পদার্থবিদ্যা নমুনা প্রশ্নপত্র-১

PHYSICS SCIENCES

বিভাগ—ক

১। নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলির এক কথায় বা একটি বাক্যে উত্তর দাও (বিকল্প প্রশ্নগুলি লক্ষণীয়) ঃ ১×১০ = ১০

(ক) কৌণিক গতিতে ________ রৈখিক গতির ভরের ভূমিকা পালন করে। (শূন্যস্থান পূরণ করো) ১

উঃ জড়তার ভ্রামক / জাড্যভ্রামক।

(খ) 'm' ভরের কৃত্রিম উপগ্রহ 'r' ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার কক্ষপথে 'M' ভরে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করলে উপগ্রহটির মোট শক্তি হল — (i) $\frac{-GM}{r}$, (ii) $\frac{GMm}{2r}$, (iii) $\frac{-GMm}{2r}$, (iv) $\frac{2GMm}{2r}$ ১

উঃ (iii) $-\frac{Gmm}{2r}$

(গ) সমোষ্ণ প্রক্রিয়ার 1 মৌল গ্যাসের আয়তন পরিবর্তন হলে কৃতকার্যের রাশিমালাটি লেখো। ১

উঃ $W = RT \ln \frac{v2}{v1}$

অথবা, P–V লেখচিত্রের নতিমাত্রা পদার্থের পারমাণবিকতকার উপর নির্ভর করে ________ প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে।(শূন্যস্থান পূরণ করো)

উঃ রূদ্ধরাপ প্রক্রিয়ার।

(ঘ) গড়মুক্ত পথ কি? ১

উঃ বিভিন্ন গ্যাস অণুর বিভিন্ন দৈর্ঘ্যের মুক্তপথ গুলির গড়মানকে গড়মুক্তপথ বলে।

অথবা, স্বরকম্প শ্রুতিবোধ্য হবার শর্ত কি?

উঃ (i) উৎস দুটি একই প্রকৃতির। (ii) কম্পাংকের সামান্য পার্থক্য থাকতে হবে। (iii) বিস্তার, প্রাবল্য, বেগ, অভিমুখ সমান বিশিষ্ট দুটি তরঙ্গের উপরিপাত হতে হবে।

(ঙ) তরঙ্গ মুখ কি? ১

উঃ সমদশা সম্পন্ন কণাগুলির সঞ্চারপথই হল তরঙ্গমুখ।

অথবা, সুসংগত আলোক উৎস বলতে কি বোঝ? ১

উঃ দুটি তরঙ্গের উৎস সবসময় সমদশাসম্পন্ন হলে অথবা তাদের দশাপার্থক্য সবসময় স্থির থাকলে, উৎস দুটি সুসংগত উৎস বলা যায়।

(চ) n-type অর্থপরিবাহীতে কি ধরনের আধন গৌণ বাহকের কাজ করে? ১

উঃ ইলেকট্রন।

(ছ) চৌম্বক ভেদ্যতা ও চৌম্বক প্রবণতার সম্পর্ক কি? ১

উঃ $\mu_r = 1 + K = \frac{\mu}{\mu_0}$ $\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0}$ = আপেক্ষিক চেক্ষিক ভেদ্যতা, k = চেক্ষিকগ্রাহাতা।

(জ) **OR গেটের Truth Tableটি লেখো।** ১

উঃ

A	B	Y = A + B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

অথবা, $(23)_m$ বাইনারিতে প্রকাশ করো। ১

উঃ

$$
\begin{array}{l|l}
2 & 23 \;\longrightarrow\; 1 \\
2 & 11 \;\longrightarrow\; 1 \\
2 & 5 \;\longrightarrow\; 1 \\
2 & 2 \;\longrightarrow\; 0 \\
2 & 1 \;\longrightarrow\; 1 \\
 & 0
\end{array}
\qquad \uparrow (23)_{10} = (10111)_2
$$

(ঝ) একটি ধাতুর প্রারম্ভিক তরঙ্গদৈর্ঘ্য 6.6×10^{-5}m হলে ঐ ধাতুর কার্য অপেক্ষকের মান কত?
(h=6.6x10^{34} Jould—sec.)

উঃ কার্যতপক্ষে $W_o = h\upsilon_o = h\dfrac{C}{\lambda_o} = \dfrac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{+8}}{6.6\times10^{-5}} = 3\times10^{-21}$ Joule

$$= \frac{3\times10^{-21}}{1.6\times10^{-19}} \text{ ev}$$
$$= 0.01875\text{ev}$$
$$\cong 0.019\text{ev}$$

বিভাগ—খ

২। নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলির উত্তর দাও (বিকল্প প্রশ্নগুলি লক্ষণীয়)ঃ ২×৭ = ১৪

(ক) কণাবেগ ও তরঙ্গবেগের পার্থক্যগুলি লেখো। ১×১ = ২

উঃ

কণাবেগ	তরঙ্গবেগ
(1) কণাগুলির বেগ ধ্রুবক নয়।	(1) তরঙ্গের বেগ ধ্রুবক।
(2) তরঙ্গের ক্ষেত্রে কণাগুলি নিজেদের সাম্যাবস্থা থেকে সম্পূর্ণ সরে না গিয়ে সময়ের সঙ্গে সঙ্গে সাম্যাবস্থান সাপেক্ষে কম্পিত হয়।	(2) তরঙ্গ (চলতরঙ্গ) সময়ের সঙ্গে সঙ্গে নির্দিষ্ট গতিবেগে বিভিন্ন দিকে অগ্রসর হয়।

(খ) **একই উষ্ণতায় শুষ্ক বায়ু অপেক্ষা আর্দ্র বায়ুতে শব্দের বেগ বেশি হয় কেন?** ২

উঃ একই উষ্ণতায় শুষ্ক বায়ু অপেক্ষা আর্দ্র বায়ুতে শব্দের বেগ বেশী কারণ আর্দ্র বায়ুতে জলীয়বাষ্প বেশী থাকায় ঘনত্ব কমে যায়। আবার যেহেতু শব্দের বেগ $v \propto \frac{1}{\sqrt{p}}$ সুতরাং ঘনত্ব কমলে শব্দের বেগ বাড়বে।

অথবা, একটি এক মুখ খোলা নলের মূল সুরের কম্পাঙ্ক 213 হার্জ। এটি 639 হার্জ কম্পাঙ্কের সুর শলাকার সাথে অনুনাদ তৈরি করতে পারে কি? যুক্তি দাও।

উঃ পারবে, কারণ একমুখ খোলা নলের মূলসুরের কম্পাংক 213 H_3 হলে অযুগ্মগুনিতক অর্থাৎ $213 \times 3 = 639\ H_3$, $213 \times 5 = 1065\ H_3$ ইত্যাদি হল এক একটি সমমেল।

(গ) **বজ্রবহের কার্যনীতি ব্যাখ্যা করো।** ২

উঃ বজ্রবথের কার্যনীতি ঃ

(i) বজ্রবহযুক্ত কোন বাড়ীর উপরে আহিত মেঘ এলে তা বজ্রবহের উপরিপ্রান্তে সূচীমুখগুলিতে বিপরীত আধান এবং নিম্ন প্রান্তে সমধর্মী আধান আবিষ্ট করে।

