পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র

অধ্যায়-১: ভৌত জগৎ ও পরিমাপ

বিভিন্ন ভৌত রাশির সংকেত, একক ও মাত্রা

নাম	ইংরেজি	সংকেত	SI একক	সংকেত	মাত্রা
দৈর্ঘ্য	length	l	মিটার	m	L
ভর	mass	m	কিলোগ্রাম	kg	M
সময়	time	t	সেকেন্ড	s	T
সরণ	displacement	s	মিটার	m	L
ক্ষেত্রফল	area	A	মিটার^2	m^2	L^2
আয়তন	volume	V	মিটার^3	m^3	L^3
বেগ/দ্রুতি	velocity,speed	v	মি/সে	ms^{-1}	LT^{-1}
ত্বরণ	acceleration	a	মি/সে^{2}	ms^{-2}	LT^{-2}
ভরবেগ	momentum	p	কি.গ্রা.মি/সে	kg.ms^{-1}	MLT^{-1}
বল	force	F	নিউটন	N	MLT^{-2}
কাজ	work	W	জুল	J	ML^2T^{-2}
ক্ষমতা	power	P	ওয়াট	W	ML^2T^{-3}
শক্তি	energy	E	জুল	J	ML^2T^{-2}
ঘনত্ব	density	ρ	কি.গ্রা/মি^{3}	kgm^{-3}	ML^{-3}
চাপ	pressure	p	প্যাসকেল	Pa	$ML^{-1}T^{-2}$
দোলনকাল	time period	T	সেকেন্ড	s	T
তরঙ্গদৈর্ঘ্য	wave length	λ	মিটার	m	L
কম্পাঙ্ক	frequency	f	হার্জ	Hz	T^{-1}
তাপমাত্রা	temperature	θ, T	কেলভিন	K	θ

পদার্থবিজ্ঞানে ব্যবহৃত বিভিন্ন যন্ত্রের নাম ও ব্যবহার

থার্মোমিটার: উষ্ণতা মাপার জন্য ব্যবহৃত হয়।
অ্যানিরয়েড ব্যারোমিটার: বায়ুর কোনো একটি পরিবর্তী প্রভাব উৎপন্ন করতে ব্যবহৃত হয়।
অ্যানিমোমিটার: বায়ুমণ্ডলের চাপ বৃদ্ধি ও গ্যাসের পরিসরণের জন্য ব্যবহৃত হয়।
অ্যাক্টিনোমিটার: বিদ্যুৎ-চুম্বকীয় তরঙ্গের তীব্রতা পরিমাপের কাজে ব্যবহৃত হয়।
ট্যাকোমিটার: উড়োজাহাজে, মোটর গাড়ির ইন্টার্নাল কম্বাশন ইঞ্জিনের আবর্তন গতির পরিমাপ।
ডায়নামোমিটার: বলের মান পরিমাপ করার জন্য ব্যবহৃত হয়।
ভার্নিয়ার ক্যালিপার: কোনো জিনিসের ক্ষুদ্র দৈর্ঘ্য নির্দেশ।
ডায়ালেটোমিটার: বস্তুর বেগ নির্ধারণে ব্যবহৃত হয়।
সরল লোলক: ব্যবহার্য: (i) অভিকর্ষীয় ত্বরণের মান নির্ণয় (ii) পাহাড়ের উচ্চতা নির্ণয় (iii) সময় নির্ধারণের জন্য ব্যবহৃত হয়।
সাইফন: পানি বা অন্য কোনো তরল পদার্থকে না ঢেলে কিংবা নাড়াচাড়া না করে উচ্চ স্থানে অবস্থিত কোনো পাত্র হতে নিম্ন স্থানে অবস্থিত কোনো পাত্রে স্থানান্তরের জন্য ব্যবহৃত হয়।
নিরেক্স এর সাইফন: কোনো শব্দের কম্পাঙ্ক অথবা বিভিন্ন শব্দের কম্পাঙ্ক তথা তীক্ষ্ণতা তুলনা করার জন্য এটি ব্যবহৃত হয়।
পিসমোমিটার: ভূমিকম্পের মাত্রা নির্ণয় করা হয়।
সুর শলাকা: শব্দ বিজ্ঞানের বিভিন্ন পরীক্ষায় সুর-শলাকা ব্যবহৃত হয়। এটির একটি বিশেষ ধর্ম হচ্ছে এটি একটি মাত্র কম্পাঙ্কবিশিষ্ট শব্দ সৃষ্টি করতে পারে।
সোনোমিটার: শব্দের কম্পাঙ্ক নির্ধারণের জন্য ব্যবহৃত হয়।
স্ক্রু-গজ: ব্যবহার্য: (i) খুব ছোট দৈর্ঘ্য (ii) তারের ব্যাস (iii) পাতলা পাতের প্রকৃত অতি সূক্ষ্মভাবে মাপার জন্য ব্যবহৃত হয়।
স্টপ-ওয়াচ: পরীক্ষাগারে সময় নির্ধারণের জন্য ব্যবহৃত হয়।
স্পিডোমিটার: দ্রুতি পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত হয়।
স্পিরিট লেভেল: তিতির: তরলের সমতলচক্রীলতার ধর্মের উপর ভিত্তি করে তৈরি; ব্যবহার্য: কোনো তল অনুভূমিক কিনা তা নির্ণয় করার জন্য ব্যবহৃত হয়।
স্প্রিং নিক্তি: সরাসরি ভার নির্ধারণের জন্য ব্যবহৃত।
ফেরোমিটার: পাতলা পাতের প্রকৃত পরিমাণের জন্য ব্যবহৃত হয়।
স্লাইড ক্যালিপার: ব্যবহার্য: (i) কোনো জিনিসের দৈর্ঘ্য (ii) গোলক বা সিলিন্ডারের ব্যাস (iii) ফাঁপা টিউবের ভিতরের ও বাইরের ব্যাস মাপার জন্য ব্যবহৃত হয়।
হাইগ্রোমিটার: আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয়ের জন্য ব্যবহৃত হয়।

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

1. **শতকরা ত্রুটি:** $= \dfrac{\text{প্রকৃত মান} - \text{পরীক্ষালব্ধ মান}}{\text{প্রকৃত মান}} \times 100\%$
2. **গড় মান:** $A = \dfrac{x_1 + x_2 + x_3 + \cdots + x_n}{n}$
3. **গড় বিচ্যুতি বা গড় ভুল:** $d = \dfrac{d_1 + d_2 + d_3 + \cdots + d_n}{n}$
4. **প্রমাণ বিচ্যুতি:** $D = \dfrac{\sqrt{d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + \cdots + d_n^2}}{n} = \dfrac{\sqrt{\Sigma d^2}}{n}$

অধ্যায়-২: ভেক্টর

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

1. **লব্ধি:** $R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ\cos\alpha}$; $\tan\theta = \dfrac{Q\sin\alpha}{P + Q\cos\alpha}$
2. **একক ভেক্টর:** $\hat{a} = \dfrac{\vec{A}}{A}$

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

3. **ডট গুণফল:** $\vec{A}\cdot\vec{B} = AB\cos\theta$

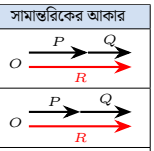
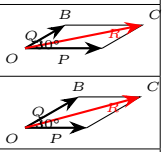
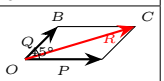
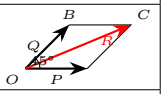
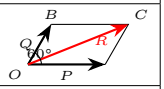
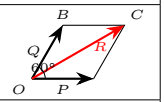
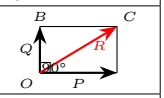
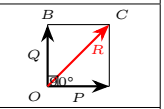
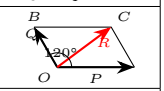
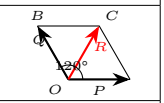
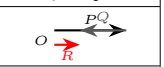
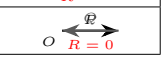
$\vec{A}\cdot\vec{B} = A_xB_x + A_yB_y + A_zB_z$

4. **ক্রস গুণফল:** $\vec{A}\times\vec{B} = AB\sin\theta\,\hat{a}$

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

5. **অবস্থান ভেক্টর:** $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$; $|\vec{r}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$
6. **$\vec{A}$-এর উপর $\vec{B}$-এর লম্ব অভিক্ষেপ:** $B\cos\theta = \dfrac{\vec{A}\cdot\vec{B}}{A}$
7. **$\vec{B}$-এর উপর $\vec{A}$-এর লম্ব অভিক্ষেপ:** $A\cos\theta = \dfrac{\vec{A}\cdot\vec{B}}{B}$
8. $R_{\max} = P + Q$, $R_{\min} = P - Q$

দুটি ভেক্টরের লব্ধির সারণি (সামান্তরিক সূত্র)

মান	কোণ	লব্ধির মান (R)	লব্ধির দিক (θ)	সামান্তরিকের আকার
$P \neq Q$	0°	$R = P + Q$ (সর্বোচ্চ)	$\theta = 0°$	
$P = Q$	0°	$R = 2P$ বা $2Q$	$\theta = 0°$	
$P \neq Q$	30°	$R^2 = P^2 + Q^2 + \sqrt{3}PQ$	$\tan\theta = \dfrac{Q}{2P + \sqrt{3}Q}$	
$P = Q$	30°	$R^2 = 2P^2 + \sqrt{3}P^2$	$\theta = 15°$ (রম্বস)	
$P \neq Q$	45°	$R^2 = P^2 + Q^2 + \sqrt{2}PQ$	$\tan\theta = \dfrac{Q}{\sqrt{2}P + Q}$	
$P = Q$	45°	$R^2 = 2P^2 + \sqrt{2}P^2$	$\theta = 22.5°$ (রম্বস)	
$P \neq Q$	60°	$R^2 = P^2 + Q^2 + PQ$	$\tan\theta = \dfrac{\sqrt{3}Q}{2P + Q}$	
$P = Q$	60°	$R = \sqrt{3}P$ বা $\sqrt{3}Q$	$\theta = 30°$ (রম্বস)	
$P \neq Q$	90°	$R = \sqrt{P^2 + Q^2}$	$\tan\theta = \dfrac{Q}{P}$ (আয়তক্ষেত্র)	
$P = Q$	90°	$R = \sqrt{2}P$ বা $\sqrt{2}Q$	$\theta = 45°$ (বর্গক্ষেত্র)	
$P \neq Q$	120°	$R^2 = P^2 + Q^2 - PQ$	$\tan\theta = \dfrac{\sqrt{3}Q}{2P - Q}$	
$P = Q$	120°	$R = P$ বা Q	$\theta = 60°$ (রম্বস)	
$P \neq Q$	180°	$R = P - Q$ $(P > Q)$	$\theta = 0°$	
$P = Q$	180°	$R = 0$ (সর্বনিম্ন)	$\theta = 0°$	

লব্ধির সর্বোচ্চ মান নির্ণয়: $R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ\cos\alpha}$ সর্বোচ্চ হয় যখন $\cos\alpha = 1$ অর্থাৎ $\alpha = 0°$।

অধ্যায়-৩: গতিবিদ্যা

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

1. **বেগ:** $v = \dfrac{ds}{dt}$
2. **ত্বরণ:** $a = \dfrac{dv}{dt}$
3. **দূরত্ব:** $s = vt$ বা $x = x_0 + v_xt$

Abir Arafat Chawdhury

4. **বেগ:** $v = v_0 \pm at;\ v_x = v_{x_0} \pm a_x t$
5. **দূরত্ব:** $s = v_0 t \pm \frac{1}{2}at^2$
6. **বেগ:** $v^2 = v_0^2 \pm 2as$
7. **t-তম সেকেন্ডে দূরত্ব:** $s_t = v_0 \pm \dfrac{2t-1}{2} \cdot a$
8. **প্রাসের গতি পথের সমীকরণ:** $y = v_{y0}t - \frac{1}{2}gt^2$ বা, $y = (v_0 \sin\theta_0)t - \frac{1}{2}gt^2$

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

9. **সর্বাধিক উচ্চতা:** $H = \dfrac{v_{y0}^2}{2g} = \dfrac{(v_0\sin\theta_0)^2}{2g}$
10. **পাল্লা:** $R = \dfrac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$
11. **বিচরণকাল:** $T = \dfrac{2\,v_0 \sin\theta_0}{g}$
12. **কৌণিক বেগ:** $\omega = \dfrac{\theta}{t} = \dfrac{d\theta}{dt}$
13. **কৌণিক বেগ:** $\omega = \dfrac{2\pi N}{t}$
14. **রৈখিক রূপ:** $v = \omega r$
15. **ভেক্টর রূপ:** $\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$
16. **রৈখিক ত্বরণ ও কৌণিক ত্বরণের মধ্যে সম্পর্ক:** $a = \alpha r$
17. **কেন্দ্রমুখী ত্বরণ:** $a_c = \dfrac{v^2}{r} = \omega^2 r$

