Physics -1

Subject Code: 25912

Answer Script for all department

Written & Edited by
Tahsina Akter
Junior Instructor (Physics)
UCEP Institute of Science & Technology (UIST)
Mirpur-2, Dhaka-1216.
Contact: 01778 367620

2428506

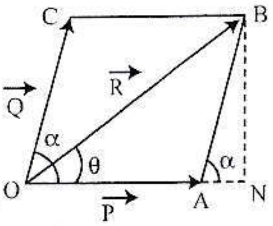
Tk paba

পদার্থবিজ্ঞান-১

রচনামূলক প্রশ্নাবলি

প্রশ্ন-১। ভেক্টরযোগের সামান্তরিকের সূত্র বিবৃত কর এবং এ থেকে লব্ধির মান ও দিক নির্ণয়ের রাশিমালা নির্ণয় কর।

উত্তর : **সামান্তরিকের সূত্র :** কোনো সামান্তরিকের একই কৌণিক বিন্দু হতে অঙ্কিত সন্নিহিত বাহু দুটি যদি কোনো কণার উপর একই সময়ে ক্রিয়ারত দুটি ভেক্টর রাশির মান ও দিক নির্দেশ করে তবে ঐ বিন্দু হতে অঙ্কিত সামান্তরিকের কর্ণই ভেক্টর দুটির লব্ধির মান ও দিক নির্দেশ করে।



ব্যাখ্যা : OABC সামান্তরিকে, $\vec{OA} = \vec{P}$, $\vec{OC} = \vec{Q}$ এবং $\vec{OB} = \vec{R}$ হলে,

সামান্তরিকের সূত্রানুসারে, $\vec{OA} + \vec{OC} = \vec{OB}$

বা, $\vec{P} + \vec{Q} = \vec{R}$

লব্ধির মান নির্ণয় : এখানে, $\angle AOC = \alpha$ এবং লব্ধির মান $OB = R$, B থেকে OA এর বর্ধিতাংশের উপরে BN লম্ব টানি।

এখন যদি $OC \parallel AB$ হয় তবে, $\angle AOC = \angle NAB = \alpha$

আবার ΔOBN থেকে পাই, $\angle ONB$ = ১ সমকোণ

সুতরাং ΔOBN থেকে পিথাগোরাসের উপপাদ্য অনুসারে পাই,

(অতিভুজ)^২=(ভূমি)^২ + (লম্ব)^২

$\therefore OB^2 = ON^2 + BN^2$

বা, $OB^2 = (OA + AN)^2 + BN^2$

বা, $OB^2 = OA^2 + 2.OA.AN + AN^2 + BN^2$ ....(1)

আবার, ΔABN থেকে পাই,

$\sin\alpha = \frac{\text{লম্ব}}{\text{অতিভুজ}}$

বা, $\sin\alpha = \frac{BN}{AB}$

বা, $AB\sin\alpha = BN$

বা, $BN = AB\sin\alpha$

$\therefore BN = Q\sin\alpha$ ....(2) [$\because OC = AB = Q$]

এবং, $\cos\alpha = \frac{\text{ভূমি}}{\text{অতিভুজ}}$

বা, $\cos\alpha = \frac{AN}{AB}$

বা, $AB\cos\alpha = AN$

বা, $AN = AB\cos\alpha$

$\therefore AN = Q\cos\alpha$ .... (3) [$\because OC = AB = Q$]

(2) নং ও (3) নং এর মান (1) নং এ বসিয়ে পাই,

$$OB^2 = OA^2 + 2.\ OA.\ Q\cos\alpha + (Q\cos\alpha)^2 + (Q\sin\alpha)^2$$

বা, $OB^2 = OA^2 + 2.\ OA\ .\ Q\cos\alpha + Q^2\cos^2\alpha + Q^2\sin^2\alpha$

বা, $R^2 = P^2 + 2.\ P\ .\ Q\cos\alpha + Q^2(\cos^2\alpha + \sin^2\alpha)$

বা, $R^2 = P^2 + 2.P.Q\cos\alpha + Q^2.1$ [$\because \cos^2\alpha + \sin^2\alpha = 1$]

বা, $R^2 = P^2 + 2.P.Q\cos\alpha + Q^2$

বা, $R = \sqrt{P^2 + 2.P.Q\cos\alpha + Q^2}$

ইহাই লব্ধির মান নির্ণয়ের রাশিমালা।

লব্ধির দিক নির্ণয় : OABC সামান্তরিকে $\angle AOB = \theta$

এখন, ΔOBN থেকে পাই,

$\tan\theta = \frac{\text{লম্ব}}{\text{ভূমি}}$

বা, $\tan\theta = \frac{BN}{ON}$

বা, $\tan\theta = \frac{BN}{OA + AN}$

বা, $\tan\theta = \frac{Q\sin\alpha}{P + Q\cos\alpha}$ [2 ও 3নং এর মান বসিয়ে]

$\therefore \theta = \tan^{-1}\left(\frac{Q\sin\alpha}{P + Q\cos\alpha}\right)$

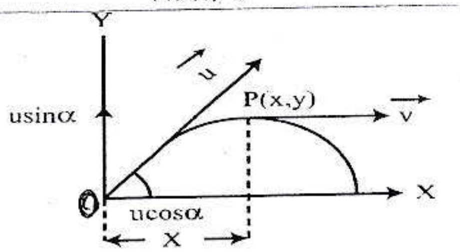
ইহাই লব্ধির মান নির্ণয়ের রাশিমালা।

প্রশ্ন-২ ॥ প্রাস কি ? দেখাও যে প্রাসের গতিপথ অধিবৃত্তাকার।

অথবা, প্রাস কি ? প্রাসের গতিপথের রাশিমালা নির্নয় কর।

উত্তর : **প্রক্ষেপক বা প্রাস:** অনুভূমিকের সাথে নির্দিষ্ট কোনে তীর্যকভাবে উপরের দিকে নিক্ষিপ্ত কোনো বস্তুর গতিপথ যদি অধিবৃত্তাকার হয় তবে তাকে প্রক্ষেপক বা প্রাস বলে।

প্রাসের গতির সমীকরণ :



মনেকরি, কোনো বস্তুকে O বিন্দু থেকে আনুভূমিকের সাথে α কোনো $\vec{u}$ আদিবেগে নিক্ষেপ করা হলো। নিক্ষেপন বেগের উলম্ব ও আনুভূমিক উপাংশ যথাক্রমে $u \sin\alpha$ ও $u\cos\alpha$ । বস্তুটির উপর ক্রিয়াশীল অভিকর্ষীয় বলের কারনে এর উলম্ব উপাংশ হ্রাস পায় কিন্তু আনুভূমিক দিকে অভিকর্ষীয় বলের উপাংশ না থাকায় $u \cos\alpha$ অপরিবর্তীত থাকে।

ধরি, t সময় পর বস্তুটি p(x, y) বিন্দুতে পৌছে $\vec{v}$ বেগপ্রাপ্ত হয়।

অতএব, t সময়ে বস্তুটির আনুভূমিক সরণ, $x = u\cos\alpha . t$ (S= vt সূত্রানুযায়ী)

$$\text{বা, } u\cos\alpha . t = x$$

$$\text{বা, } t = \frac{x}{u\cos\alpha} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

এবং উলম্ব সরণ, $y = u\sin\alpha \, . \, t - \frac{1}{2} g t^2$ ($S = ut - \frac{1}{2}at^2$ সূত্রানুযায়ী)

$$\text{বা, } y = u\sin\alpha \, . \frac{x}{u\cos\alpha} - \frac{1}{2} \cdot g \cdot \left(\frac{x}{u\cos\alpha}\right)^2$$ [1 নং থেকে t এর মান বসিয়ে]

$$\text{বা, } y = x . \frac{u \sin\alpha}{u \cos\alpha} - \frac{1}{2} \cdot g \cdot \frac{x^2}{u^2 \cos^2\alpha}$$

$$\text{বা, } y = x (\tan\alpha) - \frac{g x^2 \sec^2\alpha}{2 u^2} \quad \left[\because \frac{1}{\cos^2\alpha} = \sec^2\alpha\right]$$

$$\text{বা, } y = (\tan\alpha)\, x - \frac{g \sec^2\alpha}{2 u^2} x^2$$

$$\text{বা, } y = a x - b x^2 \ldots\ldots\ldots (2)$$

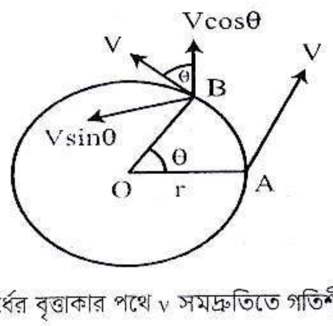
Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

নির্দিষ্ট নিক্ষেপন বেগের জন্য, $a = \tan\alpha$ এবং $b = \frac{g \sec^2\alpha}{2 u^2}$ ধ্রুব সংখ্যা।

(2) সমীকরন একটি অধিবৃত্তের সমীকরণ। এতএব বলা যায়, প্রাস অর্থাৎ নিক্ষিপ্ত বস্তুর গতিপথ অধিবৃত্তাকার বা প্যারাবোলা।

প্রশ্ন-৩॥ কেন্দ্রমুখী বল কাকে বলে? দেখাও যে, কেন্দ্রমুখী বল, $F = \frac{mv^2}{r}$ বা, $F = m\,\omega^2 r$

উত্তর : যখন কোনো বস্তু বৃত্তাকার পথে ঘুরতে থাকে তখন যে বল ঐ বৃত্তের কেন্দ্র অভিমুখে ক্রিয়া করে বস্তুটিকে বৃত্তাকার পথে গতিশীল রাখে তাকে কেন্দ্রমুখী বল।



মনেকরি, m ভরের একটি বস্তু কণা r ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে v সমদ্রুতিতে গতিশীল। t সময় পরে বস্তুটি A বিন্দু হতে কেন্দ্রে $\angle AOB = \theta$ কোন করে B বিন্দুতে পৌছায়।

$\therefore$ A বিন্দুতে বস্তুটির উলম্ব বরাবর বেগ = V

A বিন্দুতে বস্তুটির কেন্দ্র বরাবর বেগ = O

B বিন্দুতে বস্তুটির উলম্ব বরাবর বেগ = $V\cos\theta = V.1 = V$

B বিন্দুতে বস্তুটির কেন্দ্র বরাবর বেগ = $V\sin\theta = V\theta = V\theta$

(θ খুব ছোট হলে $\cos\theta = 1$ এবং $\sin\theta = 0$ লেখা যায়)

A থেকে B বিন্দুতে উলম্ব বরাবর বেগের পরিবর্তন = V – V = 0

A থেকে B বিন্দুতে কেন্দ্র বরাবর বেগের পরিবর্তন = $V\theta - 0 = V\theta$

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

$\therefore$ কেন্দ্রমুখী ত্বরণ, $a = \dfrac{\text{বেগের পরিবর্তন}}{\text{সময়}} = \dfrac{V\theta}{t}$

$\therefore$ কেন্দ্রমুখী বল, $F = ma = \dfrac{mv\theta}{t} = mv\omega$

কারন, $\omega = \dfrac{\theta}{t}$

বা, $F = mv.\dfrac{v}{r}$

আবার, $v = \omega r \;\therefore\; \omega = \dfrac{v}{r}$

বা, $F = \dfrac{mv^2}{r}$

বা, $F = \dfrac{m\,(\omega r)2}{r}$

বা , $F = \dfrac{m\,\omega 2r2}{r}$

$\therefore F = m\,\omega^2 r$ (Showed)

প্রশ্ন-৪॥ নিউটনের গতি বিষয়ক ২য় সূত্র থেকে P= mf প্রমাণ কর এবং এটা হতে নিউটনের ১ম সূত্র প্রতিপাদন কর।

উত্তর : P = mf প্রতিপাদন :

মনেকরি, m ভর বিশিষ্ট একটি বস্তুর আদিবেগ u এবং t সময় পর P সমমানের বলের প্রভাবে শেষ বেগ v প্রাপ্ত হয়।

$\therefore$ বস্তুটির আদি ভরবেগ = mu

এবং শেষ ভরবেগ = mv

এখন t সময়ে বস্তুটির ভরবেগের পরিবর্তন = mv – mu

$\therefore$ বস্তুটির ভরবেগের পরিবর্তন হার = $\dfrac{mv - mu}{t}$

$= m\left(\dfrac{v-u}{t}\right) = mf$ [ত্বরণ f হলে, $f = \dfrac{v-u}{t}$]

নিউটনের ২য় সুত্রানুসারে , বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার এর উপর প্রযুক্ত বলের সমাণুপাতিক।

অর্থাৎ, $mf \propto P$

বা, $mf = k\,P$........................... (1)

এখানে, k সমাণুপাতিক ধ্রুবক যার মান রাশিগুলোর এককের উপর নির্ভর করে।

এখন,একক বলের সংজ্ঞা অনুসারে, যে বল একক ভরের কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়া করে একক ত্বরন সৃষ্টি করে তাকে একক বল বলে। অর্থাৎ m=1, f=1 এবং P =1 হলে, (1) নং হতে পাই,

$\therefore 1 \times 1 = k \times 1$ বা, $k = 1$

k এর মান (1) নং সমীকরণে বসিয়ে পাই,

$mf = 1.P$

বা, $P = mf$

২য় সূত্র হতে ১ম সূত্রের প্রতিপাদন :

নিউটনের ২য় সূত্র হতে আমরা জানি,

$$P = mf$$

$$বা,\ P = m\left(\frac{v-u}{t}\right)$$

এখানে, P = বল, m = ভর এবং f = ত্বরন

নিউটনের ১ম সূত্রানুসারে, যদি বাহ্যিক বলের প্রভাব না থাকে অর্থাৎ যদি $P = 0$ হয় তাহলে,

$$0 = m\left(\frac{v-u}{t}\right)$$

বা, $0 \times t = m(v-u)$

বা, $0 = m(v-u)$

বা, $v - u = 0 \quad [\because m \neq 0]$

বা, $v = u$

সুতরাং, বস্তুর উপর বাইরে থেকে কোনো বল ক্রিয়া না করলে বা বলের লব্ধি শূন্য হলে স্থির বস্তু চিরকাল স্থির থাকবে এবং গতিশীল বস্তু চিরকাল সমবেগে সরলপথে চলতে থাকবে।

প্রশ্ন-৪॥ (অথবা) নিউটনের গতি বিষয়ক ২য় সূত্র থেকে $F = ma$ প্রমাণ কর এবং এটা হতে নিউটনের ১ম সূত্র প্রতিপাদন কর।

উত্তর : $F = ma$ প্রতিপাদন :

মনেকরি, m ভর বিশিষ্ট একটি বস্তুর আদিবেগ u এবং t সময় পর F সমমানের বলের প্রভাবে শেষ বেগ v প্রাপ্ত হয়।

$\therefore$ বস্তুটির আদি ভরবেগ $= mu$

এবং শেষ ভরবেগ $= mv$

এখন t সময়ে বস্তুটির ভরবেগের পরিবর্তন $= mv - mu$

$\therefore$ বস্তুটির ভরবেগের পরিবর্তন হার $= \dfrac{mv - mu}{t}$

$$= m\left(\frac{v-u}{t}\right) = ma \qquad [\text{ত্বরণ } a \text{ হলে, } a = \frac{v-u}{t}]$$

নিউটনের ২য় সূত্রানুসারে , বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার এর উপর প্রযুক্ত বলের সমাণুপাতিক।

অর্থাৎ, $ma \propto$ বা, $ma = k F$.......................(1)

এখানে, k সমাণুপাতিক ধ্রুবক যার মান রাশিগুলোর এককের উপর নির্ভর করে।

এখন,একক বলের সংজ্ঞা অনুসারে, যে বল একক ভরের কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়া করে একক ত্বরন সৃষ্টি করে তাকে একক বল বলে। অর্থাৎ $m=1$, $a=1$এবং $F=1$ হলে, (1) নং হতে পাই,

$\therefore 1 \times 1 = k \times 1$

বা, $k = 1$

k এর মান (1) নং সমীকরণে বসিয়ে পাই,

$ma = 1.F$

বা, $F = ma$

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

২য় সূত্র হতে ১ম সূত্রের প্রতিপাদন :

নিউটনের ২য় সূত্র হতে আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$বা,\ F = m\left(\frac{v-u}{t}\right)$$

এখানে, F = বল, m = ভর এবং a = ত্বরন

নিউটনের ১ম সূত্রানুসারে, যদি বাহ্যিক বলের প্রভাব না থাকে অর্থাৎ যদি $F = 0$ হয় তাহলে,

$$0 = m\left(\frac{v-u}{t}\right)$$

বা, $0 \times t = m(v-u)$

বা, $0 = m(v-u)$

বা, $v - u = 0 \quad [\because m \neq 0]$

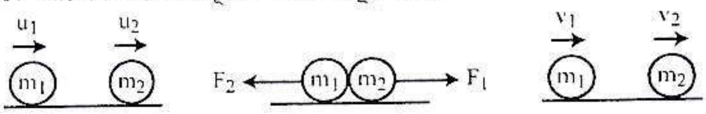
বা, $v = u$

সুতরাং, বস্তুর উপর বাইরে থেকে কোনো বল ক্রিয়া না করলে বা বলের লব্ধি শূন্য হলে স্থির বস্তু চিরকাল স্থির থাকবে এবং গতিশীল বস্তু চিরকাল সমবেগে সরলপথে চলতে থাকবে।

প্রশ্ন-৫॥ ভরবেগের নিত্যতা সূত্র বা সংরক্ষণ সূত্র বিবৃত এবং নিউটনের ৩য় সূত্র হতে এটি প্রমাণ কর।

উত্তর : ভরবেগের নিত্যতা সূত্র বা সংরক্ষণ সূত্র :

একাধিক বস্তুর মধ্যে ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল ছাড়া অন্য কোনো বল কাজ না করলে কোনো নির্দিষ্ট দিকে তাদের মোট ভরবেগের কোনো পরিবর্তন হয় না। একে ভরবেগের নিত্যতা সূত্র বা সংরক্ষণ সূত্র বলে।



ভরবেগের নিত্যতা সূত্র বা সংরক্ষণ সূত্রের প্রমান : মনে করি, m_1 ও m_2 ভরবিশিষ্ট দুটি বস্তু যথাক্রমে u_1 ও u_2 বেগে একই সরলরেখা বরাবর চলছে।

