \text{ ms}^{-1}$$

বল, F = ?

৫। কৌণিক গতিসূত্র

১। একটি চাকার ভর 5kg এবং চক্রগতির ব্যাসার্ধ 25cm। এর জড়তার ভ্রামক কত? চাকাটিকে 4 rad s⁻² কৌণিক ত্বরণ সৃষ্টি করতে কত মানের টর্ক প্রয়োগ করতে হবে?

আমরা জানি,

জড়তার ভ্রামক

$$I = MK^2$$

$$= 5 \times (0.25)^2$$

$$= 0.3125 \text{ kg m}^2$$

(Ans.)

আবার,

$$\text{টর্ক } \tau = I \alpha$$

$$= 0.3125 \times 4 \text{ Nm}$$

$$= 1.25 \text{ Nm (Ans.)}$$

২। একটি কণা 1.5m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে প্রতি মিনিটে 120 বার আবর্তন করে। এর সরল রৈখিক বেগ নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

এখানে,

ভর, M = 5kg

চক্রগতির ব্যাসার্ধ, K = 25cm

$$= 0.25 \text{ m}$$

জড়তার ভ্রামক, I = ?

কৌণিক ত্বরণ, $\alpha = 4 \text{ rad s}^{-2}$

টর্ক, $\tau = ?$

এখানে,

ব্যাসার্ধ, r = 1.5m

সময়, t = 1 min = 60 sec

পাক সংখ্যা, n = 120 পাক

রৈখিক বেগ, v = ?

$$v = \omega r$$

$$\text{বা, } v = \frac{2\pi n}{t} \times r$$

$$\text{বা, } v = \frac{2 \times 3.14 \times 120}{60} \times 1.5$$

$$\therefore v = 18.84 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

৩। বৃত্তাকার পথে 3.14ms⁻¹ সমদ্রুতিতে আবর্তনরত একটি কণা প্রতি সেকেন্ডে 10 টি পূর্ণ আবর্তন সম্পন্ন করে। বৃত্তাকার পথের ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$v = \omega r$$

$$\text{বা, } v = \frac{2\pi n}{t} \times r$$

$$\text{বা, } r = \frac{vt}{2\pi n}$$

$$\text{বা, } r = \frac{3.14 \times 1}{2 \times 3.14 \times 10}$$

$$\therefore r = 0.05 \text{ m (Ans.)}$$

৪। 13ms⁻¹ বেগে একটি গাড়িকে নিরাপদে 30m ব্যাসার্ধের একটি বাক অতিক্রম করতে হলে বাঁকটিকে কত কোণে ঢালু করতে হবে?

আমরা জানি,

$$\theta = \tan^{-1} \frac{v^2}{rg}$$

$$\Rightarrow \theta = \tan^{-1} \frac{13^2}{30 \times 9.8}$$

$$\Rightarrow \theta = \tan^{-1} 0.57$$

$$\therefore \theta = 29.89^\circ \text{ (Ans.)}$$

৫। একটি তামার গোলকের ভর 0.05 Kg। এটিকে 2m দীর্ঘ একটি সুতার এক প্রান্তে বেধে প্রতি সেকেন্ডে 5 বার ঘুরান হচ্ছে। গোলকটির কৌণিক ভরবেগ কত?

আমরা জানি,

জড়তার ভ্রামক

$$I = MK^2$$

$$= 0.05 \times (2)^2$$

$$= 0.2 \text{ kg-m}^2$$

$$\text{আবার, } \omega = \frac{2\pi n}{t}$$

$$= \frac{2 \times 3.14 \times 5}{1} \text{ rad s}^{-1}$$

$$= 31.4 \text{ rad s}^{-1}$$

আবার, L = Iω

$$\therefore L = 0.2 \times 31.4 = 6.28 \text{ Kg-m}^2 \text{ s}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

৬। বৃত্তাকার পথে 72Kmh⁻¹ সমদ্রুতিতে চলমান কোন মোটর গাড়ীর কেন্দ্রমুখী ত্বরণ 1ms⁻² হলে বৃত্তাকার পথের ব্যাসার্ধ কত?

আমরা জানি,

এখানে,

রৈখিক দ্রুতি, v = 3.14ms⁻¹

সময়, t = 1 sec.

পাক সংখ্যা, n = 10 পাক

ব্যাসার্ধ, r = ?

এখানে,

বেগ, v = 13 ms⁻¹

ব্যাসার্ধ, r = 30m

g = 9.8 ms⁻²

কোণ, θ = ?

এখানে,

ভর, M = 0.05 kg

চক্রগতির ব্যাসার্ধ, K = 2m

জড়তার ভ্রামক, I = ?

পাকসংখ্যা, n = 5

সময়, t = 1 Sec

কৌণিক ভরবেগ, L = ?

এখানে,

v = 72 Kmh⁻¹

$$\Rightarrow v = \frac{72 \times 1000}{3600} = 20 \text{ ms}^{-1}$$

a = 1ms⁻²

ব্যাসার্ধ, r = ?

$$a = \frac{v^2}{r}$$

$$\Rightarrow 1 = \frac{20^2}{r}$$

$$\therefore r = 400m \text{ (Ans.)}$$

৭। 75m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে কোন মটর সাইকেল আরোহী কত বেগে ঘুরলে উল্লম্ব তলের সাথে 30° কোণে আনত থাকবে?

আমরা জানি,

$$\tan \theta = \frac{v^2}{rg}$$

$$\Rightarrow v^2 = \tan \theta rg$$

$$\Rightarrow v^2 = \tan 30 \times 75 \times 9.8$$

$$\Rightarrow v^2 = \tan 30 \times 75 \times 9.8$$

$$\Rightarrow v^2 = 424.35$$

$$\Rightarrow v^2 = \sqrt{424.35}$$

$$\therefore v = \sqrt{424.35} = 20.6 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

৮। 0.1kg ভরের একটি পাথরকে 0.5m লম্বা সূতার সাহায্যে বৃত্তাকার পথে ঘুরান হচ্ছে। পাথরটি প্রতিমিনিটে 30 বার পূর্ণ ঘূর্ণন সম্পন্ন করে। সূতার টান কত?

আমরা জানি,

$$F = m\omega^2 r$$

$$\Rightarrow F = m \left(\frac{2\pi n}{t} \right)^2 r$$

$$\Rightarrow F = 0.1 \left(\frac{2 \times 3.14 \times 30}{60} \right)^2 0.5 \text{ N}$$

$$\therefore F = 0.49298 \text{ N (Ans.)}$$

৯। পৃথিবীর চারিদিকে চন্দ্রের কক্ষপথের ব্যাসার্ধ প্রায় $3.85 \times 10^5 \text{ km}$ । একবার প্রদক্ষিণ করতে সময় লাগে 27.3 দিন। চাঁদের কৌণিক দ্রুতি নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$\omega = \frac{2\pi n}{t}$$

$$\Rightarrow \omega = \frac{2 \times 3.1416 \times 1}{27.3 \times 24 \times 3600}$$

$$\therefore \omega = 2.66 \times 10^{-6} \text{ rads}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

১০। 200m ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট একটি বাঁকা পথে 50.4 km.h^{-1} বেগে গাড়ি চালাতে পথটিকে কত কোণে কাত করে রাখতে হবে? রাস্তাটির প্রস্থ 1m হলে, বাইরের পার্শ্ব ভিতরের পার্শ্ব অপেক্ষা কত উঁচু হতে হবে? ($g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$)

আমরা জানি,

$$\theta = \tan^{-1} \frac{v^2}{rg}$$

$$\Rightarrow \theta = \tan^{-1} \frac{14^2}{200 \times 9.8}$$

$$\Rightarrow \theta = \tan^{-1} 0.1$$

$$\therefore \theta = 5.71^\circ \text{ (Ans.)}$$

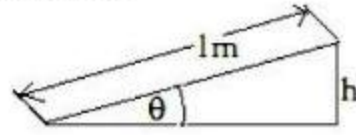
এখানে,
ব্যাসার্ধ, $r = 75m$
 $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$
কোণ, $\theta = 30^\circ$
বেগ, $v = ?$

এখানে,
ভর, $m = 0.1kg$
ব্যাসার্ধ, $r = 0.5m$
পাকসংখ্যা, $n = 30$
সময়, $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ sec}$
সূতার টান বল, $F = ?$

এখানে,
ব্যাসার্ধ $r = 3.85 \times 10^5 \text{ km} = 3.85 \times 10^8 \text{ m}$
সময় $t = 27.3 \text{ দিন}$
পাক সংখ্যা = 1 পাক
কৌণিক দ্রুতি $\omega = ?$

এখানে,
বেগ, $v = 50.4 \text{ kmh}^{-1}$
 $v = \frac{50.4 \times 1000}{3600} \text{ ms}^{-1}$

$\therefore v = 14 \text{ ms}^{-1}$
ব্যাসার্ধ, $r = 200m$
 $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$
কোণ, $\theta = ?$
 $x = 1m, h = ?$



$$\sin 5.71^\circ = \frac{h}{1}$$

$$0.0995 = \frac{h}{1} \Rightarrow h = 0.0994 \text{ m} \approx 0.1m \text{ (Ans.)}$$

৬। কাজ ক্ষমতা ও শক্তি

১। 100m গভীর একটি কুয়া থেকে ইঞ্জিনের সাহায্যে প্রতি মিনিটে 1000kg পানি উঠানো হয়। যদি ইঞ্জিনের ক্ষমতা 42% নষ্ট হয় তবে এর অশ্ব ক্ষমতা নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$P_1 = \frac{mgh}{t}$$

$$\text{বা, } P_1 = \frac{1000 \times 9.8 \times 100}{60} \text{ W}$$

$$\text{বা, } P_1 = 16333.33 \text{ W}$$

$$\text{বা, } P_1 = \frac{16333.33}{746} \text{ H.P}$$

$$\therefore P_1 = 21.89 \text{ H.P}$$

$$\text{আবার, } P \times 58\% = P_1$$

$$\Rightarrow P \times \frac{58}{100} = 21.89$$

$$\Rightarrow P = \frac{21.89 \times 100}{58} \text{ H.P}$$

$$\therefore P = 37.74 \text{ H.P (Ans.)}$$

২। একটি নিউট্রনের ভর $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ এবং এটি $4 \times 10^{-4} \text{ ms}^{-1}$ বেগে গতিশীল। এর গতি শক্তি নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$\text{গতিশক্তি, } E = \frac{1}{2} mv^2$$

$$\Rightarrow E = \frac{1}{2} \times 1.67 \times 10^{-27} (4 \times 10^{-4})^2$$

$$\therefore E = 133.6 \times 10^{-36} \text{ J (Ans.)}$$

৩। স্থিরাবস্থা থেকে 40kg ভর বিশিষ্ট কোন বস্তু নির্দিষ্ট বলের ক্রিয়ার ফলে 2s পর 15 ms^{-1} বেগ অর্জন করে। এর উপর কি পরিমাণ বল ক্রিয়া করছে এবং 4s পর এর গতি শক্তি কত হবে?

আমরা জানি,

$$v_1 = u + at_1$$

$$\text{বা, } 15 = 0 + a \times 2$$

$$\therefore a = \frac{15}{2} = 7.5 \text{ ms}^{-2}$$

আবার,

$$F = ma$$

$$\therefore F = 40 \times 7.5 \text{ N} = 300 \text{ N (Ans.)}$$

আবার,

$$v_2 = u + at_2$$

$$\text{বা, } v_2 = 0 + 7.5 \times 4$$

এখানে,
গভীরতা, $h = 100 \text{ m}$
সময়, $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ sec.}$
ভর, $m = 1000 \text{ kg}$
কার্যকরী ক্ষমতা,
 $P_1 = (100 - 42)\% = 58\%$
প্রকৃত ক্ষমতা, $P = ?$

এখানে,
ভর,
 $m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
বেগ, $v = 4 \times 10^{-4} \text{ ms}^{-1}$
গতিশক্তি, $E = ?$

এখানে,
আদিবেগ, $u = 0$ ভর, $m = 40kg$
বেগ, $v_1 = 15 \text{ ms}^{-1}$ সময়, $t_1 = 2s,$
বল, $F = ?$ সময়, $t_2 = 4s,$ হলে
গতিশক্তি, $E = ?$

$$\therefore v_2 = 30 \text{ms}^{-1}$$

$$\text{আবার, গতিশক্তি, } E = \frac{1}{2} m \times v_2^2$$

$$\Rightarrow E = \frac{1}{2} \times 40 \times 30^2 \text{ J}$$

$$\therefore E = 18000 \text{ J (Ans.)}$$

৪। একটি রাইফেলের গুলি নির্দিষ্ট পুরুত্বের একটি তক্তা ভেদ করতে পারে। ঐ রূপ 16 টি তক্তা ভেদ করতে হলে এর বেগ কত গুন করতে হবে?

এখানে,

ধরি, ভর m ও বেগ v_1

$$\text{ফলে, 1 টি তক্তা ভেদ করার শক্তি } E_1 = \frac{1}{2} m v_1^2$$

16 টি তক্তা ভেদ করার বেগ v_2

$$\text{ফলে, 16 টি তক্তা ভেদ করার শক্তি, } E_2 = \frac{1}{2} m v_2^2$$

$$\text{প্রশ্নমতে, } E_2 = 16E_1$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} m v_2^2 = 16 \times \frac{1}{2} m v_1^2$$

$$\Rightarrow v_2^2 = 16 v_1^2$$

$$\Rightarrow v_2 = (4v_1)$$

$\therefore v_2 = 4v_1$ অর্থাৎ বেগ চার গুন করতে হবে।

৫। একটি মটর মিনিটে $5.5 \times 10^5 \text{ kg}$ পানি 100m উপরে উঠাতে পারে। মটরটির ক্ষমতা 70 % কার্যকর হলে এর ক্ষমতা কত H.P নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$P_1 = \frac{mgh}{t}$$

$$\text{বা, } P_1 = \frac{5.5 \times 10^5 \times 9.8 \times 100}{60} \text{ W}$$

$$\text{বা, } P_1 = 8983333.333 \text{ W}$$

$$\text{বা, } P_1 = \frac{8983333.333}{746} \text{ H.P}$$

$$\therefore P_1 = 12042.00 \text{ H.P}$$

$$\text{আবার, } P \times 70\% = P_1$$

$$\Rightarrow P \times \frac{70}{100} = 12042.00$$

$$\Rightarrow P = \frac{12042.00 \times 100}{70} \text{ H.P}$$

$$\therefore P = 17202.86 \text{ H.P (Ans.)}$$

৬। একটি মটর 4.9 মিনিটে 10000 লিটার পানি 6m উপরে উঠাতে পারে। মটরটির ক্ষমতা 80 % কার্যকর হলে এর ক্ষমতা কত নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$P_1 = \frac{mgh}{t}$$

$$\text{বা, } P_1 = \frac{10000 \times 9.8 \times 6}{60 \times 4.9} \text{ W}$$

এখানে,

গভীরতা, $h = 6 \text{ m}$

সময়, $t = 4.9 \text{ min} = 60 \times 4.9 \text{ s}$

1লিটার পানির ভর, = 1 কেজি

10000 লিটার পানির ভর,

$m = 10000 \text{ কেজি}$

কার্যকরী ক্ষমতা,

$P_1 = 80\%$

প্রকৃত ক্ষমতা, $P = ?$

$$\therefore P_1 = 2000 \text{ W}$$

$$\text{আবার, } P \times 80\% = P_1$$

$$\Rightarrow P \times \frac{80}{100} = 2000$$

$$\Rightarrow P = \frac{2000 \times 100}{80} \text{ W}$$

$$\therefore P = 2500 \text{ W (Ans.)}$$

৭। একটি মটর ঘন্টায় $2.5 \times 10^7 \text{ kg}$ পানি 50m উপরে উঠাতে পারে।

মটরটির ক্ষমতা 45 % কার্যকর হলে এর ক্ষমতা নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$P_1 = \frac{mgh}{t}$$

$$\text{বা, } P_1 = \frac{2.5 \times 10^7 \times 9.8 \times 50}{3600} \text{ W}$$

$$\text{বা, } P_1 = 3402777.77 \text{ W}$$

$$\text{আবার, } P \times 45\% = P_1$$

$$\Rightarrow P \times \frac{45}{100} = 3402777.77$$

$$\Rightarrow P = \frac{3402777.77 \times 100}{45} \text{ W}$$

$$\therefore P = 7561728.38 \text{ W (Ans.)}$$

৮। 30m উচ্চতা থেকে একটি বস্তুকে বিনা বাধায় পড়তে দিলে

কোথায় উহার গতি শক্তি বিভব শক্তির দ্বিগুন হবে?