অধ্যায়-৪: নিউটনিয়ান বলবিদ্যা

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

1. **ভরবেগ:** $\vec{P} = m\vec{v}$
2. **বল:** $\vec{F} = m\vec{a}$
3. **ঘাতবল:** $\vec{J} = m\vec{v} - m\vec{v_0}$
4. $MV = -mv$
5. **ভরবেগের নিত্যতা:** $m_1\vec{v_{1i}} + m_2\vec{v_{2i}} = m_1\vec{v_{1f}} + m_2\vec{v_{2f}}$
6. **রকেটের গতির সমীকরণ:** $a = \left(\dfrac{v_r}{m} \times \dfrac{\Delta m}{\Delta t} - g\right)$
7. **টর্ক:** $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$
8. **ঘন্ব:** $C = F \times d$
9. **গতিশক্তি:** $E_k = \frac{1}{2}I\omega^2$
10. **জড়তার ভ্রামক:** $I = \Sigma mr^2$
11. **জড়তার ভ্রামক:** $I = MK^2$
12. **কৌণিক ভরবেগ:** $L = I\omega$
13. **কৌণিক ভরবেগ:** $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{P}$
14. **টর্ক:** $\tau = I\alpha$
15. **কেন্দ্রমুখী বল:** $F_c = \dfrac{mv^2}{r} = m\omega^2 r$
16. **রাস্তার বা আবর্তীর নতিকোণ:** $\tan\theta = \dfrac{v^2}{rg}$
17. **অভিলাষ উপাদান:** $I_z = I_x + I_y$
18. **জড়তার ভ্রামকের সমান্তরাল উপাদান:** $I_{AB} = I_{CD} + Mh^2$

নিউটনের গতিসূত্র

১৬৮৭ খ্রিষ্টাব্দে বিখ্যাত বিজ্ঞানী স্যার আইজ্যাক নিউটন ভর, গতি ও বেগের মধ্যে সম্পর্ক সূচক তিনটি সূত্র প্রতিপাদন করেন।

১ম সূত্র: বাহ্যিক বল প্রয়োগে বস্তু অবস্থার পরিবর্তন করতে বাধা না পেলে স্থির বস্তু চিরকাল স্থিরই থাকবে এবং গতিশীল বস্তু সমবেগে সরলপথে চলতে থাকবে।

২য় সূত্র: বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার তার ওপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং বল যেদিকে ক্রিয়া করে বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনও সেদিক ঘটে।

৩য় সূত্র: প্রতিটি ক্রিয়ার একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে।

ভরবেগের নিত্যতা সূত্র

"একাধিক বস্তুতে ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল ছাড়া ভিন্ন কোনো বল না থাকলে যে কোনো একদিকে এদের মোট ভরবেগের কোনো পরিবর্তন ঘটে না।" এর নাম ভরবেগের নিত্যতা সূত্র। একে ভরবেগের সংরক্ষণ নিয়মও বলা হয়।

বলের মিত্রভুজ সূত্র

"যদি কোনো বস্তুর উপর একই সময়ে ক্রিয়ারত তিনটি বলের মান ও দিক একটি মিত্রভুজের তিনটি বাহু দ্বারা একইক্রমে সূচিত হয়, তবে এদের লব্ধি শূন্য হবে।"

নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র

সপ্তদশ শতাব্দীতে বিখ্যাত বিজ্ঞানী স্যার আইজ্যাক নিউটন আপেলের পতন ও গ্রহ-উপগ্রহের গতি পর্যবেক্ষণ করে সূত্র প্রদান করেন।

"এই মহাবিশ্বের যেকোনো দুটি বস্তুকণা পরস্পরকে এদের সংযোজক সরলরেখা বরাবর একটি বল দ্বারা আকর্ষণ করে। এই আকর্ষণ বলের মান বস্তুকণা দুটির ভরের গুণফলের সমানুপাতিক এবং এদের মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক।"

পড়ন্ত বস্তুর সূত্র

কোনো বস্তুকে অভিকর্ষ বলের প্রভাবে মুক্তভাবে পড়তে দিলে বস্তুটির গতি তিনটি সূত্র মানিয়া চলে। ১৫৮৯ সালে বিজ্ঞানী গ্যালিলিও এই সূত্র তিনটি আবিষ্কার করেন।

১ম সূত্র: বাধাহীন পথে যাত্রা করা সকল বস্তু নিশ্চল অবস্থা হতে যাত্রা করে সমান দ্রুততায় নিচে নামে। অর্থাৎ সমান সময়ে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে।

২য় সূত্র: বাধাহীন পথে পড়ন্ত বস্তুর নির্দিষ্ট সময়ে প্রাপ্ত বেগ ঐ সময়ের সমানুপাতিক। কোনো পড়ন্ত বস্তু t সময়ে v বেগ প্রাপ্ত হলে গাণিতিকভাবে পাই, $v \propto t$.

৩য় সূত্র: বাধাহীন পথে পড়ন্ত বস্তুর নির্দিষ্ট সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব ঐ সময়ের বর্গের সমানুপাতিক। কোনো পড়ন্ত বস্তু t সময়ে h দূরত্ব অতিক্রম করলে গাণিতিকভাবে পাই, $h \propto t^2$.

কেপলারের সূত্র

গ্রহতলি কোনো এক বলের প্রভাবে সূর্যের চারদিকে ঘুরছে। ১৬০৯ খ্রিষ্টাব্দে বিখ্যাত জ্যোতির্বিদ জন কেপলার গ্রহতলির ঘূর্ণনের তিনটি সূত্র বিবৃত করেন।

১ম সূত্র (কক্ষের সূত্র): প্রতিটি গ্রহ সূর্যকে উপবৃত্তের ফোকাসে রেখে একটি উপবৃত্তাকার পথে প্রদক্ষিণ করছে।

২য় সূত্র (ক্ষেত্রফলের সূত্র): গ্রহ এবং সূর্যের সংযোগকারী সরলরেখা সমান সময়ে সমান ক্ষেত্রফল অতিক্রম করে।

৩য় সূত্র (সময়ের সূত্র বা আবর্তনকালের সূত্র): প্রতিটি গ্রহের পরিক্রমণ কালের বর্গ সূর্য হতে তার গড় দূরত্বের ঘনফলের সমানুপাতিক। অর্থাৎ, $T^2 \propto \bar{r}^3$.

অধ্যায়-৫: কাজ, ক্ষমতা ও শক্তি

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

1. **কাজ:** $W = FS$
2. **কাজ:** $W = FS\cos\theta = \vec{F} \cdot \vec{S}$
3. **স্থিতিশক্তি:** $E_p = mgh$
4. **গতিশক্তি:** $E_k = \frac{1}{2}mv^2$
5. **ক্ষমতা:** $P = \dfrac{W}{t} = \dfrac{FS}{t} = \dfrac{mgs}{t}$
6. **ক্ষমতা:** $P = Fv$
7. **কাজ:** $W = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$
8. **কাজ:** $W = mgh$
9. **স্প্রিং দ্বারা কৃত কাজ বা স্থিতিশক্তি:** $U = \frac{1}{2}kx^2$

অধ্যায়-৬: মহাকর্ষ ও অভিকর্ষ

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

1. **মহাকর্ষ বল:** $F = G\dfrac{m_1 m_2}{d^2}$
2. **মহাকর্ষ ধ্রুবক:** $G = \dfrac{F \cdot d^2}{m_1 m_2}$
3. **h উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ:** $g = \dfrac{GM}{(R+h)^2}$
4. **অভিকর্ষজ ত্বরণ:** $g = \dfrac{GM}{R^2}$
5. **পৃথিবীর ঘনত্ব:** $\rho = \dfrac{3g}{4\pi RG}$
6. **মুক্তিবেগ:** $V_E = \sqrt{2gR}$
7. **উপগ্রহের বেগ:** $V = \sqrt{\dfrac{GM}{R+h}}$
8. **বিভব:** $V = -\dfrac{GM}{r}$

অধ্যায়-৭: পদার্থের গাঠনিক ধর্ম

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

1. **ইয়ং-এর গুণাঙ্ক:** $Y = \dfrac{FL}{Al}$
2. **ইয়ং-এর গুণাঙ্ক:** $Y = \dfrac{MgL}{\pi r^2 l}$
3. **কাজ:** $W = \frac{1}{2}\dfrac{YAl^2}{L}$
4. **একক আয়তনে কৃতকাজ:** $= \frac{1}{2} \times$ পীড়ন $\times$ বিকৃতি $= \frac{1}{2} \times \dfrac{YAl^2}{L}$
5. **পয়সনের অনুপাত:** $\sigma = \dfrac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$
6. **দৃঢ়তার গুণাঙ্ক:** $n = \dfrac{F}{A\theta}$

Abul Arafat Chowdhury

7. **আয়তন গুণাঙ্ক:** $K = \frac{\text{আয়তন পীড়ন}}{\text{আয়তন বিকৃতি}}$

8. **পৃষ্ঠটান:** $S = \frac{F}{L}$ আবার, পৃষ্ঠ শক্তি, $S = \frac{W}{\Delta A}$

9. **পৃষ্ঠটান:** $S = \frac{r\left(h + \frac{r}{3}\right)\rho g}{2\cos\theta}$

10. **পৃষ্ঠটান:** $S = \frac{hrpg}{2\cos\theta}$

11. **পৃষ্ঠটান:** $S = S_0(1 - \alpha t)$

12. **সান্দ্র বল:** $F = \eta A \frac{dv}{dx}$

13. **সান্দ্র বল:** $F = 6\pi\eta v$

14. **সান্দ্রাঙ্ক:** $\eta = \frac{2}{9}\frac{r^2(\rho - \sigma)g}{v}$

সরল দোলকের সূত্র

কোনো একটি সরল দোলক দোলনের সময় এর দোলনকাল চারটি সূত্র মেনে চলে; বিজ্ঞানী গ্যালিলিও এই সূত্রগুলো আবিষ্কার করেন।

১ম সূত্র-সমকাল সূত্র: কোনো স্থানে নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট কোনো একটি সরল দোলকের বিস্তার ৪° এর মধ্যে থাকলে এর প্রতিটি দোলনের জন্য সমান সময় লাগবে।

২য় সূত্র-দৈর্ঘ্যের সূত্র: বিস্তার ৪° এর মধ্যে থাকলে কোনো নির্দিষ্ট স্থানে সরল দোলকের দোলনকাল এর কার্যকর দৈর্ঘ্যের বর্গমূলের সমানুপাতিক। যদি, T দোলনকাল এবং L কার্যকর দৈর্ঘ্য হয়, তবে দৈর্ঘ্যের সূত্রমতে, $T \propto \sqrt{L}$.

৩য় সূত্র-তুরণের সূত্র: বিস্তার ৪° এর মধ্যে থাকলে নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট কোনো একটি সরল দোলকের দোলনকাল ঐ স্থানের অভিকর্ষীয় তুরণের বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক। দোলনকাল T, অভিকর্ষীয় তুরণ g হলে, তুরণের সূত্রমতে, $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$.

৪র্থ সূত্র-ভরের সূত্র: বিস্তার ৪° এর বেশি না হলে এবং কার্যকর দৈর্ঘ্য স্থির থাকলে কোনো স্থানে সরল দোলকের দোলনকাল দোলক পিণ্ডের ভর, আকৃতি বা উপাদানের উপর নির্ভর করে না।

শক্তির নিত্যতার সূত্র

শক্তি অবিনশ্বর, এটি কেবল এক রূপ হতে অন্য এক বা একাধিক রূপে পরিবর্তিত হতে পারে। রূপান্তরের আগে ও পরে মোট শক্তির পরিমাণ নির্দিষ্ট ও অপরিবর্তনীয়।

পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে: বিনা বাধায় উচ্চ থেকে নিচে পড়ন্ত বস্তুর যেকোনো মুহূর্তে স্থিতি এবং গতি শক্তির সমষ্টি সমান।

গতি শক্তি থেকে প্রাপ্ত সূত্র

(i) নির্দিষ্ট ভরের কোনো বস্তুর গতিশক্তি বেগের বর্গের সমানুপাতিক।

(ii) নির্দিষ্ট ভরের কোনো বস্তুর ঘূর্ণন গতিশক্তি কৌণিক বেগের বর্গের সমানুপাতিক।

হুকের সূত্র

স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর উপর প্রযুক্ত পীড়ন এর বিকৃতির সমানুপাতিক। গাণিতিকভাবে লেখা যায়: পীড়ন $\propto$ বিকৃতি

বা, পীড়ন = ধ্রুবক $\times$ বিকৃতি

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

পয়সনের অনুপাত

বস্তুর পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব রাশি। অর্থাৎ $\frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$ = ধ্রুবক। এই ধ্রুবককে সিগমা (σ) দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এটি পয়সনের অনুপাত।

বয়েলের সূত্র

"স্থির তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন তার চাপের ব্যস্তানুপাতিক।"