এখানে, m_1 বস্তুর বেগ m_2 বস্তুর বেগের চেয়ে বেশি অর্থাৎ $u_1 > u_2$ ।

ধরি, t সময় পরে বস্তু দুটির সংঘর্ষ হয় এবং সংঘর্ষের ফলে বস্তু দুটি v_1 ও v_2 বেগে একই সরলরেখা বরাবর চলতে থাকে।

সংঘর্ষের সময়ে m_1 বস্তু m_2 বস্তুর উপর F_1 ক্রিয়া বল প্রয়োগ করে এবং m_2 বস্তু m_1 বস্তুর উপর F_2 প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে।

এখন নিউটনের গতির ৩য় সূত্রানুসারে লেখা যায়,

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

$$F_1 = -F_2$$

বা, $m_1a_1 = -m_2a_2 \qquad [\because F = ma]$

বা, $m_1\left(\dfrac{v_1 - u_1}{t}\right) = -m_2\left(\dfrac{v_2 - u_2}{t}\right) \qquad [\because a = \dfrac{v-u}{t}]$

বা, $m_1(v_1 - u_1) = -m_2(v_2 - u_2)$

বা, $m_1v_1 - m_1u_1 = -m_2v_2 + m_2u_2$

বা, $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1u_1 + m_2u_2$

$\therefore m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$

$\therefore$ আদি ভরবেগের সমষ্টি = শেষ ভর বেগের সমষ্টি। (প্রমাণিত)

প্রশ্ন-৬॥ মুক্তি বেগ কাকে বলে? মুক্তিবেগের রাশিমালা প্রতিপাদন কর।

উত্তর : মুক্তি বেগ : সর্বনিম্ন যে বেগে কোনো বস্তুকে উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে সেটা আর পৃথিবীতে ফিরে আসে না, তাকে মুক্তিবেগ বলে।

মুক্তিবেগের রাশিমালা : মনেকরি, M এবং m ভরের দুটি বস্তু r দূরত্বে অবস্থিত। তাহলে নিউটনের মহাকর্ষ সূত্রানুসারে,

$$F = \frac{GMm}{r^2} \quad ....(1)$$

F বল প্রয়োগে ক্ষুদ্র সরণ dr এর জন্য কৃত কাজ,

$$dW = F.dr \ 0$$

বা, $dW = \dfrac{GMm}{r^2}.dr \qquad [(1) \text{ নং থেকে পাই}]$

এখন,কোন বস্তুকে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ হতে অসীমে পৌছাতে মোট কৃতকাজ,

$$\int_0^w dw = \int_R^\infty \frac{GMm}{r^2}.dr$$

বা, $\int_0^w dw = GMm\int_R^\infty \frac{1}{r^2}.dr$

বা, $[w]_0^w = GMm\int_R^\infty r^{\cdot2}.dr$

বা, $(w - 0) = GMm\,[\,\frac{r^{-2+1}}{-2+1}\,]_R^\infty$

বা, $w = GMm\,[\,\frac{r^{-1}}{-1}\,]_R^\infty$

বা, $w = -\,GMm\,[r^{-1}]_R^\infty$

বা, $w = -\,GMm\,[\,\frac{\mathbf{1}}{r}\,]_R^\infty$

বা, $w = -\,GMm\left[\frac{1}{\infty} - \frac{1}{R}\right]$

বা, $w = -\,GMm\left[0 - \frac{1}{R}\right]$

বা, $w = -\,GMm\left(-\frac{1}{R}\right)$

বা, $w = \frac{GMm}{R}$

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

যেহেতু কাজটি গতিশক্তিজনিত,

$\therefore E = W$

বা, $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{GMm}{R}$

বা, $\frac{v^2}{2} = \frac{GM}{R}$

বা, $\frac{v^2}{2} = \frac{GM}{R.R} \times R$

বা, $\frac{v^2}{2} = \frac{GM}{R^2} \times R$

বা, $\frac{v^2}{2} = gR$ $\quad [\because g = \frac{GM}{R^2}]$

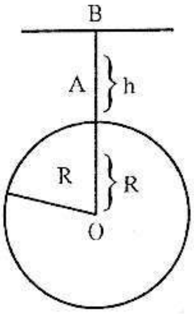
বা, $v^2 = 2gR$

$\therefore v = \sqrt{2gR}$; এটাই মুক্তিবেগের রাশিমালা।

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

প্রশ্ন-৭॥ অভিকর্ষজ ত্বরণ কাকে বলে? ভূপৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান নির্ণয় কর।

উত্তর : অভিকর্ষজ ত্বরণ : অভিকর্ষ বলের ক্রিয়ার ফলে পড়ন্ত কোনো বস্তুর বেগ যে হারে পরিবর্তন হয়, সেই বেগ পরিবর্তনের হারকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে। একে g দ্বারা প্রকাশ করা হয়।



ভূপৃষ্ঠে কোনো বস্তুর অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$$g = \frac{GM}{R^2} \text{.........................(i)}$$

এখানে, M = পৃথিবীর ভর

G = মহাকর্ষ ধ্রুবক

এবং R = পৃথিবীর ব্যাসার্ধ

মনে করি, ভূপৃষ্ঠ থেকে h উচ্চতায় অর্থাৎ পৃথিবীর কেন্দ্র হতে (R + h) দূরত্বের কোনো স্থানের অভিকর্ষজ ত্বরণ g′.

$$\therefore g' = \frac{GM}{(R+h)^2} \text{.................................. (ii)}$$

সমীকরণ (ii) নং কে (i) নং দ্বারা ভাগ করে পাই,

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

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

বা, $\frac{g'}{g} = \frac{GM}{(R+h)^2} \times \frac{R^2}{GM}$

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

বা, $\frac{g'}{g} = \frac{\frac{R^2}{R^2}}{\frac{(R+h)^2}{R^2}}$ [লব ও হরকে R^2 দ্বারা ভাগ করে]

বা, $\frac{g'}{g} = \frac{1}{\left(\frac{R+h}{R}\right)^2}$

বা, $\frac{g'}{g} = \frac{1}{\left(1+\frac{h}{R}\right)^2}$

বা, $\frac{g'}{g} = \left(1+\frac{h}{R}\right)^{-2}$

বা, $\frac{g'}{g} = (1 - \frac{2h}{R})$ $[(1+x)^n = 1 + nx + \frac{n(n-1)}{2!}X^2 + \frac{n(n-1)(n-2)}{3!}X^3 + ...$[দ্বিপদী উপপাদ্য ব্যবহার কিন্তু উচ্চতর ঘাত পরিহার করে]

$\therefore\ g' = g\,(1 - \frac{2h}{R})$

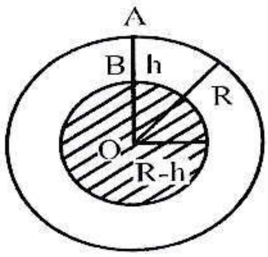
h - এর মান বৃদ্ধি করলে $\left(1 - \frac{2h}{R}\right)$ এর মান হ্রাস পায়, অর্থাৎ g' এর মান হ্রাস পায়।

সুতরাং ভূপৃষ্ঠ থেকে যতই উপরে উঠা যায়, অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ততই কমতে থাকে।

প্রশ্ন-৮॥ প্রমাণ কর যে, ভূপৃষ্ঠ থেকে যত নিচে দেওয়া যায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ততই কমতে থাকে।

অথবা, দেখাও যে, পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান শূন্য।

উত্তর : ভূপৃষ্ঠ হতে h গভীরতায় অভিকর্ষজ ত্বরণের রাশিমালা :



Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

মনেকরি,

গোলক আকৃতি পৃথিবীর ব্যাসার্ধ = R

পৃথিবীর ভর = M

উপাদনের ঘনত্ব = ρ

এবং আয়তন, $V = \frac{4}{3}\pi R^3$

আমরা জানি, ঘনত্ব = $\frac{\text{ভর}}{\text{আয়তন}}$

বা, $\rho = \frac{M}{V}$

বা, $\rho \times V = M$

বা, $M = \rho \times V$

বা, $M = \rho \times \frac{4}{3}\pi R^3$......................(i) [আয়তন V এর মান বসিয়ে]

ভূপৃষ্ঠের কোনো একটি বিন্দু A-তে অভিকর্ষজ ত্বরণ g হলে,

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

বা, $g = \frac{G \times \rho \times \frac{4}{3}\pi R^3}{R^2}$ [i নং থেকে M এর মান বসিয়ে]

বা, $g = G \times \rho \times \frac{4}{3}\pi R$......................(ii)

এখন ভূপৃষ্ঠ হতে h গভীরতায় কোনো একটি বিন্দু B তে অভিকর্ষজ ত্বরণ g' হলে,

$$g' = G \times \rho \times \frac{4}{3}\pi(R - h) \text{.................................(iii)}$$

সমীকরণ (iii) নং কে (ii) নং দ্বারা ভাগ করে পাই,

$$\frac{g'}{g} = \frac{G \times \rho \times \frac{4}{3}\pi\ (R - h)}{G \times \rho \times \frac{4}{3}\pi R}$$

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

বা, $\frac{g'}{g} = \frac{R - h}{R}$

বা, $g' = g\left(1 - \frac{h}{R}\right)$..................... (iv)

h-এর মান যত বৃদ্ধি পায় $\left(1 - \frac{h}{R}\right)$ এর মান তত কমতে থাকে অর্থাৎ g' এর মান কমতে থাকে।

সুতরাং ভূপৃষ্ঠে হতে যত নিচে যাওয়া হবে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ততই কমতে থাকবে।

** পৃথিবীর কেন্দ্রে অর্থাৎ O বিন্দুতে $h = R$ ।

সুতরাং পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান (iv) নং হতে পাই,

$$g' = g\left(1 - \frac{R}{R}\right)$$

বা, $g' = g\ (1 - 1)$

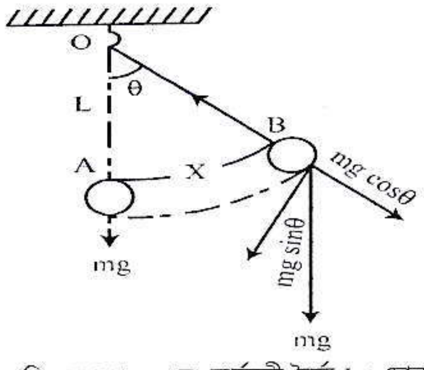
বা, $g' = g \times 0 = 0$

পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান শূন্য।

সুতরাং পৃথিবীর কেন্দ্রে যদি কোনো বস্তু নিয়ে যাওয়া যায়, তবে বস্তুর উপর পৃথিবীর কোনো আকর্ষণ থাকবে না।

প্রশ্ন-৯॥ সরল দোলন গতি কাকে বলে? প্রমাণ কর যে সরল দোলকের গতি সরল দোলন গতি।

উত্তর : **সরল দোলন** গতি : যদি কোনো কনার গতি পর্যায়বৃত্ত গতি সম্পন্ন হয়, গতিপথ সরলরৈখিক হয়, ত্বরন সর্বদা একটি নির্দিষ্ট বিন্দুমুখী হয় এবং ত্বরন সাম্যাবস্থা থেকে সরনের সমানুপাতিক হয়, তবে এরূপ গতিকে সরল দোলন গতি বলে।



ধরা যাক, একটি সরল দোলকের দোলক পিন্ডের ভর m এবং কার্যকরী দৈর্ঘ্য L। দোলক পিণ্ডটি যখন OA সাম্যাবস্থানে থাকে তখন এর উপর mg বল খাড়া নিচে দিকে ক্রিয়া করে, যা সুতার টান দ্বারা প্রশমিত হয়। দোলক পিণ্ডটি যখন সাম্যাবস্থান OA হতে θ কোণে OB অবস্থানে আসে তখন mg বল দুটো উপাংশে বিভাজিত হয়। একটি mg cosθ, যা সুতা বরাবর নিচের দিকে ক্রিয়া করে এবং অপরটি mg sinθ যা এর লম্ব অভিমুখে ক্রিয়া করে। উপাংশ mg cosθ সুতার টান দ্বারা প্রশমিত হয় কিন্তু mg sinθ প্রত্যয়নী বল হিসেবে কাজ করে, যার কারণে দোলকটি দোলতে থাকে।

θ কৌণিক অবস্থানে দোলক পিণ্ডের সরণ x হলে , $\theta = \frac{x}{L}$ .... (1) [কোণ = $\frac{\text{চাপ}}{\text{ব্যাসার্ধ}}$]

এখানে প্রত্যয়নী বলের মান,

$F = -mg\sin\theta$ [(–) চিহ্ন বল ও সরণ বিপরীত দিকে নিদের্শ কওে]

বা, $F = -mg\theta$ [θ ক্ষুদ্র হলে $\sin\theta = \theta$]

বা, $F = -mg\frac{x}{L}$ [(1) নং সমীকরণ হতে]

বা, $F = \frac{-mg}{L} . x$

বা, $F \propto -x$ ....(2) [$\because m, g$ এবং L ধ্রবক]

(2) নং হতে দেখা যায় যে, বল সরণের সমাণুপাতিক কিন্তু বিপরীতমুখী যা সরল দোলনগতির একটি বৈশিষ্ট্য । অতএব বলা যায়, অল্প বিস্তারে সরল দোলকের গতি সরল দোলন গতি। (প্রমাণিত)

প্রশ্ন-১০॥ সরল দোলন গতির ব্যবকলনীয় সমীকরণ বা অন্তরক সমীকরণ প্রতিপাদন কর ।

উত্তর : প্রতিপাদন : মনে করি, একটি স্প্রিং S এর এক প্রান্ত দৃঢ় অবলম্বনের সাথে আটকিয়ে অপর প্রান্তের সাথে m ভরের একটি বস্তু ঝুলানো হলো। স্প্রিং এর নিচের দিকে m ভরের বস্তু যুক্ত করায় এর দৈর্ঘ্য কিছুটা বৃদ্ধি পায়। বস্তুর ওজন বল নিচের দিকে ক্রিয়ারত। নিউটনের গতির তৃতীয় সুত্রানুসারে, সমপরিমাণ প্রত্যয়নী বল উপরের দিকে ক্রিয়া করে। দুটি বলের লব্ধি শূন্য হওয়ায় বস্তুটি সাম্যাবস্থায় ঝুলন্ত থাকবে।

এখন বস্তুটিকে F বল প্রয়োগ করে A হতে x দূরত্বে B অবস্থানে নেয়া হলো।

$\therefore$ প্রত্যয়নী বল , $F \propto -x$

বা, $F = -kx$ [K সমাণুপাতিক ধ্রুবক]

বা, $ma = -kx$ [$\because F = ma$]

বা, $a = -\frac{k}{m}x$

বা, $a = -\omega^2 x$............. (i) [$\because \omega^2 = \frac{k}{m}$]

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

এখন, বেগ , $v = \frac{dx}{dt}$

এবং ত্বরণ, $a = \frac{dv}{dt}$

বা, $a = \frac{d}{dt}\left(\frac{dx}{dt}\right)$

বা, $a = \frac{d^2x}{dt^2}$

a এর মান (1) নং সমীকরণ বসিয়ে পাই,

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

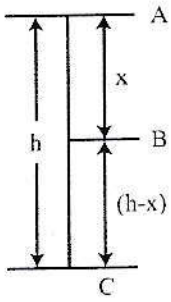
বা, $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$

এটাই সরলদোলন গতির ব্যবকলনীয় সমীকরণ।

এই সমীকরন সরল ছন্দিত স্পন্দনের অনুরুপ। অতএব, স্পন্দিত স্প্রিং এর গতি সরল ছন্দিত গতি।

প্রশ্ন-১১॥ শক্তির নিত্যতার সূত্রটি বিবৃতি কর এবং পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে শক্তির নিত্যতার সূত্র প্রমাণ কর।

উত্তর : বিবৃতি : শক্তির সৃষ্টি বা ধ্বংস নেই, শক্তি কেবল এক রূপ থেকে এক বা একাধিকরূপে পরিবর্তন হতে পারে এবং রূপান্তরের আগে ও পরে মোট শক্তির পরিমাণ অপরিবর্তিত থাকে।



শক্তির নিত্যতার সূত্রের প্রমাণ :

মনে করি, m ভরবিশিষ্ট একটি বস্তুকে ভূপৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় A বিন্দুতে উঠানো হলো।

$\therefore$ A বিন্দুতে, স্থিতিশক্তি $= mgh$

গতিশক্তি $= 0$

$\therefore$ মোট শক্তি = স্থিতিশক্তি + গতিশক্তি

$= mgh + 0$

$= mgh$ .... (1)

এখন A বিন্দু থেকে নিচের দিকে x দূরত্ব অতিক্রম করে বস্তুটি B বিন্দুতে পৌছলো এবং v বেগ প্রাপ্ত হলো।

$\therefore$ B বিন্দুতে, স্থিতিশক্তি $= mg(h - x) = mgh - mgx$

এবং গতিশক্তি $= \frac{1}{2} mv^2$

$= \frac{1}{2} \times m \times 2gx$

$= mgx$

এখানে, $v^2 = u^2 + 2gx$

বা, $v^2 = O^2 + 2gx$

$\therefore v^2 = 2gx$

$\therefore$ মোটশক্তি = স্থিতিশক্তি + গতিশক্তি

$= mgh - mgx + mgx$

$= mgh$ ....(2)

Fahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
ICEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

আবার, B বিন্দু থেকে বস্তুটি ভূ-পৃষ্ঠে C বিন্দুতে পৌছালে,

C বিন্দুতে, স্থিতিশক্তি $= mg(h - h)$

$= mg \times 0$

$= 0$

এবং গতিশক্তি $= \frac{1}{2} mv^2$

$= \frac{1}{2} \times m \times 2gh$

$= mgh$

এখানে, $v^2 = u^2 + 2gh$

বা, $v^2 = O^2 + 2gh$

$\therefore v^2 = 2gh$

$\therefore$ মোটশক্তি = স্থিতিশক্তি + গতিশক্তি

$= O + mgh$

$= mgh$ ....(3)

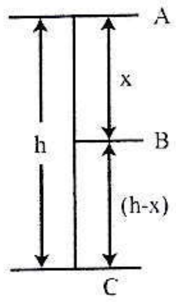
(1), (2) ও (3) নং সমীকরণ হতে দেখা যায় যে, পড়ন্ত বস্তুর মোট শক্তির পরিমাণ একই রয়েছে।