মনে করি বস্তুর ভর m , এবং ভূপৃষ্ঠ থেকে h উচ্চতায় বস্তুর গতিশক্তি বিভব শক্তির দ্বিগুন হয়।

শর্তানুসারে,

$$\frac{1}{2} mv^2 = 2mgh$$

$$\Rightarrow v^2 = 4gh$$

$$\Rightarrow 0^2 + 2g(30 - h) = 4gh$$

$$\Rightarrow 30 - h = 2h$$

$$\Rightarrow 3h = 30$$

$$\Rightarrow h = \frac{30}{3}$$

$$\therefore h = 10 \text{ m}$$

উত্তর: 10m উচ্চতায় গতি শক্তি বিভব শক্তির দ্বিগুন হবে।

৯। একজন লোক ও একজন বালক একত্রে দৌড়াচ্ছেন। বালকটির ভর লোকের ভরের অর্ধেক এবং লোকটির গতিশক্তি বালকটির গতিশক্তির অর্ধেক। লোকটি যদি তার বেগ 1ms^{-1} বৃদ্ধি করেন তবে তার গতিশক্তি বালকটির গতিশক্তির সমান হয়। এদের আদিবেগ নির্ণয় কর।

মনে করি, বালকটির আদিবেগ = v_1

লোকের আদিবেগ = v_2

লোকের ভর = m

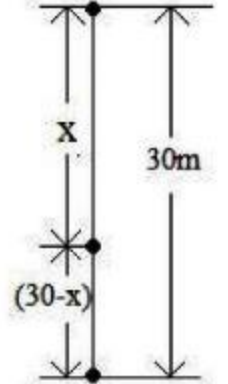
\therefore বালকের ভর = $\frac{m}{2}$

$$\therefore \text{বালকের ভর} = \frac{m}{2}$$

$$\therefore \text{বালকের ভর} = \frac{m}{2}$$

$$\therefore \text{বালকের ভর} = \frac{m}{2}$$

প্রশ্নানুসারে, লোকটির গতিশক্তি = $\frac{1}{2} \times$ বালকটির গতিশক্তি



$$\text{বা, } \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{m}{2} \times v_1^2$$

$$\text{বা, } v_2^2 = \frac{v_1^2}{4}$$

$$\text{বা, } v_2 = \frac{v_1}{2} \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{আবার প্রশ্নানুসারে, } \frac{1}{2}m(v_2 + 1)^2 = \frac{1}{2} \times \frac{m}{2} \times v_1^2$$

$$\text{বা, } (v_2 + 1)^2 = \frac{v_1^2}{2}$$

$$\text{বা, } v_2 + 1 = \frac{v_1}{\sqrt{2}}$$

$$\text{বা, } \frac{v_1}{2} + 1 = \frac{v_1}{\sqrt{2}}$$

$$\text{বা, } 0.5v_1 + 1 = 0.707v_1$$

$$\text{বা, } 0.207v_1 = 1$$

$$\therefore v_1 = \frac{1}{0.207} = 4.83 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

$$\text{এবং, } v_2 = \frac{v_1}{2} = \frac{4.83}{2} = 2.42 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

১০। একটি কণার উপর $\vec{F} = 6\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$ N বল প্রয়োগে কণাটির $\vec{r} = 2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}$ m সরণ হয়। বল কতক সম্পাদিত কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$W = \vec{F} \cdot \vec{r}$$

$$\Rightarrow W = (6\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}) \cdot (2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k})$$

$$\Rightarrow W = (6)(2) + (-3)(2) + (2)(-1)$$

$$\Rightarrow W = 12 - 6 - 2$$

$$\therefore W = 4 \text{ J (Ans.)}$$

১১। একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা 12m এবং ব্যাস 1.8m। একটি পাম্প 24 মিনিটে কুয়াকে পানিশূন্য করতে পারে। পাম্পটির অক্ষক্ষমতা কত?

আমরা জানি,

$$\text{ভর } m = \pi r^2 l \rho$$

$$\Rightarrow m = 3.14 \times (0.9)^2 \times 12 \times 10^3$$

$$\therefore m = 30520.8 \text{ Kg}$$

আবার,

$$\Rightarrow P = \frac{mgh}{t}$$

$$\Rightarrow P = \frac{30520.8 \times 908 \times 6}{24 \times 60} \text{ Watt}$$

$$\Rightarrow P = \frac{30520.8 \times 908 \times 6}{24 \times 60 \times 746} \text{ H.P}$$

$$\therefore P = 1.67 \text{ H.P (Ans.)}$$

১২। 6kg ভর বিশিষ্ট একটি বস্তু স্থির অবস্থায় ছিল। 30N বল প্রয়োগ করায় 10s পর বস্তুটির গতিশক্তি কত হবে?

আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$\Rightarrow 30 = 6 \times a$$

$$\therefore a = 5 \text{ ms}^{-2}$$

আবার,

$$v = u + at$$

$$\Rightarrow v = 0 + 5 \times 10$$

$$\therefore v = 50 \text{ ms}^{-1}$$

আবার,

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\Rightarrow K = \frac{1}{2} \times 6 \times 50^2$$

$$\therefore K = 7500 \text{ J (Ans.)}$$

১৩। 200 gm ভরের একটি বস্তু 10m উপর থেকে नीচে পড়ে যায়। ভূপৃষ্ঠ স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে এর গতি শক্তি নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$E = \frac{1}{2}mv^2 = mgh$$

$$= 0.2 \times 9.8 \times 10 = 19.6 \text{ J (Ans.)}$$

এখানে,

ভর,

$$m = 0.2 \text{ kg}$$

$$h = 10 \text{ m}$$

$$\text{গতিশক্তি, } E = ?$$

১৪। h মিটার উঁচু স্থান থেকে একটি বস্তু পড়ছে। কোথায় তার গতি-শক্তি স্থিতি-শক্তির অর্ধেক হবে?

মনে করি বস্তুটির ভর m, এবং ভূপৃষ্ঠ থেকে x উচ্চতায় বস্তুটির গতি-শক্তি স্থিতি-শক্তির অর্ধেক হবে?

শর্তানুসারে,

$$2 \times \frac{1}{2}mv^2 = mgx$$

$$\Rightarrow v^2 = gx$$

$$\Rightarrow 0^2 + 2g(h-x) = gx$$

$$\Rightarrow 2(h-x) = x$$

$$\Rightarrow 2h - 2x = x \Rightarrow 3x = 2h$$

$$\therefore x = \frac{2h}{3}$$

উত্তর: $2h/3$ উচ্চতায় গতি শক্তি বিভব শক্তির দ্বিগুন হবে।

৭। মহাকর্ষ

১। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $R = 6.41 \times 10^3 \text{ km}$ ও মহাকর্ষীয় ধ্রুবক $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$ ধরে এর গড় ঘনত্ব নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

$$\Rightarrow g = \frac{G \times \frac{4}{3} \pi R^3 \times \rho}{R^2}$$

$$\Rightarrow g = G \times \frac{4}{3} \pi R \times \rho$$

$$\therefore \rho = \frac{3g}{4\pi RG}$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{3 \times 9.8}{4 \times 3.14 \times 6.41 \times 10^6 \times 6.67 \times 10^{-11}}$$

এখানে,

$$\text{ব্যাসার্ধ, } R = 6.41 \times 10^3 \text{ km}$$

$$= 6.41 \times 10^6 \text{ m}$$

মহাকর্ষীয় ধ্রুবক,

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$$

গড় ঘনত্ব, $\rho = ?$

$$\text{অভিকর্ষজ ত্বরণ, } g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$\therefore \rho = 5474.87 \text{kgm}^{-3} \text{ (Ans.)}$$

২। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $6.41 \times 10^6 \text{m}$ ও অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8ms^{-2} হলে পৃথিবীপৃষ্ঠ হতে কোন বস্তুর মুক্তি বেগ নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$v_e = \sqrt{2gR}$$

$$\Rightarrow v_e = \sqrt{2 \times 9.8 \times 6.41 \times 10^6} \text{ms}^{-1}$$

$$\therefore v_e = 11208.75 \text{ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

৩। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $6.4 \times 10^6 \text{m}$ ও এর পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8ms^{-2} । পৃথিবীপৃষ্ঠ হতে $6.4 \times 10^5 \text{m}$ উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$g' = \frac{R^2 g}{(R+h)^2}$$

$$\text{বা, } g' = \frac{(6.4 \times 10^6)^2 \times 9.8}{(6.4 \times 10^6 + 6.4 \times 10^5)^2}$$

$$\text{বা, } g' = \frac{4.01408 \times 10^{14}}{4.95616 \times 10^{13}}$$

$$\therefore g' = 8.099 \text{ms}^{-2} \text{ (Ans.)}$$

৪। পৃথিবীপৃষ্ঠে g এর মান 9.8ms^{-2} । পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $R = 6.41 \times 10^3 \text{km}$ ও মহাকর্ষীয় ধ্রুবক $G = 6.7 \times 10^{-11} \text{Nm}^2 \text{kg}^{-2}$ হলে পৃথিবীর ভর নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

$$\text{বা, } M = \frac{gR^2}{G}$$

$$\text{বা, } M = \frac{9.8 \times (6.41 \times 10^6)^2}{6.7 \times 10^{-11}}$$

$$\therefore M = 6.0 \times 10^{24} \text{kg} \text{ (Ans.)}$$

৫। পৃথিবীকে 6400km ব্যাসার্ধের একটি গোলক ধরলে ভূ-পৃষ্ঠ হতে কত উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ভূ-পৃষ্ঠের অভিকর্ষজ ত্বরণের মানের

$\frac{1}{64}$ অংশ হবে।

আমরা জানি,

$$g' = \frac{R^2 g}{(R+h)^2}$$

$$\Rightarrow \frac{g}{64} = \frac{R^2 g}{(R+h)^2}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{64} = \frac{R^2}{(R+h)^2}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{8} = \frac{R}{R+h}$$

$$\Rightarrow R+h = 8R$$

$$\Rightarrow h = 7R$$

$$\Rightarrow h = 7 \times 6400000$$

$$\therefore h = 44800000 \text{m} = 44800 \text{km} \text{ (Ans.)}$$

এখানে,

ব্যাসার্ধ, $R = 6.41 \times 10^6 \text{m}$
অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$$g = 9.8 \text{ms}^{-2}$$

মুক্তিবেগ, $v_e = ?$

এখানে,

ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6 \text{m}$
অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$$g = 9.8 \text{ms}^{-2}$$

উচ্চতা, $h = 6.4 \times 10^5 \text{m}$
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g' = ?$

এখানে,

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ms}^{-2}$

ব্যাসার্ধ, $R = 6.41 \times 10^3 \text{km}$
 $= 6.41 \times 10^6 \text{m}$

মহাকর্ষীয় ধ্রুবক,

$$G = 6.7 \times 10^{-11} \text{Nm}^2 \text{kg}^{-2}$$

পৃথিবীর ভর, $M = ?$

এখানে,

ব্যাসার্ধ, $R = 6400 \text{km}$
 $= 6400000 \text{m}$

উচ্চতা, $h = ?$

$$\text{অভিকর্ষজ ত্বরণ, } g' = \frac{g}{64}$$

৬। বৃহস্পতির ভর ও ব্যাসার্ধ যথাক্রমে $1.9 \times 10^{27} \text{kg}$ এবং $7 \times 10^7 \text{m}$ হলে, এর মুক্তি বেগ নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$v_e = \sqrt{2gR}$$

$$\Rightarrow v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

$$\Rightarrow v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

$$\Rightarrow v_e = \sqrt{\frac{2 \times 6.673 \times 10^{-11} \times 1.9 \times 10^{27}}{7 \times 10^7}}$$

$$\therefore v_e = 60187.08 \text{ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

৭। পৃথিবীকে $6.4 \times 10^6 \text{m}$ ব্যাসার্ধের এবং 5.5gm/cc ঘনত্বের গোলক মনে করে এর পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ নির্ণয় কর। $G = 6.673 \times 10^{-11} \text{Nm}^2 \text{kg}^{-2}$

আমরা জানি,

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

$$\Rightarrow g = \frac{G \times \frac{4}{3} \times \pi \times R^3 \times \rho}{R^2}$$

$$\Rightarrow g = \frac{G \times 4\pi R \rho}{3}$$

$$\Rightarrow g = \frac{6.673 \times 10^{-11} \times 4 \times 3.14 \times 6.4 \times 10^6 \times 5.5 \times 10^3}{3}$$

$$\therefore g = 9.83 \text{ms}^{-2} \text{ (Ans.)}$$

৮। পৃথিবী থেকে 1600km উচ্চতায় একটি কৃত্রিম উপগ্রহ পৃথিবীকে কেন্দ্র করে বৃত্তাকার পথে প্রদক্ষিণ করছে। এর বেগ বের কর। দেয়া আছে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $6.4 \times 10^3 \text{km}$, পৃথিবীর ভর $6 \times 10^{24} \text{kg}$ এবং

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{Nm}^2 \text{kg}^{-2}$$

আমরা জানি,

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6.0 \times 10^{24}}{6.4 \times 10^6 + 1600000}}$$

$$\therefore v = 7072.84 \text{ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

৯.৯। ভূ-পৃষ্ঠে কোন লোকের ওজন 684N হলে তিনি চাঁদে গিয়ে কতটুকু ওজন হারাবেন? পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধ যথাক্রমে চাঁদের ভর ও ব্যাসার্ধের 81 এবং 4 গুন। আমরা জানি,

$$g_M = \frac{GM_M}{R_M^2} \dots \dots \dots (1)$$

$$g_E = \frac{GM_E}{R_E^2} \dots \dots \dots (2)$$

$$\therefore \frac{g_M}{g_E} = \frac{M_M}{R_M^2} \times \frac{R_E^2}{M_E}$$

এখানে,

ভর, $M = 1.9 \times 10^{27} \text{kg}$
ব্যাসার্ধ, $R = 7 \times 10^7 \text{m}$

মুক্তিবেগ, $v_e = ?$

এখানে,

ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6 \text{m}$
মহাকর্ষীয় ধ্রুবক,

$$G = 6.673 \times 10^{-11} \text{Nm}^2 \text{kg}^{-2}$$

পৃথিবীর ঘনত্ব, $\rho = 5.5 \text{gm/cc}$
 $= 5.5 \times 10^3 \text{kg/m}^3$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = ?$

এখানে,

ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6 \text{m}$
মহাকর্ষীয় ধ্রুবক,

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{Nm}^2 \text{kg}^{-2}$$

পৃথিবীর ভর, $M = 6.0 \times 10^{24} \text{kg}$

উচ্চতা $h = 1600000 \text{m}$

উপগ্রহের বেগ $v = ?$

$$\text{বা, } \frac{g_M}{g_E} = \frac{M}{R^2} \times \frac{(4R)^2}{81M}$$

$$\therefore \frac{g_M}{g_E} = \frac{16}{81} \dots\dots\dots(6)$$

পৃথিবী পৃষ্ঠে ওজন $W_E=684N$ এবং চাঁদে ওজন W_M হলে,

$$\frac{W_M}{W_E} = \frac{g_M}{g_E} \Rightarrow \frac{W_M}{684} = \frac{16}{81} \Rightarrow W_M = W_E \frac{16}{81}$$

$$\Rightarrow W_M = 684 \times \frac{16}{81} N = 135.11N$$

$$\therefore \text{চাঁদে ওজন হারাবে, } = (684-135.11)N = 548.89N(\text{Ans.})$$

৮। সরল হ্রদিত স্পন্দন

১। সরল হ্রদিত গতিতে চলমান একটি বস্তুর বিস্তার $0.01m$ ও কম্পাঙ্ক $12Hz$ । বস্তুর $0.005m$ সরণে বেগ কত?

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } v = 2\pi f \sqrt{A^2 - x^2}$$

$$\text{বা, } v = 2 \times 3.14 \times 12 \times \sqrt{(0.01)^2 - (0.005)^2}$$

$$\text{বা, } v = 75.36 \times \sqrt{0.0001 - 0.000025}$$

$$\text{বা, } v = 75.36 \times \sqrt{0.000075}$$

$$\text{বা, } v = 75.36 \times 0.00866$$

$$\text{বা, } v = 75.36 \times 0.00866$$

$$\therefore v = 0.6526 \text{ m s}^{-1} (\text{Ans.})$$

২। কোন স্প্রিং এর প্রান্তে একটি বস্তু ঝুলালে এটি $20cm$ প্রসারিত হয়। বস্তুটিকে একটু টেনে ছেড়ে দিলে কম্পাঙ্ক কত হবে?

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } T = 2 \times 3.14 \times \sqrt{\frac{0.2}{9.8}}$$

$$\text{বা, } T = 6.28 \times 0.142857s$$

$$\therefore T = 0.897142 \text{ s}$$

$$\text{আবার, } f = \frac{1}{T}$$

$$\Rightarrow f = \frac{1}{0.897142} \text{ Hz}$$

$$\therefore f = 1.11 \text{ Hz} (\text{Ans.})$$

৩। একটি সেকেন্ড দোলক ভূ-পৃষ্ঠে সঠিক সময় দেয়। চন্দ্র পৃষ্ঠে নিয়ে গেলে এর দোলনকাল কত হবে? পৃথিবীর ব্যাসার্ধ চন্দ্রের ব্যাসার্ধের 4 গুন এবং পৃথিবীর ভর চন্দ্রের ভরের 81 গুন।

আমরা জানি,

$$T_E = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g_E}} \dots\dots(1)$$

$$\text{এবং, } T_M = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g_M}} \dots\dots(2)$$

এখানে,
বিস্তার, $A = 0.01 \text{ m}$
কম্পাঙ্ক, $f = 12 \text{ Hz}$
সরণ, $x = 0.005 \text{ m}$
বেগ, $v = ?$

এখানে,
প্রসারণ, $e = 20cm = 0.2m$
কম্পাঙ্ক, $f = ?$

এখানে,
ভূ-পৃষ্ঠে দোলনকাল, $T_E = 2s$
চন্দ্রপৃষ্ঠে দোলনকাল, $T_M = ?$
ধরি, চন্দ্রের ব্যাসার্ধ, $R_M = R$
 \therefore পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R_E = 4R$
চন্দ্রের ভর, $M_M = M$
 \therefore পৃথিবীর ভর, $M_E = 81M$

$$\therefore \frac{T_E}{T_M} = \sqrt{\frac{g_M}{g_E}} \dots\dots(3)$$

$$\text{আবার, } g_M = \frac{GM_M}{R_M^2} \dots\dots(4)$$

$$\text{এবং, } g_E = \frac{GM_E}{R_E^2} \dots\dots(5)$$

$$\therefore \frac{g_M}{g_E} = \frac{M_M}{R_M^2} \times \frac{R_E^2}{M_E}$$

$$\text{বা, } \frac{g_M}{g_E} = \frac{M}{R^2} \times \frac{(4R)^2}{81M}$$

$$\therefore \frac{g_M}{g_E} = \frac{16}{81} \dots\dots\dots(6)$$

এখন (3) নং সমীকরণে মান বসিয়ে পাই,

$$\therefore \frac{2}{T_M} = \sqrt{\frac{16}{81}}$$

$$\Rightarrow \frac{2}{T_M} = \frac{4}{9}$$

$$\Rightarrow T_M = \frac{2 \times 9}{4}$$

$$\therefore T_M = 4.5 \text{ s} (\text{Ans.})$$

৪। একটি সরল দোলকের দোলনকাল 25% বাড়াতে এর কার্যকরী দৈর্ঘ্যের কিরূপ পরিবর্তন করতে হবে?