গাণিতিকভাবে: কোনো গ্যাসের আয়তন V এবং চাপ P হলে,

$$V \propto \frac{1}{P} \text{ (স্থির তাপমাত্রায়)} \implies PV = k \text{ (এখানে k একটি ধ্রুবক)}$$

অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্প

সমান তাপমাত্রা ও চাপে একই আয়তনের বিভিন্ন গ্যাসে সমান সংখ্যক অণু থাকবে।

চার্লসের সূত্র

স্থির চাপে কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন এর পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক।

পরম শূন্যে চার্লসের সূত্র

স্থির চাপে কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন 0°C হতে প্রতি ডিগ্রি সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রা পরিবর্তনের জন্য 0°C এর আয়তনের নির্দিষ্ট ভাগ $1/273 = 0.00366$ অংশ পরিবর্তিত হয়।

চাপীয় সূত্র

"স্থির আয়তনে কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ 0°C হতে প্রতি ডিগ্রি সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রা পরিবর্তনের জন্য গ্যাসের 0°C এর চাপের একটি নির্দিষ্ট ভাগ $1/273 = 0.00366$ অংশ পরিবর্তিত হয়।"

পরম শূন্যে চাপের সূত্র

নির্দিষ্ট আয়তনে একটি নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের চাপ এর পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক।

গ্যাসের ঘনত্বের সূত্র

(i) স্থির চাপে কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের ঘনত্ব এর পরম তাপমাত্রার ব্যস্তানুপাতিক।

(ii) স্থির তাপমাত্রায় কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ এর ঘনত্বের সমানুপাতিক।

তানাতারের আড় কম্পনের সূত্র

টানা তারের সূত্রগুলো আবিষ্কার করেন বিজ্ঞানী মারিসিন। এই সূত্রগুলোকে মারিসিন সূত্রও বলা হয়।

(i) দৈর্ঘ্যের সূত্র: কোনো কম্পমান তারের দৈর্ঘ্য l ও প্রতি একক দৈর্ঘ্যের ভর m স্থির থাকলে, তারের কম্পাঙ্ক n এর দৈর্ঘ্য l এর ব্যস্তানুপাতিক হবে। অর্থাৎ দৈর্ঘ্য বাড়ালে কম্পাঙ্ক বাড়বে এবং দৈর্ঘ্য বাড়ালে কম্পাঙ্ক কমবে। $\therefore n \propto \frac{1}{l}$ যখন T ও m স্থির থাকে।

(ii) টানের সূত্র: কোনো কম্পমান তারের দৈর্ঘ্য l ও প্রতি একক দৈর্ঘ্যের ভর m অপরিবর্তিত থাকলে, তারের কম্পাঙ্ক n এর টান T-এর বর্গমূলের সমানুপাতে পরিবর্তিত হবে। অর্থাৎ টান চার গুণ হইলে কম্পাঙ্ক দ্বিগুণ হবে। $\therefore n \propto \sqrt{T}$ যখন l ও m স্থির থাকে।

(iii) ভরের সূত্র: কোনো কম্পমান তারের দৈর্ঘ্য l ও টান T স্থির থাকলে, তারের কম্পাঙ্ক n এর একক দৈর্ঘ্যের ভর m এর বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হবে। $\therefore n \propto \frac{1}{\sqrt{m}}$ যখন l ও T স্থির থাকে।

ভরের সূত্রটিকে দুইভাবে প্রকাশ করা যায়:

(ক) ব্যাসার্ধের সূত্র: কোনো কম্পমান তারের দৈর্ঘ্য l, টান T ও ঘনত্ব ρ স্থির থাকলে, তারের কম্পাঙ্ক n এর ব্যাসার্ধ r এর ব্যস্তানুপাতিক।

(খ) ঘনত্বের সূত্র: কোনো কম্পমান তারের দৈর্ঘ্য l, টান T ও ব্যাসার্ধ r স্থির থাকলে, তারের কম্পাঙ্ক n এর ঘনত্ব ρ এর বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক।

অধ্যায়-৮: পর্যায়বৃত্ত গতি

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

1. **দোলনকাল:** $T = 2\pi\sqrt{\frac{E}{g}}$
2. **অভিকর্ষজ তুরণ:** $g = 4\pi^2\frac{l}{T^2}$
3. $F = -kx$
4. **সরণ:** $x = A\sin\omega t$
5. **সরণ:** $x = A\sin(\omega t + \delta)$
6. **অভিকর্ষজ তুরণ:** $g = \frac{GM}{R^2}$
7. **তুরণ:** $a = -\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \times$ সরণ
8. **দোলকাল:** $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
9. **বেগ:** $v = \omega A\cos(\omega t + \delta) = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$
10. $V_{\max} = \omega A$
11. **গতিশক্তি:** $E_k = \frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t + \delta)$
12. **স্থিতিশক্তি:** $U = \frac{1}{2}kA^2\sin^2(\omega t + \delta) = \frac{1}{2}kx^2$

অধ্যায়-৯: তরঙ্গ

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

1. **কম্পাঙ্ক:** $f = \frac{1}{T}$
2. **বেগ:** $V = f\lambda = C$
3. **দুইটি মাধ্যমের ক্ষেত্রে:** $\frac{V_A}{V_B} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B}$
4. **একই মাধ্যমের ক্ষেত্রে:** $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{f_2}{f_1}$
5. **উপরিপাতনের নীতি:** $y = y_1 \pm y_2$
6. **তরঙ্গের সমীকরণ:** $y = a\sin 2\pi ft$
7. **তরঙ্গের সমীকরণ:** $y = a\sin(\omega t - \phi)$
8. **তরঙ্গের সমীকরণ:** $y = a\sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$
9. **তরঙ্গের সমীকরণ:** $y = a\sin\frac{2\pi}{\lambda}(vt - x)$
10. **স্থির তরঙ্গের সমীকরণ:** $y = 2a\sin\frac{2\pi t}{T}\cos\frac{2\pi x}{\lambda}$

Abir Arafat Chowdhury

11. শব্দাঙ্ক: $s = k \log I$

12. $\dfrac{ds}{dI} = \dfrac{k}{I}$

13. $I = 1.26\, I_0$

14. শব্দমাত্রার পার্থক্য বা তীব্রতা লেভেল, $L = 10 \log_{10}\left(\dfrac{I}{I_0}\right)$ decibel

$= -10 \log_{10}\left(\dfrac{P}{P_0}\right)$ dB

15. বিটের সংখ্যা: $N = f_1 - f_2$

16. তারের বেগ: $v = \sqrt{\dfrac{T}{m}}$

17. তারের কম্পাঙ্ক: $f = \dfrac{1}{2l}\sqrt{\dfrac{T}{m}} = \dfrac{1}{2l}\sqrt{\dfrac{T}{\pi r \rho}}$

বিভিন্ন উৎসের তীব্রতা, তীব্রতা লেভেল ও মন্তব্য

শব্দ উৎস	তীব্রতা Wm^{-2}	তীব্রতা লেভেল β (dB)	মন্তব্য
	10^{-12}	0	শ্রাব্যতার প্রারম্ভিক সীমা
স্বাভাবিক শ্বাস-প্রশ্বাস	10^{-11}	10	কিছিৎ শান্দ
পাতার মর্মর ধ্বনি	10^{-10}	20	
নির্জন রাস্তা/ফিস ফিস কথা	10^{-9}	30	
লাইব্রেরি	10^{-8}	40	খুব শান্ত
শান্ত অফিস/ক্লাসরুম	10^{-7}	50	শান্ত
স্বাভাবিক কথোপকথন	10^{-6}	60	
ব্যস্ত সড়ক	10^{-5}	70	
সাধারণ কারখানা/কোলাহলপূর্ণ অফিস	10^{-4}	80	সার্বক্ষণিক শ্রবণে ক্ষতির মাত্রাতিরিক্ত ক্ষতি
মোটর সাইকেল বা ভারী-ট্রাক	10^{-3}	90	
পাতাল রেল	10^{-2}	100	
ভারী নির্মাণ ছল	10^{-1}	110	
মাইক্রোফোনে ব্যান্ড সংগীত	10^{0}	120	ক্ষতি মাত্রার আরম্ভ
মেশিন গান	10^{1}	130	
জেট বিমান	10^{3}	150	
বড় রকেট ইঞ্জিন	10^{6}	180	

বিভিন্ন সুর বিরামের নাম

সুর বিরাম	নাম
1:1	সমায়ন (Unison)
2:1	অষ্টক (Octave)
3:1	পঞ্চম (Fifth)
5:4	গুরু তৃতীয়ক (Major third)
6:5	লঘু তৃতীয়ক (Minor third)
3:2	গুরু পঞ্চম (Major fifth)
5:3	গুরু ষষ্ঠক (Major sixth)
8:5	লঘু ষষ্ঠক (Minor sixth)
8:9	গুরু সুর (Major tone)
10:9	লঘু সুর (Minor tone)
16:15	অর্ধ সুর (Semi tone)

অধ্যায়-১০: আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

1. বয়েলের সূত্র: $P_1V_1 = P_2V_2$

2. চার্লসের সূত্র: $V_\theta = V_0(1 + \gamma_p \Delta\theta)$

3. চার্লসের সূত্র: $\dfrac{V_1}{T_1} = \dfrac{V_2}{T_2}$

4. চাপের সূত্র: $\dfrac{P_1}{T_1} = \dfrac{P_2}{T_2}$

5. গ্যাসের সমন্বয় সূত্র: $PV = RT$

6. গ্যাসের সমন্বয় সূত্র: $PV = nRT$

7. গ্যাসের সমন্বয় সূত্র: $\dfrac{P_1V_1}{T_1} = \dfrac{P_2V_2}{T_2}$

8. গড় মুক্ত পথ: $\lambda = \dfrac{1}{n\pi\sigma^2}$ [ক্লসিয়াসের সূত্র]

9. গড় মুক্ত পথ: $\lambda = \dfrac{1}{\sqrt{2}\, n\pi\sigma^2}$ [ম্যাক্সওয়েলের সূত্র]

10. গ্যাসের গতি তত্ত্বের সূত্র: $PV = \frac{1}{3}mnc^{\bar{2}}$

11. গ্যাসের গতি তত্ত্বের সূত্র: $P = \frac{1}{3}\rho c^{\bar{2}}$

12. গ্যাসের গতি তত্ত্বের সূত্র: $PV = \frac{2}{3}E$

13. মূল গড় বর্গবেগ: $c_r \propto \sqrt{T}$

14. মূল গড় বর্গবেগ: $c_r = \sqrt{\dfrac{3P}{\rho}}$

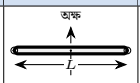
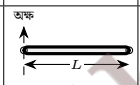
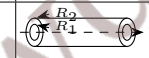
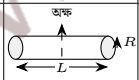
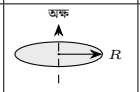
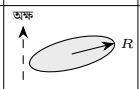
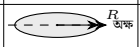
15. আপেক্ষিকতা অর্জন: $R = \dfrac{f}{F} \times 100\%$

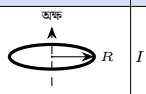
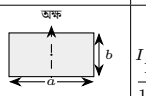
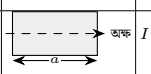
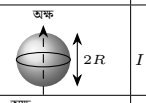
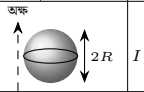
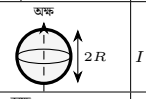
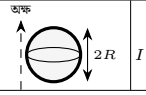
16. গ্রেশিয়ারের সূত্র: $(\theta_1 - \theta) = G(\theta_1 - \theta_2)$

স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের তালিকা

পদার্থের নাম	ইয়ং-এর গুণাঙ্ক Y (Nm^{-2})	আয়তন গুণাঙ্ক K (Nm^{-2})	দৃঢ়তার গুণাঙ্ক n (Nm^{-2})
অ্যালুমিনিয়াম	7.0×10^{10}	7.7×10^{10}	2.6×10^{10}
পিতল (60% তামা)	10×10^{10}	11×10^{10}	3.5×10^{10}
তামা	13×10^{10}	14×10^{10}	4.8×10^{10}
কাচ	6.0×10^{10}	3.7×10^{10}	3.1×10^{10}
লোহা (পেটা)	20×10^{10}	17×10^{10}	8.0×10^{10}
লোহা (ঢালাই)	11.5×10^{10}	9.0×10^{10}	4.6×10^{10}
সীসা	1.6×10^{10}	4.6×10^{10}	0.56×10^{10}
নিকেল	20×10^{10}	1.6×10^{10}	7.9×10^{10}
ইস্পাত	20×10^{10}	17×10^{10}	8.4×10^{10}
রূপা	7.8×10^{10}	10.9×10^{10}	2.8×10^{10}
পানি	—	0.21×10^{10}	—
পারদ	—	2.8×10^{10}	—
পেট্রোলিয়াম	—	0.14×10^{10}	—
গ্লিসারিন	—	0.40×10^{10}	—
ইথাইল অ্যালকোহল	—	0.11×10^{10}	—
বায়ু	—	1.015×10^{5}	—