(ii) নিম্নপ্রান্ত মাটির গভীরে থাকায় আধান প্রশমিত হয়। উপরিপ্রান্তের সূচীমুখগুলি তড়িৎমোক্ষম ক্রিয়ার দরুণ পার্শ্বস্থ বায়ুকণাগুলিকে বিপরীত আধানে আহিত করে এবং বায়ুকণাগুলি তড়িদাহিত মেঘের দ্বারা আকর্ষিত হয়। তড়িৎবাত্যার দরুণ মেঘের আধান অনেকটাই প্রশমিত হয়। এবং বজ্রপাতের সম্ভবনা কমে যায়।

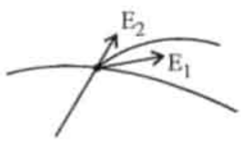
(iii) অত্যাধিক আধানের জন্য যদিও বজ্রপাত ঘটে, বজ্রবহের সূচীমুখগুলি সবচেয়ে উঁচুতে থাকায় তার উপরে বজ্রপাত ঘটে এবং তামার পাতের রোধ খুব কম হওয়াই বজ্রবহ দ্বারা তড়িৎ মাটিতে চলে যায়। ফলে বাড়ির কোন ক্ষতি হয় না।

অথবা, সূচীমুখের ক্ষরণ ক্রিয়ার কারণ কি?

উঃ সূচীমুখে তড়িক্ষেবম ক্রিয়ার কারণ হল সমতড়িদাহিত কণাগুলি দূরে সরে গেলে পাশের নতুন বায়ুকণাগুলি তাদের শূণ্যস্থান পূরণ করে। ঐ বায়ুকণাগুলি একইভাবে প্রথমে আবেশের ফলে সূচীমুখের দিকে আকৃষ্ট হয়। এবং পরে সম আধান লাভ করে সূচীমুখ থেকে দূরে সরে যায় (বিকর্ষণ হয়)।

(ঘ) **দুটি তড়িৎ বলরেখা পরস্পরকে ছেদ করে না কেন?** ২

উঃ দুটি তড়িৎবলরেখা পরস্পরকে ছেদ করে না কারণ তাহলে ছেদ বিন্দুতে দুটি স্পর্শক আঁকা যায় এবং একই বিন্দুতে তড়িৎক্ষেত্রের প্রাবল্যের দুটি অভিমুখ বোঝাবে। একই বিন্দুতে দুটি তড়িৎক্ষেত্রের প্রাবল্য সম্ভব নয়।



অথবা, 'সমবিভব তলকে তড়িৎ বলরেখা লম্বভাবে ছেদ করে' - প্রমাণ করো।

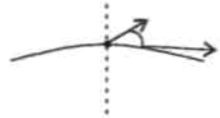
উঃ অথবা ধরি সমবিভবতম S এর উপর A ও B বিন্দু খুব কাছাকাছি অবস্থিত। A বিন্দু থেকে B বিন্দুতে তড়িৎক্ষের প্রাবল্য E এবং সমবিভবতলের সঙ্গে θ কোণে আসত। E এর AB বরাবর উপাংশ $E\cos\theta$ একটি একক ধ্বনাত্মক আধানকে A থেকে B তে নিয়ে যেতে কৃতকার্য $W = E\cos\theta \times AB$ সমবিভব তলে এই কার্য $w=0$

$\therefore E\cos\theta AB = 0$

$\because AB \neq 0$ এবং $E \neq 0$

$\therefore \cos\theta = 0$

বা, $\theta = 90^\circ$

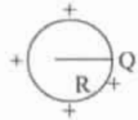


অতএব, তড়িৎ বলরেখাগুলি সমবিভব তলকে লম্বাভাবে Cos করে।

(ঙ) **গোলীয় পরিবাহীর ধারকত্বের রাশিমালা নির্ণয় করো।** ২

উঃ ধরি একটি গোলীয় পরিবাহীর ব্যাসার্ধ R 370+Q আধানে আহিত করা হয়েছে। গোলীয় পরিবাহীর বিভব

$$v = \frac{Q}{4\pi \text{ to } R}$$



$\therefore$ গোলীয় পারিবাহীর ধারকত্ব $C = \frac{Q}{V} = 4\pi \text{to} R$

অথবা, 711 μFধারকত্বের গোলকটির ব্যাসার্ধ নির্ণয় করো।

উঃ $C = 711\mu F = 711 \times 10^{-6} F \quad R = \frac{C}{4\pi to} = 711 \times 10^{-6} \times 9 \times 10^{9} m$

$$= 6.4 \times 10^{6} m$$

$$= 6400 \text{ km}$$

(চ) **বায়োট-সাভার্টের সূত্রটি বিবৃত করো।** ২

উঃ বায়োসাভার সূত্রটি হল নিম্নরূপ—

কোন তড়িৎ পরিবাহীর ক্ষুদ্রঅংশ δl এর দরুন সন্নিহিত কোন বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্রে প্রাবল্য $\delta \overline{B}$ হলে

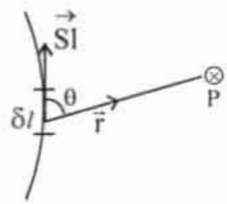
(i) $\delta B \propto sl$

(ii) $\delta B \propto l$

(iii) $\delta B \propto \sin\theta \quad \therefore \delta B \propto \frac{IS l \text{ sim}\theta}{r^2}$ এবং

(iv) $\delta B \propto \frac{1}{r^2} \quad \therefore \delta B = K \frac{IS l \sin\theta}{r^2}$

$\because K = \frac{\mu o}{4\pi} \quad \therefore \delta B = \frac{\mu o}{4\pi} \frac{IS l \sin\theta}{r^2}$



ভোটার রূপে $\delta \vec{B} = \frac{\mu o}{4\pi} . I \frac{\overline{\delta l} \times r}{r^2} = \frac{\mu o}{4\pi} . I \frac{\overline{\delta l} \times r}{r^3}$

(ছ) **তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ কি? এর কম্পাঙ্কের পাল্লা কত?** ১+১ = ২

উঃ তড়িৎক্ষেত্র ও চৌম্বক ক্ষেত্র পরস্পর (লম্বভাবে) সম্পর্কযুক্ত ভাবে যুগপৎ পর্যাবৃত্তকম্পনের ফলে সৃষ্ট যে তরঙ্গ শূন্যস্থানের বা মাধ্যমের মধ্য দিয়ে বিস্তারলাভ করে, তাহাই তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ। এর কম্পাংক পাল্লা

$\rightarrow 10 — 10^{24} H_3$

বিভাগ—গ

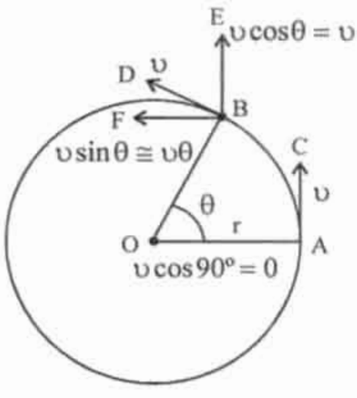
৩। **নিম্নলিখিতপ্রশ্নগুলির উত্তর দাও (বিকল্প প্রশ্নগুলি লক্ষণীয়)ঃ** ৪×১১ = ৪৪