প্রশ্ন-১১ (অথবা) ॥ দেখাও যে, পড়ন্ত বস্তু যে পরিমাণ স্থিতিশক্তি হারায় সমপরিমাণ গতিশক্তি লাভ করে।

উত্তর : মনে করি, m ভরবিশিষ্ট একটি বস্তুকে ভূপৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় A বিন্দুতে উঠানো হলো।

$\therefore$ A বিন্দুতে, স্থিতিশক্তি = mgh

গতিশক্তি = 0



$\therefore$ মোট শক্তি = গতিশক্তি + স্থিতিশক্তি

$= mgh + 0$

$= mgh$

এখন, A বিন্দু থেকে নিচের দিকে x দূরত্ব অতিক্রম করে বস্তুটি B বিন্দুতে পৌছলো এবং v বেগ প্রাপ্ত হলো।

$\therefore$ B বিন্দুতে, স্থিতিশক্তি $= mg(h - x)$

$= mgh - mgx$

গতিশক্তি $= \frac{1}{2} mv^2$ | এখানে, $v^2 = u^2 + 2gx$

$= \frac{1}{2} \times m \times 2gx$ | বা, $v^2 = 0^2 + 2gx$

$= mgx$ | $\therefore v^2 = 2gx$

$\therefore$ মোটশক্তি = স্থিতিশক্তি + গতিশক্তি

$= mgh - mgx + mgx$

$= mgh$

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

এখন, বস্তুটি A থেকে B বিন্দুতে আসলে হারানো স্থিতিশক্তি

$= mgh - (mgh - mgx)$

$= mgh - mgh + mgx = mgx$

এবং বস্তুটি A থেকে B বিন্দুতে আসলে অর্জিত গতিশক্তি

$= mgx - 0$

$= mgx$

অর্থাৎ, পড়ন্ত বস্তু যে পরিমাণ স্থিতিশক্তি হারায় ঠিক সমপরিমাণ গতিশক্তি লাভ করে।

প্রশ্ন-১২॥ দেখাও যে, বিকৃতির জন্য একক আয়তনে কৃত কাজ বা স্থিতি শক্তি = $\frac{1}{2}$ × পীড়ন × বিকৃতি

উত্তরঃ মনেকরি, একটি তারের দৈর্ঘ্য L, ক্ষেত্রফল A এবং ব্যাসার্ধ r। এখন তারের উপর F বল প্রয়োগ করায় এর দৈর্ঘ্য l পরিমান বৃদ্ধি পায়। এই l দৈর্ঘ্য আসলে অতিক্ষুদ্র dl দৈর্ঘ্যের সমষ্টি।

তাহলে, dl দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির জন্য কৃতকাজ, $dW = F \cdot dl$ [কাজ = বল × সরন]

সুতরাং মোট l দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির জন্য কৃতকাজ, $\int_0^W dW = \int_0^l F \cdot dl$

বা, $[W]_0^W = \int_0^l \frac{YAl}{L} \cdot dl$ [$\because$ ইয়ং এর গুনাংক, $Y = \frac{FL}{Al}$ বা, $F = \frac{YAl}{L}$]

বা, $(W-0) = \frac{YA}{L}\int_0^l l\,.dl$

বা, $W = \frac{YA}{L}\left[\frac{l^2}{2}\right]_0^l$

বা, $W = \frac{YA}{2L}\left[l^2\right]_0^l$

বা, $W = \frac{YA}{2L}\left(l^2 - 0\right)$

বা, $W = \frac{YA\,l^2}{2L}$

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

আবার, তারের আয়তন, V = প্রচ্ছদের ক্ষেত্রফল × দৈর্ঘ্য $= A\,L$

তাহলে, AL আয়তনে কৃতকাজ বা স্থিতিশক্তি $= \frac{YA\,l^2}{2L}$

∴ 1 (একক) আয়তনে কৃতকাজ বা স্থিতিশক্তি $= \frac{\frac{YA\,l^2}{2L}}{AL}$

$= \frac{YA\,l^2}{2L} \times \frac{1}{AL}$

$= \frac{1}{2} \times \frac{Y\,l^2}{L^2}$

$= \frac{1}{2} \times \frac{Yl}{L} \times \frac{l}{L}$

$= \frac{1}{2}$ × পীড়ন × বিকৃতি [∵ $Y = \frac{FL}{Al}$ বা, $\frac{Yl}{L} = \frac{F}{A}$ বা, $\frac{Yl}{L}$ = পীড়ন]

∴ একক আয়তনে কৃতকাজ বা স্থিতিশক্তি = $\frac{1}{2}$ × পীড়ন × বিকৃতি (Proved)

প্রশ্ন-১৩॥ অগ্রগামী তরঙ্গ কাকে বলে? এর রাশিমালা প্রতিপাদন কর।

উত্তর : অগ্রগামী তরঙ্গ : যে তরঙ্গ সময়ের সাথে সাথে সামনের দিকে অগ্রসর হয় তাকে অগ্রগামী তরঙ্গ বলে।

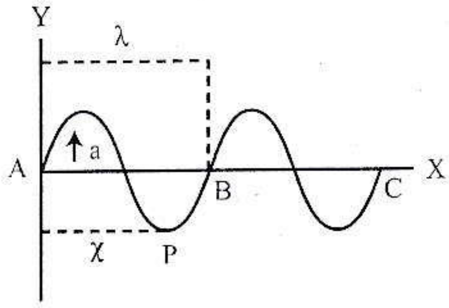
অগ্রগামী তরঙ্গের রাশিমালা : মনে করি, একটি অগ্রগামী তরঙ্গ A বিন্দু হতে ABC রেখা বরাবর অগ্রসর হচ্ছে। যেহেতু মাধ্যমের কনাগুলো সরল ছন্দিত স্পন্দনে আন্দোলিত হয়, সেহেতু A বিন্দুস্থ কণার সরনকে নিচের সমীকরন দ্বারা লেখা যায়,

$y = a \sin \omega t$

যেখানে, y = t সময়ে ABC বরাবর কণার সরণ

ω = কৌণিক কম্পাঙ্ক

a = কণার বিস্তার



আবার চিত্র হতে পাই, A ও B বিন্দুস্থ কণা দুটি সমদশা সম্পন্ন এবং সমদশা সম্পন্ন পরপর দুটি কণার মধ্যবর্তী দূরত্ব হচ্ছে তরঙ্গদৈর্ঘ্য, λ।

এখানে, তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = AB$।

আমরা জানি,

λ দৈর্ঘ্যের জন্য দশার পার্থক্য 2π

1 দৈর্ঘ্যের জন্য দশার পার্থক্য $\frac{2\pi}{\lambda}$

∴ x দৈর্ঘ্যের জন্য দশার পার্থক্য $\frac{2\pi x}{\lambda}$

এখন, A বিন্দু হতে x দূরত্বে P বিন্দুতে অবস্থিত কণার সরণ,

$$y = a\sin\left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$$

এখানে, $\omega = 2\pi f = 2\pi \frac{v}{\lambda}$ ($\because v = f\lambda$ বা, $f = \frac{v}{\lambda}$)

$$\text{বা, } y = a\sin\left(2\pi\frac{v}{\lambda}t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$$

$$\text{বা, } y = a\sin\left(\frac{2\pi Vt}{\lambda} - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$$

$$\text{বা, } y = a\sin\frac{2\pi}{\lambda}(vt - x)$$

$$\therefore y = a\sin\frac{2\pi}{\lambda}(vt - x)$$

এটাই x অক্ষের ধনাত্মক দিকে অগ্রগামী তরঙ্গের রাশিমালা।

আবার, x অক্ষের ঋনাত্মক দিকে অগ্রগামী তরঙ্গের রাশিমালা হবে, $y = a\sin\frac{2\pi}{\lambda}(vt + x)$

প্রশ্ন-১৪ ॥ শব্দের বেগের উপর তাপমাত্রার প্রভাব আলোচনা কর।

উত্তর : আমরা জানি,

কোনো গ্যাসের তাপমাত্রার পরিবর্তন ঘটলে এর ঘনত্বের পরিবর্তন ঘটে।

মনে করি, $0°C$ তাপমাত্রায় ঘনত্ব এবং বেগ যথাক্রমে ρ_0 এবং v_0

$t°C$ তাপমাত্রায় ঘনত্ব এবং বেগ যথাক্রমে ρ_t এবং v_t

তাই ল্যাপলাসের সংশোধনী অনুসারে,

$$V_0 = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho_0}} \ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\text{এবং } V_t = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho_t}} \ldots\ldots\ldots (2)$$

সমীকরণ (2)-কে সমীকরণ (1) দ্বারা ভাগ করে পাই,

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

$$\frac{V_t}{V_0} = \frac{\sqrt{\frac{\gamma P}{\rho_t}}}{\sqrt{\frac{\gamma P}{\rho_0}}} = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho_t} \times \frac{\rho_0}{\gamma P}} = \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho_t}}$$

কিন্তু, $\rho_0 = \rho_t(1 + \alpha t)$ তাই,

$$\frac{v_t}{v_0} = \sqrt{\frac{\rho_t(1 + \alpha t)}{\rho_t}} = \sqrt{1 + \alpha t}$$

$$\text{বা, } \frac{v_t}{v_0} = \sqrt{1 + \frac{t}{273}} \ldots\ldots\ldots (3) \quad \left[\because \alpha = \frac{1}{273}\right]$$

$$\text{বা, } \frac{v_t}{v_0} = \sqrt{\frac{273 + t}{273}}$$

$$\text{বা, } \frac{v_t}{v_0} = \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

$$\therefore v \propto \sqrt{T}$$

অর্থাৎ, বায়ুতে শব্দের বেগ পরম তাপমাত্রার বর্গমূলের সমাণুপাতিক।

আবার, (3) নং সমীকরণ হতে পাই,

$$\frac{V_t}{V_0} = \sqrt{1 + \frac{t}{273}}$$

বা, $\frac{V_t}{V_o} = \left(1 + \frac{t}{273}\right)^{\frac{1}{2}}$

বা, $\frac{V_t}{V_o} = \left(1 + \frac{1}{2}\frac{t}{273} + \ldots\ldots\ldots\right)$ [দ্বিপদী উপপাদ্যের সাহায্যে কিন্তু উচ্চতর ঘাত পরিহার করে]

বা, $\frac{V_t}{V_o} = \left(1 + \frac{t}{546}\right)$

বা, $\frac{V_t}{V_o} = (1 + 0.00183\ t)$

বা, $V_t = V_0\ (1 + 0.00183\ t)$

বা, $V_t = 332\ (1 + 0.00183\ t)$ [$0°C$ তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ $332\ ms^{-1}$]

$\because V_t = 332 + 0.61\ t$

অর্থাৎ, প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াম তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে শব্দের বেগ 0.61m/s হারে বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্ন-১৫॥ আদর্শ গ্যাস সমীকরণ PV = nRT প্রতিপাদন কর।

উত্তর : আদর্শ গ্যাস : যে সকল গ্যাস সকল তাপমাত্রা ও চাপে আদর্শ গ্যাস সমীকরণ, PV = nRT **সমীকরন** মেনে চলে তাকে আদর্শ গ্যাস বলে।

আদর্শ গ্যাস সমীকরণ, PV = nRT প্রতিপাদন

মনে করি, n মোল আদর্শ গ্যাসের তাপমাত্রা T, চাপ P এবং আয়তন V

বয়েলের সূত্র মতে, স্থির তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের আয়তন চাপের ব্যাস্তানুপাতিক।

অর্থাৎ $V \propto \frac{1}{P}$ .... (1)   [যখন T স্থির]

চার্লসের সূত্র মতে, স্থির চাপে কোনো গ্যাসের আয়তন পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক।

অর্থাৎ, $v \propto T$.................................(2)   [যখন P স্থির]

অ্যাভোগেড্রোর সূত্র মতে, স্থির তাপমাত্রা ও চাপে সমআয়তন গ্যাসে সমান সংখ্যক অণু বিদ্যমান।

অর্থাৎ, $V \propto n$................................ (3)   [যখন, T ও P উভয়ই স্থির]

(1), (2) ও (3) নং হতে পাই,

$V \propto \frac{1}{P} \times T \times n$

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

বা, $V = R \times \frac{Tn}{P}$ (R = আদর্শ গ্যাস বা মোলার গ্যাস ধ্রুবক)

বা, PV = nRT (Proved)

প্রশ্ন-১৬॥ একজন ব্যক্তি ৫ সেকেন্ডে 100 মিটার এবং 5 তম সেকেন্ডে 10 মিটার দূরত্ব অতিক্রম করে। তবে ঐ ব্যক্তি 10 সেকেন্ডে এবং 10 তম সেকেন্ডে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে?

সমাধান ১ম ক্ষেত্রে, 5 সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব 100 মিটার

$\therefore S = ut + \frac{1}{2}at^2$

বা, $100 = u \times 5 + \frac{1}{2} \times a \times 5^2$

বা, $100 = 5u + \frac{25}{2}a$

বা, $100 = \frac{10u + 25a}{2}$

বা, $200 = 10u + 25a$

বা, $40 = 2u + 5a$ [উভয়পক্ষকে 5 দ্বারা ভাগ করে]

$\therefore 2u + 5a = 40$..(1)

২য় ক্ষেত্রে, 5তম সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব 10 মিটার

$\therefore S_{th} = u + \frac{1}{2} a (2t - 1)$

বা, $10 = u + \left\{\frac{1}{2} a (2 \times 5 - 1)\right\}$

বা, $10 = u + \frac{a(10 - 1)}{2}$

বা, $10 = u + \frac{9a}{2}$

বা, $10 = \frac{2u+9a}{2}$

বা, $20 = 2u + 9a$

$\therefore 2u + 9a = 20$..(2)

(1) নং হতে (2) নং বিয়োগ করেপাই,

$(2u + 5a) - (2u + 9a) = 40 - 20$

বা, $2u + 5a - 2u - 9a = 20$

বা, $5a - 9a = 20$

বা, $-4a = 20$

বা, $-a = \frac{20}{4}$

বা, $-a = 5$

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

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

a এর মান (2) নং এর বসিয়ে পাই,

$2u + 9 \times (-5) = 20$

বা, $2u - 45 = 20$

বা, $2u = 65$

$\therefore u = \frac{65}{2} ms^{-1}$

$\therefore$ 10 সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$S = ut + \frac{1}{2}at^2$

বা, $S = (\frac{65}{2} \times 10) + \{\frac{1}{2} \times (-5) \times (10)^2\}$ [u এবং a এর মান বসিয়ে]

বা, $S = 325 + \{\frac{1}{2} \times (-5) \times 100\}$

বা, $S = 325 - 250$

বা, $S = 75$ m.

10 তম সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব,

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

বা, $S_{th} = \frac{65}{2} + \{\frac{1}{2} \times (-5) \times (2\times10-1)\}$ [u এবং a এর মান বসিয়ে]

বা, $S_{th} = 32.5 + \{\frac{1}{2} \times (-5) \times 19\}$

বা, $S_{th} = 32.5 - 47.5$

বা, $S_{th} = -15$

বা, $|S_{th}| = |-15|$

$\therefore S_{th} = 15m$

$\therefore$ ব্যক্তিটি 10 সেকেন্ডে 75m ও 10 তম সেকেন্ডে 15m দূরত্ব অতিক্রম করবে।

প্রশ্ন-১৭ ॥ একটি অগ্রগামী তরংগের সমীকরন, $Y = 0.5 \sin(200\pi t - 1.57x)$ হলে এস আই এককে তরংগ বিস্তার, কম্পাংক, বেগ ও পর্যায়কাল বের কর।

উত্তর- এখানে, $y = 0.5 \sin(200\pi t - 1.57x)$

উপরিউক্ত সমীকরণকে, $y = a \sin(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda})$ এর সাথে তুলনা করে পাই,

বিস্তার, $a = 0.5$ m

এবং $\omega = 200\pi$

বা, $2\pi f = 200\pi$ $\quad (\omega = 2\pi f)$

বা, $2f = 200$ Hz

বা, $f = 100$ Hz

$\therefore$ কম্পাংক, $f = 100$ Hz

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

এবং $\frac{2\pi x}{\lambda} = 1.57x$

বা, $\frac{2\pi}{\lambda} = 1.57$

বা, $\frac{2\pi}{1.57} = \lambda$

বা, $\frac{2 \times 3.1416}{1.57} = \lambda$

বা, $4.002 = \lambda$

সুতরাং তরংগদৈর্ঘ্য, $\lambda = 4.002$ m

আবার আমরা জানি, $V = f\lambda$

$= (100 \times 4)$

$= 400\ ms^{-1}$

$\therefore$ তরংগ বেগ, $V = 400\ ms^{-1}$

পর্যায়কাল, $T = \frac{1}{f}$

$= \frac{1}{100}$

$= 0.01$ s

$\therefore$ পর্যায়কাল, $T = 0.01$ s

Ans. বিস্তার 0.5 m, কম্পাংক 100 Hz, তরংগ বেগ 400 ms^{-1} এবং পর্যায়কাল 0.01 s, তরংগদৈর্ঘ্য 4.002 m.

প্রশ্ন-১৮ ॥ একটি অগ্রগামী তরংগের সমীকরন, $y = 0.5 \sin 2\pi (\frac{t}{0.02} - \frac{x}{0.15})$ হলে এস আই এককে তরংগ বিস্তার, কম্পাংক, তরংগবেগ, তরংগদৈর্ঘ্য ও পর্যায়কাল বের কর।

উত্তর: এখানে, $y = 0.5 \sin 2\pi (\frac{t}{0.02} - \frac{x}{0.15})$

উপরিউক্ত সমীকরনকে,

$$y = a \sin (\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}) \quad (\omega = 2\pi f)$$

বা, $y = a \sin (2\pi f t - \frac{2\pi x}{\lambda})$

বা, $y = a \sin 2\pi (f t - \frac{x}{\lambda})$ এর সাথে তুলনা করে পাই,

বিস্তার, $a = 0.5$ m

কম্পাংক, $f = \frac{1}{0.02} = 50$ Hz

পর্যায়কাল, $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 0.02$ s

তরংগদৈর্ঘ্য, $\lambda = 0.15$ m

তরংগবেগ, $V = f\lambda$

$= 50 \times 0.15$

$= 7.5\ ms^{-1}$

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

Ans. বিস্তার 0.5 m , কম্পাংক 50 Hz, পর্যায়কাল 0.02s, তরংগদৈর্ঘ্য 0.15 m, তরংগবেগ $7.5\ ms^{-1}$

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ,সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ও গানিতিক সমাধান

অধ্যায়-১

প্রশ্ন-১। পরিমাপের ক্ষেত্রে যান্ত্রিক ত্রুটি কাকে বলে?

উত্তর পরীক্ষার জন্য যে সমস্ত যন্ত্রপাতি ব্যবহার করা হয় তাতে কিছু ত্রুটি থাকতে পারে। এ সকল ত্রুটিকে যান্ত্রিক ত্রুটি বলে।

প্রশ্ন-২। ভার্নিয়ার ধ্রুবক কাকে বলে?

উত্তর ভার্নিয়ার ধ্রুবক হলো প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ঘরের মান এবং ভার্নিয়ার স্কেলের মোট ভাগ সংখ্যার অনুপাত। একে V.C দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

প্রশ্ন-৩। পরিমাপ বলতে কী বুঝায়?

***অথবা*, পরিমাপ কাকে বলে?**

উত্তর কোন কিছুর পরিমান নির্ণয় করাকে পরিমাপ বলা হয়। অর্থাৎ, আমাদের দৈনন্দিন জীবনের মাপজোখের বিয়ষটাকে পরিমাপ বলা হয়।

প্রশ্ন-৪ ।পরিমাপের মৌলিক একক কাকে বলে?৩ টি মৌলিক এককের নাম লেখ।

মৌলিক একক: যে একক অন্য কোন এককের উপর নির্ভর করে না তাকে মৌলিক একক বলে।

যেমন: সময়ের একক সেকেন্ড(s)

ভরের একক কিলোগ্রাম (Kg)

তাপমাত্রার একক কেলভিন (K)

প্রশ্ন-৫। লব্ধ একক বা যৌগিক একক কী? ৩ টি যৌগিক এককের নাম লেখ।

***অথবা*, লব্ধ একক কাকে বলে?**

উত্তর যে সমস্ত একক অন্য একক থেকে জাত বা উদ্ভুত অর্থাৎ এক বা একাধিক মৌলিক এককের গুনফল বা ভাগফল থেকে লাভ করা যায় তাদেরকে লব্ধ একক বা যৌগিক একক বলে।

উদাহরন- বলের একক নিউটন, বেগের একক মিটার/সেকেন্ড ,ক্ষমতার একক ওয়াট ইত্যাদি লব্ধ একক ।

প্রশ্ন-৬। ভর পরিমাপক দুটি যন্ত্রের নাম লেখ।

উত্তর তুলা যন্ত্র ,স্প্রিং নিক্তি

প্রশ্ন-৭।পরিমাপের একক নির্ণয়ের পদ্ধতি কয়টি ও কি কি?

উত্তরঃ ৩ টি। যথাঃ
সি জি এস (CGS) পদ্ধতি ।
#এম কে এস (MKS) পদ্ধতি ।
এফ পি এস (FPS) পদ্ধতি ।

প্রশ্ন–৮ । ৭টি মৌলিক রাশির নাম এবং এস. আই পদ্ধতিতে ঐ রাশিগুলোর এককের নামগুলো লেখ।

উত্তর মৌলিক রাশিসমূহের নাম এবং তাদের একক নিম্নে দেওয়া হলো–

ক্রমিক নং	ভৌত রাশি	SI একক ও এককের প্রতীক
(১)	দৈর্ঘ্য	মিটার (m)
(২)	ভর	কিলোগ্রাম (Kg)
(৩)	সময়	সেকেন্ড (S)
(৪)	তাপমাত্রা	কেলভিন (K)
(৫)	তড়িৎ প্রবাহ	অ্যাম্পিয়ার (A)
(৬)	দীপন তীব্রতা	ক্যান্ডেলা (cd)
(৭)	পদার্থের পরিমাণ	মোল (mole)

অধ্যায়-২

প্রশ্ন–১। শূন্য ভেক্টর ও অবস্থান ভেক্টর কাকে বলে?

উত্তর **শূন্য ভেক্টর ঃ** যে ভেক্টর রাশির মান শূন্য, তাকে শূন্য ভেক্টর বলে। শূন্য ভেক্টরের পাদবিন্দু এবং শীর্ষবিন্দু একই।
অবস্থান ভেক্টর : প্রসঙ্গ কাঠামোর মূল বিন্দুর সাপেক্ষে কোনো বিন্দুর অবস্থান যে ভেক্টর দ্বারা চিহ্নিত করা যায় তাকে ঐ বিন্দুর অবস্থান ভেক্টর বলে।

প্রশ্ন–২। একক ভেক্টর কাকে বলে? কিভাবে একক ভেক্টর পাওয়া যায়?

উত্তর যে ভেক্টর রাশির মান এক তাকে একক ভেক্টর বলে। মান শূন্য নয় এমন কোনো ভেক্টরকে তার মান দ্বারা ভাগ করলে একক ভেক্টর পাওয়া যায়।

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

প্রশ্ন–৩। দুটি ভেক্টর রাশির মান কখন সর্বোচ্চ এবং কখন সর্বনিম্ন হয়?

উত্তর রাশি দুটি যখন একইদিকে ক্রিয়া করে অর্থাৎ $\theta = 0°$ হয় তখন লব্ধি মান সর্বোচ্চ হয়।
রাশি দুটি যখন বিপরীত দিকে ক্রিয়া করে অর্থাৎ $\theta = 180°$ হয় তখন লব্ধি মান সর্বনিম্ন হয়।

প্রশ্ন–৪। ভেক্টর যোগের ত্রিভুজ সূত্রটি লিখ।

উত্তর যদি কোনো ত্রিভুজের দুটি সন্নিহিত বাহু একই ক্রমে দুটি ভেক্টরকে নির্দেশ করে, তাহলে ত্রিভুজের তৃতীয় বাহু বিপরীতক্রমে উক্ত ভেক্টরদ্বয়ের লব্ধির মান ও দিক নির্দেশ করবে– একেই ভেক্টর যোগের ত্রিভুজ সুত্র বলে।

প্রশ্ন–৫। স্কেলার রাশি ও ভেক্টর রাশির মাঝে ৩টি পার্থক্য লেখ।

উত্তর স্কেলার রাশি ও ভেক্টর রাশির পার্থক্য নিচে দেওয়া হলো :

ভেক্টর রাশি	স্কেলার রাশি
যে সকল ভৌত রাশিকে সম্পূর্ণরূপে প্রকাশ করার জন্য মান ও দিক উভয়ের প্রয়োজন তাদেরকে ভেক্টর রাশি বলে।	যে সকল ভৌত রাশিকে শুধু মাত্র মান দ্বারা সম্পূর্ণরূপে প্রকাশ করা যায়, দিক নির্দেশের প্রয়োজন হয় না, তাদেরকে স্কেলার রাশি বলে।
শুধু মান বা শুধু দিক বা মান ও দিক উভয়ই পরিবর্তন হলে ভেক্টর রাশি পরিবর্তন হয়।	শুধু মানের পরিবর্তন হলে স্কেলার রাশির পরিবর্তন হয়।
ভেক্টর রাশির যোগ, বিয়োগ, গুণ ইত্যাদি সাধারণ গাণিতিক নিয়মে হয় না। ভেক্টর বীজগণিতের নিয়মানুসারে হয়।	স্কেলার রাশির যোগ, বিয়োগ, গুণ ইত্যাদি সাধারণ গাণিতিক নিয়মে হয়।

প্রশ্ন-৬। $2\hat{i} + 3\hat{j} - \hat{k}$ এর মান নির্নয় কর।

উত্তর: ধরি, $\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - \hat{k}$

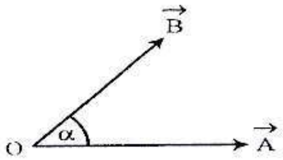
$\therefore \vec{A}$ এর মান, $A = \sqrt{(2)^2 + (3)^2 + (-1)^2} = \sqrt{4 + 9 + 1} = \sqrt{14}$

সুতরাং,নির্ণেয় মান $= \sqrt{14}$

প্রশ্ন-৭। চিত্রসহ স্কেলার গুণন ও ভেক্টর গুণন ব্যাখ্যা কর।

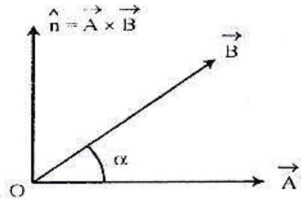
উত্তর **স্কেলার গুণন:** দুটি ভেক্টর রাশির গুণফল যদি একটি স্কেলার রাশি হয়, তবে তাকে স্কেলার গুণন বা ডট গুণন বলে। স্কেলার বা ডট গুণফলের মান রাশি দুটির মান এবং তাদের মধ্যবর্তী কোণের cosin এর গুণফলের সমান।

ব্যাখ্যা : মনে করি, $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ দুটি ভেক্টর রাশি এবং এদের মধ্যবর্তী কোণ α.



স্কেলার গুণনের সংজ্ঞানুসারে, $\vec{A}.\vec{B} = AB\cos\alpha$

ভেক্টর গুণন : দুটি ভেক্টর রাশির গুণফল যদি একটি ভেক্টর রাশি হয় তবে তাকে ভেক্টর গুণন বা ক্রস গুণন বলে। ভেক্টর বা ক্রস গুণফরের মান রাশি দুটির মান এবং তাদের মধ্যবর্তী কোণের sine-এর গুণফলের সমান।



ব্যাখ্যা : মনে করি, $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ দুটি ভেক্টর রাশি এবং এদের মধ্যবর্তী কোণ α.

ভেক্টর গুণনের সংজ্ঞানুসারে, $\vec{A} \times \vec{B} = \hat{\eta}\, AB\sin\alpha$

এখানে $\hat{\eta}$ একটি একক ভেক্টর, যা $\vec{A} \times \vec{B}$ এর দিক নির্দেশ করে।

গানিতিক সমাধানঃ উদাহরন- ১ (হক বই)

প্রমান কর যে,i) $\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$

এবং ii) $\vec{A} \times \vec{B} = \begin{matrix} \hat{i} & \hat{j} & k \\ Ax & Ay & Az \\ Bx & By & Bz \end{matrix}$

অধ্যায়-৩

প্রশ্ন-১। তাৎক্ষণিক বেগ কাকে বলে?

উত্তর অসমবেগে সরল বা বক্রপথে গতিশীল কোনো বস্তুর যে কোনো বিশেষ মুহূর্তের বেগকে তাৎক্ষণিক বেগ বলে।

প্রশ্ন-২ । ত্বরনের একক ও মাত্রা লেখ।

ত্বরনঃসময়ের সাথে বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারকে ত্বরন বলে।

ত্বরনের একক হলো মিটার/সেকেন্ড² বা, ms^{-2}

ত্বরনের মাত্রা হলো $[LT^{-2}]$

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

প্রশ্ন-৩। প্রমাণ কর যে, $S = ut + \frac{1}{2}at^2$

উত্তর মনে করি, কোনো বস্তু u আদিবেগ দিয়ে a সুষম ত্বরণে t সময়ে v শেষবেগ প্রাপ্ত হয়।

তাহলে, গড়বেগ, $\bar{v} = \frac{\text{আদিবেগ + শেষবেগ}}{2}$

বা, $\bar{v} = \frac{u + v}{2}$

t সময় অতিক্রান্ত দূরত্ব , $s = \bar{v} \times t$

বা, $s = \left(\frac{u + v}{2}\right) \times t$

বা, $s = \left(\frac{u + u + at}{2}\right) \times t \quad [\because v = u + at]$

বা, $s = \left(\frac{2u + at}{2}\right) \times t$

বা, $s = \frac{2ut + at^2}{2}$

বা, $s = \frac{2ut}{2} + \frac{at^2}{2}$

$\therefore s = ut + \frac{1}{2} at^2$ **[Proved]**

প্রশ্ন-৪। **প্রমাণ কর যে, $v^2 = u^2 + 2as$**

উত্তর মনেকরি, একটি বস্তুর আদিবেগ u, শেষবেগ v, ত্বরণ a, সময় t এবং এর অতিক্রান্ত দূরত্ব s।

তাহলে, গতির ২য় সমীকরণ হতে পাই,

$v = u + at$

বা, $v^2 = (u + at)^2$ [বর্গ করে]

বা, $v^2 = (u)^2 + 2.u.at + (at)^2$

বা, $v^2 = u^2 + 2uat + a^2t^2$

বা, $v^2 = u^2 + 2a\,(ut + \frac{1}{2} at^2)$

$\therefore v^2 = u^2 + 2as \quad [\because s = ut + \frac{1}{2} at^2]$ **[Proved]**

Fahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

প্রশ্ন-৫। **প্রমাণ কর যে, $S_{th} = u + \frac{1}{2} a(2t - 1)$**

উত্তর যদি t সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব, S_t

$(t - 1)$ সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব, $S_{(t-1)}$

এবং t তম সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব S_{th} হয়,

তবে, $S_{th} = S_t - S_{(t-1)}$

বা, $S_{th} = \left(ut + \frac{1}{2} at^2\right) - \left\{u(t - 1) + \frac{1}{2}a(t - 1)^2\right\}$ [এখানে, u = আদিবেগ, a = ত্বরন, t = সময়]

বা, $S_{th} = ut + \frac{1}{2} at^2 - \left\{ut - u + \frac{1}{2}a(t^2 - 2t + 1)\right\}$

বা, $S_{th} = ut + \frac{1}{2} at^2 - \left(ut - u + \frac{1}{2} at^2 - at + \frac{1}{2}a\right)$

বা, $S_{th} = ut + \frac{1}{2} at^2 - ut + u + \frac{1}{2} at^2 + at - \frac{1}{2} a$

বা, $S_{th} = u + at - \frac{1}{2} a$

বা, $S_{th} = u + a\left(t - \frac{1}{2}\right)$

বা, $S_{th} = u + a\left(\frac{2t - 1}{2}\right)$

বা, $S_{th} = u + \frac{1}{2} a\,(2t - 1)$. **[Proved]**

প্রশ্ন-৬ । পড়ন্ত বস্তুর সূত্র ৩টি বিবৃত করো ।

উত্তর **১ম সূত্র :** স্থির অবস্থান এবং একই উচ্চতা থেকে বিনা বাধায় পড়ন্ত সকল বস্তুই সমান সময়ে সমান পথ অতিক্রম করে।

২য় সূত্র : স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাধায় পড়ন্ত বস্তুর নির্দিষ্ট সময়ে প্রাপ্ত বেগ (v) ওই সময়ের (t) সমাণুপাতিক।

অর্থাৎ, $v \propto t$.

৩য় সূত্র : স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাধায় পড়ন্ত বস্তুর নির্দিষ্ট সময়ে যে দূরত্ব (h) অতিক্রম করে তা ঐ সময়ের (t) বর্গের সমাণুপাতিক।

অর্থাৎ, $h \propto t^2$.

গানিতিক সমাধানঃ

প্রশ্ন-১। স্থির অবস্থা থেকে একটি গাড়ি যাত্রা করে 2 মিনিটে ঘণ্টায় 45 km বেগ প্রাপ্ত হয়। গাড়িটির ত্বরণ কত? ঐ সময়ের অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর।

দেওয়া আছে,
আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
শেষবেগ, $v = 45\ km/hr$
$= \frac{45 \times 1000}{60 \times 60}\ ms^{-1}$
$= 12.5\ ms^{-1}$
সময়, $t = 2\ min = (2 \times 60) = 120\ sec.$
ত্বরণ, $a = ?$
অতিক্রান্ত দূরত্ব, $S = ?$

সমাধান আমরা জানি, $v = u + at$

বা, $v - u = at$

বা, $\frac{v-u}{t} = a$

বা, $a = \frac{v-u}{t}$

$\therefore a = \left(\frac{12.5-0}{120}\right)$

$= 0.104\ ms^{-2}$

আবার, আমরা জানি,

$S = ut + \frac{1}{2}at^2$

$= 0 \times 120 + \frac{1}{2} \times 0.104 \times (120)^2$

$= 748.8\ m$

$\therefore$ গাড়িটির ত্বরণ $a = 0.104 ms^{-2}$ ও অতিক্রান্ত দূরত্ব $S = 748.8\ m$ **(Ans.)**

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

প্রশ্ন-২। $40\ ms^{-1}$ বেগে চলন্ত একটি গাড়িকে ব্রেক করে 10s এ থামানো হলো। মন্দন ও অতিক্রান্ত দূরত্ব বের কর।

এখানে,
আদিবেগ, $u = 40\ ms^{-1}$
শেষ বেগ, $v = 0$
সময়, $t = 10 sec$
মন্দন, $a = ?$
অতিক্রান্ত দূরত্ব, $S = ?$

সমাধান আমরা জানি, $v = u - at$

বা, $at = u - v$

বা, $a = \frac{u-v}{t}$

বা, $a = \frac{40-0}{10}$

বা, $a = \frac{40}{10}$

$= 4\ ms^{-2}$

আবার, আমরা জানি,

$S = ut - \frac{1}{2}at^2$

$= 40 \times 10 - \frac{1}{2} \times 4 \times 10^2$

$= 400 - 200$

$= 200\ m$

∴ গাড়িটির মন্দন $a = 4ms^{-2}$ এবং অতিক্রান্ত দূরত্ব $S = 200m$ **(Ans.)**

প্রশ্ন-৩। ঘণ্টায় 72 কি.মি বেগে চলন্ত একটি ট্রেনকে ব্রেক করে 1.5 মিনিটে থামানো হলে মন্দন ও অতিক্রান্ত দূরত্ব কত?

সমাধান আমরা জানি,

$v = u - at$

বা, $at = u - v$

বা, $a = \frac{u - v}{t}$

বা, $a = \frac{20 - 0}{90}$

বা, $a = \frac{20}{90}$

$\therefore a = 0.22\ ms^{-2}$

এখানে,

আদিবেগ, $u = 72\ kmh^{-1}$

$= \frac{72 \times 1000}{60 \times 60} = 20ms^{-1}$

শেষ বেগ, $v = 0\ ms^{-1}$

সময়, $t = 1.5\ min = 90s$

মন্দন, $a = ?$

দূরত্ব, $s = ?$

আবার, আমরা জানি,

$S = ut - \frac{1}{2}at^2$

$= 20 \times 90 - \frac{1}{2} \times 0.22 \times (90)^2$

$= 1800 - 891m$

$= 909m$

∴ ট্রেনের মন্দন $0.22ms^{-2}$ ও অতিক্রান্ত দূরত্ব 909 m **(Ans.)**

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

অধ্যায়-৪

প্রশ্ন-১। প্রাস বা প্রক্ষেপক কী?

***অথবা*, প্রক্ষেপক কাকে বলে?**

উত্তর অনুভূমিকের সাথে নির্দিষ্ট কোনে তীর্যকভাবে উপরের দিকে নিক্ষিপ্ত কোনো বস্তুর গতিপথ যদি অধিবৃত্তাকার হয় তবে তাকে প্রক্ষেপক বা প্রাস বলে।

প্রশ্ন-২। কৌনিক বেগ কাকে বলে? কৌণিক বেগের একক ও মাত্রা সমীকরণ লেখ।

***অথবা*, কৌণিক বেগের মাত্রা সমীকরণ কী?**

উত্তর **কৌনিক বেগঃ** কোনো বিন্দু বা অক্ষকে কেন্দ্র করে বৃত্তাকার পথে চলন্ত কোনো বস্তুর কৌনিক সরনের হারকে কৌনিক বেগ বলে।

কৌনিক বেগের একক: রেডিয়ান/সে বা ডিগ্রি/সে.

কৌণিক বেগের মাত্রা সমীকরণ: $\omega = [T^{-1}]$

প্রশ্ন-৩ ।একটি ঘড়ির সেকেন্ডের কাটার কৌনিক বেগ কত?

উত্তর আমরা জানি,

কৌনিক বেগ, $\omega = \frac{2\pi}{T}$

বা, $\omega = \frac{360°}{1}$ / মিনিট = 360° / মিনিট

অথবা, কৌনিক বেগ, $\omega = \frac{2\pi}{T}$

বা, $\omega = \frac{360°}{60}$ /সেকেন্ড = 6° / সেকেন্ড

প্রশ্ন-৪ । রৈখিক বেগ ও কৌণিক বেগের মাঝে সম্পর্ক স্থাপন করো।

উত্তর মনে করি, কোন একটি বস্তুকণার r ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি বৃত্ত সম্পূর্ণ ঘুরতে T সময়ের প্রয়োজন হয়।

তাহলে, কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{\text{কৌণিক সরণ}}{\text{সময়}}$

বা, $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ....(1) [∵ বৃত্তের কেন্দ্রে কোণের পরিমাণ = 2π]

আবার, রৈখিক বেগ, $v = \frac{\text{রৈখিক সরণ}}{\text{সময়}}$

বা, $v = \frac{2\pi r}{T}$ [∵ বৃত্তের পরিধি = $2\pi r$]

বা, $v = \omega . r$ [(1) নং এর মান বসিয়ে]

∴ $v = \omega r$ **[Proved]**

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

প্রশ্ন-৫। রৈখিক বেগ ও কৌনিক বেগের পার্থক্য লেখ।

উত্তর রৈখিক বেগ ও কৌনিক বেগের পার্থক্য নিচে লেখা হলোঃ

কৌনিক বেগ	রৈখিক বেগ
ক)বৃত্তাকার পথে ঘূর্নায়মান বস্তু একক সময়ে বৃত্তের কেন্দ্রে যে কোন উৎপন্ন করে তাকে কৌনিক বেগ বলে।	ক)নির্দিষ্ট দিকে বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনের হারকে রৈখিক বেগ বলে।
খ)এর মাত্রা সমীকরন [T^{-1}]	খ)এর মাত্রা সমীকরন [LT^{-1}]
গ)একক সমুহ: rad/sec,deg/sec	গ)একক সমুহ: m/sec,cm/sec
ঘ) ঘূর্নন গতির ক্ষেত্রে প্রযোজ্য।	ঘ) সরলরৈখিক গতির ক্ষেত্রে প্রযোজ্য।

প্রশ্ন-৬। জড়তার ভ্রামক, টর্ক এবং কৌণিক ত্বরনের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন কর।

অথবা, দেখাও যে, $\tau = I\alpha$; যেখানে প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে।

উত্তর ধরা যাক, কোনো একটি দৃঢ়বস্তুর ওপর F বল প্রয়োগ করায় বস্তুটি কোনো অক্ষের সাপেক্ষে α সমকৌণিক ত্বরণে ঘূর্ণায়মান। উক্ত বস্তুর যে-কোনো একটি কণার ভর m_1, ঘর্ণন অক্ষ থেকে কণাটির লম্ব দূরত্ব r_1 এবং কণাটির ত্বরণ a_1 হলে।

ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে কণাটির ওপর প্রযুক্ত টর্ক বা বলের ভ্রামক $= F.r_1$

$= m_1 a_1 r_1$ [$F = ma$]

$= m_1 \alpha r_1^2$ [$a_1 = \alpha r_1$]

$= \alpha m_1 r_1^2$

অণুরূপে, ঘূর্ণর্ন অক্ষের সাপেক্ষে m_2 ভরের কণাটির ওপর প্রযুক্ত টর্ক $= \alpha m_2 r_2^2$ । এভাবে প্রতিটি বস্তুকণার ওপর প্রযুক্ত টর্ক বের করে তাদের সমষ্টি নিলে সম্পূর্ণ বস্তুটির বলের ভ্রামক বা টর্ক τ পাওয়া যাবে।

∴ $\tau = \alpha m_1 r_1^2 + \alpha m_2 r_2^2 + \alpha m_3 r_3^2 + ...$

বা, $\tau = \alpha (m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + m_3 r_3^2 + ...)$

বা, $\tau = \alpha \sum m_i r_i^2$

বা, $\tau = \alpha I$ ....(1) [∴ $I = \sum m_i r_i^2$]

এখানে, I হলো ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে বস্তুটির জড়তার ভ্রামক।

(1) নং সমীকরন হলো টর্ক ও কৌনিক ত্বরনের মধ্যে সম্পর্ক।

অধ্যায়-৫

প্রশ্ন-১। এক নিউটন বল বা 10 নিউটন বল বলতে কি বুঝায়?

উত্তর যে বল 1 kg ভরের কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়া করে $1ms^{-2}$ ত্বরন সৃষ্টি করে তাকে 1N বল বলে।

আবার, যে বল 1 kg ভরের কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়া করে $10ms^{-2}$ ত্বরণ সৃষ্টি করে তাকে "10 নিউটন বল" বলে।

প্রশ্ন-২। বলের মাত্রা সমীকরণ ও একক লেখ।

অথবা, বলের মাত্রা সমীকরণ লেখ।

উত্তর আমরা জানি, বল = ভর × ত্বরণ

$$= \text{ভর} \times \frac{\text{বেগ}}{\text{সময়}}$$

$$= \text{ভর} \times \frac{\text{সরণ}}{(\text{সময়})^2}$$

∴ বলের মাত্রা সমীকরণ $[F] = [MLT^{-2}]$

বলের এস আই একক =নিউটন (Newton)

প্রশ্ন-৩। বলের একক নিউটন ও ডাইনের মধ্যে সম্পর্ক লেখ। **অথবা, এক নিউটন সমান কত ডাইন?**

উত্তর $1 \text{ Newton} = 1 \text{ kg} \times 1\text{ms}^{-2}$ $[\because F = ma]$

$= 10^3 \text{ gm} \times 10^2 \text{ cms}^{-2}$

$= 10^3 \times 10^2 \text{ gm–cms}^{-2}$

$= 10^5 \text{ gm–cms}^{-2}$

$= 10^5$ dyne

প্রশ্ন-৪। স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক ও সীমাস্থ ঘর্ষণ বল কাকে বলে?

উত্তর **স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্কঃ** সীমাস্থ ঘর্ষণ বলের মান এবং অভিলম্ব প্রতিক্রিয়া বলের মানের অনুপাত স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক বলে।

সীমাস্থ ঘর্ষণ বলঃ পরস্পর সংস্পর্শে থাকা দুটি স্থির বস্তুর মধ্যে যে স্থিতি ঘর্ষণ বল উৎপন্ন হয় তার সর্বোচ্চ মানকে সীমাস্থ স্থিতি ঘর্ষণ বল বা সীমাস্থ ঘর্ষন বল বলে

প্রশ্ন-৫। বলের ঘাত বা ঘাতবল কাকে বলে?

উত্তর: কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল ঘাতবল এবং ক্রিয়াকালের গুনফলকে বলের ঘাত বলে।
একে J দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

প্রশ্ন-৬। সীমাস্থ ঘর্ষন কাকে বলে?

উত্তর: পরস্পর সংস্পর্শে থাকা দুটি স্থির বস্তুর মধ্যে যে স্থিতি ঘর্ষন বল উৎপন্ন হয়, তার সর্বোচ্চ মানকে সীমাস্থ স্থিতি ঘর্ষন বল বলে।

প্রশ্ন-৭। ভরবেগের নিত্যতার সূত্রটি লেখ।

অথবা, ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র বিবৃত কর।

উত্তর একাধিক বস্তুর মধ্যে ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল ছাড়া অন্য কোন বল কাজ না করলে কোনো নির্দিষ্ট দিকে তাদের মোট ভরবেগের কোন পরিবর্তন ঘটে না। একে ভরবেগের সংরক্ষণ বিধি বা ভরবেগের নিত্যতা সূত্র বলে।

প্রশ্ন-৮। সংরক্ষনশীল ও অসংরক্ষনশীল বলের পার্থক্য লেখ।

উত্তর-

সংরক্ষনশীল বল (Conservative Force)	**অসংরক্ষনশীল বল** (Nonconservative Force)
যে বলের ক্রিয়ায় কোন বস্তু কণা একটি পূর্ণ চক্র সম্পন্ন করে আদি অবস্থানে ফিরে আসলে সম্পাদিত কাজের পরিমাণ শূন্য হয় তাকে সংরক্ষণশীল বল বলে।	যে বলের ক্রিয়ায় কোন বস্তু কণা একটি পূর্ণ চক্র সম্পন্ন করে আদি অবস্থানে ফিরে আসলে সম্পাদিত কাজের পরিমাণ শূন্য হয় না তাকে অসংরক্ষণশীল বল বলে।
এতে কৃতকাজ সম্পূর্ণরূপে পুনরায় উদ্ধার সম্ভব।	এতে কৃতকাজ সম্পূর্ণরূপে পুনরায় উদ্ধার সম্ভব নয়।
কৃতকাজ গতিপথের প্রথম ও শেষ বিন্দুর উপর নির্ভর করে।	কৃতকাজ গতিপথের প্রথম ও শেষ বিন্দুর উপর নির্ভর করে না।

প্রশ্ন-৯। নিউটনের গতির সূত্রগুলো লেখ।

উত্তর **১ম সূত্র :** বাহ্যিক বল প্রয়োগে বস্তুর অবস্থার পরিবর্তন করতে বাধ্য না করলে স্থির বস্তু চিরকাল স্থিরই থাকবে এবং গতিশীল বস্তু চিরকাল সমবেগে সরলপথে চলতে থাকবে।

২য় সূত্র : বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার তার উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং ভরবেগের পরিবর্তন প্রযুক্ত বলের দিকে ঘটে।

৩য় সূত্র : প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটা সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে।

প্রশ্ন-১০। ঘর্ষণের তিনটি করে সুবিধা এবং অসুবিধা লেখ।

উত্তর ঘর্ষণের সুবিধা ও অসুবিধা নিচে আলোচনা করা হলো :

সুবিধাসমূহ :

(১) রাস্তায় হাঁটাচলা।

(২) গাড়ি থামানো।

(৩) হাত দিয়ে কোনো কিছু ধরে রাখা।

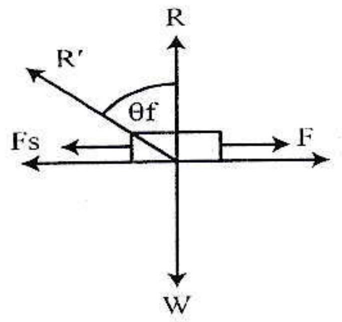
অসুবিধাসমূহ :

(১) গতিশক্তি কমে যায় ফলে শক্তির অপচয় হয়।

(২) মেশিনের যন্ত্রাংশ ক্ষয়প্রাপ্ত হয়।

(৩) মেশিনে শব্দ উৎপন্ন হয় যা শব্দ দূষনের কারন।

প্রশ্ন-১১। দেখাও যে, স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক স্থিতি কোণের ট্যানজেন্টের সমান।



উত্তর এখানে,

W = ওজন বল

R = অভিলম্ব প্রতিক্রিয়া বল

R′ = লব্ধি প্রতিক্রিয়া বল

F_S = সীমাস্থ ঘর্ষণ বল

F = ঘর্ষন বল

θ_f = স্থিতি ঘর্ষণ কোণ

চিত্র হতে পাই, $R = R' \cos\theta_f$ ...... (1)

এবং $F_S = R' \sin\theta_f$ .... (2)

(2) নং কে (1) নং দ্বারা ভাগ করে পাই,

$$\frac{F_S}{R} = \frac{R' \sin\theta_f}{R' \cos\theta_f}$$

বা, $\mu_s = \dfrac{\sin\theta_f}{\cos\theta_f}$ [∵ স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক , $\mu_s = \dfrac{F_S}{R}$]

$\therefore \mu_s = \tan\theta_f$

অতএব, স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক স্থিতি কোণের ট্যানজেন্টের সমান।

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

গানিতিক সমাধানঃ

উদাহরণ-৬ 10 কিলোগ্রাম ভরের একটি বস্তুতে $5ms^{-2}$ ত্বরণ সৃষ্টি করতে কত বলের প্রয়োজন হয়?

সমাধান আমরা জানি,

$F = ma$

$= (10 \times 5)\ kgms^{-2}$

$= 50N$ **(Ans.)**

এখানে,

ভর, m = 10 kg

ত্বরণ, a = $5ms^{-2}$

বল, F = ?

অধ্যায়-৬

প্রশ্ন-১। মহাকর্ষীয় ধ্রুবক কাকে বলে? এর একক ও মাত্রা সমীকরন লেখ।

উত্তর **মহাকর্ষীয় ধ্রুবক**: একক ভরবিশিষ্ট দুটি বস্তুকনা একক দুরত্ব থেকে যে পরিমান বল দ্বারা পরস্পরকে আকর্ষন করে তার মানকে মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বলে।

একে G দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের মাত্রা = $[L^3T^{-2}M^{-1}]$

মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের এস আই একক = Nm^2kg^{-2}

প্রশ্ন-২। মহাকর্ষীয় ধ্রুবক **এর মান** $G = 6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$ এ উক্তিটির অর্থ কী?

উত্তর $G = 6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$ বলতে বুঝায় যে, 1kg ভরের দুটি বস্তুকে 1m দুরে স্থাপন করলে এরা পরস্পরকে $6.673 \times 10^{-11}N$ বলে আকর্ষন করে।

প্রশ্ন-৩। অভিকর্ষজ ত্বরণ বলতে কী বোঝায়? **এর মান কত?**

উত্তর অভিকর্ষ বলের ক্রিয়ার ফলে মুক্তভাবে পড়ন্ত কোন বস্তুর বেগ যে হারে পরিবর্তন হয় সেই বেগ পরিবর্তনের হারকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলা হয়। একে g দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

এস আই এককে g এর মান $9.8\ ms^{-2}$

মেরু অঞ্চলে g এর মান $9.83\ ms^{-2}$

বিষুবীয় অঞ্চলে g এর মান $9.81\ ms^{-2}$

প্রশ্ন-৪। একটি বস্তুর ভর $5 \times 10^3 gm$ হলে ওজন কত?

উত্তর আমরা জানি,

এখানে, বস্তুর ভর $m = 5\times 10^3 gm = 5\ kg$

অভিকর্ষজ ত্বরন, $g = 9.81\ ms^{-2}$

$W = mg$

$= 5 \times 9.81$

$= 49.05N$ **(Ans.)**

প্রশ্ন-৫। মুক্তিবেগ কাকে বলে?