কয়েকটি বস্তুর জড়তার ভ্রামক ও চক্রগতির ব্যাসার্ধের রাশিমালা

বস্তু ও ঘূর্ণন অক্ষের প্রকৃতি	গ্রাফিক চিত্র	জড়তার ভ্রামক	চক্রগতির ব্যাসার্ধ
M ভরের ও L দৈর্ঘ্যের সরু ও সুষম দণ্ডের ভরকেন্দ্রগামী লম্ব-অক্ষের সাপেক্ষে		$I = \frac{1}{12}ML^2$	$K = \frac{L}{\sqrt{12}}$
M ভরের ও L দৈর্ঘ্যের সরু ও সুষম দণ্ডের প্রান্তবিন্দুগামী লম্ব-অক্ষের সাপেক্ষে		$I = \frac{1}{3}ML^2$	$K = \frac{L}{\sqrt{3}}$
M ভরের ও L দৈর্ঘ্যের ও R ব্যাসার্ধের নিরেট সিলিন্ডারের নিজ অক্ষের সাপেক্ষে		$I = \frac{1}{2}MR^2$	$K = \frac{R}{\sqrt{2}}$
M ভরের, R_1 অন্তর্ব্যাসার্ধ ও R_2 বহির্ব্যাসার্ধবিশিষ্ট ফাঁপা সিলিন্ডারের নিজ অক্ষের সাপেক্ষে		$I = \frac{1}{2}M(R_1^2 + R_2^2)$	$K = \sqrt{\frac{R_1^2 + R_2^2}{2}}$
M ভরের ও L দৈর্ঘ্যের ও R ব্যাসার্ধের নিরেট সিলিন্ডারের দৈর্ঘ্যের সঙ্গে লম্ব ভরকেন্দ্রগামী অক্ষের সাপেক্ষে		$I = \frac{1}{4}MR^2 + \frac{1}{12}ML^2$	$K = \sqrt{\frac{R^2}{4} + \frac{L^2}{12}}$
M ভরের ও R ব্যাসার্ধের পাতলা বৃত্তাকার চাকতির ভরকেন্দ্রগামী লম্ব-অক্ষের সাপেক্ষে		$I = \frac{1}{2}MR^2$	$K = \frac{R}{\sqrt{2}}$
M ভরের ও R ব্যাসার্ধের পাতলা বৃত্তাকার চাকতির পৃষ্ঠের অভিলম্বভাবে গমনকারী স্পর্শকের সাপেক্ষে		$I = \frac{3}{2}MR^2$	$K = \sqrt{\frac{3}{2}}R$
M ভরের ও R ব্যাসার্ধের পাতলা বৃত্তাকার চাকতির যেকোনো ব্যাসের সাপেক্ষে		$I = \frac{1}{4}MR^2$	$K = \frac{R}{2}$

বস্তু ও ঘূর্ণন অক্ষের প্রকৃতি	গ্রাফিক চিত্র	জড়তার ভ্রামক	চক্রগতির ব্যাসার্ধ
M ভরের ও R ব্যাসার্ধের পাতলা বৃত্তাকার রিং-এর ভরকেন্দ্রগামী লম্ব-অক্ষের সাপেক্ষে		$I = MR^2$	$K = R$
M ভরের ও R ব্যাসার্ধের পাতলা বৃত্তাকার রিং-এর যেকোনো ব্যাসের সাপেক্ষে		$I = \frac{1}{2}MR^2$	$K = \frac{R}{\sqrt{2}}$
M ভরের, a দৈর্ঘ্যের ও b প্রস্থের আয়তাকার পাতের ভরকেন্দ্রগামী লম্ব-অক্ষের সাপেক্ষে		$I = \frac{1}{12}M(a^2 + b^2)$	$K = \sqrt{\frac{a^2 + b^2}{12}}$
M ভরের, a দৈর্ঘ্যের ও b প্রস্থের আয়তাকার পাতের প্রস্থের সমান্তরাল ভরকেন্দ্রগামী অক্ষের সাপেক্ষে		$I = \frac{1}{12}Ma^2$	$K = \frac{a}{\sqrt{12}}$
M ভরের ও R ব্যাসার্ধের নিরেট গোলকের যেকোনো ব্যাসের সাপেক্ষে		$I = \frac{2}{5}MR^2$	$K = \sqrt{\frac{2}{5}}R$
M ভরের ও R ব্যাসার্ধের নিরেট গোলকের স্পর্শকের সাপেক্ষে		$I = \frac{7}{5}MR^2$	$K = \sqrt{\frac{7}{5}}R$
M ভরের ও R ব্যাসার্ধের পাতলা ফাঁপা গোলকের যেকোনো ব্যাসের সাপেক্ষে		$I = \frac{2}{3}MR^2$	$K = \sqrt{\frac{2}{3}}R$
M ভরের ও R ব্যাসার্ধের পাতলা ফাঁপা গোলকের স্পর্শকের সাপেক্ষে		$I = \frac{5}{3}MR^2$	$K = \sqrt{\frac{5}{3}}R$

পরিশিষ্ট: পদার্থবিজ্ঞানের বৈজ্ঞানিক সূত্রসমূহ (সংজ্ঞা)

গতি সমীকরণ থেকে প্রাপ্ত সূত্রসমূহ

Abir Arafat Chowdhury

(i) স্থির অবস্থান থেকে সমত্বরণে গতিশীল বস্তুর প্রাপ্ত বেগ সময়ের সমানুপাতিক। $(v \propto t)$

(ii) স্থির অবস্থান থেকে সমত্বরণে গতিশীল বস্তু অতিক্রান্ত দূরত্ব সময়ের বর্গের সমানুপাতিক। $(S \propto t^2)$

(iii) স্থির অবস্থান থেকে সমত্বরণে গতিশীল বস্তু অতিক্রান্ত দূরত্ব বেগের বর্গের সমানুপাতিক। $(S \propto v^2)$

(iv) স্থির অবস্থান থেকে সমত্বরণে গতিশীল বস্তু কোনো মুহূর্তে প্রাপ্ত বেগ, অতিক্রান্ত দূরত্বের বর্গমূলের সমানুপাতিক। $(v \propto \sqrt{S})$

মৌলিক বলসমূহ

বলের প্রকার	প্রভাবিত কণা	পাল্লা	আপেক্ষিক সবলতা	বিনিময় কণা	ভূমিকা
সবল নিউক্লীয়	হ্যাড্রন ও নিউট্রন	10^{-15} m	10^{38}	মেসন	নিউক্লিয়াসে গাঁথুনি
তাড়িত চৌম্বক বল	আধানযুক্ত কণা	অসীম	10^{36}	ফোটন	পরমাণু/অণু গঠন
দুর্বল বল	লেপটন	10^{-18} m	10^{25}	W ও Z বোসন	β-ক্ষয়ের জন্য দায়ী
মহাকর্ষ বল	সমস্ত পদার্থ	অসীম	1	গ্র্যাভিটন	সংসক্তি

বিভিন্ন গ্রহ/উপগ্রহের মুক্তিবেগের মান

গ্রহ/উপগ্রহের নাম	মুক্তি বেগ (V_e)	গ্রহ/উপগ্রহের নাম	মুক্তি বেগ (V_e)
পৃথিবী	$11.2\,\mathrm{km\,s^{-1}}$	মঙ্গল	$5.0\,\mathrm{km\,s^{-1}}$
চাঁদ	$2.4\,\mathrm{km\,s^{-1}}$	শুক্র	$10.3\,\mathrm{km\,s^{-1}}$
বুধ	$4.3\,\mathrm{km\,s^{-1}}$	বৃহস্পতি	$59.5\,\mathrm{km\,s^{-1}}$

পরিশিষ্ট-ক: গুরুত্বপূর্ণ আবিষ্কার ও তত্ত্বসমূহ

আবিষ্কার/প্রবর্তন	আবিষ্কারক/প্রবর্তক
পড়ন্ত বস্তু সূত্র	গ্যালিলিও
বস্তু ভর, বল ও গতি সংক্রান্ত সূত্রাবলি	স্যার আইজ্যাক নিউটন
সরল দোলকের সূত্রাবলি	গ্যালিলিও
পৃষ্ঠটানের আণবিক তত্ত্ব	ল্যাপ্লাস
প্রান্তিক বেগের সমীকরণ	স্টোকস
তাপের যান্ত্রিক/গতি/আণবিক মতবাদ	ড. জুল
প্লাটিনাম থার্মোমিটার	সিমেন
পূর্ণ বিকিরণ পাইরোমিটার	ফেরী
তাপগতিবিদ্যা প্রথম সূত্র	জুল
তাপগতিবিদ্যা দ্বিতীয় সূত্র	ক্লসিয়াস এবং কেলভিন
বিদ্যুৎ	ফ্যারাডে
সীবেক ক্রিয়া	সীবেক
থমসন ক্রিয়া	স্যার উইলিয়াম থমসন
তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ	জেমস ক্লার্ক ম্যাক্সওয়েল
কোয়ান্টাম তত্ত্ব বা ভেজকবনাদ	প্ল্যাঙ্ক
যৌগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্র ও গ্যালিলিও দূরবীক্ষণ যন্ত্র আবিষ্কার করেন	গ্যালিলিও
প্রতিফলক দূরবীক্ষণ যন্ত্র	স্যার আইজ্যাক নিউটন
প্রতিসরণ দূরবীক্ষণ যন্ত্র	গ্রেগরি (সর্ব প্রথম)
দূরবীক্ষণ যন্ত্র	হারসেল
নভো দূরবীক্ষণ যন্ত্র	জ্যোতির্বিদ কেপলার
এক্স-রে বা রনজেন রশ্মি আবিষ্কার করেন	অধ্যাপক উইল হেলম রনজেন
ধনরশ্মি আবিষ্কার করেন	গোল্ডস্টাইন

পরিশিষ্ট-ব: আবিষ্কারক (অতিরিক্ত)

আবিষ্কার/প্রবর্তন	আবিষ্কারক/প্রবর্তক
তাপ গতিবিদ্যার প্রথম সূত্র	জুল
তাপ গতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্র	ক্লসিয়াস এবং কেলভিন
বিদ্যুৎ	ফ্যারাডে
সীবেক ক্রিয়া	সীবেক
থমসন ক্রিয়া	স্যার উইলিয়াম থমসন
তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ	জেমস ক্লার্ক ম্যাক্সওয়েল
কোয়ান্টাম তত্ত্ব বা ভেজকবনাদ	প্ল্যাঙ্ক
যৌগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্র	গ্যালিলিও
প্রতিফলক দূরবীক্ষণ যন্ত্র	স্যার আইজ্যাক নিউটন
প্রতিসরণ দূরবীক্ষণ যন্ত্র	গ্রেগরি (সর্ব প্রথম)
দূরবীক্ষণ যন্ত্র	হারসেল
নভো দূরবীক্ষণ যন্ত্র	জ্যোতির্বিদ কেপলার
এক্স-রে	অধ্যাপক উইল হেলম রনজেন
ধনরশ্মি	গোল্ডস্টাইন

পরিশিষ্ট-খ: ভৌত ধ্রুবকসমূহের মান

রাশি	সংকেত	হিসাবে ব্যবহৃত মান	বিস্তৃতমান
শূন্য মাধ্যমের চৌম্বক প্রবেশ্যতা	μ_0	$4\pi \times 10^{-7}\,\mathrm{H\,m^{-1}}$	
শূন্য মাধ্যমে তড়িৎ ভেদনযোগ্যতা	ε_0	$8.854 \times 10^{-12}\,\mathrm{F\,m^{-1}}$	
শূন্য মাধ্যমে আলোর দ্রুতি	c	$3 \times 10^8\,\mathrm{ms^{-1}}$	$(2.997925 \pm 0.000003) \times 10^8\,\mathrm{ms^{-1}}$
প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক	h	$6.63 \times 10^{-34}\,\mathrm{Js}$	$(6.6256 \pm 0.0005) \times 10^{-34}\,\mathrm{Js}$
ইলেকট্রনের চার্জ	e	$-1.60 \times 10^{-19}\,\mathrm{C}$	$(1.60210 \pm 0.00007) \times 10^{-19}\,\mathrm{C}$
ইলেকট্রনের ভর	m_e	$9.11 \times 10^{-31}\,\mathrm{kg}$	$(9.1091 \pm 0.0004) \times 10^{-31}\,\mathrm{kg}$
ইলেকট্রনের আধান ও ভর অনুপাত	e/m_e	$1.759 \times 10^{11}\,\mathrm{C\,kg^{-1}}$	
প্রোটনের ভর	m_p	$1.67 \times 10^{-27}\,\mathrm{kg}$	
নিউট্রনের ভর	m_n	$1.675 \times 10^{-27}\,\mathrm{kg}$	
একীভূত পারমাণবিক ভর একক	m_u	$1.66 \times 10^{-27}\,\mathrm{kg}$	
অ্যাভোগাড্রো ধ্রুবক	N_A	$6.023 \times 10^{23}\,\mathrm{mol^{-1}}$	$(6.02252 \pm 0.00028) \times 10^{23}\,\mathrm{mol^{-1}}$
মোলার গ্যাস ধ্রুবক	R	$8.31\,JK^{-1}\,mol^{-1}$	$(8.3143 \pm 0.0012)\,JK^{-1}\,mol^{-1}$
ফারাডে ধ্রুবক	F	$96500\,\mathrm{C\,mol^{-1}}$	
বোলজম্যানের ধ্রুবক	K	$1.38 \times 10^{-23}\,\mathrm{JK^{-1}}$	$(1.38054 \pm 0.00018) \times 10^{-23}\,\mathrm{JK^{-1}}$
স্টিফানের একক	σ	$5.67 \times 10^{-8}\,\mathrm{Wm^{-2}K^{-4}}$	$(5.6697 \pm 0.0029) \times 10^{-8}\,\mathrm{Wm^{-2}K^{-4}}$
মহাকর্ষীয় ধ্রুবক	G	$6.673 \times 10^{-11}\,\mathrm{Nm^2kg^{-2}}$	$(6.670 \pm 0.015) \times 10^{-11}\,\mathrm{Nm^2kg^{-2}}$
পারদের ঘনত্ব (0°C)		$1.36 \times 10^4\,\mathrm{kgm^{-3}}$	
পারদের ঘনত্ব (20°C)		$1.355 \times 10^4\,\mathrm{kgm^{-3}}$	
বায়ুর ঘনত্ব (0°C)		$1.293\,\mathrm{kgm^{-3}}$	
বায়ুর ঘনত্ব (20°C)		$1.204\,\mathrm{kgm^{-3}}$	
বায়ুতে শব্দের দ্রুতি (0°C)		$331.5\,\mathrm{ms^{-1}}$	
বায়ুতে শব্দের দ্রুতি (20°C)		$343.6\,\mathrm{ms^{-1}}$	
প্রমাণ বায়ুমণ্ডলীয় চাপ		760 mmHg = .76 mHg	
প্রমাণ বায়ুমণ্ডলীয় চাপ		1.013×10^5 Pa	

পরিশিষ্ট-গ: গ্রিক বর্ণমালা

উচ্চারণ	বড় হাতের	ছোট হাতের	উচ্চারণ	বড় হাতের	ছোট হাতের
আলফা (alpha)	A	α	নিউ (nu)	N	ν
বিটা (beta)	B	β	জাই (xi)	Ξ	ξ
গামা (gamma)	Γ	γ	অমাইক্রন (omicron)	O	o
ডেল্টা (delta)	Δ	δ	পাই (pi)	Π	π
এপ্সাইলন (epsilon)	E	ε	রো (rho)	P	ρ
জিটা (zeta)	Z	ζ	সিগমা (sigma)	Σ	σ
ইটা (eta)	H	η	টাও (tau)	T	τ
থিটা (theta)	Θ	θ	আপসাইলন (upsilon)	Y	υ
আয়োটা (iota)	I	ι	ফাই (phi)	Φ	ϕ, φ
কাপ্পা (kappa)	K	κ	কাই (chi)	X	χ
লেম্বডা (lambda)	Λ	λ	সাই (psi)	Ψ	ψ
মিউ (mu)	M	μ	ওমেগা (omega)	Ω	ω

পরিশিষ্ট-ঘ: দেশের সূচক, তাদের নাম ও উদাহরণ

উপসর্গ	উৎপাদক	সংকেত	উদাহরণ
এক্সা (exa)	10^{18}	E	১ এক্সা মিটার = 1Em = 10^{18} m
পেটা (peta)	10^{15}	P	১ পেটা মিটার = 1Pm = 10^{15} m
টেরা (tera)	10^{12}	T	১ টেরা গ্রাম 1Tg = 10^{12} g
গিগা (giga)	10^9	G	১ গিগা জুল 1GJ = 10^9 J
মেগা (mega)	10^6	M	১ মেগা ওয়াট = 1MW = 10^6 W
কিলো (kilo)	10^3	k	১ কিলোভোল্ট = 1kV = 10^3 V
হেক্টো (hecto)	10^2	h	১ হেক্টো প্যাসকেল = 1hPa = 10^2 Pa
ডেকা (deca)	10^1	da	১ ডেকা নিউটন = daN = 10 N
ডেসি (deci)	10^{-1}	d	১ ডেসি ওহ্ম = 1dΩ = 10^{-1} Ω
সেন্টি (centi)	10^{-2}	c	১ সেন্টিমিটার = 1 cm = 10^{-2} m
মিলি (mili)	10^{-3}	m	১ মিলি আম্পিয়ার = 1 mA = 10^{-3} A
মাইক্রো (micro)	10^{-6}	μ	১ মাইক্রো ভোল্ট = 1 μV = 10^{-6} V
ন্যানো (nano)	10^{-9}	n	১ ন্যানো সেকেন্ড = 1 ns = 10^{-9} s
পিকো (pico)	10^{-12}	p	১ পিকো ফারাডে = 1 pF = 10^{-12} F
ফেমটো (femto)	10^{-15}	f	১ ফেমটো মিটার = 1 fm = 10^{-15} m
অটো (atto)	10^{-18}	a	১ অটোওয়াট = 1aW = 10^{-18} W

পরিশিষ্ট-ঙ: মহাশূন্যযানের নাম ও সাফল্য

মহাশূন্যযানের নাম	সাফল্যের প্রকৃতি
স্পুটনিক–I (4.10.1957)	মহাশূন্যে পাঠানো প্রথম কৃত্রিম উপগ্রহ।
স্পুটনিক–II (3.11.1957)	জীবন্ত কুকুর বহনকারী প্রথম মহাশূন্য যান।
স্কোর (18.12.1958)	মহাশূন্যে পাঠানো প্রথম যোগাযোগ উপগ্রহ।
লুনা–III (4.10.1959)	প্রথম উপগ্রহ যা চাঁদের অদৃশ্যমান অংশের ছবি পাঠায়।
ভস্টক-I (12.4.1961)	মানুষের নিয়ে যাওয়া প্রথম মহাশূন্য যাত্রা।
ভস্টক–6 (4.12.1963)	প্রথম মহিলা মহাশূন্যচারীবাহী মহাশূন্য যান। এ মহিলা ছিলেন সোভিয়েট ইউনিয়নের ভেলেন্টিনা তেরেস্কোভা।
ইনটেলসেট-I (6.4.1965)	বাণিজ্যিক কাজে ব্যবহারের জন্য পাঠানো প্রথম যোগাযোগ উপগ্রহ।

Abir Arafat Chawdhury

পদার্থবিজ্ঞান দ্বিতীয় পত্র

অধ্যায়-১: তাপগতিবিদ্যা

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

1. তাপমাত্রা স্কেলের রূপান্তর: $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} = \frac{K-273}{5} = \frac{R-492}{9} = \frac{\mathrm{Ra}-32}{4}$

C, F, K, R, Ra = সেলসিয়াস, ফারেনহাইট, কেলভিন, রোমার, র‍্যাঙ্কিন স্কেলে তাপমাত্রা

$K = C + 273;\ R(^\circ\mathrm{Rk}) = F + 459.67;\ 1^\circ\mathrm{C} = \frac{9}{5}{}^\circ\mathrm{F}$

2. থার্মোমেট্রিক ধর্ম থেকে তাপমাত্রা, $\theta = \frac{X - X_0}{X_{100} - X_0} \times 100$

X, X_0, X_{100} = যেকোনো / বরফবিন্দু / বাষ্পবিন্দু তাপমাত্রায় থার্মোমেট্রিক ধর্মের মান

রোধ থার্মোমিটার: $\theta = \frac{R_\theta - R_0}{R_{100} - R_0} \times 100$

বরফ–বাষ্পের গলনে: $\theta = \frac{l_\theta - l_{\mathrm{ice}}}{l_{\mathrm{steam}} - l_{\mathrm{ice}}} \times 100$

3. গে-লুসাক / রেনোর সূত্র (স্থির আয়তন গ্যাস থার্মোমিটার), $T = \frac{P_T}{P_{\mathrm{tr}}} \times 273.16\ \mathrm{K}$

P_T = পরিমাপ্য তাপমাত্রায় গ্যাসের চাপ; P_{tr} = পানির ত্রৈধবিন্দুতে চাপ

4. তাপ ও তাপ ধারণক্ষমতা, $Q = mc\Delta T,\ C = mc,\ Q_{\mathrm{latent}} = mL,\ W = JQ$

Q = তাপশক্তি [J]; m = ভর [kg]

c, s = আপেক্ষিক তাপ [J/(kg·K)]; C = তাপ ধারণক্ষমতা

ΔT = তাপমাত্রার পরিবর্তন; L = সুপ্ততাপ; $J = 4.2\ \mathrm{J/cal}$ = যান্ত্রিক সমতা

5. গ্যাসের সূত্রসমূহ:

বয়েল: $P_1V_1 = P_2V_2$; চার্লস: $V_1/T_1 = V_2/T_2$

চাপের সূত্র: $P_1/T_1 = P_2/T_2$; সম্মিলিত: $P_1V_1/T_1 = P_2V_2/T_2$

আদর্শ গ্যাস: $PV = nRT = NkT$

ডালটনের আংশিক চাপ: $P = P_1 + P_2 + \cdots$

মিশ্রণ: $PV = \left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2}\right)RT$

অ্যাভোগাড্রো: সমান P, T তে সমান আয়তনে সমান সংখ্যক অণু

P = চাপ; V = আয়তন; T = পরম তাপমাত্রা [K]

n = মোল সংখ্যা; $R = 8.314\ \mathrm{J/mol{\cdot}K}$; N = অণু সংখ্যা; $k = 1.38\times10^{-23}\ \mathrm{J/K}$

6. গ্যাসের গতিতত্ত্ব, $P = \frac{1}{3}\rho\overline{c^2} = \frac{1}{3}\frac{Nm}{V}\overline{c^2}$

$c_{\mathrm{rms}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$

$\bar{c} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}} = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}};\ c_p = \sqrt{\frac{2RT}{M}} = \sqrt{\frac{2kT}{m}}$

$c_p : \bar{c} : c_{\mathrm{rms}} = \sqrt{2} : \sqrt{8/\pi} : \sqrt{3}$

গড় গতিশক্তি: $E_k = \frac{3}{2}kT$; f স্বাধীনতা মাত্রায়: $E = \frac{f}{2}kT$

গড় মুক্তপথ: $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}\,\pi d^2 n} = \frac{kT}{\sqrt{2}\,\pi d^2 P}$; $N_A = 6.022 \times 10^{23}\ \mathrm{mol}^{-1}$

ρ = ঘনত্ব; M = মোলার ভর; d = অণু ব্যাস; f = স্বাধীনতার মাত্রা

7. তাপগতিবিদ্যার সূত্র:

০-তম: তাপীয় সাম্য সকর্মক (transitive)

১ম: $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$

২য়: বদ্ধ চক্রে $\oint dQ/T \le 0$ (ক্লসিয়াস/কেলভিন বিবৃতি)

৩য়: $T \to 0\,\mathrm{K}$ তে এন্ট্রপি $\to 0$

ΔU = অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন; ΔW = কাজ

8. বিভিন্ন প্রক্রিয়ায় কাজ:

সমতাপীয়: $W = nRT\ln\frac{V_2}{V_1} = Q$

সমচাপীয়: $W = P\Delta V = nR\Delta T$

রুদ্ধতাপীয়: $PV^\gamma = \mathrm{const};\ TV^{\gamma-1} = \mathrm{const};\ T^\gamma P^{1-\gamma} = \mathrm{const}$

রুদ্ধতাপীয় কাজ: $W = \frac{P_1V_1 - P_2V_2}{\gamma - 1}$

সমআয়তনীয়: $W = 0,\ \Delta Q = nC_v\Delta T$

প্রত্যাগামী চক্র: $\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2}$

$\gamma = C_p/C_v$ = আপেক্ষিক তাপের অনুপাত

9. মোলার আপেক্ষিক তাপ:

মেয়ার: $C_p - C_v = R$

একপরমাণুক: $C_v = \frac{3}{2}R,\ C_p = \frac{5}{2}R,\ \gamma = 5/3$

দ্বিপরমাণুক: $C_v = \frac{5}{2}R,\ C_p = \frac{7}{2}R,\ \gamma = 7/5$

ত্রিপরমাণুক: $C_v = 3R,\ C_p = 4R,\ \gamma = 4/3$

অভ্যন্তরীণ শক্তি: $\Delta U = \frac{f}{2}nR\Delta T$

10. কার্নো ইঞ্জিন & হিট পাম্প:

দক্ষতা: $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$

রেফ্রিজারেটর COP: $\beta = \frac{Q_2}{W} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$

হিট পাম্প: $\beta' = \frac{Q_1}{W} = \frac{T_1}{T_1 - T_2} = 1 + \beta$

11. এন্ট্রপি, $\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$

প্রত্যাগামী: $\oint dQ/T = 0$; অপ্রত্যাগামী: $\Delta S > 0$

12. তাপ পরিবহন ও বিকিরণ:

পরিবহন: $\frac{Q}{t} = k_{\mathrm{th}}A\frac{\Delta T}{l}$

স্টেফান-বোলৎজম্যান: $E = \sigma T^4,\ \sigma = 5.67 \times 10^{-8}\ \mathrm{W/m^2K^4}$

নিউটনের শীতলীকরণ: $\frac{dT}{dt} = -k(T - T_0)$

ভিয়েনের সূত্র: $\lambda_{\max}T = 2.898 \times 10^{-3}\ \mathrm{m{\cdot}K}$

কার্শফ: ভালো শোষক = ভালো বিকীর্ণক

k_{th} = তাপ পরিবাহিতা; A = ক্ষেত্রফল; l = পুরুত্ব

অধ্যায়-২: স্থির তড়িৎ

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

1. কুলম্বের সূত্র, $F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1q_2}{r^2} = 9 \times 10^9\frac{q_1q_2}{r^2}$

মাধ্যমে: $F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}\frac{q_1q_2}{r^2}$; $\varepsilon_r = \varepsilon/\varepsilon_0$

F = কুলম্ব বল [N]; q_1, q_2 = চার্জ [C]; r = দূরত্ব [m]

$\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\ \mathrm{F/m}$; ε_r, K = মাধ্যমের আপেক্ষিক ডাইইলেক্ট্রিক ধ্রুবক

2. তড়িৎ প্রাবল্য, $E = F/q_0 = kQ/r^2$

অসীম তার: $E = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}$; এক পাত: $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

দুই বিপরীত পাত: $E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

পরিবাহী গোলকপৃষ্ঠ: $E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$, ভিতরে $E = 0$

বিভব-ক্ষেত্র সম্পর্ক: $\vec{E} = -\vec{\nabla}V$

λ = রৈখিক চার্জ ঘনত্ব; σ = পৃষ্ঠ চার্জ ঘনত্ব

3. তড়িৎ বিভব, $V = W/q = kQ/r$

$V_{AB} = \frac{W_{AB}}{q} = \frac{V_A - V_B}{d}$; $E = -dV/dx$

V = বিভব [V]; W = কাজ [J]

4. তড়িৎ দ্বিমেরু, $p = q \cdot 2l$

অক্ষীয়: $E = \frac{2kp}{r^3},\ V = \frac{kp}{r^2}$

নিরক্ষীয়: $E = \frac{kp}{r^3},\ V = 0$

টর্ক: $\tau = pE\sin\theta$; স্থিতিশক্তি: $U = -\vec{p}\cdot\vec{E}$

p = দ্বিমেরু ভ্রামক [C·m]; $2l$ = দ্বিমেরু আন্তঃদূরত্ব

5. গাউসের সূত্র, $\Phi_E = \oint \vec{E}\cdot d\vec{A} = \frac{Q_{\mathrm{enc}}}{\varepsilon_0}$

Φ_E = তড়িৎ ফ্লাক্স; Q_{enc} = গাউস পৃষ্ঠের ভেতরে আবদ্ধ চার্জ

6. ধারকত্ব, $C = Q/V$

সমান্তরাল পাত: $C = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$; ডাইইলেক্ট্রিকসহ: $C = \frac{K\varepsilon_0 A}{d} = KC_0$

গোলকীয়: $C = 4\pi\varepsilon_0 r$; দ্বিগোলকীয়: $C = \frac{4\pi\varepsilon_0 ab}{b-a}$

নলাকার: $C = \frac{2\pi\varepsilon_0 l}{\ln(b/a)}$

সঞ্চিত শক্তি: $W = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{Q^2}{2C}$

শক্তি ঘনত্ব: $u = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2$

C = ধারকত্ব [F]; A = পাতের ক্ষেত্রফল; d = ব্যবধান

7. ধারকের সমন্বয়:

সিরিজ: $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots + \frac{1}{C_n}$

সমান্তরাল: $C_p = C_1 + C_2 + \cdots + C_n$

অধ্যায়-৩: চল তড়িৎ

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

1. তড়িৎ প্রবাহ, $I = Q/t = nqAv_d$

Join Arafat Chowdhury

প্রবাহ ঘনত্ব: $J = I/A = \sigma E$
$I =$ প্রবাহ [A]; $n =$ মুক্ত ইলেকট্রন ঘনত্ব; $v_d =$ অপবাহ বেগ

2. ওহমের সূত্র, $V = IR$; $R = \dfrac{\rho l}{A}$; $\sigma = 1/\rho$

$R =$ রোধ [Ω]; $\rho =$ আপেক্ষিক রোধ; $\sigma =$ পরিবাহিতা

3. তাপমাত্রা প্রভাব, $R_T = R_0(1+\alpha T)$; $\alpha = \dfrac{R_\theta - R_0}{R_0\theta}$

$\alpha =$ রোধের তাপমাত্রা সহগ; $R_0, R_\theta =$ 0°C ও θ°C-এ রোধ

4. রোধের সমন্বয়:

সিরিজ: $R = R_1 + R_2 + \cdots + R_n$

সমান্তরাল: $\dfrac{1}{R_p} = \dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{R_2} + \cdots + \dfrac{1}{R_n}$; দুটি: $R = \dfrac{R_1R_2}{R_1+R_2}$

5. শক্তি ও ক্ষমতা, $W = VIt = I^2Rt = V^2t/R$; $P = VI = I^2R = V^2/R$

দক্ষতা: $\eta = \dfrac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \times 100\%$

6. জুলের তাপীয় সূত্র, $H = I^2Rt$ J $= 0.24\, I^2Rt$ cal

সমান R, t: $H \propto I^2$; সমান I, t: $H \propto R$; সমান I, R: $H \propto t$

7. ফ্যারাডের তড়িৎবিশ্লেষণ:

১ম সূত্র: $m = Zit$

২য় সূত্র: $m_1/m_2 = E_1/E_2$; $m = \dfrac{E \cdot Q}{F}$; $F = 96500$ C/mol

$Z =$ তড়িৎ-রসায়নিক সমতা; $E =$ রাসায়নিক সমতা

8. কির্শফের সূত্র:

(KCL): $\sum I_{\text{in}} = \sum I_{\text{out}}$
(KVL): $\sum \varepsilon = \sum IR$

9. হুইটস্টোন সেতু (সাম্য), $\dfrac{P}{Q} = \dfrac{R}{S}$

মিটার সেতু: $X = R \cdot \dfrac{100-l}{l}$

10. পোটেনশিওমিটার:

$\dfrac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \dfrac{l_1}{l_2}$; অভ্যন্তরীণ রোধ: $r = R\left(\dfrac{l_1 - l_2}{l_2}\right)$

বিভাজক: $V_{\text{out}} = V_{\text{in}} \cdot \dfrac{R_2}{R_1+R_2}$

11. কোষ, $\varepsilon = V + Ir = I(R+r)$

শর্ট সার্কিট: $I_{\text{sc}} = \varepsilon/r$; সর্বোচ্চ পাওয়ার: $r = R$

12. কোষের সমন্বয়:

n শ্রেণিতে: $I = \dfrac{n\varepsilon}{R+nr}$

m সমান্তরালে: $I = \dfrac{\varepsilon}{R + r/m} = \dfrac{m\varepsilon}{mR+r}$

মিশ্র (m সারি, n শ্রেণিতে): $I = \dfrac{mn\varepsilon}{mR+nr}$

অধ্যায়-৪: চৌম্বকবিদ্যা ও তড়িৎচৌম্বক আবেশ

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

1. বায়ো-সাভার্টের সূত্র, $dB = \dfrac{\mu_0}{4\pi}\dfrac{I\,dl\sin\theta}{r^2}$

2. বিভিন্ন চৌম্বক ক্ষেত্র:

অসীম সরল তার: $B = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}$

সীমিত তার: $B = \dfrac{\mu_0 I}{4\pi r}(\sin\theta_1 + \sin\theta_2)$

বৃত্তীয় কুণ্ডলীর কেন্দ্রে: $B = \dfrac{\mu_0 I}{2R}$; N পাকে: $B = \dfrac{\mu_0 NI}{2R}$

অক্ষে: $B = \dfrac{\mu_0 NIR^2}{2(R^2+x^2)^{3/2}}$

সোলেনয়েড: $B = \mu_0 nI$; টরয়েড: $B = \dfrac{\mu_0 NI}{2\pi r}$

3. অ্যাম্পেয়ারের সূত্র, $\oint \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{\text{enc}}$

4. লোরেন্‌ৎজ বল, $\vec{F} = q(\vec{v}\times\vec{B})$

বৃত্তীয় গতি: $r = \dfrac{mv}{qB}$, $f = \dfrac{qB}{2\pi m}$

তারে বল: $\vec{F} = I(\vec{l}\times\vec{B})$

সমান্তরাল তারে: $F/l = \dfrac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d}$

5. হল প্রভাব, $V_H = Bvd$; $R_H = 1/(nq)$

6. চৌম্বক ভ্রামক, $\vec{m} = NI\vec{A}$; $M = \dfrac{\tau}{B\sin\theta} = IAN$

টর্ক: $\tau = mB\sin\theta = NIAB\sin\theta$; শক্তি: $U = -\vec{m}\cdot\vec{B}$

7. গ্যালভানোমিটার:

অ্যামিটার (শান্ট): $S = \dfrac{I_gG}{I-I_g} = \dfrac{G}{n-1}$, $n = I/I_g$

ভোল্টমিটার: $R_h = \dfrac{V}{I_g} - G$

$G =$ গ্যালভানো রোধ; $I_g =$ পূর্ণ স্কেল প্রবাহ; $S =$ শান্ট রোধ

8. চৌম্বক পদার্থ:

$B = \mu H$; $B = \mu_0(H+M) = \mu_0\mu_r H$

প্রবণতা: $\chi_m = I/H = \mu_r - 1$

কুরির সূত্র: $\chi_m = C/T$

9. পৃথিবীর চৌম্বক ক্ষেত্র:

অনুভূমিক: $H = I\cos\delta$; উল্লম্ব: $V = I\sin\delta$

$V/H = \tan\delta$; $I^2 = H^2 + V^2$

10. ফ্যারাডের তড়িৎচৌম্বক আবেশ:

২য়: $\varepsilon = -N\dfrac{d\Phi}{dt} = -N\dfrac{\Phi_2 - \Phi_1}{t}$

ফ্লাক্স: $\Phi = BA\cos\theta$

চলমান পরিবাহী: $\varepsilon = Blv\sin\theta$

11. আবেশ গুণাঙ্ক:

স্বকীয়: $\varepsilon = L\,dI/dt$; $\Phi = LI$

সোলেনয়েড: $L = \mu_0 n^2 Al = \mu_0 N^2 A/l$

পারস্পরিক: $\varepsilon_2 = -M\,dI_1/dt$; $M = k\sqrt{L_1L_2}$

সঞ্চিত শক্তি: $U = \frac{1}{2}LI^2$

অধ্যায়-৫: পরিবর্তী প্রবাহ (AC)

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

1. তাৎক্ষণিক মান, $e = E_0\sin\omega t$; $i = I_0\sin(\omega t \pm \phi)$

2. rms ও গড় মান: $E_{\text{rms}} = E_0/\sqrt{2}$; $E_{\text{avg}} = 2E_0/\pi$

3. প্রতিবন্ধক:

$X_L = \omega L = 2\pi fL$; $X_C = 1/(\omega C)$

RLC: $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$; $\tan\phi = \dfrac{X_L - X_C}{R}$

4. অনুনাদ, $f_0 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$; $Q = \dfrac{\omega_0 L}{R}$

5. ক্ষমতা:

প্রকৃত: $P = E_{\text{rms}}I_{\text{rms}}\cos\phi$; $S^2 = P^2 + Q^2$

6. ট্রান্সফর্মার, $\dfrac{V_s}{V_p} = \dfrac{N_s}{N_p} = \dfrac{I_p}{I_s}$

7. AC জেনারেটর, $\varepsilon = NBA\omega\sin\omega t$; $\varepsilon_0 = NBA\omega$

অধ্যায়-৬: জ্যামিতিক আলোকবিদ্যা

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

1. ম্যাক্সওয়েল সম্পর্ক, $c = 1/\sqrt{\mu_0\varepsilon_0} = 3\times10^8$ m/s

2. প্রতিফলন ও প্রতিসরণ:

স্নেলের সূত্র: $n_1\sin\theta_1 = n_2\sin\theta_2$

$\mu = \dfrac{c}{v} = \dfrac{\sin i}{\sin r}$

পূর্ণ অভ্যন্তরীণ: $\sin\theta_c = 1/\mu$

3. দর্পণের সূত্র, $\dfrac{1}{v} + \dfrac{1}{u} = \dfrac{2}{R} = \dfrac{1}{f}$

4. লেন্স:

সূত্র: $\dfrac{1}{v} - \dfrac{1}{u} = \dfrac{1}{f}$

লেন্স নির্মাতা: $\dfrac{1}{f} = (\mu-1)\left(\dfrac{1}{R_1} - \dfrac{1}{R_2}\right)$

ক্ষমতা: $P = 1/f$; n লেন্স: $\dfrac{1}{F} = \sum\dfrac{1}{f_i}$

5. প্রিজম:

$A + \delta = i_1 + i_2$; $A = r_1 + r_2$

ন্যূনতম বিচ্যুতি: $\mu = \dfrac{\sin\left(\frac{A+\delta_m}{2}\right)}{\sin(A/2)}$

বিক্ষেপণ ক্ষমতা: $\omega = \dfrac{\mu_v - \mu_r}{\mu_y - 1}$

6. যন্ত্রপাতি:

সরল অণুবীক্ষণ: $m = 1 + D/f$

জটিল অণুবীক্ষণ: $m \approx -\dfrac{L}{f_o}\left(1 + \dfrac{D}{f_e}\right)$

দূরবীক্ষণ (অসীমে): $m = -f_o/f_e$; $L = f_o + f_e$

$D = 25$ cm = ন্যূনতম স্পষ্ট দূরত্ব

অধ্যায়-৭: ভৌত আলোকবিদ্যা

Abir Arafat Chawdhury

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

1. তরঙ্গ, $c = f\lambda;\ k = 2\pi/\lambda;\ \omega = 2\pi f$

2. ইয়ং দ্বি-চির অপবর্তন:

ডোরার প্রস্থ: $\beta = \lambda D/d;\ y_n = n\lambda D/d$

3. একক-চির অপবর্তন:

গ্রেটিং: $(a+b)\sin\theta_n = n\lambda$

4. পাতলা পর্দা:

গঠনমূলক: $2\mu t\cos r = (2n-1)\lambda/2$

ধ্বংসাত্মক: $2\mu t\cos r = n\lambda$

5. নিউটনের বলয়:

অন্ধকার: $r_n = \sqrt{n\lambda R};\ \lambda = \dfrac{D_n^2 - D_m^2}{4R(n-m)}$

6. মেরুকরণ:

ব্রুস্টার: $\tan\theta_B = \mu$; ম্যালাস: $I = I_0\cos^2\theta$

7. ডপলার ক্রিয়া: শব্দ: $f' = f\dfrac{c \pm v_o}{c \mp v_s}$; আলো: $\Delta\lambda/\lambda = v/c$

অধ্যায়-৮: আধুনিক পদার্থবিজ্ঞানের সূচনা

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

1. আপেক্ষিকতা:

দৈর্ঘ্য সংকোচন: $L = L_0\sqrt{1 - v^2/c^2}$

কাল প্রসারণ: $t = \gamma t_0$; ভরবৃদ্ধি: $m = \gamma m_0$

ভর-শক্তি: $E = mc^2;\ E^2 = (pc)^2 + (m_0c^2)^2$

$\gamma = 1/\sqrt{1 - v^2/c^2}$

2. আলোক-তড়িৎ ক্রিয়া:

$E = hf = hc/\lambda$; কাজ অপেক্ষক: $\phi = hf_0$

সর্বোচ্চ গতিশক্তি: $E_k^{\max} = hf - \phi = eV_s$

ফোটনের ভরবেগ: $p = h/\lambda$

3. কম্পটন প্রভাব, $\Delta\lambda = \dfrac{h}{m_0c}(1 - \cos\theta)$

4. দ্য ব্রোগলি, $\lambda = \dfrac{h}{p} = \dfrac{h}{mv} = \dfrac{h}{\sqrt{2mE_k}}$

5. হাইজেনবার্গ অনিশ্চয়তা: $\Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar/2$

অধ্যায়-৯: পরমাণুর মডেল ও নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

1. বোর মডেল:

কোয়ান্টাইজেশন: $mvr_n = n\dfrac{h}{2\pi}$

ব্যাসার্ধ: $r_n = \dfrac{n^2}{Z}a_0$; H: $a_0 = 0.529$ Å

মোট শক্তি: $E_n = -\dfrac{13.6\,Z^2}{n^2}$ eV

রিডবার্গ: $\dfrac{1}{\lambda} = R_H Z^2\left(\dfrac{1}{n_1^2} - \dfrac{1}{n_2^2}\right);\ R_H = 1.097 \times 10^7\ \mathrm{m}^{-1}$

সিরিজ: লাইমান (1), বামার (2), প্যাশেন (3), ব্র্যাকেট (4), ফান্ড (5)

2. X-রে:

মোসেলি: $\sqrt{f} = a(Z - b)$; ব্র্যাগ: $2d\sin\theta = n\lambda$

কাট-অফ: $\lambda_{\min} = hc/(eV)$

3. নিউক্লিয়াস:

ব্যাসার্ধ: $R = R_0A^{1/3};\ R_0 = 1.2 \times 10^{-15}$ m

ভরত্রুটি: $\Delta m = [Zm_p + (A - Z)m_n] - M$

বন্ধনশক্তি: $E_b = \Delta m \cdot c^2 = \Delta m \times 931.5$ MeV

4. তেজস্ক্রিয়তা, $N = N_0e^{-\lambda t}$

অর্ধায়ু: $T_{1/2} = 0.693/\lambda$; গড় আয়ু: $\tau = 1/\lambda$

সক্রিয়তা: $A = \lambda N;\ 1\ \mathrm{Ci} = 3.7 \times 10^{10}$ Bq

5. বিঘটন:

α: ${}^A_ZX \to {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2\mathrm{He}$

β^-: ${}^A_ZX \to {}^A_{Z+1}Y + e^- + \bar{\nu}_e$

β^+: ${}^A_ZX \to {}^A_{Z-1}Y + e^+ + \nu_e$

6. নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া:

ফিশন: ${}^{235}\mathrm{U} + \mathrm{n} \to \mathrm{Ba} + \mathrm{Kr} + 3\mathrm{n} +$ শক্তি

ফিউশন: $\mathrm{D} + \mathrm{T} \to {}^4\mathrm{He} + \mathrm{n} + 17.6$ MeV

$1\ \mathrm{u} = 931.5$ MeV

অধ্যায়-১০: সেমিকন্ডাক্টর ও ইলেকট্রনিক্স

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

1. সেমিকন্ডাক্টর, $J = e(n\mu_e + p\mu_h)E;\ np = n_i^2$

2. ডায়োড:

অর্ধতরঙ্গ: $V_{\mathrm{dc}} = V_m/\pi$; পূর্ণতরঙ্গ: $V_{\mathrm{dc}} = 2V_m/\pi$

3. জেনার রেগুলেটর, $R_s = \dfrac{V_s - V_Z}{I_Z + I_L}$

4. ট্রানজিস্টর:

$I_E = I_B + I_C;\ \alpha = I_C/I_E;\ \beta = I_C/I_B$

$\beta = \dfrac{\alpha}{1-\alpha};\ \alpha = \dfrac{\beta}{1+\beta}$

ভোল্টেজ গেইন: $A_v = -\beta R_C/r_{be}$

5. লজিক গেট:

AND: $Y = A \cdot B$; OR: $Y = A + B$; NOT: $Y = \bar{A}$

NAND: $Y = \overline{AB}$; NOR: $Y = \overline{A+B}$

XOR: $Y = A\bar{B} + \bar{A}B$

ডি-মর্গান: $\overline{AB} = \bar{A} + \bar{B};\ \overline{A+B} = \bar{A}\bar{B}$

6. অপ-অ্যাম্প:

ইনভার্টিং: $A_v = -R_f/R_1$; নন-ইনভার্টিং: $A_v = 1 + R_f/R_1$

সামার: $V_o = -R_f(V_1/R_1 + V_2/R_2)$

ইন্টিগ্রেটর: $V_o = -\dfrac{1}{RC}\int V_{\mathrm{in}}\,dt$

অধ্যায়-১১: জ্যোতির্বিজ্ঞান ও মহাকর্ষ-শক্তি

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

1. মহাকর্ষীয় বিভবশক্তি, $U = -\dfrac{GMm}{R}$

2. মুক্তিবেগ, $v_e = \sqrt{\dfrac{2GM}{R}} = \sqrt{2gR}$; পৃথিবী: ≈ 11.2 km/s

3. সোয়ার্জচাইল্ড ব্যাসার্ধ, $R_s = \dfrac{2GM}{c^2}$

4. হাবলের সূত্র, $v = H \cdot d$; ডপলার: $\dfrac{v}{c} = \dfrac{\Delta\lambda}{\lambda}$

5. কেপলারের ৩য় সূত্র, $T^2 \propto R^3;\ T^2 = \dfrac{4\pi^2}{GM}R^3$

6. কক্ষীয় বেগ, $v_o = \sqrt{GM/R}$

পরিশিষ্ট-ক: গুরুত্বপূর্ণ ধ্রুবকসমূহ

১. $c = 3 \times 10^8$ m/s	২. $h = 6.626 \times 10^{-34}$ J·s
৩. $\hbar = 1.055 \times 10^{-34}$ J·s	৪. $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C
৫. $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$ kg	৬. $m_p = 1.673 \times 10^{-27}$ kg
৭. $m_n = 1.675 \times 10^{-27}$ kg	৮. $1\ \mathrm{u} = 1.661 \times 10^{-27}$ kg
৯. $\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ F/m	১০. $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m
১১. $k_B = 1.38 \times 10^{-23}$ J/K	১২. $N_A = 6.022 \times 10^{23}\ \mathrm{mol}^{-1}$
১৩. $1\ \mathrm{eV} = 1.6 \times 10^{-19}$ J	১৪. $G = 6.674 \times 10^{-11}$
১৫. $g = 9.8$ m/s^2	১৬. $R = 8.314$ J/mol·K
১৭. $\sigma = 5.67 \times 10^{-8}$ W/m^{2}K^4	১৮. $hc = 1240$ eV·nm
১৯. $F = 96500$ C/mol	২০. $R_H = 1.097 \times 10^7\ \mathrm{m}^{-1}$
২১. $\lambda_c = 2.43 \times 10^{-12}$ m	২২. $a_0 = 0.529$ Å
২৩. $1\ \mathrm{Ci} = 3.7 \times 10^{10}$ Bq	২৪. প্রমাণ বায়ুচাপ $= 1.013 \times 10^5$ Pa
২৫. শব্দের বেগ (0°C) = 331 m/s	২৬. শব্দের বেগ (20°C) = 343 m/s
২৭. পারদের ঘনত্ব (0°C) 1.36×10^4 kg/m^3	২৮. বায়ুর ঘনত্ব (20°C) 1.204 kg/m^3

পরিশিষ্ট-খ: আবিষ্কারক / প্রবর্তক

পড়ন্ত বস্তুর সূত্র	গ্যালিলিও
গতিসূত্র, মহাকর্ষ	স্যার আইজ্যাক নিউটন
সরল দোলকের সূত্রাবলি	গ্যালিলিও
পৃষ্ঠটানের আণবিক তত্ত্ব	ল্যাপ্লাস
প্লাবিতার সমীকরণ (স্টোকস)	স্টোকস
তাপের যান্ত্রিক/গতি/আণবিক মতবাদ	ড. জুল
প্লাটিনাম থার্মোমিটার	সিমেন্স
পূর্ণ বিকিরণ পাইরোমিটার	ফেরি
তাপগতিবিদ্যা ১ম সূত্র	জুল
তাপগতিবিদ্যা ২য় সূত্র	ক্লসিয়াস, কেলভিন
তড়িৎচুম্বকীয় আবেশ	ফ্যারাডে
সীবেক ক্রিয়া	সীবেক
থমসন ক্রিয়া	স্যার উইলিয়াম থমসন
তড়িৎচুম্বকীয় তত্ত্ব	জেমস ক্লার্ক ম্যাক্সওয়েল
কোয়ান্টাম তত্ত্ব	প্ল্যাঙ্ক
যৌগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্র	গ্যালিলিও
প্রতিফলক দূরবীক্ষণ যন্ত্র	স্যার আইজ্যাক নিউটন
প্রতিসরাঙ্ক দূরবীক্ষণ যন্ত্র	গ্রেগরি (সর্বপ্রথম)
দূরবীক্ষণ যন্ত্র	হারসেল
নভো-দূরবীক্ষণ যন্ত্র	জ্যোতির্বিদ কেপলার
এক্স-রে	অধ্যাপক উইল হেলম রনজেন
ধনরশ্মি	গোল্ডস্টাইন
তেজস্ক্রিয়তা	হেনরি বেকেরেল
নিউট্রন	চ্যাডউইক
ইলেকট্রন	জে. জে. থমসন
প্রোটন	রাদারফোর্ড