(ক) **অভিকেন্দ্র বল কাকে বলে? এর রাশিমালা নির্ণয় করো**

উঃ বৃত্তাকার পথে সমদ্রুতিতে ঘূর্ণায়মান কোণ বস্তুকণার উপর বস্তুটির গতিপথের লম্ব বরাবর এবং বৃত্তের কেন্দ্রাভিমুখী একটি বল ক্রিয়া করে, তাকে অভিকেন্দ্র বল বলে।

মনেকরি একটি বস্তুকণা r ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে υ সমদ্রুতিতে ঘূর্ণায়মান। ক্ষুদ্রঅবকাশ t সময়ে বস্তুটি বৃত্তের পরিধির উপর A বিন্দু থেকে B বিন্দুতে গেল এবং বৃত্তের কেন্দ্রে (0 তে) $\angle AOB = \theta$ ক্ষুদ্রকোণ উৎপন্ন

করল। A ও B বিন্দুতে রৈখিক বেগের মান υ ঐ দুটি বিন্দুতে অঙ্কিত স্পর্শক AC এবং BD দ্বারা সূচীত।



A বিন্দুতে কণাটির রৈখিকবেগ AC বরাবর বলে, ব্যাসার্ধ বরাবর কোন উপাংশ নেই ($\upsilon\cos90^o=0$)

এখন B বিন্দুতে কণাটির রৈখিক বেগ υ BD বরাবর উহার দুটি উপাংশ $\upsilon\cos\theta$, BE এবং $\upsilon\sin\theta$ BF বরাবর। θ ক্ষুদ্র হওয়াই $\upsilon\cos\theta \cong \upsilon\theta$ এবং $\upsilon\sin\theta \cong \upsilon\theta$।

সুতরাং BE বরাবর কণাটির কোন ত্বরণ নেই, বেগ স্থির। কিন্তু BF বরাবর কণাটির প্রাথমিক বেগ O এবং υ।

∴ AO বরাবর বৃত্তের কেন্দ্রাভিমুখী ত্বরণ

$$f_c = \frac{\text{অন্তিমবেগ} - \text{প্রাথমিক বেগ}}{\text{সময়}} = \frac{\upsilon\theta}{t}$$

$$= \upsilon w = \frac{\upsilon^2}{r}\left[\because w = \frac{\theta}{t}\right] \text{ এবং } \left[\upsilon = wr\right]$$

$$\therefore \text{ অভিকেন্দ্র ত্বরণ } f_c = \frac{\upsilon^2}{r}$$

অথবা, পৃথিবীর দুই মেরুর চাপা হওয়ার কারণ কি? আর্চের মতো বাঁকানো একটি সেতুর শীর্ষবিন্দুর উপর দিয়ে গাড়ি সর্বাধিক 180 কি.মি./ ঘন্টা বেগে যেতে পারে। তবে সেতুটির সর্বোচ্চ ব্যাসার্ধ নির্ণয় করো। ২+২ = ৪

উঃ পৃথিবী নিজের অক্ষের চারিদিকে আবর্তন করছে তার ফলে কেন্দ্র বহিমূখী অপকেন্দ্র বল নিরক্ষীয় অঞ্চলে বেশী ক্রিয়া করছে। মেরু অঞ্চলে কম। তাই নিরক্ষীয় অঞ্চল বেশী স্ফীত মনে হয় এবং মেরু অঞ্চল চাপা।

আমরা জানি $\upsilon = \sqrt{gr}$

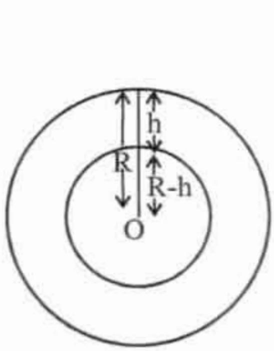
$$\therefore r = \frac{v^2}{g} = \frac{50 \times 50}{9.8} m = 255.1 m$$

$$v = 180 km/\text{সা} = \frac{180 \times 1000}{6p \times 60} m/s = 50 m/s$$

$$g = 9.8 \ m/s^2$$

(খ) **ভূ-পৃষ্ঠের h গভীরতায় অভিকর্ষজ ত্বরণের রাশিমালা নির্ণয় করো।** ৪

উঃ মনে করি, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R এবং গড় ঘনত্ব P.



ভূপৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ $g = \frac{4}{3}zGRP$ ভূপৃষ্ঠ থেকে h গভীরতায় অবস্থিত কোন বিন্দুতে (R - h) ব্যাসার্ধের একটি গোলক কল্পনা করলে উহার পৃষ্ঠে কোন বিন্দুতে অভিকর্ষজ

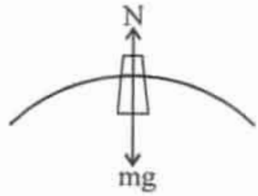
ত্বরণ $g' = \frac{4}{3}zG(r-h)P$

$$\therefore \frac{g'}{g} = \frac{R-h}{R} \quad [\because G, P \neq 0]$$

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

অর্থাৎ গভীরতার সঙ্গে g হ্রাস পায়।

অথবা, কৃত্রিম উপগ্রহে বস্তু ভারহীন মনে হয় কেন? ভূপৃষ্ঠ থেকে কত উচ্চতায় 'g' এর মান ভূ-পৃষ্ঠে মানের 25% হবে। (পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400km.) ২+২ = ৪



উঃ কৃত্রিম উপগ্রহে বস্তুর উপর দুটি বল ক্রিয়া করে i) বস্তুর ওজন mg কেন্দ্রাভিমুখী

ii) প্রতিক্রিয়া বল N ওজনের বিপরীতমুখী, বৃত্তপথে ঘোরার জন্য প্রয়োজনীয় অভিকেন্দ্র বল F_c বল দুটির লব্ধি।

$\therefore F_c = mg - N$ [$\because$ কৃত্রিম উপগ্রহের প্রদক্ষিণ বেগ $v = \sqrt{gR}$]

বা, $\dfrac{mv^2}{R} = mg - N$

বা, $N = mg - \dfrac{mv^2}{R} = mg - mg = 0$

তাই কৃত্রিম উপগ্রহে বস্তুর উপর কোন প্রতিক্রিয়া বল না থাকায় বস্তুটি ভারহীন মনে হয়।

আমরা জানি,

ভূপৃষ্ঠে $g = \dfrac{Gm}{R^2}$

h উচ্চতায় $g' = \dfrac{Gm}{(R+h)^2}$

$\therefore \dfrac{g'}{g} = \left(\dfrac{R}{R+h}\right)^2$

$\dfrac{1}{4} = \left(\dfrac{R}{R+h}\right)^2$

$\left(\dfrac{R+h}{R}\right)^2 = 4$

$R = 6400 \text{ km} = 6400 \times 1000 \text{ m}$

$g' = \dfrac{25}{100} g$

$\dfrac{g'}{g} = \dfrac{1}{4}$

$1 + \dfrac{h}{R} = 2, \quad \dfrac{h}{R} = 1, \quad h = R = 6400 \times 1000\text{m} = 64 \times 10^5 \text{m} = 6400\text{Km}$