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}$$

$$\Rightarrow \frac{T}{4} = \sqrt{\frac{L}{L_2}}$$

$$\Rightarrow \frac{4T}{5T} = \sqrt{\frac{L}{L_2}}$$

$$\Rightarrow \frac{16}{25} = \frac{L}{L_2}$$

$$\Rightarrow L_2 = \frac{25}{16}L$$

$$\therefore L_2 = 1.5625L \text{ উত্তরঃ দৈর্ঘ্য } 1.5625 \text{ গুন করতে হবে?}$$

৫। $1m$ দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট একটি সরল দোলক প্রতি সেকেন্ডে 2 টি দোলন সম্পন্ন করে। অভিকর্ষজ ত্বরণের মান নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

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

$$\Rightarrow T^2 = 4\pi^2 \frac{L}{g}$$

$$\Rightarrow g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2}$$

এখানে,
দৈর্ঘ্য, $L_1 = L$
দৈর্ঘ্য, $L_2 = ?$
দোলনকাল, $T_1 = T$
দোলনকাল,
 $T_2 = T + T/4 = 5T/4$

এখানে,
দৈর্ঘ্য, $L = 1$ মিটার
দোলনকাল,
 $T = \frac{1}{2} s = 0.5s$
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = ?$

$$\Rightarrow g = 4 \times 9.87 \times \frac{1}{(0.5)^2}$$

$$\therefore g = 157.92 \text{ ms}^{-2} \text{ (Ans.)}$$

৬। একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।
আমরা জানি,

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

$$\Rightarrow T^2 = 4\pi^2 \frac{L}{g}$$

$$\Rightarrow L = \frac{gT^2}{4\pi^2}$$

$$\Rightarrow L = \frac{9.8 \times 2^2}{4 \times 9.87} \text{ m}$$

$$\therefore L = 0.99 \text{ m (Ans.)}$$

৭। কোন সরল ছন্দিত স্পন্দন কণার বিস্তার 3cm এবং সর্বোচ্চ বেগ 6.24 cms^{-1} হলে, কণাটির পর্যায়কাল কত?

আমরা জানি,

$$V_{\max} = \omega A$$

$$\therefore \omega = \frac{V_{\max}}{A} = \frac{6.24 \times 10^{-2}}{3 \times 10^{-2}} \text{ rad s}^{-1}$$

$$\therefore \omega = 2.08 \text{ rad s}^{-1}$$

$$\text{আরার, পর্যায়কাল, } T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$\Rightarrow T = \frac{2 \times 3.14}{2.08} \text{ s}$$

$$\therefore T = 3 \text{ s (Ans.)}$$

৮। সরল ছন্দিত গতি সম্পন্ন একটি কণার গতির সমীকরণ

$Y = 10 \sin(\omega t + \delta)$, পর্যায়কাল 30s এবং আদি সরণ 0.05m হলে
কণাটির (i) কৌণিক কম্পাঙ্ক; (ii) আদিদশা নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$(i) \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$\Rightarrow \omega = \frac{2 \times 3.14}{30} \text{ rad s}^{-1}$$

$$\therefore \omega = 0.21 \text{ rad s}^{-1}$$

$$(ii) Y = 10 \sin(\omega t + \delta)$$

$$\Rightarrow 0.05 = 10 \times \sin(\omega \times 0 + \delta)$$

$$\Rightarrow \sin \delta = \frac{0.05}{10} = 0.005$$

$$\therefore \delta = 0.286^\circ \text{ (Ans.)}$$

৯। একটি সরল দোলক A এর দৈর্ঘ্য অপর একটি সরল দোলক B এর দৈর্ঘ্যের 4 গুণ। দোলক B এর দোলন কাল 2s হলে A এর দোলন কাল কত?

আমরা জানি,

$$\frac{T_A}{T_B} = \sqrt{\frac{L_A}{L_B}}$$

এখানে,
দোলকের দৈর্ঘ্য, $L_B = L$ ধরি
দোলকের দৈর্ঘ্য, $L_A = 4L$
দোলন কাল, $T_B = 2 \text{ s}$
দোলন কাল, $T_A = ?$

$$\Rightarrow \frac{T_A}{2} = \sqrt{\frac{4L}{L}}$$

$$\Rightarrow \frac{T_A}{2} = 2$$

$$\therefore T_A = 4 \text{ s (Ans.)}$$

১০। সরল ছন্দিত গতিতে চলমান একটি কণার সর্বোচ্চ বেগ 0.02 ms^{-1} এবং বিস্তার 0.004m হলে কণাটির পর্যায় কাল কত?

$$V_{\max} = \omega A$$

$$\therefore \omega = \frac{V_{\max}}{A} = \frac{0.02}{0.004} \text{ rad s}^{-1}$$

$$\therefore \omega = 5 \text{ rad s}^{-1}$$

$$\text{আরার, পর্যায়কাল, } T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$\Rightarrow T = \frac{2 \times 3.14}{5} \text{ s}$$

$$\therefore T = 1.256 \text{ s (Ans.)}$$

১১। 40cm দীর্ঘ একটি সরল দোলক প্রতি মিনিটে 40 বার দোল খায়। যদি এর দৈর্ঘ্য 160cm হয় তবে 60 বার দুলতে কত সময় নেবে?

আমরা জানি,

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}$$

$$\Rightarrow \frac{3}{2T_2} = \sqrt{\frac{0.4}{1.6}}$$

$$\Rightarrow \frac{3}{2T_2} = 0.5$$

$$\Rightarrow T_2 = 3 \text{ s}$$

$$\therefore 60T_2 = 3 \times 60 \text{ s} = 180 \text{ s} = 3 \text{ Minute (Ans.)}$$

১২। কোন স্থানে একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য 1m। যে দোলক ঐ স্থানে প্রতি মিনিটে 25 বার দোল দেয় তার দৈর্ঘ্য বের কর।

আমরা জানি,

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}$$

$$\Rightarrow \frac{2 \times 25}{60} = \sqrt{\frac{1}{L_2}}$$

$$\Rightarrow \frac{25}{36} = \frac{1}{L_2}$$

$$\Rightarrow L_2 = \frac{36}{25} = 1.44 \text{ m (Ans.)}$$

৯। স্থিতি স্থাপকতা

১। 1 বর্গ মিলিমিটার প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য শতকরা 2 ভাগ বৃদ্ধি করতে কত বল প্রয়োগ করতে হবে? ইস্পাতের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ ।

আমরা জানি,

$$Y = \frac{FL}{A \Delta L}$$

$$\Rightarrow F = \frac{YA \Delta L}{L}$$

এখানে,
প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = 1 \text{ mm}^2$
 $= 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2$
আদি দৈর্ঘ্য, $L = x$ (ধরি)
 \therefore দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta L = \frac{x \times 2}{100}$

ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$
বল $F = ?$

আমরা জানি,

$$R = \frac{f}{F} \times 100\%$$

$$\Rightarrow 67.3\% = \frac{13.64 \times 10^{-3}}{F} \times 100\%$$

$$\Rightarrow F = \frac{13.64 \times 10^{-3}}{67.3} \times 100$$

$$\Rightarrow F = 20.27 \times 10^{-3} \text{ mHg (Ans.)}$$

৪। 0.64m পারদ স্তম্ভ চাপে এবং 39°C তাপমাত্রায় কোন গ্যাসের আয়তন $5.7 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ । প্রমাণ চাপ ও তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন কত?

আমরা জানি,

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{P_1 V_1 T_2}{T_1 P_2}$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{0.64 \times 5.7 \times 10^{-4} \times 273}{312 \times 0.76}$$

$$\therefore V_2 = 4.2 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \text{ (Ans.)}$$

৫। কোন একদিনের শিশিরাংক 7.4°C এবং কক্ষ তাপমাত্রা 18.6°C। আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় কর। [7°C, 8°C, 18°C ও 19°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ যথাক্রমে $7.5 \times 10^{-3} \text{ m}$, $8.2 \times 10^{-3} \text{ m}$, $15.6 \times 10^{-3} \text{ m}$ এবং $16.5 \times 10^{-3} \text{ m}$ পারদ।] 7°C থেকে 8°C অর্থাৎ

1°C তাপমাত্রা বাড়লে বাষ্প চাপ বাড়ে = $(8.2 - 7.5)10^{-3} \text{ m}$ পারদ।

$$\therefore 0.4^\circ\text{C} \cdot \cdot \cdot \cdot = 0.7 \times 10^{-3} \times 0.4 \text{ m পারদ।}$$

$$= 0.28 \times 10^{-3} \text{ m পারদ।}$$

$\therefore 7.4^\circ\text{C}$ তাপমাত্রায় অর্থাৎ

$$\text{শিশিরাংকে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ } f = (7.5 + 0.28)10^{-3} \text{ m পারদ।}$$

$$= 7.78 \times 10^{-3} \text{ m পারদ।}$$

আবার, 18°C থেকে 19°C অর্থাৎ

1°C তাপমাত্রা বাড়লে বাষ্প চাপ বাড়ে = $(16.5 - 15.6)10^{-3} \text{ m}$ পারদ।

$$\therefore 0.6^\circ\text{C} \cdot \cdot \cdot \cdot = 0.9 \times 10^{-3} \times 0.6 \text{ m পারদ।}$$

$$= 0.54 \times 10^{-3} \text{ m পারদ।}$$

$\therefore 18.6^\circ\text{C}$ তাপমাত্রায় অর্থাৎ

$$\text{বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ } F = (15.6 + 0.54)10^{-3} \text{ m পারদ}$$

$$= 16.14 \times 10^{-3} \text{ m পারদ।}$$

$$\therefore \text{আপেক্ষিক আর্দ্রতা } R = \frac{f}{F} \times 100\%$$

$$\Rightarrow R = \frac{7.78 \times 10^{-3}}{16.14 \times 10^{-3}} \times 100\%$$

$$\therefore R = 48.2\% \text{ (Ans.)}$$

৬। 0°C তাপমাত্রায় কোন গ্যাসের চাপ $3 \times 10^5 \text{ Pa}$ হলে 60°C তাপমাত্রায় এর চাপ কত?

আমরা জানি,

এখানে,

শিশিরাংকে বাষ্পচাপ,
 $f = 13.64 \times 10^{-3} \text{ mHg}$
 বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ,
 $F = ?$
 আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = 67.30\%$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow P_2 = \frac{P_1 V_1 T_2}{V_2 T_1}$$

$$\Rightarrow P_2 = \frac{3 \times 10^5 \times V \times 333}{V \times 273}$$

$$\therefore P_2 = 3.66 \times 10^5 \text{ Pa (Ans.)}$$

৭। কোন একদিন সিজ ও শুষ্ক বাল্বের আর্দ্রতামাপক যন্ত্রের শুষ্ক বাল্বের এর পাঠ 30°C এবং সিজ বাল্বের এর পাঠ 28°C। আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় কর। 30°C এ গ্লেইসারের উৎপাদক 1.65 এবং 26°C, 28°C এবং 30°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ যথাক্রমে $25.25 \times 10^{-3} \text{ m}$, $28.45 \times 10^{-3} \text{ m}$ এবং $31.85 \times 10^{-3} \text{ m}$ পারদ চাপ।

শুষ্ক বাল্বের এর পাঠ $\theta_1 = 30^\circ\text{C}$ অর্থাৎ বায়ুর তাপমাত্রা = 30°C

সিজ বাল্বের এর পাঠ $\theta_2 = 28^\circ\text{C}$

গ্লেইসারের উৎপাদক $G = 1.65$

ধরি শিশিরাংক = θ

আমরা জানি,

$$\theta_1 - \theta = G(\theta_1 - \theta_2)$$

$$\text{বা, } \theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$$

$$\text{বা, } \theta = 30 - 1.65(30 - 28)$$

$$\text{বা, } \theta = 30 - 3.3$$

$$\therefore \theta = 26.7^\circ\text{C}$$

বায়ুর তাপমাত্রা 30°C এ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ $F = 31.85 \times 10^{-3} \text{ m}$ পারদ

26°C থেকে 28°C অর্থাৎ

2°C তাপমাত্রা বাড়লে বাষ্প চাপ বাড়ে = $(28.45 - 25.25)10^{-3} \text{ m}$ পারদ।

$$\text{বা, } 1^\circ\text{C} \cdot \cdot \cdot \cdot = \frac{3.2 \times 10^{-3}}{2} \text{ m পারদ।}$$

$$\text{বা, } 0.7^\circ\text{C} \cdot \cdot \cdot \cdot = \frac{3.2 \times 10^{-3} \times 0.7}{2} \text{ m পারদ।}$$

$$= 1.12 \times 10^{-3} \text{ m পারদ।}$$

$\therefore 26.7^\circ\text{C}$ তাপমাত্রায় অর্থাৎ

$$\text{শিশিরাংকে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ } f = (25.25 + 1.12)10^{-3} \text{ m পারদ।}$$

$$= 26.37 \times 10^{-3} \text{ m পারদ।}$$

$$\therefore \text{আপেক্ষিক আর্দ্রতা, } R = \frac{f}{F} \times 100\%$$

$$\text{বা, } R = \frac{26.37 \times 10^{-3}}{31.85 \times 10^{-3}} \times 100\%$$

$$\therefore R = 82.79\% \text{ (Ans.)}$$

৮। কোন হ্রদের তলদেশ থেকে পানির উপরিতলে আসায় একটি বায়ু বুদবুদ আয়তনে পাঁচগুণ হয়। বায়ুমণ্ডলের চাপ 10^5 Nm^{-2} হলে হ্রদের গভীরতা কত?

আমরা জানি,

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\text{বা, } (P_2 + h\rho g)V = P_2 \times 5V$$

$$\text{বা, } P_2 + h\rho g = 5P_2$$

$$\text{বা, } h\rho g = 5P_2 - P_2$$

$$\text{বা, } h\rho g = 4P_2$$

এখানে ধরি,

হ্রদের তলদেশে বুদবুদের আয়তন, $V_1 = V$

হ্রদের পৃষ্ঠে বুদবুদের আয়তন, $V_2 = 5V$

পানির ঘনত্ব, $\rho = 10^3 \text{ kg m}^{-3}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

হ্রদের তলদেশে চাপ, $= P_1$

হ্রদের পৃষ্ঠে বায়ুমণ্ডলের চাপ, $P_2 = 10^5 \text{ Pa}$

হ্রদের গভীরতা, $h = ?$

$$\therefore P_1 = P_2 + h\rho g$$

ধরি শিশিরাংক = θ

আমরা জানি,

$$\theta_1 - \theta = G(\theta_1 - \theta_2)$$

$$\text{বা, } \theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$$

$$\text{বা, } \theta = 20 - 1.79(20 - 12)$$

$$\text{বা, } \theta = 20 - 14.32$$

$$\therefore \theta = 5.68^\circ\text{C}$$

বায়ুর তাপমাত্রা 20°C এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ, $F = 17.6$ mmHg

শিশিরাংক 5.68°C এ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ, $f = 6.856$ mmHg

$$\therefore \text{আপেক্ষিক আর্দ্রতা, } R = \frac{f}{F} \times 100\%$$

$$\text{বা, } R = \frac{6.856}{17.6} \times 100\%$$

$$\therefore R = 38.95\% \text{ (Ans.)}$$

উত্তর : শিশিরাংক = 5.68°C ও আপেক্ষিক আর্দ্রতা = 38.95%

১৭। স্থির চাপে কত তাপমাত্রায় কোন গ্যাস অণুর গড় বর্গবেগের বর্গমূল স্বাভাবিক চাপ ও তাপমাত্রার গড় বর্গবেগের বর্গমূলের দ্বিগুণ হবে?

$$\text{আমরা জানি, } C_1 = \sqrt{\frac{3RT_1}{M}} \dots\dots(1)$$

$$\text{ও } C_2 = \sqrt{\frac{3RT_2}{M}} \dots\dots(2)$$

$$\therefore \frac{C_2}{C_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \Rightarrow \frac{2C_1}{C_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$$

$$\Rightarrow 4 = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow 4 = \frac{T_2}{273}$$

$$\therefore T_2 = 4 \times 273\text{K} = 1092\text{K} \text{ (Ans.)}$$

১৮। কোন গ্যাস অণুর ব্যাসার্ধ 3.9×10^{-10} m এবং প্রতি ঘন সেন্টিমিটারে অণুর সংখ্যা 2.69×10^{19} হলে অণুর গড় মুক্ত পথ নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$\lambda = \frac{1}{\pi n \sigma^2}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{1}{3.14 \times 2.69 \times 10^{19} \times (7.8 \times 10^{-8})^2}$$

$$\Rightarrow \lambda = 1.94 \times 10^{-6} \text{ cm}$$

$$\Rightarrow \lambda = 1.95 \times 10^{-8} \text{ m (Ans.)}$$

১৯। স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে নাইট্রোজেনের ঘনত্ব $1.25\text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}$ হলে এর গড় বর্গবেগের বর্গমূল নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$C = \sqrt{\frac{3P}{\rho}} = \sqrt{\frac{3 \times 1.013 \times 10^5}{1.25}}$$

$$C = 493.07 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

এখানে,
প্রাথমিক তাপমাত্রা,
 $T_1 = 273\text{K}$

শেষ তাপমাত্রা, $T_2 = ?$

$$C_2 = 2C_1$$

এখানে,
ব্যাস, $\sigma = 2 \times 3.9 \times 10^{-10} \text{ m}$
 $\Rightarrow \sigma = 2 \times 3.9 \times 10^{-10} \times 100 \text{ cm}$
 $\Rightarrow \sigma = 7.8 \times 10^{-8} \text{ cm}$
প্রতি ঘন সেন্টিমিটারে অণুর সংখ্যা,
 $n = 2.69 \times 10^{19} / \text{cm}^3$
গড় মুক্তপথ, $\lambda = ?$

এখানে,
তাপমাত্রা, $T = 0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$
ঘনত্ব, $\rho = 1.25\text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}$
 $P = 1.013 \times 10^5 \text{Nm}^{-2}$
 $C = ?$

১২। তাপমাত্রা

১। একটি ক্রুব আয়তন থার্মোমিটারে T কেলভিন তাপমাত্রায় চাপ পাওয়া গেল $6.5 \times 10^4 \text{ Pa}$ । পানির ত্রৈধ বিন্দুতে চাপ $5 \times 10^3 \text{ Pa}$ হলে T এর মান নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$T = \frac{P_T}{P_T} \times 273.16 \text{ K}$$

$$\text{বা, } T = \frac{6.5 \times 10^4}{5 \times 10^3} \times 273.16 \text{ K}$$

$$\therefore T = 3551.08 \text{ K (Ans.)}$$

এখানে,
পানির ত্রৈধ বিন্দুতে চাপ,
 $P_T = 5 \times 10^3 \text{ Pa}$
নির্নেয় উষ্ণতায় চাপ,
 $P_T = 6.5 \times 10^4 \text{ Pa}$
নির্নেয় তাপমাত্রা, $T = ?$

২। একটি রোধ থার্মোমিটার বরফ ও ষ্টিম বিন্দুতে যথাক্রমে 4.5Ω ও 9.5Ω রোধ প্রদর্শন করে। এটি একটি তরলে স্থাপন করলে 6.1Ω রোধ প্রদর্শন করে। তরলটির তাপমাত্রা নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$\theta = \frac{R_\theta - R_0}{R_{100} - R_0} \times 100^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow \theta = \frac{6.1 - 4.5}{9.5 - 4.5} \times 100^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow \theta = \frac{1.6}{5} \times 100^\circ\text{C} \therefore \theta = 32^\circ\text{C (Ans.)}$$

এখানে,
বরফ বিন্দুতে রোধ, $R_0 = 4.5\Omega$
ষ্টিম বিন্দুতে রোধ, $R_{100} = 9.5\Omega$
তরলে রোধ $R_\theta = 6.1\Omega$
তরলটির তাপমাত্রা $\theta = ?$

৩। একটি ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটার সাধারণ বায়ুচাপে গলিত বরফে 4°C এবং শুষ্ক বাষ্পে 98°C পাঠ দেয়। থার্মোমিটারটি 42°C পাঠ দিলে প্রকৃত তাপমাত্রা কত?

মনেকরি, প্রকৃত তাপমাত্রা = C

$$\text{প্রশ্নমতে, } \frac{C - 0}{100 - 0} = \frac{\text{প্রাপ্ত তাপমাত্রা} - \text{নিম্ন}}{\text{উর্ধ্ব} - \text{নিম্ন}}$$

$$\frac{C}{100} = \frac{42 - 4}{98 - 4} \text{ বা, } C = \frac{100 \times 38}{94}$$

$$\therefore C = 40.42^\circ\text{C (Ans.)}$$

৪। কোন তাপমাত্রায় সেলসিয়াস ও ফারেনহাইট স্কেলে একই পাওয়া যায়?

আমরা জানি,

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

$$\Rightarrow \frac{x}{5} = \frac{x - 32}{9}$$

$$\Rightarrow 9x = 5x - 160$$

$$\Rightarrow 9x - 5x = -160$$

$$\Rightarrow 4x = -160$$

$$\Rightarrow x = \frac{-160}{4}$$

$$\therefore x = -40^\circ\text{C} = -40^\circ\text{F (Ans.)}$$

এখানে,
 $C = F = x$ ধরি,

৫। একটি ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটারে নিম্নস্থির বিন্দু 4°C এবং উর্ধ্ব স্থির বিন্দু 98°C । থার্মোমিটারটি 51°C পাঠ দিলে ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা কত হবে?

মনেকরি, প্রকৃত তাপমাত্রা = F

$$\text{প্রশ্নমতে, } \frac{F - 32}{212 - 32} = \frac{\text{প্রাপ্ত তাপমাত্রা} - \text{নিম্ন}}{\text{উর্ধ্ব} - \text{নিম্ন}}$$

$$\Rightarrow \frac{F-32}{212-32} = \frac{51-4}{98-4}$$

$$\Rightarrow \frac{F-32}{180} = \frac{47}{94}$$

$$\Rightarrow F-32 = \frac{47 \times 180}{94}$$

$$\Rightarrow F = 90 + 32$$

$$\therefore F = 122^\circ\text{F (Ans.)}$$

৬। একটি ত্রুটিপূর্ণ থার্মোমিটারে সাধারণ বায়ুচাপে গলিত বরফে 2°C এবং শুষ্ক বাষ্পে 96°C পাঠ দেয়। থার্মোমিটারটি 49°C পাঠ দিলে ফারেনহাইট ও কেলভিন স্কেলে কত পাঠ পাওয়া যাবে?

মনেকরি, প্রকৃত তাপমাত্রা যথাক্রমে = F ও K

$$\text{প্রশ্নমতে, } \frac{F-32}{212-32} = \frac{\text{প্রাপ্ত তাপমাত্রা} - \text{নিম্ন}}{\text{উর্ধ্ব} - \text{নিম্ন}} = \frac{K-273}{373-273}$$

$$\Rightarrow \frac{F-32}{212-32} = \frac{49-2}{96-2} = \frac{K-273}{373-273}$$

$$\Rightarrow \frac{F-32}{180} = \frac{47}{94} = \frac{K-273}{100}$$

$$\Rightarrow \frac{F-32}{180} = \frac{1}{2} = \frac{K-273}{100}$$

$$\Rightarrow F-32 = \frac{180}{2}$$

$$\Rightarrow F-32 = 90$$

$$\Rightarrow F = 90 + 32 = 122^\circ\text{F}$$

আবার,

$$\frac{1}{2} = \frac{K-273}{100}$$

$$\Rightarrow K-273 = 50$$

$$\Rightarrow K = 50 + 273$$

$$\therefore K = 323\text{K}$$

৭। কোন্ তাপমাত্রায় সেন্টিগ্রেড ও ফারেনহাইট স্কেলে পাঠের পার্থক্য 10° হয়?

ধরি, সেলসিয়াস স্কেলে পাঠ, $C = x$

$$\therefore \text{ফারেনহাইট স্কেলে পাঠ} = x \pm 10 = x + 10 \text{ বা, } x - 10$$

আমরা জানি,

$$\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} \quad \text{১ম স্কেলে, সেলসিয়াস স্কেলে পাঠ, } C = x$$

এবং ফারেনহাইট স্কেলে পাঠ, $F = x + 10$

$$\Rightarrow \frac{x}{5} = \frac{x+10-32}{9}$$

$$\Rightarrow 9x = 5x - 110$$

$$\Rightarrow 9x - 5x = -110$$

$$\Rightarrow 4x = -110$$

$$\Rightarrow x = \frac{-110}{4}$$

$$\therefore x = -27.5^\circ\text{C}$$

$$\therefore \text{ফারেনহাইট স্কেলে, } x + 10 = -27.5 + 10 = -17.5^\circ\text{F}$$

দ্বিতীয় স্কেলে, সেলসিয়াস স্কেলে পাঠ, $C = x$

এবং ফারেনহাইট স্কেলে পাঠ = $x - 10$

$$\Rightarrow \frac{x}{5} = \frac{x-10-32}{9}$$

$$\Rightarrow 9x = 5x - 210$$

$$\Rightarrow 9x - 5x = -210$$

$$\Rightarrow 4x = -210$$

$$\Rightarrow x = \frac{-210}{4}$$

$$\therefore x = -52.5^\circ\text{C}$$

$$\therefore \text{ফারেনহাইট স্কেলে, } x - 10 = -52.5 - 10 = -62.5^\circ\text{F}$$

উত্তরঃ -27.5°C ও -17.5°F এবং -52.5°C ও -62.5°F

১৩। তাপগতিবিদ্যার ১ম সূত্র

১। পিষ্টনযুক্ত একটি সিলিডারে কিছু গ্যাস আবদ্ধ আছে। গ্যাসের চাপ 400Pa -এ স্থির রেখে সিস্টেমে ধীরে ধীরে 800J তাপশক্তি সরবরাহ করায় 1200J কাজ সম্পাদিত হয়। গ্যাসের আয়তন পরিবর্তন এবং অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W$$

$$\text{বা, } \Delta U = \Delta Q - \Delta W$$

$$\text{বা, } \Delta U = 800\text{J} - 1200\text{J}$$

$$\therefore \Delta U = -400\text{J}$$

[অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন ঋনাত্মক হওয়ার অর্থ সিস্টেমের অন্তঃস্থ শক্তি হ্রাস পাবে।]

আবার,

$$\Delta W = P \Delta V$$

$$\Rightarrow \Delta V = \frac{\Delta W}{P}$$

$$\Rightarrow \Delta V = \frac{1200}{400} \text{m}^3$$

$$\therefore \Delta V = 3\text{m}^3 \text{ (Ans.)}$$

২। 27°C তাপমাত্রার কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাস হঠাৎ প্রসারিত হয়ে দ্বিগুণ আকার লাভ করে। চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত? [$\gamma = 1.4$]

আমরা জানি,

$$T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_2^{\gamma-1}$$

$$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{V_1^{\gamma-1}}{V_2^{\gamma-1}}$$

$$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}$$

$$\Rightarrow \frac{T_2}{300} = \left(\frac{V}{2V}\right)^{1.4-1}$$

$$\Rightarrow T_2 = 300 \times 0.5^{0.4} \text{K}$$

$$\therefore T_2 = 227.36\text{K} = (227.36 - 273)^\circ\text{C} = -45.64^\circ\text{C} \text{ (Ans.)}$$

৩। 1 বায়ুমন্ডলীয় চাপে কোন গ্যাসকে রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় আয়তন দ্বিগুণ করলে ঐ গ্যাসের চূড়ান্ত চাপ কত হবে? [$\gamma = 1.4$]

আমরা জানি,

$$P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$$

$$\text{বা, } P_2 = P_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^\gamma$$

এখানে,

$$\text{চাপ, } P = 400\text{Pa}$$

$$\text{তাপ, } \Delta Q = 800\text{J}$$

$$\text{কাজ, } \Delta W = 1200\text{J}$$

$$\Delta U = ?$$

$$\text{আয়তন পরিবর্তন, } \Delta V = ?$$

এখানে,

$$\text{তাপমাত্রা, } T_1 = 27^\circ\text{C}$$

$$= (27+273)\text{K} = 300\text{K}$$

$$\text{আয়তন, } V_1 = V \text{ (ধরি)}$$

$$\therefore \text{আয়তন, } V_2 = 2V$$

$$\text{তাপমাত্রা, } T_2 = ?$$

$$\gamma = 1.4$$

এখানে,

বায়ুমন্ডলের চাপ,

$$P_1 = 1.013 \times 10^5 \text{Pa}$$

$$\text{আয়তন, } V_1 = V \text{ (ধরি)}$$

$$\therefore \text{আয়তন, } V_2 = 2V$$

$$\text{চাপ, } P_2 = ?$$

$$\gamma = 1.4$$

$$\text{বা, } P_2 = 1.013 \times 10^5 \left(\frac{V}{2V}\right)^{1.41}$$

$$\text{বা, } P_2 = 1.013 \times 10^5 \times 0.5^{1.41}$$

$$\therefore P_2 = 38120.37 \text{ Pa (Ans.)}$$

৪। স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে কোন গ্যাসকে সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় দ্বিগুন আয়তনে প্রসারিত করলে ঐ গ্যাসের চূড়ান্ত চাপ কত হবে?

আমরা জানি,

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow P_2 = \frac{P_1 V_1 T_2}{T_1 V_2}$$

$$\Rightarrow P_2 = \frac{0.76 \times V \times 273}{273 \times 2V}$$

$$\therefore P_2 = 0.38 \text{ mHg (Ans.)}$$

৫। স্বাভাবিক চাপে 100 m^3 আয়তনের একটি গ্যাসে $5 \times 10^3 \text{ J}$ তাপ দিলে গ্যাসের আয়তন 100.2 m^3 হয়। ঐ গ্যাসের কৃত কাজের মান নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$\text{কৃতকাজ } \Delta W = P \Delta V$$

$$\Rightarrow \Delta W = P(V_2 - V_1)$$

$$\Rightarrow \Delta W = 1.013 \times 10^5 (100.2 - 100) \text{ J}$$

$$\Rightarrow \Delta W = 1.013 \times 10^5 \times 0.2 \text{ J}$$

$$\Rightarrow \Delta W = 1.013 \times 10^5 \times 0.2 \text{ J}$$

$$\therefore \Delta W = 20260 \text{ J (Ans.)}$$

৬। একটি সিলিন্ডারের মধ্যে রাখা কিছু পরিমাণ গ্যাস পরিবেশের উপর 200 J কাজ সম্পাদনের সময় পরিবেশ থেকে 500 J তাপশক্তি শোষণ করে। গ্যাসের অন্তস্থঃ শক্তির পরিবর্তন কত হবে?

আমরা জানি,

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W$$

$$\Rightarrow \Delta U = \Delta Q - \Delta W$$

$$\Rightarrow \Delta U = 500 - 200$$

$$\therefore \Delta U = 300 \text{ J (Ans.)}$$

[অন্তস্থঃ শক্তির পরিবর্তন ধনাত্মক হওয়ার অর্থ সিস্টেমের অন্তস্থঃ শক্তি বৃদ্ধি পাবে।]

৭। 27°C তাপমাত্রার কোন দ্বিপারমানবিক গ্যাসের চাপ হঠাৎ দ্বিগুন করা হল, চাপ পরিবর্তনের পর তাপমাত্রার পরিবর্তন কত হবে?