পরিশিষ্ট-গ: গ্রিক বর্ণমালা

Abir Arafat Chawdhury

আলফা $\alpha\ A$	বিটা $\beta\ B$	গামা $\gamma\ \Gamma$	ডেল্টা $\delta\ \Delta$
এপ্সাইলন $\varepsilon\ E$	জিটা $\zeta\ Z$	ইটা $\eta\ H$	থিটা $\theta\ \Theta$
আয়োটা $\iota\ I$	কাপ্পা $\kappa\ K$	ল্যাম্বডা $\lambda\ \Lambda$	মিউ $\mu\ M$
নিউ $\nu\ N$	স্কাই $\xi\ \Xi$	ওমিক্রন $o\ O$	পাই $\pi\ \Pi$
রো $\rho\ P$	সিগমা $\sigma\ \Sigma$	টাউ $\tau\ T$	উপসাইলন $\upsilon\ \Upsilon$
ফাই $\phi\ \Phi$	কাই $\chi\ X$	সাই $\psi\ \Psi$	ওমেগা $\omega\ \Omega$

পরিশিষ্ট-ঘ: SI উপসর্গ ও সূচক

এক্সা (E) 10^{18}	পেটা (P) 10^{15}	টেরা (T) 10^{12}
গিগা (G) 10^{9}	মেগা (M) 10^{6}	কিলো (k) 10^{3}
হেক্টো (h) 10^{2}	ডেকা (da) 10	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}
অ্যাটো (a) 10^{-18}		

পরিশিষ্ট-ঙ: ভৌত রাশি, একক ও মাত্রা

রাশি	সংকেত	একক	মাত্রা
তড়িৎ প্রাবল্য	E	$\mathrm{N\,C^{-1}}$	$MLT^{-3}I^{-1}$
তড়িৎ বিভব	V	V	$ML^2T^{-3}I^{-1}$
তড়িচ্চালক বল	E	V	$ML^2T^{-3}I^{-1}$
রোধ	R	Ω	$ML^2T^{-3}I^{-2}$
আপেক্ষিক রোধ	ρ	$\Omega\,\mathrm{m}$	$ML^3T^{-3}I^{-2}$
পরিবাহিতা	σ	$\Omega^{-1}\mathrm{m}^{-1}$	$M^{-1}L^{-3}T^3I^2$
পরিবাহকত্ব	G	S	$M^{-1}L^{-2}T^3I^2$
দৈর্ঘ্য	l	m	L
ভর	m	kg	M
সময়	t	s	T
ক্ষেত্রফল	A	m^2	L^2
আয়তন	V	m^3	L^3
বেগ	v	m/s	LT^{-1}
ভরবেগ	p	kg·m/s	MLT^{-1}
বল	F	N	MLT^{-2}
কাজ/শক্তি	W, E	J	ML^2T^{-2}
ক্ষমতা	P	W	ML^2T^{-3}
কম্পাঙ্ক	f	Hz	T^{-1}
তরঙ্গদৈর্ঘ্য	λ	m	L
তাপমাত্রা	T, θ	K	θ
তাপ	Q	J	ML^2T^{-2}
তাপ ধারণক্ষমতা	C	J/K	$ML^2T^{-2}\theta^{-1}$
আপেক্ষিক তাপ	s, c	J/kg·K	$L^2T^{-2}\theta^{-1}$
সুপ্ততাপ	L	J/kg	L^2T^{-2}
তাপ পরিবাহিতা	K	W/m·K	$MLT^{-3}\theta^{-1}$
প্রবাহ	I	A	I
চার্জ	q, Q	C	IT
চৌম্বক ফ্লাক্স	Φ	Wb	$ML^2T^{-2}I^{-1}$
চৌম্বক ক্ষেত্র	B	T	$MT^{-2}I^{-1}$
আবেশ	L, M	H	$ML^2T^{-2}I^{-2}$
ধারকত্ব	C	F	$M^{-1}L^{-2}T^4I^2$

পরিশিষ্ট-চ: বিভিন্ন বস্তুর আপেক্ষিক রোধ

আপেক্ষিক রোধ (Ω·m, $\times 10^{-8}$): তামা 1.78; অ্যালুমিনিয়াম 2.94; পিতল 4.1; রূপা 1.66; টিন 3.5–11.3; সীসা 20.8; ইস্পাত 19.9–25.6; টাংস্টেন 5.5; মাইকা 9×10^{-8}; দস্তা 6.10; ইউরেকা/কনস্ট্যান্টান 49; ম্যাঙ্গানিজ 44; জার্মান রূপা 27; সোনা 2.42; পারদ 95; প্লাটিনাম 11; নাইক্রোম 110.

পরিশিষ্ট-ছ: বিভিন্ন বস্তুর প্রতিসরাঙ্ক (সোডিয়াম আলো)

শূন্যমাধ্যম 1.00000; বায়ু (STP) 1.00029; পানি (20°C) 1.33; কেরোসিন 1.44; গ্লিসারিন 1.47; কাচ (ক্রাউন) 1.48–1.61; কাচ (ফ্লিন্ট) 1.53–1.96; হীরা 2.41; বরফ 1.31; সালফিউরিক অ্যাসিড 1.43; প্যারাফিন মোম 1.44; ক্লোরোফর্ম 1.45; মাইকা 1.5–1.60; কানাডা বালসাম 1.53; কোয়ার্টজ 1.54–1.553.

পরিশিষ্ট-জ: ভূ-চৌম্বক প্রাবল্যের অনুভূমিক উপাংশ (H in μT)

ঢাকা 37.1; রাজশাহী 37.0; কলকাতা 37.2; দিল্লি 34.0; মুম্বাই 36.5; লন্ডন 18.0; করাচি 34.6; লাহোর 35.0.

পরিশিষ্ট-ঝ: মৌলিক বল

বলের প্রকার	সবলতা	পাল্লা	কণা	ভূমিকা
সবল নিউক্লীয়	1	10^{-15} m	গ্লুয়ন/মেসন	নিউক্লিয়াসে গাঁথুনি
তড়িৎচৌম্বক	10^{-2}	অসীম	ফোটন	পরমাণু/অণু গঠন
দুর্বল নিউক্লীয়	10^{-18}	10^{-18} m	W, Z বোসন	β-ক্ষয়
মহাকর্ষ	10^{-39}	অসীম	গ্র্যাভিটন	সংসক্তি

পরিশিষ্ট-ঞ: গুরুত্বপূর্ণ মহাশূন্যযান

স্পুটনিক-১ (4.10.1957)	মহাশূন্যে প্রথম কৃত্রিম উপগ্রহ
স্পুটনিক-২ (3.11.1957)	জীবন্ত কুকুর বহনকারী প্রথম মহাশূন্যযান
স্কোর (18.12.1958)	প্রথম যোগাযোগ উপগ্রহ
লুনা-৩ (4.10.1959)	প্রথম উপগ্রহ যা চাঁদের অদৃশ্য অংশের ছবি পাঠায়
ভস্টক-১ (12.4.1961)	মানুষের নিয়ে প্রথম মহাশূন্য যাত্রা
ভস্টক-৬ (4.12.1963)	প্রথম মহিলা মহাশূন্যচারী বহনকারী যান (ভ্যালেন্টিনা তেরেস্কোভা)
ইনটেলস্যাট-১ (6.4.1965)	বাণিজ্যিক কাজে ব্যবহৃত প্রথম যোগাযোগ উপগ্রহ

পরিশিষ্ট-ট: গুরুত্বপূর্ণ শর্টকাট ও অতিরিক্ত সূত্রাবলি

গতিবিদ্যা শর্টকাট

1. সর্বোচ্চ পাল্লা: $\theta = 45°$ হলে $R_{\max} = v_0^2/g$ **2.** প্রাস ও পাল্লা: $R = v_0^2 \sin 2\theta/g$; $H = v_0^2 \sin^2\theta/(2g)$; $R = 4H\cot\theta$ **3.** একই পাল্লার দুই কোণ: $\theta_1 + \theta_2 = 90°$ **4.** সমান্তরে নিক্ষিপ্ত বস্তু (উচ্চতা h): $t = \sqrt{2h/g}$; $R = v_0\sqrt{2h/g}$ **5.** আপেক্ষিক বেগ: $\vec{v}_{AB} = \vec{v}_A - \vec{v}_B$

বলবিদ্যা শর্টকাট

6. কাজ-শক্তি উপপাদ্য: $W_{\text{net}} = \Delta E_k = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ **7.** ঘূর্ণনশীল বস্তুর গতিশক্তি: $E_k = \frac{1}{2}I\omega^2 + \frac{1}{2}mv_{cm}^2$ **8.** রোলিং বস্তু: $v_{cm} = \omega R$; $a_{cm} = \alpha R$ **9.** ঘূর্ণনে কাজ-শক্তি: $W = \tau\theta = \Delta(\frac{1}{2}I\omega^2)$ **10.** ঘাত-ভরবেগ: $\vec{J} = \vec{F}\Delta t = \Delta\vec{p} = m(\vec{v} - \vec{v}_0)$

তরঙ্গ ও শব্দ শর্টকাট

11. সুস্থর স্ট্যান্ডিং ওয়েভ (খোলা পাইপ): $f_n = \dfrac{nv}{2L}$; $n = 1, 2, 3, \ldots$ **12.** বদ্ধ পাইপ: $f_n = \dfrac{(2n-1)v}{4L}$; $n = 1, 2, 3, \ldots$ **13.** তারের মৌলিক কম্পাঙ্ক: $f_1 = \dfrac{1}{2L}\sqrt{T/\mu}$; $\mu = m/L$ **14.** বায়ুতে শব্দের বেগ: $v = \sqrt{\gamma P/\rho} = \sqrt{\gamma RT/M}$ **15.** ডপলার (উভয়ই গতিশীল): $f' = f\dfrac{v \pm v_0}{v \mp v_s}$

তড়িৎচৌম্বক শর্টকাট

16. RC সার্কিট: $\tau = RC$; $V_C = V_0(1 - e^{-t/\tau})$; $I = I_0 e^{-t/\tau}$ **17.** RL সার্কিট: $\tau = L/R$; $I = I_0(1 - e^{-t/\tau})$ **18.** LC দোলন: $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$; $U_L + U_C = \text{const}$ **19.** ম্যাক্সওয়েলের সমীকরণ (সংক্ষেপ): $\nabla\cdot\vec{E} = \rho/\varepsilon_0$; $\nabla\cdot\vec{B} = 0$; $\nabla\times\vec{E} = -\partial\vec{B}/\partial t$; $\nabla\times\vec{B} = \mu_0\vec{J} + \mu_0\varepsilon_0\partial\vec{E}/\partial t$ **20.** EM তরঙ্গ তীব্রতা: $I = \frac{1}{2}\varepsilon_0 c E_0^2 = \frac{E_0 B_0}{2\mu_0}$

আলোকবিদ্যা শর্টকাট

21. আলোক-তড়িৎ শর্টকাট: $eV_s = hf - \phi$; $\lambda_{\text{threshold}} = hc/\phi$ **22.** হাইড্রোজেন বর্ণালী: লাইমান ($n_1 = 1$), বামার ($n_1 = 2$), প্যাশেন ($n_1 = 3$) **23.** কোহেরেন্ট উৎস প্রয়োজনীয় শর্ত: একই কম্পাঙ্ক, স্থির দশা পার্থক্য, প্রায় সমান বিস্তার **24.** ব্রুস্টার কোণ: $\tan\theta_B = n_{21}$ (প্রতিসরণ সূচক)

আধুনিক পদার্থবিজ্ঞান শর্টকাট

25. ভর-শক্তি রূপান্তর: $1\ \mathrm{u} = 931.5\ \mathrm{MeV}$; $1\ \mathrm{eV} = 1.6 \times 10^{-19}\ \mathrm{J}$ **26.** তেজস্ক্রিয়তার পরিমাণ: $N = N_0/2^{t/T_{1/2}}$; $A = A_0 e^{-\lambda t}$ **27.** ফোটনের শক্তি-তরঙ্গদৈর্ঘ্য: $E = hc/\lambda = 1240/\lambda\ (\mathrm{nm})\ \mathrm{eV}$ **28.** সন্নিবেশ প্রভাব: $\Delta\lambda = 2.43 \times 10^{-12}(1 - \cos\theta)$ m **29.** বোর ব্যাসার্ধ: $r_n = n^2 \times 0.529\ \text{Å}/Z$; শক্তি: $E_n = -13.6\ Z^2/n^2$ eV

মাত্রা বিশ্লেষণ শর্টকাট

রাশি	মাত্রা
কৌণিক বেগ ω	T^{-1}
কৌণিক ত্বরণ α	T^{-2}
টর্ক τ	ML^2T^{-2}
কৌণিক ভরবেগ L	ML^2T^{-1}
জড়তার ভ্রামক I	ML^2
পৃষ্ঠটান S	MT^{-2}
সান্দ্রতা η	$ML^{-1}T^{-1}$
চাপ P	$ML^{-1}T^{-2}$
গ্র্যাভিটেশনাল ধ্রুবক G	$M^{-1}L^3T^{-2}$
প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক h	ML^2T^{-1}

Arif Ahsan Chowdhury