$\therefore$ নির্ণেয় উচ্চতা $= 64 \times 10^5 \text{ m} = 6400 \text{ km}$

(গ) রুদ্ধ তাপ প্রসারণ প্রক্রিয়ায় শীতলতার সৃষ্টি হয় কেন? 5 গ্রাম বরফকে উষ্ণতা স্থির রেখে তরলে পরিণত করতে প্রয়োজনীয় শক্তির গণনা করো। আয়তন পরিবর্তন নগণ্য ধরে নাও। ২+২ = ৪

[illegible] $d\theta = 0$ এবং গ্যাসকর্তৃক কৃতকার্য ধ্বনাত্মক অর্থাৎ $dw > 0$ হলে

$\because d\theta = du + dw$

বা, $0 = du + dw$

বা, $du = -dw$

$\therefore$ আভ্যন্তরীন শক্তির হ্রাস হয় অর্থাৎ উষ্ণতা কমে। অর্থাৎ রুদ্ধতাপ প্রশারণে শীতলতার সৃষ্টি হয়।

$Q = mL$ $m = 5$ gm

$= 5 \times 80$ $L = 80$ cal / gm

$= 400$ cal   1 cal = 4.2 Joule

$= 1680$ Joule

(ঘ) গ্যাস ভর্তি সিলিন্ডার নিয়ে একটি ট্রেন চলতে শুরু করল। সিলিন্ডারের গ্যাসীয় অনুগুলির গতিবেগ বাড়বে কি? যুক্তি দাও। অপরিবর্তিত চাপে কোন তাপমাত্রায় নাইট্রোজেন অণুর বর্গসাধ্য গড়বেগ NTP তে যে মান তার দ্বিগুণ হবে?

উঃ না, কারণ ব্রাউনীয়গতির বৈশিষ্ট্য হল পাত্রের গতিতে কণাগুলির গতির কোন পরিবর্তন হয় না। গ্যাসভর্তি সিলিন্ডার নিয়ে ট্রেন চলতে শুরু করলে ব্রাউনীয়গতি অনুযায়ী সিলিন্ডারের গতি থাকলেও গ্যাসের কণাগুলির গতিবেগ একই থাকবে।

আমরা জানি, $\frac{G}{C_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$ T_1=273k

$$\text{or, } \frac{T_2}{T_1} = \frac{C_2^2}{G^2}$$ $T_2 = ?$

$$\text{or, } T_2 = T_1\left(\frac{C_2}{C_1}\right)^2$$ $C_2 = 2G$

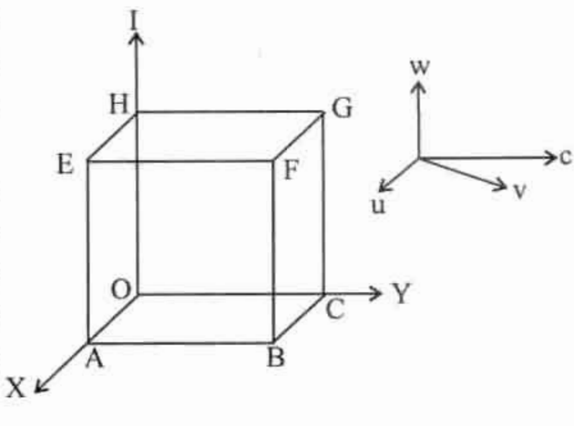
$= 273 \times 4$

$= 1092$k

$= 819$°C

অথবা, গ্যাসের গতীয় তত্ত্ব থেকে প্রমাণ করো $P = \frac{1}{3}\ell c^2$। প্রমাণ করো এক পরমাণুক গ্যাসের ক্ষেত্রে $\frac{C_p}{C_v} = 1.67$।

প্রতীক চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থ বহন করে।   ৩+১ = ৪



উঃ ধরি ℓ বাহু বিশিষ্ট ঘনকাকৃতি পাত্রে N সংখ্যক অনুর আছে। প্রতিটি কণার ভর m এবং বেগ C। C এর OX, OY ও OZ বরাবর উপাংশ u, v ও w

সুতরাং, $C^2 = U^2 + v^2 W^2$ .... (1)

OCGH তলের লম্ব দিকে অর্থাৎ OX অক্ষ বরাবর অণুর গতি বিবেচনা করে একটি অণুর বেগ u ABFE তলে u বেগে আঘাত করে OCGH এর দিকে –U বেগে যাবে, যেহেতু সংঘর্ষটি স্থিতিস্থাপক।

ABEF তলে সংঘর্ষের পূর্বে ভরবেগ = mu এবং সংঘর্ষের পর ভরবেগ = –mu

∴ একবার সংঘাতে ভরবেগের পরিবর্তন = mu –(–mu) = 2mu

ABFE তলে অণুটি দুবার সংঘর্ষের ফলে 2 ℓ দূরত্ব যায়। এর জন্য সময় লাগে $t = \frac{2\ell}{u}$ । ∴ প্রতি একক সময়ে সংঘাতের সংখ্যা $= \frac{u}{2\ell}$

প্রতি একক সময়ে একটি অণুর ভরবেগের পরিবর্তন $= 2mu \times \frac{u}{2\ell} = \frac{mu^2}{\ell}$

$\therefore$ ABFE তলে একটি অণু কর্তৃক প্রযুক্ত বল $\frac{mu^2}{\ell}$

" " " " " " চাপ $= \frac{mu^2}{\ell^3}$ $\left[A = \ell^2\right]$

N সংখ্যক অণুর X অক্ষবরাবর বেগ $u_1, u_2 \ldots u_N$ হলে ABFE তলে মোট চাপ $p_x = \frac{mu_2^2}{\ell^3} + \frac{mu_N^2}{\ell^3}$

$= \frac{m}{V}\left(u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 - - + u_N^2\right)$ $\left[-v = \ell^3\right]$

অনুরূপভাবে, Y অক্ষ BCHG তলে অণুগুলির মোট চাপ $p_y = \frac{m}{v}\left(v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + - - + v_N^2\right)$

এবং Z অক্ষ EFGH....... $p_z = \frac{m}{v}\left(w_1^2 + w_2^2 + w_3^2 + - - + w_N^2\right)$

পাত্রস্থিত কণাগুলি সবদিকে সমান চাপ যে অর্থাৎ $p_x = p_y = p_z = p$ ধরি

$\therefore p = \frac{1}{3}\left(p_x + p_y + p_z\right)$

$= \frac{1}{3}\frac{m}{v}\left[\left(u_1^2 + u_2^2 + - - + u_N^2\right) + \left(v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + - - + v_N^2\right) + w_1^2 + w_2^2 + w_3^2 + - - + w_N^2\right]$

$= \frac{1}{3}\frac{m}{v}\left[\left(u_1^2 + u_2^2 + u_N^2\right) + \left(u_1^2 + v_2^2 + w_2^2\right) + - - \left(w_N^2 + v_N^2 + w_N^2\right)\right]$

$= \frac{1}{3}\frac{m}{v}\left(G^2 + C_2^2 + - - C_N^2\right)$

$= \frac{1}{3}\frac{m}{v}C^2N \left[\because C = \sqrt{\frac{G^2 + C_2^2 - - + C_N^2}{M}}\right]$