আমরা জানি,

$$T_1 P_1^\gamma = T_2 P_2^\gamma$$

$$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$$

$$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_1}{2P_2}\right)^{\frac{1-1.4}{1.4}}$$

$$\Rightarrow \frac{T_2}{300} = \left(\frac{1}{2}\right)^{-0.2857}$$

$$\Rightarrow T_2 = 300 \times 0.5^{-0.2857} \text{ K}$$

$$\therefore T_2 = 365.70 \text{ K}$$

এখানে,

চাপ, $P_1 = 0.76 \text{ mHg}$

তাপমাত্রা, $T_1 = 0^\circ\text{C} = (0+273)$

$= 273 \text{ K} = T_2$

আয়তন, $V_1 = V$ (ধরি)

\therefore আয়তন, $V_2 = 2V$

চাপ, $P_2 = ?$

এখানে,

চাপ, $P = 1.013 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$

আদি আয়তন, $V_1 = 100 \text{ m}^3$

শেষ আয়তন, $V_2 = 100.2 \text{ m}^3$

প্রযুক্ত তাপ, $\Delta Q = 5 \times 10^3 \text{ J}$

কৃতকাজ $\Delta W = ?$

এখানে,

শোষিত তাপ, $\Delta Q = 500 \text{ J}$

কৃতকাজ, $\Delta W = 200 \text{ J}$

অন্তস্থঃ শক্তির পরিবর্তন, $\Delta U = ?$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = (365.70 - 300) \text{ K} = 65.70 \text{ K} = 65.70^\circ\text{C (Ans.)}$$

১৪। তাপ বিকিরণ

১। 250 gm ভরের একটি তামার ক্যালরিমিটারে রাখা 5 gm পানি 60°C হতে 40°C তাপমাত্রায় শীতল হতে 80 সেকেন্ড সময় লাগে। একই ক্যালরিমিটারে সমান আয়তনের 6 gm ভরের কোন তরল পদার্থ 60°C হতে 40°C তাপমাত্রায় শীতল হতে সময় লাগে 70 সেকেন্ড। তরল পদার্থটির আপেক্ষিক তাপ নির্ণয় কর। [তামার আপেক্ষিক তাপ $380 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ পানির আ.তাপ $4200 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$]

এখানে,

ক্যালরিমিটারে ভর, $m_1 = 250 \text{ gm} = 0.25 \text{ Kg}$

পানির ভর, $m_2 = 5 \text{ gm} = 0.005 \text{ kg}$

তামার আপেক্ষিক তাপ, $s_1 = 380 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

পানির আঃ তাপ, $s_2 = 4200 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

পানির সময়, $t_2 = 80 \text{ Sec}$

ক্যালরিমিটার ও পানির তাপমাত্রা পার্থক্য, $= (\theta_1 - \theta_2)^\circ\text{C} =$

ক্যালরিমিটার ও তরলের তাপমাত্রা পার্থক্য, $= (60 - 40)^\circ\text{C} = 20^\circ\text{C}$

তরলের ভর, $m = 6 \text{ gm} = 0.006 \text{ kg}$

তরলের সময়, $t_1 = 70 \text{ Sec}$

তরলের আঃ তাপ, $s = ?$

আমরা জানি,

ক্যালরিমিটার ও তরল কৃতক তাপ হ্রাসের হার =

ক্যালরিমিটার ও পানি কৃতক তাপ হ্রাসের হার

$$\frac{m_1 s_1 (\theta_1 - \theta_2) + m s (\theta_1 - \theta_2)}{t_1} = \frac{m_1 s_1 (\theta_1 - \theta_2) + m_2 s_2 (\theta_1 - \theta_2)}{t_2}$$

$$\Rightarrow \frac{m_1 s_1 + m s}{t_1} = \frac{m_1 s_1 + m_2 s_2}{t_2}$$

$$\Rightarrow \frac{0.25 \times 380 + 0.006 \times s}{70} = \frac{0.25 \times 380 + 0.005 \times 4200}{80}$$

$$\Rightarrow \frac{95 + 0.006 \times s}{70} = \frac{95 + 21}{80}$$

$$\Rightarrow 95 + 0.006s = \frac{116 \times 70}{80}$$

$$\Rightarrow 0.006s = 101.5 - 95$$

$$\Rightarrow s = \frac{6.5}{0.006}$$

$$\therefore s = 1083.33 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

২। সমআয়তনের পানি ও একটি তরল পদার্থের ভর যথাক্রমে 0.3 kg এবং 0.2 kg । তাদের একই ক্যালরিমিটারে পর পর রেখে 50°C থেকে 30°C -এ শীতল করতে যথাক্রমে 600 s এবং 300 s সময় লাগে। ক্যালরিমিটারের তাপধারকত্ব 42 Jkg^{-1} হলে তরলের আপেক্ষিক তাপ নির্ণয় কর। [পানির আপেক্ষিক তাপ $4200 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$] এখানে,

ক্যালরিমিটারের তাপধারকত্ব, $m_1 s_1 = 42 \text{ JK}^{-1}$

পানির ভর, $m_2 = 0.3 \text{ kg}$

পানির আঃ তাপ, $s_2 = 4200 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$

পানির সময়, $t_2 = 600 \text{ Sec}$

ক্যালরিমিটার ও পানির তাপমাত্রা পার্থক্য $= (\theta_1 - \theta_2)^\circ\text{C} =$

ক্যালরিমিটার ও তরলের তাপমাত্রা পার্থক্য, $= (50 - 30)^\circ\text{C} = 20^\circ\text{C}$

তরলের ভর, $m = 0.2 \text{ kg}$

তরলের সময়, $t_1 = 300 \text{ Sec}$

তরলের আঃ তাপ, $s = ?$

$$\Rightarrow \left(\frac{2}{1}\right)^4 = \left(\frac{T_1}{3000}\right)^4$$

$$\therefore T_1 = 6000\text{K (Ans.)}$$

১২। কোন বস্তু থেকে সর্বোচ্চ বিকিরনের সর্বোচ্চ বিকিরণের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য $20 \times 10^{-6}\text{m}$ । বস্তুর তাপমাত্রা নির্ণয় কর। ভীনের ফ্রবক $2.898 \times 10^{-3}\text{mK}$

আমরা জানি,

$$\lambda_m T = b$$

$$\Rightarrow \lambda_m = \frac{b}{T}$$

$$\Rightarrow T = \frac{b}{\lambda_m}$$

$$\Rightarrow T = \frac{2.898 \times 10^{-3}}{20 \times 10^{-6}}$$

$$\Rightarrow T = 144.9\text{K (Ans.)}$$

১৫। অবস্থার পরিবর্তন

১। 0°C তাপমাত্রার 0.02kg বরফকে 100°C তাপমাত্রার বাষ্পে পরিণত করতে কত তাপ লাগবে? [বরফ গলনের সুপ্ততাপ $= 336000\text{Jkg}^{-1}$, পানির আপেক্ষিক তাপ $= 4200\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ এবং বাষ্পের সুপ্ততাপ $= 2260000\text{Jkg}^{-1}$]

0°C তাপমাত্রার বরফকে 0°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে

$$\begin{aligned} \text{তাপ লাগে } Q_1 &= \text{ভর} \times \text{গলনের সুপ্ততাপ} \\ &= 0.02 \times 336000\text{ J} = 6720\text{ J} \end{aligned}$$

0°C তাপমাত্রার পানিকে 100°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে

$$\begin{aligned} \text{তাপ লাগে } Q_2 &= \text{ভর} \times \text{আঃ তাপ} \times \text{তাপমাত্রার পার্থক্য} \\ &= 0.02 \times 4200 \times (100 - 0)\text{ J} \\ &= 8400\text{ J} \end{aligned}$$

100°C তাপমাত্রার পানিকে 100°C তাপমাত্রার বাষ্পে পরিণত করতে

$$\begin{aligned} \text{তাপ লাগে } Q_3 &= \text{ভর} \times \text{বাষ্পীভবনের সুপ্ততাপ} \\ &= 0.02 \times 2260000\text{ J} = 45200\text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{মোট প্রয়োজনীয় তাপ } Q &= Q_1 + Q_2 + Q_3 \\ &= (6720 + 8400 + 45200)\text{ J} \\ &= 60320\text{ J (Ans.)} \end{aligned}$$

২। 263K তাপমাত্রার 0.02kg বরফকে 373K তাপমাত্রার বাষ্পে পরিণত করতে কত তাপ লাগবে? [বরফের আপেক্ষিক তাপ $= 2100\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ বরফ গলনের সুপ্ততাপ $= 336000\text{Jkg}^{-1}$, পানির আপেক্ষিক তাপ $= 4200\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ এবং বাষ্পীভবনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ $= 2260000\text{Jkg}^{-1}$]

$$263\text{K} = (263 - 273)^\circ\text{C} = -10^\circ\text{C}$$

$$373\text{K} = (373 - 273)^\circ\text{C} = 100^\circ\text{C}$$

-10°C তাপমাত্রার বরফকে 0°C তাপমাত্রার বরফে পরিণত করতে

$$\begin{aligned} \text{তাপ লাগে } Q_1 &= \text{ভর} \times \text{আঃ তাপ} \times \text{তাপমাত্রার পার্থক্য} \\ &= 0.02 \times 2100 \times \{0 - (-10)\}\text{ J} \\ &= 420\text{ J} \end{aligned}$$

0°C তাপমাত্রার বরফকে 0°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে

$$\begin{aligned} \text{তাপ লাগে } Q_2 &= \text{ভর} \times \text{গলনের সুপ্ততাপ} \\ &= 0.02 \times 336000\text{ J} = 6720\text{ J} \end{aligned}$$

0°C তাপমাত্রার পানিকে 100°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে

$$\begin{aligned} \text{তাপ লাগে } Q_3 &= \text{ভর} \times \text{আঃ তাপ} \times \text{তাপমাত্রার পার্থক্য} \\ &= 0.02 \times 4200 \times (100 - 0)\text{ J} \end{aligned}$$

$$= 8400\text{ J}$$

100°C তাপমাত্রার পানিকে 100°C তাপমাত্রার বাষ্পে পরিণত করতে

$$\begin{aligned} \text{তাপ লাগে, } Q_4 &= \text{ভর} \times \text{বাষ্পীভবনের সুপ্ততাপ} \\ &= 0.02 \times 2260000\text{ J} = 45200\text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{মোট প্রয়োজনীয় তাপ, } Q &= Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \\ &= (420 + 6720 + 8400 + 45200)\text{ J} \\ &= 60740\text{ J (Ans.)} \end{aligned}$$

৩। -5°C তাপমাত্রার 0.005kg বরফের সাথে 90°C তাপমাত্রায় 0.005kg পানি মিশালে মিশ্রনের চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত হবে? [বরফের আপেক্ষিক তাপ $= 2.1 \times 10^3\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ বরফ গলনের সুপ্ততাপ $= 3.36 \times 10^5\text{Jkg}^{-1}$, পানির আপেক্ষিক তাপ $= 4.2 \times 10^3\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$]

মনে করি, মিশ্রনের চূড়ান্ত তাপমাত্রা হবে $\theta^\circ\text{C}$

-5°C তাপমাত্রার বরফকে 0°C তাপমাত্রার বরফে পরিণত করতে

$$\begin{aligned} \text{তাপ লাগে } Q_1 &= \text{ভর} \times \text{আঃ তাপ} \times \text{তাপমাত্রার পার্থক্য} \\ &= 0.005 \times 2.1 \times 10^3 \times \{0 - (-5)\}\text{ J} \\ &= 52.5\text{ J} \end{aligned}$$

0°C তাপমাত্রার বরফকে 0°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে

$$\begin{aligned} \text{তাপ লাগে } Q_2 &= \text{ভর} \times \text{গলনের সুপ্ততাপ} \\ &= 0.005 \times 3.36 \times 10^5\text{ J} = 1680\text{ J} \end{aligned}$$

0°C তাপমাত্রার পানিকে $\theta^\circ\text{C}$ তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে

$$\begin{aligned} \text{তাপ লাগে } Q_3 &= \text{ভর} \times \text{আঃ তাপ} \times \text{তাপমাত্রার পার্থক্য} \\ &= 0.005 \times 4.2 \times 10^3 \times (\theta - 0)\text{ J} \\ &= 21\theta\text{ J} \end{aligned}$$

90°C তাপমাত্রার পানিকে $\theta^\circ\text{C}$ তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে

$$\begin{aligned} \text{তাপ বর্জন করে } Q_4 &= \text{ভর} \times \text{আঃ তাপ} \times \text{তাপমাত্রার পার্থক্য} \\ &= 0.005 \times 4.2 \times 10^3 \times (90 - \theta)\text{ J} \\ &= (1890 - 21\theta)\text{ J} \end{aligned}$$

প্রশ্নমতে, $Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4$

$$\Rightarrow 52.5 + 1680 + 21\theta = 1890 - 21\theta$$

$$\Rightarrow 21\theta + 21\theta = 1890 - 1680 - 52.5$$

$$\Rightarrow 42\theta = 157.5$$

$$\therefore \theta = \frac{157.5}{42}^\circ\text{C} = 3.75^\circ\text{C (Ans.)}$$

৪। 100°C তাপমাত্রার 500g জলীয়বাষ্প ঘনীভূত হয়ে 30°C তাপমাত্রার পানিতে পানিতে পরিণত হওয়ার জন্য কত তাপ বর্জন করতে হবে? [পানির আপেক্ষিক তাপ $= 4200\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ বাষ্পীভবনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ $= 2.26 \times 10^6\text{Jkg}^{-1}$]

$$500\text{g} = 0.5\text{Kg}$$

100°C তাপমাত্রার জলীয়বাষ্পকে 100°C পানিতে পরিণত করতে

$$\begin{aligned} \text{তাপ বর্জন করে } Q_1 &= \text{ভর} \times \text{বাষ্পীভবনের সুপ্ততাপ} \\ &= 0.5 \times 2.26 \times 10^6\text{ J} = 1130000\text{ J} \end{aligned}$$

100°C তাপমাত্রার পানিকে 30°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে

$$\begin{aligned} \text{তাপ বর্জন করে } Q_2 &= \text{ভর} \times \text{আঃ তাপ} \times \text{তাপমাত্রার পার্থক্য} \\ &= 0.5 \times 4200 \times (100 - 30)\text{ J} \\ &= 147000\text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{মোট প্রয়োজনীয় তাপ} &= (1130000 + 147000)\text{ J} \\ &= 1277000\text{ J (Ans.)} \end{aligned}$$

৫। 0°C তাপমাত্রার 2.1Kg বরফ 40°C তাপমাত্রার 5.9Kg পানির সাথে মিশ্রিত করা হল। মিশ্রনের চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত হবে?

মনেকরি মিশ্রনের তাপমাত্রা θ

0°C	\Rightarrow	0°C	\Rightarrow	$\theta^\circ\text{C}$	\Rightarrow	40°C
-------------------	---------------	-------------------	---------------	------------------------	---------------	--------------------

আবার, আমরা জানি,

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \times 100\%$$

$$\Rightarrow 25\% = \frac{400 - T_2}{400} \times 100\%$$

$$\Rightarrow 25 = \frac{400 - T_2}{4}$$

$$\Rightarrow 100 = 400 - T_2$$

$$\Rightarrow T_2 = 400 - 100$$

$$\therefore T_2 = 300\text{K (Ans.)}$$

২। একটি কর্নো ইঞ্জিন 327°C এবং 27°C উষ্ণতার মধ্যে কাজ করছে। এর কর্ম দক্ষতা কত?

আমরা জানি,

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \times 100\%$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{600 - 300}{600} \times 100\%$$

$$\Rightarrow \eta = 0.5 \times 100\%$$

$$\therefore \eta = 50\% \text{ (Ans.)}$$

৩। একটি ইঞ্জিনের কর্ম দক্ষতা 65%। এর নিম্ন তাপাধারের (গ্রাহকের) তাপমাত্রা 27°C । এর উচ্চ তাপাধারের (উৎসের) তাপমাত্রা নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$65\% = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \times 100\%$$

$$\Rightarrow \frac{65}{100} = \frac{T_1 - 300}{T_1}$$

$$\Rightarrow 100T_1 - 30000 = 65T_1$$

$$\Rightarrow 100T_1 - 65T_1 = 30000$$

$$\Rightarrow 35T_1 = 30000$$

$$\Rightarrow T_1 = \frac{30000}{35}$$

$$\Rightarrow T_1 = 857.14\text{K}$$

$$\therefore T_1 = (857.14 - 273)^\circ\text{C} = 584.14^\circ\text{C (Ans.)}$$

৪। একটি ইঞ্জিন 3400J তাপ গ্রহন করে ও 2400J তাপ বর্জন করে। ইঞ্জিনটি দ্বারা সম্পাদিত কাজের পরিমাণ ও ইঞ্জিনের দক্ষতা নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$W = Q_1 - Q_2$$

$$\Rightarrow W = (3400 - 2400)\text{J}$$

$$\therefore W = 1000\text{J (Ans.)}$$

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \times 100\%$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{3400 - 2400}{3400} \times 100\%$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{1000}{3400} \times 100\%$$

এখানে,
উচ্চ তাপাধারের তাপমাত্রা,
 $T_1 = 327^\circ\text{C}$
 $= (327 + 273)\text{K}$
 $= 600\text{K}$
নিম্ন তাপাধারের তাপমাত্রা,
 $T_2 = 27^\circ\text{C} = (27 + 273)\text{K}$
 $= 300\text{K}$
কর্মদক্ষতা, $\eta = ?$

এখানে,
নিম্ন তাপাধারের তাপমাত্রা,
 $T_2 = 27^\circ\text{C}$
 $= (27 + 273)\text{K}$
 $= 300\text{K}$
কর্মদক্ষতা, $\eta = 65\%$
উচ্চ তাপাধারের
তাপমাত্রা, $T_1 = ?$

এখানে,
তাপ, $Q_1 = 3400\text{J}$
তাপ, $Q_2 = 2400\text{J}$
কাজ, $W = ?$
কর্মদক্ষতা, $\eta = ?$

$$\therefore \eta = 29.41\% \text{ (Ans)}$$

৫। একটি ইঞ্জিন 25°C এবং 225°C তাপমাত্রার মধ্যে কার্যরত। ইঞ্জিনের তাপ উৎস থেকে 4200J তাপ গ্রহন করে। ইঞ্জিন দ্বারা সম্পাদিত কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\Rightarrow Q_2 = \frac{Q_1 T_2}{T_1}$$

$$\Rightarrow Q_2 = \frac{4200 \times 298}{498}$$

$$\Rightarrow Q_2 = 2513.25\text{J}$$

আবার,

$$W = Q_1 - Q_2$$

$$\Rightarrow W = 4200 - 2513.25$$

$$\therefore W = 1686.74\text{J (Ans.)}$$

এখানে,
উচ্চ তাপাধারের তাপমাত্রা,
 $T_1 = 225^\circ\text{C}$
 $= (225 + 273)\text{K}$
 $= 498\text{K}$
নিম্ন তাপাধারের তাপমাত্রা,
 $T_2 = 25^\circ\text{C}$
 $= (25 + 273)\text{K}$
 $= 298\text{K}$
গৃহীত তাপ, $Q_1 = 4200\text{J}$
কৃত কাজ, $W = ?$

৬। একটি কর্নো ইঞ্জিন 800K ও 400K তাপ মাত্রায় যে দক্ষতায় কাজ করে, ঠিক সমদক্ষতায় কাজ করে $T\text{K}$ এবং 900K তাপমাত্রা। তাপমাত্রা T নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \times 100\%$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{800 - 400}{800} \times 100\%$$

$$\Rightarrow \eta = 0.5 \times 100\%$$

$$\therefore \eta = 50\%$$

আবার,

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \times 100\%$$

$$\Rightarrow 50\% = \frac{T - 900}{T} \times 100\%$$

$$\Rightarrow 1 = \frac{T - 900}{T} \times 2$$

$$\Rightarrow 2T - 1800 = T$$

$$\therefore T = 1800\text{K (Ans.)}$$

এখানে, ১ম ক্ষেত্রে
উচ্চ তাপাধারের তাপমাত্রা,
 $T_1 = 800\text{K}$
নিম্ন তাপাধারের তাপমাত্রা,
 $T_2 = 400\text{K}$
কর্মদক্ষতা, $\eta = ?$

এখানে, ২য় ক্ষেত্রে
নিম্ন তাপাধারের তাপমাত্রা,
 $T_2 = 900\text{K}$
কর্মদক্ষতা, $\eta = 50\%$
উচ্চ তাপাধারের তাপমাত্রা,
 $T_1 = T = ?$

৭। 10°C তাপমাত্রার 5kg পানিকে 100°C তাপমাত্রায় উত্তীর্ণ করতে এন্ট্রপির পরিবর্তন নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$dS = \int_{T_1}^{T_2} \frac{dQ}{T}$$

$$\Rightarrow dS = \int_{T_1}^{T_2} \frac{msdT}{T}$$

$$\Rightarrow dS = \int_{T_1}^{T_2} \frac{5 \times 4200 \times dT}{T}$$

$$\Rightarrow dS = 21000 \left[\ln T \right]_{T_1}^{T_2}$$

এখানে,
ভর, $m = 5\text{kg}$
তাপমাত্রা, $T_1 = 10^\circ\text{C}$
 $= (273 + 10)\text{K} = 283\text{K}$
তাপমাত্রা, $T_2 = 100^\circ\text{C}$
 $= (273 + 100)\text{K} = 373\text{K}$
এন্ট্রপির পরিবর্তন $dS = ?$

$$\Rightarrow dS = 21000 \times (\ln T_2 - \ln T_1)$$

$$\Rightarrow dS = 21000 \times \ln \frac{T_2}{T_1}$$

$$\Rightarrow dS = 21000 \times \ln \frac{373}{283}$$

$$\Rightarrow dS = 21000 \times 0.276131522$$

$$\therefore dS = 5798.76 \text{ JK}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

৮। 0°C তাপমাত্রার 3kg বরফকে 0°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে এন্ট্রপির পরিবর্তন কত হবে? [বরফ গলনের আপেক্ষিক সুগুতাপ = 336000 Jkg⁻¹]

$$\text{আমরা জানি, } dS = \frac{dQ}{T}$$

$$\text{বা, } dS = \frac{m l_f}{T}$$

$$\text{বা, } dS = \frac{3 \times 336000}{273}$$

$$\therefore dS = 3692.3 \text{ JK}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

৯। 0°C তাপমাত্রার 1kg পানিকে 100°C তাপমাত্রায় উত্তীর্ণ করতে এন্ট্রপির পরিবর্তন নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$dS = \int_{T_1}^{T_2} \frac{dQ}{T}$$

$$\Rightarrow dS = \int_{T_1}^{T_2} \frac{msdT}{T}$$

$$\Rightarrow dS = \int_{T_1}^{T_2} \frac{1 \times 4200 \times dT}{T}$$

$$\Rightarrow dS = 4200 [\ln T]_{T_1}^{T_2}$$

$$\Rightarrow dS = 4200 \times (\ln T_2 - \ln T_1)$$

$$\Rightarrow dS = 4200 \times \ln \frac{T_2}{T_1}$$

$$\Rightarrow dS = 4200 \times \ln \frac{373}{273}$$

$$\Rightarrow dS = 4200 \times 0.312106624$$

$$\therefore dS = 1310.84 \text{ JK}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

১০। একটি কার্নো ইঞ্জিনের তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা 7°C এবং দক্ষতা 50%। ইঞ্জিনের দক্ষতা 60% করতে হলে তাপ উৎসের তাপমাত্রা কত বৃদ্ধি করতে হবে?

আমরা জানি,

$$\eta_1 = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \times 100\%$$

$$50\% = \frac{T_1 - 280}{T_1} \times 100\%$$

$$\Rightarrow \frac{50}{100} = \frac{T_1 - 280}{T_1}$$

$$\Rightarrow 100T_1 - 28000 = 50T_1$$

এখানে,

বরফের ভর, m = 3kg

গলনের আপেক্ষিক সুগুতাপ

l_f = 336000 Jkg⁻¹।

তাপমাত্রা T = (0+273)K = 273 K

এন্ট্রপির পরিবর্তন dS = ?

এখানে,

ভর, m = 1kg

তাপমাত্রা, T₁ = 0°C

= (273+0)°K = 273°K

তাপমাত্রা, T₂ = 100°C

= (273+100)°K = 373°K

এন্ট্রপির পরিবর্তন dS = ?

$$\Rightarrow 50T_1 = 28000$$

$$\Rightarrow T_1 = \frac{28000}{50}$$

$$\therefore T_1 = 560 \text{ K}$$

$$\eta_2 = \frac{T_1' - T_2}{T_1'} \times 100\%$$

$$60\% = \frac{T_1' - 280}{T_1'} \times 100\%$$

$$\Rightarrow \frac{60}{100} = \frac{T_1' - 280}{T_1'}$$

$$\Rightarrow 100T_1' - 28000 = 60T_1'$$

$$\Rightarrow 40T_1' = 28000$$

$$\Rightarrow T_1' = \frac{28000}{40}$$

$$\therefore T_1' = 700 \text{ K}$$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি

$$= T_1' - T_1 = (700 - 560) \text{ K} = 140 \text{ K বা, } 140^\circ \text{C (Ans.)}$$

১৭। তরঙ্গ ও শব্দ

১। বায়ু ও পানিতে 300 Hz কম্পাঙ্কের একটি শব্দ তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য 4.18m। বায়ুতে শব্দের বেগ 350ms⁻¹ হলে পানিতে শব্দের বেগ কত?

আমরা জানি,

$$\lambda_w - \lambda_a = 4.18$$

$$\Rightarrow \frac{v_w}{f} - \frac{v_a}{f} = 4.18$$

$$\Rightarrow \frac{v_w}{f} = 4.18 + \frac{v_a}{f}$$

$$\Rightarrow \frac{v_w}{300} = 4.18 + \frac{350}{300}$$

$$\Rightarrow v_w = (4.18 + 1.1666666)300$$

$$\therefore v_w = 1604 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

২। দুটি সুরশলাকার কম্পাঙ্ক যথাক্রমে 128Hz এবং 384Hz। বায়ুতে শলাকা দুটি হতে সৃষ্ট তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের অনুপাত নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$V = f_1 \lambda_1 = f_2 \lambda_2$$

$$\Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{f_2}{f_1}$$

$$\Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{384}{128}$$

$$\therefore \lambda_1 : \lambda_2 = 3 : 1 \text{ (Ans.)}$$

৩। P ও Q দুটি মাধ্যমে শব্দের বেগ যথাক্রমে 300ms⁻¹ এবং 350ms⁻¹। মাধ্যম দুটিতে শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য 0.1m হলে সুর শলাকার 50 কম্পনে শব্দ Q মাধ্যমে কতদূর যাবে?

আমরা জানি,

$$V = f \lambda \therefore f = \frac{V}{\lambda}$$

এখানে,

কম্পাঙ্ক, f = 300Hz

বায়ুতে শব্দের

বেগ, v_a = 350 ms⁻¹

পানিতে শব্দের বেগ, V_w = ?

$$\lambda_w - \lambda_a = 4.18 \text{ m}$$

এখানে,

কম্পাঙ্ক, f₁ = 128Hz

কম্পাঙ্ক, f₂ = 384 Hz

$$\lambda_1 \& \lambda_2 = ?$$

এখানে,

শব্দের বেগ, V_p = 300ms⁻¹

শব্দের বেগ, V_Q = 350ms⁻¹

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য পার্থক্য,

$$\lambda_Q - \lambda_P = 0.1 \text{ m}$$

$$\therefore \lambda_P = \lambda_Q - 0.1$$

$$50\lambda_Q = ?$$

$$\Rightarrow f = \frac{V_p}{\lambda_p} = \frac{V_Q}{\lambda_Q}$$

$$\Rightarrow \frac{300}{\lambda_Q - 0.1} = \frac{350}{\lambda_Q}$$

$$\Rightarrow 350\lambda_Q - 35 = 300\lambda_Q$$

$$\therefore 50\lambda_Q = 35m \text{ (Ans.)}$$

৪। একটি চলমান তরঙ্গের সমীকরণ :

$y = 5 \sin(200\pi t - 1.57x)$; এখানে সব কয়টি রাশি এস আই এককে প্রদত্ত। তরঙ্গটির বিস্তার, কম্পাঙ্ক, বেগ ও পর্যায় কাল নির্ণয় কর।

$y = 5 \sin(200\pi t - 1.57x)$ (1) প্রদত্ত সমীকরণ

$y = A \sin(2\pi f t - \frac{2\pi}{\lambda} x)$ (2) আদর্শ সমীকরণ এর

সাথে তুলনা করে পাই,

বিস্তার, $A = 5m$

$$2f = 200 \therefore \text{কম্পাঙ্ক, } f = 200/2 \text{ Hz} = 100 \text{ Hz}$$

$$\frac{2\pi}{\lambda} = 1.57 \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{1.57} = \frac{2 \times 3.14}{1.57}$$

\therefore তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = 4m$

\therefore তরঙ্গ বেগ, $V = f\lambda = 100 \times 4m/s = 400m/s$ (Ans.)

$$\text{পর্যায়কাল, } T = \frac{1}{f} = \frac{1}{100} \text{ s} = 0.01s \text{ (Ans)}$$

৫। বাতাসে দুটি সুর শলাকার দ্বারা সৃষ্ট শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 50cm এবং 70cm প্রথম সুর শলাকার কম্পাঙ্ক 350Hz হলে দ্বিতীয় সুর শলাকার কম্পাঙ্ক কত হবে?

আমরা জানি,

$$V = f_1\lambda_1 = f_2\lambda_2$$

$$\Rightarrow f_2 = \frac{f_1\lambda_1}{\lambda_2}$$

$$\Rightarrow f_2 = \frac{350 \times 50}{70} \text{ Hz}$$

$\therefore f_2 = 250 \text{ Hz}$ (Ans.)

৬। কোন সুর শলাকা একটি মাধ্যমে 5cm দৈর্ঘ্যের এবং 350ms⁻¹ বেগের তরঙ্গ উৎপন্ন করে। অপর একটি মাধ্যমে তরঙ্গ বেগ যদি 332.5ms⁻¹ হয় তবে ঐ মাধ্যমে সুর শলাকার 100 কম্পনে শব্দ কতদূর যাবে।

আমরা জানি,

$$\Rightarrow f = \frac{V_1}{\lambda_1} = \frac{V_2}{\lambda_2}$$

$$\Rightarrow \frac{350}{0.05} = \frac{332.5}{\lambda_2}$$

$$\Rightarrow \lambda_2 = \frac{332.5 \times 0.05}{350} m$$

$$\Rightarrow 100\lambda_2 = \frac{332.5 \times 0.05 \times 100}{350} m$$

$\therefore 100\lambda_2 = 4.75m$ (Ans.)

৭। কোন মাধ্যমে 480Hz এবং 320Hz কম্পাঙ্কের দুটি শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য 2m হলে মাধ্যমে শব্দের বেগ কত।

আমরা জানি,

এখানে,

$$\text{কম্পাঙ্ক, } f_1 = 480 \text{ Hz}$$

$$\text{কম্পাঙ্ক, } f_2 = 320 \text{ Hz}$$

$$\lambda_2 - \lambda_1 = 2m$$

$$\lambda_2 - \lambda_1 = 2$$

$$\Rightarrow \frac{V}{f_2} - \frac{V}{f_1} = 2$$

$$\Rightarrow \frac{V}{320} - \frac{V}{480} = 2$$

$$\Rightarrow \frac{480V - 320V}{320 \times 480} = 2$$

$$\Rightarrow \frac{160V}{320 \times 480} = 2$$

$$\Rightarrow 160V = 2 \times 320 \times 480$$

$$\Rightarrow V = \frac{2 \times 320 \times 480}{160}$$

$\therefore V = 1920 \text{ ms}^{-1}$ (Ans)

৮। কোন সুর শলাকার কম্পাঙ্ক 700Hz, বায়ুর তাপমাত্রা 30°C হলে 100 কম্পনে শব্দ কতদূর যাবে। 0°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ 332ms⁻¹

$$v_0 = v_0 \sqrt{1 + \alpha\theta}$$

$$v_0 = 332 \sqrt{\left(1 + \frac{1}{273} \times 30\right)}$$

$$\Rightarrow v_0 = 332 \sqrt{1 + 0.109890109}$$

$$\Rightarrow v_0 = 332 \sqrt{1.10989011}$$

$$\therefore v_0 = 349.76 \text{ ms}^{-1}$$

আবার,

$$v_0 = f\lambda$$

$$\Rightarrow 349.76 = 700\lambda$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{349.76}{700}$$

$$\Rightarrow 100\lambda = \frac{349.76 \times 100}{700}$$

$\therefore 100\lambda = 49.96m$ (Ans.)

৯। A মাধ্যমে শব্দের বেগ B মাধ্যমে শব্দের বেগের চেয়ে ৫ গুণ বেশি। B মাধ্যমে একটি শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 10cm হলে A মাধ্যমে উৎসের 100 বার কম্পনে শব্দ কতদূর যাবে?

$$\text{আমরা জানি, } f = \frac{V_A}{\lambda_A} = \frac{V_B}{\lambda_B}$$

$$\Rightarrow \lambda_A = \frac{V_A \times \lambda_B}{V_B}$$

$$\Rightarrow \lambda_A = \frac{5V \times 0.1}{V}$$

$$\therefore \lambda_A = 0.5m$$

$$\Rightarrow 100\lambda_A = 100 \times 0.5m$$

$\therefore 100\lambda_A = 50m$ (Ans.)

১০। 320 Hz কম্পাঙ্কের সুর শলাকা হতে পানিতে ও বায়ুতে উৎপন্ন তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য 3.9m। বায়ুতে শব্দের বেগ 345ms⁻¹ হলে পানিতে শব্দের বেগ কত?

আমরা জানি,

এখানে,

$$\text{কম্পাঙ্ক, } f = 320 \text{ Hz}$$

$$\text{বায়ুতে শব্দের বেগ, } V_a = 345 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{পানিতে শব্দের বেগ, } V_w = ?$$

$$\lambda_w - \lambda_a = 3.9m$$

$$\lambda_w - \lambda_a = 3.9$$

$$\Rightarrow \frac{v_w}{f} - \frac{v_a}{f} = 3.9$$

$$\Rightarrow \frac{v_w}{f} = 3.9 + \frac{v_a}{f}$$

$$\Rightarrow \frac{v_w}{320} = 3.9 + \frac{345}{320}$$

$$\Rightarrow v_w = (3.9 + 1.078125)320$$

$$\therefore v_w = 1593 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

১১। দু'টি সুর শলাকার কম্পাঙ্কের পার্থক্য 118 Hz। বায়ুতে শলাকা দু'টি যে তরঙ্গ সৃষ্টি করে, তাদের একটির দু'টি পূর্ণ তরঙ্গ দৈর্ঘ্য অপরটির তিনটি পূর্ণ তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের সমান। শলাকা ছয়ের কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

$$f_1 - f_2 = 118 \text{ Hz} \therefore f_2 = (f_1 - 118) \text{ Hz}$$

$$3\lambda_1 = 2\lambda_2 \therefore \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{2}{3}$$

আমরা জানি,

$$V = f_1\lambda_1 = f_2\lambda_2$$

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{f_2}{f_1} \Rightarrow \frac{2}{3} = \frac{f_1 - 118}{f_1}$$

$$\Rightarrow 3f_1 - 354 = 2f_1$$

$$\therefore f_1 = 354 \text{ Hz} \text{ ও } f_2 = (354 - 118) \text{ Hz} = 236 \text{ Hz}$$

১২। একটি তারের উপরে উৎপন্ন অনুপ্রস্থ তরঙ্গের

$$\text{সমীকরণ } y = 0.5 \sin 2\pi \left(\frac{t}{0.5} - \frac{x}{50} \right), \text{ এখানে } x \text{ এবং } y$$

সেন্টিমিটারে এবং t সেকেন্ডে প্রকাশ করা হয়েছে। তরঙ্গটির বিস্তার, তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, কম্পাঙ্ক ও পর্যায়কাল নির্ণয় কর।

$$\text{এখানে প্রদত্ত সমীকরণ: } y = 0.5 \sin 2\pi \left(\frac{t}{0.5} - \frac{x}{50} \right)$$

$$\Rightarrow y = 0.5 \sin \left(\frac{2\pi t}{0.5} - \frac{2\pi x}{50} \right) \text{ কে}$$

$$\text{আদর্শ সমীকরণ, } y = a \sin \left(2\pi ft - \frac{2\pi x}{\lambda} \right) \text{ এর সাথে}$$

$$\text{তুলনা করে পাই, বিস্তার } a = 0.5 \text{ cm, ও } f = \frac{1}{0.5} \text{ Hz} = 2 \text{ Hz}$$

$$\text{ও } \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{50} \therefore \lambda = 50 \text{ cm } T = \frac{1}{f} = \frac{1}{2} = 0.5 \text{ Sec (Ans.)}$$

১৮। শব্দ

১। 1m ও 1.01m তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের দু'টি শব্দ তরঙ্গ কোন গ্যাসীয় মাধ্যমে 6 সেকেন্ডে 20 টি বীট উৎপন্ন করে। উক্ত গ্যাসীয় মাধ্যমে শব্দের বেগ নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$f_1 = \frac{V}{\lambda_1} \therefore f_1 = \frac{V}{1} \text{ Hz}$$

এবং

এখানে,

$$\text{তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, } \lambda_1 = 1 \text{ m}$$

$$\text{তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, } \lambda_2 = 1.01 \text{ m}$$

$$\text{বীট, } N = \frac{20}{6} = \frac{10}{3}$$

$$\text{শব্দের বেগ, } V = ?$$

$$f_2 = \frac{V}{\lambda_2} \therefore f_2 = \frac{V}{1.01} \text{ Hz}$$

$$\text{আবার, } N = f_1 - f_2$$

$$\Rightarrow \frac{10}{3} = \frac{V}{1} - \frac{V}{1.01}$$

$$\Rightarrow \frac{10}{3} = \frac{1.01V - 1V}{1 \times 1.01}$$

$$\Rightarrow \frac{10}{3} = \frac{0.01V}{1 \times 1.01}$$

$$\Rightarrow V = \frac{10 \times 1.01}{3 \times 0.01} \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore V = 336.67 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

২। 60cm ও 60.5cm তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের দু'টি শব্দ তরঙ্গ কোন গ্যাসীয় মাধ্যমে 4 সেকেন্ডে 19 টি বীট উৎপন্ন করে। উক্ত গ্যাসীয় মাধ্যমে শব্দের বেগ নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$f_1 = \frac{V}{\lambda_1} \therefore f_1 = \frac{V}{60} \text{ Hz}$$

এবং

$$f_2 = \frac{V}{\lambda_2} \therefore f_2 = \frac{V}{60.5} \text{ Hz}$$

$$\text{আবার, } N = f_1 - f_2$$

$$\Rightarrow \frac{19}{4} = \frac{V}{60} - \frac{V}{60.5}$$

$$\Rightarrow \frac{19}{4} = \frac{60.5V - 60V}{60 \times 60.5}$$

$$\Rightarrow \frac{19}{4} = \frac{0.5V}{60 \times 60.5}$$

$$\Rightarrow V = \frac{19 \times 60 \times 60.5}{4 \times 0.5} \text{ cm s}^{-1}$$

$$\Rightarrow V = 34485 \text{ cm s}^{-1}$$

$$\therefore V = 344.85 \text{ m s}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

৩। কোন শ্রেণী কক্ষ শব্দের তীব্রতা 10^{-8} Wm^{-2} হলে শব্দের তীব্রতা লেবেল ডেসিবেলে নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \text{ dB}$$

$$\Rightarrow \beta = 10 \log \frac{10^{-8}}{10^{-12}}$$

$$\Rightarrow \beta = 10 \log 10^4$$

$$\therefore \beta = 40 \text{ dB (Ans.)}$$

৪। 20cm দীর্ঘ একটি তার কোন একটি সুরশলাকার সাথে ঐক্যতানে আছে। টান দ্বিগুন করলে ঐক্যতানে আনতে কত দৈর্ঘ্যের প্রয়োজন হবে?

আমরা জানি,

$$f_1 = \frac{1}{2l_1} \sqrt{\frac{T_1}{\mu}} \text{ এবং}$$

$$f_2 = \frac{1}{2l_2} \sqrt{\frac{T_2}{\mu}}$$

এখানে,

$$\text{প্রমাণ তীব্রতা, } I_0 = 10^{-12} \text{ Wm}^{-2}$$

$$\text{শ্রেণী কক্ষের তীব্রতা, } I = 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}$$

$$\text{তীব্রতা লেবেল, } \beta = ?$$

এখানে,

$$\text{তারের প্রাথমিক দৈর্ঘ্য, } l_1 = 20 \text{ cm}$$

$$\text{তারের প্রাথমিক টান, } T_1 = T \text{ (ধরি)}$$

$$\text{তারের শেষ টান, } T_2 = 2T$$

$$\text{তারের শেষ দৈর্ঘ্য, } l_2 = ?$$

$$f_2 = \frac{1}{2l_2} \sqrt{\frac{T_2}{\mu}}$$

প্রশ্নানুসারে, $f_1 = f_2$

$$\Rightarrow \frac{1}{2l_1} \sqrt{\frac{T_1}{\mu}} = \frac{1}{2l_2} \sqrt{\frac{T_2}{\mu}}$$

$$\Rightarrow \frac{\sqrt{T}}{20} = \frac{\sqrt{2T}}{l_2}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{20} = \frac{\sqrt{2}}{l_2}$$

$$\Rightarrow l_2 = 20\sqrt{2} = 20 \times 1.414$$

$$\therefore l_2 = 28.28 \text{ Cm (Ans)}$$

৫। 0.5m লম্বা একটি তারকে 50N বল দ্বারা টানা হল। যদি তারের ভর 0.005kg হয় তবে এর মৌলিক কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

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

$$\Rightarrow f = \frac{1}{2 \times 0.5} \sqrt{\frac{50}{0.01}} \text{ Hz}$$

$$\Rightarrow f = \frac{1}{2 \times 0.5} \times \sqrt{5000} \text{ Hz}$$

$$\therefore f = 70.71 \text{ Hz (Ans.)}$$

৬। 25cm দৈর্ঘ্যের একটি তার 5kg-wt বলের দ্বারা টানা হল। তারটি থেকে উৎপন্ন মূলসুরের কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। [তারটির 1মিটার দৈর্ঘ্যের ভর = 4.9 gm এবং $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$]

আমরা জানি,

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

$$\Rightarrow f = \frac{1}{2 \times 0.25} \sqrt{\frac{5 \times 9.8}{4.9 \times 10^{-3}}} \text{ Hz}$$

$$\Rightarrow f = \frac{1}{2 \times 0.25} \sqrt{10000} \text{ Hz}$$

$$\therefore f = 200 \text{ Hz (Ans.)}$$

৭। দুটি একই রকম টানা তার সম কম্পাঙ্কের আড় কম্পনে কম্পিত হচ্ছে। একটি তারের টান 2% বৃদ্ধি করে কম্পিত করলে প্রতি সেকেন্ডে 3 টি বীট উৎপন্ন হয়। তার দুটির প্রারম্ভিক কম্পাঙ্ক কত?

আমরা জানি,

$$\frac{f_2}{f_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$$

$$\Rightarrow \frac{f_2}{f_1} = \sqrt{\frac{1.02T}{T}}$$

$$\Rightarrow \frac{f_2}{f_1} = \sqrt{1.02}$$

এখানে,

তারের দৈর্ঘ্য, $l = 0.5 \text{ m}$

তারের টান, $T = 50 \text{ N}$

একক দৈর্ঘ্যের তারের ভর,

$$\mu = \frac{0.005}{0.5} \text{ kg m}^{-1}$$

$$\therefore \mu = 0.01 \text{ kg m}^{-1}$$

কম্পাঙ্ক, $f = ?$

$$\Rightarrow \frac{f_2}{f_1} = 1.009950494$$

$$\therefore f_2 = 1.009950494 f_1 \dots \dots (1)$$

আবার, $f_2 - f_1 = N$

$$\Rightarrow 1.009950494 f_1 - f_1 = 3$$

$$\Rightarrow 0.009950494 f_1 = 3$$

$$\Rightarrow f_1 = \frac{3}{0.009950494} \therefore f_1 = 301.49 \text{ Hz (Ans.)}$$

আবার, $f_2 = 1.009950494 f_1$

$$\therefore f_2 = 1.009950494 \times 301.49 \text{ Hz} = 304.49 \text{ Hz (Ans.)}$$

৮। দুটি সুরশলাকাকে একই সময়ে শব্দায়িত করলে প্রতি সেকেন্ডে 4 টি বীট উৎপন্ন হয়। একটি নির্দিষ্ট টান করা তারের 96cm দৈর্ঘ্যের সাথে একটি সুরশলাকা এবং 97cm দৈর্ঘ্যের সাথে অপর সুরশলাকা ঐক্যতানিক হয়। সুরশলাকা দুটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

$l_1 = 96 \text{ cm}$ দৈর্ঘ্যের সাথে ঐক্যতানিক সুরশলাকার কম্পাঙ্ক ধরি $f_1 \text{ Hz}$

$\therefore l_2 = 97 \text{ cm}$ দৈর্ঘ্যের সাথে ঐক্যতানিক সুরশলাকার কম্পাঙ্ক $f_2 = (f_1 - 4) \text{ Hz}$

কারণ দৈর্ঘ্য বেশী হলে বীটের সমান কম্পাঙ্ক কম হয়।

আমরা জানি,

$$f_1 l_1 = f_2 l_2$$

$$\Rightarrow f_1 \times 96 = (f_1 - 4) \times 97$$

$$\Rightarrow f_1 \times 96 = (f_1 - 4) \times 97$$

$$\Rightarrow 96 f_1 = 97 f_1 - 388$$

$$\Rightarrow -f_1 = -388$$

$$\therefore f_1 = 388 \text{ Hz}$$

$$\text{এবং } f_2 = (f_1 - 4) \text{ Hz} = (388 - 4) \text{ Hz} = 384 \text{ Hz (Ans.)}$$

৯। দুইটি সদৃশ তার ঐক্যতানে আছে। 0.36m দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট একটি তার 100kg ওজন দ্বারা টানা দেওয়া আছে। অপর তারটি 220kg ওজন দ্বারা টানা দেওয়া থাকলে এর দৈর্ঘ্য বের কর।

আমরা জানি,

$$f_1 = f_2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2l_1} \sqrt{\frac{T_1}{\mu}} = \frac{1}{2l_2} \sqrt{\frac{T_2}{\mu}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{0.36} \sqrt{\frac{100}{\mu}} = \frac{1}{l_2} \sqrt{\frac{220}{\mu}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{0.36} \times 10 = \frac{1}{l_2} \times 14.83$$

$$l_2 = \frac{0.36 \times 14.83}{10} \text{ m} = 0.5339 \text{ m} = 0.534 \text{ m (Ans)}$$

১০। দুটি সুর-শলাকা একত্রে শব্দায়িত করলে এরা প্রতি সেকেন্ডে 5 টি বীট সৃষ্টি করে। যদি এদের একটির কম্পাঙ্ক 275Hz হয় তবে অপরটির কম্পাঙ্ক কত?

আমরা জানি,

$$f_2 = f_1 \pm N$$

$$\Rightarrow f_2 = 275 \pm 5$$

$$\therefore f_2 = 280 \text{ or } 270 \text{ Hz}$$

এখানে,

বীট, $N = 5$

কম্পাঙ্ক, $f_1 = 275 \text{ Hz}$

কম্পাঙ্ক, $f_2 = ?$

১১। দুটি সুর-শলাকা A ও B একত্রে শব্দায়িত হওয়ায় প্রতি সেকেন্ডে 5 টি বীট সৃষ্টি করে। A তে খানিকটা মোম লাগিয়ে ওজন বাড়ালে বীট সংখ্যা কমে যায়। B এর কম্পাঙ্ক 256Hz হলে A এর কম্পাঙ্ক কত?

আমরা জানি,

$$f_A = f_B \pm N$$

যেহেতু A তে মোম লাগিয়ে ওজন বাড়ালে বীট কমে। ফলে মোম লাগানোর পূর্বে A এর কম্পাঙ্ক বেশী ছিল। মোম লাগানোর কারণে কম্পাঙ্ক কমে যাওয়ায় দুই সুর শলাকার কম্পাঙ্কের পার্থক্য কমে বলে বীট কমে। ফলে $f_A > f_B$

$$\text{অর্থাৎ } f_A = f_B + N$$

$$\Rightarrow f_A = 256 + 5$$

$$\therefore f_A = 261 \text{ Hz (Ans.)}$$

১২। কোন কক্ষের শব্দের তীব্রতা $1 \times 10^{-7} \text{ Wm}^{-2}$ । শব্দের তীব্রতা দ্বিগুন হলে নতুন তীব্রতা লেবেল নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$\beta_2 = 10 \log \frac{I_2}{I_0} \text{ dB}$$

$$\Rightarrow \beta_2 = 10 \log \frac{2 \times 10^{-7}}{10^{-12}}$$

$$\Rightarrow \beta_2 = 10 \log 200000$$

$$\therefore \beta_2 = 53.01 \text{ dB (Ans.)}$$

১৩। 50cm ও 51cm দৈর্ঘ্যে বিশিষ্ট একমুখ বন্ধ দুটি নলে অর্গান নলে প্রতি সেকেন্ডে ৩ টি বীট সৃষ্টি করে। বায়ুতে শব্দের বেগ নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

১ মুখ বন্ধ নলে কম্পাঙ্ক

$$f_1 = \frac{V}{4l_1} \quad \& \quad f_2 = \frac{V}{4l_2}$$

আবার আমরা জানি,

$$f_1 - f_2 = N$$

$$\Rightarrow \frac{V}{4l_1} - \frac{V}{4l_2} = 3$$

$$\Rightarrow \frac{V}{4 \times 0.5} - \frac{V}{4 \times 0.51} = 3$$

$$\Rightarrow \frac{V}{4 \times 0.5} - \frac{V}{4 \times 0.51} = 3$$

$$\Rightarrow \frac{V(0.51 - 0.50)}{4(0.5 \times 0.51)} = 3$$

$$\Rightarrow \frac{V \times 0.01}{4 \times 0.5 \times 0.51} = 3$$

$$\Rightarrow V = \frac{3 \times 4 \times 0.5 \times 0.51}{0.01}$$

$$\therefore V = 306 \text{ ms}^{-1}$$

১৪। নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্যের একটি সনোমিটারের তার নির্দিষ্ট বল দ্বারা টানা আছে। যদি টানা বল চারগুন এবং একই সাথে তারের দৈর্ঘ্য দ্বিগুন করা হয় তবে কম্পাঙ্কের কিরূপ পরিবর্তন হবে।

আমরা জানি,

$$f_1 = \frac{1}{2l_1} \sqrt{\frac{T_1}{\mu}}$$

এখানে,
তারের প্রাথমিক টান, $T_1 = T$ (ধরি)
তারের শেষ টান, $T_2 = 4T$
তারের প্রাথমিক দৈর্ঘ্য, $l_1 = l$ (ধরি)
তারের শেষ দৈর্ঘ্য, $l_2 = 2l$

$$f_1 \& f_2 = ?$$

এখানে,

$$\text{বীট, } N = 5$$

$$\text{কম্পাঙ্ক, } f_B = 256 \text{ Hz}$$

$$\text{কম্পাঙ্ক, } f_A = ?$$

$$\therefore f_1 = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \frac{\sqrt{T}}{2l\sqrt{\mu}}$$

$$\text{আবার, } f_2 = \frac{1}{2l_2} \sqrt{\frac{T_2}{\mu}}$$

$$\therefore f_2 = \frac{1}{2 \times 2l} \sqrt{\frac{4T}{\mu}} = \frac{2\sqrt{T}}{4l\sqrt{\mu}}$$

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{\sqrt{T}}{2l\sqrt{\mu}} \times \frac{4l\sqrt{\mu}}{2\sqrt{T}} \therefore f_1 : f_2 = 1 : 1 \quad \text{অর্থাৎ, কম্পাঙ্কের কোন}$$

পরিবর্তন হবে না।

১৫। একটি টানা তারের দৈর্ঘ্য পরিবর্তন না করে এর টান চারগুন করা হল। তারের কম্পাঙ্কের কত পরিবর্তন হবে?

আমরা জানি,

$$f_1 = \frac{1}{2l_1} \sqrt{\frac{T_1}{\mu}}$$

$$\therefore f_1 = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \frac{\sqrt{T}}{2l\sqrt{\mu}}$$

$$\text{আবার, } f_2 = \frac{1}{2l_2} \sqrt{\frac{T_2}{\mu}}$$

$$\therefore f_2 = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{4T}{\mu}} = \frac{2\sqrt{T}}{2l\sqrt{\mu}}$$

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{\sqrt{T}}{2l\sqrt{\mu}} \times \frac{2l\sqrt{\mu}}{2\sqrt{T}} = \frac{1}{2}$$

$$\therefore f_2 = 2f_1 \quad \text{অর্থাৎ কম্পাঙ্ক দ্বিগুন হয়ে যাবে।}$$

১৬। একটি সুর-শলাকা 512Hz কম্পাঙ্কের একটি সুর-শলাকার সাথে 4 টি বীট এবং 514Hz কম্পাঙ্কের অপর একটি সুর-শলাকার সাথে 6টি বীট উৎপন্ন করে। সুর-শলাকাটির কম্পাঙ্ক কত?

মনে করি সুর শলাকার কম্পাঙ্ক = f ।

$$\text{প্রথম শর্তে, } 512 - f = 4 \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{দ্বিতীয় শর্তে, } 514 - f = 6 \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{যোগ করে, } 1026 - 2f = 10$$

$$\Rightarrow f = \frac{1026 - 10}{2} \therefore f = \frac{1016}{2} = 508 \text{ Hz (Ans.)}$$

১৭। দু'টি সুর-শলাকা A ও B একত্রে শব্দায়িত হওয়ায় প্রতি সেকেন্ডে 5 টি বীট সৃষ্টি করে। A -এর বাহুতে একখন্ড তার জড়ালে আবার তারা 5 টি বীট সৃষ্টি করে। B এর কম্পাঙ্ক 320Hz হলে A এর কম্পাঙ্ক কত?

আমরা জানি,

$$f_A = f_B \pm N$$

যেহেতু A তে তার জড়িয়ে ওজন বাড়ালে বীট পূর্বের সমান হয়। ফলে তার জড় পূর্বে A এর কম্পাঙ্ক বেশী ছিল।

$$\text{ফলে } f_A > f_B$$

$$\text{অর্থাৎ } f_A = f_B + N$$

$$\Rightarrow f_A = 320 + 5$$

$$\therefore f_A = 325 \text{ Hz (Ans.)}$$

১৯। শব্দের দ্রুতি

এখানে,

$$\text{বীট, } N = 5$$

$$\text{কম্পাঙ্ক, } f_B = 320 \text{ Hz}$$

$$\text{কম্পাঙ্ক, } f_A = ?$$

১। 261Hz কম্পাঙ্কের একটি সুরশলাকে আঘাত করে অনুনাদী নলের উন্মুক্ত প্রান্তের নিকট ধরলে বাতাসের 0.30m এবং 0.94m দৈর্ঘ্যে অনুনাদ পাওয়া গেল। শব্দের দ্রুতি ও প্রান্ত সংশোধন নির্ণয় কর।

আমরা জানি,
 $V=2f(l_2-l_1)$
 বা, $V=2 \times 261(0.94-0.30)$
 বা, $V=334.08\text{ms}^{-1} \text{ m/s(Ans.)}$
 আবার,
 বা, $V=4f(l_1+x)$
 বা, $334.08=4 \times 261 \times (0.3+x)$

এখানে,
 কম্পাঙ্ক, $f=261 \text{ Hz}$
 প্রথম অনুনাদী দৈর্ঘ্য, $l_1=0.30 \text{ m}$
 ২য় অনুনাদী দৈর্ঘ্য, $l_2=0.94 \text{ m}$
 শব্দের বেগ, $V=?$
 প্রান্ত সংশোধন, $x=?$

বা, $0.3+x = \frac{334.08}{4 \times 261}$
 $\therefore x=0.32-0.30=0.02 \text{ m (Ans.)}$

২। 512Hz কম্পাঙ্কের একটি সুর সুরশলাকাকে আঘাত করে একটি অনুনাদী নলের উন্মুক্ত প্রান্তে ধরায় বাতাসের 0.15m দৈর্ঘ্যে প্রথম অনুনাদ পাওয়া গেল। বাতাসে শব্দের দ্রুতি 350ms^{-1} হলে নলের ব্যাস কত?

আমরা জানি,
 $V=4f(l_1+0.3d)$
 $\Rightarrow l_1+0.3d = \frac{V}{4f}$
 $\Rightarrow 0.3d = \frac{V}{4f} - l_1$

এখানে,
 কম্পাঙ্ক, $f=512 \text{ Hz}$
 প্রথম অনুনাদী দৈর্ঘ্য,
 $l_1=0.15 \text{ m}$
 শব্দের দ্রুতি, $V=350\text{ms}^{-1}$
 নলের ব্যাস, $d=?$

$\Rightarrow 0.3d = \frac{350}{4 \times 512} - 0.15$
 $\Rightarrow 0.3d = 0.170898437 - 0.15$
 $\Rightarrow 0.3d = 0.020898437$
 $\Rightarrow d = \frac{0.020898437}{0.3} \text{ m}$
 $\therefore d = 0.069 \text{ m (Ans.)}$

৩। কত তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ 0°C (প্রমাণ) তাপমাত্রার বেগের দ্বিগুণ হবে?

$\frac{V_1}{V_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$
 $\Rightarrow \frac{V}{2V} = \sqrt{\frac{273}{T_2}}$
 $\Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{273}{T_2}$
 $\therefore T_2 = 4 \times 273 \text{ K} = 1092\text{K} = (1092-273)^\circ\text{C}$
 $= 819^\circ\text{C (Ans.)}$

এখানে,
 শব্দের বেগ, $V_1=V$
 শব্দের বেগ, $V_2=2V$
 তাপমাত্রা, $T_1=0^\circ\text{C} = 273\text{K}$
 তাপমাত্রা, $T_2=?$

৪। একটি ট্রেন বাঁশি বাজাতে বাজাতে একটি প্রাটফর্মের দিকে 90kmh^{-1} দ্রুতিতে অগ্রসর হচ্ছে। বাঁশির কম্পনাঙ্ক 600Hz এবং শব্দের দ্রুতি 325ms^{-1} হলে প্রাটফর্মে দাঁড়ায়মান কোন শ্রোতার কানে ঐ শব্দের আপাত কম্পাঙ্ক কত মনে হবে?

আমরা জানি,
 $f' = \frac{v+u_o}{v-u_s} \times f$

$\Rightarrow f' = \frac{325+0}{325-25} \times 600$
 $\Rightarrow f' = \frac{325}{300} \times 600$
 $\therefore f' = 650\text{Hz (Ans.)}$

৫। দেখাও যে, উৎস যদি স্থির শ্রোতা থেকে শব্দের দ্রুতিতে সরে যায়, তবে শ্রুত শব্দের আপাত কম্পাঙ্ক অর্ধেক হবে।

আমরা জানি,
 $f' = \frac{v+u_o}{v-u_s} \times f$
 $\Rightarrow f' = \frac{v_1+0}{v_1-(-v_1)} \times f$
 $\Rightarrow f' = \frac{v_1+0}{2v_1} \times f$

ধরি,
 শব্দের দ্রুতি $v=v_1$
 \therefore উৎসের দ্রুতি $u_s=-v_1$
 শ্রোতার দ্রুতি, $u_o=0$
 কম্পাঙ্ক f হলে,
 প্রমাণ করতে হবে যে,
 আপাত কম্পাঙ্ক, $f' = \frac{f}{2}$

$\therefore f' = \frac{f}{2}$ (প্রমাণিত।)

৬। একটি ইঞ্জিন চলতে চলতে 300 Hz কম্পাঙ্কের বংশীধ্বনি করল কিন্তু একজন পর্যবেক্ষকের নিকট ঐ শব্দের কম্পাঙ্ক 305Hz মনে হল। কোন দিকে এবং কত দ্রুতিতে ইঞ্জিনটি গতিশীল ছিল। [শব্দের দ্রুতি 332 ms^{-1}]

আমরা জানি,
 $f' = \frac{v+u_o}{v-u_s} \times f$
 $\Rightarrow 305 = \frac{332+0}{332-u_s} \times 300$
 $\Rightarrow 332-u_s = \frac{332}{305} \times 300 = 326.55$
 $\Rightarrow -u_s = 326.55 - 332 = -5.45 \therefore u_s = 5.45\text{ms}^{-1}$

এখানে,
 ট্রেনের বাঁশির কম্পাঙ্ক,
 $f=300 \text{ Hz}$
 শব্দের দ্রুতি, $v=332\text{ms}^{-1}$
 শ্রোতার দ্রুতি, $u_o=0$
 আপাত কম্পাঙ্ক, $f'=305 \text{ Hz}$
 ট্রেনের দ্রুতি, $u_s=?$

উত্তরঃ 5.45ms^{-1} বেগে শ্রোতার দিকে অগ্রসর হবে।

৭। একটি ইঞ্জিন স্থির দর্শক অতিক্রম কালে এর আপাত প্রতিয়মান কম্পাঙ্ক 6:5 অনুপাতে পরিবর্তন হয়। যদি বাতাসে শব্দের বেগ 352ms^{-1} হয়, তবে ইঞ্জিনটির বেগ নির্ণয় কর।

আমরা জানি,
 $f' = \frac{V+u_o}{V-u_s} f$
 $\Rightarrow f' = \frac{V+0}{V-u_s} f$
 $\therefore f' = \frac{Vf}{V-u_s} \dots \dots \dots (1)$

এখানে,
 শ্রোতার বেগ, $u_o=0$
 শব্দের বেগ, $V=352\text{ms}^{-1}$
 ধরি, প্রকৃত কম্পাঙ্ক = f
 কম্পাঙ্কের অনুপাত,
 $f:f''=6:5$
 ইঞ্জিনটির বেগ, $u_s=0$

আবার,
 $f'' = \frac{V-u_o}{V-(-u_s)} f$
 $\Rightarrow f'' = \frac{V-0}{V+u_s} f$
 $\therefore f'' = \frac{Vf}{V+u_s} \dots \dots \dots (2)$

প্রশ্নমতে,

$$f' : f'' = 6 : 5$$

$$\Rightarrow \frac{f'}{f''} = \frac{6}{5}$$

$$\Rightarrow \frac{Vf}{V - u_s} \times \frac{V + u_s}{Vf} = \frac{6}{5}$$

$$\Rightarrow \frac{V + u_s}{V - u_s} = \frac{6}{5}$$

$$\Rightarrow \frac{352 + u_s}{352 - u_s} = \frac{6}{5}$$

$$\Rightarrow 5 \times 352 + 5u_s = 6 \times 352 - 6u_s$$

$$\Rightarrow 5u_s + 6u_s = 6 \times 352 - 5 \times 352$$

$$\Rightarrow 11u_s = 352$$

$$\Rightarrow u_s = \frac{352}{11}$$

$$\therefore u_s = 32 \text{ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

৮। আলো দেখার 10 sec পরে বজ্র নির্ঘোষের শব্দ শোনা গেল। মেঘের দূরত্ব যদি 1650m এবং 0°সে. তাপমাত্রায় শব্দের দ্রুতি 332ms⁻¹ হয়, তবে ঐ সময়কার তাপমাত্রা নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$S = V_0 t$$

$$\Rightarrow 1650 = V_0 \times 10$$

$$\therefore V_0 = 165 \text{ms}^{-1}$$

$$\text{আবার, } \frac{V_0}{V_0} = \sqrt{\frac{T_0}{T_0}}$$

$$\Rightarrow \frac{165}{332} = \sqrt{\frac{T_0}{273}}$$

এখানে,
সময়, t = 10s.
দূরত্ব, S = 1650 m
শব্দের বেগ, V₀ = ?
শব্দের বেগ, V₀ = 332 ms⁻¹
তাপমাত্রা, T₀ = 0°C = 273K
তাপমাত্রা, T₀ = ?

$$\Rightarrow \left(\frac{165}{332}\right)^2 = \frac{T_0}{273}$$

$$\Rightarrow T_0 = \frac{165 \times 165 \times 273}{332 \times 332} \text{K}$$

$$\therefore T_0 = 67.43 \text{K} = (67.43 - 273)^\circ\text{C}$$

$$\therefore T_0 = -205.56^\circ\text{C} \text{ (Ans.)}$$

৯। প্রতি সেকেন্ডে 200 চক্রের উপলার পরিবর্তন উৎপন্ন করতে হলে 1050Hz কম্পাংকবিশিষ্ট শব্দ উৎসকে কোন স্থির দর্শকের দিকে যে বেগে আগমন করতে হবে তার হিসাব দাও। [বাতাসে শব্দের বেগ=330ms⁻¹]

আমরা জানি,

$$f' = \frac{V + u_o}{V - u_s} f$$

$$\Rightarrow 1250 = \frac{330 + 0}{330 - u_s} \times 1050$$

$$\Rightarrow 330 - u_s = \frac{330}{1250} \times 1050$$

এখানে,
শব্দের বেগ, V = 330ms⁻¹
প্রকৃত কম্পাঙ্ক, f = 1050 Hz
উৎস দর্শকের দিকে আগমন করলে কম্পাঙ্ক বেশী হবে, ফলে আপাত কম্পাঙ্ক,
f' = (1050 + 200) Hz
= 1250Hz
ইঞ্জিনটির বেগ, u_s = ?
শ্রোতার বেগ, u_o = 0

$$\Rightarrow u_s = 330 - 277.2$$

$$\therefore u_s = 52.8 \text{ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

১০। একটি সুর শলাকা যে সময়ে 200 বার কম্পন দেয় সেই সময়ে এটি দ্বারা সৃষ্ট তরঙ্গ বাতাসে 140 m দূরত্ব অতিক্রম করে। সুর শলাকার কম্পাঙ্ক 500Hz হলে বায়ুতে শব্দের বেগ কত?

আমরা জানি,

$$V = f \lambda$$

$$\Rightarrow V = 500 \times 0.7 \text{ms}^{-1}$$

$$\therefore V = 350 \text{ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

এখানে,
200λ = 140m
∴ λ = $\frac{140}{200}$ m = 0.7m
কম্পাঙ্ক f = 500Hz
V = ?

১১। N.T.P. তে শব্দের বেগ 332ms⁻¹ হলে 50°C তাপমাত্রায় ও 70 cm পারদ চাপে শব্দের বেগ নির্ণয় কর।

শব্দের বেগের উপর চাপের কোন প্রভাব নেই, আমরা জানি,

$$v_\theta = v_0 \sqrt{1 + \alpha\theta}$$

$$v_\theta = 332 \sqrt{\left(1 + \frac{1}{273} \times 50\right)}$$

$$\Rightarrow v_\theta = 332 \sqrt{1 + 0.183150183}$$

$$\Rightarrow v_\theta = 332 \sqrt{1.183150183}$$

$$\therefore v_\theta = 361.12 \text{ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

এখানে,
শব্দের বেগ, v₀ = 332ms⁻¹
তাপমাত্রা, θ = 50°C
v_θ = ?

১২। দু'টি হর্ন বহন করে একটি মোটর গাড়ী 36kmh⁻¹ বেগে দভায়মান একজন পর্যবেক্ষকের দিকে ধাবিত হচ্ছে। হর্ন দু'টির শব্দের কম্পাঙ্কের পার্থক্য 320Hz হলে, পর্যবেক্ষক কতক শ্রুত শব্দের কম্পাঙ্কের পার্থক্য কত হবে? বাতাসে শব্দের বেগ 350ms⁻¹।

আমরা জানি,

১ম হর্নের ক্ষেত্রে,

$$f'_1 = \frac{v + u_o}{v - u_s} f_1$$

$$f'_1 = \frac{v}{v - u_s} f_1 \dots \dots \dots (1)$$

২য় হর্নের ক্ষেত্রে,

$$f'_2 = \frac{v + u_o}{v - u_s} f_2$$

$$f'_2 = \frac{v}{v - u_s} f_2 \dots \dots \dots (2)$$

এখানে,
শব্দের বেগ, v = 350ms⁻¹
শ্রোতার বেগ, u_o = 0
শ্রোতার বেগ, u_s = 36 kmh⁻¹
= $\frac{36000}{3600}$ ms⁻¹ = 10ms⁻¹
হর্নদুটির কম্পাঙ্কের পার্থক্য,
f₁ - f₂ = 320Hz
শ্রুত শব্দের কম্পাঙ্কের পার্থক্য,
f'₁ - f'₂ = ?

$$\therefore f'_1 - f'_2 = \frac{vf_1}{v - u_s} - \frac{vf_2}{v - u_s}$$

$$\Rightarrow f'_1 - f'_2 = \frac{v}{v - u_s} (f_1 - f_2)$$

$$\Rightarrow f'_1 - f'_2 = \frac{350}{350 - 10} \times 320$$

$$\therefore f'_1 - f'_2 = 329.41 \text{Hz} \text{ (Ans.)}$$

১৩। একটি কম্পমান সুরেলী কাঁটা প্রথমে একমুখ বন্ধ কাঁচের নলে 33cm. দীর্ঘ বায়ুস্তম্ভের সাথে অনুনাদ সৃষ্টি করে; ঐ একই নলে বায়ুস্তম্ভের দৈর্ঘ্য

100.5cm. হলে সুরেলী কাঁটাটি পুনরায় অনুনাদ সৃষ্টি করে। যদি বায়ুতে

শব্দের বেগ 350ms^{-1} হয়, তবে প্রান্ত সংশোধন কত?

আমরা জানি,

$$V=2f(l_2-l_1)=4f(l_1+x)$$

$$\text{বা, } l_1+x=\frac{2f(l_2-l_1)}{4f}$$

$$\text{বা, } x=\frac{(l_2-l_1)}{2}-l_1$$

$$\text{বা, } x=\frac{(100.5-33)}{2}-33$$

$$\therefore x=\frac{67.5}{2}-33=0.75\text{cm (Ans.)}$$

এখানে,

প্রথম অনুনাদী দৈর্ঘ্য, $l_1=0.33\text{ cm}$

২য় অনুনাদী দৈর্ঘ্য, $l_2=100.5\text{ cm}$

শব্দের বেগ, $V=350\text{ms}^{-1}$

প্রান্ত সংশোধন, $x=?$

Copyright @ Md Shah Jamal
edubd24.com