মুক্তিবেগ: সর্বনিম্ন যে বেগে কোন বস্তুকে উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে তা আর পৃথিবীতে ফিরে আসে না তাকে মুক্তিবেগ বলে।

প্রশ্ন-৬। নিউটনের মহাকর্ষ সূত্রটি বিবৃতি ও ব্যাখ্যা কর।

উত্তর **নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র:** এই মহাবিশ্বের প্রতিটি বস্তুকণা একে অপরকে তাদের সংযোগকারী সরলরেখা বরাবর একটি বলে আকর্ষণ করে। এই আকর্ষণ বলের মান বস্তুকণা দুটির ভরের গুণফলের সমাণুপাতিক এবং তাদের মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক।

নিউটনের মহাকর্ষ সূত্রের ব্যাখ্যা : মনেকরি, বস্তুকণা দুটির ভর m_1 ও m_2 এবং এদের মধ্যবর্তী দূরত্ব d। যদি তাদের মধ্যবর্তী আকর্ষণ বলের মান F হয় তবে মহাকর্ষ সূত্রানুসারে লেখা যায়,

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

$$F \propto \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$$

বা, $$F = G\frac{m_1m_2}{d^2}$$

এখানে, G একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক একে মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বা বিশ্বজনীন মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বলা হয়।

প্রশ্ন-৭। গ্রহের গতি সম্পর্কিত কেপলারের সূত্র ৩টি লেখ।

উত্তর গ্রহের গতি সম্পর্কিত কেপলারের সূত্র ৩টি নিম্নে উল্লেখ করা হলো :

প্রথম সূত্র বা কক্ষের সূত্র : প্রত্যেকটি গ্রহই সূর্যকে একটি ফোকাসে রেখে উপবৃত্তাকার কক্ষপথে পরিভ্রমন করে।

দ্বিতীয় সূত্র বা ক্ষেত্রফলের সূত্র : গ্রহ এবং সূর্যের সংযোগকারী রেখা সমান সময়ে সমান ক্ষেত্রফল অতিক্রম করে।

তৃতীয় সূত্র বা পর্যায়কালের সূত্র : সূর্যের চারিদিকে প্রতিটি গ্রহের আবর্তনকালের বর্গ সূর্য হতে ঐ গ্রহের গড় দূরত্বের ঘনফলের সমানুপাতিক।

প্রশ্ন-৮। অভিকর্ষজ ত্বরণ কাকে বলে? দেখাও যে, **অভিকর্ষজ ত্বরণ বস্তুর ভরের উপর নির্ভর করে না।**

অথবা, অভিকর্ষজ ত্বরণ কাকে বলে? **অভিকর্ষজ ত্বরণের রাশিমালা নির্নয় করো।**

উত্তর **অভিকর্ষজ ত্বরণ :** অভিকর্ষ বলের ক্রিয়ার ফলে পড়ন্ত কোন বস্তুর বেগ যে হারে পরিবর্তন হয় সেই বেগ পরিবর্তনের হারকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলা হয়। একে g দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

ব্যাখ্যা : ধরি, পৃথিবীর ভর = M

ভূপৃষ্ঠের নিকট কোন বস্তুর ভর = m

এবং পৃথিবী ও বস্তুটির মধ্যে দূরত্ব = R

তাহলে, নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র হতে লেখা যায় :

$$F = G\frac{M \times m}{R^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i)$$

কিন্তু নিউটনের গতি বিষয়ক দ্বিতীয় সূত্র হতে লেখা যায় :

$F = mg$ ....(ii)

(i) ও (ii) সমীকরণ হতে পাই,

$$mg = G\frac{M \times m}{R^2}$$

$$\therefore g = \frac{GM}{R^2} \text{.......................................(iii)}$$

(iii) নং সমীকরনে যেহেতু বস্তুর ভর 'm' নেই তাই বলা যায়, অভিকর্ষজ ত্বরণ "g" বস্তুর ভরের উপর নির্ভর করে না।

প্রশ্ন-৯। ভর ও ওজনের মাঝে ৩টি পার্থক্য লেখ।

উত্তর ভর ও ওজনের মধ্যে ৩টি পার্থক্য নিচে দেওয়া হলো :

ভর	ওজন
মোট পদার্থের পরিমাণ হলো কোনো বস্তুর ভর।	পৃথিবীর আকর্ষণ বলই হলো কোনো বস্তুর ওজন।
বস্তুর ভরের কোনো পরিবর্তন হয় না।	বস্তুর ওজনের স্থানভেদে পরিবর্তন ঘটে।
ভর একটি স্কেলার রাশি।	ওজন একটি ভেক্টর রাশি।
যে কোন নিক্তির সাহায্যে কোন বস্তুর ভর নির্ণয় করা হয়।	সাধারণত স্প্রিং নিক্তির সাহায্যে কোন বস্তুর ওজন নির্ণয় করা হয়।

গানিতিক সমাধানঃ

উদাহরণ-৬ পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6.37×10^6 m এবং পৃথিবী পৃষ্ঠে অতিকর্ষজ ত্বরণের মান 981 cms^{-2} হলে পৃথিবীর ভর কত?

সমাধান আমরা জানি,

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

বা, $M = \frac{gR^2}{G}$

$$\therefore \quad M = \frac{9.8 \times (6.37 \times 10^6)^2}{6.673 \times 10^{-11}} \text{ kg}$$

$= 5.96 \times 10.24$ kg **(Ans)**

এখানে,

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.37 \times 10^6$ m

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 981$ cms^{-2}

$= 9.81$ ms^{-2}

মহাকর্ষীয় ধ্রুবক,

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

পৃথিবীর ভর, M = ?

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

অধ্যায়-৭

প্রশ্ন-১ ॥ সরল দোলন গতি কাকে বলে? সরল দোলন গতির বৈশিষ্ট্য লেখ।

উত্তর সরল দোলন গতি : যদি কোনো কনার গতি পর্যায়বৃত্ত গতি সম্পন্ন হয়, গতিপথ সরলরৈখিক হয়, ত্বরন সর্বদা একটি নির্দিষ্ট বিন্দু অভিমুখী হয় এবং ত্বরন সাম্যাবস্থা থেকে সরনের সমানুপাতিক কিন্তু বিপরীতমুখী হয়, তবে এরূপ গতিকে সরল দোলন গতি বলে।

 # সরল দোলন গতির বৈশিষ্ট্য-

(১) কনার গতি পর্যায়বৃত্ত গতি সম্পন্ন হবে।

(২) গতিপথ সরলরৈখিক হবে।

(৩) ত্বরন সর্বদা একটি নির্দিষ্ট বিন্দু অভিমুখী হবে।

(৪) ত্বরন সাম্যাবস্থা থেকে সরনের সমানুপাতিক কিন্তু বিপরীতমুখী হবে।

প্রশ্ন-২। সেকেন্ডে দোলক ও সরল দোলক কাকে বলে?

উত্তর সেকেন্ডে দোলক- যে সরল দোলকের দোলনকাল 2 সেকেন্ড তাকে সেকেন্ড দোলক বলে।

সরল দোলক: একটি আয়তনহীন ভারি কনাকে ওজনহীন, দৈর্ঘ্যে অসম্প্রসারনীয় ও সম্পূর্ণ নমনীয় সুতা দ্বারা একটি দৃড় অবলম্বন থেকে ঝুলিয়ে দিলে যদি তা বিনা বাধায় দোল খেতে পারে তবে তাকে সরল দোলক বলে।

প্রশ্ন-৩ । সরল দোলকের দোলনকাল, কার্যকরী দৈর্ঘ্য, কম্পাংক ,বিস্তার এবং পর্যায়বৃত্ত গতি বলতে কি বুঝায়?

উত্তর **দোলনকাল:** একটি পূর্ন দোলন (বা কম্পন হবে তরংগের ক্ষেত্রে) সম্পন্ন করতে ববের যে সময়ের প্রয়োজন হয় তাকে দোলনকাল বলে।

কার্যকরী দৈর্ঘ্য: সরল দোলকের ঝুলন বিন্দু থেকে ববের ভরকেন্দ্র পর্যন্ত দূরত্বকে সরল দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য বলে।

পর্যায়বৃত্ত গতি: নির্দিষ্ট সময় পর পর যে গতির পুনরাবৃত্তি ঘটে তাকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলে।

কম্পাংক: তরংগ এক সেকেন্ডে যতগুলো পূর্ন কম্পন সম্পন্ন করে তাকে ঐ তরংগের কম্পাংক বলোলে।

বিস্তারঃ সরল দোলকের দোলক পিন্ড সাম্যাবস্থান হতে ডানে বা বামে সর্বাধিক যতটুকু দূরত্ব অতিক্রম করে বিস্তার বলে।

প্রশ্ন-৪ । সরল দোলকের সূত্র ৪টি লেখ ।

উত্তর **সরল দোলকের সূত্রসমূহ :**

(ক)১ম সূত্র- সমকাল সূত্র : কোনো একস্থানে নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট কোনো একটি সরল দোলকের বিস্তার 4 ডিগ্রির মধ্যে থাকলে এর প্রতিটি দোলনের জন্য সমান সময় লাগবে।

(খ) ২য় সূত্র- দৈর্ঘ্যের সূত্র : বিস্তার 4 ডিগ্রির মধ্যে থাকলে কোন নির্দিষ্ট স্থানে সরল দোলকের দোলনকাল (T) তার কার্যকরী দৈর্ঘ্যের (L) বর্গমূলের সমানুপাতিক। অর্থাৎ $T \propto \sqrt{L}$.

(গ) ৩য় সূত্র- ত্বরণের সূত্র : বিস্তার 4 ডিগ্রির মধ্যে থাকলে নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট কোনো একটি সরল দোলকের দোলনকাল (T) ঐ স্থানের অভিকর্ষজ ত্বরণের (g) বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক। অর্থাৎ, $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$.

(ঘ) ৪র্থ সূত্র- ভরের সূত্র : বিস্তার 4 ডিগ্রির মধ্যে ও কার্যকরী দৈর্ঘ্য স্থির থাকলে কোনো স্থানে সরল দোলকের দোলনকাল;দোলক পিণ্ডের ভর, আকৃতি বা উপাদানের উপর নির্ভর করে না।

গানিতিক সমাধানঃ

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

উদাহরন-৩ । একটি সেকেন্ড দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর ।

উত্তর

আমরা জানি,

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

বা, $T^2 = \frac{4\pi^2 L}{g}$ (বর্গ করে)

বা, $\frac{T^2 g}{4\pi^2} = L$

বা, $L = \frac{T^2 g}{4\pi^2}$

বা, $L = \frac{(2)^2 \times 9.8}{4 \times (3.1416)^2}$

বা, $L = \frac{4 \times 9.8}{4 \times (3.1416)^2}$ বা, $L = \frac{9.8}{9.87} = 0.993$

$\therefore$ কার্যকরী দৈর্ঘ্য ,$L = 0.993$ m. **(Ans.)**

দেওয়া আছে,

দোলনকাল, $T = 2s$

অভিকর্ষীয় ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

কার্যকরী দৈর্ঘ্য $L = ?$

উদাহরণ-১ **একটি সরল দোলকের সুতার দৈর্ঘ্য 99cm. যদি দোলকটির দোলনকাল 2s হয় এবং g এর মান 980 cm/sec^2 হয়, তবে ববের ব্যাসার্ধ কত?**

সমাধান

আমরা জানি, কার্যকরী দৈর্ঘ্য =সুতার দৈর্ঘ্য+ববের ব্যাসার্ধ

অর্থাৎ $L = l + r$

$\therefore L = (99 + r)$ cm ……………(1)

আবার, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

বা, $T^2 = \frac{4\pi^2 L}{g}$ (বর্গ করে)

বা, $L = \frac{T^2 g}{4\pi^2} = \frac{2^2 \times g}{4 \times \pi^2} = \frac{980}{(3.1416)^2} = \frac{980}{8.87}$

বা, $L = 99.29$cm

বা, $99 + r = 99.29$ [(1) নং এর মান বসিয়ে]

বা, $r = 99.29 - 99$

$\therefore r = 0.29$ cm

$\therefore$ ববের ব্যাসার্ধ = 0.29 cm **(Ans.)**

এখানে,

সুতার দৈর্ঘ্য, $l = 99$cm

দোলনকাল, $T = 2$ sce

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 980$ cm/sec^2

ববের ব্যাসার্ধ $r = ?$

স

উদাহরণ-৮ **একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য 80% বাড়লে এর দোলনকাল কত হবে?**

সমাধান

মনে করি, আদি দৈর্ঘ্য = L_1

পরিবর্তীত দৈর্ঘ্য, $L_2 = L_1 + L_1$ এর 80%

$= L_1 + L_1 \times \frac{80}{100}$

$= L_1 + 0.8 L_1$

$= 1.8 L_1$

এখানে,

দোলনকাল, $T_1 = 2$ sec

পরিবর্তীত দোলনকাল , $T_2 = ?$

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

১ম ক্ষেত্রে, $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{L_1}{g}}$ ……………………………… (1)

২য় ক্ষেত্রে, $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{L_2}{g}}$ ……………………………… (2)

(2) নং কে (1) নং দ্বারা ভাগ করে পাই,

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

বা, $\frac{T_2}{2} = \sqrt{\frac{1.8L_1}{L_1}}$

বা, $\frac{T_2}{2} = 1.34$

$\therefore T_2 = 2.68$ s **(Ans.)**

উদাহরণ-১০ **কোনো স্থানে $g = 980$ সেমি/সে.^{2}। যদি সরল দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য 90 সে. মি. হয়, তবে এর দোলনকাল বের কর।**

সমাধান আমরা জানি,

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

বা, $T^2 = \frac{4\pi^2 L}{g}$

বা, $T = \sqrt{\frac{4\pi^2 L}{g}}$

$= \sqrt{\frac{4 \times (3.14)^2 \times 0.9}{9.8}} = 1.903$s $\therefore$ দোলনকাল = 1.903s

দেওয়া আছে,

$g = 980$ সেমি/সে^{2} = 8.9 মি. সে^{2}

$L = 90$ সেমি. = 0.9 মি.

$T = ?$

অধ্যায়-৮

প্রশ্ন-১। কাজ ,শক্তি ও ক্ষমতা কাকে বলে? এদের একক ও মাত্রা লেখ।

উত্তর **কাজঃ** কোনো বস্তুর উপর একটি বল ক্রিয়া করায় বস্তুটির যদি সরন ঘটে তবে বল ও বলের দিকে সরনের উপাংশের গুনফলকে কাজ বলে।

কাজের মাত্রা সমীকরন হলো, $[W] = [ML^2T^{-2}]$

কাজের এস আই একক হলো: জুল (Joule)

...ansina Akter
...unior Instructor (Non-Tech)
...P Institute of Science & Technology
...(UIST), Dhaka

 # শক্তিঃ কোনো বস্তুর কাজ করার সামর্থ্যকে শক্তি বলে।

কাজের এবং শক্তির মাত্রা ও একক একই।

ক্ষমতাঃ কাজ করার হারকে ক্ষমতা বলে।

ক্ষমতার মাত্রা $[P] = [ML^2 T^{-3}]$

ক্ষমতার এস আই একক = ওয়াট (watt) এবং যান্ত্রিক ব্যবহারিক একক = অশ্ব ক্ষমতা বা হর্স পাওয়ার (HP)

প্রশ্ন-৩। অশ্ব ক্ষমতা বলতে কী বুঝায়?

উত্তর প্রতি সেকেন্ডে 550 ফুট-পাউন্ড বা, 746 ওয়াট কাজ করার ক্ষমতাকে এক অশ্ব-ক্ষমতা বলে।

1HP = 746 watt

প্রশ্ন-৪। কোন ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা 60%' এর অর্থ কী?

***অথবা,* কোন ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা 70% এর অর্থ কী?**

উত্তর কোন ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা 60% বলতে বুঝায় যে, যদি যন্ত্রকে 100 একক শক্তি দেওয়া হয়, তাহলে ঐ যন্ত্র হতে লভ্য কার্যকর শক্তি 60 একক এবং 40 একক অপচয় হবে।

প্রশ্ন-৫। কর্মদক্ষতা বলতে কী বোঝায়?

উত্তর কোন যন্ত্রের কর্মদক্ষতা বলতে যন্ত্র থেকে মোট যে কার্যকর শক্তি পাওয়া যায় এবং মোট যে শক্তি দেওয়া হয়েছে তার অনুপাতকে বুঝায়। কর্মদক্ষতাকে সাধারণত η (গ্রিক-ইটা) দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

প্রশ্ন-৬। গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তির গাণিতিক সমীকরণ লেখ।

উত্তর গতিশক্তি, $K.E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times$ বস্তুর ভর $\times$ (বস্তুর বেগ)^২

স্থিতিশক্তি ,P.E = mgh = বস্তুর ভর $\times$ অভিকর্ষজ ত্বরন $\times$ উচ্চতা

প্রশ্ন-৮। গতিশক্তি কাকে বলে? দেখাও যে, তার গতিশক্তি, $E_K = \frac{1}{2}mv^2$

***অথবা,* গতিশক্তির রাশিমালা প্রতিপাদন কর।**

উত্তর **গতিশক্তি :** কোনো গতিশীল বস্তু তার গতির জন্য কাজ করার যে সামর্থ লাভ করে তাকে গতিশক্তি বলে।

গতিশক্তির রাশিমালা : মনে করি, m ভরের একটি বস্তুর উপর F বল প্রয়োগ করায় বস্তুটি V বেগ প্রাপ্ত হলো। ধরা যাক, এই সময়ে বস্তুটি বলের দিকে S দূরত্ব অতিক্রম করে। বস্তুটিকে এই বেগ দিতে কৃতকাজই হলো গতিশক্তি।

$\therefore$ গতিশক্তি = কৃতকাজ

বা, E_K = বল $\times$ সরণ

বা, $E_K = F \times S$

বা, $E_K = maS$..(1) $[\because F = ma]$

আবার, $V^2 = u^2 + 2as$

বা, $V^2 = O + 2as$ [$\because$ আদিবেগ ,u = 0]

বা, $2as = V^2$

বা, $as = \frac{V^2}{2}$..(2)

(2) নং এর মান (1) নং এ বসিয়ে পাই,

$$E_K = m \times \frac{V^2}{2}$$

$$বা, E_K = \frac{1}{2} m V^2$$

ইহাই গতিশক্তির রাশিমালা।

গানিতিক সমাধানঃ

উদাহরণ-৭ **2 কিলোগ্রাম ভরের একটি বস্তু ঘন্টায় 36 কিলোগ্রাম বেগে চলতে থাকলে এর গতিশক্তি কত?**

সমাধান

আমরা জানি,

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

$$= \frac{1}{2} \times 2 \times (10)^2 \text{ Joule.}$$

$$= 100 \text{ Joule.}$$

∴ গতিশক্তি = 100 Joule. **(Ans.)**

এখানে,

ভর, $m = 2kg$

বেগ, $v = 36 \text{ km/hr} = \frac{36 \times 10^3}{60 \times 60} \text{ ms}^{-1}$

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

গতিশক্তি, $K_E = ?$

উদাহরণ-৯ **কোনো কূপ হতে 10 মি. উপরে পানি উঠানোর জন্য 4 কিলোওয়াটের একটি পাম্প ব্যবহার করা হয়, পাম্পের দক্ষতা 80% হলে প্রতি মিনিটে কি পরিমাণ পানি তোলা যাবে ?**

সমাধান আমরা জানি,

কাজ, $W = mgh$

$= m \times 9.8 \times 10$

$= 98 \times m$

ক্ষমতা, $P = \frac{W}{t} = \frac{98 \times m}{t}$

$= \frac{9.8 \text{ m}}{60}$

এখানে,

উচ্চতা, $h = 10$ m

সময়, $t = 1$ min $= 60$ s

দক্ষতা, $= 80\% = \frac{80}{100}$

পাম্পের ক্ষমতা, $P = \frac{4 \times 1000 \times 80}{100}$

ভর, $m = ?$

প্রশ্নমতে, $\frac{98 \times m}{t} = \frac{4 \times 1000 \times 80}{100}$

বা, $m = 4 \times 1000 \times 80 \times 60 / 100 \times 9.8$

$= 1959.18$ Litre। **(Ans.)**

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

অধ্যায়-৯

প্রশ্ন -১ । স্থিতিস্থাপকতা ও স্থিতিস্থাপক সীমা কাকে বলে?

