পকেট বুক

10 MINUTE SCHOOL

এইচ.এস.সি.

পদার্থবিজ্ঞান

১ম পত্র

বইটিতে যা রয়েছে:

- একনজরে পুরো বইয়ের রিভিশন
- কার্টুনের মাধ্যমে পরীক্ষায় আসা সূত্র ও থিওরি
- দ্রুত সমাধানের জন্য শর্টকাট টেকনিক ও ট্রিকস

পদার্থবিজ্ঞান পরীক্ষার সূত্র, টিপস এন্ড ট্রিকস থাকছে কার্টুনের মাধ্যমে

এইচএসসি
পদার্থবিজ্ঞান ১ম পত্র

নুমেরি সাত্তার অপার
ইমরান মোস্তফা

10 MINUTE SCHOOL

যৌথ প্রকাশনা
তাম্রলিপি এবং 10 Minute School

এইচ এস সি পদার্থবিজ্ঞান ১ম পত্র
নুমেরি সাত্তার অপার
ইমরান মোস্তফা

প্রথম প্রকাশ : মে ২০২১

তাম্রলিপি : ৬০৭

প্রকাশক
এ কে এম তারিকুল ইসলাম রনি
তাম্রলিপি
৩৮/4 বাংলাবাজার, ঢাকা-১১০০।

প্রচ্ছদ
ইহতিশাম আহমেদ

অলংকরণ
মো. তারিকুজ্জামান তারিক, মো. রিফাত আহমেদ,
মো. ওয়াহিদুল হাসান

মুদ্রণ
হাওলাদার প্রেস
কেরানীপাড়া, মাতুয়াইল, ঢাকা-১২০৫।

মূল্য : ২৭০.০০

HSC PHYSICS FIRST PAPER POCKET BOOK
by : Numeri Sattar Apar, Emran Mostofa
First Published : May 2021 by A K M Tariqul Islam Roni
Tamralipi, 38/4, Banglabazar, Dhaka-1100.

Price : 270.00

ISBN : 978-984-94829-9-4

কপিরাইট আইন, ২০০০ লঙ্ঘনজনিত শাস্তি!

৮২। কপিরাইট বা অন্যান্য অধিকার লঙ্ঘনজনিত অপরাধ

অপরাধ	শাস্তি
যে ব্যক্তি বেআইনি ভাবে এই বইটি কোনো ধরণের সামাজিক যোগাযোগ মাধ্যমে বিতরণ করবেন (যেমন Facebook, Twitter, Instagram ইত্যাদি) বা কোনো কর্মের কপিরাইট ইচ্ছাকৃতভাবে লঙ্ঘন করবেন বা করিতে সহায়তা করবেন:	তিনি অনূর্ধ্ব চার বৎসর কিন্তু অন্যূন ছয় মাস মেয়াদের কারাদন্ড এবং অনূর্ধ্ব দুই লক্ষ টাকা কিন্তু অন্যূন পঞ্চাশ হাজার টাকার অর্থদন্ডে দন্ডনীয় হইবেন।
যে ব্যক্তি বেআইনি ভাবে এই বইটি সামাজিক যোগাযোগ মাধ্যম ব্যতীত অন্য কোনো মাধ্যমে বিতরণ করার চেষ্টা করবেন (যেমন YouTube, E-mail, WhatsApp, IMO, Viber, ইত্যাদি) বা কোনো কর্মের কপিরাইট ইচ্ছাকৃতভাবে লঙ্ঘন করবেন বা করিতে সহায়তা করবেন:	তিনি অনূর্ধ্ব চার বৎসর কিন্তু অন্যূন ছয় মাস মেয়াদের কারাদন্ড এবং অনূর্ধ্ব দুই লক্ষ টাকা কিন্তু অন্যূন পঞ্চাশ হাজার টাকার অর্থদন্ডে দন্ডনীয় হইবেন।

৮৩। দ্বিতীয় বা পরবর্তী অপরাধের বর্ধিত শাস্তি

যে ব্যক্তি ৮২ ধারার অধীনে দন্ডিত হইয়া পুনরায় অনুরূপ কোন অপরাধে দন্ডিত হইলে তিনি দ্বিতীয় এবং পরবর্তী প্রত্যেক অপরাধের জন্য **অনূর্ধ্ব তিন বৎসর কিন্তু অন্যূন ছয় মাসের কারাদন্ড এবং অনূর্ধ্ব তিন লক্ষ টাকা কিন্তু অন্যূন এক লক্ষ টাকা অর্থদন্ডে দন্ডনীয় হইবেন।**

কপিরাইট (সংশোধন) আইন, ২০০৫ দ্বারা ধারা "৮২" প্রতিস্থাপিত।
কপিরাইট (সংশোধন) আইন, ২০০৫ দ্বারা ধারা "৮৩" এর প্রথম শতাংশ প্রতিস্থাপিত।

সূচিপত্র

১ম অধ্যায়

ভৌতজগত ও পরিমাপ

এই P¨vÞv‡ii e¨vL¨vgjK wfwWI
†c‡Z ¯‹¨vb Ki“b

https://10ms.io/Pphy101

ধারণা বা প্রত্যয়

কোন কিছু সম্পর্কে সঠিক উপলব্ধি বা বোধগম্যতা হলো ওই বিষয় সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা। অথবা, ধারণা হলো কোনো ভাবনা বা চিন্তাধারা বা কোনো সাধারণ অভিমত

সূত্র

যখন কোনো তথ্য অনেক পরীক্ষা-নিরীক্ষার সাহায্যে প্রমাণিত হয় এবং এর মূল কথাগুলি একটি উক্তির মাধ্যমে প্রকাশ করা হয় তখন তাকে বৈজ্ঞানিক সূত্র বলা হয়

নীতি

যে সকল প্রাকৃতিক সত্য সরাসরি স্পষ্টভাবে প্রমাণ করা যায় এবং ওই সত্যের সাহায্যে অনেক প্রাকৃতিক ঘটনাকে প্রমাণ করা যায়, তাকে নীতি বেল। যেমনঃ ডপলারের নীতি, হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তার নীতি ইত্যাদি

স্বীকার্য

সাধারণত কোন বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব একটি সার্বিক বিবৃতি দিয়ে শুরু হয়, ইহাই স্বীকার্য। যেমন - বিখ্যাত বিজ্ঞানী নীলস বোর পরমাণু মডেল প্রদানের জন্য দুটি স্বীকার্য গ্রহণ করেন

অনুকল্প

বিজ্ঞানীরা তাদের পর্যবেক্ষিত ঘটনার কারণ সম্বন্ধে ব্যাখ্যা প্রদানের জন্য অনেক সময় পূর্বে আবিষ্কৃত প্রাকৃতিক নিয়মের সাথে সামঞ্জস্য রেখে কিছু অনুমান করেন। এই অনুমানগুলোকে বলা হয় অনুকল্প। যেমন- অ্যাভোগেড্রোর অনুকল্প

তত্ত্ব

অনুকল্প ও নিয়মের সমন্বয়ে তত্ত্ব প্রতিষ্ঠিত। পরীক্ষা-নিরীক্ষার দ্বারা প্রমাণিত অনুকল্পকে তত্ত্ব বলে। সকল সূত্রই তত্ত্ব, তেব সকল তত্ত্ব সূত্র নয়। আবার সকল তত্ত্বই অনুকল্প, তেব সকল অনুকল্প তত্ত্ব নয়

পরিমাপের একক

উপসর্গ	উৎপাদক
ডেকা (D)	10^1
হেক্টো (h)	10^2
কিলো (k)	10^3
মেগা (M)	10^6
গিগা (G)	10^9
টেরা (T)	10^{12}
পেটা (P)	10^{15}
এক্সা (E)	10^{18}
জেটা (Z)	10^{21}
ইয়োটা (Y)	10^{24}

আকার পরিমাপের একক

উপসর্গ	উৎপাদক
ডেসি (d)	10^{-1}
সেন্টি (c)	10^{-2}
মিলি (m)	10^{-3}
মাইক্রো (μ)	10^{-6}
ন্যানো (n)	10^{-9}
পিকো (p)	10^{-12}
ফেমটো (f)	10^{-15}
অটো (a)	10^{-18}
জেপ্টো (z)	10^{-21}
ইয়োক্টো (y)	10^{-24}

কতিপয় মৌলিক রাশি

মৌলিক রাশি	S.I. একক	CGS একক	SI সমতুল্য
দৈর্ঘ্য	মিটার (m)	সেন্টিমিটার (cm)	10^{-2}m
ভর	কিলোগ্রাম (kg)	গ্রাম (g)	10^{-3}kg
সময়	সেকেন্ড (s)	সেকেন্ড (s)	1
তাপমাত্রা	কেলভিন (k)	কেলভিন (k)	1
তড়িৎ প্রবাহ	অ্যাম্পিয়ার (A)	অ্যাম্পিয়ার(abA) /বায়োট(biot)	10A
দীপন ক্ষমতা	ক্যান্ডেলা (Cd)	ল্যামবার্ট (Lb)	$\frac{10^4}{\pi}$ Cd m^{-2}
		স্লিব (Sb)	$10^4\ Cd\ m^{-2}$
পদার্থের পরিমাণ	মোল (mole)	–	–

কতিপয় লব্ধ রাশি

লব্ধ রাশি	S.I. একক	মাত্রা
ক্ষেত্রফল (A)	মিটার^2 (m^2)	L^2
আয়তন (V)	মিটার^3 (m^3)	L^3
দ্রুতি,বেগ (v)	মিটার/সেকেন্ড (ms^{-1})	LT^{-1}
ত্বরণ (a)	মিটার/সেকেন্ড^2 (ms^{-2})	LT^{-2}
ভরবেগ (p)	কিলোগ্রাম-মিটার/সেকেন্ড ($kgms^{-1}$)	MLT^{-1}
বল (F)	নিউটন (N)	MLT^{-2}
কাজ (W)	জুল (J)	ML^2T^{-2}

কতিপয় লব্ধ রাশি

লব্ধি রাশি	$S.I.$ একক	মাত্রা
ক্ষমতা (P)	ওয়াট (W)	ML^2T^{-3}
শক্তি (E)	জুল (J)	ML^2T^{-2}
ঘনত্ব (ρ)	কিলোগ্রাম/মিটার^3 (kgm^{-3})	ML^{-3}
চাপ (P)	প্যাসকেল (Pa)	$ML^{-1}T^{-2}$
কম্পাঙ্ক (f)	হার্জ (Hz)	T^{-1}
তাপমাত্রা (θ, T)	কেলভিন (K)	K
তাপ (Q)	জুল (J)	ML^2T^{-2}
আপেক্ষিক তাপ (S)	জুল/কিলোগ্রাম-কেলভিন $(Jkg^{-1}K^{-1})$	$L^2T^{-2}K^{-1}$

কতিপয় লব্ধ রাশি

লব্ধি রাশি	$S.I.$ একক	মাত্রা
ক্ষমতা (P)	ওয়াট (W)	ML^2T^{-3}
শক্তি (E)	জুল (J)	ML^2T^{-2}
ঘনত্ব (ρ)	কিলোগ্রাম/মিটার^3 (kgm^{-3})	ML^{-3}
চাপ (P)	প্যাসকেল (Pa)	$ML^{-1}T^{-2}$
কম্পাঙ্ক (f)	হার্জ (Hz)	T^{-1}
তাপমাত্রা (θ, T)	কেলভিন (K)	K
তাপ (Q)	জুল (J)	ML^2T^{-2}
আপেক্ষিক তাপ (S)	জুল/কিলোগ্রাম-কেলভিন $(Jkg^{-1}K^{-1})$	$L^2T^{-2}K^{-1}$

গ্রিক বর্ণমালা

উচ্চারণ	বড় হাতের	ছোট হাতের
আলফা (alpha)	A	α
বিটা (beta)	B	β
গামা (gamma)	Γ	γ
ডেল্টা (delta)	Δ	δ
এফসাইলন (epsilon)	E	ε
ইটা (eta)	H	η
থিটা (theta)	Θ	θ
কাপ্পা (kappa)	K	*k*
লেম্বডা (lambda)	Λ	λ
মিউ (mu)	M	μ

গ্রিক বর্ণমালা

উচ্চারণ	বড় হাতের	ছোট হাতের
নিউ (nu)	N	ν
পাই (pi)	Π	π
রো (rho)	P	ρ
সিগমা (sigma)	Σ	σ
টাও (tau)	T	τ
আপসাইলন (upsilon)	Y	υ
ফাই (phi)	Φ	φ
কাই (chi)	X	χ
সাই (psi)	Ψ	ψ
ওমেগা (omega)	Ω	ω

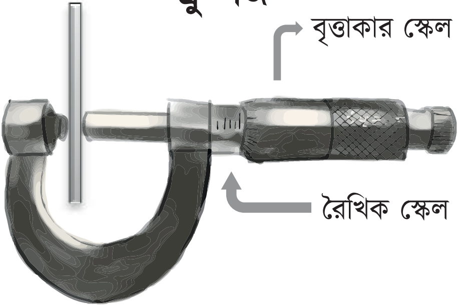
স্লাইড ক্যালিপার্স

$$L = M + V \times VC - (\pm e)$$

L = প্রধান স্কেল পাঠ + ভার্নিয়ার সমপাতন × ভার্নিয়ার ধ্রুবক – যান্ত্রিক ত্রুটি

$$VC = \frac{s}{n} = \frac{\text{প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম 1 ভাগের দৈর্ঘ্য}}{\text{"ভার্নিয়ার" স্কেল ভাগ সংখ্যা}}$$

স্ক্রু-গজ



$$d = L + C \times LC - (\pm e)$$

d = রৈখিক স্কেল পাঠ + বৃত্তাকার স্কেল ভাগ সংখ্যা × লঘিষ্ঠ গণন – যান্ত্রিক ত্রুটি

$$\text{পিচ} = \frac{\text{রৈখিক স্কেলের সরণ}}{\text{পূর্ণ ঘূর্ণন সংখ্যা}}$$

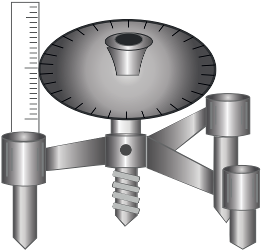
$$LC = \frac{pitch}{n} = \frac{\text{পিচ}}{\text{বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা}}$$

স্ফেরোমিটার

গোলীয় তলের বক্রতার ব্যাসার্ধ,

$$R = \frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2}$$

d	স্ফেরোমিটারের যে কোনো দুটি পায়ের মধ্যবর্তী গড় দূরত্ব
h	বক্রতলের পৃষ্ঠ স্পর্শ করানোর জন্য স্ফেরোমিটারের স্ক্রুকে যতটুকু উপরে বা নিচে নামাতে হয়



পরিমাপের ত্রুটি

- যান্ত্রিক ত্রুটি
  - শূন্য ত্রুটি
  - পিছট ত্রুটি
  - লেভেল ত্রুটি
- পর্যবেক্ষণমূলক/ব্যক্তিগত ত্রুটি
  - ব্যক্তিগত
  - প্রান্ত দাগ
  - লম্বন
  - সূচক
  - পরিবেশগত
- এলোমেলো/অনিয়মিত ত্রুটি
  - পর্যবেক্ষকের পর্যবেক্ষণের
  - পরীক্ষাকালে যন্ত্রের অবস্থার পরিবর্তনের
- পুনরাবৃত্তিক/নিয়মিত ত্রুটি
- লঘিষ্ঠ গণন ত্রুটি

গুরুত্বপূর্ণ সূত্রাবলি

প্রকৃত মান = প্রাপ্তমান – ($\pm$যান্ত্রিক ত্রুটি)

আনুপাতিক ত্রুটি,

$$\frac{\Delta x}{x} = p\frac{\Delta a}{a} + q\frac{\Delta b}{b} + r\frac{\Delta c}{c} [x \propto a^p b^q c^r]$$

$$\text{আপেক্ষিক ত্রুটি} = \frac{\text{গড় পরম ত্রুটি}}{\text{প্রকৃত গড় মান}}$$

প্রমাণ বিচ্যুতি

$$D = \frac{(x_1 - x)^2 + (x_2 - x)^2 + (x_3 - x)^2 + \ldots\ldots (x_n - x)^2}{n}$$

গুরুত্বপূর্ণ সূত্রাবলি

গড় ত্রুটি

$$\Delta x = \frac{(x_1 - \overline{x}) + (x_2 - \overline{x}) + (x_3 - \overline{x}) + \ldots\ldots (x_n - \overline{x})}{n}$$

গড় পরম ত্রুটি

$$|\Delta x| = \frac{|x_1 - \overline{x}| + |x_2 - \overline{x}| + |x_3 - \overline{x}| + \ldots\ldots |(x_n - \overline{x})|}{n}$$

শতকরা ত্রুটি

$$\delta x = \frac{|\text{প্রকৃত মান} - \text{পরিমাপকৃত মান}|}{\text{প্রকৃত মান}} \times 100\%$$

x	একটি রাশির প্রকৃত মান
$\bar{x}$	রাশির গড় মান

জেনে রাখি

পর্যবেক্ষকের কারণে পাঠে যে ত্রুটি আসে তাকে লম্বন ত্রুটি বলে

1589 খ্রিস্টাব্দে বিজ্ঞানী গ্যালিলিও মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর সূত্র আবিষ্কার করেন

1610 খ্রিস্টাব্দে গ্যালিলিও যৌগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্র আবিষ্কার করেন

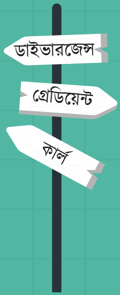
1678 খ্রিস্টাব্দে ডাচ বিজ্ঞানী হাইগেনস আলোর তরঙ্গ তত্ত্ব দেন

স্ফেরোমিটারে পিছট (ডানে) ত্রুটি ঘটে

বৃত্তাকার স্কেলের শূন্য দাগ রৈখিক স্কেলের অনুভূমিক দাগের ওপরে থাকলে ঋণাত্মক ত্রুটি হয়। আর নিচে থাকলে ধনাত্মক ত্রুটি হয়

২য় অধ্যায়

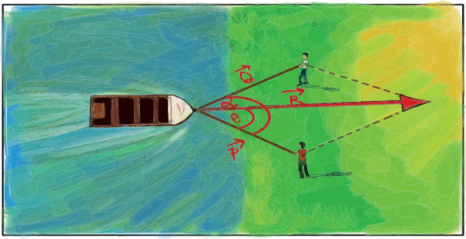
ভেক্টর



এই চ্যাপ্টারের ব্যাখ্যামূলক ভিডিও
পেতে স্ক্যান করুন

https://10ms.io/Pphy102

ভেক্টরের সামান্তরিক সূত্র



লব্ধির মান

$$\left|\vec{R}\right| = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ\cos\alpha}$$

লব্ধির দিক

$$\tan\theta = \frac{Q\sin\alpha}{P + Q\cos\alpha}$$

$$\tan\theta' = \frac{P\sin\alpha}{Q + P\cos\alpha}$$

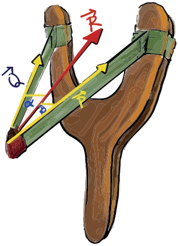
$$R_{max} = P + Q$$

$$R_{min} = P \sim Q$$

ভেক্টরের সামান্তরিক সূত্র

$\vec{P}$	ক্রিয়াশীল ১ম ভেক্টর
$\vec{Q}$	ক্রিয়াশীল ২য় ভেক্টর
α	$\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ এর মধ্যবর্তী কোণ
$\vec{R}$	লব্ধি ভেক্টর
θ	$\vec{R}$ ও $\vec{P}$ এর মধ্যবর্তী কোণ
θ'	$\vec{R}$ ও $\vec{Q}$ এর মধ্যবর্তী কোণ

ভেক্টরের লব্ধি কোণের সম্পর্ক



$$\frac{P}{sin\alpha} = \frac{Q}{sin\beta} = \frac{R}{\sin(\alpha + \beta)}$$

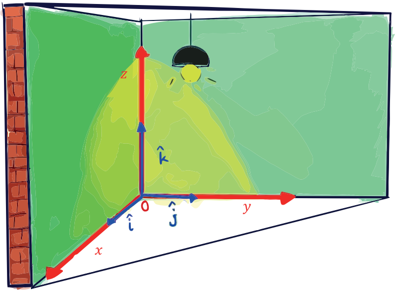
ভেক্টরের উপাংশ সংক্রান্ত

$$|\vec{P}| = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2}$$

$$\vec{P} = P_x\,\hat{\imath} + P_y\,\hat{\jmath} + P_z\,\hat{k}$$

$\vec{P}$	ক্রিয়াশীল ১ম ভেক্টর
$\vec{R}$	লব্ধি ভেক্টর
$\vec{Q}$	ক্রিয়াশীল ২য় ভেক্টর
α	$\overrightarrow{Q}$ ও $\vec{R}$ এর মধ্যবর্তী কোণ
β	$\overrightarrow{P}$ ও $\vec{R}$ এর মধ্যবর্তী কোণ

একক ভেক্টর



$\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ যে তলে অবস্থিত তার লম্ব দিকে একক ভেক্টর

$$\hat{\eta} = \pm \frac{\vec{P} \times \vec{Q}}{|\vec{P} \times \vec{Q}|}$$

$\vec{A}$ এর সমান্তরাল একক ভেক্টর

$$\hat{a} = \frac{\vec{A}}{|\vec{A}|}$$

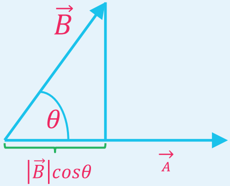
ডট গুণন

$$\vec{A}.\vec{B} = |\vec{A}||\vec{B}|cos\theta$$

$$\vec{A}.\vec{B} = A_xB_x + A_yB_y + A_zB_z$$

$$\hat{\imath}.\hat{\imath} = \hat{\jmath}.\hat{\jmath} = \hat{k}.\hat{k} = 1$$

$$\hat{\imath}.\hat{\jmath} = \hat{\jmath}.\hat{k} = \hat{k}.\hat{\imath} = 0$$



A এর ওপর B এর লম্ব অভিক্ষেপ

$$= |\vec{B}|cos\theta = \frac{\vec{A}.\vec{B}}{|\vec{A}|} = \hat{A}.\vec{B}$$

ক্রস গুণন

$$\vec{A} \times \vec{B} = |\vec{A}||\vec{B}| \sin\theta\, \hat{\eta}$$

$$\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{\imath} & \hat{\jmath} & \hat{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix}$$

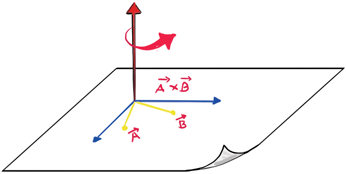
$$A \times \mathrm{B} = \hat{\imath}(A_y B_z - A_z B_y) - \hat{\jmath}(A_x B_z - A_z B_x) + \hat{k}(A_x B_y - A_y B_x)$$

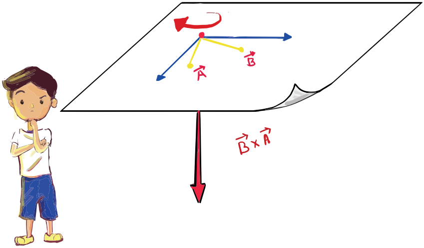
$$\hat{\imath} \times \hat{\imath} = \hat{\jmath} \times \hat{\jmath} = \hat{k} \times \hat{k} = \hat{0}$$

$$\hat{\imath} \times \hat{\jmath} = \hat{k}$$
$$\hat{\jmath} \times \hat{k} = \hat{\imath}$$
$$\hat{k} \times \hat{\imath} = \hat{\jmath}$$

$$\hat{\jmath} \times \hat{\imath} = -\hat{k}$$
$$\hat{k} \times \hat{\jmath} = -\hat{\imath}$$
$$\hat{\imath} \times \hat{k} = -\hat{\jmath}$$

ক্রস গুণনের দিক





স্কেলার গুনফল ও ভেক্টর গুনফল এর পার্থক্য

	স্কেলার গুণফল	ভেক্টর গুণফল
রাশি	স্কেলার	ভেক্টর
$\alpha = 0°$	$\vec{P}.\vec{Q} = PQcos0° = PQ$	$\vec{P} \times \vec{Q} = \hat{\eta}PQsin0° = \hat{0}$
$\alpha = 90°$	$\vec{P}.\vec{Q} = PQcos90° = 0$	$\vec{P} \times \vec{Q} = \hat{\eta}PQsin90° = \hat{\eta}PQ$
$\alpha = 180°$	$\vec{P}.\vec{Q} = PQcos180° = PQ$	$\vec{P} \times \vec{Q} = \hat{\eta}PQsin180° = \hat{0}$
উদাহরণ	কাজ	সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল

দিক কোসাইন

$$\vec{A} = A_x\,\hat{\imath} + A_y\,\hat{\jmath} + A_z\,\hat{k}$$

$$cos\alpha = \frac{A_x}{\sqrt{A^{x^2} + A_y{}^2 + A_z{}^2}}$$

$$cos\beta = \frac{A_y}{\sqrt{A^{x^2} + A_y{}^2 + A_z{}^2}}$$

$$cos\gamma = \frac{A_z}{\sqrt{A^{x^2} + A_y{}^2 + A_z{}^2}}$$

$$\cos^2\alpha + \cos^2\beta + \cos^2\gamma = 1$$

ক্ষেত্রফল

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

সামান্তরিকের ২টি সন্নিহিত বাহু দেয়া থাকলে	$\lvert\vec{A} \times \vec{B}\rvert$
সামান্তরিকের ২টি কর্ন দেয়া থাকলে	$\frac{1}{2}\lvert\vec{A} \times \vec{B}\rvert$
ত্রিভুজের ২টি সন্নিহিত বাহু দেয়া থাকলে	$\frac{1}{2}\lvert\vec{A} \times \vec{B}\rvert$

অভিক্ষেপ ও উপাংশ

A এর ওপর B এর অভিক্ষেপ, $Proj_A B$

$$= |\vec{B}|cos\theta$$

$$= \frac{\vec{A}.\vec{B}}{|\vec{A}|} = \hat{A}.\vec{B}$$

A বরাবর B এর উপাংশ

$$(Proj_A B)(\hat{A}) = (|\vec{B}|cos\theta)(\hat{A}) = (\hat{A}.\vec{B})\hat{A}$$

B এর ওপর A এর অভিক্ষেপ

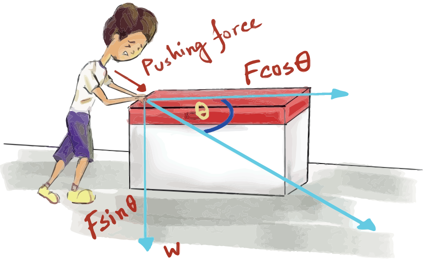
$$Proj_B A = |\vec{A}|cos\theta = \frac{\vec{A}.\vec{B}}{|\vec{B}|} = \vec{A}.\hat{B}$$

B বরাবর A এর উপাংশ

$$= (Proj_B A)(\hat{B}) = (|\vec{A}|cos\theta)(\hat{B}) = (\vec{A}.\hat{B})\hat{B}$$

একই বলে টানা ও ঠেলার মধ্যে কোনটি বেশি সহজতর?

ঠেলার ক্ষেত্রে



কার্যকর ওজন

$$W_{net} = W + Fsin\theta$$

টানার ক্ষেত্রে

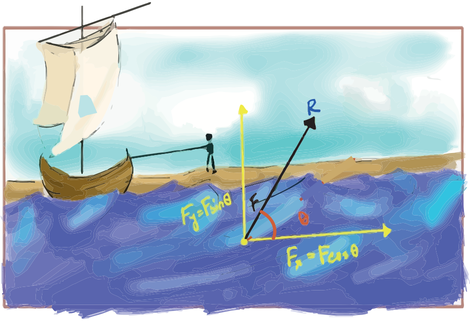
কার্যকর ওজন

$$W_{net} = W - F\sin\theta$$

ঠেলার ক্ষেত্রে W_{net} > টানার ক্ষেত্রে W_{net}

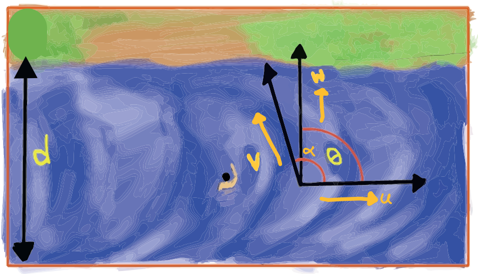
তাই ঠেলা অপেক্ষা টানা সহজতর

নৌকার গুণ টানা



F_x উপাংশটি নৌকাটিকে সামনের দিকে এগিয়ে নেয় আর F_y উপাংশ নৌকাকে তীরের দিকে নিতে চায়। পানির বিপরীত প্রতিক্রিয়া ও হালের সাহায্যে F_y কে প্রশমিত করা হয়। ফলে F_x এর ক্রিয়ায় নৌকা সামনের দিকে এগিয়ে চলে

নদী ও সাঁতারু/নৌকা সংক্রান্ত



লব্ধির মান

$$|\vec{w}| = \sqrt{u^2 + v^2 + 2uv\cos\alpha}$$

লব্ধির দিক (স্রোতের সাথে)

$$tan\,\theta = \frac{vsin\alpha}{u + vcos\alpha}$$

সাঁতারুর প্রস্থ বরাবর অতিক্রান্ত দূরত্ব

$$d = (v sin\alpha)t$$

পারাপারে প্রয়োজনীয় সময়,

$$t = \frac{d}{v sin\alpha}$$

ন্যূনতম সময়ে পারাপারের ক্ষেত্রে

লব্ধির মান,

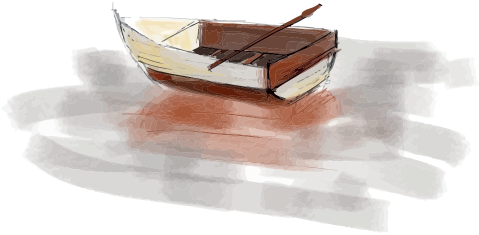
$$|\vec{w}| = \sqrt{u^2 + v^2}$$

লব্ধির দিক (দৈর্ঘ্যের সাথে), $tan\,\theta = \frac{v}{u}$

পারাপারে প্রয়োজনীয় ন্যূনতম সময়,

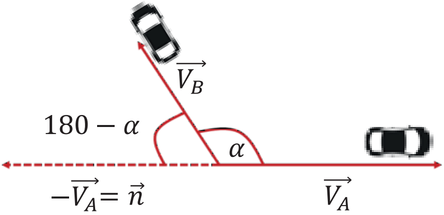
$$t_{minimum} = \frac{d}{v sin90°} = \frac{d}{v}$$

w	লব্ধি বেগ
t	পারাপারে সময়
v	সাঁতারুর বেগ
u	নদীর স্রোতের বেগ
d	নদীর প্রস্থ



আপেক্ষিক বেগ

যার আপেক্ষিক বেগ তার প্রকৃত বেগ – যার সাপেক্ষে তার প্রকৃত বেগ



$$\left|\vec{V_{BA}}\right| = \left|\vec{V_B} + (\vec{n})\right|$$

$$= \sqrt{{V_B}^2 + n^2 + 2\, V_B\, n \cos(180 - \alpha)}$$

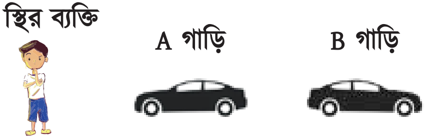
$$= \sqrt{{V_B}^2 + {V_A}^2 + 2\, V_B V_A \cos(180 - \alpha)}$$

$\left|\vec{V_{BA}}\right| = A$ এর সাপেক্ষে B এর আপেক্ষিক বেগের মান

আপেক্ষিক বেগ

সূত্র

যার আপেক্ষিক বেগ তার প্রকৃত বেগ—যার সাপেক্ষে তার প্রকৃত বেগ



A এর সাপেক্ষে B এর আপেক্ষিক বেগ,

$$v_{BA} = v_B - v_A$$

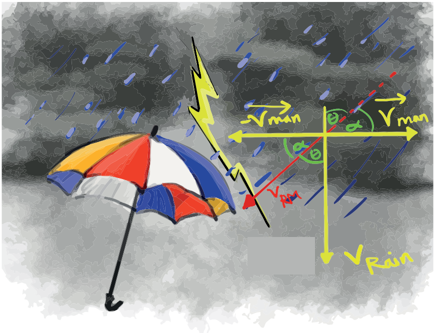
B এর সাপেক্ষে A এর আপেক্ষিক বেগ,

$$v_{AB} = v_A - v_B$$

আপেক্ষিক বেগ

$\overrightarrow{v_A}$	A গাড়ির বেগ
$\overrightarrow{v_B}$	B গাড়ির বেগ
α	$\overrightarrow{v_A}$ ও $\overrightarrow{v_B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ

বৃষ্টি ও ছাতা



$$\overrightarrow{V_{RM}} = \overrightarrow{V_{Rain}} - \overrightarrow{V_{Man}}$$

$$\overrightarrow{V_{RM}} = \overrightarrow{V_{Rain}} + (-\overrightarrow{V_{Man}})$$

$$\tan\alpha = \frac{|\overrightarrow{V_R}|}{|\overrightarrow{V_M}|}$$

$$\tan\theta = \frac{|\overrightarrow{V_M}|}{|\overrightarrow{V_R}|}$$

$\overrightarrow{V_{RM}}$	†jv‡Ki mv‡c‡¶ e„ó¡i †eM

ক্যালকুলাস

গ্রেডিয়েন্ট

$$\vec{\nabla}\varphi = \frac{\partial\varphi}{\partial x}\hat{\imath} + \frac{\partial\varphi}{\partial y}\hat{\jmath} + \frac{\partial\varphi}{\partial z}\hat{k}$$

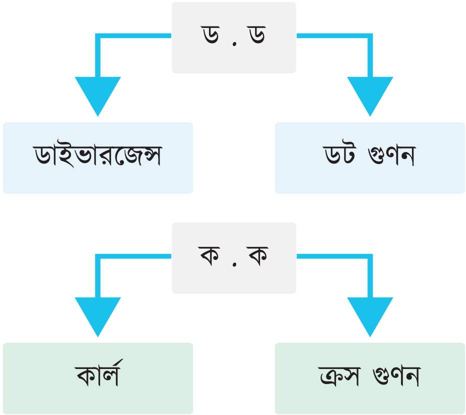
ডাইভারজেন্স

$$\vec{\nabla}.\vec{V} = \frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} + \frac{\partial V_z}{\partial z}$$

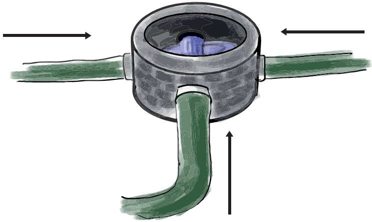
কার্ল

$$\vec{\nabla} \times \vec{V} = \begin{vmatrix} \hat{\imath} & \hat{\jmath} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ V_x & V_y & V_z \end{vmatrix}$$

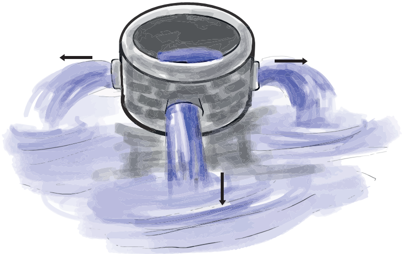
ডাইভারজেন্স ও কার্ল



ডাইভারজেন্স ঋণাত্মক



ডাইভারজেন্স ধনাত্মক



কিছু কিছু বিশেষ ক্ষেত্র

ভেক্টর ক্ষেত্র $\vec{V}$ সলিনয়েডাল হলে

$$div\vec{V} = \vec{\Delta}.\vec{V} = 0$$

ভেক্টর ক্ষেত্র $\vec{V}$ অঘূর্ণনশীল হলে

$$Curl\vec{V} = \vec{\Delta} \times \vec{V} = 0$$

$\vec{A}, \vec{B}, \vec{C}$ ভেক্টরত্রয় সমতলীয় হলে

$$\vec{A}.(\vec{B} \times \vec{C}) = \vec{B}.(\vec{A} \times \vec{C}) = \vec{C}.(\vec{A} \times \vec{B}) = 0$$

অন্তরীকরণ ও যোগজীকরণ সূত্রাবলি

অন্তরীকরণ

$$\frac{d}{dx}(c) = 0$$

$$\frac{d}{dx}x^n = nx^{n-1}$$

$$\frac{d}{dx}\sin x = \cos x$$

$$\frac{d}{dx}\cos x = -\sin x$$

$$\frac{d}{dx}\tan x = \sec^2 x$$

যোগজীকরণ

$$\int (c)\,dx = cx + c$$

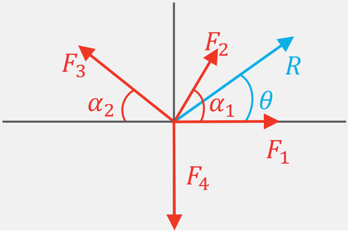
$$\int x^n\,dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + C$$

$$\int \cos x\,dx = \sin x + C$$

$$\int \sin x\,dx = -\cos x + C$$

$$\int \sec^2 x = \tan x + C$$

একাধিক বলের লব্ধির মান ও দিক



$R\cos\theta$	সকল বলের ধনাত্মক $'X'$ অক্ষের দিকে উপাংশের যোগফল

$$F_1\cos 0^\circ + F_2\cos\alpha_1 + F_3\ \cos(180^\circ - \alpha_2) + F_4\cos 270^\circ \quad \ldots\ldots(i)$$

$R\sin\theta$	সকল বলের ধনাত্মক $'Y'$ অক্ষের দিকে উপাংশের যোগফল

$$F_1\sin 0^\circ + F_2\sin\alpha_1 + F_3\ \sin(180^\circ - \alpha_2) + F_4\sin 270^\circ \quad \ldots\ldots(ii)$$

$$(i)^2 + (ii)^2 \Rightarrow R^2 = \boxed{}$$
$$\Rightarrow R = \boxed{}$$

$$(ii) \div (i) \Rightarrow \tan\theta = \boxed{}$$
$$\Rightarrow \theta = \tan^{-1}\boxed{}$$

R	লব্ধির মান
θ	$'X'$ অক্ষের ধনাত্মক দিকের সাথে লব্ধির মধ্যবর্তী কোণ
$R\cos\theta$	লব্ধির ধনাত্মক $'X'$ অক্ষের দিকে উপাংশ
$R\sin\theta$	লব্ধির ধনাত্মক $'Y'$ অক্ষের দিকে উপাংশ
α_1	ধনাত্মক $'X'$ অক্ষের সাথে F_2 এর মধ্যবর্তী কোণ
α_2	ঋণাত্মক $'X'$ অক্ষের সাথে F_3 এর মধ্যবর্তী কোণ

স্রোতের গতিবেগ নির্ণয়

একজন লোক স্রোতহীন অবস্থায় 100m প্রশস্ত একটি নদী 4 মিনিটে সোজাসুজি পার হতে পারে। কিন্তু স্রোত থাকলে একই পথ 5 মিনিটে অতিক্রম করে। স্রোতের গতিবেগ বের কর।

TRICK	স্রোতের বেগ, $u = s\sqrt{\left(\frac{1}{t_1^2} - \frac{1}{t_2^2}\right)}$
SOLVE	$u = 100\sqrt{\left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{5^2}\right)}$ $= 15 \quad m/min$

লব্ধির দিক নির্ণয়

12 N ও 5 N বল পরস্পর লম্বভাবে ক্রিয়া করে। ১ম বলের সাথে লব্ধির দিক কোনদিকে?

TRICK	$\tan\theta = \dfrac{\text{অপর বল}}{\text{যে বলের সাথে দিক নির্ণয় করতে হবে}}$ [দুটি বল লম্ব হিসেবে কাজ করলে]
SOLVE	$\tan\theta = \dfrac{5}{12}$ $\therefore \theta = 22.62^\circ$

কত কোণে ছাতা ধরবে

$4ms^{-1}$ বেগে দৌড়ে যাবার সময় একজন লোক $6ms^{-1}$ বেগে লম্বভাবে পতিত বৃষ্টির সম্মুখীন হলো। বৃষ্টি হতে রক্ষা পেতে তাকে কত কোণে ছাতা ধরতে হবে?

TRICK	$\tan\theta = \dfrac{\text{লোকের বেগ}}{\text{বৃষ্টির বেগ}}$ $\theta =$ উলম্বের সাথে কোণ
SOLVE	$\tan\theta = \dfrac{4}{6}$ $\therefore \theta = 33.7°$

দুটি ভেক্টরের পরস্পর সমান্তরাল হওয়ার শর্ত

$$\vec{A} = \hat{\imath} + 3\hat{\jmath} + 5\hat{k}$$
$$\vec{B} = m\hat{\imath} + 6\hat{\jmath} + 10\hat{k}$$

m এর মান কত হলে ভেক্টরদ্বয় পরস্পর সমান্তরাল হবে?

TRICK	$\frac{A_x}{B_x} = \frac{A_y}{B_y} = \frac{A_z}{B_z}$ হলে ভেক্টরদ্বয় পরস্পর সমান্তরাল
SOLVE	$\frac{1}{m} = \frac{3}{6} \therefore m = 2$

সোজাসুজি নদী পার হতে কত কোণে রওনা দিতে হবে

স্রোত না থাকলে একজন সাঁতারু $3200\ mh^{-1}$ বেগে সাঁতার কাটতে পারেন। $1600\ mh^{-1}$ বেগে 240m প্রশস্ত একটি নদী সরলরেখা বরাবর প্রবাহিত হচ্ছে। নদীর এপার হতে ওপারের ঠিক বিপরীত বিন্দুতে যেতে হলে সাঁতারুকে কোন দিকে সাঁতার কাটতে হবে?

TRICK	নৌকা/সাঁতারুর বেগ স্রোতের দ্বিগুণ হলে, $\theta = 120°$
SOLVE	$\theta = 120°$

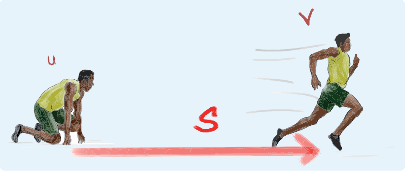
৩য় অধ্যায়

গতিবিদ্যা

এই চ্যাপ্টারের ব্যাখ্যামূলক ভিডিও
পেতে স্ক্যান করুন

https://10ms.io/Pphy103

একমাত্রিক গতি

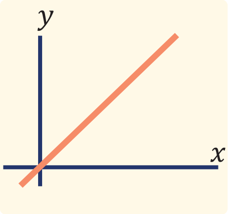


সমবেগ	$s = vt$
অসমবেগ	$v = v_o + at$
	$s = (\frac{v_o + v}{2})t$
	$s = v_o t + \frac{1}{2}at^2$
	$v^2 = {v_o}^2 + 2as$
	$s_{th} = v_o + \frac{1}{2}a(2t - 1)$

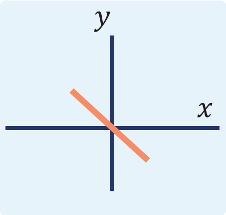
একমাত্রিক গতি

s	সরণ
t	সময়
v	শেষবেগ
v_o	আদিবেগ
a	ত্বরণ
S_{th}	t তম সেকেন্ডে সরণ

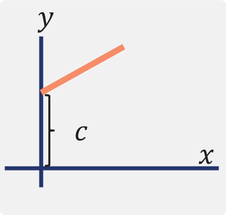
গ্রাফ



$$y \propto x$$

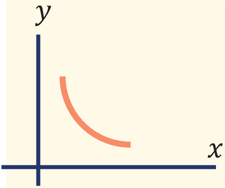


$$y \propto -x$$

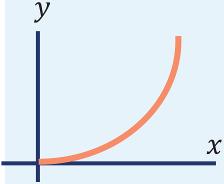


$$(y \propto x) + c$$

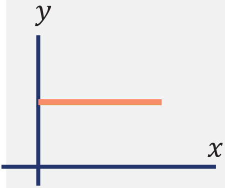
গ্রাফ



$$y \propto \frac{1}{x}$$



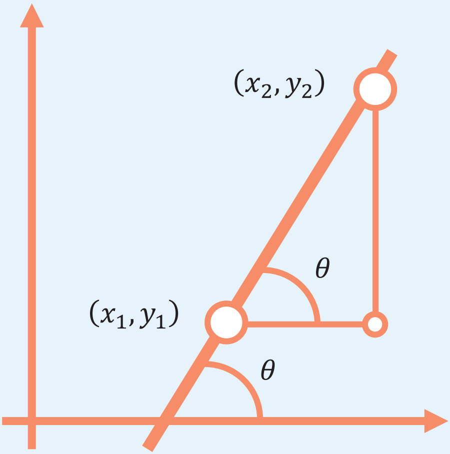
$$y \propto x^n$$



$$y = constant$$

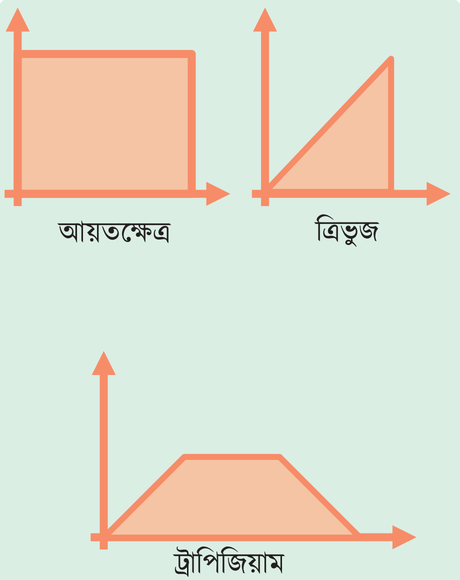
ঢাল

ঢাল = $m = \tan\theta = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$



v vs t গ্রাফের ঢাল ত্বরণ a নির্দেশ করে

ক্ষেত্রফল



v *vs* t গ্রাফের ক্ষেত্রফল দূরত্ব s নির্দেশ করে

আয়তক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল

দৈর্ঘ্য × প্রস্থ

ট্রাপিজিয়ামের ক্ষেত্রফল

$\frac{1}{2}$ × সমান্তরাল বাহুদ্বয়ের যোগফল × সমান্তরাল বাহুদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব

ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল

$\frac{1}{2}$ × উচ্চতা × ভূমি

পড়ন্ত বস্তুর সূত্র

প্রথম সূত্র

পড়ন্ত সকল বস্তু সমান সময়ে সমান পথ অতিক্রম করে

দ্বিতীয় সূত্র

যেকোনো সময় প্রাপ্ত বেগ ওই সময়ের সমানুপাতিক

$$\frac{v_1}{t_1} = \frac{v_2}{t_2} = \frac{v_3}{t_3} = \cdots = \text{ধ্রুবক}$$

তৃতীয় সূত্র

t সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব ওই সময়ের বর্গের সমানুপাতিক

$$\frac{h_1}{{t_1}^2} = \frac{h_2}{{t_2}^2} = \frac{h_3}{{t_3}^2} = \cdots = \text{ধ্রুবক}$$

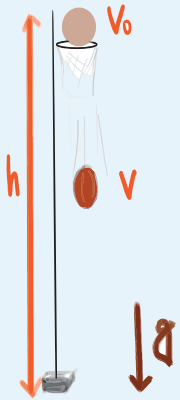
স্থির অবস্থান ও একই উচ্চতা থেকে বিনা বাধায় পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে

পড়ন্ত বস্তুর গতির সমীকরণ

$$v = v_0 + gt$$

$$v^2 = {v_0}^2 + 2gh$$

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



খাড়াভাবে নিক্ষিপ্ত বস্তুর গতির সমীকরণ

$$v = v_0 - gt$$

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

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

খাড়াভাবে নিক্ষিপ্ত বস্তুর গতির সমীকরণ

$$h_{\max} = \frac{{v_0}^2}{2g}$$

$$t_{\max} = \frac{v_0}{g}$$

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

h_{max}	সর্বোচ্চ উচ্চতা
t_{max}	সর্বাধিক উচ্চতায় পৌঁছাতে সময়
v_o	নিক্ষেপণ বেগ
g	অভিকর্ষজ ত্বরণ
T	বিচরণকাল
v_0	আদিবেগ
v	শেষবেগ
h	উচ্চতা

প্রাস (তির্যকভাবে উপরে নিক্ষিপ্ত)

বেগের সমীকরণ

আদিবেগ	t সময় পর
$v_{x_o} = v_0 \cos\theta$	$v_x = v_0 \cos\theta$
$v_{y_o} = v_0 \sin\theta$	$v_y = v_0 \sin\theta - gt$
t সময়ে লব্ধি বেগ	লব্ধি বেগের সাথে অনুভূমিকের কোণ
$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$	$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{v_y}{v_x}\right)$

সরণের সমীকরণ

$$x = v_0 \cos\theta \times t$$

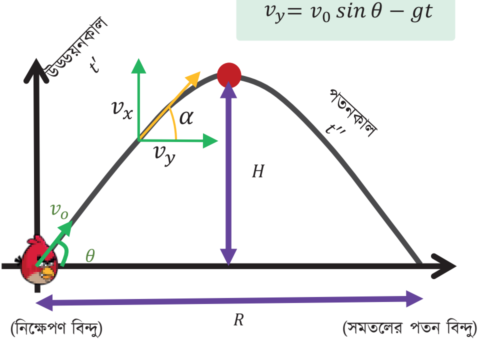
$$y = v_0 \sin\theta \times t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$y = x \tan\theta - \frac{g x^2}{2 v_o^2 \cos^2\theta}$$

প্রাস
(তির্যকভাবে উপরে নিক্ষিপ্ত)

$$v_x = v_0 \cos\theta$$

$$v_y = v_0 \sin\theta - gt$$



প্রাস

সর্বোচ্চ উচ্চতা	$H = \dfrac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g}$
অনুভূমিক পাল্লা	$R = \dfrac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$
সর্বোচ্চ অনুভূমিক পাল্লা	$R_{\max} = \dfrac{v_0^2}{g}$
উড্ডয়নকাল	$t' = \dfrac{v_0 \sin \theta}{g}$
বিচরণকাল	$T = \dfrac{2v_0 \sin \theta}{g}$

প্রাস
(অনুভূমিকভাবে নিচে নিক্ষিপ্ত)

বেগের সমীকরণ

আদিবেগ	t সময় পর বেগ
$v_{x_o} = v$	$v_x = v_0 = v\cos\theta$
$v_{y_o} = 0$	$v_y = gt = v\sin\theta$

t সময় পর লব্ধি বেগ	অনুভূমিকের সাথে v এর কৌণিক ব্যবধান
$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$	$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{v_y}{v_x}\right)$

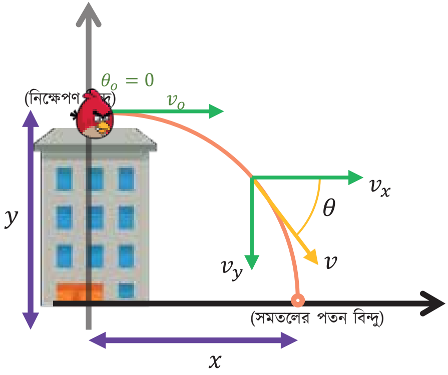
সরণের সমীকরণ

$$x = v_0 t$$

$$y = \frac{1}{2}gt^2$$

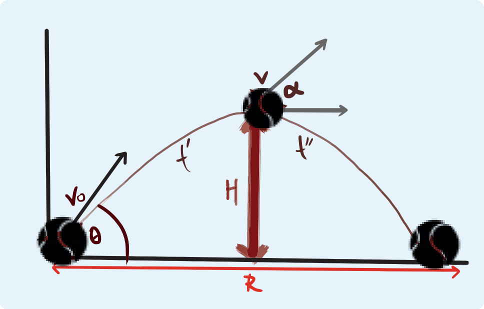
$$y = \frac{gx^2}{2v_o^2}$$

প্রাস
(অনুভূমিকভাবে নিক্ষিপ্ত)



v_0	নিক্ষেপণ বেগ
g	অভিকর্ষজ ত্বরণ
v_x	X অক্ষ বরাবর বেগ
v_y	Y অক্ষ বরাবর বেগ
x	x অক্ষ বরাবর সরণ
y	y অক্ষ বরাবর সরণ

প্রাস



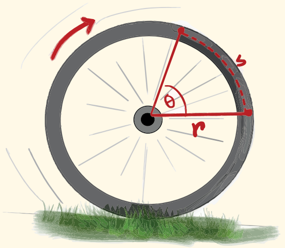
শর্টকাট

$$tan\,\theta = \frac{4H}{R}$$

$$y = x\tan\theta\left(1 - \frac{x}{R}\right)$$

$$y = x\tan\theta - \frac{gx^2}{2(v_0 cos\Theta)^2}$$

কৌণিক গতি



	রৈখিক রাশি	কৌণিক রাশি
সরণ	s	θ
আদিবেগ	v_o	ω_i
শেষবেগ	v	ω
ত্বরণ	a	α

কৌণিক গতি সংক্রান্ত সূত্র

$s = r\theta$	$v = r\omega$	$a = r\alpha$

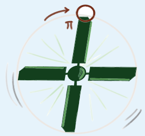
সমবেগ	$\theta = \omega t$
অসমবেগ	$\omega_f = \omega_i + \alpha t$
	$\theta = (\frac{\omega_i + \omega_f}{2}) \times t$
	$\theta = \omega_i t + \frac{1}{2}\alpha t^2$
	${\omega_f}^2 = {\omega_i}^2 + 2\alpha\theta$

কৌণিক গতি

s	রৈখিক সরণ
θ	কৌণিক সরণ
r	ব্যাসার্ধ
v	রৈখিক বেগ
ω	কৌণিক বেগ
a	রৈখিক ত্বরণ
α	কৌণিক ত্বরণ
ω_i	কৌণিক আদিবেগ
ω_f	কৌণিক শেষবেগ

কৌণিক গতি

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

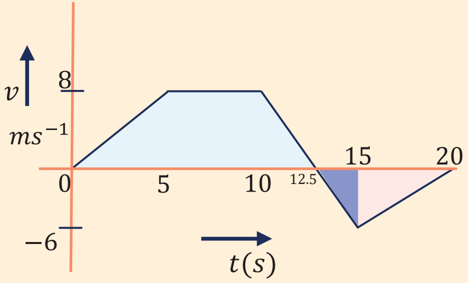


$$1rps = 1revs^{-1} = 2\pi \text{ rads}^{-1}$$

$$1rpm = \frac{2\pi}{60}\text{rads}^{-1}$$

$$1^\circ = \frac{\pi^C}{180}$$

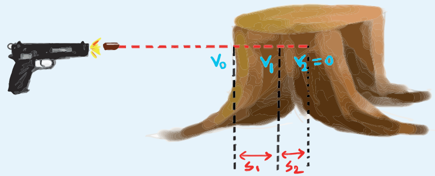
অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয়



গ্রাফ থেকে 20s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর

TRICK	মোট ক্ষেত্রফল ই অতিক্রান্ত দূরত্ব (v vs t গ্রাফ থাকলে)
SOLVE	মোট ক্ষেত্রফল $= \frac{1}{2} \times (5 + 12.5) \times 8 + \frac{1}{2} \times 2.5 \times 6 + \frac{1}{2} \times 5 \times 6$ $= 92.5\ m^2$

কাঠের তক্তা / কাঠের গুঁড়ি ও বুলেট



$$n = \frac{v_0}{v_1}$$

$$s_2 = \frac{s_1}{n^2 - 1}$$

যদি বেগ v_0 Gi $N\%$ কমে

$$v_1 = \frac{v_0(100 - N)}{100}$$

hw` †eM K‡g v_0 Gi $\frac{1}{N}$ fvM nq

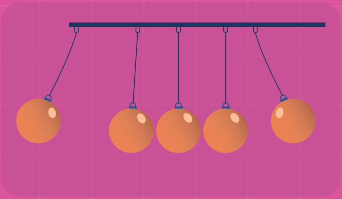
$$v_1 = \frac{v_0}{N}$$

কাঠের তক্তা/ কাঠের গুঁড়ি ও বুলেট

v_0	প্রবেশ করার মুহূর্তের বেগ
v_1	s_1 পরিমাণ প্রবেশ করার পরে প্রাপ্ত বেগ
s_1	বেগ v_0 থেকে v_1 হওয়া পর্যন্ত সরণ
s_2	বেগ v_1 থেকে 0 হওয়া পর্যন্ত সরণ

৪র্থ অধ্যায়

নিউটনীয় বলবিদ্যা



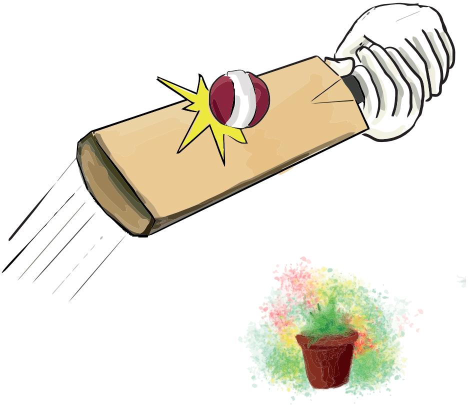
এই P¨vÞv‡ii e¨vL¨vgjK wfwWI
†c‡Z ¯‹¨vb Ki“b

https://10ms.io/Pphy104

বল	উদাহরণ	আপেক্ষিক সবলতা	বাহক কণা
সবল নিউক্লীয় বল	প্রোটন ও নিউট্রনকে একত্রে আবদ্ধ করে নিউক্লিয়াস গঠন করে	10^{41}	গ্লুয়ন
তাড়িত চৌম্বক বল	ইলেকট্রনকে নিউক্লিয়াসের সাথে আবদ্ধ করে পরমাণু গঠন কের	10^{39}	ফোটন
দুর্বল নিউক্লীয় বল	নিউক্লিয় বিটাক্ষয়ের জন্য দায়ী	10^{30}	W ও Z বোসন
মহাকর্ষ বল	নক্ষত্রগুলোকে একত্রিত করে গ্যালাক্সি গঠন কের	1	গ্রাভিটন

বলের ঘাত

$$J = F \times t = mv - mu = \Delta P$$



J	বলের ঘাত
F	বলের মান
t	বলের ক্রিয়াকাল
m	যে ভরের ওপর বল ক্রিয়াশীল
v	বল প্রয়োগের পর বেগ
u	বল প্রয়োগের আগে বেগ
ΔP	ভরবেগের পরিবর্তন

Newton এর বলের সূত্র

1st → যখন $F = 0$ তখন $u = v$

2nd → $\frac{dP}{dt} \propto F$

$F = ma$

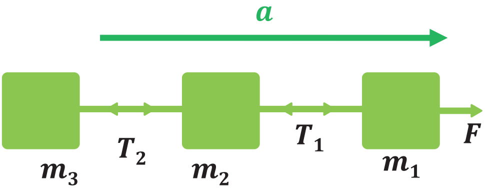
3rd → সংঘর্ষের সময় $\overrightarrow{F_1} = -\vec{F_2}$

$\sum mu = \sum mv$

সংযুক্ত বস্তু সংক্রান্ত সমস্যা

ফর্মুলা একটাই, নেট বল = ma

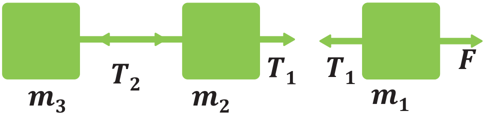
পুরো সিস্টেমে ত্বরণ একই



$$F = (m_1 + m_2 + m_3)a$$

ফর্মুলা একটাই, নেট বল = ma

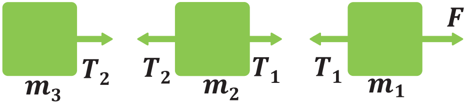
পুরো সিস্টেমে ত্বরণ একই



$$T_1 = (m_2 + m_3)a \qquad F - T_1 = m_1 a$$

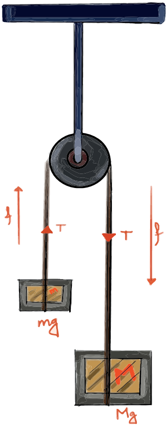
ফর্মুলা একটাই, নেট বল = ma

পুরো সিস্টেমে ত্বরণ একই



$T_2 = m_3 a$ $T_1 - T_2 = m_2 a$ $F - T_1 = m_1 a$

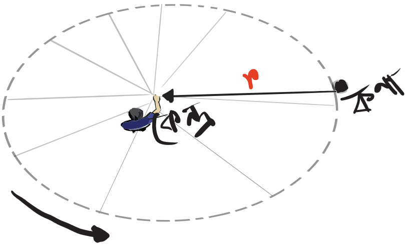
সুতার টান ও পুলি সংক্রান্ত



ত্বরণ	$f = \dfrac{M - m}{M + m} g$
সুতার টান	$T = \dfrac{2Mm}{M + m} g$

T	সুতার টান
f	সাধারণ ত্বরণ
M	ভারী বস্তুর ভর
m	হালকা বস্তুর ভর

জড়তার ভ্রামক



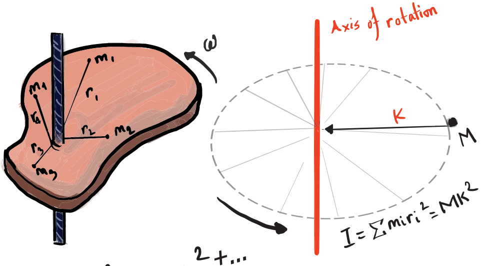
কণার জড়তার ভ্রামক	$I = mr^2$
বস্তুর জড়তার ভ্রামক	$I = \sum mr^2$
চক্রগতির ব্যাসার্ধ	$K = \sqrt{\dfrac{I}{M}}$

জড়তার ভ্রামক

I	জড়তার ভ্রামক
r	বৃত্তাকার পথের ব্যাসার্ধ
m	কণার ভর
M	বস্তুর ভর
K	চক্রগতির ব্যাসার্ধ

জড়তার ভ্রামক

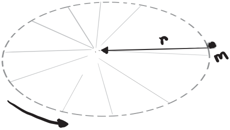
লম্ব অক্ষ উপপাদ্য	$I_z = I_x + I_y$
সমান্তরাল অক্ষ উপপাদ্য	$I = I_z + Mh^2$



জড়তার ভ্রামকের কিছু সূত্র

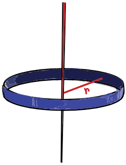
বৃত্তাকারে ঘূর্ণায়মান কণা আকৃতির বস্তুর কেন্দ্রগামী অক্ষের ক্ষেত্রে

$$I = mr^2$$



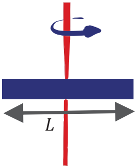
রিং আকৃতির বস্তুর কেন্দ্রগামী অক্ষের ক্ষেত্রে

$$I = mr^2$$



সরু দণ্ডের মধ্যবিন্দুগামী [illegible] অক্ষের ক্ষেত্রে

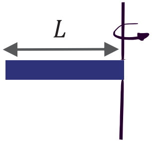
$$I = \frac{1}{12} ML^2$$



জড়তার ভ্রামকের কিছু সূত্র

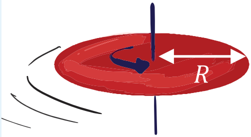
সরু দণ্ডের প্রান্তবিন্দুগামী লম্ব অক্ষের ক্ষেত্রে

$$I = \frac{1}{3} ML^2$$



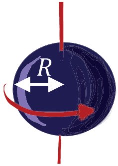
নিরেট বৃত্তাকৃতির কেন্দ্রবিন্দুগামী উলম্ব অক্ষের ক্ষেত্রে

$$I = \frac{1}{2} MR^2$$



নিরেট গোলকাকৃতির কেন্দ্রগামী অক্ষের ক্ষেত্রে

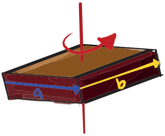
$$I = \frac{2}{5} MR^2$$



জড়তার ভ্রামকের কিছু সূত্র

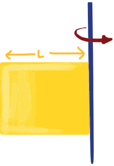
চতুর্ভুজ প্লেট আকৃতির মধ্যবিন্দুগামী উলম্ব অক্ষের ক্ষেত্রে

$$I = \frac{1}{12} M(a^2 + b^2)$$



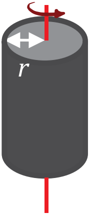
চতুর্ভুজ প্লেট আকৃতির প্রান্তবিন্দুগামী তলের সমান্তরাল অক্ষের ক্ষেত্রে

$$I = \frac{1}{3} ML^2$$



সিলিন্ডারের কেন্দ্রগামী নিজ অক্ষের সাপেক্ষে

$$I = \frac{1}{2} Mr^2$$

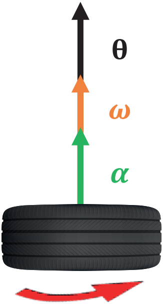


রৈখিক vs কৌণিক

রাশি	রৈখিক	কৌণিক
সরণ	s	θ
বেগ	v	ω
ত্বরণ	a	α
ভর	m	I
ভরবেগ	mv	$I\omega$
বল	$F = ma$	$\tau = I\alpha$
গতিশক্তি	$E_k = \frac{1}{2} mv^2$	$E_k = \frac{1}{2} I\omega^2$

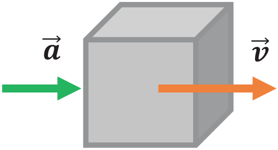
রৈখিক ও কৌণিক রাশিমালা

θ, ω, α এর দিক কোনদিক ?