$= \frac{1}{3}\frac{mN}{V}C^2 \left[\because n = \frac{N}{V}\right]$

$= \frac{1}{3}\frac{M}{V}C^2 C$ [$\because M = mN$ গ্যাসের মোট ভর]

or, $p = \frac{1}{3}PC^2 \left[\because P = \frac{M}{V}\right]$

ইহাই চাপের রাশিমালা।

একপরমাণুক গ্যাসের ক্ষেত্রে $C_p = \frac{5}{2}R$ এবং $C_v = \frac{3}{2}R$

$$\therefore = \frac{C_P}{C_V} = \frac{\frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R} = \frac{5}{3} = 1.67 \left[R \neq 0\right]$$

(ঙ) **দুটি বৈদ্যুতিক বাতি এক সাথে জ্বালালে ব্যতিচার সৃষ্টি হয় না কেন? ইয়ং-এর দ্বিছিদ্র পরীক্ষাটি জলের মধ্যে সম্পাদন করলে ঝালর প্রস্থের কি পরিবর্তন হবে আলোচনা করো।** ২+২ = ৪

উঃ কারণ বৈদ্যুতিক বাতি দুটি সুসংহত উৎস নয়। অর্থাৎ বাতি দুটি সমদশা সম্পন্ন নয় বা উহাদের দশা পার্থক্য সবসময় স্থির নয়।

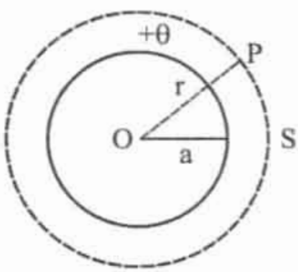
ইয়ং-এর দ্বি-রেখাছিদ্র পরীক্ষাটি মলের মধ্যে সম্পাদন করলে জলের মধ্যে আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কমবে। যেহেতু ব্যাতিচার ঝালবের বেধ $\beta = \frac{D\lambda}{2d}$ অর্থাৎ $\beta \propto \lambda$, সুতরাং পাটির বেধ কমবে।

(চ) **গাউসের উপপাদ্যটি লেখো। এর প্রয়োগে সুষম ভাবে আহিত কোনো খোলকের বাহিরের কোনো বিন্দুতে প্রাবল্য নির্ণয় করো।** ১+৩ = ৪

উঃ **গাউসের উপপাদ্য ঃ** শূন্য বা বায়ুমাধ্যমে যে কোন বদ্ধতলের মধ্য দিয়ে মোট বর্হিমুখী তড়িৎফ্লাক্স ওই বদ্ধতলের মোট আঠানের $\frac{1}{60}$ গুণ, সেখানে $60 =$ শুন্য বা বায়ুমাধ্যমে তড়িৎভেদ্যতা।

বা, $\oint_S \vec{E} \cdot \vec{ds} = \frac{Q}{E_0}$

সুষমভাবে আহিত কোন খোলকের বাহিরের কোন বিন্দুতে প্রকাশ্য



ধরি a ব্যাসর্ধের একটি গোলীয় খোলকে + θ আধান দেওয়া হল।

আধানের তলমাত্রিক ঘণত্ব $\sigma = \frac{\theta}{4\lambda a^2}$ খোলকের বাইরে কেন্দ্র থেকে r দূরে একটি P বিন্দু নেওয়া হল যেখানে তড়িৎক্ষেত্রের প্রাবল্য নির্ণয় করতে হবে।

r ব্যাসার্ধের একটি গাউসীয় তল কল্পনা করা হল। P বিন্দুতে প্রাবল্য E হলে এবং গাউসীয় তলের ক্ষেত্রফল S

এর জন্য $\oint_S \vec{E} \cdot \vec{ds} = \frac{\theta}{\lambda_0}$ $E.\oint_S ds = \frac{\theta}{E_0}$ [$\because$ E ও ds একই দিকে]

$$E \times 4\lambda r^2 = \frac{\theta}{\varepsilon_0}$$

বা, $E = \frac{\theta}{4z60r^2}$ $\left[\because \sigma = \frac{\theta}{4 \times a^2} \therefore \theta = 4za^2\sigma\right]$

$$\therefore E = \frac{4za^2\sigma}{4z60r^2}$$

$$\therefore E = \frac{\sigma a^2}{60r^2}$$

অথবা, তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে প্রাবল্য শূন্য হলেও বিভব থাকতে পারে কি? উদাহরণ সহ যুক্তি দাও। স্থির অবস্থা থেকে একটি ইলেকট্রন 180 ভোল্ট বিভব প্রভেদ অতিক্রম করার পর বেগ নির্ণয় করো। $(m_c = 9\times10^{31}$ Kg) ২+২ = ৪

উঃ তড়িৎক্ষেত্রের কোন বিন্দুতে x অক্ষবরাবর তড়িৎপ্রাবল্য E ও বিন্দুতে বিভব V হলে $E = -\frac{dv}{dx}$ হয়

$E = 0$ হলে $dv = 0$ বা V= ধ্রুবক

অর্থাৎ তড়িৎক্ষেত্রের কোন বিন্দুতে প্রাবল্য শুন্য হলে বিভব থাকতে পারে এবং তার মান স্থির।

আমরা জানি, $\frac{1}{2}m_e v^2 = ev$ $m_e = 9 \times 10^{-31}$ kg

$v = \sqrt{\frac{2ev}{me}}$ $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C

$= \sqrt{\frac{2 \times 16 \times 10^{-19} \times 180}{9 \times 10^{-31}}}$ V = 180 volt

V = কত

$= 8 \times 10^6$ m/s

$= 8 \times 10^3$ km/s

(ছ) **তড়িৎ শক্তির ব্যবহারিক একক কি এবং তার সংজ্ঞা দাও। তোমাদের শ্রেণিকক্ষে 60 ওয়াটের 2টি পাখা এবং 40 ওয়াটের দুটি বাতি প্রত্যহ 5 ঘণ্টা করে চললে দৈনিক গড়ে কত একক বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যয়িত হবে?** ২+২ = ৪

উঃ তড়িৎশক্তির ব্যবহারিক একক জুল।

কোন পরিবাহীর মধ্যদিয়ে IC তড়িতাধানকে IV বিভব–পার্থক্য অতিক্রম করতে যে কার্য করা হয় তাকে 1 Joule বলা হয়।

বৈদ্যুতিক শক্তির খরচ দৈনিক $= \frac{(2 \times 60 + 2 \times 40) \times 5}{1000}$ B.O.T.

অথবা, পেল্‌টিয়ার ক্রিয়া ও জুল ক্রিয়ার তুলনা করো। 220V–25watt এবং 220V–100 বাতি দুটি শ্রেণি সমবায়ে সংযুক্ত করলে কোনটি উজ্জ্বলতর হবে এবং কেন? ২+২ = ৪

উঃ অথবা, **পেলটিয়ার ও জুলক্রিয়ার তুলনা ঃ**

পেলটিয়ার ক্রিয়া	জুল ক্রিয়া
1. বর্তনীর কেবলমাত্র সংযোগে ঘটে	1. বর্তনীর সর্বত্র ঘটে
2. বর্তনীর সংযোগে তাপের উদ্ভব ও শোষণ হয়	2. বর্তনীর সর্বত্র তাপের উদ্ভব হয়।
3. প্রত্যাবর্তক	3. অপ্রত্যাবর্তক
4. তাপশক্তি প্রবাহমাত্রার সমানুপাতিক	4. তাপশক্তি প্রবাহমাত্রার বর্গের সমানুপাতিক
5. তাপ বর্তনীর রোধের উপর নির্ভর করে না।	5. তাপ বর্তনীর রোধের উপর নির্ভর করে।