স্থিতিস্থাপকতাঃ বস্তুর যে ধর্মের ফলে প্রযুক্ত বল সড়িয়ে নেওয়ার পর বস্তুটি তার পূর্বের অবস্থা ফিরে পায়,তাকে স্থিতিস্থাপকতা বলে ।

স্থিতিস্থাপক সীমাঃ বাহিরে থেকে প্রযুক্ত বলের যে সর্বোচ্চ মান পর্যন্ত কোনো বস্তু একটি স্থিতিস্থাপক বস্তুর ন্যায় আচরন করে বলের সেই সর্বোচ্চ মানকে স্থিতিস্থাপক সীমা বলে।

প্রশ্ন-২। পীড়ন ও বিকৃতি কাকে বলে?

***অথবা,* একএকসহ পীড়নের সংজ্ঞা লেখ।**

উত্তর একক ক্ষেত্রফলের উপর প্রযুক্ত বলের মানকে পীড়ন বলে। অর্থাৎ, পীড়ন = $\frac{বল}{ক্ষেত্রফল}$

SI পদ্ধতিতে পীড়নের একক Nm^{-2} ও মাত্রা $[ML^{-1} T^{-2}]$

বিকৃতিঃ বাহির থেকে বল প্রয়োগের ফলে কোন বস্তুর একক মাত্রায় যে পরিবর্তন হয় তাকে বিকৃতি বলে। বিকৃতির কোন একক ও মাত্রা নেই।

প্রশ্ন-৩। হুকের সূত্রটি লিখ।

অথবা, স্থিতিস্থাপকতা সম্পর্কে হুকের সূত্রটি লিখ।

উত্তর স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোন বস্তুর উপর প্রযুক্ত পীড়ন সংশ্লিষ্ট বিকৃতির সমানুপতিক।

প্রশ্ন-৪। পয়সনের অনুপাত কী?

অথবা, পয়সনের অনুপাত কাকে বলে?

উত্তর বিজ্ঞানী পয়সন দেখেন যে, পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এ ধ্রুব সংখ্যাকেই পয়সনের অনুপাত বলে। পয়সনের অনুপাত, σ (সিগমা) = $\dfrac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$ ।

প্রশ্ন-৫। ইয়ং-এর গুণাঙ্ক কী? ব্যাখ্যা কর।

অথবা, ইয়ং-এর গুণাঙ্ক কাকে বলে?

উত্তর স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর অনুদৈর্ঘ্য পীড়ন ও অনুদৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এ ধ্রুব সংখ্যাকে ইয়ং-এর গুণাঙ্ক বলে।একে Y দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

প্রশ্ন-৬। একটি ইস্পাতের তারের ইয়ং এর গুনাংক, $Y = 2 \times 10^{-11}N$ বলতে কি বুঝায়?

উত্তর একটি ইস্পাতের তারের ইয়ং এর গুনাংক, $Y = 2 \times 10^{-11}N$ বলতে বুঝায় যে, $1\ m^2$ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য বরাবর স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে $2 \times 10^{-11}N$ বল প্রয়োগ করা হলে তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি আদি দৈর্ঘ্যের সমান হবে।

প্রশ্ন-৭। হুকের সূত্র বিবৃত ও ব্যাখ্যা কর।

অথবা, দেখাও যে, ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y = \frac{FL}{Al}$ বা, $Y = \frac{mgL}{\pi r^2 l}$ (অথবা অংশ আসলে উত্তর হিসেবে শুধু হুকের সূত্রের ব্যাখ্যা লিখতে হবে)

উত্তর **হুকের সূত্র :** "স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোন বস্তুর উপর প্রযুক্ত পীড়ন সংশ্লিষ্ট বিকৃতির সমানুপাতিক।"

অর্থাৎ স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে–

পীড়ন $\propto$ বিকৃতি

বা, পীড়ন = ধ্রুবক $\times$ বিকৃতি

বা, $\dfrac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$ = ধ্রুবক

এ ধ্রুবককে স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বা স্থিতিস্থাপক ধ্রুবক বলে।

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

হুকের সূত্রের ব্যাখ্যা : মনেকরি, একটি তারের আদিদৈর্ঘ্য L একক এবং ক্ষেত্রফল A বর্গ একক। তারটিতে F পরিমাণ বল প্রয়োগ করায় তার দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন ঘটলো l একক।

এক্ষেত্রে, পীড়ন = $\dfrac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}} = \dfrac{F}{A}$

বিকৃতি = $\dfrac{\text{দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন}}{\text{আদি দৈর্ঘ্য}} = \dfrac{l}{L}$

হুকের সূত্রানুসারে, ধ্রুবক = $\dfrac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$

বা, $Y = \dfrac{\frac{F}{A}}{\frac{l}{L}}$ [Y =ইয়ং এর গুনাংক]

বা, $Y = \dfrac{F}{A} \times \dfrac{L}{l}$

বা, $Y = \dfrac{FL}{Al}$

$$\text{বা, } Y = \frac{mgL}{\pi r^2 l} \quad [\because F = mg \text{ এবং } A = \pi r^2]$$

প্রশ্ন-৮। বিভিন্ন প্রকার পীড়নের সংজ্ঞা দাও।

উত্তর পীড়ন সাধারণত তিন প্রকার, যথা-

(১) **দৈর্ঘ্য পীড়ন :** দৈর্ঘ্য বিকৃতি ঘটাবার জন্য যে পীড়ন বা যে বল লম্বভাবে প্রতি একক ক্ষেত্রফলে প্রয়োগ করতে হয় তাকে দৈর্ঘ্য পীড়ন বলে।

মনে করি, একটি তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল A। যদি এর দৈর্ঘ্য বরাবর F পরিমাণ বল প্রয়োগ করা হয়, তবে দৈর্ঘ্য পীড়ন $= \frac{F}{A}$.

(২) **আকার পীড়ন :** আকার বিকৃতি সৃষ্টির জন্য যে পীড়ন বা বল লম্বভাবে প্রতি একক ক্ষেত্রফলে প্রয়োগ করতে তাকে আকার পীড়ন বলে। যদি F পরিমান বল বস্তুর A ক্ষেত্রফল বরাবর প্রযুক্ত হয়ে থাকে, তবে আকার পীড়ন $= \frac{F}{A}$

(৩)**আয়তন পীড়ন :** আয়তন বিকৃতি ঘটবার জন্য যে পীড়ন বা বল লম্বভাবে প্রতি একক ক্ষেত্রফলে প্রয়োগ করা হয়, তাকে আয়তন পীড়ন বলে।

মনেকরি, F পরিমাণ বল অভিলম্বভাবে প্রয়োগ করে বস্তুর আয়তন বিকৃতি ঘটানো হয়েছে। যদি এর তলের ক্ষেত্রফল A হয়, তবে আয়তন পীড়ন $= \frac{F}{A}$

গানিতিক সমাধানঃ

উদাহরণ-৬ **1 cm² প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তারে কত বল প্রয়োগ করলে এর দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ হবে?**

সমাধান আমরা জানি,

$Y = \frac{FL}{Al}$

বা, $F = \frac{AlY}{L}$

$\therefore F = \frac{10^{-4} \times L \times 2 \times 10^{11}}{L}$

$= 2 \times 10^{1}$ N

$\therefore$ বল $= 2 \times 10^{7}$ N **(Ans.)**

এখানে,

তারের প্রস্থচ্ছেদ, $A = 1\ cm^2$

$= 10^{-4}\ m^2$

ধরা যাক,

আদি দৈর্ঘ্য = L m

$\therefore$ শেষ দৈর্ঘ্য = 2L m

$\therefore$ দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = (2L - L)$ m

$= L$ m

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

বল, F = ?

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

উদাহরণ-৯ **1 mm² প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি ইস্প্রাতের তারের দৈর্ঘ্য 20% বৃদ্ধি করতে কত বল প্রয়োগ কতে হবে?**

সমাধান আমরা জানি,

$Y = \frac{FL}{Al}$

বা, $F = \frac{AlY}{L}$

$\therefore F = \frac{1 \times 10^{-6} \times L \times 2 \times 10^{11}}{L \times 5}$

$= 4 \times 10^{4}$ N

$\therefore$ বল $F = 4 \times 10^{4}$ N **(Ans.)**

এখানে, তারের প্রস্থচ্ছেদ,

$A = 1\ mm^2$

$= 1 \times 10^{-6} m^2$

ধরা যাক,

আদি দৈর্ঘ্য = L m

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, l = L এর 20% $= L \times \frac{20}{100} = \frac{L}{5}$ m

$Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$

বল, F = ?

অধ্যায়-১০

প্রশ্ন-১। পৃষ্ঠটান , পৃষ্ঠশক্তি, কৌশিক নল ও স্পর্শ কোণ কাকে বলে? পৃষ্ঠটানের একক ও মাত্রা লেখ।

উত্তর **পৃষ্ঠটানঃ** কোন তরল পৃষ্ঠের উপর একটি রেখা কল্পনা করলে ঐ রেখার উভয় পাশে প্রতি একক দৈর্ঘ্যে লম্বভাবে এবং পৃষ্ঠের স্পর্শক বরাবর যে বল ক্রিয়া করে তাকে ঐ তরলের পৃষ্ঠটান বলে।

 # পৃষ্ঠটানের একক Nm^{-1}ও মাত্রা [MT^{-2}]

পৃষ্ঠশক্তিঃ তরলের পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল একক পরিমান বৃদ্ধি করতে যে কাজ করতে হয় ,তাকে পৃষ্ঠশক্তি বলে।

স্পর্শ কোণঃ কোন কঠিন পদার্থকে তরলে ডুবালে বক্রাকার তরল তলে কঠিনের সাথে তরলের স্পর্শক বরাবর তরলের ভিতর যে কোণ তৈরি হয় তাকে স্পর্শ কোণ বলে।

কৌশিক নলঃ চুলের মতো সরু সূক্ষ্ণ ছিদ্রযুক্ত নলকে কৌশিক নল বলে।

প্রশ্ন-২। সান্দ্রতা কাকে বলে? এর প্রয়োজনীয়তা লেখ।

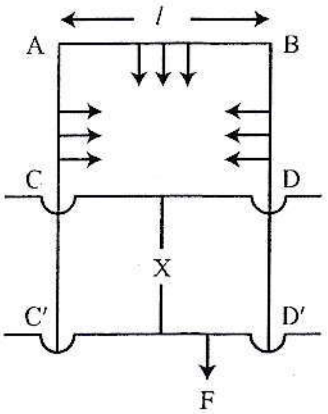
উত্তরঃ সান্দ্রতাঃ যে কারনে প্রবাহী পদার্থের বিভিন্ন স্তরের মধ্যে আপেক্ষিক গতি বাধাপ্রাপ্ত হয় তাকে তাকে সান্দ্রতা বলে।

সান্দ্রতার প্রয়োজনীয়তাঃ

পানির উপর নৌযান চলাচলের ক্ষেত্রে।
মোটরগাড়ি ও বিমানের বায়ুজনিত চলাচলের ক্ষেত্রে।
মানবদেহের রক্ত সংবহনতন্ত্রের জন্য।
কলমের কালি প্রস্তুতকরণে।

প্রশ্ন-৩। পৃষ্ঠটান ও পৃষ্ঠশক্তির মধ্যে সম্পর্কে স্থাপন কর।

অথবা, দেখাও যে পৃষ্ঠশক্তি এবং পৃষ্ঠটানের সংখ্যামান সমান।



উত্তর মনে করি, ABCD একটি তারের ফ্রেম যার প্রতিটি বাহুর দৈর্ঘ্য l।
এর প্রতিটি বাহু স্থির কিন্তু CD বাহু সঞ্চারণশীল।
ফ্রেমটিকে সাবানের ফেনার ভেতর ঢুকানো হলে ফেনার পাতলা আবরণ এতে আটকে থাকে।

তাই, পৃষ্ঠটানের জন্য, $T = \frac{F}{2l}$ (দুটি তলের জন্য)

বা, $F = 2l\,T$

আবার, CD বাহুকে F বল প্রয়োগ করে C′D′ এ পরিণত করলে কৃতকাজ,

$W = F.\,x$ [কাজ = বল × সরন]

বা, $W = 2l\,T\,x$ [CD ও C′D′ এর মধ্যবর্তী দূরত্ব x]

আবার, ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি (C′D′ এ আনার জন্য), $\Delta A = lx + lx = 2lx$

তাই, পৃষ্ঠশক্তি, $E = \frac{\text{কাজ}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$

বা, $E = \frac{2l\,T\,x}{2lx}$

বা, $E = T$

$\therefore$ পৃষ্ঠশক্তি = পৃষ্ঠটান।

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

অধ্যায়-১১

প্রশ্ন-১। চাপ কাকে বলে? চাপের একক ও মাত্রা সমীকরন লেখ।

চাপ: কোনো তলের একক ক্ষেত্রফলের উপর লম্বভাবে প্রযুক্ত বলকে চাপ বলে।
চাপের একক: প্যাসকেল (Pa)
চাপের মাত্রা: [$ML^{-1}T^{-2}$]

প্রশ্ন-২। এক প্যাসকেল চাপ কাকে বলে?

এক প্যাসকেল চাপঃ এক বর্গমিটার ক্ষেত্রফলের উপর যদি এক নিউটন বল প্রয়োগ করা হয় ,তবে তাকে এক প্যাসকেল চাপ বলা হয়।

প্রশ্ন-৩। তরল পদার্থের চাপের বৈশিষ্ট্যগুলো লিখ।

উত্তর তরল পদার্থের চাপের বৈশিষ্ট্য নিচে উল্লেখ করা হলঃ

(১) গভীরতার সঙ্গে চাপ বৃদ্ধি পায়।
(২) তরল পদার্থের চাপ ক্ষেত্রফলের উপর লম্বভাবে ক্রিয়া করে।
(৩) তরল পদার্থের চাপ তার ঘনত্বের উপর নির্ভরশীল।

প্রশ্ন-৪। তরলের অভ্যন্তরে কোনো বিন্দুতে চাপের রাশিমালা নির্ণয় কর।

অথবা, দেখাও যে, $P = h\rho g$;যেখানে প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে।

উত্তর মনে করি, একটি পাত্রে কিছু পরিমাণ তরল পদার্থ আছে।

ধরা যাক,

পাত্রের ভূমির ক্ষেত্রফল = A

তরলের ঘনত্ব = ρ

তরলের গভীরতা = h

অভিকর্ষজ ত্বরণ = g

এখন, A ক্ষেত্রফলের উপর প্রযুক্ত বল = তরলের ওজন

বা, F = তরলের ভর × অভিকর্ষজ ত্বরণ

বা, F = তরলের আয়তন × ঘনত্ব × অভিকর্ষজ ত্বরণ

বা, F = তরলের ক্ষেত্রফল × তরলের গভীরতা × ঘনত্ব × অভিকর্ষজ ত্বরণ

বা, $F = A \times h \times \rho \times g = Ah\rho g$

আবার, আমরা জানি, চাপ = $\frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$

বা, $P = \frac{F}{A}$

বা, $P = \frac{Ah\rho g}{A}$

বা, $p = h\rho g$

ইহাই তরলের অভ্যন্তরে চাপের রাশিমালা।

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

গানিতিক সমাধানঃ

উদাহরণ-১ পানির 120 m গভীরতায় চাপ নির্ণয় কর।

সমাধান আমরা জানি,

চাপ, $P = h\rho g$

$= 120 \times 1000 \times 9.8$

$= 1176000$ Pa **(Ans.)**

এখানে,

গভীরতা $h = 120$ m

পানির ঘনত্ব $\rho = 1000\ Kgm^{-3}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

চাপ, P = ?

উদাহরণ-২ 2 মিটার গভীরতায় পারদ স্তম্ভের চাপ কত?

সমাধান আমরা জানি,

$P = h\rho g$

$= 2 \times 13600 \times 9.8$

$= 266560$ Pa **(Ans.)**

এখানে,

গভীরতা, $h = 2$m

পারদের ঘনত্ব $\rho = 13600\ Kgm^{-3}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

চাপ, P = ?

অধ্যায়-১২

প্রশ্ন-১। তরংগদৈর্ঘ্য, পর্যায়কাল, কম্পালে, তরংগবেগ ও বিস্তার কাকে বলে?

উত্তরঃ তরংগদৈর্ঘ্যঃ তরঙ্গ সৃষ্টিকারী কোনো কম্পনশীল কণার একটি পূর্ণ কম্পন সম্পন্ন হতে যে সময় লাগে, সেই সময় তরঙ্গ যে দূরত্ব অতিক্রম করে, তাকে তরঙ্গদৈর্ঘ্য (λ) বলে।

অথবা, সমদশা সম্পন্ন পর পর দুটি কনার মধ্যবর্তী দূরত্বকে তরংগদৈর্ঘ্য (λ) বলে।

পর্যায়কাল: একটি পূর্ন কম্পন সম্পন্ন করতে তরঙ্গের যে সময়ের প্রয়োজন হয় তাকে পর্যায়কাল (T) বলে।

কম্পাংক: তরংগ এক সেকেন্ডে যতগুলো পূর্ন কম্পন সম্পন্ন করে তাকে ঐ তরংগের কম্পাংক (n বা f) বলে।

তরংগবেগঃ তরংগ একক সময়ে (১ সেকেন্ডে) যতটুকু দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরংগবেগ (v) বলে।

বিস্তারঃ তরংগ সাম্যাবস্থান হতে উপরে বা নিচে সর্বাধিক যতটুকু দূরত্ব অতিক্রম করে বিস্তার (a) বলে।

প্রশ্ন-২। অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণটি লেখ।

উত্তর অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণ, $y = a \sin \frac{2\pi}{\lambda}(vt \pm x)$.

প্রশ্ন-৩। বিট বা স্বরকম্প কাকে বলে? বিট গঠনের গানিতিক কৌশল আলোচনা কর।

উত্তর **বিট:** একই ধরনের প্রায় সমান কম্পাঙ্ক, বিস্তার ও তীব্রতার শব্দ তরঙ্গসমূহ একই দিকে গতিশীল হলে তাদের উপরিপাতনের ফলে শব্দের পর্যায়ক্রমিক হ্রাস-বৃদ্ধি ঘটে, একে বিট বলে।

বিট গঠনের কৌশল : দুটি শব্দ তরঙ্গ, যাদের বিস্তার, কম্পাঙ্ক ও গতিবেগ প্রায় সমান, তারা উপরিপাতিত হয়ে বিট গঠন করে।

মনেকরি, দুটি শব্দ তরংগের সমীকরন,

$$Y_1 = a \sin 2\pi f_1 t$$
$$Y_2 = a \sin 2\pi f_2 t$$

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

উপরিপাতনের ফলে,

$$Y = Y_1 + Y_2$$

বা, $Y = a \sin 2\pi f_1 t + a \sin 2\pi f_2 t$

বা, $Y = a (\sin 2\pi f_1 t + \sin 2\pi f_2 t)$

বা, $Y = 2a \sin 2\pi \left(\frac{f1+f2}{2}\right)t \ \cos 2\pi\left(\frac{f1-f2}{2}\right) t$

বা, $Y = A \sin 2\pi \left(\frac{f1+f2}{2}\right)t$

যেখানে, $A = 2a \cos 2\pi\left(\frac{f1-f2}{2}\right) t$ ধরা হয়েছে।

এই গানিতিক কৌশলেই বিট গঠিত হয়।

প্রশ্ন-৪। আড় তরঙ্গ এবং লম্বিক তরঙ্গ এর মাঝে পার্থক্য লেখ।

অথবা, অণুপ্রস্থ ও অণুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের মাঝে পার্থক্য লেখ।

উত্তর আড় তরঙ্গ ও লম্বিক তরঙ্গের মাঝে নিম্নলিখিত পার্থক্য পরিলক্ষিত হয় :

অণুপ্রস্থ তরঙ্গ বা আড় তরঙ্গ	অণুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বা লম্বিক তরঙ্গ
(১) যে তরঙ্গের ক্ষেত্রে মাধ্যমের কনাগুলোর কম্পনের দিক তরঙ্গ প্রবাহের দিকের সাথে সমকোনে অগ্রসর হয়, তাকে আড় বা অনুপ্রস্থ তরঙ্গ বলে।	(১) যে তরঙ্গের ক্ষেত্রে মাধ্যমের কনাগুলোর কম্পনের দিক তরঙ্গ প্রবাহের দিকের সাথে সমান্তরাল হয়, তাকে লম্বিক বা অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বলে।
(২) তরঙ্গ প্রবাহের মাধ্যমে তরঙ্গ শীর্ষ বা তরঙ্গপাদ সৃষ্টি হয়।	(২) তরঙ্গ প্রবাহের মাধ্যমে সংকোচন ও প্রসারণ সৃষ্টি হয়।
(৩) পরপর দুটি তরঙ্গশীর্ষ বা পরপর দুটি তরঙ্গপাদের মধ্যবর্তী দূরত্বকে তরঙ্গদৈর্ঘ্য বলে।	(৩) পরপর দুটি সংকোচন বা পরপর দুটি প্রসারণের মধ্যবর্তী দূরত্বকে তরঙ্গদৈর্ঘ্য বলে।

প্রশ্ন-৫। অগ্রগামী ও স্থির তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য লেখ।

অথবা, অগ্রগামী তরঙ্গ এবং স্থির তরঙ্গের মাঝে ৩টি পার্থক্য লেখ।

উত্তর অগ্রগামী তরঙ্গ এবং স্থির তরঙ্গের মাঝে ৩টি পাথর্ক্য নিম্নে উল্লেখ করা হলো।

অগ্রগামী তরঙ্গ	স্থির তরঙ্গ
(১) মাধ্যমের সকল কণাই পর্যাবৃত্ত গতি লাভ করে।	(১) মাধ্যমের স্থির বিন্দু ছাড়া বাকি সকল কণাই পর্যাবৃত্ত গতি লাভ করে।
(২) প্রত্যেক কণার কম্পাঙ্ক ও বিস্তার সমান ।	(২) পর্যায় কাল সমান ।
(৩) কণাগুলো কখনো স্থির অবস্থায় আসে না।	(৩) প্রতিটি পূর্ণকম্পনে দু'বার স্থির অবস্থায় আসে।
৪) তরঙ্গশীর্ষ ও তরঙ্গপাদ উৎপন্ন করে সঞ্চালিত হয়।	৪) সুস্পন্দ ও নিস্পন্দ বিন্দু উৎপন্ন করে সঞ্চালিত হয়।

অধ্যায়-১৩

প্রশ্ন-১। শ্রবণোত্তর শব্দ , অবশ্রুতি শব্দ এবং শ্রাব্যতার সীমা কাকে বলে?

***অথবা,* শ্রবণোত্তর শব্দের সংজ্ঞা দাও।**

উত্তর **শ্রবণোত্তর শব্দঃ** প্রতি সেকেন্ডে 20,000 বার এর বেশি কেঁপে যে শব্দ সৃষ্টি হয় তাকে শ্রবণোত্তর শব্দ বলে।

অবশ্রুতি শব্দঃ প্রতি সেকেন্ডে 20 বার এর কম কেঁপে যে শব্দ সৃষ্টি হয় তাকে অবশ্রুতি শব্দ বলে।

শ্রাব্যতার সীমাঃ মানুষ 20 Hz থেকে 20000 Hz **কম্পাঙ্কের শব্দকে শুনতে** পারে বলে একে শ্রাব্যতার সীমা বলে।

শব্দের শ্রাব্যতার সীমা = 20 Hz থেকে 20000 Hz

প্রশ্ন-২। প্রতিধ্বনি কাকে বলে? এর ব্যবহার লেখ।

উত্তর কোনো উৎস থেকে সৃষ্ট শব্দ যদি কোন প্রতিফলক তলে বাধাপ্রাপ্ত হয়ে আবার উৎসের নিকট ফিরে আসে তখন যে ধ্বনি শোনা যায় তাকে প্রতিধ্বনি বলে।

প্রতিধ্বনি ব্যবহারঃ

ক) প্রতিধ্বনির সাহায্যে সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয়

খ) খনিজ পদার্থের অস্তিত্ব নির্নয়

গ) রাডার যোগাযোগ স্থাপন করা যায়।

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

প্রশ্ন-৩। শব্দের বেগের ক্ষেত্রে নিউটনের সূত্রটি লেখ।

***অথবা,* শব্দের বেগ সম্পর্কে নিউটনের সমীকরণটি লেখ।**

উত্তর কোনো মাধ্যমের শব্দের বেগ মাধ্যমের স্থিতিস্থাপক গুনাংকের বর্গমূলের সমানুপাতিক এবং ঘনত্বের বর্গমূলের ব্যাস্তানুপাতিক।

প্রশ্ন-৪। শ্রবণোত্তর শব্দের ৪টি ব্যবহার লেখ।

***অথবা,* শ্রবণোত্তর শব্দের কয়েকটি ব্যবহার লেখ।**

উত্তর শ্রবনোত্তর শব্দের ৪টি ব্যবহার নিম্নে উল্লেখ করা হলো :

(১) ক্যান্সারের চিকিৎসায়। (২) ব্যাকটেরিয়া, ভাইরাস ধ্বংসে।

(৩) পানির গভীরতা নির্ণয়ে। (৪) নৌযানের পথ প্রদর্শনে

প্রশ্ন-৫। প্রমাণ কর যে, $V = f\lambda$ বা, $V = n\lambda$ (পরীক্ষায় $V = n\lambda$ আসলে f এর পরিবর্তে উত্তরে n লিখতে হবে)

উত্তর তরঙ্গ সৃষ্টিকারী কোনো কম্পনশীল কণার একটি পূর্ণ কম্পন সম্পন্ন হতে যে সময় লাগে, সেই সময় তরঙ্গ যে দূরত্ব অতিক্রম করে, তাকে তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ বলে।

এখন পর্যায়কাল T হলে,

T সময়ে তরঙ্গ অতিক্রম করে λ দূরত্ব

$\therefore$ একক সময়ে তরঙ্গ অতিক্রম করে $\frac{\lambda}{T}$ দূরত্ব

কিন্তু তরঙ্গ একক সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গ বেগ V বলে।

$\therefore V = \frac{\lambda}{T}$ .... (1)

আবার, কম্পনশীল বস্তু একক সময়ে যতগুলো পূর্ণ কম্পন সম্পন্ন করে তাকে কম্পাঙ্ক f বলে।

সুতরাং কম্পাঙ্ক, $f = \frac{1}{T}$ .... (2)

সমীকরণ (1) নং হতে পাই,

$V = \frac{1}{T} . \lambda$

বা, $V = f\lambda$ [(2) নং এর মান বসিয়ে]

অর্থাৎ, তরঙ্গ বেগ = কম্পাঙ্ক × তরঙ্গদৈর্ঘ্য (Proved)

প্রশ্ন-৬। শব্দের বেগের উপর চাপের প্রভাব আলোচনা কর।

উত্তর মনে করি, m ভরের কোনো বস্তুর উপর চাপ P_1 থেকে পরিবর্তীত হয়ে P_2 এবং আয়তন V_1 থেকে পরিবর্তীত হয়ে V_2 তে পরিণত হয়।

সুতরাং, বয়েলের সূত্রানুসারে লেখা যায়–

$P_1V_1 = P_2V_2$ ....(2)

আমরা জানি,

ঘনত্ব = $\frac{\text{ভর}}{\text{আয়তন}}$

বা, $\rho = \frac{m}{V}$

বা, $V = \frac{m}{\rho}$

$\therefore V_1 = \frac{m}{\rho_1}$ এবং, $V_2 = \frac{m}{\rho_2}$

V_1 ও V_2 এর মান (1) নং এ বসিয়ে পাই,

$P_1 \times \frac{m}{\rho_1} = P_2 \times \frac{m}{\rho_2}$

বা, $\frac{P_1}{\rho_1} = \frac{P_2}{\rho_2}$

বা, $\frac{P_1}{P_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$ = ধ্রুবক

যেহেতু অনুপাতটি ধ্রুবক তাই বলা যায় শব্দের বেগের উপর চাপের কোনো প্রভাব নেই।

গানিতিক সমাধানঃ

উদা-২। বায়ুতে শব্দের বেগ 330 ms^{-1} হলে হাইড্রোজেন গ্যাসে শব্দের বেগ কত?
(1 লিটার হাইড্রোজেন গ্যাসের ওজন 0.0896 গ্রাম এবং 1 লিটার বায়ুর ওজন 1.293 গ্রাম)

সমাধান এখানে,

বায়ুতে শব্দের বেগ, V_a= 330 ms^{-1}

বায়ুর ঘনত্ব, D_a= 1.293 gm/litre

= 1.293 $\times 10^{-3}$ gm/c.c

হাইড্রোজেনের ঘনত্ব, D_H= 0.0896 gm/litre = 0.0896 $\times 10^{-3}$ gm/c.c

হাইড্রোজেন গ্যাসে শব্দের বেগ, V_H=?

আমরা জানি,

কোনো গ্যাসে শব্দের বেগ, $V_H = V_a\sqrt{\frac{Da}{DH}}$

বা, $V_H = 330 \times \sqrt{\frac{1.293 \times 10-3}{0.0896 \times 10-3}}$

বা, $V_H = 1253.6\ ms^{-1}$

∴ হাইড্রোজেন গ্যাসে শব্দের বেগ $1253.6\ ms^{-1}$ (Ans.)

উদা- ৭। কত তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ 0°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগের দ্বিগুন হবে?($\alpha = \frac{1}{273}$ /°C

সমাধান আমরা জানি, $V_t = V_0\sqrt{(1+\alpha t)}$ [প্রশ্নমতে, $V_t = 2V_0$ এবং $\alpha = \frac{1}{273}$]

বা, $2\ V_0 = V_0\sqrt{(1+\alpha t)}$

বা, $2 = \sqrt{(1+\alpha t)}$

বা, $(1+\alpha t) = 4$

বা, $\alpha t = 4-1 = 3$

বা, $t = \frac{3}{\alpha} = \frac{3}{\frac{1}{273}}$

বা, $t = 819$ °C

∴ নির্ণেয় তাপমাত্রা 819 °C (Ans.)

Tahsina Akter
Junior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST), Dhaka

প্রশ্ন-১২। প্রতিধ্বনি শোনার জন্য উৎস ও প্রতিফলকের মাঝে নূন্যতম দূরত্ব 16.6 মিটার হওয়া প্রয়োজন।

উত্তর প্রতিধ্বনি শোনার জন্য শব্দকে উৎস হতে কোন প্রতিফলক তলে বাধাপ্রাপ্ত হয়ে পুনরায় উৎসের নিকট ফিরে আসতে হয়।

মনেকরি, উৎস ও প্রতিফলকের ন্যূনতম দূরত্ব = d

তাহলে প্রতিধ্বনি সৃষ্টিকারী শব্দ কর্তৃক মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব, S= d+d= 2d

প্রতিধ্বনি শুনতে নূন্যতম সময়, $t = \frac{1}{10}$ sec = 0.1 sec

শব্দের বেগ, V = 332 m/sec

আমরা জানি, $S = V \times t$

বা, $2d = V \times t$

বা, $d = \frac{V \times t}{2}$

বা, $d = \frac{332 \times 0.1}{2} = 16.6m$

অর্থাৎ, প্রতিধ্বনি শোনার জন্য উৎস ও প্রতিফলকের মধ্যবর্তী নূন্যতম দূরত্ব 16.6m হতে হবে।

অধ্যায়-১৪

প্রশ্ন-১। আদর্শ গ্যাস কাকে বলে?

অথবা, আদর্শ গ্যাস সংজ্ঞা লেখ।

উত্তর যে সকল গ্যাস সকল তাপমাত্রা ও চাপে PV = nRT সমীকরণটি মেনে চলে তাদের আদর্শ গ্যাস বলে। প্রকৃতপক্ষে বাস্তবে কোনো আদর্শ গ্যাস পাওয়া যায় না।

প্রশ্ন-২। পরম শূন্য তাপমাত্রা কী?

উত্তর – 273°C তাপমাত্রায় যেকোনো গ্যাসের আয়তন শূন্য হয়। একে পরম শূন্য তাপমাত্রা বা চরম শীতলতা বলে।

প্রশ্ন-৩ ।আদর্শ গ্যাসের ৩টি মৌলিক স্বীকার্য লেখ।

উত্তর (১) সকল গ্যাস অণুর সমন্বয়ে গঠিত। একটি গ্যাসের সকল অণু সদৃশ এবং একটি গ্যাসের অণু অন্য গ্যাসের অণু থেকে ভিন্ন।

(২) অণুগুলোর নিজেদের মধ্যে কোনো আকর্ষণ বা বিকর্ষন বল নেই। এদের শক্তি সম্পূর্ণটাই গতিশক্তি।

(৩) গ্যাসের অণুগুলোর এলোমেলো গতিতে গতিশীল এবং এগুলো নিউটনের গতিসূত্রসমূহ মেনে চলে।

অধ্যায়-১৫

প্রশ্ন-১। শিশিরাঙ্ক , আপেক্ষিক আর্দ্রতা ও সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ কাকে বলে?
অথবা, Define dew point temperature.

উত্তর **শিশিরাঙ্ক ঃ** যে তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু তার ভেতরের জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয় তাকে ঐ বায়ুর শিশিরাঙ্ক বলে। অথবা, যে তাপমাত্রায় শিশির জমতে বা অদৃশ্য হতে শুরু করে তাকে শিশিরাঙ্ক বলে।

আপেক্ষিক আর্দ্রতা : কোনো তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর এবং ঐ একই তাপমাত্রায় ঐ আয়তনের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের ভরের অনুপাতকে ঐ স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা বলে।

সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ: কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো আবদ্ধ স্থানের বাষ্প সর্বাধিক যে চাপ দিতে পারে তাকে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ বলে।

প্রশ্ন-২। কোনো স্থানের আপেক্ষিক আদ্রর্তা ৬০% বলতে কি বুঝায়?

উত্তর: কোনো স্থানের আপেক্ষিক আদ্রর্তা ৬০% বলতে বুঝা যায়, বায়ুর তাপমাত্রায় ঐ স্থানকে সম্পৃক্ত করতে যে পরিমান জলীয়বাষ্পের প্রয়োজন তার শতকরা ৬০ ভাগ জলীয়বাষ্প ঐ স্থানের বায়ুতে আছে।

প্রশ্ন-৩। জলীয়বাষ্পের চাপ ও বায়ুর চাপের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন কর।

উত্তর আমরা জানি, বায়ুমণ্ডল চাপ দেয়। এ চাপের মধ্যে আছে শুষ্ক বায়ুর চাপ এবং জলীয়বাষ্পের চাপ।

মনেকরি,
কোনো এক সময় বায়ুমণ্ডলের তাপমাত্রা, T
বায়ুমণ্ডলের চাপ, P
বায়ুমণ্ডলে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের চাপ, f
শুষ্ক বায়ুর চাপ, P_a
অর্থাৎ T তাপমাত্রা ও P_a চাপে বায়ুর ঘনত্ব ρ_a
STP তে তাপমাত্রা, $T_o = 273K$
STP তে বায়ুর চাপ, $P_0 = 1.013 \times 10^5\ Nm^{-2}$
STP তে বায়ুর ঘনত্ব, $\rho_0 = 1.293\ kgm^{-3}$

ansina Akter
unior Instructor (Non-Tech)
UCEP Institute of Science & Technology
(UIST). Dhaka

সুতরাং ডাল্টনের আংশিক চাপের সূত্রানুসারে ঐ সময়ের শুধু বায়ুর চাপ, $P_a = P - f$

এখন, গ্যাসের সমীকরণ থেকে আমরা পাই,

$$\frac{P_a}{\rho_a T} = \frac{P_0}{\rho_0 T_0} \qquad [\because \frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2}]$$

বা, $$\frac{P-f}{\rho_a T} = \frac{P_0}{\rho_0 T_0}$$

বা, $$P - f = \frac{\rho_a T}{\rho_0 T_0} . P_o$$

বা, $$P - \frac{\rho_a T}{\rho_0 T_0} . P_o = f$$

$$\therefore f = P - \frac{\rho_a T}{\rho_0 T_0} . P_o$$

এটি হচ্ছে জলীয়বাষ্পের চাপ ও বায়ুর চাপের মধ্যকার সম্পর্ক।