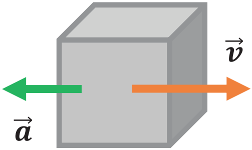


Anti Clockwise হলে উপরের দিকে
Clockwise হলে নিচের দিকে

ত্বরণের দিক ও বেগের পরিবর্তন

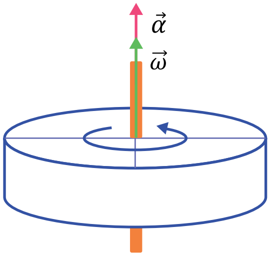


বেগ বাড়বে

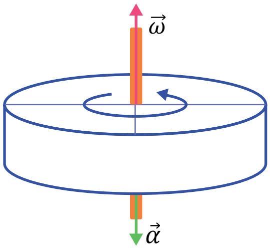


বেগ কমবে

কৌণিক ত্বরণের দিক
ও
কৌণিক বেগের পরিবর্তন



ঘূর্ণন বাড়বে

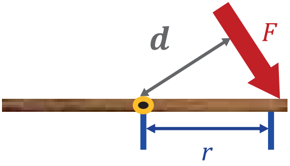


ঘূর্ণন কমবে

সরণ, বেগ, ত্বরণ এর সম্পর্ক
(রৈখিক ও কৌণিক)

$$\begin{tikzcd}
s \arrow[rr, leftrightarrow, "s = r\theta"] \arrow[d, shift left, "\frac{d}{dt}"] & & \theta \arrow[d, shift left, "\frac{d}{dt}"] \\
v \arrow[u, shift left, "\int dt"] \arrow[rr, leftrightarrow, "v = r\omega"] \arrow[d, shift left, "\frac{d}{dt}"] & & \omega \arrow[u, shift left, "\int dt"] \arrow[d, shift left, "\frac{d}{dt}"] \\
a \arrow[u, shift left, "\int dt"] \arrow[rr, leftrightarrow, "a = r\alpha"] & & \alpha \arrow[u, shift left, "\int dt"]
\end{tikzcd}$$

টর্ক (τ)



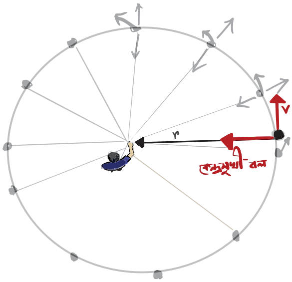
$$\tau = F sin\theta \times r$$

$$\tau = F r sin\theta$$

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

F	প্রযুক্ত বল
r	বলের প্রয়োগবিন্দু থেকে ঘূর্ণন কেন্দ্র পর্যন্ত দূরত্ব
θ	বল ও তলের মধ্যবর্তী কোণ
d	বল হতে ঘূর্ণন কেন্দ্র পর্যন্ত লম্ব দূরত্ব

কেন্দ্রমুখী বল ও কেন্দ্রবিমুখী বল

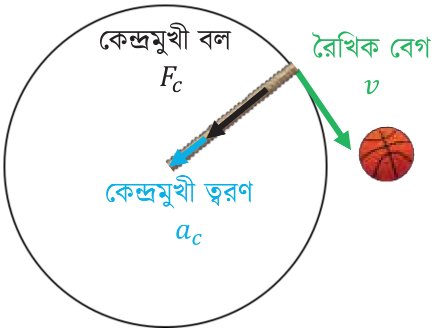


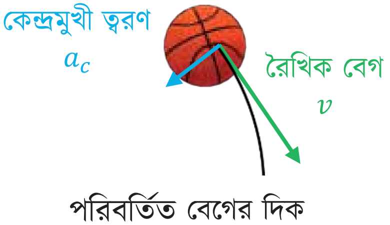
যেকোনো ঘূর্ণনশীল বস্তুর ক্ষেত্রে

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

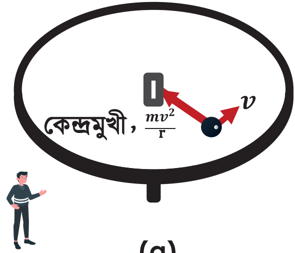
কেন্দ্রমুখী বল ও কেন্দ্রবিমুখী বল

F_c	কেন্দ্রমুখী বল
m	বস্তুর ভর
v	বস্তুর বেগ
r	বৃত্তাকার পথের ব্যাসার্ধ

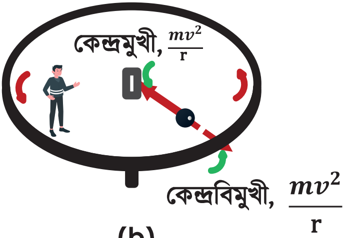




কেন্দ্রমুখী ত্বরণ বেগের দিকের পরিবর্তন করে বস্তুটিকে ঘূর্ণায়মান রাখে



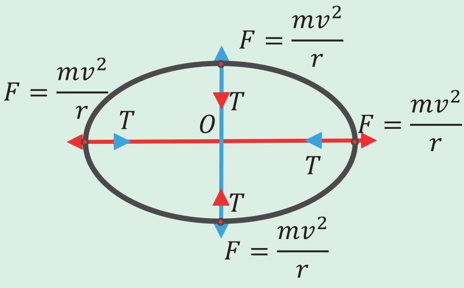
(a)



(b)

কেবলমাত্র ঘূর্ণায়মান কাঠামোতে কেন্দ্রবিমুখী বলের অস্তিত্ব অনুভব করা যায়

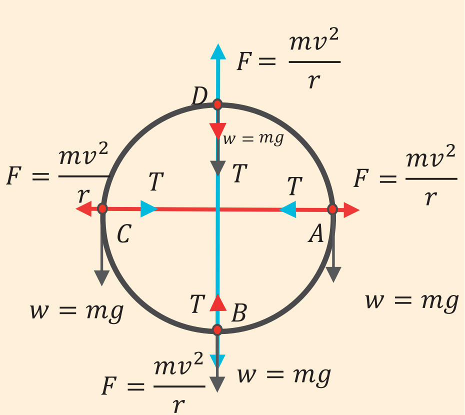
বৃত্তাকার (অনুভূমিক অক্ষে) ঘূর্ণায়মান বস্তুর ক্ষেত্রে



যেকোন বিন্দুতে $T = F = \frac{mv^2}{r}$

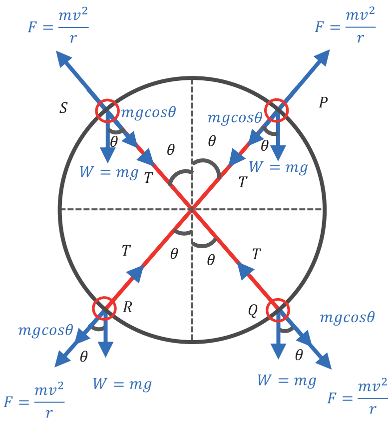
F	কেন্দ্রবিমুখী বল (কেন্দ্রের বিপরীত দিকে)
T	সুতার টান (কেন্দ্রের দিকে)
m	ঘূর্ণায়মান বস্তুর ভর
v	ঘূর্ণায়মান বস্তুর রৈখিক বেগ
r	বৃত্তাকার পথের ব্যাসার্ধ

বৃত্তাকার (উলম্ব অক্ষে) ঘূর্ণায়মান বস্তুর ক্ষেত্রে



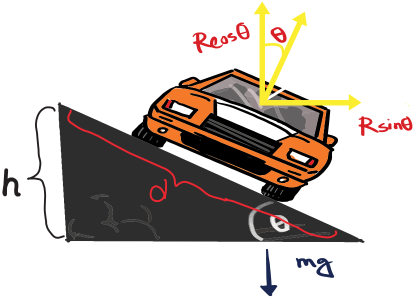
A ও C বিন্দুতে	$T = F = \frac{mv^2}{r}$
B বিন্দুতে	$T = F + w = \frac{mv^2}{r} + mg$
D বিন্দুতে	$T = F - w = \frac{mv^2}{r} - mg$

বৃত্তাকার (উলম্ব অক্ষ) ঘূর্ণায়মান বস্তুর ক্ষেত্রে



P ও S বিন্দুতে	$T = F - W'$ $= \frac{mv^2}{r} - mgcos\theta$
Q ও R বিন্দুতে	$T = F + W'$ $= \frac{mv^2}{r} + mgcos\theta$
W'	কেন্দ্রের দিকে অথবা কেন্দ্রের বিপরীত দিকে ওজনের উপাংশ

ব্যাংকিং কোণ



$$R\cos\theta = mg$$

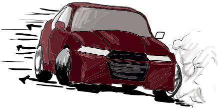
$$R\sin\theta = \frac{mv^2}{r}$$

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

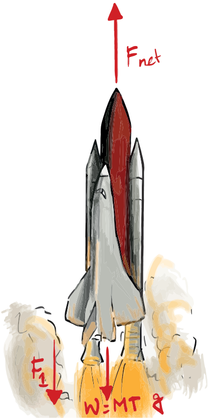
$$\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$$

ব্যাংকিং কোণ

θ	রাস্তার এক পাশ থেকে অন্য পাশ কত কোণে উঁচু
v	সর্বোচ্চ নিরাপদ বেগ
r	বাঁকের ব্যাসার্ধ
h	রেললাইন/রাস্তার দুই পাশের উচ্চতার পার্থক্য
d	রাস্তা/রেললাইনের দুই পাতের দূরত্ব



রকেট



$$F = (v_r)(\frac{dm}{dt})$$

উড্ডয়নের শুরুতে

$$F_{net} = F - W$$
$$= F - M_t g$$

$$M_t = M + m$$

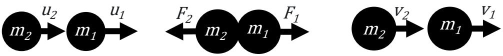
জ্বালানি শেষের মুহূর্তে

$$F_{net} = F - W$$
$$= F - Mg$$

রকেট

F_{net}	উপরের দিকে লব্ধি বল
M	রকেটের ভর
m	জ্বালানির ভর
$\frac{dm}{dt}$	প্রতি সেকেন্ডে জ্বালানি পোড়ার হার
V_r	রকেটের সাপেক্ষে জ্বালানীর বেগ

স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ



সংঘর্ষের আগে   সংঘর্ষের সময়   সংঘর্ষের পরে

সংঘর্ষের আগে পরে আপেক্ষিক বেগ
Gi g\b সমান

$$\left| u_1 - u_2 \right| = \left| v_2 - v_1 \right|$$

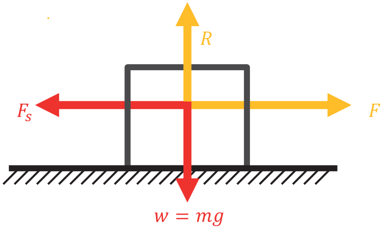
$$v_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} u_1 + \frac{2m_2}{m_1 + m_2} u_2$$

$$v_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} u_1 + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} u_2$$

স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ

m_1	১ম বস্তুর ভর
u_1	১ম বস্তুর সংঘর্ষের আগে বেগ
v_1	১ম বস্তুর সংঘর্ষের পরে বেগ
m_2	২য় বস্তুর ভর
u_2	২য় বস্তুর সংঘর্ষের আগে বেগ
v_2	২য় বস্তুর সংঘর্ষের পরে বেগ

ঘর্ষণ (স্থিতি ঘর্ষণ)

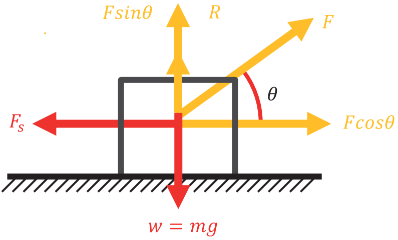


$$F_s = \mu_s R$$

$$F = \mu_s w$$

$$F = \mu_s mg$$

ঘর্ষণ (স্থিতি ঘর্ষণ)



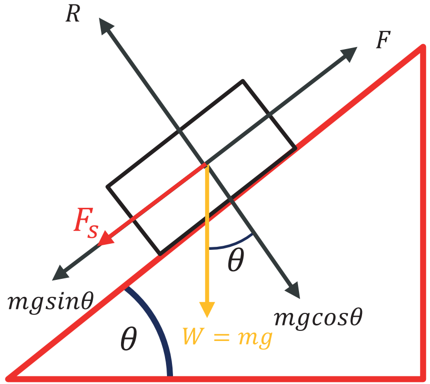
$$F_s = \mu_s R$$

$$F\cos\theta = \mu_s(w - F\sin\theta)$$

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

F_s	স্থিতি ঘর্ষণ বল
F	গতিশীল করতে প্রযুক্ত বল
R	ভূমির প্রতিক্রিয়া বল
θ	আনুভূমিকের সাথে প্রযুক্ত বলের মধ্যবর্তী কোণ
μ_s	স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক
m	বস্তুর ভর

θ কোণে আনত তলে ঘর্ষণ (স্থিতি)



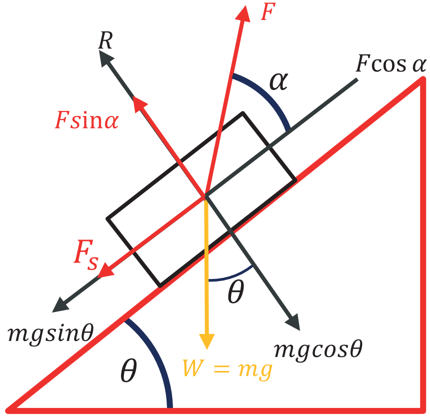
$$\Sigma F = ma = 0$$

$$(F_s + mgsin\theta) - F = 0$$

$$\mu_s R + mgsin\theta = F$$

$$\mu_s mgcos\theta + mgsin\theta = F$$

θ কোণে আনত তলে ঘর্ষণ (স্থিতি)



$$\Sigma F = ma = 0$$

$$(F_s + mgsin\,\theta) - Fcos\alpha = 0$$

$$\mu_s R + mgsin\theta = Fcos\alpha$$

$$\mu_s(mgcos\theta - Fsin\alpha) + mgsin\theta = Fcos\alpha$$

α = হেলানো তলের সাথে বলের মধ্যবর্তী কোণে

ফ্লাই হুইল

পড়ন্ত ভরের হারানো বিভবশক্তি (mgh)

=

পড়ন্ত ভরের গতিশক্তি লাভ $(\frac{1}{2}mv^2)$

+

ফ্লাই হুইলের ঘূর্ণন গতিশক্তি লাভ $(\frac{1}{2}\mathrm{I}\omega^2)$

+

ঘর্ষণের বিরুদ্ধে কৃতকাজ $\mathrm{n_1F}$

$$I = \frac{m(\frac{2gh}{\omega^2} - r^2)}{1 + \frac{n_1}{n_2}}$$

$$\omega = \frac{4\pi \mathrm{n_2}}{t}$$

v	ভরের রৈখিক বেগ
ω	ফ্লাই হুইলের কৌণিক বেগ
I	নিজ অক্ষের সাপেক্ষে ফ্লাই হুইলের জড়তার ভ্রামক
F	প্রতি ঘূর্ণনে ঘর্ষণের বিরুদ্ধে কাজ
n_1	ভর-বিচ্ছিন্ন হওয়ার আগে পর্যন্ত ঘূর্ণন সংখ্যা
n_2	ভর-বিচ্ছিন্ন হওয়ার পর থেকে থেমে যাওয়া পর্যন্ত ঘূর্ণন সংখ্যা
m	ঝোলানো বস্তুর ভর
r	অক্ষদণ্ডের ব্যাসার্ধ
t	ভর-বিচ্ছিন্ন হওয়ার পর থেকে থেমে যেতে সময়

৫ম অধ্যায়

কাজ, শক্তি ও ক্ষমতা

এই P¨vÞv‡ii e¨vL¨vgjK wfwWI
†c‡Z ¯‹¨vb Ki“b

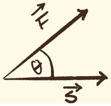
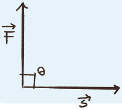
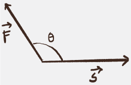
https://10ms.io/Pphy105

কাজ

সূত্র

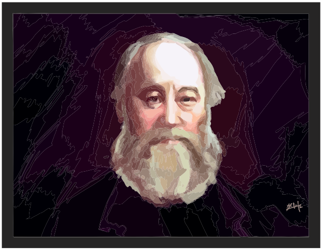
$$W = \vec{F}.\vec{s} = Fscos\theta$$

প্রকারভেদ

	ধনাত্মক	$0 \leq \theta < 90°$
	শূন্য	$\theta = 90°$
	ঋণাত্মক	$90° < \theta \leq 180°$

কাজ

W	কাজ
F	বল
s	সরণ
θ	F ও s এর মধ্যবর্তী কোণ



James Prescott Joule

কাজের এককসমূহ

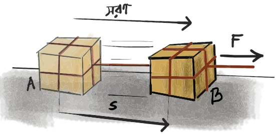
পরম একক	
SI	জুল
CGS	আর্গ
FPS	ফুট-পাউন্ডাল

কাজের এককসমূহ

অভিকর্ষীয় একক

CGS	গ্রাম-সেন্টিমিটার
FPS	ফুট-পাউন্ড
MKS	কিলোগ্রাম-মিটার

ধ্রুব বল দ্বারা কৃতকাজ



ধনাত্মক কাজ

$W = Fs$

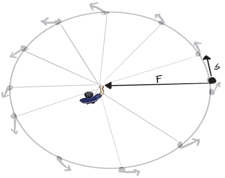
$\theta = 0°$

ej c‡qv‡Mi †¶‡Î
e¯‘i miY e‡ji
wecixZ w`‡K n‡j

ঋণাত্মক কাজ

$W = -Fs$

$\theta = 180°$



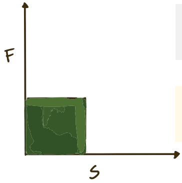
শূন্য কাজ

$W = 0$

$\theta = 90°$

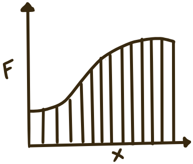
গ্রাফ

বল বনাম বলের দিকের সরণ গ্রাফের ‘X’ অক্ষের সাথে ক্ষেত্রফলের মানই কৃতকাজ



$$W = Fs$$

কৃতকাজ = বল × সরণ



$$dW = Fdx$$

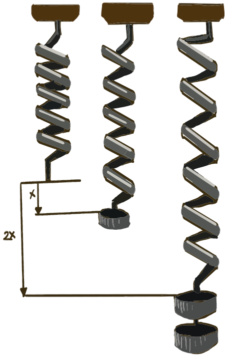
$$W = \int \mathrm{dW} = \int \mathrm{Fdx}$$

স্থিতিস্থাপক বল

হুকের সূত্র

$$F \propto x$$

$$F_{agent} = kx$$



বল ধ্রুবক

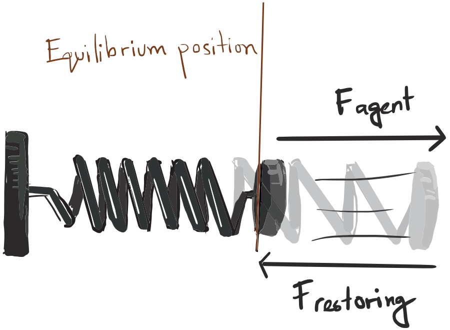
$$k = \frac{F_{agent}}{x}$$

স্প্রিং-এর প্রত্যয়নী বল

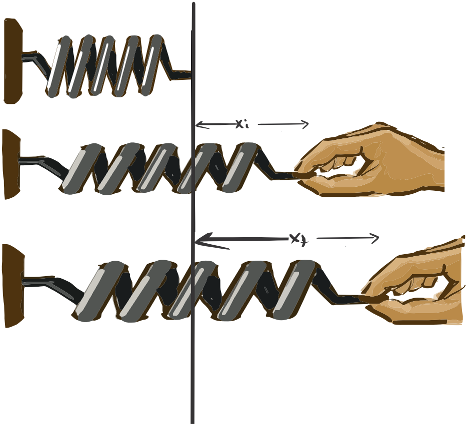
$$F_{restoring} = -kx$$

স্থিতিস্থাপক বল

k	বল ধ্রুবক
F_{agent}	Agent দ্বারা প্রযুক্ত বল
$F_{restoring}$	প্রত্যয়নী বল



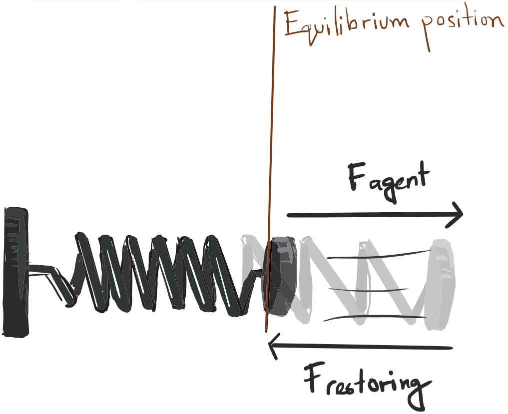
স্থিতিস্থাপক বলের বিরুদ্ধে কৃতকাজ



$$W_{agent} = \frac{1}{2} k\left({x_f}^2 - {x_i}^2\right)$$

স্থিতিস্থাপক বলের বিরুদ্ধে কৃতকাজ

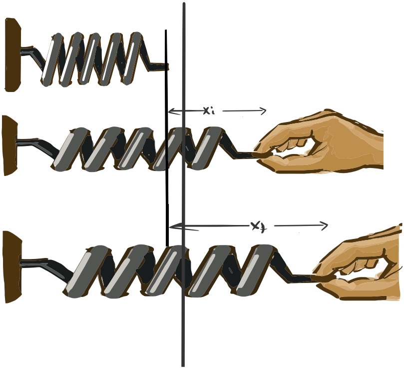
x_i	সাম্যাবস্থান হতে আদি দূরত্ব
x_f	সাম্যাবস্থান হতে শেষ দূরত্ব



স্থিতিস্থাপক বল কর্তৃক কৃতকাজ

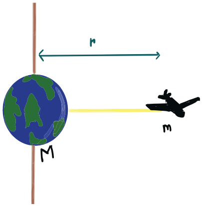
$$W_{spring} = \frac{1}{2}k\left(x_i^{\,2} - x_f^{\,2}\right)$$

$$W \propto x^2$$



অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কাজ

$$W_{agent} = G\,Mm\,[\frac{1}{r_i} - \frac{1}{r_f}]$$

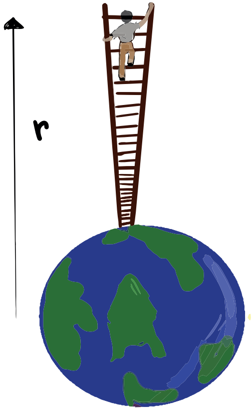


$$F_{earth} = -G\frac{Mm}{r^2}$$

$$F_{agent} = G\frac{Mm}{r^2}$$

অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কাজ

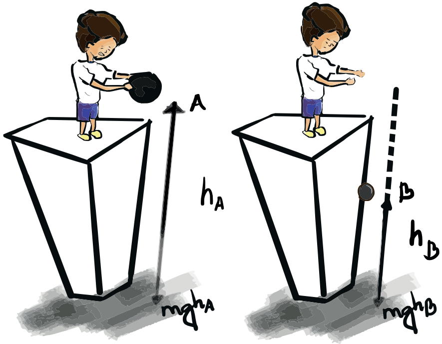
r_i	পৃথিবীর কেন্দ্র হতে আদি দূরত্ব
r_f	পৃথিবীর কেন্দ্র হতে শেষ দূরত্ব



অবস্থান পরিবর্তনে বিভবশক্তি

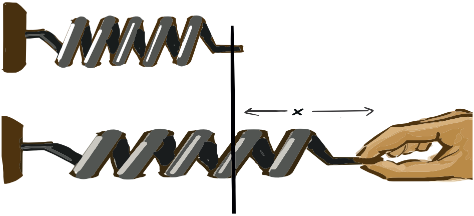
অভিকর্ষজ বিভব শক্তি

fwgi mv‡c‡¶ কোনো বস্তুর অভিকর্ষজ বিভব শক্তি=বস্তুর ভর × অভিকর্ষজ ত্বরণ × অবস্থানটির ভূমি হতে উচ্চতা



কৃতকাজ = বিভবশক্তির পরিবর্তন =
$$W = mg\,(h_A - h_B)$$

স্প্রিং এর বিভবশক্তি



সঞ্চিত বিভবশক্তি, $U = \frac{1}{2} kx^2$

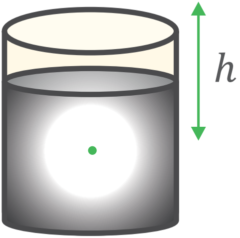
K = স্প্রিং ধ্রুবক = $\frac{F}{x}$

কুয়া থেকে পানি উত্তোলন

কুয়া থেকে পানি উত্তোলনে কৃতকাজ

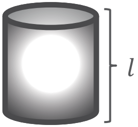
$W = mgh$

$h =$ ভরকেন্দ্রের সরণ

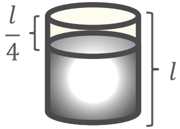


$$\text{ভরকেন্দ্রের সরণ} = \frac{\text{উপরের স্তরের উলম্ব সরণ} + \text{নিচের স্তরের উলম্ব সরণ}}{2}$$

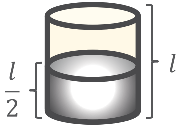
চৌবাচ্চা সম্পূর্ণ খালি করতে h



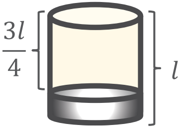
$$h = \frac{0+1}{2} = \frac{1}{2}$$



$$h = \frac{l + \frac{l}{4}}{2} = \frac{5l}{8}$$

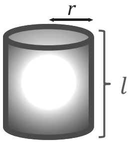


$$h = \frac{\frac{l}{2} + l}{2} = \frac{3l}{8}$$

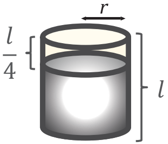


$$h = \frac{\frac{3l}{4} + l}{2} = \frac{7l}{8}$$

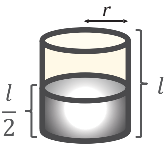
চৌবাচ্চা সম্পূর্ণ খালি করতে m



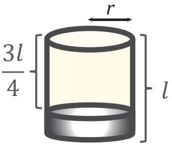
$$m = \rho V$$
$$= \rho \times \pi r^2 l$$



$$m = \rho V$$
$$= \rho \times \pi r^2 \left(\frac{3l}{4}\right)$$



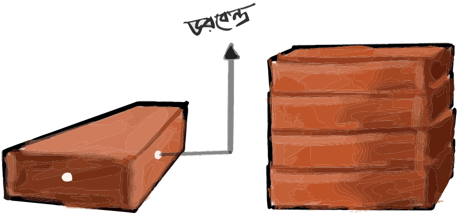
$$m = \rho V$$
$$= \rho \times \pi r^2 \left(\frac{l}{2}\right)$$



$$m = \rho V$$
$$= \rho \times \pi r^2 \left(\frac{l}{4}\right)$$

এখানে m, V যথাক্রমে
চৌবাচ্চার পানির ভর এবং পানিপূর্ণ অংশের আয়তন

ইটের ওপর ইট তুলতে কৃতকাজ



n সংখ্যক ইট তুলে রাখতে কৃতকাজ

$$W = W_1 + W_2 + W_3 \ldots \ldots \ldots .. + W_n$$

$$= mg \times 0 + mg \times h + mg \times 2h \ldots \ldots \ldots .. + mg \times (n-1)h$$

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

গতিশক্তি

কোনো অবস্থানে কোনো বস্তুর গতিশক্তি $=$

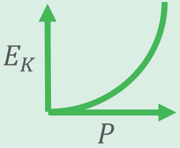
$\frac{1}{2} \times$ বস্তুর ভর $\times$ (ঐ অবস্থানে বস্তুর বেগ) ^{2}

কাজ-শক্তি উপপাদ্য

$$W = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2 = \Delta E_k$$

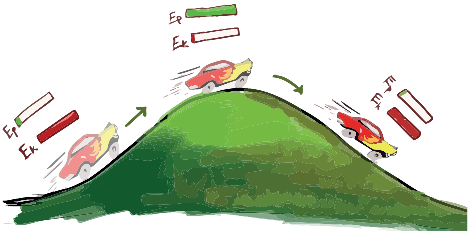
গতিশক্তি $(E_K) \leftrightarrow$ ভরবেগ(P) এর সম্পর্ক

$$E_K = \frac{P^2}{2m}$$



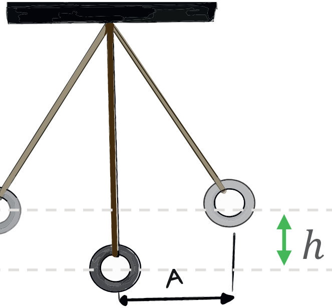
যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা সূত্র

সর্বোচ্চ উচ্চতায় বিভবশক্তির মান সর্বোচ্চ
সর্বোচ্চ গতিতে গতিশক্তির মান সর্বোচ্চ



গতিশক্তি + বিভবশক্তি
=
যান্ত্রিক(মোট)শক্তি
=
ধ্রুবক

সরল দোলক



দোলায়মান সরল দোলক “শক্তির নিত্যতা সূত্র” মেনে চলে।

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

G‡¶‡Î †KŠwYK miY Aek¨B 4^o †_‡K Kg n‡Z n‡e

v	সরল দোলকের রৈখিক বেগ
ω	সরল দোলকের কৌণিক বেগ
A	সাম্যাবস্থান থেকে সর্বোচ্চ অনুভূমিক সরণ (বিস্তার)
x	সাম্যাবস্থান থেকে অনুভূমিক সরণ
h	সাম্যাবস্থান থেকে উলম্ব সরণ

ক্ষমতা

$$P = \frac{W}{t} = \frac{mgh'}{t} = \frac{v\rho gh'}{t}$$

$$P = F.v \ [v \text{ সমবেগ}]$$

কর্মদক্ষতা

$$\eta = \frac{\text{লভ্য কার্যকর শক্তি}}{\text{প্রযুক্ত মোট শক্তি}} \times 100\%$$

কাজের এককসমূহের মধ্যে সম্পর্ক

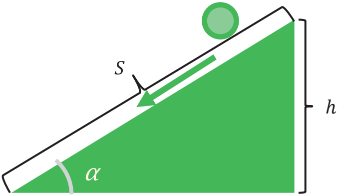
1 J	$1\ Nm$
	$10^7\ erg$
	$4.2 \times\ 10^2\ ft - poundal$
	$9.8 \times 10^9\ gm - cm$
	$7.37 \times 10^{-1}\ ft - lb$
	$1.02 \times 10^{-1}\ kg - m$

বিভিন্ন এককের মধ্যকার সম্পর্ক

$$1\ Ft\ Poundal\ =\ 4.214\ \times 10^5\ erg$$

$$1\ Ft\ Poundal = 0.04214\ Joule$$

কতিপয় সূত্র



অভিকর্ষ বলের দরুন কৃতকাজ

$$W = mgh$$
$$W = mgS\sin\alpha$$

ঘূর্ণনের ক্ষেত্রে কৃতকাজ

$$W = \tau(\theta_2 - \theta_1)$$

ঘূর্ণায়মান বস্তুর গতিশক্তি

$$E_k = \frac{1}{2} I\omega^2$$

τ	টর্ক
ω	কৌণিক বেগ
E_k	গতিশক্তি
I	জড়তার ভ্রামক
θ_1	আদি কৌণিক সরণ
θ_2	শেষ কৌণিক সরণ

কতিপয় সূত্র

চলন ঘূর্ণন সম্পন্ন বস্তুর মোট গতিশক্তি

$$K = \frac{1}{2} I\omega^2 + \frac{1}{2} mv^2$$

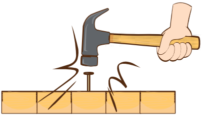
অভিকর্ষের টানে স্থিরাবস্থান থেকে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর t তম সেকেন্ডে হারানো স্থিতিশক্তি বা অর্জিত গতিশক্তি

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

গ্যাসের আয়তন পরিবর্তনকারী বলের জন্য কৃতকাজ $= P\Delta V$

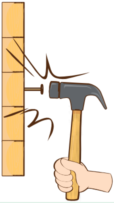
কতিপয় সূত্র

হাতুড়ি-পেরেক সংক্রান্ত



দেয়াল অনুভূমিক,

$$W = Fx = \frac{1}{2}mv^2 + mgx$$



দেয়াল উলম্ব হলে, $W = Fx = \frac{1}{2}mv^2$

পানি মেঘে পরিণত করতে কৃতকাজ

$$= V\rho gh$$

কতিপয় সূত্র

x	দেয়ালে সৃষ্ট গভীরত্ব
m	হাতুড়ির ভর
v	হাতুড়ির বেগ
F	দেয়ালের গড় বাধাদানকারী বল

m ভরের কোনো গুলি v বেগে দেয়ালে s দূরত্ব ভেদ করে থেমে গেলে, $\frac{1}{2}mv^2 = Fx$

h উচ্চতা হতে মুক্তভাবে পতনশীল বস্তু কাদার মাঝে s দূরত্ব অতিক্রম করলে F ঘর্ষণ সৃষ্টি হয়

$$mg(h+s) = Fs$$

ইটের ওপর ইট/ পাথরের ওপর পাথর

2m উচ্চতাবিশিষ্ট ৫টি ইটকে পর পর রাখতে হলে কত কাজ করতে হবে? প্রতিটি ইটের ভর 1 kg

TRICK	n সংখ্যক h উচ্চতাবিশিষ্ট ৫টি ইটকে পর পর রাখতে কৃতকাজ = $mgh \times {}^nC_2$
SOLVE	$W = mgh \times {}^nC_2$ $= mgh \times \frac{n(n-1)}{2}$ $= 1 \times 9.8 \times 5 \times \frac{5(5-1)}{2}$ $= 196J$

সরল দোলকের ববের বেগ

একটি দোলকের ববের কেন্দ্র থেকে এর ঝুলন বিন্দুর দূরত্ব 1 মিটার। ববটিকে লম্ব রেখার সাথে 30° কোণে একদিকে টেনে ছেড়ে দেওয়া হলো। সাম্যবস্থানকে অতিক্রম করার সময় ববের বেগ কত হবে?

TRICK	$v = 2\sqrt{gl}\ \sin\frac{\theta}{2}$
SOLVE	$v = 2\sqrt{9.81 \times 1}\ \sin\frac{30°}{2}$ $= 1.62ms^{-1}$

গতিশক্তি ও বিভবশক্তি

$30m$ উচ্চতা থেকে একটি বস্তুকে বিনা বাধায় পড়তে দিলে কোথায় উহার বিভবশক্তি গতিশক্তির সমান হবে?

TRICK

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

বিভবশক্তি গতিশক্তির সমান হলে

SOLVE

$$x = \frac{30}{2} = 15m$$

গতিশক্তি ও বিভবশক্তি

30m উচ্চতা থেকে একটি বস্তুকে বিনা বাধায় পড়তে দিলে কোথায় উহার বিভবশক্তি গতিশক্তির দ্বিগুণ হবে?

TRICK

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

(বিভবশক্তি গতিশক্তির n গুণ হলে)

SOLVE

$$x = \frac{2\times30}{2+1} = 20m$$

গতিশক্তি ও বিভবশক্তি

30m উচ্চতা থেকে একটি বস্তুকে বিনা বাধায় পড়তে দিলে কোথায় উহার গতিশক্তি বিভবশক্তির দ্বিগুণ হবে?

TRICK	$x = \frac{h}{n+1}$ (গতিশক্তি বিভবশক্তির n গুণ হলে)
SOLVE	$x = \frac{30}{2+1} = 10m$

৬ষ্ঠ অধ্যায়

মহাকর্ষ ও অভিকর্ষ

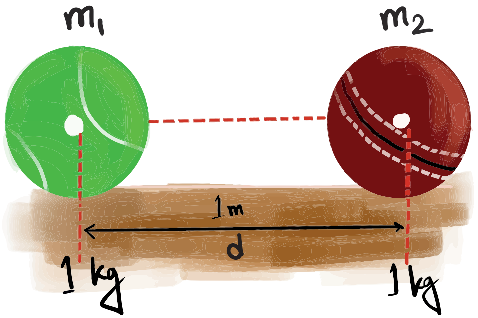
এই P¨vÞv‡ii e¨vL¨vgjK wfwWI
†c‡Z ¯‹¨vb Kiæb

https://10ms.io/Pphy106

মহাকর্ষ

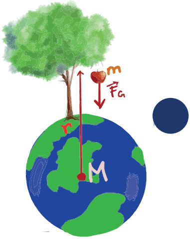
নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র

মহাকর্ষ বল বস্তুর আকৃতি, প্রকৃতি ও মাধ্যমের প্রকৃতির ওপর নির্ভর করে না



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

মহাকর্ষ



$$F_{gravity} = m\frac{GM_E}{R^2} = mg$$

$$M_E = 5.98 \times 10^{24}\,kg \approx 6 \times 10^{24}\,kg$$

$$R_E = 6.38 \times 10^{6}\,m \approx 6.4 \times 10^{6}\,m$$

$$G = 6.67269 \times 10^{-11}\,Nm^2kg^{-2}$$

মহাকর্ষ

m	যেকোনো বস্তুর ভর
M_E	পৃথিবীর ভর
G	মহাকর্ষীয় ধ্রুবক
$F_{gravity}$	মহাকর্ষীয় বল
d	মধ্যবর্তী দূরত্ব
R	পৃথিবীর ব্যাসার্ধ

কেপলারের সূত্র

$$T^2 = KR^3$$

$$K = \frac{4\pi^2}{GM}$$

$$K = 2.97 \times 10^{-19} s^2 m^{-3}$$

কেপলারের সূত্র,

$$\frac{T_1^{\ 2}}{R_1^{\ 3}} = \frac{T_2^{\ 2}}{R_2^{\ 3}} = \frac{T_3^{\ 2}}{R_3^{\ 3}} = K \text{ (ধ্রুবক)}$$

কেপলারের সূত্র

M	পৃথিবীর ভর
G	মহাকর্ষীয় ধ্রুবক
T	পর্যায়কাল
K	ধ্রুবক $(2.97 \times 10^{-19} s^2 m^{-3})$
R	পৃথিবীর ব্যাসার্ধ

অভিকর্ষজ ত্বরণ

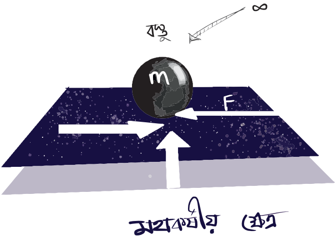
$$W = mg$$

অভিকর্ষজ ত্বরণ

m	যেকোনো বস্তুর ভর
W	যেকোনো বস্তুর ওজন
g	অভিকর্ষজ ত্বরণ

মহাকর্ষ ক্ষেত্র প্রাবল্য

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



মহাকর্ষ বিভব

$$V = -\frac{G\,M}{R}$$

মহাকর্ষ

M	পৃথিবীর ভর
m	যেকোনো বস্তুর ভর
V	মহাকর্ষ বিভব
E	মহাকর্ষ প্রাবল্য
R	পৃথিবীর ব্যাসার্ধ
G	মহাকর্ষীয় ধ্রুবক
F	মহাকর্ষীয় বল

g এর মানের ভিন্নতা

ভূপৃষ্ঠে g এর মান

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

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

ভূপৃষ্ঠ হতে উচ্চতর স্থানে g এর মান

$$g_{up} = \frac{GM}{(R+h)^2}$$

$$g_{up} = g\left(1 - \frac{2h}{R}\right)$$

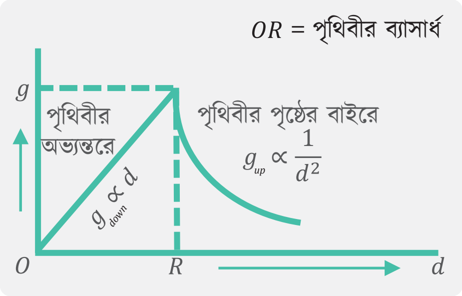
(দ্বিপদী ব্যবহার করায় কিছু পদকে উপেক্ষা করা হয় বলে সূত্রটি সবসময় ব্যবহার করা হয় না)

ভূপৃষ্ঠ হতে নিম্নতর স্থানে g এর মান

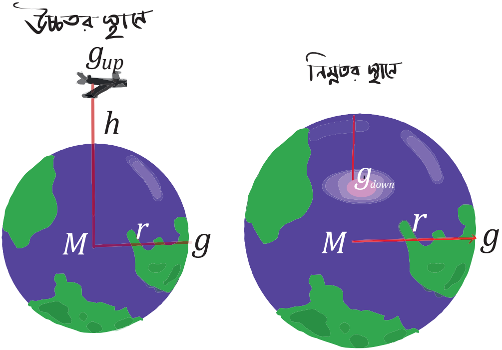
$$g_{down} = \frac{4}{3}\pi G\rho(R - h)$$

$$g_{down} = \left(1 - \frac{h}{R}\right)g$$

g এর মানের ভিন্নতা



OR = পৃথিবীর ব্যাসার্ধ
g
পৃথিবীর অভ্যন্তরে
$g_{down} \propto d$
পৃথিবীর পৃষ্ঠের বাইরে
$g_{up} \propto \frac{1}{d^2}$
O
R
d



উচ্চতর স্থানে
g_{up}
h
M
r
g
নিম্নতর স্থানে
g_{down}
M
r
g

g এর মানের ভিন্নতা

M	পৃথিবীর ভর
ρ	পৃথিবীর গড় ঘনত্ব
R	পৃথিবীর ব্যাসার্ধ
G	মহাকর্ষীয় ধ্রুবক
h	ভূপৃষ্ঠ হতে উচ্চতা

ভিন্ন অক্ষাংশে (λ) g এর মান

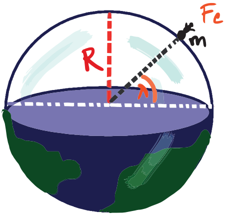
$$g' = g - \omega^2 R cos^2\lambda$$

মেরুতে $\lambda = 90°$

$$g_{pole} = g$$

বিষুবে $\lambda = 0°$

$$g_{equator} = g - \omega^2 R$$

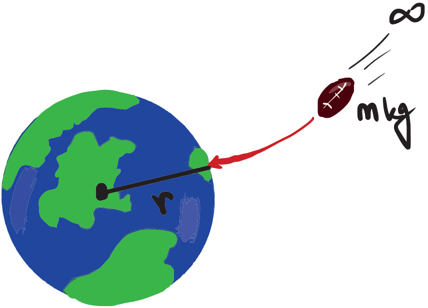


ভিন্ন অক্ষাংশে g এর মান

g	অভিকর্ষজ ত্বরণ
ω	কৌণিক বেগ
λ	পৃথিবী পৃষ্ঠে অক্ষাংশ
R	পৃথিবীর ব্যাসার্ধ

বিভব ও ক্ষেত্র প্রাবল্য সম্পর্ক

$$|E| = \frac{dV}{dr}$$



বিভব ও ক্ষেত্র প্রাবল্য সম্পর্ক

V	মহাকর্ষ বিভব (স্কেলার ক্ষেত্র)
E	মহাকর্ষ প্রাবল্য
R	পৃথিবীর ব্যাসার্ধ

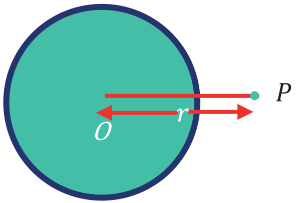
গোলকের বাইরে প্রাবল্য ও বিভব

বিভব

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

প্রাবল্য

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



নিরেট গোলক

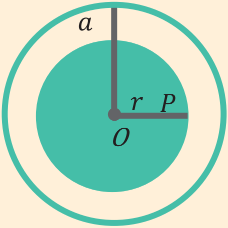
গোলকের ভেতরে প্রাবল্য ও বিভব

বিভব

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

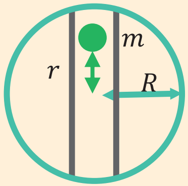
প্রাবল্য

$$E = -\frac{GM}{a^3}r$$



r ব্যাসার্ধের নিরেট গোলক এবং a-r পুরুত্বের ফাঁপা খোলক

পৃথিবীর এক প্রান্ত হতে অপর প্রান্তে সুরঙ্গে বস্তু ছেড়ে দিলে



$$F = -kr$$

$$k = \frac{4}{3}\pi\rho G m$$

বস্তুটি সরল দোলন গতিতে দুলবে

$$T = \sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}} = 84.46\, min$$

পৃথিবীর এক প্রান্ত হতে অপর প্রান্তে সুরঙ্গ

R	পৃথিবীর ব্যাসার্ধ
r	কেন্দ্র হতে বস্তুর দূরত্ব
F	বস্তুর কেন্দ্র বরাবর আকর্ষণ বল
m	বস্তুর ভর
T	পর্যায়কাল
ρ	পৃথিবীর ঘনত্ব $5.5\times 10^3\ kgm^{-3}$

মুক্তিবেগ

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

পৃথিবীর মুক্তিবেগ

$25{,}000\ mile\ h^{-1} = 11.2\ kms^{-1}$

গ্রহ	মুক্তিবেগ
মঙ্গল	$5.1\ km/s$
চাঁদ	$2.4\ km/s$
বৃহস্পতি	$60.20\ km/s$
বুধ	$4.3\ km/s$
শুক্র	$10.36\ km/s$

মুক্তিবেগ

g	অভিকর্ষজ ত্বরণ
G	মহাকর্ষীয় ধ্রুবক
M	পৃথিবীর ভর
R	পৃথিবীর ব্যাসার্ধ

মনে রাখি

	ভর	ব্যাসার্ধ
পৃথিবী	$5.98 \times 10^{24} kg$	$6400\ km$
চাঁদ	$7.4 \times 10^{22} kg$	$1740\ km$
সূর্য	$1.99 \times 10^{30} kg$	70000 km

মুক্তিবেগ(v_e) ছাড়া অন্য বেগে (v) বস্তু নিক্ষেপ করলে

$v^2 < v_e^2$	উপবৃত্তাকার পথে পৃথিবীতে ফিরে আসবে
$v^2 = \frac{v_e^2}{2}$	বৃত্তাকার পথে চাঁদের মতো উপগ্রহে পরিণত হবে
$v^2 > \frac{v_e^2}{2}$	পৃথিবীকে ফোকাসে রেখে উপবৃত্তাকার পথে প্রদক্ষিণ করবে
$v = v_e$	পরাবৃত্তাকার পথে পৃথিবী হতে চলে যাবে
$v > v_e$	অধিবৃত্তাকার পথে পৃথিবী হতে চলে যাবে

অভিকর্ষ (মাধ্যাকর্ষণ)

স্থান	g এর মান
ঢাকায়	$9.7835\ ms^{-2}$
রাজশাহী	$9.790\ ms^{-2}$
মেরুতে	$9.83217\ ms^{-2}$
বিষুবে	$9.78039\ ms^{-2}$

সমুদ্রপৃষ্ঠে ৪৫ ডিগ্রি অক্ষাংশে g এর মান
$981\ cm/sec^2 = 9.8\ ms^{-2} = 32.09\ ft/sec^2$

$$g_{moon} = \frac{g_{earth}}{6}$$

সূত্রসমূহ

অভিকর্ষ সংক্রান্ত

পৃথিবীর ভর, $M = \frac{gR^2}{G} = \frac{4\pi\rho R^3}{3}$

h উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ g_h হলে উচ্চতা,

$$h = \left(\sqrt{\frac{g}{g_h}} - 1\right)R$$

h উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ পৃথিবীর পৃষ্ঠের $\frac{1}{\mathrm{n}}$ অংশ হলে,

$$h = (\sqrt{n} - 1)R$$

সূত্রসমূহ

অভিকর্ষ সংক্রান্ত

h উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ পৃথিবীর পৃষ্ঠের x% হলে,

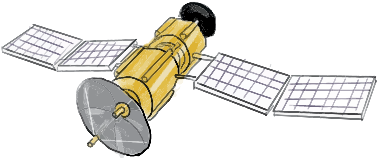
$$h = \left(\frac{10 - \sqrt{x}}{\sqrt{x}}\right) R$$

h গভীরতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ পৃথিবীর পৃষ্ঠের $\frac{1}{\mathrm{n}}$ অংশ হলে,

$$h = \frac{(n-1)}{n} R$$

সূত্রসমূহ

কৃত্রিম উপগ্রহ সংক্রান্ত



কৃত্তিম উপগ্রহের আবর্তনকাল,

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

কৃত্রিম উপগ্রহের রৈখিক বেগ ও পর্যায়কালের মধ্যে সম্পর্ক,

$$v = \frac{2\pi(R+h)}{T}$$

উপগ্রহের গতিশক্তি, $E = \frac{GMm}{2(R+h)}$

ভূস্থির উপগ্রহের পর্যায়কাল ২৪ ঘণ্টা অর্থাৎ $T = 24$ ঘণ্টা

সূত্রসমূহ

কৃত্রিম উপগ্রহ সংক্রান্ত

ভূপৃষ্ঠ হতে উপগ্রহের উচ্চতা,

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

ভূপৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় উপগ্রহের বেগ,

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

ভূপৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় অভিকর্ষজ তরণ g' হলে উপগ্রহের বেগ,

$$v = \sqrt{g'(R+h)}$$

সূত্রসমূহ

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ এর বাস্তব ব্যাসার্ধের $\frac{1}{x}$ গুণ হয়ে গেলে দিনের দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন $T_1 - \frac{T_1}{x_2}$

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ চাঁদের ব্যাসার্ধের n_1 গুণ এবং পৃথিবীর ভর চাঁদের ভরের n_2 হলে পৃথিবীর মুক্তিবেগ চাঁদের মুক্তিবেগের

$$\sqrt{\frac{n_2}{n_1}}$$

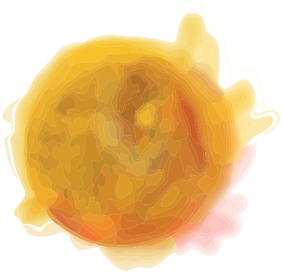
সূত্রসমূহ

সূর্য

সূর্যের ভর, $M = \frac{v^2 r}{G}$

‡Kv‡bv গ্রহ সূর্যের চারপাশে T সময়ে একবার r e¨vmv‡ai K¶c_ প্রদক্ষিণ করলে ^iwLK †eM, $v = \frac{2\pi r}{T}$

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



মহাশূন্যচারীর ওজনহীনতা

পৃথিবীর কোনো বস্তুর ওপর যখন তার ওজনের সমান ও বিপরীতমুখী কোনো প্রতিক্রিয়া বল প্রযুক্ত হয় তখনই তা ওজন অনুভব করে

বৃত্তাকার গতির জন্য মহাশূন্যযানে পৃথিবীর কেন্দ্রের দিকে ঐ উচ্চতায় g-এর মানের সমান একটি ত্বরণ হয়। এ অবস্থায় মহাশূন্যযানের দেয়ালের সাপেক্ষে মহাশূন্যচারীর ত্বরণ $(g-g)=0$ হয়

বস্তু গবেষণা

স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে হাইড্রোজেন অণুর গতিবেগের গড় বর্গের বর্গমূল মান(rms) প্রায় $1.6 kms^{-1}$

পৃথিবীর সৃষ্টির শুরুতে ভূপৃষ্ঠের তাপমাত্রা খুব বেশি ছিল তখনকার তাপমাত্রায় হাইড্রোজেন অণুর গতিবেগের গড় বর্গের বর্গমূল মান প্রায় $4\ kms^{-1}$ থেকে $5\ kms^{-1}$ ছিল। এদের মধ্যে কিছু কিছু অণুর প্রকৃত গতিবেগ গড় বর্গের বর্গমূল মান 2 বা 3 গুণ অধিক হওয়া স্বাভাবিক ছিল

স্বর্গীয় বস্তুসমূহে মুক্তিবেগ এদের ভরের ওপর নির্ভর করে

অভিকর্ষজ ত্বরণের মান

ভূপৃষ্ঠ হতে কত উঁচুতে গেলে সেখানকার অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ভূপৃষ্ঠের অভিকর্ষজ ত্বরণের মানের এক শতাংশ হবে?

TRICK	$h = \left(\frac{10-\sqrt{x}}{\sqrt{x}}\right)R$ (ত্বরণ পৃথিবীর পৃষ্ঠে $x\%$ হলে)
SOLVE	$h = \left(\frac{10-\sqrt{1}}{\sqrt{1}}\right) \times 6.4 \times 10^6$ $= 57.6 \times 10^6 m$

অভিকর্ষজ ত্বরণের মান

ভূপৃষ্ঠ হতে কত অভ্যন্তরে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ভূপৃষ্ঠের অভিকর্ষজ ত্বরণের $\frac{1}{4}$ গুণ হবে?

TRICK	$d = \left(\frac{n-1}{n}\right)R$ (ভূপৃষ্ঠের $\frac{1}{n}$ হলে)
SOLVE	$d = \left(\frac{4-1}{4}\right) \times 6.4 \times 10^6$ $= 4.8 \times 10^6 m$

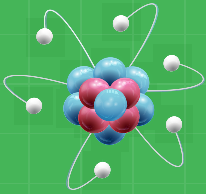
অভিকর্ষজ ত্বরণের মান

পৃথিবীকে 6400km ব্যাসার্ধের একটি গোলক ধরলে ভূপৃষ্ঠ হতে কত উচ্চতায় অভিকর্ষীয় ত্বরণের মান ভূপৃষ্ঠের ত্বরণের মানের $\frac{1}{64}$ হবে?

TRICK	$h = (\sqrt{n} - 1)R$
SOLVE	$h = \left(\sqrt{64} - 1\right) \times 6.4 \times 10^6$ $= 44.8 \times 10^6 m$

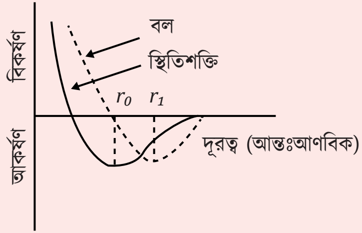
৭ম অধ্যায়

পদার্থের গাঠনিক ধর্ম



এই P¨vÞv‡ii e¨vL¨vgjK wfwWI
†c‡Z ¯‹¨vb Ki“b

https://10ms.io/Pphy107



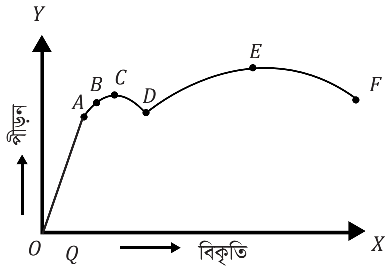
r = আন্তঃআণবিক দূরত্ব

r কমাতে থাকেল শুরুতে আকর্ষণ বল বাড়তে থাকে এবং স্থিতিশক্তি কমতে থাকে।

$r = r_1$ অবস্থানে আকর্ষণ বল সর্বোচ্চ

$r = r_0$ অবস্থানে আকর্ষণ বল শূন্য এবং স্থিতিশক্তি সর্বনিম্ন

$r = r_0$ অবস্থান সাম্যাবস্থা কারণ এখানে স্থিতিশক্তি সর্বনিম্ন



(ক) OA সরলেরখাঃ OA অংশে তারটির উপর প্রযুক্ত পীড়ন এর বিকৃতির সমানুপাতিক এবং হুকের সূত্র মেনে চেল। A হলো আনুপাতিক সীমা

(খ) AB রেখাংশঃ এই অংশে পীড়ন ও বিকৃতি সমানুপাতিক হয় না অর্থাৎ হুকের সূত্র মেনে চেল না। B বিন্দুটি স্থিতিস্থাপক সীমা নির্দেশ করে

গ) BC রেখাংশঃ এই অংশে পীড়ন/বিকৃতি এর অনুপাত আরও কমতে থাকে। এই অবস্থায় প্রযুক্ত বল তুলে নিলে বস্তুটি আর আগের অবস্থানে ফিরে যেতে পারে না। একে উচ্চ নতি বিন্দু এবং এর সঙ্গে সংশ্লিষ্ট পীড়নকে নতি পীড়ন বলে

(ঘ) CD রেখাংশঃ এই অংশে পীড়ন/বিকৃতি ঋণাত্মক হয়। অর্থাৎ পীড়ন কমলেও বিকৃতি বাড়তে থাকে। D বিন্দুকে নিম্ন নতি বিন্দু বলে

(ঙ) DE রেখাংশঃ এই অংশে পীড়ন/বিকৃতি সবচেয়ে কম হয় এবং তারটির কোনো কোনো অংশ সরু হয়ে যায়। তারটির এই অংশে প্লাস্টিক ধর্ম বর্তমান থাকে

(চ) EF রেখাংশঃ এই অংশে তারের বিভিন্ন স্থানে তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল দ্রুত কমতে থাকে এবং তারটি ছিড়ে যায়। F বিন্দুতে পীড়নের মানকে অসহ পীড়ন বলে

পীড়ন

দৈর্ঘ্য পীড়ন

$$\sigma = \frac{\text{দৈর্ঘ্য বরাবর বল}}{\text{প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল}} = \frac{F}{A}$$

আয়তন পীড়ন

$$\mathrm{P} = \frac{\text{পৃষ্ঠের উপর বল}}{\text{পৃষ্ঠতলের ক্ষেত্রফল}} = \frac{F}{A}$$

কৃন্তন পীড়ন

$$\tau = \frac{\text{তল স্পর্শক বল}}{\text{বল যে ক্ষেত্রফলের সাথে স্পর্শক}} = \frac{F}{A}$$

বিকৃতি

দৈর্ঘ্য বিকৃতি

$$\varepsilon = \frac{\text{দৈর্ঘ্য পরিবর্তন}}{\text{আদি দৈর্ঘ্য}} = \frac{l}{L}$$

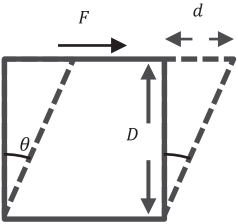
আয়তন বিকৃতি

$$\gamma = \frac{\text{আয়তন পরিবর্তন}}{\text{আদি আয়তন}} = \frac{v}{V}$$

কৃন্তন বিকৃতি

$$\theta = \tan\theta = \frac{d}{D}$$

$$= \frac{\text{আপেক্ষিক সরণ}}{\text{ব্যবধান দূরত্ব}}$$

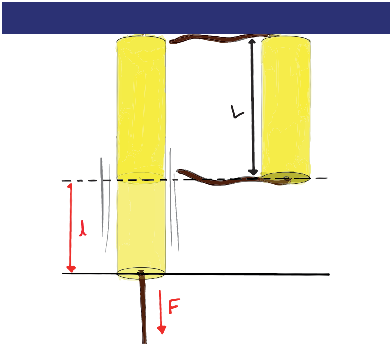


হুকের সূত্র

স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পীড়ন এর বিকৃতির সমানুপাতিক

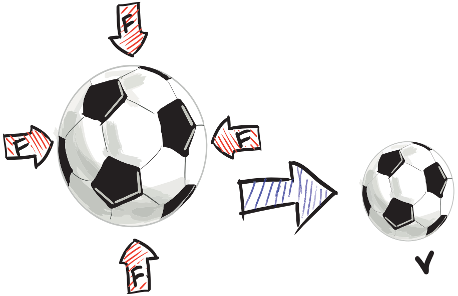
$$\frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}} = constant = \text{গুণাঙ্ক}$$

ইয়ং-এর গুণাঙ্ক



$$Y = E = \frac{\text{দৈর্ঘ্য পীড়ন}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}} = \frac{F/A}{l/L} = \frac{FL}{Al} = \frac{mgL}{\pi r^2 l}$$

আয়তন স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক

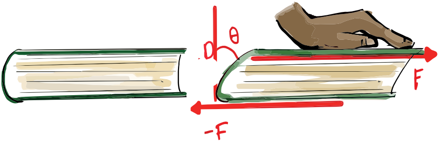


$$K = B = \frac{\text{আয়তন পীড়ন}}{\text{আয়তন বিকৃতি}} = \frac{F/A}{v/V} = \frac{Fv}{AV}$$

সংনম্যতা

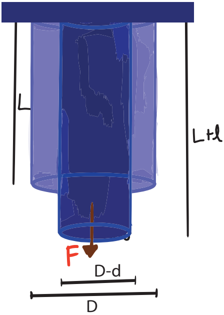
$$C = \frac{1}{B}$$

কৃন্তন গুণাঙ্ক



$$G = S = n = \frac{\text{কৃন্তন পীড়ন}}{\text{কৃন্তন বিকৃতি}} = \frac{F/A}{\theta} = \frac{F}{A\theta}$$

পয়সনের অনুপাত



দৈর্ঘ্য বিকৃতি

$$\varepsilon_L = \frac{l}{L}$$

পার্শ্ব বিকৃতি

$$\varepsilon_d = \frac{d}{D}$$

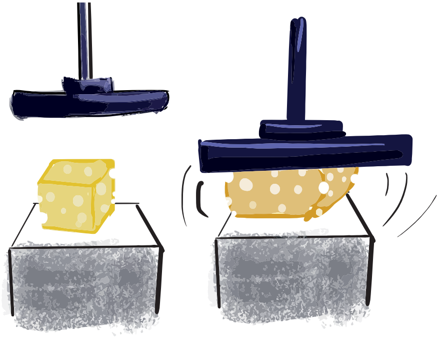
$$\sigma = -\frac{\varepsilon_d}{\varepsilon_L} = -\frac{Ld}{Dl}$$

σ এর মান -1 হতে 0.5 পর্যন্ত হতে পারে

পয়সনের অনুপাত

অধিকাংশ ধাতব পদার্থের ক্ষেত্রে পয়সনের অনুপাত 0.3

প্রকৃতপক্ষে কোনো পদার্থের পয়সনের অনুপাত 0.2 হতে 0.4 এর মধ্যবর্তী



সান্দ্রতাঙ্ক

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

সান্দ্র বল

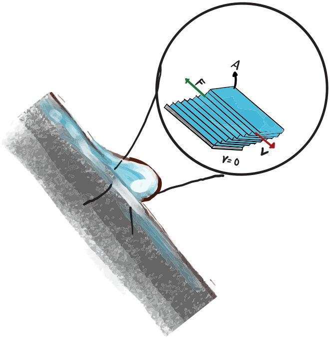
$$F = 6\pi\eta r v$$

$$Log\,\eta = A + \frac{B}{T}$$ [তরলের জন্য]

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$ [গ্যাসের জন্য]

সান্দ্রতাঙ্ক

A	প্রবাহীর পাশাপাশি স্তরের ক্ষেত্রফল
r	গোলকের ব্যাসার্ধ
v	গোলকের বেগ
η	সান্দ্রতাঙ্ক
$\frac{dv}{dy}$	বেগের নতি



সান্দ্রতাঙ্ক

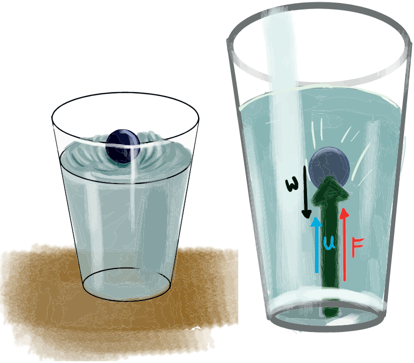
কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ সান্দ্রতার গুণাঙ্ক

তরল	সান্দ্রতার গুণাঙ্ক (Nm^{-2})
পানি	11×10^{-3}
পারদ	1.5×10^{-3}
ইথার	0.2×10^{-3}
গ্লিসারিন	1.5×10^{-3}

প্রান্ত বেগ

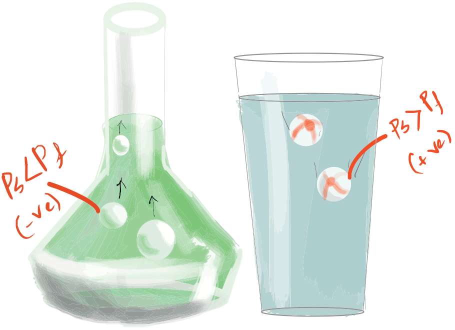
$$v = \frac{2}{9}\frac{r^2 g(\rho_s - \rho_f)}{\eta}$$

w	†Mvj‡Ki wbægLx I Rb
u	প্লবতা
F	mv›` cðvr Uvb



প্রান্ত বেগ

η	সান্দ্রতাঙ্ক
r	গোলকের ব্যাসার্ধ
ρ_s	গোলকের ঘনত্ব
ρ_f	তরলের ঘনত্ব



পৃষ্ঠটান

$$T = \frac{\mathrm{F}}{\mathrm{l}}$$

ফোঁটার ক্ষেত্রে , $T = \frac{F}{L}$

বুদবুদ বা লম্বা তারের ক্ষেত্রে, $T = \frac{F}{2L}$

পানির ফোঁটায় পৃষ্ঠটানজনিত অতিরিক্ত চাপ, $P = \frac{2T}{R}$

মোট স্থিতিশক্তি, $W = E\Delta A = T\Delta A$

একতল যুক্ত গোলাকার বুদবুদের ক্ষেত্রে কৃতকাজ,

$$W = 4\pi(Nr^2 - R^2)T$$

T	পৃষ্ঠটান
F	তরলের পৃষ্ঠে l দৈর্ঘ্যের সাথে লম্বভাবে ক্রিয়াশীল বল
l	কল্পিত রেখার দৈর্ঘ্য
R	বড় ফোঁটার ব্যাসার্ধ
E	পৃষ্ঠশক্তি
r	ছোট ফোঁটার ব্যাসার্ধ
P	পানির ফোঁটার পৃষ্ঠচাপজনিত অতিরিক্ত চাপ
L	তারের দৈর্ঘ্য

পৃষ্ঠটান

একতল যুক্ত গোলাকার বুদবুদ হলে $P = \frac{2T}{R}$
দুইতল যুক্ত বুদবুদ যেমন সাবানের ক্ষেত্রে,
$$P = \frac{4T}{R}$$

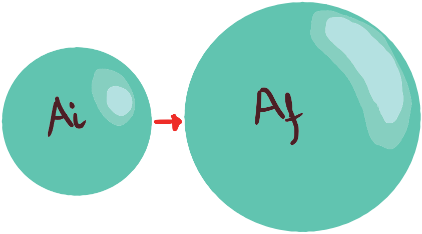
সাবান/গোলাকার ফোঁটার ক্ষেত্রে,
$$W = \Delta AT = 8\pi(Nr^2 - R^2)T$$

$$\frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}N\pi r^3$$
$$R = \sqrt[3]{N} \times r$$

পানির পৃষ্ঠশক্তির
$$E = 72 \times 10^{-3}\text{Jm}^{-2}\ or\ N\text{m}^{-1}$$

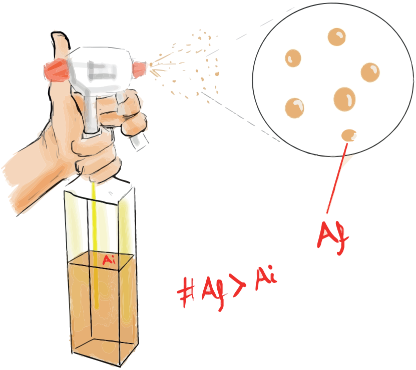
পৃষ্ঠশক্তি

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

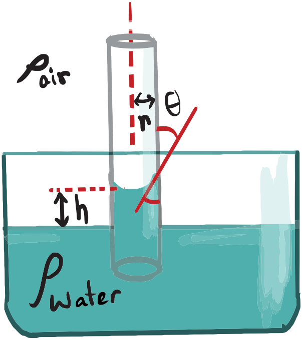


পৃষ্ঠশক্তি

E	পৃষ্ঠশক্তি
W	কাজ
ΔA	ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি



কৈশিকতা



$$T = \frac{r\rho g(h+\frac{r}{3})}{2} \ [\theta \approx 0 \text{ হলে}]$$

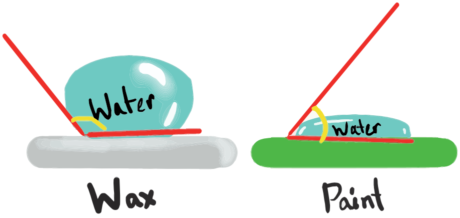
$$T = \frac{hr\rho g}{2cos\theta} \ [\text{r ক্ষুদ্র হলে}]$$

কৈশিকতা

T	পৃষ্ঠটান
θ	স্পর্শকোণ
g	অভিকর্ষজ ত্বরণ
ρ	তরলের ঘনত্ব
h	নলের মধ্যে পানির স্তরের আরোহণ/অবরোহণ
r	কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ

স্পর্শকোণ

পানি ও কাঁচ	8°
বিশুদ্ধ পানি ও পরিষ্কার কাঁচ	0°
রুপা ও পানির	90°
পারদ ও কাঁচের	140°



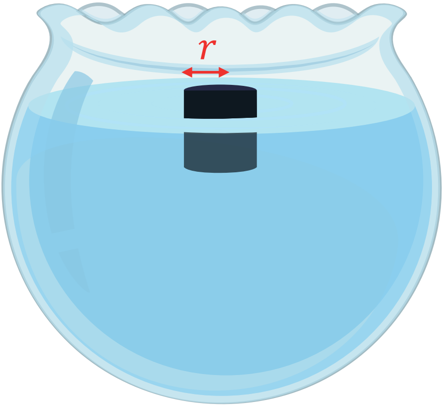
r_1 অন্তব্যাসার্ধ r_2 বহিব্যাসার্ধ বিশিষ্ট সিলিন্ডার পানিতে খাড়াভাবে থাকলে

$$T = \frac{F}{l} = \frac{F}{2\pi r_1 + 2\pi r_2}$$

$l =$ ফাঁপা সিলিন্ডারের ভেতরের পরিধি + বাইরের পরিধি

r ব্যাসার্ধের নিরেট সিলিন্ডার পানিতে খাঁড়াভাবে থাকলে

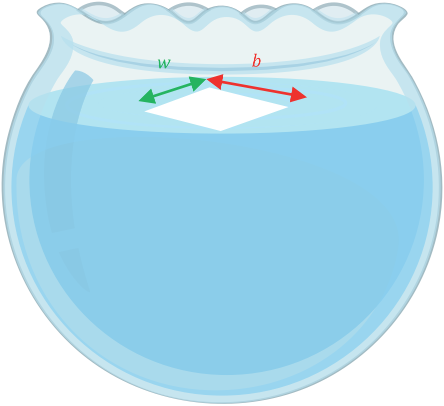
$$T_2 = \frac{F}{l} = \frac{F}{2\pi r}$$



$l =$ নিরেট সিলিন্ডারের বাইরের পরিধি

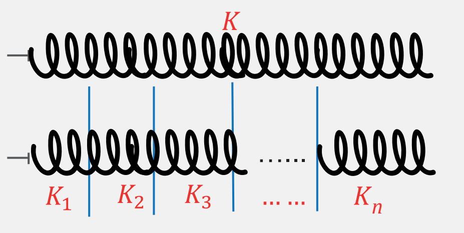
w প্রস্থ এবং *b* দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট কাগজ পানিতে ভেসে থাকলে

$$T = \frac{F}{l} = \frac{F}{2(w+b)}$$



l = কাগজের পরিসীমা

স্প্রিংকে কেটে n সংখ্যক সমান ভাগে ভাগ করলে



$$K_1 = K_2 = \ \ldots\ldots\ldots = K_n = nK$$

K	বড় স্প্রিংটির স্প্রিং ধ্রুবক
$K_1, K_2, \ldots\ldots, K_n$	n সংখ্যক সমানভাবে কাঁটা স্প্রিংগুলোর স্প্রিং ধ্রুবক

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

শক্তিসংক্রান্ত

স্থিতিস্থাপক স্থিতিশক্তি,

$$W = \frac{YAl^2}{2L}$$

একক আয়তনে সঞ্চিত বিভবশক্তি বা কৃতকাজ,

$$U = \frac{Yl^2}{2L^2}$$

একক আয়তন স্থিতিশক্তি,

E= $\frac{1}{2}$ ×পীড়ন× বিকৃতি [যেকোনো বিকৃতি]

বল প্রয়োগে দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন

কী পরিমাণ বল প্রয়োগ করলে 1.0 বর্গ সে.মি. প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট কোনো লোহার তারের দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ হবে?

TRICK	$F = (n-1)YA$ (দৈর্ঘ্য n গুণ হলে)
SOLVE	$F = (2-1)2 \times 10^9 \times 10^{-4}$ $= 2 \times 10^5 N$

আয়তন প্রসারণ সম্পর্কিত

একটি সাবানে বুদবুদের ব্যাসার্ধ 0.01m থেকে বাড়িয়ে 0.1m করা হয়। এই প্রক্রিয়ায় কী পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হলো? (সাবানের দ্রবণের পৃষ্ঠটান $26 \times 10^{-3} Nm^{-1}$)

TRICK	$W = \Delta A T = 8\pi(r_1^2 \sim r_2^2)T$
SOLVE	$W = 8\pi(0.1^2 - 0.01^2) \times 26 \times 10^{-3} = 6.47 \times 10^{-3} J$

স্প্রিং ধ্রুবক

$10\ Nm^{-1}$ স্প্রিং ধ্রুবক বিশিষ্ট স্প্রিংকে 4টি সমানভাগে ভাগ করে সমান্তরালে লাগালে লব্ধি স্প্রিং ধ্রুবক কত?

Trick

$$K_1 = K_2 = K_3 = K_4 = 4K$$

$$K_p = K_1 + K_2 + K_3 + K_4$$

Solve

$$K_p = (4 \times 10 + 4 \times 10 + 4 \times 10 + 4 \times 10)\ Nm^{-1}$$

$$= 160\ Nm^{-1}$$

৮ম অধ্যায়

পর্যাবৃত্তিক গতি

এই P¨vÞv‡i i e¨vL¨vgjK wfwWI
†c‡Z ¯‹¨vb Ki“b

https://10ms.io/Pphy108

সরল ছন্দিত স্পন্দন গতি

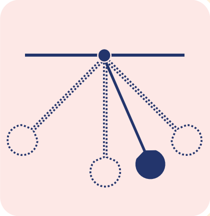
$y = A$

$v = 0$

$F = F_{max}$

$E_p = E_{p_{max}}$

$E_k = E_{k_{min}} = 0$



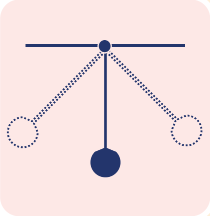
$y < A$

$v > 0$

$F < F_{max}$

$E_{p_{max}} < E_p < E_{p_{max}}$

$E_{k_{min}} < E_k < E_{k_{max}}$



$y = 0$

$v = v_{max}$

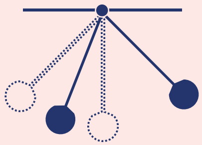
$F = 0$

$E_p = E_{p_{min}} = 0$

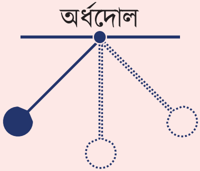
$E_k = E_{k_{max}}$

y	সাম্যাবস্থান থেকে সরণ
A	বিস্তার
F	সরল ছন্দিত স্পন্দন বল
E_p	বিভবশক্তি
E_k	গতিশক্তি
v	কণার বেগ

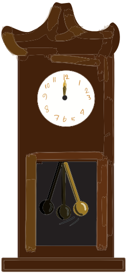
সরল ছন্দিত স্পন্দন গতি



$$y < A$$
$$v > 0$$
$$\mathrm{F} < \mathrm{F}_{max}$$
$$\mathrm{E}_{p_{max}} < \mathrm{E}_p < \mathrm{E}_{p_{max}}$$
$$\mathrm{E}_{k_{min}} < \mathrm{E}_k < \mathrm{E}_{k_{max}}$$



$$y = A$$
$$v = 0$$
$$\mathrm{F} = \mathrm{F}_{max}$$
$$\mathrm{E}_p = \mathrm{E}_{p_{max}}$$
$$\mathrm{E}_k = \mathrm{E}_{k_{min}} = 0$$



সরল ছন্দিত স্পন্দন গতি

$$F \propto -x$$

বল সরণের সমানুপাতিক ও দিক বিপরীত

সরল দোলন গতির বৈশিষ্ট্য

পর্যায়বৃত্ত গতি

স্পন্দনশীল গতি

বলের মান সাম্যাবস্থান থেকে সরণের মানের সমানুপাতিক

সর্বদা নির্দিষ্ট বিন্দু অভিমুখী

পর্যায়কাল সংক্রান্ত সূত্র

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

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

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}} = \sqrt{\frac{g_2}{g_1}}$$

k	স্প্রিং ধ্রুবক
g	অভিকর্ষজ ত্বরণ
e	স্প্রিং-এর প্রসারণ
T	পর্যায়কাল
f/n	কম্পাঙ্ক
L	কার্যকর দৈর্ঘ্য
ω	কৌণিক বেগ
m	স্প্রিং-এ ঝোলানো ভর

পর্যায়কাল সংক্রান্ত সূত্র

কার্যকরী দৈর্ঘ্য

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

দোলনকাল

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

স্প্রিং-এর দোলনকাল

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

সরল দোলন গতির সমীকরণ

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

সরণ

$$x = A\,sin(\omega t + \delta)$$

$$x_{min} = 0$$

$$x_{max} = \pm A$$

বেগ

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

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

$$v_{min} = 0$$

সরল দোলন গতির সমীকরণ

ত্বরণ

$a = -\omega^2 x$	$a_{\min} = 0$
	$a_{\max} = -\omega^2 A$

কৌণিক বেগ বা কম্পাঙ্ক

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

শক্তি সংক্রান্ত সূত্র

মোট শক্তি

$$\text{মোট শক্তি} = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2$$

শক্তি সংক্রান্ত সূত্র

গতিশক্তি

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2(A^2 - x^2)$$

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

শক্তি সংক্রান্ত সূত্র

স্থিতিশক্তি

$$U = \frac{1}{2}m\omega^2x^2 = \frac{1}{2}kx^2$$
$$= \frac{1}{2}kA^2\sin^2(\omega t + \delta)$$

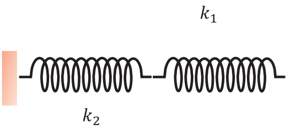
এক পর্যায়ে গড় বিভবশক্তি বা স্থিতিশক্তি

$$P.E_{avg} = \frac{kA^2}{4} = \frac{m\omega^2A^2}{4}$$

স্প্রিং-এর সমবায়

অনুক্রমে সজ্জিত স্প্রিং-এর ক্ষেত্রে

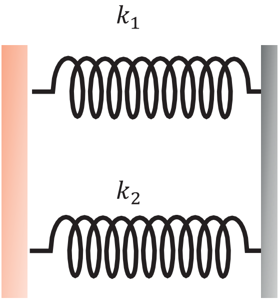
$$\frac{1}{k_s} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3} + \ldots\ldots\ldots + \frac{1}{k_n}$$



স্প্রিং-এর সমবায়

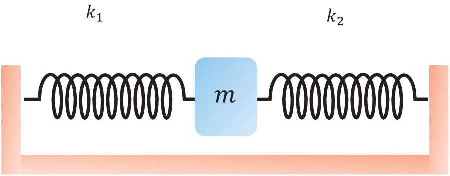
সমান্তরালে সজ্জিত স্প্রিং-এর ক্ষেত্রে

$$k_p = k_1 + k_2 + k_3 + \ldots\ldots + k_n$$



বিশেষ ক্ষেত্র

$$k_p = k_1 + k_2$$



সরল দোলকে কম্পাঙ্ক

কম্পাঙ্ক

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

স্প্রিং-এর বল ধ্রুবক

$$k = \frac{F}{x} = \frac{mg}{x}$$

সরল দোলন গতি (স্প্রিং)

যদি m_1 ও m_2 ভরের দুটি বস্তু একই স্প্রিং-এর মুক্ত প্রান্ত হতে ঝুলিয়ে দেওয়া 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 দুটি স্প্রিং-এর ভর যথাক্রমে m_1 ও m_2 হয় এবং তাদের দোলনকাল যথাক্রমে T_1 ও T_2 হয় তাহলে

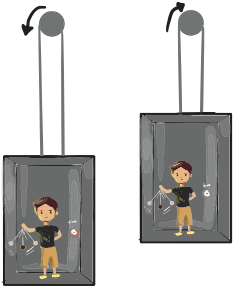
$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{{T_1}^2}{{T_2}^2}$$

লিফটে সরল দোলকের দোলনকাল

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

লিফটে উপরে ওঠার সময় $(g + f)$,
নামার সময় $(g - f)$

f	লিফটের ত্বরণ



সেকেন্ড দোলকের ক্ষেত্রে

$$L = {}^{g}/_{\pi^2}$$

ভূপৃষ্ঠ হতে উঁচু স্থানে যদি অভিকর্ষজ ত্বরণ g_2 এবং ভূপৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ g_1 হয়। তবে,

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

$$T_1 = 2s$$

ভূপৃষ্ঠ হতে গভীরে (h) অবস্থিত কোনো বিন্দুতে যদি অভিকর্ষজ ত্বরণ g_2 এবং ভূপৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ g_1 হয়। তবে,

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

ত্রুটিপূর্ণ দোলক

$$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} = \frac{86400}{86400 \pm x}$$

Slow হলে (-), Fast হলে (+)

যেখানে x হলো এক দিনে যতটি দোলন কম বা বেশি দেয়

Shortcut

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

$$T_2 = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} \times T_1$$

$$T_2 = \sqrt{\frac{k_1}{k_2}} \times T_1$$

$$\frac{T_m}{T_e} = \frac{\sqrt{\text{পৃথিবীর ভর চাঁদের যত গুণ}}}{\text{পৃথিবীর ব্যাসার্ধ চাঁদের যত গুণ}}$$

T_m	চাঁদে পর্যায়কাল
T_e	পৃথিবীতে পর্যায়কাল

Shortcut

$$\frac{T_2}{T_1}=\sqrt{\frac{L_2}{L_1}}=\sqrt{\frac{g_1}{g_2}}=\frac{R+\overset{h\text{ উচ্চতায়}}{\boxed{h}}}{R}=\sqrt{\frac{R}{R-\underset{h\text{ গভীরতায়}}{\boxed{h}}}}=\sqrt{\frac{k_1}{k_2}}$$

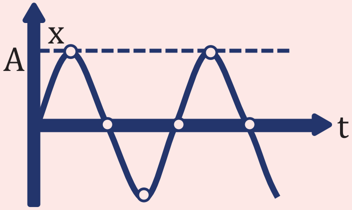
$$\frac{T_2}{T_1}=\frac{86400}{86400\pm x}$$

$x=$ দিনে হারানো/লাভ করা সময়(s)

$$\frac{T_2}{T_1}=\frac{3600}{3600\pm x}$$

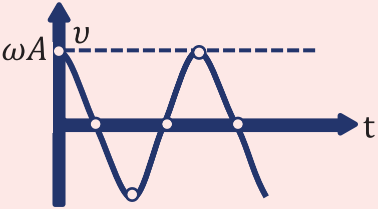
$x=$ ঘণ্টায় Slow/Fast হওয়া সময়(s)

অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ লেখচিত্র



সরণ x বনাম সময় t

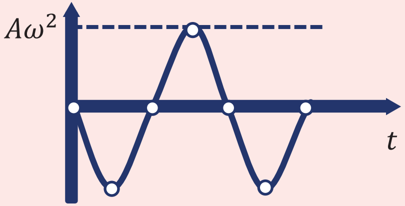
$[x = A\,sin(\omega t + \delta)]$



বেগ v বনাম সময় t

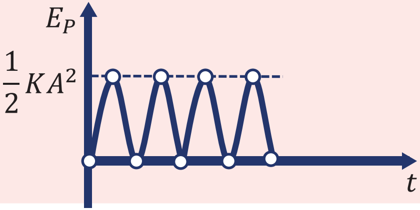
$[v = \omega A\,cos\omega t]$

অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ লেখচিত্র



ত্বরণ a বনাম সময় t

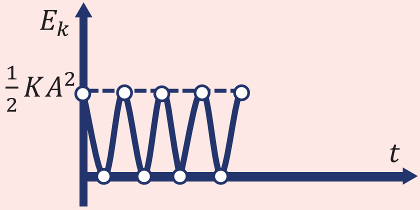
$[a = -\omega^2 A sin\omega t]$



বিভবশক্তি E_p বনাম সময় t

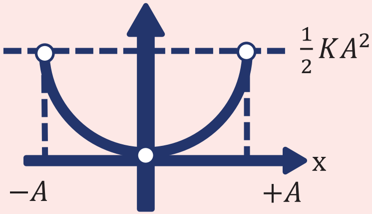
$[E_p = \frac{1}{2}KA^2 \sin^2 \omega t]$

অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ লেখচিত্র



গতিশক্তি E_k বনাম সময় t

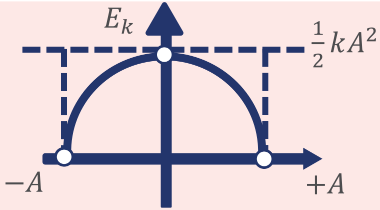
$$[E_k = \frac{1}{2}KA^2 \cos^2 \omega t]$$



বিভবশক্তি E_p বনাম সরণ x

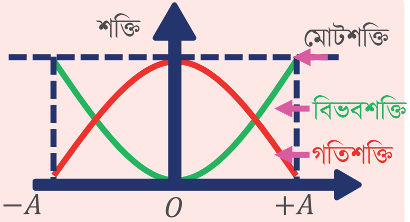
$$[E_p = \frac{1}{2}kx^2]$$

অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ লেখচিত্র



গতিশক্তি E_k বনাম সরণ x

$$[E_k = \frac{1}{2}k(A^2 - x^2)]$$



গতিশক্তি ও বিভবশক্তি বনাম সরণ

দোলনকাল নির্ণয়

ধরা যাক দুটি সরল দোলক A ও B। যদি A এর দৈর্ঘ্য B এর চার গুণ এবং B এর 2sec হলে A এর দোলনকাল কত?

TRICK	$T_A = \sqrt{n} T_B$ n = A এর কার্যকরী দৈর্ঘ্য B এর যত গুণ
SOLVE	$T_A = \sqrt{4} \times 2 = 4 \text{ sec}$

দোলনকাল নির্ণয়

পৃথিবী ভর ও ব্যাসার্ধ চাঁদের ভর ও ব্যাসার্ধের 81 ও 4 গুণ হলে চাঁদে দোলকটির দোলনকাল কত, যদি পৃথিবীতে দোলনকাল 2s হয়

TRICK	$\frac{T_m}{T_e} = \frac{\sqrt{\text{ভরের গুণ}}}{\text{ব্যাসার্ধের গুণ}}$
SOLVE	$T_m = \frac{\sqrt{81}}{4} \times 2$ $= \frac{9}{4} \times 2 = 4.55$

দিনের দৈর্ঘ্য পরিবর্তন

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ হঠাৎ অর্ধেক হলো। দিনের দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন কেমন হবে?

TRICK	$\Delta T = T_1 - \frac{T_2}{x^2}$ (ব্যাসার্ধ $\frac{1}{x}$ হলে)
SOLVE	$\Delta T = 24 - \frac{24}{2^2}$ $= 21 - 6$ $= 18$ hour

দোলনকাল

কোনো সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য 225% বৃদ্ধি করলে এর দোলনকাল কত হবে?

TRICK	$T_2 = \left(\sqrt{1 + 0.01\text{x}}\right) T_1$ $x =$ দৈর্ঘ্য যত % বাড়ানো হয়েছে
SOLVE	$T_2 = \left(\sqrt{1 + 2.25}\right) \times 2$ $= 3.6s$

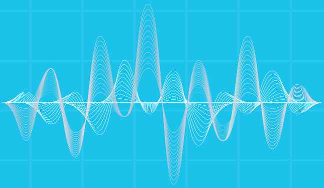
পাহাড়ের উচ্চতা

কোনো পাহাড়ের শীর্ষদেশে g এর মান 1% হলে পাহাড়ের উচ্চতা কত হবে?

TRICK	$h = (\sqrt{n} - 1)R$ (h উচ্চতায় g এর মান $\frac{1}{n}$ অংশ হলে)
SOLVE	$1\% = \frac{1}{100} = \frac{1}{n} \therefore n = 100$ $h = \left(\sqrt{100} - 1\right)R = 9R$

৯ম অধ্যায়

তরঙ্গ



এই P¨vÞv‡ii e¨vL¨vgjK wfwWI
†c‡Z ¯‹¨vb Ki“b

https://10ms.io/Pphy109

তরঙ্গ (অগ্রগামী)

$$Y = a\sin(\omega t \pm kx)$$

$$= a\sin\left(2\pi ft \pm \frac{2\pi}{\lambda}x\right)$$

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

$(+)$ হলে তরঙ্গ $-ve$ ‘x’ অক্ষের দিকে যাবে

$(-)$ হলে তরঙ্গ $+ve$ ‘x’ অক্ষের দিকে যাবে

y	তরঙ্গস্থিত কণার উলম্ব সরণ
x	তরঙ্গের আনুভূমিক দিকে অতিক্রান্ত দূরত্ব/ পথ-পার্থক্য
a	বিস্তার
λ	তরঙ্গদৈর্ঘ্য
v	তরঙ্গের বেগ
ω	কৌণিক বেগ
f	কম্পাঙ্ক
t	সময়
k	তরঙ্গ সংখ্যা
φ	দশা পার্থক্য

দশা পার্থক্য সংক্রান্ত

দশা পার্থক্য $(\delta) = \frac{2\pi}{\lambda} \times$ পথ-পার্থক্য(x)

দশা পার্থক্য 2π এর বেশি হলে,

$$\delta = (n \times 2\pi + \delta')$$

δ' দশা পার্থক্য

উদাহরণঃ $7\pi = 3 \times 2\pi + \pi$

$\therefore$ দশা পার্থক্য π

কম্পাঙ্ক ও পর্যায়কাল সংক্রান্ত

কম্পাঙ্ক ও পর্যায়কালের মধ্যে সম্পর্ক	$f = \frac{1}{T}$
তরঙ্গ বেগ	$v = f\lambda$
কৌণিক কম্পাঙ্ক	$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$
N বার কম্পনে তরঙ্গ কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব	$S = N\lambda$

কম্পাঙ্ক, বেগ ও পর্যায়কাল সংক্রান্ত

যখন উৎস ভিন্ন হয় কিন্তু মাধ্যম একই থাকে	$\frac{f_1}{f_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$ $(v\ constant)$
যখন মাধ্যম ভিন্ন হয় কিন্তু উৎস একই থাকে	$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ $(f\ constant)$

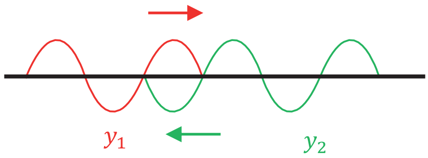
স্থির তরঙ্গ (মুক্ত প্রান্ত)

$$y_1 = a\sin\frac{2\pi}{\lambda}(vt - x)$$

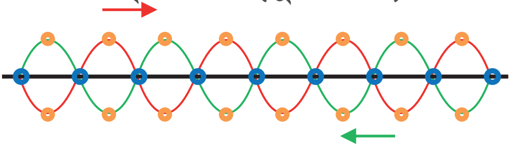
$$y_2 = a\sin\frac{2\pi}{\lambda}(vt + x)$$

$$\begin{aligned} y &= y_1 + y_2 \\ &= 2a\sin\frac{2\pi}{\lambda}vt\cos\frac{2\pi}{\lambda}x \\ &= A\sin\frac{2\pi}{\lambda}vt \end{aligned}$$

বিস্তার, $A = 2a\cos\frac{2\pi}{\lambda}x$



স্থির তরঙ্গ (মুক্ত প্রান্ত)



সুস্পন্দ হওয়ার শর্ত

$$A = \pm 2a$$

$$\therefore x = 0, 2\frac{\lambda}{4}, 4\frac{\lambda}{4}, \ldots \ldots 2n\frac{\lambda}{4}$$

পথ-পার্থক্য $\frac{\lambda}{4}$ এর জোড় গুণিতক।

নিস্পন্দ হওয়ার শর্ত

$$A = 0$$

$$\therefore x = \frac{\lambda}{4}, 3\frac{\lambda}{4}, 5\frac{\lambda}{4} \ldots \ldots (2n+1)\frac{\lambda}{4}$$

পথ-পার্থক্য $\frac{\lambda}{4}$ এর বিজোড় গুণিতক।

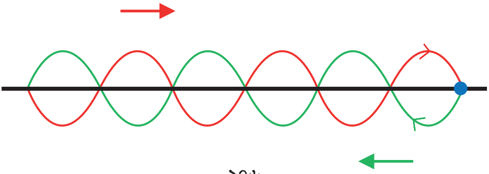
স্থির তরঙ্গ (বদ্ধ প্রান্ত)

$$y_1 = a \sin \frac{2\pi}{\lambda}(vt - x)$$

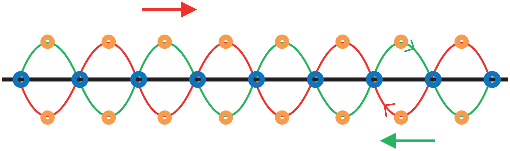
$$y_2 = a \sin \frac{2\pi}{\lambda}(vt + x + \pi)$$
$$= -a \sin \frac{2\pi}{\lambda}(vt + x)$$

$$y = y_1 + y_2$$
$$= -2a \cos \frac{2\pi}{\lambda} vt \sin \frac{2\pi}{\lambda} x$$
$$= A \cos \frac{2\pi}{\lambda} vt$$

বিস্তার, $A = -2a \sin \frac{2\pi}{\lambda} x$



স্থির তরঙ্গ (বদ্ধ প্রান্ত)



সুস্পন্দ হওয়ার শর্ত

$$A = \pm 2a$$

$$\therefore x = 0, 3\frac{\lambda}{4}, 5\frac{\lambda}{4}, \ldots\ldots (2n+1)\frac{\lambda}{4}$$

পথ-পার্থক্য $\frac{\lambda}{4}$ এর বিজোড় গুণিতক।

নিস্পন্দ হওয়ার শর্ত

$$A = 0$$

$$\therefore x = 2\frac{\lambda}{4}, 4\frac{\lambda}{4}, 6\frac{\lambda}{4} \ldots\ldots 2n\frac{\lambda}{4}$$

পথ-পার্থক্য $\frac{\lambda}{4}$ এর জোড় গুণিতক।

তরঙ্গের তীব্রতা

$I \propto A^2$	$\frac{I_1}{I_2} = \frac{A_1^2}{A_2^2}$
$I \propto Size\ (source)$	
$I \propto \frac{1}{r^2}$	$\frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$
$I \propto f^2$	$\frac{I_1}{I_2} = \frac{f_1^2}{f_2^2}$
$I \propto \rho$	$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$
$I \propto v$	$\frac{I_1}{I_2} = \frac{v_1}{v_2}$

A	তরঙ্গের বিস্তার
r	উৎস থেকে শ্রোতার দূরত্ব
f	উৎসের কম্পাঙ্ক
ρ	মাধ্যমের ঘনত্ব
v	মাধ্যমে তরঙ্গের বেগ

তরঙ্গের তীব্রতা

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2}$$

$$I = 2\pi^2 \rho n^2 a^2 v$$

তীব্রতা লেভেল সংক্রান্ত

তীব্রতা লেভেল	$\beta = 10\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$

$$\Delta\beta = \beta_2 - \beta_1 = 10\log\left(\frac{I_2}{I_1}\right)$$

প্রমাণ তীব্রতা	$I_o = 10^{-12}\ Wm^{-2}$

বিট

$$y_1 = a \sin 2\pi f_1 t$$

$$y_2 = a \sin 2\pi f_2 t$$

$$y = y_1 + y_2$$

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

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

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

বিট

পরপর দুটি প্রবল/ নিঃশব্দ শোনার মধ্যবর্তী সময় $= \dfrac{1}{f_1 - f_2}$

প্রতি সেকেন্ডে সৃষ্ট বিট, $N = f_1 \sim f_2$

ব্যবহার

অজানা কম্পাঙ্ক নির্ণয়

খনিতে দূষিত গ্যাসের অস্তিত্ব নির্ণয়

বাদ্যযন্ত্রের সুর নির্ণয়

অজানা সুর শলাকার কম্পাঙ্ক
Exclusive Shortcut

f_2(অজানা) $= f_1$(জানা) $\pm N$

	N	f_2
মোম লাগালে (ভর) $m \longrightarrow \uparrow$ (বাড়ালে) (কম্পাঙ্ক) f $\downarrow$ (কমে)	$N \uparrow$	$f_2 = f_1 - N$
	$N \downarrow$	$f_2 = f_1 + N$
wkwi l কাগজে ঘষলে (ভর)$m \longrightarrow \downarrow$(কমালে) (কম্পাঙ্ক)$f$ $\uparrow$ (বাড়ে)	$N \uparrow$	$f_2 = f_1 + N$
	$N \downarrow$	$f_2 = f_1 - N$

m এবং N একই রকম হলে, $f_2 = f_1 - N$

m এবং N বিপরীত হলে, $f_2 = f_1 + N$

$\uparrow$ (বাড়ানো) $\downarrow$ (কমানো)

অজানা সুর শলাকার কম্পাঙ্ক
Exclusive Shortcut

$$N = f_1 \sim f_2$$

$$f_2 = f_1 \pm N$$

ভর	বিট	চিহ্ন
বৃদ্ধি	বৃদ্ধি	$-ve$
হ্রাস	হ্রাস	
বৃদ্ধি	হ্রাস	$+ve$
হ্রাস	বৃদ্ধি	

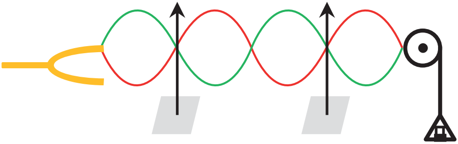
টানা তার সংক্রান্ত

টানা তারের অনুপ্রস্থ তরঙ্গের বেগ	$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$
টানা তারে মূল সুরের কম্পাঙ্ক	$f = \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{T}{\mu}}$
$\frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$	$\frac{l_1}{l_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$

$$T = Mg$$

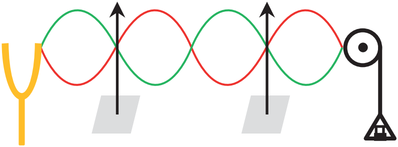
T	টানবল
M	পাল্লায় চাপানো ভর + পাল্লার ভর
μ	সুতার একক দৈর্ঘ্যের ভর

মেলডির পরীক্ষা



আড়কম্পন ব্যবস্থা

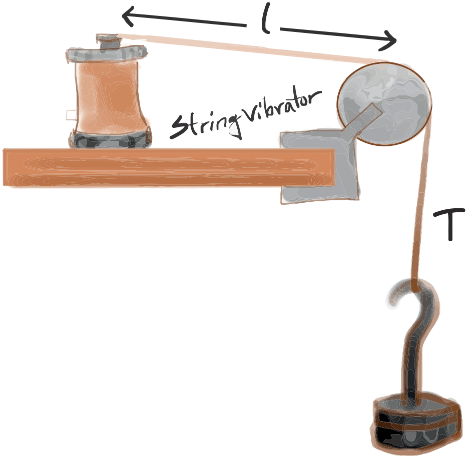
$$f = \frac{S}{2L}\sqrt{\frac{T}{\mu}}$$



লম্বিক কম্পন ব্যবস্থা

$$f = \frac{S}{L}\sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

যদি L দৈর্ঘ্যে S সংখ্যক লুপ থাকে



l
String vibrator
T

তীব্রতা লেভেল

n সংখ্যক β_{tv} dB সম্পন্ন TV এবং m সংখ্যক β_{radio} dB সম্পন্ন $Radio$ একত্রে বাজালে তাদের একত্রে তীব্রতা লেভেল কত dB হবে?

Trick

$$\beta_{tv+radio} = 10\log\left(\frac{\sum I_{tv}+\sum I_{radio}}{I_0}\right)$$

$$\begin{aligned}\sum I_{tv} &= I_{tv_1} + I_{tv_2} + I_{tv_3} + \ \ldots\ldots\ldots + I_{tv_n}\\ &= n \times I_{tv}\\ &= n \times I_0 \times 10^{\left(\frac{\beta_{tv}}{10}\right)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum I_{radio} &= I_{radio_1} + I_{radio_2} + \ \ldots\ldots\ldots + I_{radio_m}\\ &= m \times I_{radio}\\ &= m \times I_0 \times 10^{\left(\frac{\beta_{radio}}{10}\right)}\end{aligned}$$

১০ম অধ্যায়

আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব

এই P¨vÞv‡ii e¨vL¨vgjK wfwWI
†c‡Z ¯‹¨vb Ki“b

https://10ms.io/Pphy110

আদর্শ গ্যাসের বৈশিষ্ট্য

সকল তাপমাত্রায় ও চাপে
$PV = nRT$ সমীকরণ মেনে চলে

স্থির তাপমাত্রায় আদর্শ গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তি এর আয়তনের ওপর নির্ভরশীল নয়

$$\left(\frac{dU}{dV}\right)_T = 0$$

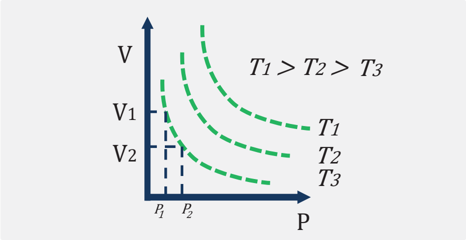
$U =$ গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তি
$V =$ গ্যাসের আয়তন
$T =$ গ্যাসের তাপমাত্রা

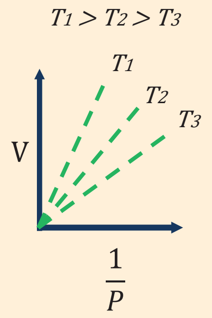
অণুসমূহের মধ্যে কোনো আকর্ষণ বিকর্ষণ নেই

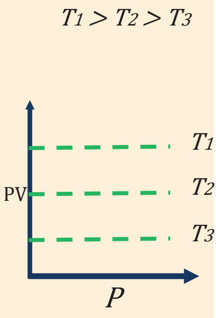
অণুসমূহের মোট আয়তন গ্যাস দ্বারা দখলকৃত আয়তনের তুলনায় নগণ্য

বয়েলের সূত্র

$$P_iV_i = P_fV_f$$





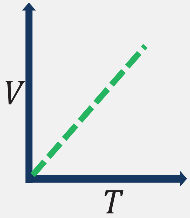


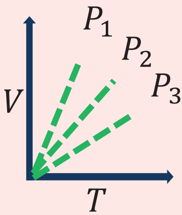
বয়েলের সূত্র

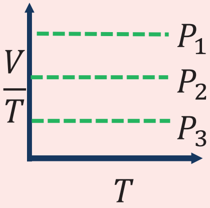
P_i	আদি চাপ
P_f	শেষ চাপ
V_i	আদি আয়তন
V_f	শেষ আয়তন

চার্লসের সূত্র

$$\frac{V_i}{T_i} = \frac{V_f}{T_f}$$







চার্লসের সূত্র

T_i	আদি তাপমাত্রা
T_f	শেষ তাপমাত্রা
V_i	আদি আয়তন
V_f	শেষ আয়তন

গে-লুসাকের সূত্র

$$\frac{P_i}{T_i} = \frac{P_f}{T_f}$$

অ্যাভোগেড্রোর সূত্র

$$\frac{V_i}{n_i} = \frac{V_f}{n_f}$$

গ্যাসের সমন্বয় সূত্র

$$\frac{P_iV_i}{T_i} = \frac{P_fV_f}{T_f}$$

T_i	আদি তাপমাত্রা
T_f	শেষ তাপমাত্রা
V_i	আদি আয়তন
V_f	শেষ আয়তন
n_i	আদি মোলসংখ্যা
n_f	শেষ মোলসংখ্যা
P_i	আদি চাপ
P_f	শেষ চাপ

আদর্শ গ্যাস সূত্র

$$PV = nRT$$

গ্যাসের ঘনত্ব

$$d = \frac{PM}{RT}$$

গ্যাসের আণবিক ভর

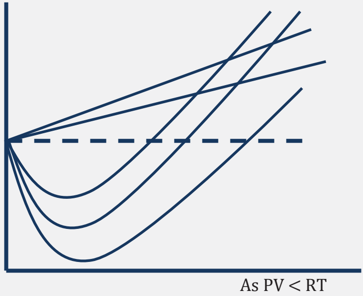
$$M = \frac{WRT}{PV}$$

বোল্টজম্যান ধ্রুবক

$$\mathrm{k} = \frac{R}{N_A}$$

$$= 1.38 \times 10^{-23} JK^{-1}$$

R	মোলার গ্যাস ধ্রুবক
W	ভর
d	ঘনত্ব
M	আণবিক ভর
N_A	অ্যাভোগেড্রো সংখ্যা



বাস্তব গ্যাস

$$(P + \frac{an^2}{V^2})(V - nb) = nRT$$

a, b ধ্রুবক

মোলার গ্যাস ধ্রুবক, R

S.I unit

$$R = 8.314\, J mol^{-1} K^{-1}$$
$$1.98 \text{ cal } mol^{-1} K^{-1}$$

L-atm unit

$$R = 0.0821$$
$$L - atm\ mol^{-1} K^{-1}$$

CGS unit

$$\mathrm{R} = 8.314 \times 10^{7} \text{ erg } mol^{-1} K^{-1}$$

গ্যাসের ঘনত্ব

$$\frac{P_1}{d_1 T_1} = \frac{P_2}{d_2 T_2}$$

$d \propto \frac{1}{T}$	(P constant)
$d \propto P$	(T Constant)

গ্যাসের গতিশক্তি

গ্যাসের গতিতত্ত্বের সূত্র

$$PV = \frac{1}{3}mN(C_{rms})^2 = \frac{1}{3}WC_{rms}^2$$

গ্যাসের গতিশক্তি

$$E_k = \frac{1}{2}WC_{rms}^2 = \frac{3}{2}PV = \frac{3}{2}nRT$$

গ্যাসের প্রতিটি অণুর গড় গতিশক্তি

$$E = \frac{3}{2}kT = \frac{3}{2}\frac{R}{N_A}T$$

বর্গমূল গড় বর্গবেগ

$$C_{rms} = \sqrt{\frac{3PV}{W}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$$

N	অণুর সংখ্যা
m	প্রতিটি অণুর ভর
M	গ্যাসের ভর
C_{rms}	গড় বর্গবেগের বর্গমূল
P	মোট চাপ
V	গ্যাসের মোট আয়তন
n	মোল সংখ্যা
N_A	অ্যাভোগেড্রো সংখ্যা
E_k	মোট গতিশক্তি
E	প্রতিটি অণুর গড় গতিশক্তি
W	গ্যাসের মোট অণুর ভর

গড় মুক্তপথ, λ

$$\lambda = \frac{S}{N} = \frac{\text{মোট দূরত্ব}}{\text{মোট ধাক্কার সংখ্যা}}$$

প্রতি সেকেন্ডে সংঘটিত ধাক্কা $= \frac{C_{rms}}{\lambda}$

পরপর দুটি ধাক্কার মধ্যবর্তী সময় $T = \frac{\lambda}{C_{rms}}$

গড় মুক্তপথ, λ

ম্যাক্সওয়েলের গড় মুক্তপথ

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}\pi\sigma^2 n}$$

ক্লসিয়াসের মুক্তপথ

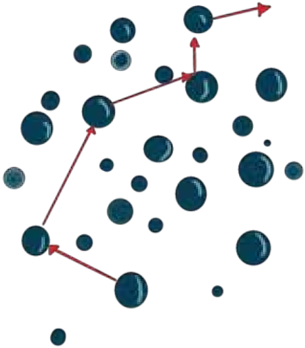
$$\lambda = \frac{1}{\pi\sigma^2 n}$$

বোলজম্যানের মুক্তপথ

$$\lambda = \frac{3}{4\pi\sigma^2 n}$$

গড় মুক্তপথ, λ

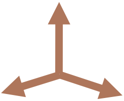
λ	গড় মুক্তপথ
n	অণুর সংখ্যা
σ	অণুর ব্যাস



স্বাধীনতার মাত্রা

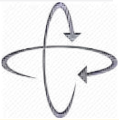
স্বাধীনতার মাত্রা তিন ধরনের হতে পারে

রৈখিক



$f = 3$

আবর্তন



$f = 2$

কম্পনজনিত

$f = 2$

গ্যাসটির অণু কত পরমাণুক তার ওপর নির্ভর করে f বের করা যায়

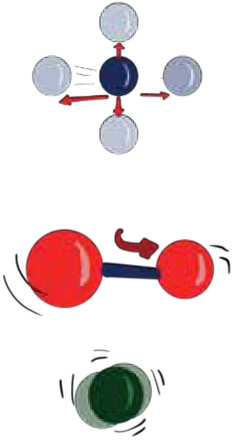
$$f = 3A - B$$

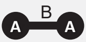
যেকোনো গ্যাসের একটি অণুর ক্ষেত্রে গতিশক্তির সাধারণ সূত্রটি হলো

$$E_K = \frac{f}{2} KT$$

স্বাধীনতার মাত্রা

A	অণুতে পরমাণুর সংখ্যা
B	পরমাণুর মধ্যে সম্পর্ক সংখ্যা



গ্যাসের প্রকৃতি	Mono	Di
উদাহরণ	He, Ne, Ag	O_2, N_2
A (অণুতে পরমাণু সংখ্যা)	1	2
B (পরমাণু গুলোতে সম্পর্ক)	0	1
f	3	5
চিত্র		

আপেক্ষিক আর্দ্রতা

$$R = \frac{Content}{Capacity} \times 100\%$$

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

$$= \frac{\text{শিশিরাংকে সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ}}{\text{বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ}}$$

$$= \frac{t^\circ c \text{ তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর}}{t^\circ c \text{ তাপমাত্রায় ওই আয়তনের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের ভর}}$$

$$= \frac{t^\circ c \text{ তাপমাত্রায় উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ঘনত্ব}}{t^\circ c \text{ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের ঘনত্ব}}$$

f	শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প
F	বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প

শুধু বায়ুর চাপ

$$P_{dry} = P - f$$

গ্যাস সূত্র

$$\frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2}$$

জলীয় বাষ্পের চাপ ও বায়ুর চাপের সম্পর্ক

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

শিশিরাঙ্ক

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

শীতলীকরণ পদ্ধতিতে আপেক্ষিক তাপ নির্ণয়

$$S = \frac{1}{M}\left\{\frac{t_1}{t_2}(m_w S_w + m_c S_c) - m_c S_c\right\}$$

f	জলীয় বাষ্পচাপ
P	বায়ুমণ্ডলের চাপ
P_0	STP তে চাপ ($1.013\times 10^5\ nm^{-2}$)
ρ_0	STP তে বায়ুর ঘনত্ব (1.293 kgm^{-3})
ρ_a	বায়ুর তাপমাত্রা ও শুধু বায়ুর চাপে ঘনত্ব
T_0	STP তে তাপমাত্রা (STP)
θ	শিশিরাঙ্ক
G	θ এর জন্য গ্লেসিয়ার উৎপাদক
θ_1	শুষ্ক বাল্বের তাপমাত্রা °C এককে
θ_2	আর্দ্র বাল্বের তাপমাত্রা °C এককে

সম্পৃক্ত বাষ্পের বৈশিষ্ট্য

আবদ্ধ স্থানে তৈরি করা যায়

বয়েল ও চার্লসের সূত্র মেনে চলে না

তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ সম্পৃক্ত বাষ্পকে অসম্পৃক্ত বাষ্পে পরিণত করা যায়

অসম্পৃক্ত বাষ্পের বৈশিষ্ট্য

আবদ্ধ বা খোলা যে কোনো স্থানে তৈরি হতে পারে

বয়েল ও চার্লসের সূত্র মেনে চলে

তাপমাত্রা কমিয়ে একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ অসম্পৃক্ত বাষ্পকে সম্পৃক্ত বাষ্পে পরিণত করা যায়

শিশিরাঙ্কে জলীয় বাষ্পচাপ নির্ণয়

শিশিরাঙ্ক $7.4℃$; $7℃, 8℃, 19℃$ এ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ যথাক্রমে $7.5, 8.2$ এবং $16.5\ mmHgP$ শিশিরাঙ্কে বাষ্পচাপ কত?

TRICK	$f_{n.x} = f_n + \frac{f_m - f_n}{m-n} \times x$
SOLVE	$f_{7.4} = f_7 + \frac{f_8 - f_7}{8-7} \times 0.4$ $= 7.5 + \frac{8.2-7.5}{8-7} \times 0.4$ $= 7.78$ $\mathrm{n} = 7$ $\mathrm{x} = 0.4$ $\mathrm{m} = 8$

একক পরিবর্তন

চাপ

$$1\ atm = 101325\ Pa$$
$$= 76\ cm\ (Hg) = 760\ mm\ (Hg)$$

আয়তন

$$1\ \text{L} = 1\ dm^3 = 10^{-3}\ m^3$$
$$1\ \text{cc} = 1\ cm^3 = 1\ \text{mL} = 10^{-3}\ \text{L} = 10^{-6}\ m^3$$

তাপমাত্রা

$$\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} = \frac{K-273}{5}$$

হ্রদের গভীরতা

কোনো হ্রদের তলদেশ থেকে পানির উপরিতলে আসায় একটি বায়ু বুদবুদের ব্যাস দ্বিগুণ হয়। হ্রদের পৃষ্ঠে বায়ুমণ্ডলের চাপ স্বাভাবিক চাপের সমান এবং হ্রদের তাপমাত্রা ধ্রুবক হলে হ্রদের গভীরতা কত?

TRICK

$$h = \frac{(n^3 - 1)P}{\rho g}$$

h = হ্রদের গভীরতা
P = হ্রদের উপরিতলের চাপ
ρ = পানির ঘনত্ব
g = অভিকর্ষজ ত্বরণ
n = ব্যাস যত গুণ হয়

SOLVE

$$h = \frac{(2^3-1) \times 1.013 \times 10^5}{11 \times 10^3 \times 9.8}$$
$$= 72.36\,m$$

হ্রদের গভীরতা

কোনো হ্রদের তলদেশ থেকে পানির উপরিতলে আসায় একটি বায়ু বুদবুদের আয়তন দ্বিগুণ হয়। হ্রদের পৃষ্ঠে বায়ুমণ্ডলের চাপ স্বাভাবিক চাপের সমান এবং হ্রদের তাপমাত্রা ধ্রুবক হলে হ্রদের গভীরতা কত?

TRICK

$$h = \frac{(n-1)P}{\rho g}$$

$h =$ হ্রদের গভীরতা
P $=$ হ্রদের উপরিতলের চাপ
$\rho =$ পানির ঘনত্ব
$g =$ অভিকর্ষজ ত্বরণ
$n =$ আয়তন যত গুণ হয়

SOLVE

$$h = \frac{(2-1) \times 1.013 \times 10^5}{11 \times 10^3 \times 9.8}$$

$$= 0.93\, m$$

মূল গড় বর্গবেগ সম্পর্কিত

কোনো তাপমাত্রায় হাইড্রোজেনের মূলগড় বর্গবেগ সাধারণ চাপ ও তাপমাত্রার মূল গড় বর্গবেগের দ্বিগুণ?

TRICK	$T_2 = n^2 \times T_1$ (K এককে করতে হবে)
SOLVE	$T_2 = 2^2 \times 273$ $= 1092K$