25 Watt বাতিটি উজ্জ্বল হয়ে জ্বলবে কারণ $R = \frac{V^2}{P}$ বা $R \alpha \frac{1}{P}$ আবার $H = \frac{I^2RT}{J}$ সুতরাং কম ক্ষমতার বাতিটির ফিলামেন্টের রোধ বেশী। আবার যার ফিলামেন্টের রোধ বেশী তাতে বেশীর তাপ উৎপন্ন হবে। সুতরাং শ্রেণী সমকারে যুক্ত করলে 25 watt বাতিটি বেশী উজ্জ্বল হবে।

(জ) **তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ সংক্রান্ত ফ্যারাডের সূত্র দুটি লেখো। 100 পাক সংখ্যার $0.01m^2$ ক্ষেত্রফলের একটি কুন্ডলী 0.05 টেসলা প্রাবল্যের চৌম্বক ক্ষেত্রে সেকেন্ডে 50 বার হারে আবর্তিত হচ্ছে। কুণ্ডলীতে সর্বোচ্চ আবিষ্ট তড়িৎচালক বল কত?** ২+২=৪

উঃ **ফ্যারাডের সুত্রাবলী ঃ**

প্রথম সূত্র ঃ বর্তনীর সঙ্গে যুক্ত চৌম্বক প্রবাহের পরিবর্তন হলে বর্তনীতে একটি তড়িচ্চালক বল আবিষ্ট হবে।

দ্বিতীয় সূত্র ঃ ঐ আবিষ্ট পরিবর্তনের বল বর্তনীতে সংশ্লিষ্ট চৌম্বক প্রবাহের পরিবর্তনের সমানুপাতিক

$e \propto N\frac{d\phi}{dt}$ | e = আবিষ্ট তবিচ্চালকবল

ϕ = চৌম্বক প্রবাহ

আমরা জানি, কুন্ডলীতে সর্ব আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল

$\ell_{max} = NABW$ | $A = 0.01\ m^2$

$= 100 \times 0{\cdot}01 \times 0{\cdot}05 \times 100\lambda$ | $w = 2\lambda n = 2\lambda \times 50 = 100\lambda$

$= 15{\cdot}7$ volt | $B = 0{\cdot}05\ T = N = 100$

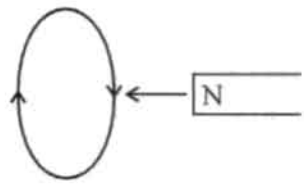
e = কত ?

অথবা, তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ সংক্রান্ত লেঞ্চের সূত্রটি লেখো এবং শক্তির সংরক্ষণ নীতি থেকে তা প্রতিষ্ঠা করো। ১+৩

উঃ **লেঞ্জের সূত্র ঃ** যে কারণে বর্তনীতে তড়িচ্চালোক বল আবিষ্ট হয় সেই কারণকে সর্বদা বাধা দেয়

$$e \propto -N\frac{d\phi}{dt}$$

শক্তির সংরক্ষণ নীতি থেকে লেঞ্চের সূত্র ঃ



ধরি, একটি দণ্ড চুম্বকের N মেরুকে একটি বদ্ধকুণ্ডলীর অক্ষবরাবর কুণ্ডলীর দিকে সরানো হচ্ছে।

কুণ্ডলীতে তড়িৎশক্তি আবিষ্ট হবে। নিশ্চয়ই কিছু ধ্বণাত্মক কাজ করতে হয়েছে না হলে এই শক্তি কোথা থেকে এলো। ধণাত্মক কার্য মানে বলের বিরুদ্ধে কার্য। চুম্বকটিকে গতিশীল রাখতে অবশ্যই একটি বিপরীতমুখী বলের বিরুদ্ধকার্য করতে হবে। কুণ্ডনীটি আবিষ্ট হওয়াই বিরুদ্ধবলের উৎস। কুণ্ডলীতে প্রবাহ কমাবর্তী হলে সামনে N মেরু সৃষ্টি হবে। এবং দণ্ডচুম্বকের সম্মুখ গতিকে বাধা দেবে। এইভাবে শক্তির সংরক্ষণ সূত্র থেকে লেঞ্চের সূত্র পাওয়া যায়।

(ঝ) **পরবর্তী প্রবাহের শীর্ষমান ও RMS মান কাকে বলে?** 220 Volt A.C. এবং 220 Volt D.C. এর মধ্যে কোনটি বেশি শক্ দেবে এবং কেন? ২+২=৪

উঃ **পরবর্তী প্রবাহের শীর্ষমান ঃ**—তড়িৎপ্রবাহের সর্বচ্চ বা সর্বনিম্ন (I_0) কে শীর্ষমান বলে।

$= I = I_0$ Smot

পরবর্তী প্রবাহের RMS মান ঃ— তড়িৎপ্রবাহের বর্গের গড় করে বর্গমূল করলে তাকে RMS মান বলে

$I_{rms} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ 220V DC অপেক্ষা 220V AC বেশী শক্ দেবে কারণ 220V সমপ্রবাহহীন (DC লাইনে) 220V সর্বদা স্থির থাকে। কিন্তু 220V পরিবর্তী (AC লাইনে) পরিবর্তী প্রবাহের ধর্ম অনুসারে ভোল্টেজও পরিবর্তনশীলন। r.m.s. ভোল্টেজের শীর্ষমান $I_0 = I_{rms} \times \frac{I_0}{\sqrt{2}} = 220 \times \sqrt{2} = 311V$ এটা DC অপেক্ষা বেশী।

অথবা, ডায়নামোতে উৎপন্ন তড়িৎচ্চালক বলের মান কি কি বিষয়ের উপর নির্ভর করে? পরবর্তী প্রবাহ কাকে বলে? পরবর্তী প্রবাহের কম্পাঙ্ক কাকে বলে? ২+২=৪

উঃ ডায়নামোতে উৎপন্ন তড়িচ্চালক বল যে যে বিষয়ের উপর নির্ভর করে সেগুলি হল

i) কুন্ডলীর পাকসংখ্যা

ii) কুন্ডলীর ক্ষেত্রফল

iii) কুন্ডলীর আবর্তনবেগ | $e = e_0$ smwt

iv) চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্য $e_0 = WBAN$

পরবর্তী প্রবাহ ঃ— কোন তড়িৎ বর্তনীতে যে প্রবাহের অভিমুখ নির্দিষ্ট সময় অন্তর পর্যায়ক্রমে পরিবর্তন হয়, তাকে পরিবর্তী প্রবাহ বলে।

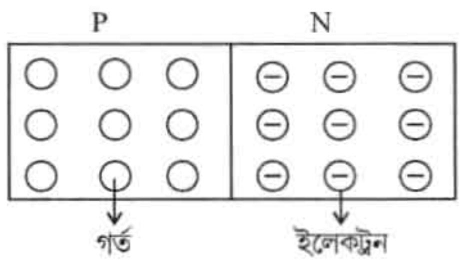
পরিবর্তী প্রবাহের পর্যায়কাল $T = \frac{2x}{w}$, w = কুন্ডলীর আবর্তনবেগ

$\therefore$ এর কম্পাংক $f = \frac{1}{T} = \frac{w}{2x}$

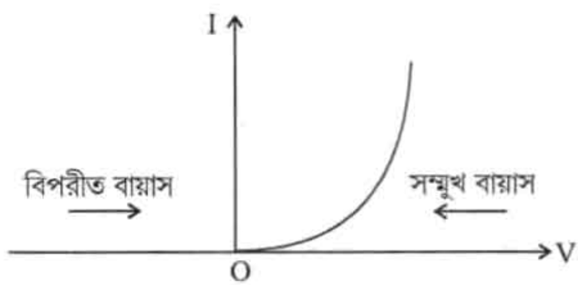
গৃহস্থলীর বিদ্যুতে এর মান $50H_3$

(এঃ) P–N সংযোগ ডায়োড কি? এর বৈশিষ্ট্য লেখাটি আঁক। এর দ্বারা পূর্ণতরঙ্গ একমুখী করণের বর্তনী চিত্র ও ইনপুট আউটপুট লেখচিত্র আঁক। ১+১+১+১ = ৪

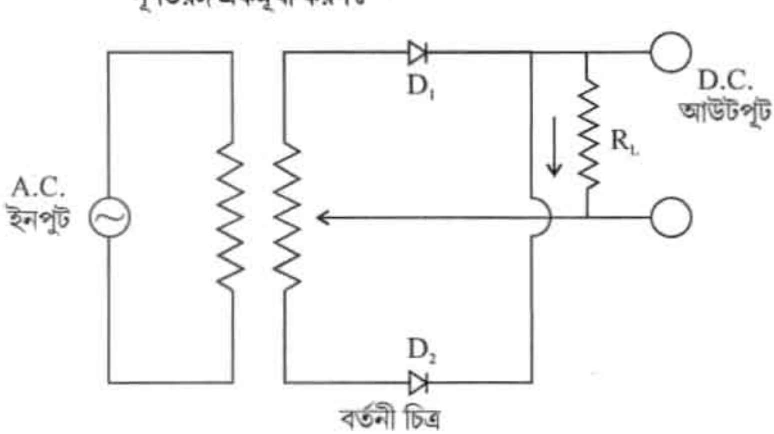
উঃ **P–N সংযোগ ডায়োড ঃ—** বিপরীতধর্মী ডোপিং করে কোন অর্ধপরিবাহী কেলাসের একাংশ P টাইপ এবং অপরাংশ N টাইপ করা হলে, ওই কেলাসটিকে P–N সংযোগ ডায়োড বলে।



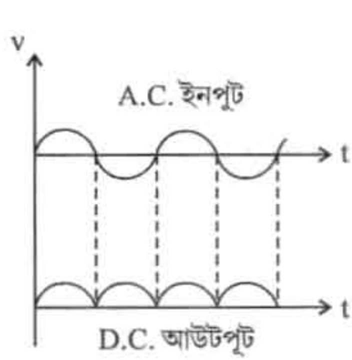
P–N সংযোগ ডায়োড-এর বৈশিষ্ট্য লেখ ঃ—



পূর্ণতরঙ্গ একমুখী করণ ঃ—



বর্তনী চিত্র



লেখচিত্র

(ট) **মোজলের সূত্রটি লেখো এবং এর গুরুত্ব আলোচনা করো। লাল আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 7×10^{-7} m। এর ফোটনের ভর কত?** ২+২ = ৪

উঃ মোজ্‌লের সূত্র ঃ— কোন মোলের বৈশিষ্ট্যমূলক ..-রশ্মি বর্ণালীর একটি চূড়ার কম্পাংকের বর্গমূল মৌলটির পারমানবিক সংখ্যার সমানুপাতিক বা, $\sqrt{\nu} \propto z$

মোজ্‌লের সূত্রের গুরুত্ব ঃ— i) পরমাণুর ধর্ম পারমানবিক ওজন নয় পারমানবিক সংখ্যার উপর নির্ভর করে। এই সূত্র তা প্রমাণ করেছে।

ii) আধুনিক পর্যায়সারণীতে পারমানবিক সংখ্যাকে গুরুত্ব দেওয়া হয়েছে। মোজলের সূত্র কাজে লেগেছে।

iii) এই সূত্রের সাহায্যে আর্গন, কোবাল্ট, টেলুরিয়াম ও থোরিয়াম মৌলগুলির অবস্থানগত সমস্যা দূর করা গেছে।

iv) এই সূত্র ল্যান্থালাইড মৌলগুলির অবস্থানগত সমস্যা দূর করেছে।

v) অনেক মৌলের ধারনা পাওয়া গেছে যা আবিস্কার হয়নি।

vi) ইউরেনিয়ামোত্তর মৌলগুলি সনাক্ত করা গেছে।

আমরা জানি,

$$p=\frac{h}{\lambda}$$

$$mc=\frac{h}{\lambda}$$

$$m=\frac{h}{c\lambda}$$

$h=6.625\times10^{-34}$ J – S

$C=3\times10^{8}$ m/s

$\lambda=7\times10^{-7}$ m

m = কত ?

$$=\frac{6.625\times10^{-34}}{3\times10^{8}\times7\times10^{-7}}$$

$$=3\times10^{-36}\ \text{kg}$$

অথবা, ইলেকট্রন ভোল্ট এবং আর্গের সম্পর্কটি প্রতিষ্ঠা করো। 5000 Å তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আপতনের ফলে কোন ধাতুপৃষ্ঠ থেকে নির্গত ফোটনের সর্বোচ্চ শক্তি 0.3ev। ধাতুটির কার্য অপেক্ষক নির্ণয় করো। ২+২ = ৪

$$1\ \text{ev}=4.8\times10^{-10}\times\frac{1}{300}\ \text{erg.}$$

$$=1.6\times10^{-12}\ \text{erg}$$

উঃ $\because 1\text{v}=\frac{1}{300}\text{e.s.u.}$

$$e=4.8\times10^{-10}\text{e.s.u.}$$

আমরা জানি, $E_{max}=h\nu-w_0$

$$=h\frac{c}{\lambda}-w_0$$

কার্যঅপেক্ষক $w_0=h\frac{c}{\lambda}-E_{max}$

$$=\frac{6.625\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{5000\times10^{-10}}-0.3\ \text{ev}$$

$\lambda=5000$ Å $=5000\times10^{-10}$ m

$c=3\times10^{8}$ m/s

$h=6.625\times10^{-34}$ J – s

$E_{max}=0.3$ ev

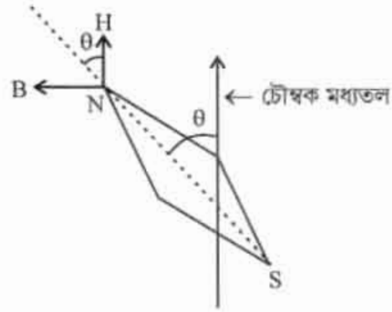
$C\theta_0$ = কত ?

বিভাগ—ঘ

৪। নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলির উত্তর দাও (বিকল্প প্রশ্নগুলি লক্ষণীয়) ঃ ৬×২ = ১২

(ক) ট্যানজেট গ্যালভানোমিটার কি ? এর কার্যকর নীতিটি প্রতিষ্ঠা করো। 1 ওহম রোধ যুক্ত একটি অ্যাম্‌মিটার 1 অ্যাম্‌পিয়ার তড়িৎ প্রবাহে পূর্ণ বিক্ষেপ দেয়। কী ব্যবস্থা করলে তা 10 অ্যাম্‌পিয়ার প্রবাহে পূর্ণ বিক্ষেপ দেবে ? ১+৩+২ = ৬

উঃ **কার্যনীতি ঃ** প্রথমে যন্ত্রটিকে অনুভূমিক করা হয়। উল্লম্ব কুন্ডলীকে আনুভূমিক করা হয়। উল্লম্বকুন্ডলিটিকে ঘুরিয়ে চুম্বকশলাকার অক্ষ বরাবর স্থাপন করা হয়। ফলে বৃত্তাকার কুন্ডলীটি চৌম্বক মধ্যতলে থাকে। কুন্ডলীতে তড়িৎপ্রবাহ পাঠালে চুম্বক শলাকার বিক্ষেপ হয়; অর্থাৎ চৌম্বক মধ্যতল থেকে সরে যায়। ভূচুম্বকক্ষেত্র শলাকাটিকে আবার চৌম্বক মধ্যতলে ফিরিয়ে আনার চেষ্টা করে। কৌণিক সরণ $= \theta$



ধরি, ভূচৌম্বক ক্ষেত্রে আনুভূমিক উপাংশ $= H$

বৃত্তাকার কুণ্ডলীর ব্যাসার্ধ $= R$

ও মোট পাকসংখ্যা $= N$

বর্তনীতে প্রবাহ $= I$

$\therefore$ কুন্ডলীর তলের অভিলম্ব দিকে সৃষ্ট চৌম্বকক্ষেত্রের প্রাবল্য $B = \frac{\mu_0 NI}{2R}$

চৌম্বকক্ষেত্র B এর অভিমুখ আনুভূমিক তলে ভূচৌম্বক ক্ষেত্রের আনুভূমিক উপাংশের অভিলম্ব দিকে।

B ও H এর জন্য .... সাম্যাবস্থায় সমান।

চৌম্বক ভ্রামক M হলে m = মেরুশক্তি এবং $M = 2ml$

$$MB\sin(90-\theta) = MH\sin\theta \quad [\because M \neq 0]$$

$$\frac{\mu o NI}{2R} = \cos\theta = H\sin\theta$$

$$I = \frac{H}{\frac{\mu o N}{2R}}\tan\theta$$

বা, $I = \frac{H}{G}\tan\theta$

যেখানে, $G = \frac{\mu o N}{2R}$ গ্যাল্যানোমিটার ধ্রুবক বলা হয়

বা, $I = K\tan\theta..............(1)$

যেখানে $K = \frac{H}{G}$ লঘুগুণক বলা হয়।

$\therefore$ (1) নং সমীকরণ থেকে বিক্ষেপ কোন জানা থাকলে কুন্ডলীতে প্রবাহমাত্রা জানা যায়।

ধরি গ্যালভ্যানোমিটার সমান্তরাল S সান্ট যোগ করতে হবে।

আমরা জানি,

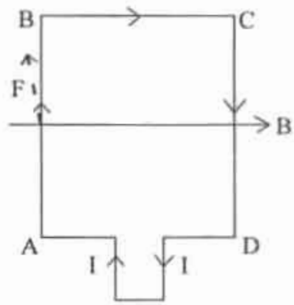
$S = \frac{Ig}{I-Ig}G$	$G = 1\Omega$
$= \frac{1}{10-1}\times 1$	$Ig = 1A$
	$I = 10A$
$= \frac{1}{9}\Omega$	S = কত ?

অথবা, চৌম্বক প্রবণতা ও ভেদ্যতার ভিত্তিতে পরাচৌম্বক, তিরশ্চৌম্বক ও অয়শ্চৌম্বক পদার্থের তুলনা করো। সুষম চৌম্বকক্ষেত্রে আয়তাকার তড়িৎবাহী কুণ্ডলীর উপর প্রযুক্ত দ্বন্দ্বের ভ্রামকের রাশিমালা নির্ণয় করো।৩+৩ = ৬

উঃ তুলনা

পরাচৌম্বক	তিরশ্চৌম্বক	অয়শ্চৌম্বক
(i) $\mu r > 1$	(i) $\mu r < 1$	(i) $\mu r >>> 1$
(ii) $K > 0$ নিম্নমানের।	(ii) $K < 0$ নিম্নমানের।	(ii) $K >>> 0$
(iii) μ ও K, H এর উপর নির্ভরশীল নয়।	(iii) μ ও K, H এর উপর নির্ভরশীল নয়।	(iii) μ ও K, H এর উপর নির্ভরশীল।
(iv) T বাড়লে K কমে।	(iv) K উষ্ণতার উপর নির্ভরশীল হয়।	(iv) K ও T জটিলভাবে পরিবর্তীত হয়।

ধরি, ABCD একটি আয়তাকার কুন্ডলী যার দৈর্ঘ্য AB = CD = l এবং প্রস্থ BC = AD = 6 কুন্ডলীর মধ্য দিয়ে ABCDA অভিমুখে I প্রবাহ যাওয়ার জন্য কুন্ডলীতে বিক্ষেপ θDA বাহুর উপর ক্রিয়ারত বল এবং Bl বাহুর উপর ক্রিয়ারত বল এর পরস্পর সমান ও বিপরীত (যেহেতু প্রবাহমাত্রা এই দুই বাহুতে বিপরীত মুখী এবং বাহুদুটি চৌম্বক ক্ষেত্রের দিকে) চৌম্বক বল $\vec{F} = I\vec{b} \times \vec{B}$ এখানে $F = IbB \sin\theta, \theta = 0^o$ AD ও BC বাহুর সঙ্গে $\vec{B}$ এর কোণ 0^o $\therefore F = 0$



আবার AB এবং CD বাহুতে প্রবাহমাত্রা I বিপরীতমুখী। এই দুই বাহুতে ক্রিয়ারত সমান সমান্তরাল ও বিপরীতবল সৃষ্টি হয় কারণ বাহুগুলি $\vec{B}$ এর সঙ্গে লম্বভাবে আছে।

$\therefore$ চৌম্বকবল $F = BIl$

AB ও CD বাহুর মধ্যবর্তী দূরত্ব b, পরিবাহীটির উপর ক্রিয়াশীল দ্বন্দ্বের ভ্রামক বা টর্ক

$\lambda = Fb = BIlb = BIA$ [$A = lb$ আয়তাকার কুন্ডলীর ক্ষেত্রফল]

কুন্ডলীতে N সংখ্যক পাক থাকলে

$\lambda = BINA$

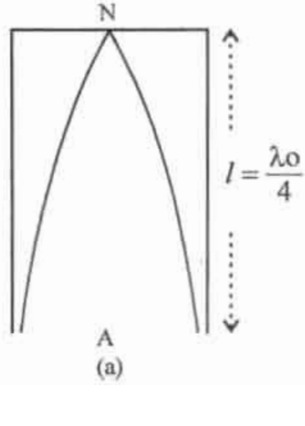
(খ) এক মুখ খোলা নলে বায়ুস্তম্ভের কম্পনের ফলে সৃষ্ট মূল সুরের কম্পাঙ্কের এবং উপসুর গুলির কম্পাঙ্কের রাশিমালা নির্ণয় করো। A ও B সুরশলাকা একসাথে কম্পিত হলে 4টি কম্পাