PHYSICS HAND NOTE PDF

by

FOR MORE PDF, SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL (EDUCATION LIVE BD)

Scanned with CamScanner

গতিবিদ্যা

Dynamics

গড়বেগ, $\bar{v} = \frac{s}{t}$

$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$

$v = v_0 + at$

$v^2 = v_0^2 + 2as$

গড়বেগ, $\bar{v} = \frac{v_0 + v}{t}$

t তম সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$s_t = v_0 + \frac{1}{2} a (2t-1)$

তাৎক্ষণিক বেগ, $v = \frac{ds}{dt}$

তাৎক্ষণিক ত্বরণ, $a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2}$

পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে, [যেখানে, $v_0 = 0$]

$v = gt$

$h = \frac{1}{2} g t^2$

$v^2 = 2gh$

t তম সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$h_t = \frac{1}{2} g (2t-1)$

খাড়া উপরের দিকে নিক্ষিপ্ত বস্তুর ক্ষেত্রে

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক

$v = v_0 - gt$

$h = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$

$v^2 = v_0^2 - 2gh$

$h_t = v_0 - \frac{1}{2} g (2t-1)$

সর্বোচ্চ উচ্চতা, $H = \frac{v_0^2}{2g}$

সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠতে সময়/উত্থানকাল/পতনকাল,

$t = \frac{v_0}{g}$

SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

বিচরনকাল, $T = \frac{2v_0}{g}$

যেকোন উচ্চতায় উঠতে সময়,

$t = \frac{v_0}{g} \pm \frac{\sqrt{v_0^2 - 2gh}}{g}$

* কোন বস্তু সমত্বরণে চলে t_1 সময়ে S_{th} দূরত্ব অতিক্রম করে V_{th} বেগ প্রাপ্ত হয় এবং t_2 সময়ে S_n দূরত্ব অতিক্রম করে V_n বেগ প্রাপ্ত হয়। ত্বরন,

$a = \frac{S_{th} - S_n}{t_1 - t_2}$

কোন নির্দিষ্ট উচ্চতায় বস্তুর বেগ,

$v = \sqrt{v_0^2 - 2gh}$

Scanned with CamScanner

প্রক্ষেপক/প্রাস সংক্রান্ত

$t = \frac{v_0 \sin\theta_0}{g}$

→ সর্বাধিক উচ্চতায় উঠতে সময়

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

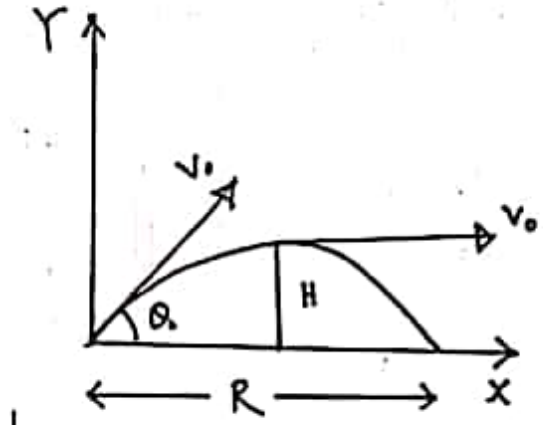
→ সর্বাধিক উচ্চতা

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

→ মোট বিচরণকাল

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

→ অনুভূমিক পাল্লা



বেগের উলম্ব উপাংশ,

$v_y = v_0 \sin\theta_0 - gt$

অনুভূমিক উপাংশ,

$v_x = v_0 \cos\theta_0$

$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$

EDUCATION LIVE
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক

$R_{max} = \frac{v_0^2}{g}$ $[\theta_0 = 45°]$

→ সর্বাধিক অনুভূমিক পাল্লা

SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

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

পাল্লা যখন সর্বাধিক তখন, $H = \frac{R_{max}}{4}$

নিক্ষেপন কোণ বের করার জন্য, $\tan\theta_0 = \frac{4H}{R}$

t সময়ে ভূমির সমান্তরালে প্রাসের সরণ;

$x = t \, v_0 \cos\theta_0$

$\Rightarrow x = v_x t$

Scanned with CamScanner

আনুভূমিকভাবে নিক্ষিপ্ত প্রাসের সমীকরণ:

$V_x = V\cos\theta_0$

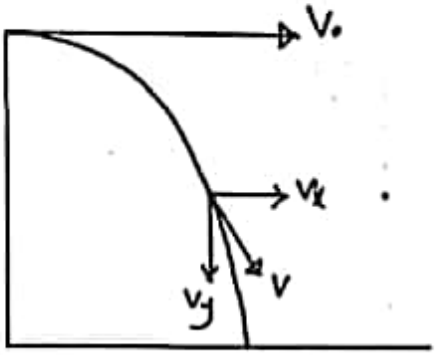
$V_y = V\sin\theta_0$

$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$

$x = V_0 t$

$y = \frac{1}{2} g t^2$

$x^2 = \frac{2V_0^2}{g} y$



বৃত্তাকার/কৌণিক গতি সংক্রান্ত:

Circular or Angular Motion

$\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi N}{T}$ → পর্যায় সংখ্যা

ω → কৌণিক বেগ

T → পর্যায়কাল

কম্পাঙ্ক, $f = \frac{\theta}{2\pi}$

$= 1/T$

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

রৈখিক ও কৌণিক বেগের সম্পর্ক,

$v = \omega r$

কৌণিক ত্বরণ, $\alpha = \frac{\omega - \omega_0}{t}$, $a_L = \alpha r$

a_L → রৈখিক ত্বরণ

কেন্দ্রমুখী ত্বরণ, $a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{\omega^2 r^2}{r} = \omega^2 r = \frac{4\pi^2 r}{T^2} = 4\pi^2 f^2 r$

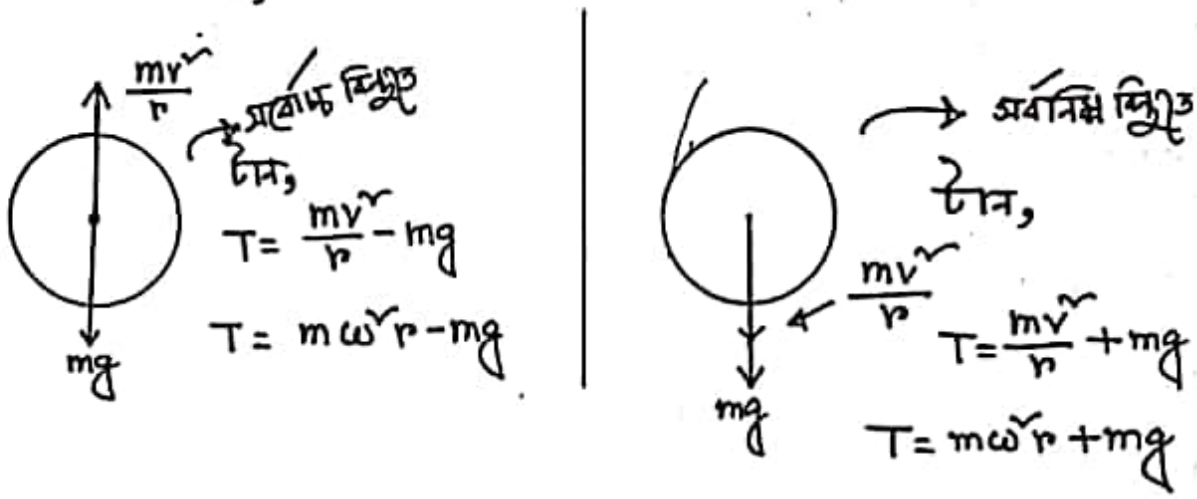
লব্ধি ত্বরণ, $a = \sqrt{a_T^2 + a_c^2}$

কেন্দ্রমুখী বল, $F_c = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r$

Scanned with CamScanner

m ভরের কোন বস্তুকে রশিতে বেঁধে যদি উল্লম্ব তলে ঘুরানো যায় তবে,

সর্বোচ্চ বিন্দুতে টান,



$$T = \frac{mv^2}{r} - mg$$

$$T = m\omega^2 r - mg$$

সর্বনিম্ন বিন্দুতে টান,

$$T = \frac{mv^2}{r} + mg$$

$$T = m\omega^2 r + mg$$

Shortcut Technique-

গুলির জন্য, $\frac{v}{u} = \sqrt{\frac{y-x}{y}}$ ← y = প্রথমে যতদূর প্রবেশ করে; x = আর যতদূর প্রবেশ করবে

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণের পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

$\frac{1}{n}$ গুন বেগ হারালে, $x = \frac{s(n-1)^2}{2n-1}$

↓ (x) আর যতদূর প্রবেশ করবে

Scanned with CamScanner

জড় কাঠামো (Inertial Frame): যে প্রসঙ্গ কাঠামোতে নিউটনের প্রথম সূত্র বা জড়তার সূত্র কার্যকর থাকে তাকে জড় কাঠামো বলে।

পরম গতি (Absolute Motion): অসীম স্থির কাঠামোর সাপেক্ষে স্থির বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনকে পরম গতি বলে।

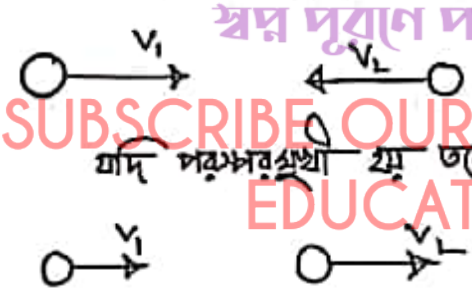
আপেক্ষিক গতি (Relative Motion): কোন জড় কাঠামোর সাপেক্ষে যখন কোন বস্তু সময়ের সাথে স্থান পরিবর্তন করে তখন বস্তুর ঐ গতিকে আপেক্ষিক গতি বলে।

প্রসঙ্গ কাঠামো (Reference Frame): যে স্থানাঙ্ক ব্যবস্থার সাহায্যে বস্তুর অবস্থান নির্ণয় করা যায় তাকে প্রসঙ্গ কাঠামো বলে।

তাৎক্ষনিক বেগ (Instantaneous Velocity): সময়ের ব্যবধান শূন্যের কাছাকাছি হলে বস্তুর সরনের হারকে তাৎক্ষনিক বেগ বলে।

আপেক্ষিক বেগ (Relative Velocity): দুটি গতিশীল বস্তুর একটির সাপেক্ষে অন্যটির অবস্থানের পরিবর্তনের হারকে আপেক্ষিক বেগ বলে।

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD



যদি পরস্পরমুখী হয় তবে, আপেক্ষিক বেগ = v_1+v_2

আপেক্ষিক বেগ = $v_1 \sim v_2$

গ্যালিলিও প্রতিষ্ঠিত পড়ন্ত বস্তুর সূত্র:

প্রথম সূত্র: স্থিরাবস্থা হতে বাধাহীনভাবে পড়ার সময় সব কিছু সমান সময়ে সমান পথ অতিক্রম করে।

দ্বিতীয় সূত্র: স্থিরাবস্থা হতে বাধাহীনভাবে পড়ন্ত বস্তুর প্রান্তবেগ পতনের সময়ের সমানুপাতিক।

$v \propto t$

$\therefore \frac{v_1}{t_1} = \frac{v_2}{t_2}$

Scanned with CamScanner

তৃতীয় সূত্র: স্থিরাবস্থা হতে বাধাহীন পড়ন্ত বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব সময়ের বর্গের সমানুপাতিক।

$$h \propto t^2$$

$$\frac{h_1}{t_1^2} = \frac{h_2}{t_2^2}$$

সমবৃত্তীয় গতি / সুষম বৃত্তীয় গতি: বৃত্তাকার পথে সমবেগে গতিশীল বস্তু যখন সমান সময়ে সমান কৌনিক দূরত্ব অতিক্রম করে তখন সেই গতিকে সুষম বৃত্তাকার গতি বলে।

Uniform Circular Motion

কৌনিক বেগ (Angular Velocity): বৃত্তাকার পথে আবর্তিত একটি বস্তু একক সময়ে বৃত্তপথের কেন্দ্রে যে কোণ অতিক্রম করে তাকে গড় কৌনিক বেগ বলে।

EDUCATION LIVE BD
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

তাৎক্ষণিক কৌনিক বেগ (Instantaneous Angular Velocity):

বৃত্তাকার পথে আবর্তিত একটি বস্তু কোনো মুহূর্তে বৃত্তপথের কেন্দ্রে যে যে কোণ অতিক্রম করে তাকে তাৎক্ষণিক কৌনিক বেগ বলে।

$$\omega_i = \frac{d\theta}{dt}$$

কেন্দ্রমুখী ত্বরণ (Centripetal Acceleration): বৃত্তাকার পথে গতিশীল বস্তুর কেন্দ্রের দিকে যে ত্বরণ ক্রিয়া করে তাকে কেন্দ্রমুখী ত্বরণ বলে।

Scanned with CamScanner

নিউটনীয় বলবিদ্যা
Newtonian Mechanics

ভরবেগ (Momentum), $p = mv$; বল, $F = ma = m\left(\frac{v - v_0}{t}\right)$

বলের ঘাত (Impulse of a Force), $J = Ft$
$= m \times \frac{v - v_0}{t} \times t$
$= m(v - v_0)$

↓

বলের ঘাত = ভরবেগের পরিবর্তন

ঘাতবল (Impulsive Force):
খুব কম সময়ে প্রচণ্ড বল ক্রিয়া করলে তাকে ঘাতবল বলে।

বলের ঘাত (Impulse of a Force):
বল ও বলের ক্রিয়াকালের গুণফলকে বলের ঘাত বলে।

রকেটের গতি (Motion of a Rocket):

রকেটের ঊর্ধ্বমুখী ধাক্কা,

$$F_R = V_g \frac{dm}{dt}$$

উৎক্ষেপকালে রকেটের উপর প্রযুক্ত লব্ধি বল, $F = m\frac{dv}{dt}$

$$= V_g \frac{dm}{dt} - m_0 g$$

জ্বালানি শেষ হবার মুহূর্তে মোট লব্ধি বল,

$$F' = V_g \frac{dm}{dt} - m'g$$

; m' = রকেটের মোট ভর – জ্বালানির ভর

v_0 = রকেটের আদিবেগ
V_g = নির্গত গ্যাসের নিম্নমুখী বেগ
t = সম্পূর্ণ জ্বালানি শেষ হতে প্রয়োজনীয় সময়
m_0 = জ্বালানিসহ রকেটের ভর
m = জ্বালানি শেষ হওয়ার পর ভর
$\frac{dm}{dt}$ = জ্বালানি হ্রাসের হার

জ্বালানি শেষ হবার মুহূর্তে রকেটের বেগ,

$$v = v_0 + V_g \ln\frac{m_0}{m} - gt$$

রকেটের উপর প্রযুক্ত ত্বরণ,

$$a_R = \frac{V_g}{m} \cdot \frac{dm}{dt}$$

রকেটের উপর প্রযুক্ত লব্ধি ত্বরণ,

$$a = \frac{V_g}{m} \cdot \frac{dm}{dt} - g$$

EDUCATION LIVE
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD
Scanned by CamScanner
Scanned with CamScanner

বন্দুক ও গুলির প্রতিক্রিয়া :

$mv = -MV$

v = গুলির বেগ
V = বন্দুকের পশ্চাদমুখী বেগ
M = বন্দুকের ভর
m = গুলির ভর

নৌকা থেকে লাফ দেয়া :-

$mv = -MV$

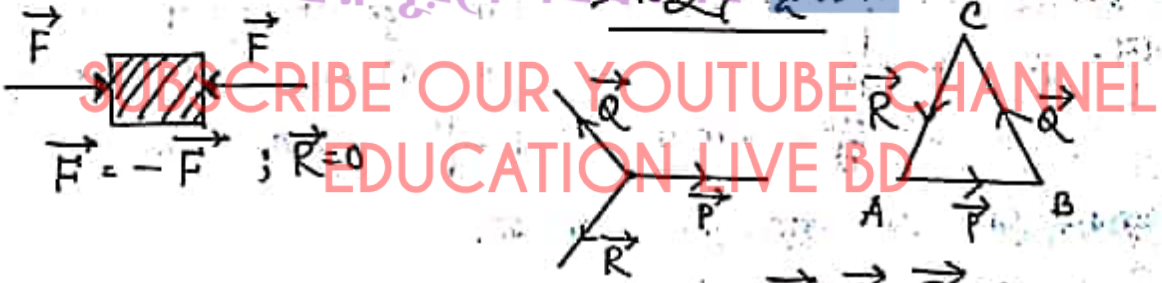
v = মানুষের বেগ
V = নৌকার বেগ
m = মানুষের ভর
M = নৌকার ভর

বলের ভারসাম্য বা সাম্যাবস্থা

Equilibrium of Forces

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্ন :



$\vec{P} + \vec{Q} + \vec{R} = 0$

লামির উপপাদ্য :-

$$\frac{P}{\sin \angle ACB} = \frac{Q}{\sin \angle CAB} = \frac{R}{\sin \angle ABC}$$

$P \propto \sin \angle ACB$
$Q \propto \sin \angle CAB$
$R \propto \sin \angle ABC$

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

তিনটি সমান্তরাল বলের ভারসাম্য :

নিচের শর্তগুলি পূরণ করলে তিনটি সমান্তরাল বল সাম্যাবস্থা প্রতিষ্ঠা করবে :-

i) বল তিনটি একই সমতলে ক্রিয়া করবে।
ii) বল তিনটি পরস্পর সমান্তরাল হতে হবে।
iii) যে কোন বল অপর দুটি বলের লব্ধির বিপরীতমুখী হতে হবে।

ঘর্ষণ (Friction): একটি বস্তু অন্য একটি বস্তুর উপর গতিশীল হলে বা গতিশীল হতে চাইলে তাদের মিলনতলে গতিরোধমূলক একটি বল উৎপন্ন হয় যা গতিকে ব্যাহত করে। এই বলকে ঘর্ষণ বা ঘর্ষণ বল বলে।

ঘর্ষণ বলের নির্ভরতা →
- সংস্পর্শ তল দুটির পদার্থ
- মিলন তল দুটির স্বভাব
- মিলন তল দুটির প্রকৃতি
- মিলন তল দুটির মধ্যবর্তী মাধ্যম
- মিলন তল দুটির তাপমাত্রা

EDUCATION LIVE
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

ঘর্ষণ
- স্থিতি ঘর্ষণ / স্থির ঘর্ষণ (Static Friction)
- চল ঘর্ষণ / গতীয় ঘর্ষণ (Kinetic Friction)
  - আবর্ত ঘর্ষণ (Roling Friction)
  - বিসর্প ঘর্ষণ (Sliding Friction)
  - প্রবাহী ঘর্ষণ (Fluid Friction)

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

স্থিতি ঘর্ষণ (Static Friction): পরস্পরের স্পর্শে বা সংস্পর্শে থেকে একটি বস্তু যতক্ষণ অপরটির উপর স্থির থাকে, ততক্ষণ তাদের মিলনস্থলে যে ঘর্ষণ ক্রিয়া করে তাকে স্থিতি ঘর্ষণ বা স্থির ঘর্ষণ বলে।

স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক: পরস্পরের সংস্পর্শে অবস্থিত দুটি বস্তুর সীমাস্থ ঘর্ষণ এবং অভিলম্ব প্রতিক্রিয়ার অনুপাতকে স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক বলে।

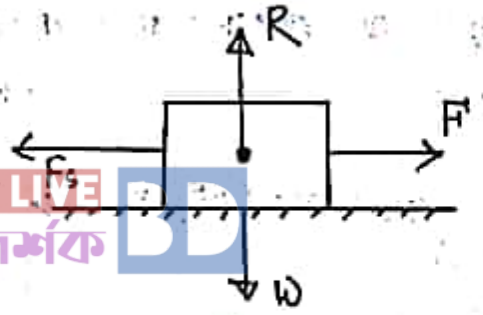
সীমাস্থ ঘর্ষণ: পরস্পরের সংস্পর্শে অবস্থিত দুটি বস্তুর একটির অপরটির উপর গতিশীল হওয়ার আগের মুহূর্তে তার গতিরোধমূলক যে বলের সৃষ্টি হয় তাকে সীমাস্থ ঘর্ষণ বলে।

$$\mu_s = \frac{F_s}{R}$$

μ_s → স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক

$$F_s = \mu_s R$$

F_s → সীমাস্থ স্থিতি ঘর্ষণ বল



ঘর্ষণ কোণ; $\theta_f = \tan^{-1}\mu_s$

$= \tan^{-1}(F_s/R)$

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

চল ঘর্ষণ / গতীয় ঘর্ষণ

Kinetic Friction

পরস্পরের স্পর্শে বা সংস্পর্শে থেকে একটি বস্তু অপরটির উপর দিয়ে চলাচল করার সময় যে ঘর্ষণের সৃষ্টি হয় তাকে গতীয় ঘর্ষণ বলে।

Scanned by CamScanner
Scanned with CamScanner

চল ঘর্ষন/গতীয় ঘর্ষন গুনাঙ্ক: গতীয় ঘর্ষন বা চল ঘর্ষন ও অভিলম্ব প্রতিক্রিয়ার অনুপাতকে গতীয় ঘর্ষন বা চল ঘর্ষন গুনাঙ্ক বলে।

→ গতীয় ঘর্ষন বা চল ঘর্ষন বল

$$\mu_K = F_K/R$$

→ অভিলম্ব প্রতিক্রিয়া

$$\theta_K = \tan^{-1}(\mu_K) = \tan^{-1}(F_K/R)$$

↓ গতীয় ঘর্ষন কোন

বস্তুর ত্বরন ও ঘর্ষন গুনাঙ্কের মধ্যে সম্পর্ক:

$$a = \frac{F - \mu_K R}{m}$$

F → গতিশীল বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল

m → গতিশীল বস্তুর ভর

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

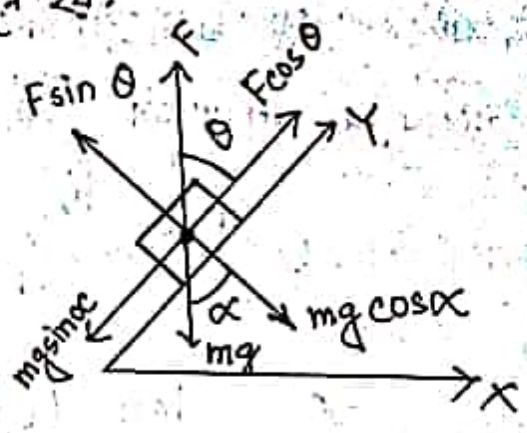
Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

যদি বস্তুটির উপরের দিকে চলার প্রয়োজন হয়:-

$$F' = \frac{mg(\sin\alpha + \mu_s \cos\alpha)}{\mu_s \sin\theta + \cos\theta}$$

যদি বস্তুটির নিচের দিকে চলার উপক্রম হয়:-



$$F' = \frac{mg(\sin\alpha - \mu_s \cos\alpha)}{-\mu_s \sin\theta + \cos\theta}$$

$\theta = 0°$ হলে,

$$F = mg(\mu_s \cos\alpha - \sin\alpha)$$

যদি $\alpha = 0°$ হয়,

$$F' = \frac{mg\,\mu_s}{\mu_s \sin\theta + \cos\theta}$$

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক

লিফটের ক্ষেত্রে:

SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

$F' = m(g+a)$ → উপরে উঠার ক্ষেত্রে
→ ঊর্ধ্বমুখী ত্বরণ

$F' = m(g-a)$ → নিচে নামার ক্ষেত্রে
→ নিম্নমুখী ত্বরণ

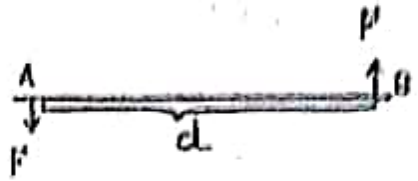
কেন্দ্রমুখী বল, $F_c = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r$

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

দ্বন্দ্ব / কাপল (Couple):

একটি বস্তুর দুটি ভিন্ন বিন্দুতে প্রযুক্ত দুটি সমান সমান্তরাল ও বিপরীতমুখী বলকে দ্বন্দ্ব বা যুগল বলে।



দ্বন্দ্বের ভ্রামক $= F \times d$.

* দ্বন্দ্ব প্রয়োগে ঘড়ির কাঁটার বিপরীতে ঘুরলে ভ্রামক ধনাত্মক।
* দ্বন্দ্ব প্রয়োগে ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘুরলে ভ্রামক ঋণাত্মক।

→ N.B

টর্ক / বলের ভ্রামক (Torque or Moment of a Force)

"কোনো নির্দিষ্ট অক্ষের চারিদিকে ঘূর্ণায়মান কোন বস্তুতে ঘূর্ণন সৃষ্টির জন্য প্রযুক্ত দ্বন্দ্বের ভ্রামককে টর্ক বা বলের ভ্রামক বলে।"

"কোন অক্ষ সাপেক্ষে কোন বস্তুতে প্রযুক্ত বলের মান এবং অক্ষের লম্ব দূরত্বের গুণফলকে টর্ক বা বলের ভ্রামক বলা হয়।"

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

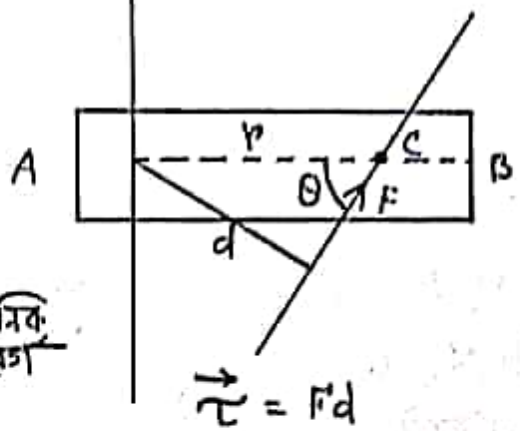
টর্ক ও কৌণিক ত্বরণের মধ্যে সম্পর্ক:

$$\tau = I\alpha = I\frac{d\omega}{dt}$$

(I ↓ জড়তার ভ্রামক)

ক্ষমতা, $P = \tau\omega$

কৌণিক ভরবেগ, $L = I\omega$ (ω → কৌণিক বেগ; I ↓ জড়তার ভ্রামক)



$$\vec{\tau} = Fd = \vec{F} \times \vec{r} = Fr\sin\theta\,\hat{\eta}$$

কৌণিক গতিশক্তি :- $E_a = \frac{1}{2} I\omega^2$

মোট গতিশক্তি, $E = E_a + E_k = \frac{1}{2}I\omega^2 + \frac{1}{2}mv^2$

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

জড়তার ভ্রামক (Moment of Inertia):

কোন অক্ষ সাপেক্ষে ঘূর্ণনরত কোন দৃঢ় বস্তুর প্রতিটি কণার ভর এবং অক্ষ হতে তাদের প্রত্যেকের লম্ব দূরত্বের বর্গের গুণফলকে জড়তার ভ্রামক বলে।

$$I = \sum mr^2$$

চক্রগতির ব্যাসার্ধ (Radius of Gyration):

"যদি কোন দৃঢ় বস্তুর একটি নির্দিষ্ট বিন্দু যেখানে বস্তুর সমস্ত ভর কেন্দ্রীভূত আছে ধরা হয় এবং ঘূর্ণন অক্ষ সাপেক্ষে ঐ বিন্দুর জড়তার ভ্রামক সমগ্র বস্তুটির জড়তার ভ্রামকের সমান হয় তবে অক্ষ হতে ঐ বিন্দুর দূরত্বকে চক্রগতির ব্যাসার্ধ বলে।"

$$K = \sqrt{\frac{I}{M}}$$

* বৃত্তাকার বা বেলনাকার বস্তুর জন্য, $I = \frac{1}{2} mr^2$
* নিরেট গোলকের জন্য, $I = \frac{2}{5} mr^2$
* ফাঁপা গোলকের ক্ষেত্রে, $I = \frac{2}{3} mr^2$

EDUCATION LIVE BD
সব পুরাণো প্রশ্নোত্তর প্রদর্শকে

* পাতলা চাকতির ভর M ও ব্যাসার্ধ r। এক্ষেত্রে ঐ চাকতির তলের লম্বদিকে এবং কেন্দ্রগামী অক্ষের সাপেক্ষে চাকতিটির জড়তার ভ্রামক, $I = \frac{Mr^2}{2}$

SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

* সমান্তরাল অক্ষ উপপাদ্য, $I = I_a + Md^2$
* লম্ব অক্ষ উপপাদ্য, $I_z = I_x + I_y$

যানবাহন ও রাস্তার বাঁক:

Vehicles & Banking of Roads

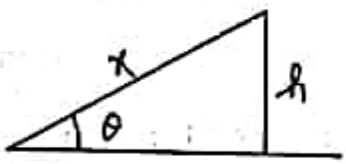
$\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$; $\tan\theta = \frac{h}{\sqrt{x^2 - h^2}}$

θ যদি ক্ষুদ্র হয়,

$\tan\theta = \sin\theta = \frac{h}{x}$

$$\frac{h}{x} = \frac{v^2}{rg}$$

$$\therefore v = \sqrt{\frac{hrg}{x}}$$



Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

ভরবেগের সংরক্ষণ সমীকরণ, $m_1u_1+m_2u_2 = m_1v_1+m_2v_2$

সংঘর্ষ (Collision): অতি অল্প সময়ের জন্য কোন দুইটি বস্তু বল ক্রিয়া করে গতির হঠাৎ ব্যাপক পরিবর্তন করাকে সংঘর্ষ বলে।

সংঘর্ষ
- → স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ (Elastic Collision)
- → অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ (Inelastic Collision)

স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ (Elastic Collision): দুটি বস্তুর মধ্যে কোনো সংঘর্ষের আগের গতিশক্তি এবং সংঘর্ষের পরের গতিশক্তি যদি সমান হয় তখন তাকে স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ বলে।

EDUCATION LIVE BD
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

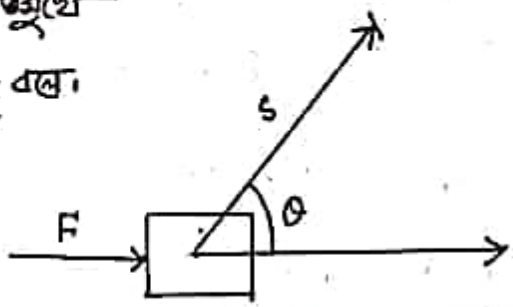
অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ (Inelastic Collision): যদি দুটি বস্তুর মধ্যে সংঘর্ষের আগে ও পরে গতিশক্তি সমান না হয়, তখন তাকে অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ বলে।

Scanned by CamScanner
Scanned with CamScanner

কাজ, ক্ষমতা ও শক্তি
Work, Power & Energy

কাজ (Work) : বল ও বলের অভিমুখে সরণের উপাংশের গুণফলকে কাজ বলে।

$$W = Fs\cos\theta$$
$$= \vec{F}\cdot\vec{s}$$



অথবা, বল প্রয়োগের মাধ্যমে বস্তুতে বা বস্তু হতে শক্তির স্থানান্তরই হল কাজ।

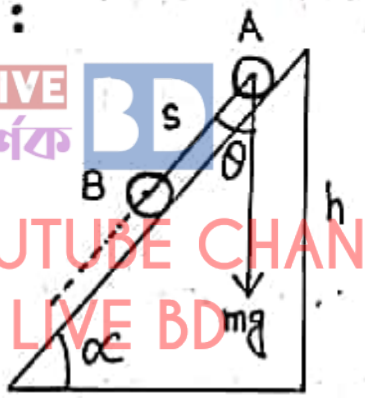
* বস্তুতে শক্তির স্থানান্তর হলে কাজ হবে ধনাত্মক।
* বস্তু হতে শক্তির স্থানান্তর হলে কাজ হবে ঋণাত্মক।

অভিকর্ষীয় কাজ (Work due to Gravity) :

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক

$$W = Fh = mgh$$

যদি মসৃণ হেলানো তল থাকে, $W = mgs\cos\theta$



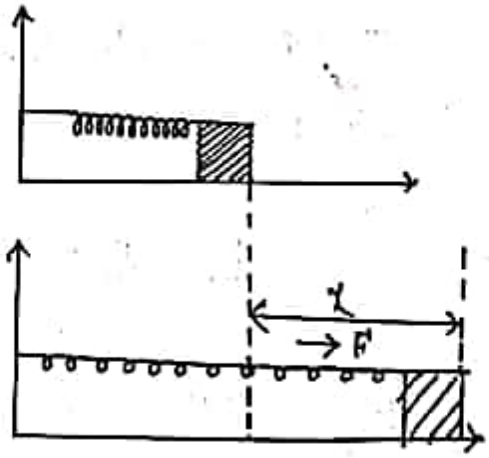
$$\Rightarrow W = mgs\sin\alpha$$

SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

স্থিতিস্থাপক বল দ্বারা কৃতকাজ
(Work done by Elastic Force)

$$W = -\frac{1}{2}kx^2$$ (x → সরণ; k → স্প্রিং ধ্রুবক)

বা, $W = -\frac{1}{2}k(x_2^2 - x_1^2)$



Scanned by CamScanner
Scanned with CamScanner

- অভিকর্ষ বলের বিপরীতে কাজ, $W = \frac{GMmh}{R(R+h)}$

মহাকর্ষ বল দ্বারা কৃতকাজ, $W = GMm\left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1}\right)$

ঘূর্ণনের ক্ষেত্রে কৃতকাজ, $W = \tau(\theta_2 - \theta_1)$

পাথর স্তম্ভ তৈরীতে কৃতকাজ: n সংখ্যক পাথর যাদের প্রত্যেকের ভর m এবং উচ্চতা h পরস্পর রাখিয়ে [redacted] উঁচু স্তম্ভ তৈরী করতে কৃতকাজ,

$$W = mgh\frac{n(n-1)}{2}$$

শক্তি (Energy)

কোনো বস্তুর কাজ করার সামর্থ্যকে শক্তি বলে। বস্তু সর্বমোট যতটুকু কাজ করতে পারে তা দিয়েই শক্তির পরিমাপ করা হয়।

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

যান্ত্রিক শক্তি (Mechanical Energy): কোন বস্তুর মধ্যে [redacted] তার গতি, অবস্থান বা প্রভৃতি অবস্থার জন্য কাজ করার যে সামর্থ্য তথা শক্তি থাকে তাকে যান্ত্রিক শক্তি বলে।

গতিশক্তি (Kinetic Energy): কোনো গতিশীল বস্তু গতিশীল থাকার জন্য কাজ করার যে সামর্থ্য অর্থাৎ শক্তি অর্জন করে তাকে গতিশক্তি বলে।

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

$E_K = \frac{p^2}{2m}$ ← ভরবেগ

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

কাজ-শক্তি উপপাদ্য (Work-Energy Theorem) :

"কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল দ্বারা কৃতকাজ বস্তুটির গতিশক্তি পরিবর্তনের সমান।"

$$\Delta W = E_2 - E_1 = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2)$$

* ঘূর্ণায়মান বস্তুর গতিশক্তি, $E_K = \frac{1}{2} I \omega^2$ → কৌণিক বেগ; I ↓ জড়তার ভ্রামক

* চলন ঘূর্ণন গতিসম্পন্ন বস্তুর গতিশক্তি, $E_K = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} I \omega^2$

EDUCATION LIVE BD

বিভবশক্তি বা স্থিতিশক্তি (Potential Energy) : স্বাভাবিক অবস্থা বা অবস্থান পরিবর্তন করে কোন বস্তুকে অন্য কোন অবস্থায় বা অবস্থানে আনলে বস্তু কাজ করার যে সামর্থ্য অর্জন করে তাকে বিভবশক্তি বলে।

SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

* অভিকর্ষজ বিভব শক্তি, $E_p = mgh$

* স্প্রিং-এর বিভবশক্তি, $E_p = \frac{1}{2} k x^2$

* উলম্বভাবে ~~ঝুলন্ত~~ ঝুলন্ত স্প্রিং-এর বিভবশক্তি, $U = \frac{1}{2} mgL$; L ↓ সাম্যাবস্থায় দৈর্ঘ্য

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

* স্প্রিং এর গতিশক্তি, $E_K = \frac{1}{2}K(A^2 - x^2)$

A → সর্বোচ্চ বিস্তার

* স্প্রিং এর স্থিতিশক্তি, $E_p = \frac{1}{2}kx^2$

∴ মোট শক্তি, $E = E_p + E_K = \frac{1}{2}KA^2$

অভিকর্ষের টানে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর t-তম সেকেন্ডে হারানো স্থিতিশক্তি বা অর্জিত গতিশক্তির পরিমাণ,

$$E = \frac{1}{2}mg^2(2t-1)$$

* h উচ্চতা হতে একটি বস্তুকে বিনা বাধায় পড়তে দিলে ভূমি হতে যে উচ্চতায় উহার গতিশক্তি বিভবশক্তির n গুণ হয়,

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক

$$E_K = nE_p$$

SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

$$x = \frac{h}{n+1}$$

ক্ষমতা (Power): কাজ সম্পাদনকারী কোনো ব্যক্তি বা যন্ত্রের কাজ করার হার বা শক্তি সরবরাহের হারকে ক্ষমতা বলে।

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = Fv$$

1 H.P = 746 Watt

H.P → Horse Power

Scanned by CamScanner
Scanned with CamScanner

কর্মদক্ষতা (Efficiency): কোন ব্যবস্থা বা যন্ত্র হতে প্রাপ্ত মোট কার্যকর শক্তি এবং ব্যবস্থায় বা যন্ত্রে প্রদত্ত মোট শক্তির অনুপাতকে ঐ ব্যবস্থার বা যন্ত্রের কর্মদক্ষতা বলে।

কর্মদক্ষতা, $\eta = \frac{E_{output}}{E_{input}} = \frac{P_{output}}{P_{input}}$

E_{output} = কার্যকর শক্তি

E_{input} = প্রদত্ত শক্তি

P_{output} = কার্যকর ক্ষমতা

P_{input} = প্রদত্ত ক্ষমতা

বল →
- সংরক্ষণশীল বল (Conservative Force)
- অসংরক্ষণশীল বল (Non-conservative Force)

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক

সংরক্ষণশীল বল (Conservative Force): কোন বস্তুকে কোন বলের প্রভাবে একটি বদ্ধ পথে সম্পূর্ণ ঘুরিয়ে আনলে যদি মোট কাজের পরিমাণ শূন্য হয় তাহলে ঐ বলকে সংরক্ষণশীল বল বলে।

SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

যেমন: অভিকর্ষ বল।

i) বল শুধু অবস্থানের উপর নির্ভর করে।

ii) একটি বস্তুকে এক স্থান হতে অন্য স্থানে স্থানান্তরে কৃতকাজ পথের উপর নির্ভর করেনা। শুধু আদি ও চূড়ান্ত অবস্থানের উপর নির্ভর করে।

iii) সংরক্ষণশীল বল দ্বারা কৃতকাজ সম্পূর্ণরূপে উদ্ধার করা যায়।

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

অসংরক্ষণশীল বল (Non-conservative Force): কোন বস্তুকে কোন বলের প্রভাবে একটি বদ্ধপথে সম্পূর্ন ঘুরিয়ে আনলে যদি মোট কাজের পরিমান শূন্য না হয় তাহলে ঐ বলকে অসংরক্ষণশীল বল বলে। যেমন: ঘর্ষন বল।

i) বল শুধু অবস্থানের উপর নির্ভর করেনা।

ii) একটি বস্তুকে এক স্থান হতে অন্য স্থানে স্থানান্তরে কৃত কাজ পথের উপর নির্ভর করে।

iii) অসংরক্ষণশীল বল দ্বারা কৃত কাজ সম্পূর্নরূপে পুনরুদ্ধার করা যায়না।

Some Special Cases

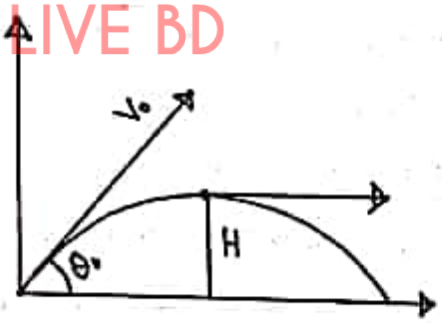
EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক

প্রক্ষেপকের সর্বোচ্চ উচ্চতায় শক্তির রাশিমালা:

SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

গতিশক্তি, $E_{1K} = \frac{1}{2} m v_0^2 \cos^2\theta_0$

স্থিতিশক্তি, $E_{1p} = \frac{1}{2} m v_0^2 \sin^2\theta_0$



Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

* সরলদোলকের ক্ষেত্রে সুতার দৈর্ঘ্য l এবং কৌণিক বিস্তার α হলে, সাম্যাবস্থান অতিক্রমকালে বেগ,

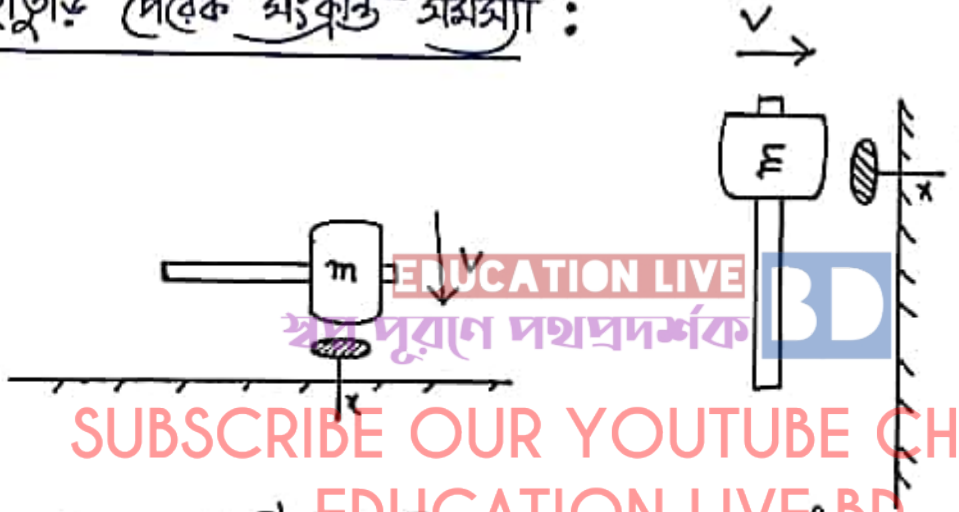
$$V_{max} = 2\sqrt{gl}\,\sin\frac{\alpha}{2}$$

রৈখিক বিস্তার d হলে,

$$V_{max}^2 = 2gh = 2g\left(l - \sqrt{l^2 - d^2}\right)$$

$$\left[h = l - \sqrt{l^2 - d^2}\right]$$

হাতুড়ি পেরেক সংক্রান্ত সমস্যা :



EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

m ভরের একটি হাতুড়ি দ্বারা কোন দেয়ালের উপর রক্ষিত একটি পেরেকের উপর V বেগে আঘাত করায় পেরেকটি দেয়ালে x দূরত্ব গভীরে প্রবেশ করলো। দেয়ালের বাধা F' হলে,

$F' \cdot x = \frac{1}{2}mv^2 + mgx$ → দেয়াল যখন আনুভূমিক

$F' \cdot x = \frac{1}{2}mv^2$ → দেয়াল যখন উলম্ব

Scanned by CamScanner

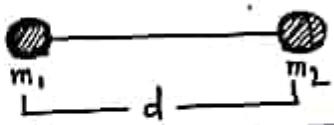
Scanned with CamScanner

মহাকর্ষ
Gravitation

$$F = G\frac{m_1 m_2}{d^2}$$

F → মহাকর্ষ বল

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



সার্বজনীন ধ্রুবক কারন G-এর মান বস্তুকণা দুটির মাধ্যমের প্রকৃতির উপর যেমন - প্রবেশ্যতা (permeability), প্রবনতা (susceptibility), দিকদর্শিতা (Directivity) এবং বস্তুকনার প্রকৃতির উপর নির্ভর করেনা।

নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র : "মহাবিশ্বের যেকোনো দুটি বস্তুকনা পরস্পরকে আকর্ষন করে। এই আকর্ষন বল বস্তু দুটির ভরের গুনফলের সমানুপাতিক, তাদের দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক এবং বস্তু দুটির সংযোগকারী সরলরেখা বরাবর ক্রিয়াশীল।"

EDUCATION LIVE BD

$$G = \frac{Fd^2}{m_1 m_2}$$

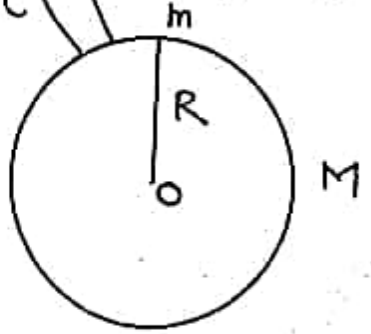
→ একক ভরবিশিষ্ট দুটি বস্তুকনা একক দূরত্বে থেকে, যে পরিমান বল দ্বারা পরস্পরকে আকর্ষন করে, তার সংখ্যাগত মানকে মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বলে।

SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

অভিকর্ষজ ত্বরন (Acceleration due to gravity) :

"কোন স্থানে অভিকর্ষের টানে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর বেগ যে হারে বৃদ্ধি পায় তাকে ঐ স্থানের অভিকর্ষজ বা অভিকর্ষীয় ত্বরন বলে।"

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



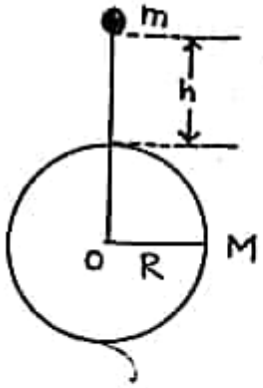
Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

অভিকর্ষজ ত্বরণ g এর তারতম্য–

i) উচ্চতার ক্রিয়া (Altitude Effect)
ii) অক্ষাংশ ক্রিয়া (Latitude Effect)
iii) পৃথিবীর ঘূর্ণন ক্রিয়া (Rotational effect on Earth).

i) উচ্চতার ক্রিয়া (Altitude Effect):

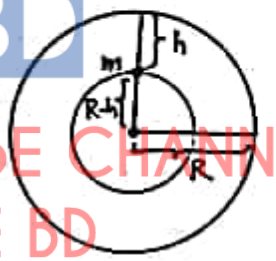


1. কোন বস্তু যদি পৃথিবীপৃষ্ঠ হতে উপরে অবস্থিত হয়–

$$g_h = g\left(1 - \frac{2h}{R}\right) \quad \therefore g > g_h$$

2. কোন বস্তু যদি পৃথিবীপৃষ্ঠ হতে নিচে অবস্থিত হয়–

$$g_d = g\left(1 - \frac{h}{R}\right) \quad \therefore g > g_d$$



3. কোন বস্তু যদি পৃথিবীপৃষ্ঠে অবস্থিত হয়,

$$g = \frac{4}{3}\pi R G \rho$$ → (ρ) পৃথিবীর উপাদান এর গড় ঘনত্ব

* পৃথিবীর কেন্দ্রে g এর মান শূন্য।
* পৃথিবী পৃষ্ঠে g এর মান সর্বোচ্চ।

EDUCATION LIVE BD
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD
Scanned by CamScanner
Scanned with CamScanner

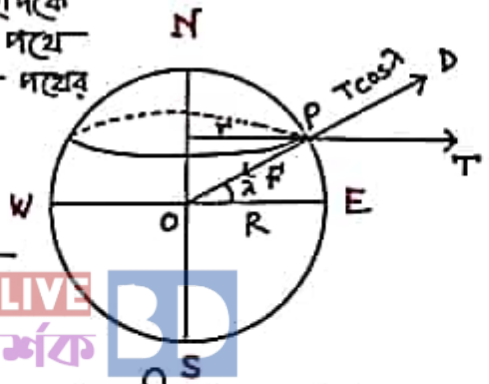
ii) অক্ষাংশ ক্রিয়া (Latitude Effect): পৃথিবী সম্পূর্ণ গোলাকার নয়। এর আকৃতি উপগোলকীয় (spheroidal)। উত্তর ও দক্ষিণ মেরু কিছুটা চাপা। বিষুব ব্যাস মেরু ব্যাস অপেক্ষা প্রায় 43 km বৃহত্তর। সুতরাং বিষুব রেখায় অবস্থিত কোন বস্তু মেরু অঞ্চলে অবস্থিত বস্তু অপেক্ষা পৃথিবীর কেন্দ্র হতে অধিক দূরে অবস্থিত। তাই বিষুবীয় অঞ্চলে g এর মান কম আর মেরু অঞ্চলে g এর মান বেশি।

"বিষুব রেখা হতে ক্রমাগত মেরুর দিকে অগ্রসর হলে g-এর মান বাড়তে থাকবে এবং মেরুতে এর মান সর্বাপেক্ষা বেশি।"

iii) পৃথিবীর ঘূর্ণন ক্রিয়া (Rotational Effect of The Earth):

ধরি, m ভরের একটি বস্তু ভূ-পৃষ্ঠে λ (উত্তর) অক্ষাংশে P বিন্দুতে অবস্থান করে। পৃথিবীর ঘূর্ণনে তার অক্ষ NS-এর চতুর্দিকে ω সমকৌণিক বেগে r ব্যাসার্ধবিশিষ্ট বৃত্তাকার পথে ঘুরছে। তাহলে বস্তুটির উপর তার বৃত্তাকার পথের সাপেক্ষে PT বরাবর সৃষ্ট কেন্দ্রবিমুখী বল,

$T = m\omega^2 r$ $\left[v = \omega r \text{ এবং } F = \frac{mv^2}{r}\right]$



PO বা ভূকেন্দ্র বরাবর বস্তুটির উপর পৃথিবীর আকর্ষণ, $F = \frac{GMm}{R^2}$

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক

OPD বরাবর বা ভূ-কেন্দ্র হতে বাইরের দিকে কেন্দ্রবিমুখী বলের অংশক,

$T \cos\lambda = m\omega^2 r \cos\lambda = m\omega^2 R\cos^2\lambda$ $[\because r = R\cos\lambda]$

SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

বল দুটির লব্ধি, $F_\lambda = \frac{GMm}{R^2} - m\omega^2 R\cos^2\lambda$

P বিন্দুতে ভূকেন্দ্র অভিমুখে অভিকর্ষজ ত্বরণ g_λ হলে,

$$F_\lambda = mg_\lambda = \frac{GMm}{R^2} - m\omega^2 R\cos^2\lambda$$

$$g_\lambda = \frac{GM}{R^2} - \omega^2 R\cos^2\lambda$$

বিষুব অঞ্চলে, $\lambda = 0^\circ$, $\therefore g_\lambda = \frac{GM}{R^2} - \omega^2 R$ $[\because \cos\lambda = 1]$

আবার মেরু অঞ্চলে, $\lambda = 90^\circ$ $\therefore g_\lambda = \frac{GM}{R^2}$ $[\because \cos\lambda = 0]$

কাজেই g-এর মান মেরু অঞ্চলে সর্বাধিক আর বিষুবীয় অঞ্চলে সর্বনিম্ন হবে।

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

N.B → ঘূর্নিগতির কারনে মেরু অঞ্চলে g এর মান অধিক হয়, কিন্তু বিষুবীয় অঞ্চলে বেশি কম।

মেরুতে, $g = 9.832\ ms^{-2}$, বিষুবে $g = 9.780\ ms^{-2}$

ঢাকায়, $g = 9.7835\ ms^{-2}$, চট্টগ্রামে $g = 9.790\ ms^{-2}$

ভর (Mass): কোন একটি বস্তুতে মোট যে পরিমান পদার্থ আছে তাকে তার ভর বলে।

ওজন (Weight): কোন একটি বস্তু যে পরিমান বল দ্বারা পৃথিবীর কেন্দ্রের দিকে আকৃষ্ট হয় তাকে তার ওজন বা ভার বলে।

$$W = mg$$

কেপলারের সূত্র (Kepler's Law):

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক

প্রথম সূত্র (1st Law): সূর্যকে একটি ফোকাসে রেখে প্রতিটি গ্রহ উপবৃত্তাকার পথে ঘুরছে।

SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

দ্বিতীয় সূত্র (2nd Law): প্রত্যেকটি গ্রহ এমনভাবে ঘুরছে যে, সূর্য ও গ্রহের কেন্দ্রের সংযোজক কাল্পনিক রেখা সমান সময়ে সমান ক্ষেত্রফল রচনা করে।

তৃতীয় সূত্র (3rd law): প্রতিটি গ্রহের আবর্তনকালের বর্গ সূর্য হতে তাদের গড় দূরত্বের ঘনফলের সমানুপাতিক।

↪ $T^2 \propto r^3$ বা, $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{r_1^3}{r_2^3}$

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

মহাকর্ষ ক্ষেত্র (Gravitational Field): কোনো বস্তুর চারিদিকে যে অঞ্চলজুড়ে মহাকর্ষ বল অনুভূত হয় তাকে মহাকর্ষ ক্ষেত্র বলে।

মহাকর্ষ ক্ষেত্র প্রাবল্য (Gravitational Field Intesity): কোন বস্তুর মহাকর্ষ ক্ষেত্রের মধ্যে প্রভাব সব জায়গায় এক থাকেনা। বিভিন্ন বিন্দুতে এর প্রভাব বিভিন্ন হয়। মহাকর্ষ ক্ষেত্র প্রাবল্য বা তীব্রতা দ্বারা এই প্রভাব পরিমাপ করা হয়। পরীক্ষনীয় বস্তু হিসাবে একক ভরের বস্তু বিবেচনা করা হয়। এই একক ভরের বস্তু যে বল লাভ করে তা দিয়ে মহাকর্ষ ক্ষেত্র প্রাবল্য বা তীব্রতা পরিমাপ করা হয়।

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{m}$$

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক

$$E = \frac{GM}{r^2}$$

SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

মহাকর্ষীয় বিভব (Gravitational Potential): অসীম দূরত্ব হতে একক ভরের কোন বস্তুকে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে মহাকর্ষীয় বল দ্বারা সম্পন্ন কাজের পরিমানকে ঐ বিন্দুর মহাকর্ষীয় বিভব বলে।

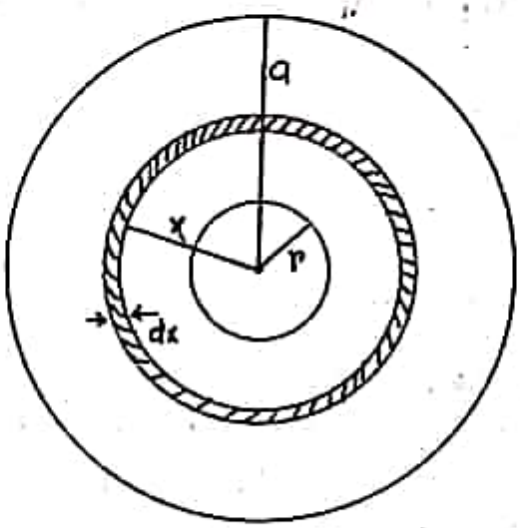
$$V = -\frac{GM}{r}$$

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

* নিরেট গোলকের অভ্যন্তরে কোন বিন্দুতে মোট বিভব, [redacted]

$$V = -GM\left(\frac{3a^2-r^2}{2a^3}\right)$$



* নিরেট গোলকের অভ্যন্তরে কোন বিন্দুতে মোট প্রাবল্য,

$$E_1 = \frac{GM}{a^3} r$$

মুক্তিবেগ (Escape Velocity): সর্বনিম্ন যে বেগে কোনো বস্তুকে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে তা আর পৃথিবীতে ফিরে আসেনা তাকে মুক্তিবেগ বলে।

EDUCATION LIVE BD
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

$$V_e = \sqrt{2gR} = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = 2R\sqrt{\frac{2}{3}\pi G\rho}$$

Scanned by CamScanner
Scanned with CamScanner

কৃত্রিম ও ভূস্থির উপগ্রহের সমীকরণ :

* h উচ্চতায় কৃত্রিম উপগ্রহের রৈখিক বেগ,

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

g' → h উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ

* আবর্তনকাল T হলে,

$$T = \frac{2\pi}{v}(R+h) = 2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{GM}}$$

$$= 2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{gR^2}}$$

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক

* ভূ-স্থির উপগ্রহের আবর্তনকাল :-

SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

$$T = \frac{2\pi r^{3/2}}{\sqrt{gR^2}} = \frac{2\pi r^{3/2}}{\sqrt{GM}}$$

* পৃথিবীপৃষ্ঠ হতে ভূস্থির উপগ্রহের উচ্চতা h হলে,

$$h = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{1/3} - R$$

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

Special Formula :-

θ অক্ষাংশে অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$$g_\theta = g - \omega^2 R\cos^2\theta$$

সূর্যের ভর, $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$

Some Informations :-

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

পৃথিবীর ভর → 6×10^{24} kg

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ → 6400 km

চাঁদের ভর → 7.4×10^{22} kg

চাঁদের ব্যাসার্ধ → 1740 km

সূর্যের ভর → 1.99×10^{30} kg

সূর্যের ব্যাসার্ধ → 700000 km

মুক্তিবেগ (Earth) → 11.2 kms^{-1}

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

পদার্থের গাঠনিক ধর্ম

Structural Properties of Matter

⊡ **স্থিতিস্থাপকতা (Elasticity):** পদার্থের যে ধর্মের জন্য বল প্রয়োগে তার গঠনের পরিবর্তনে বাধা দেয় এবং প্রযুক্ত বল অপসারিত হলে তা পূর্বের গঠন ফিরে পায় তাকে স্থিতিস্থাপকতা বলে।

⊡ **পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তু (Perfectly Elastic Body):** বস্তুর উপর বিকৃতি সৃষ্টিকারী বাহ্যিক বল অপসারণ করার পর যদি বস্তুটি সম্পূর্ণরূপে পূর্বের স্বাভাবিক অবস্থায় ফিরে আসে তাহলে সে ধরনের বস্তুকে পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তু বলে।

* বাস্তবে পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তু পাওয়া অসম্ভব।

⊡ **পূর্ণ দৃঢ় বস্তু (Perfectly Rigid Body):** বল প্রয়োগে যেসকল বস্তুর বিকৃতি ঘটানো যায়না, সে ধরনের বস্তুকে পূর্ণ দৃঢ় বস্তু বলে।

* বাস্তবে কোনো বস্তুই পূর্ণ দৃঢ় বস্তু নয়।

⊡ **পূর্ণ নমনীয় বস্তু (Perfectly Plastic Body):** বস্তুর উপর বিকৃতি সৃষ্টিকারী বাহ্যিক বল অপসারণ করার পর বস্তু যদি তার বিকৃত অবস্থা পুরোপুরি বজায় রাখে তবে সে ধরনের বস্তুকে পূর্ণ নমনীয় বস্তু বলে।

* বাস্তবে কোন বস্তুই পূর্ণ নমনীয় বস্তু নয়।

⊡ **স্থিতিস্থাপক সীমা (Elastic Limit):** বিকৃতি সৃষ্টিকারী বাহ্যিক বল প্রয়োগ করে বিকৃত করার সময় প্রায় প্রত্যেক বস্তুই বাহ্যিক বলের একটি সর্বোচ্চ মান পর্যন্ত পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তুর ন্যায় আচরণ করে। বাহ্যিক বলের এই সর্বোচ্চ মানকেই স্থিতিস্থাপক সীমা বলে।

EDUCATION LIVE BD
পর্দার পেছনের পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD
Scanned by CamScanner
Scanned with CamScanner

স্থিতিস্থাপক ধর্ম দিক নিরপেক্ষ বা দিক নির্ভরশীল বিবেচনায় দু'ভাগে বিভক্ত। যথা:-
i) সমদিকধর্মী বস্তু
ii) অসমদিকধর্মী বস্তু

i) <u>সমদিকধর্মী বস্তু (Isotropic Body)</u>: যেসব বস্তুর স্থিতিস্থাপক ধর্ম সবদিকে একই রকম সেসব বস্তুকে সমদিকধর্মী বস্তু বলে।
যেমন: ধাতুর তৈরী দন্ড, রড, তার ইত্যাদি।
* এ ধরনের বস্তুকে দিক নিরপেক্ষ স্থিতিস্থাপক বস্তুও বলা যেতে পারে।

ii) <u>অসমদিকধর্মী বস্তু (Anisotropic Body)</u>: যে বস্তুর স্থিতিস্থাপক ধর্ম বিভিন্ন দিকে বিভিন্ন সেধরনের বস্তুকে অসমদিকধর্মী বস্তু বলে।
যেমন: কোয়ার্জ (quartz)
* এ ধরনের বস্তুকে দিক নির্ভরশীল স্থিতিস্থাপক বস্তুও বলা যেতে পারে।

EDUCATION LIVE BD
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

<u>বিকৃতি (Strain)</u>: "বল প্রয়োগে কোন বস্তুর একক মাত্রায় যে পরিবর্তন বা বিকার (deformation) হয় তাকে বিকৃতি বলে।"
কোনো বস্তুর আদি মাত্রা X এবং বল প্রয়োগের পর মাত্রা Y হলে বিকার বা মাত্রার পরিবর্তন $Y \sim X$।

$$\text{বিকৃতি} = \frac{Y \sim X}{X}$$

<u>পীড়ন (Stress)</u>: কোন বস্তুর বিকার হলে একক ক্ষেত্রে উদ্ভূত প্রত্যয়নী বলকে (Restoring Force) পীড়ন বলে।

$$\text{পীড়ন} = \frac{F}{A}$$

Scanned by CamScanner
Scanned with CamScanner

অসহ ভার : সর্বাপেক্ষা কম যে জোরের ক্রিয়ায় একটি বস্তু ছিঁড়ে বা ভেঙে যায় তাকে ঐ বস্তুর অসহ ভার বলে।

অসহ পীড়ন :- প্রতি একক ক্ষেত্রফলে ন্যূনতম যে বল প্রযুক্ত হলে কোন বস্তু ছিঁড়ে বা ভেঙে যায় তাকে ঐ বস্তুর অসহ পীড়ন বলে।

স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি (Elastic Fatigue): কোন বস্তুকে বারবার বিকৃত করলে বস্তুর স্থিতিস্থাপক অবস্থার অবনতি ঘটে। বস্তুর এ অবস্থাকে স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি বলে।

দৈর্ঘ্য বা টান বিকৃতি (Longitudinal or Tensile Strain):

কোন বস্তুর উপর বাহ্যিক বল প্রয়োগের ফলে তার দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন হলে একক দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন বা বিকারকে দৈর্ঘ্য বিকৃতি বা টান বিকৃতি বলে।

$$\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি} = \frac{l}{L}$$

EDUCATION LIVE BD
অগ্র প্রবেশ পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

দৈর্ঘ্য পীড়ন বা টান পীড়ন (Longitudinal or Tensile Stress):

দৈর্ঘ্য বিকারের ফলে স্থিতিস্থাপকতার কারণে বস্তুটির প্রস্থচ্ছেদের একক ক্ষেত্রফলে দৈর্ঘ্য বরাবর যে প্রত্যয়নী বল তৈরী হয় তাকে অনুদৈর্ঘ্য পীড়ন বলে।

$$\text{দৈর্ঘ্য পীড়ন} = \frac{F}{A}$$

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

ইয়ং-এর গুণাঙ্ক (Young's Modulus): স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর অনুদৈর্ঘ্য পীড়ন ও অনুদৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাতকে ইয়ং-এর গুণাঙ্ক বলে।

$$Y = \frac{F/A}{l/L} = \frac{FL}{Al} = \frac{FL}{\pi r^2 l}$$

আয়তন বিকৃতি (Volume or Bulk Strain): বল প্রয়োগে যদি কোন বস্তুর আয়তন পরিবর্তন বা বিকার হয় তবে একক আয়তনের পরিবর্তন বা বিকারকে আয়তন বিকৃতি বলে।

$$\text{আয়তন বিকৃতি} = \frac{v}{V}$$

আয়তন-পীড়ন (Volume or Bulk Stress): আয়তন বিকারের ফলে স্থিতিস্থাপকতার কারণে একক ক্ষেত্রে যে প্রত্যয়নী বল তৈরী হয় তাকে আয়তন পীড়ন বলে।

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

$$\text{আয়তন পীড়ন} = \frac{F}{A}$$

আয়তন গুণাঙ্ক (Volume or Bulk Modulus): স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর আয়তন পীড়ন ও আয়তন বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। একে আয়তন গুণাঙ্ক বলে।

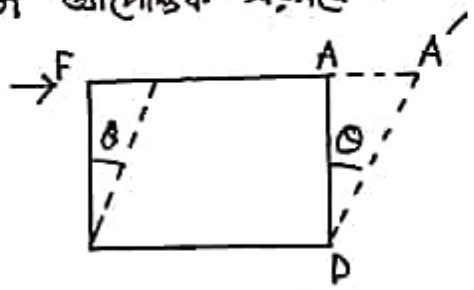
$$B = \frac{F/A}{v/V} = \frac{F \cdot V}{A v} = \frac{PV}{v}$$

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

কৃন্তন/মোচড়/ব্যবর্তন/আকার বিকৃতি (Shearing Strain):

একক দূরত্বে অবস্থিত দুটি তলের মধ্যবর্তী আপেক্ষিক সরণকে ব্যবর্তন বা মোচড় বিকৃতি বলে।



$\tan\theta = \theta = \frac{AA'}{AD}$ [∵ θ খুব ছোট ও রেডিয়ানে পরিমাপিত]

কৃন্তন/মোচড়/ব্যবর্তন/আকার পীড়ন (Shearing Stress):

ব্যবর্তন বিকৃতি প্রতিরোধ করার জন্য একক ক্ষেত্রফলে যে প্রতিরোধী বলের সৃষ্টি হয় অর্থাৎ ব্যবর্তন বিকৃতি ঘটাতে একক ক্ষেত্রফলের উপর যে স্পর্শকীয় বল প্রযুক্ত হয় তাকে ব্যবর্তন পীড়ন বলে।

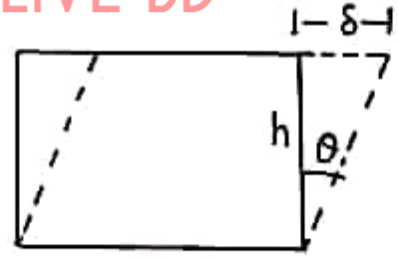
ব্যবর্তন পীড়ন = F/A

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক

দৃঢ়তার গুণাঙ্ক (Modulus of Rigidity):

SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর ব্যবর্তন পীড়ন ও ব্যবর্তন বিকৃতির অনুপাতকে দৃঢ়তার গুণাঙ্ক বলে।



$$\eta = \frac{F}{A\theta} = \frac{Fh}{A\delta}$$

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

হুকের সূত্র (Hooke's Law):

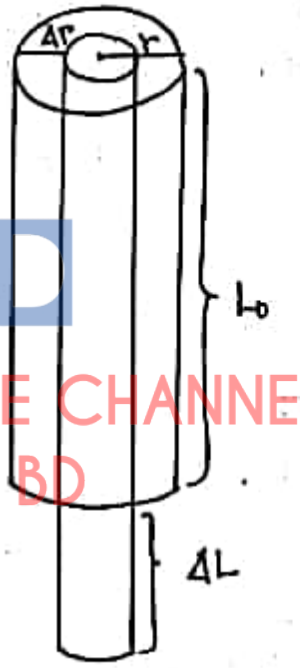
"স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোন বস্তুর পীড়ন তার বিকৃতির সমানুপাতিক"

$$\text{পীড়ন} \propto \text{বিকৃতি}$$

$$\frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}} = \text{ধ্রুবক}$$

পয়সনের অনুপাত (Poisson's Ratio):

স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এই ধ্রুব সংখ্যাকে বস্তুর পয়সনের অনুপাত বলে।



EDUCATION LIVE BD
ডুবুরি পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL EDUCATION LIVE BD

$$\sigma = -\frac{\frac{\Delta r}{r}}{\frac{\Delta L}{L_0}}$$

$$= -\frac{\Delta r\, L_0}{r\, \Delta L}$$

** এখানে ঋণাত্মক চিহ্ন দ্বারা বুঝানো হয়েছে যে ΔL ধনাত্মক হলে Δr ঋণাত্মক হবে এবং Δr ধনাত্মক হলে ΔL ঋণাত্মক হবে। অর্থাৎ দৈর্ঘ্য বাড়লে ব্যাসার্ধ হ্রাস পাবে। ব্যাসার্ধ বাড়লে দৈর্ঘ্য হ্রাস পাবে।

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

• অনুদৈর্ঘ্য বিকৃতির ক্ষেত্রে মোট স্থিতিশক্তি, $W = \frac{1}{2} \frac{YAl^2}{L}$

• আয়তন বিকৃতির ক্ষেত্রে মোট স্থিতিশক্তি, $W = \frac{1}{2} \frac{Bv^2}{V}$

• ব্যবর্তন/কৃন্তন/মোচড়/আকার বিকৃতির ক্ষেত্রে মোট স্থিতিশক্তি, $W = \frac{1}{2} \frac{\eta A \delta^2}{h}$

↑ উপরের আলোচ্য তিনটি বিষয়েই,
একক আয়তনে সঞ্চিত স্থিতিশক্তি = $\frac{1}{2}$ × পীড়ন × বিকৃতি

সংনম্যতা, $\frac{1}{B} = \frac{v}{PV} = K$

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

* ইয়ং এর গুণাঙ্ক, আয়তন গুণাঙ্ক, কৃন্তন গুণাঙ্ক ও পয়সনের অনুপাতের মধ্যে সম্পর্ক,

$$Y = 3B(1-2\sigma) = 2\eta(1+\sigma)$$

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

প্রবাহী পদার্থ (Fluids): যেসকল পদার্থ প্রবাহিত হতে পারে তাদের প্রবাহী পদার্থ বলে।

স্রোতরেখা বা ধারারেখ প্রবাহ (Streamline Flow): যখন কোন প্রবাহমান প্রবাহীর প্রতিটি স্তর গতিই প্রবাহীর গতিপথের সমান্তরাল হয় তবে সেই প্রবাহকে স্রোতরেখা বা ধারারেখ প্রবাহ বলে।

বিক্ষিপ্ত প্রবাহ (Turbulent Flow): যখন কোন প্রবাহমান প্রবাহীর স্তরগুলো প্রবাহীর গতিপথের সমান্তরাল বা পরস্পরের সমান্তরালে প্রবাহিত হয়না তাহলে সেই প্রবাহকে বিক্ষিপ্ত প্রবাহ বলে।

সান্দ্রতা (Viscosity): যে বল দ্বারা কোনো প্রবাহী পাশাপাশি দুটি স্তরের আপেক্ষিক গতিকে বাধা দেয়, তাকে সান্দ্রতা বল বলে এবং যে ধর্মের জন্য কোন প্রবাহী পাশাপাশি দুটি স্তরের আপেক্ষিক গতিকে বাধা দেয়, সেই ধর্মকে ঐ প্রবাহীর সান্দ্রতা বলে।

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক

$$F = \eta A \frac{dv}{dx}$$

- F → সান্দ্র বল
- η → সান্দ্রতা গুণাঙ্ক
- A → স্তরদ্বয়ের ক্ষেত্রফল
- $\frac{dv}{dx}$ → দূরত্বের সাথে বেগ পরিবর্তনের হার / বেগের নতি

SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

সান্দ্রতা গুণাঙ্ক (Co-efficient of Viscosity): প্রবাহীর দুটি স্তরের মধ্যবর্তী বেগের নতি একক হলে তাদের একক ক্ষেত্রফলে যে সান্দ্রতা বল ক্রিয়া করে তাকে ঐ প্রবাহীর সান্দ্রতা সহগ বা গুণাঙ্ক বলে।

$$\eta = \frac{F/A}{dv/dx}$$

* একক Nsm^{-2}

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

গ্যাসের সান্দ্রতার উপর তাপমাত্রার প্রভাব:

"গ্যাসের সান্দ্রতা সহগ তার কেলভিন তাপমাত্রার বর্গমূলের সমানুপাতিক"

$$\eta \propto \sqrt{T}$$

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

স্টোকস এর সূত্র (Stoke's Law): কোন সান্দ্র মাধ্যম দিয়ে যদি কোন বস্তু গতিশীল হয় তাহলে এটি এর মাঝে থাকা প্রবাহী পদার্থগুলো স্তরগুলোকে টেনে নিয়ে যেতে থাকে। এতে প্রবাহীর বিভিন্ন স্তরের মধ্যে আপেক্ষিক গতির সৃষ্টি হয়। ফলে গতিশীল বস্তুটির উপর একটি সান্দ্র বল কাজ করে। এ বল বস্তুর গতিকে মন্থর করতে সাহায্য করে।

EDUCATION LIVE BD

SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

r ব্যাসার্ধের কোন গোলক যদি η সান্দ্রতা গুনাঙ্কের তরলের ভিতর দিয়ে চলার সময় v বেগ প্রাপ্ত হয় তাহলে তরলের সান্দ্রতার জন্য গোলকের গতিকে বাধাদানকারী বল,

$$F' = 6\pi r \eta v$$

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

অন্ত্য বেগ বা প্রান্তিক বেগ

Terminal Velocity

কোন সান্দ্র প্রবাহী দিয়ে যদি কোন গোলক অভিকর্ষের প্রভাবে পতিত হয় তাহলে আদিতে অভিকর্ষজ ত্বরণের জন্য এর বেগ বৃদ্ধি পেতে থাকে কিন্তু যুগপথভাবে এর উপর বাধাদানকারী বল F' বৃদ্ধি পায় ফলে বস্তুটির নিট ত্বরণ কমতে থাকে। এক সময় বস্তুটির নিট ত্বরণ শূন্য হয়। বস্তুটি তখন ধ্রুব বেগে পতিত হতে থাকে। একে প্রান্ত বেগ বা অন্ত্য বেগ বলে।

$$v = \frac{2r^2(\rho_s - \rho_f)g}{9\eta}$$

(v → প্রান্ত বেগ; ρ_s → বস্তুর ঘনত্ব; ρ_f → তরলের ঘনত্ব)

অনেক সময় তরলের ভেতর দিয়ে বায়ু বুদবুদ উপরে উঠতে দেখা যায়। এতে প্রান্ত বেগের সমীকরণ,

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

$$v = \frac{2r^2(\rho_f - \rho_s)g}{9\eta}$$

(ρ_s → বায়ু বুদবুদের ঘনত্ব; ρ_f → পানির ঘনত্ব)

যেহেতু বায়ু বুদবুদের ঘনত্ব ρ_s পানির ঘনত্বের তুলনায় অনেক কম ($\rho_s << \rho_f$) তাই ρ_s কে উপেক্ষা করে উপরোক্ত সমীকরণকে বায়ু বুদবুদের জন্য লেখা যায়,

$$v = \frac{2r^2\rho_f g}{9\eta}$$

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

পৃষ্ঠটান ও পৃষ্ঠশক্তি

Surface Tension & Surface Energy

তরলের উপরিতল একটি টানটান স্থিতিস্থাপক ঝিল্লির ন্যায় আচরণ করে এবং তরলের পৃষ্ঠে ~~স্পর্শক~~ বরাবর সবদিকে একটি বল ক্রিয়া করে ~~যাকে~~ যাকে পৃষ্ঠটান বলে।

তরল পৃষ্ঠে সঞ্চিত বিভব শক্তিকে পৃষ্ঠশক্তি বলে। কোন তরলের একক ক্ষেত্রফলে সঞ্চিত বিভবশক্তি দ্বারা পৃষ্ঠশক্তি পরিমাপ করা হয়।

$$E = \frac{W}{A}$$

$W = T \, \Delta A$ → ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন; T → পৃষ্ঠটান

$T = \frac{F}{L}$, L → পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণের পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

R ব্যাসার্ধের বড় পানির ফোঁটাকে ভেঙে N সংখ্যক r ব্যাসার্ধবিশিষ্ট ফোঁটায় ভাঙলে: $\Delta A = N 4\pi r^2 - 4\pi R^2$

$\therefore$ কৃতকাজ, $W = T\Delta A = 4\pi (Nr^2 - R^2) T$

যদি বুদবুদ হয়, অর্থাৎ দুটি পৃষ্ঠ থাকে;

$$W = T\Delta A = 8\pi (Nr^2 - R^2) T$$

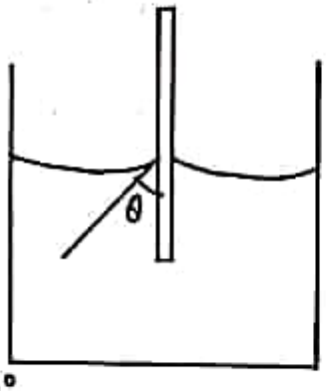
Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

সংশক্তি বল (Cohesive Force): একই পদার্থের অনুসমূহের মধ্যে পারস্পারিক আকর্ষণ বলকে সংশক্তি বল বলে।

আসঞ্জন বল (Adhesive Force): ভিন্ন পদার্থের অনুসমূহের মধ্যে পারস্পারিক আকর্ষণ বলকে আসঞ্জন বল বলে।

স্পর্শকোন (Angle of Contact):



কঠিন তরল স্পর্শ বিন্দুতে তরল পৃষ্ঠের স্পর্শক তলের ভিতরে কঠিন পৃষ্ঠের সাথে যে কোন তৈরী করে তাকে স্পর্শকোন বলে।

Cohesive > Adhesive → $\theta > 90^\circ$

Adhesive > Cohesive → $\theta < 90^\circ$

কৈশিকতা (Capilarity): কৈশিক নলে তরলের আরোহণ বা অবনমনকে কৈশিকতা বলে।

EDUCATION LIVE BD
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

কৈশিক নলে তরলের উত্থান ও অবনমনের ক্ষেত্রে,

$$T = \frac{r\rho g\left(h+\frac{r}{3}\right)}{2\cos\theta}$$

r এবং θ ক্ষুদ্র হলে, $T = \frac{h\rho g r}{2}$

U আকৃতির নলে উত্থান ও অবনমনের ক্ষেত্রে উচ্চতার পার্থক্য,

$$\Delta h = h_1 - h_2 = \frac{2T}{\rho g}\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right)$$

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

পর্যাবৃত্ত গতি

Periodic Motion

"কোনো গতিশীল বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এটি এর গতিপথের কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পর পর একই দিক থেকে অতিক্রম করে তাহলে সেই গতিকে পর্যাবৃত্ত গতি বলে।"

সরল ছন্দিত গতি (Simple Harmonic Motion): কোন পর্যাবৃত্ত গতিশীল বস্তুকণার উপর কার্যকর ত্বরণ যদি তার গতিপথের একটি নির্দিষ্ট বিন্দু অভিমুখে এমনভাবে ক্রিয়া করে যে তার মান ঐ বিন্দু হতে বস্তুর সরণের সমানুপাতিক ও বিপরীতমুখী হয়, তখন সে বস্তুকণার গতিকে সরল ছন্দিত গতি বলে।

সরল ছন্দিত গতির বৈশিষ্ট্য :

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক

১। এটি একটি পর্যাবৃত্ত গতি সুতরাং এ গতির পুনরাবৃত্তি ঘটে।

২। এটি একটি সরলরৈখিক গতি অর্থাৎ সরলরেখায় সংঘটিত হয়।

SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

৩। এটি একটি দোলন বা স্পন্দন গতি।

৪। যে কোন সময় ত্বরণের মান সাম্যাবস্থা হতে সরণের সমানুপাতিক এবং বিপরীতমুখী অর্থাৎ ত্বরণ a এবং সরণ, x হলে,

$a \propto -x$ অর্থাৎ বল, $F \propto -x$

৫। ত্বরণ তথা বল একটি নির্দিষ্ট বিন্দু অভিমুখী।

৬। কম্পমান কণার সরণ সাইন বা কোসাইনের অপেক্ষক।

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

সরল ছন্দিত গতির সংশ্লিষ্ট রাশি:

Quantities of Simple Harmonic Motion

□ সরণ (Displacement): সাম্যাবস্থা হতে যে-কোন মুহূর্তে বস্তুর দূরত্বকে বস্তুর সরণ বলে। একে সাধারণত x দ্বারা সূচিত করা হয়।

□ বিস্তার (Amplitude): সাম্যাবস্থা হতে বস্তুর সর্বোচ্চ সরণকে বিস্তার বলে।

* A দ্বারা সূচিত করা হয়।

□ পূর্ণ স্পন্দন (Complete Oscillation) বা পূর্ণ চক্র (Cycle): নির্দিষ্ট গতিপথে সাম্যাবস্থার এদিক ওদিক গতিশীল বস্তু গতিপথের কোন একটি বিন্দুকে একই দিক থেকে আবার অতিক্রম করলে একটি চক্র বা একটি পূর্ণ দোলন সম্পন্ন হয়েছে বলা হয়।

□ দোলনকাল (Time Period): একটি চক্র বা একটি পূর্ণ দোলনের সময়কালকে দোলনকাল বলে।

* T দ্বারা সূচিত করা হয়।

□ কম্পাঙ্ক (Frequency): প্রতি সেকেন্ডের পূর্ণ দোলন সংখ্যাকে কম্পাঙ্ক বা ফ্রিকুয়েন্সী বলে। * f দ্বারা সূচিত করা হয়।

একটি কম্পনের সময়কাল T sec হলে, কম্পাঙ্ক, $f = \frac{1}{T}$

□ কৌণিক কম্পাঙ্ক (Angular frequency): প্রতি সেকেন্ডে বৃত্তাকার পথে পূর্ণ ঘূর্ণনের সংখ্যাকে কৌণিক কম্পাঙ্ক বলে।

* ω দ্বারা সূচিত করা হয়।

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

□ দশা (Phase): যে রাশি বা রাশিসমূহের সাহায্যে বস্তুর সম্পূর্ণ অবস্থা বুঝা যায় তাকে দশা বলে।

$(\omega t + \delta) \rightarrow$ দশা

EDUCATION LIVE BD
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD
Scanned by CamScanner
Scanned with CamScanner

আদি দশা (Initial Phase): পর্যবেক্ষণ শুরুর মুহূর্তে বস্তুর অবস্থাকে বস্তুর আদি দশা বলে।

* δ দ্বারা সূচিত করা হয়।

• **সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কণার অন্তরক সমীকরণ এবং তার সমাধান**

Differential Equation of Simple Harmonic Motion and its Solution

আমরা জানি, সরল ছন্দিত গতির ক্ষেত্রে কণার ত্বরণ সাম্যাবস্থান হতে তার সরণের সমানুপাতিক এবং বিপরীতমুখী। সুতরাং এক্ষেত্রে কণার উপর ক্রিয়াশীল বলও সরণের সমানুপাতিক এবং বিপরীতমুখী হবে। সাম্যাবস্থান হতে কণার সরণ x হলে যদি এর উপর F বল ক্রিয়া করে তাহলে,

$$F \propto -x$$

$\Rightarrow F = -Kx$ [K একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। একে বল ধ্রুবক বলে]

$\Rightarrow ma = -Kx$ [কণাটির ভর m হলে, $F = ma$]

ত্বরণ a কে অন্তরকলনের সাহায্যে লিখলে দাঁড়ায়,

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{dx}{dt}\right) = \frac{d^2x}{dt^2}$$

$$\therefore m\frac{d^2x}{dt^2} = -kx$$

$$\Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{k}{m}x$$

$$\Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}x = 0$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0}$$ $\left[\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}\right]$

→ এটিই সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কণার অন্তরক সমীকরণ

EDUCATION LIVE BD
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

- **সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কণার বিভিন্ন সমীকরণ :**

সরল ছন্দিত স্পন্দনসম্পন্ন কোন কণার সরণ, $x = A\sin(\omega t + \delta)$

কৌণিক বেগ বা কম্পাঙ্ক, $\omega = \sqrt{\frac{K}{m}}$

বেগ, $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

সর্বোচ্চ বেগ, $V_{max} = \omega A = A\sqrt{\frac{K}{m}}$

ত্বরণ, $a = -\omega^2 x = -\omega^2 A\sin(\omega t + \delta)$

সর্বোচ্চ ত্বরণ, $a_{max} = -\omega^2 A$

$F = -Kx$

স্থিতিশক্তি, $E_p = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2\sin^2(\omega t + \delta)$

গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}k(A^2 - x^2) = \frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t + \delta)$

যেকোন মুহূর্তে সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কণার মোট যান্ত্রিক শক্তি,

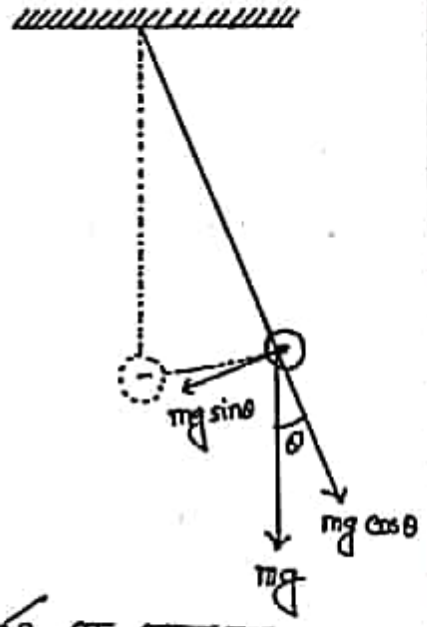
$$E = E_p + E_k = \frac{1}{2}kA^2$$

EDUCATION LIVE
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD
Scanned by CamScanner
Scanned with CamScanner

সরল দোলকের গতি

Motion of Simple Pendulum

"একটি ক্ষুদ্র ভারী বস্তুকে ভরহীন, পঁচহীন অপ্রসারণশীল নমনীয় সুতা দ্বারা কোনো দৃঢ় অবলম্বন হতে ঝুলিয়ে দিলে যদি তা বিনা বাধায় ক্ষুদ্র বিস্তারে এদিক ওদিক দুলতে পারে তবে তাকে সরল দোলক বলা।"



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

সেকেন্ড দোলক (Second Pendulum):

যে সরল দোলকের দোলনকাল দুই সেকেন্ড অর্থাৎ যে দোলকের একপ্রান্ত থেকে অপরপ্রান্তে যেতে এক সেকেন্ড সময় লাগে তাকে সেকেন্ড দোলক বলে।

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

- সেকেন্ড দোলকের ক্ষেত্রে, $L = \frac{g}{\pi^2}$

- নিক্ষেপে সরল দোলকের দোলনকাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g \pm f}}$ → নিক্ষেপের ত্বরণ
  - ঊর্ধ্বমুখী +
  - নিম্নমুখী −

- ভূ-পৃষ্ঠ হতে h উঁচু স্থানে যদি অভিকর্ষজ ত্বরণ g_2 এবং ভূ-পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ g_1 হয়,

$$\frac{g_2}{g_1} = \frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R^2}{(R+h)^2} = \frac{L_1}{L_2}$$

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

• ভূ-পৃষ্ঠ হতে গভীরে অবস্থিত কোন বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ g_2 এবং ভূ-পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ g_1 হলে,

$$\frac{g_2}{g_1} = \frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{L_1}{L_2} = 1 - \frac{h}{R}$$

• ত্রুটিপূর্ণ দোলকের ক্ষেত্রে, $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} = \frac{86400}{86400 \pm x}$

↓ যতটি দোলন কম বা বেশি দেয়।

উলম্ব স্প্রিং এর দোলন

Oscillation of a Vertical Spring

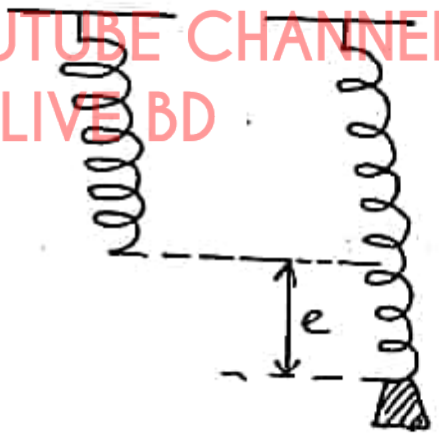
EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক

স্প্রিং এর ক্ষেত্রে,

SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

পর্যায়কাল, $T = \frac{2\pi}{\omega}$

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

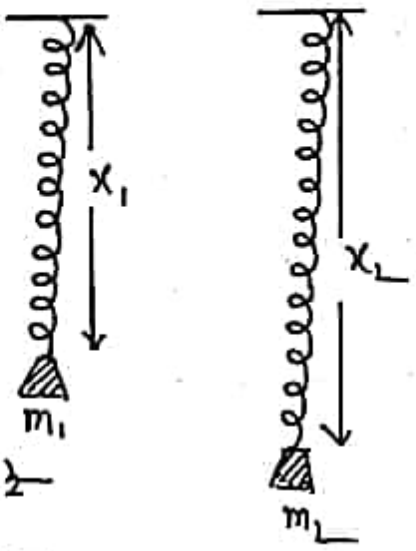


Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

• যদি m_1 ও m_2 ভরের দুটি বস্তু একই স্প্রিং এর মুক্ত প্রান্ত হতে ঝুলিয়ে দেয়া হয় এবং এর ফলে স্প্রিং এর দৈর্ঘ্য যথাক্রমে x_1 ও x_2 হয় তাহলে,

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{x_1}{x_2}$$



• যদি m_1 ও m_2 ভরের দুটি বস্তু একই স্প্রিং এর মুক্ত প্রান্ত হতে ঝুলিয়ে দেয়া হয় এবং এর ফলে স্প্রিং এর দোলনকাল যথাক্রমে T_1 ও T_2 হয় তাহলে,

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{T_1^2}{T_2^2}$$

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

• স্প্রিং এর স্থিতিশক্তি, $E_p = \frac{1}{2}kA^2\sin^2(\omega t+\delta)$

• স্প্রিং এর গতিশক্তি, $E_K = \frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t+\delta)$

• মোট শক্তি, $E_t = E_p + E_K = \frac{1}{2}kA^2$

এক চক্র পরিমান স্প্রিং এর

→ গড় গতিশক্তি $= \frac{1}{3}kA^2 = \frac{2}{3} \times$ মোট শক্তি

→ গড় স্থিতিশক্তি $= \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2} \times$ মোট শক্তি

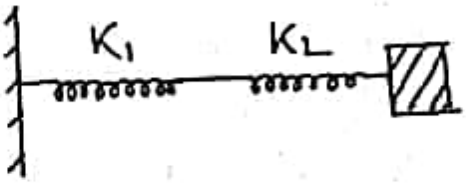
Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

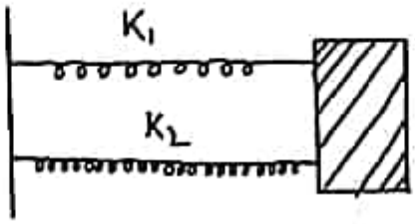
☐ অনুক্রমে সংযুক্ত স্প্রিং এর জন্য →

$$\frac{1}{K_s} = \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \frac{1}{K_3} + \cdots + \frac{1}{K_n}$$

☐ সমান্তরালে সংযুক্ত স্প্রিং এর ক্ষেত্রে →



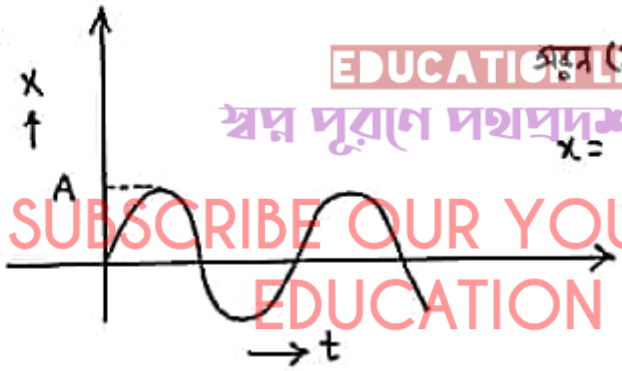
$$K_p = K_1 + K_2 + K_3 + \cdots + K_n$$



কতিপয় গুরুত্বপূর্ণ Graph

i) সরণ (x) বনাম সময় (t)

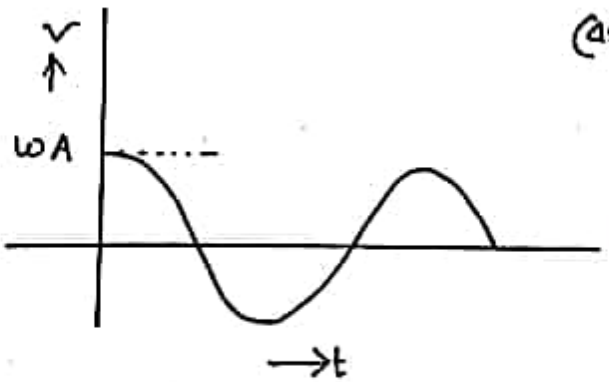
x =



EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

ii) বেগ (v) বনাম সময় (t)

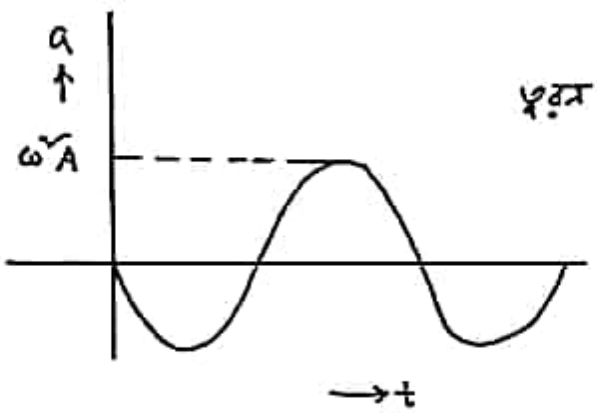
$$v = \omega A \cos \omega t$$



Scanned by CamScanner

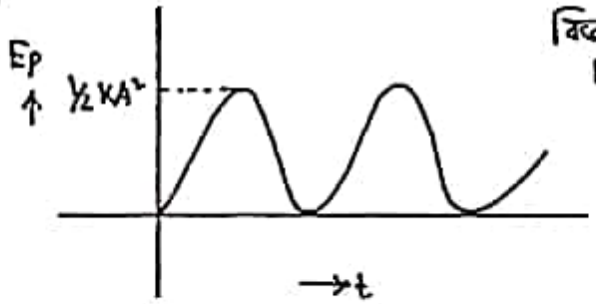
Scanned with CamScanner

iii)



ত্বরণ (a) বনাম সময় (t)

iv)

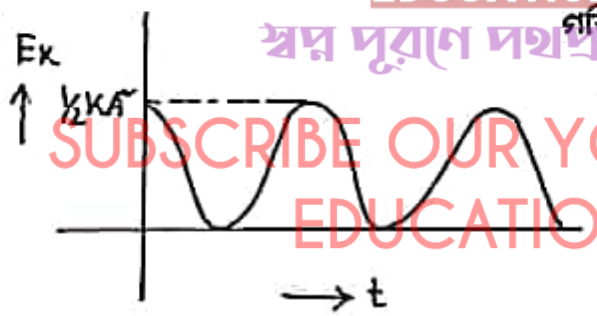


বিভবশক্তি বনাম সময়
E_p t

$E_p = \frac{1}{2} KA^2 \sin^2(\omega t + \delta)$

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক

v)

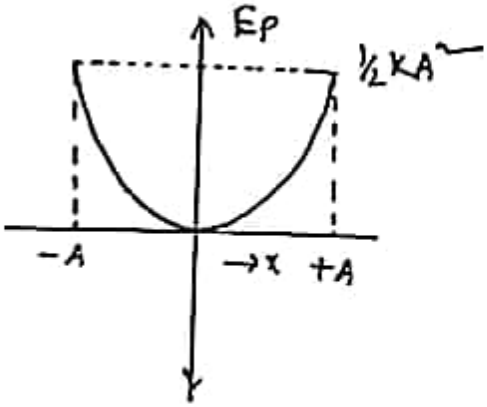


গতিশক্তি (E_k) বনাম সময় (t)

$E_k = \frac{1}{2} KA^2 \cos^2 \omega t$

SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

vi)



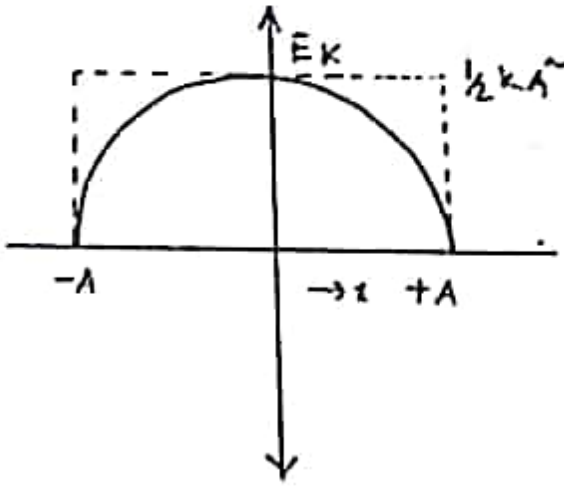
বিভবশক্তি (E_p) বনাম সরণ (x)

$E_p = \frac{1}{2} Kx^2$

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

vii)

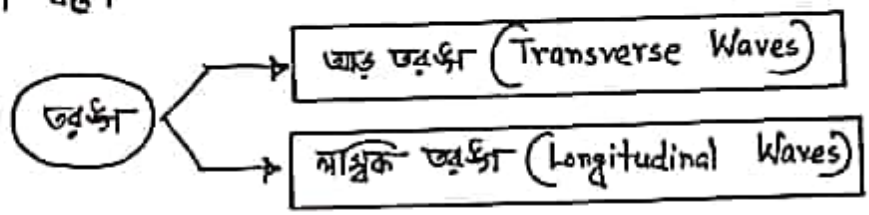


EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

Scanned by CamScanner
Scanned with CamScanner

তরঙ্গ
Waves

"স্থিতিস্থাপক জড় মাধ্যমে কণা থেকে কণাতে অগ্রসরমান পর্যাবৃত্ত আন্দোলনকেই তরঙ্গ বলা।"



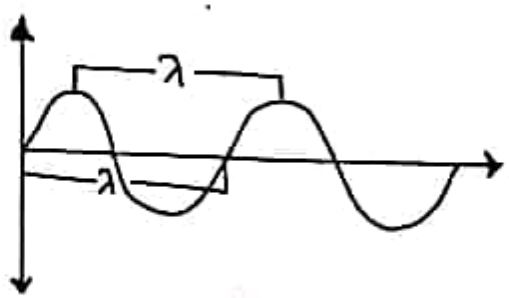
আড় তরঙ্গ (Transverse Waves): যে তরঙ্গ গতির অভিমুখে মাধ্যমের কণাগুলোর কম্পনের অভিমুখের সাথে লম্ব হয় অর্থাৎ মাধ্যমের কণাগুলো কম্পনের দিকের সাথে লম্বভাবে যে তরঙ্গ এগিয়ে চলে তাকে আড় তরঙ্গ বলে।

লম্বিক তরঙ্গ (Longitudinal Waves): যখন কোনো মাধ্যমের কণাগুলো তাদের সাম্যাবস্থার সম্মুখে এবং পিছনে পর্যাবৃত্ত গতিতে কম্পিত হতে থাকে এবং এর ফলে সৃষ্ট তরঙ্গের অভিমুখ যদি কণাগুলোর কম্পনের অভিমুখের সমান্তরাল হয় তাহলে ঐ তরঙ্গকে লম্বিক তরঙ্গ বলে।

EDUCATION LIVE
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

তরঙ্গ সম্পর্কিত কয়েকটি রাশি
Some terms related to Wave

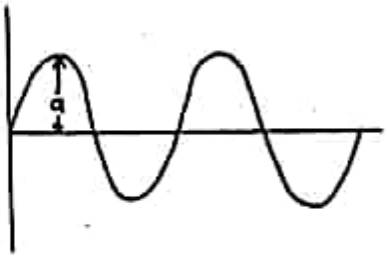
তরঙ্গদৈর্ঘ্য (Wave Length): তরঙ্গ প্রবাহের গতিপথে একই দশাবিশিষ্ট দুটি কণার মধ্যবর্তী সর্বনিম্ন দূরত্বকে তরঙ্গদৈর্ঘ্য বলে।



Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

বিস্তার (Amplitude) : প্রবাহমান তরঙ্গের উপর অবস্থিত একটি কম্পমান কণার সাম্যাবস্থান হতে যে কোন একদিকে সর্বাধিক সরণকেই বিস্তার বলে। * 'a' দ্বারা সূচিত হয়।



কম্পাঙ্ক (Frequency) : কোন একটি কম্পমান কণা এক সেকেন্ডে যতগুলো পূর্ন কম্পন বা দোলন সম্পন্ন করে তাকে কম্পাঙ্ক বলে।

* 'f' দ্বারা সূচিত হয়।

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

কম্পাঙ্কের একক (vibration per second or cycle per second) একে সংক্ষেপে হার্জ (Hertz) বলে।

দোলনকাল বা পর্যায়কাল (Time Period): কোন মাধ্যমে একটি পূর্ন তরঙ্গ উৎপন্ন করতে কম্পনরত তরঙ্গ উৎসের যে সময়ের প্রয়োজন হয় তাকে পর্যায়কাল বলে।

EDUCATION LIVE
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক

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

SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

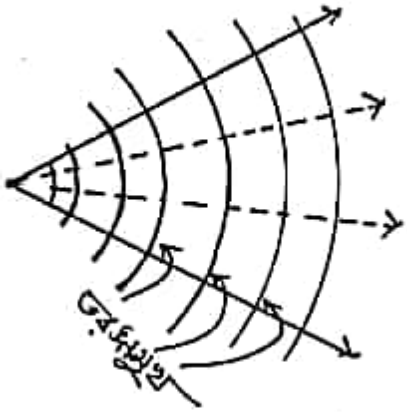
দশা (Phase) : তরঙ্গায়িত কোন একটি কণার দশা বলতে ঐ কণার যে কোন মুহূর্তে গতির সম্যক অবস্থা বুঝায়।

আদি দশা (Initial phase or Epoch) : পর্যবেক্ষণ শুরুর মুহূর্তে বা সময় পরিমাপ শুরু করার মুহূর্তে কোন কণার যে দশা থাকে সেই দশাকেই আদি দশা বলে।

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

তরঙ্গমুখ (Wave Front): সমদশাসম্পন্ন তরঙ্গের গতিপথকে তরঙ্গমুখ বলে।



তরঙ্গরশ্মি (Wave ray): সমসত্ত্ব বা সুষম মাধ্যমে তরঙ্গ-মুখের অভিলম্বে স্থাপন যেদিকে যায়, তাকে তরঙ্গ-রশ্মি বলে।

তরঙ্গ-বেগ (Wave-velocity): একক সময়ে কোন নির্দিষ্ট দিকে তরঙ্গ যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গবেগ বলে।

কৌনিক কম্পাঙ্ক (Angular Frequency): সময়ের সাথে দশা পরিবর্তনের হারকে কৌনিক কম্পাঙ্ক বলে। $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$

$rad\ s^{-1}$

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

* $v = f\lambda$

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{f_2}{f_1}$$

অগ্রগামী তরঙ্গ (Progressive Wave): মাধ্যমের মধ্যে সৃষ্ট কোনো আলোড়ন যখন মাধ্যমের এক স্তর থেকে অন্য স্তরে শক্তি সঞ্চালন করতে করতে বিস্তারের কোনরকম হ্রাস না ঘটিয়ে সামনের দিকে একটি নির্দিষ্ট বেগে অগ্রসর হয় তখন একে অগ্রগামী তরঙ্গ বলে।

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

দশা পার্থক্য = $\frac{2\pi}{\lambda} \times$ পথ পার্থক্য

তরঙ্গ সমীকরণের বিভিন্ন রূপ :-

$y = a \sin(\omega t - \delta)$

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

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

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

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

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

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

$v_{max} = \omega A$

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

$a_{max} = -\omega^2 A$

অগ্রগামী তরঙ্গের প্রতি একক আয়তনে প্রবাহিত শক্তি, $E = 2\pi^2 a^2 f^2 \rho$

স্থির তরঙ্গের ক্ষেত্রে,

$y = 2A \cos\frac{2\pi x}{\lambda} \sin\frac{2\pi}{\lambda} vt$

$= A \sin\frac{2\pi}{\lambda} vt$

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

পর পর দুটি সুষ্পন্দ বা নিষ্পন্দ বিন্দুর দূরত্ব $\rightarrow \lambda/2$

একটি সুষ্পন্দ বিন্দু ও একটি নিষ্পন্দ বিন্দুর দূরত্ব $\rightarrow \lambda/4$

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

শব্দের তীব্রতা, $I = \frac{P}{A}$ (P ← ক্ষমতা, A ← ক্ষেত্রফল)

তীব্রতা লেভেল, $\beta = \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ → Bell এককে

$\beta = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ → d Bell এককে

বীট/স্বরকম্প (Beat): সমান বা প্রায় সমান তীব্রতা এবং প্রায় সমান কম্পাঙ্কবিশিষ্ট একই দিকে অগ্রগামী দুটি শব্দ তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে শব্দের লব্ধি প্রাবল্যের হ্রাস-বৃদ্ধির ঘটনাকে স্বরকম্প বা বীট বলে।

$f_1 \sim f_2 = N$ (N ↓ বীট সংখ্যা)

N.B →

বাড়লে	বাড়লে	বেশি
কমলে	কমলে	বেশি
বাড়লে	কমলে	কম
কমলে	বাড়লে	কম

EDUCATION LIVE
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

টানা তারের সমীকরণ-

$f = \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{T}{\mu}}$ (l ↓ তারের দৈর্ঘ্য; T ← তারের টান; μ ← তারের একক ভর)

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব
Ideal Gas & Kinetic Theory of Gases

আদর্শ গ্যাস (Ideal Gas): যেসকল গ্যাস সকল তাপমাত্রায় ও সকল বেগের বয়েলের সূত্র ও চার্লসের সূত্র পুরোপুরি মেনে চলে তাদেরকে আদর্শ গ্যাস বলে।

বয়েলের সূত্র (Boyle's Law): স্থির তাপমাত্রায় কোন গ্যাসের আয়তন চাপের ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

$$V \propto \frac{1}{P}$$

$$\Rightarrow V = K \cdot \frac{1}{P}$$

$$\Rightarrow PV = K$$

$$P_1V_1 = P_2V_2 = P_3V_3 = \dots = P_nV_n = K$$

$$\frac{P_1}{\rho_1} = \frac{P_2}{\rho_2} = \dots = \frac{P_n}{\rho_n}$$

$P = h\rho g$

↑ নির্দিষ্ট গভীরতায় চাপ

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

চার্লসের সূত্র (Charle's Law):

"স্থির চাপে নির্দিষ্ট ভরের কোন গ্যাসের আয়তন প্রতি ডিগ্রী সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধির বা হ্রাসের জন্য শূন্য ডিগ্রী সেলসিয়াস তাপমাত্রার আয়তনের $\frac{1}{273}$ অংশ বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়।"

$$V_\theta = V_0\left(1+\frac{\theta}{273}\right)$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \text{ধ্রুব}$$

$-273.16^\circ C$ হল পরমশূন্য তাপমাত্রা

গ্যাসের চাপীয় সূত্র (Law of Pressure):

"স্থির আয়তনে যেকোন গ্যাসের নির্দিষ্ট ভরের চাপ প্রতি ডিগ্রী সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধি বা হ্রাসের জন্য $0^\circ C$ তাপমাত্রায় চাপের $\frac{1}{273}$ অংশ বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়।"

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

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

সমন্বয় সূত্র: $\frac{P_1V_1}{T_1\rho_1} = \frac{P_2V_2}{T_2\rho_2}$

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

আদর্শ গ্যাস সমীকরণ : $PV = nRT$ → মোল সংখ্যা
└→ $8.316 JK^{-1}$

$$PV = \frac{m}{M}RT$$

ভ্যানডার ওয়ালস এর সংশোধিত, $\left(P + \frac{n^2 a}{V^2}\right)(V - nb) = nRT$

মূল গড় বর্গবেগ
Root-mean square velocity } → $C_{rms} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}} = \sqrt{\frac{3PV}{M}} = \sqrt{\frac{3KT}{m}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

~~বর্গমূল~~ গড়বেগ → $\bar{C} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$

$\frac{C_1}{C_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$ | এক মোল গ্যাসের অণুসমূহের, মোট গতিশক্তি ; $E_K = \frac{3}{2}RT$

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক

$PV = \frac{1}{3}mNC^2 = \frac{2}{3}E$ [N = গ্যাসের মোট অণুর সংখ্যা, E = গ্যাসের মোট গতিশক্তি]

SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

$P = \frac{1}{3}\rho C^2$ → বেগ
ρ ↓ ঘনত্ব

n মোল গ্যাসের মোট গতিশক্তি, $E_K = \frac{3}{2}nRT$

বোল্টজম্যান ধ্রুবক, $K = \frac{R}{N_A}$ → আদর্শ গ্যাসের ধ্রুবক
└→ অ্যাভোগেড্রোর ধ্রুবক

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

গড় মুক্ত পথ (Mean free path): পর পর দুটি ধাক্কার মধ্যে যে কোন অনু যে গড় দূরত্ব অতিক্রম করে তাকেই গড় মুক্ত পথ বলে।

ক্লসিয়াসের গড় মুক্ত পথ, $\lambda = \frac{1}{n \pi \sigma^2}$

n → অনুর সংখ্যা।

σ → অনুর ব্যাসার্ধ

ম্যাক্সওয়েলের গড় মুক্ত পথ, $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}\, n \pi \sigma^2}$

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner

সম্পৃক্ত বাষ্প (Saturated Vapour): কোনো স্থানে যতটুকু বাষ্প থাকা সম্ভব ঠিক ততটুকুই থাকে তবে ঐ বাষ্পকে সম্পৃক্ত বাষ্প বলে।

অসম্পৃক্ত বাষ্প (Unsaturated Vapour): কোন স্থানে বাষ্প ধারণ ক্ষমতার কম বাষ্প থাকলে ঐ বাষ্পকে অসম্পৃক্ত বাষ্প বলে।

আর্দ্রতা (Humidity): কোনো স্থানের বায়ুতে কতটুকু জলীয়বাষ্প আছে অর্থাৎ বায়ু কতখানি শুষ্ক বা ভিজা আর্দ্রতা দিয়ে তাই নির্দেশ করা হয়।

পরম আর্দ্রতা (Absolute Humidity): বায়ুতে প্রতি একক আয়তনে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের ভরকে ঐ স্থানের পরম আর্দ্রতা বলে।

শিশিরাঙ্ক (Dewpoint): যে তাপমাত্রায় কোন নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু এর মধ্যে অবস্থিত জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়, সেই তাপমাত্রাকে শিশিরাঙ্ক বলে।

EDUCATION LIVE BD
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

$$\text{আপেক্ষিক আর্দ্রতা} = \frac{\text{বায়ুর তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের ভর}}{\text{বায়ুর তাপমাত্রায় ঐ বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয়বাষ্পের ভর}}$$

$$R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{\rho_f}{\rho_F} \times 100\% = \frac{m_f}{m_F} \times 100\%$$

R → আপেক্ষিক আর্দ্রতা

এখানে, f = শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ
F = কক্ষ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ
ρ_f = বর্তমান তাপমাত্রায় জলীয় বাষ্পের ঘনত্ব
ρ_F = কক্ষ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্প ঘনত্ব
m_f = উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর
m_F = সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের ভর

Scanned by CamScanner
Scanned with CamScanner

গ্লেইশারের সমীকরণ-

$$(\theta_1 - \theta) = G(\theta_1 - \theta_2)$$

θ_1 = শুষ্ক থার্মোমিটারের পাঠ

θ_2 = আর্দ্র থার্মোমিটারের পাঠ

θ = শিশিরাঙ্ক

G = গ্লেইশারের ধ্রুবক।

EDUCATION LIVE
স্বপ্ন পূরণে পথপ্রদর্শক BD
SUBSCRIBE OUR YOUTUBE CHANNEL
EDUCATION LIVE BD

Scanned by CamScanner

Scanned with CamScanner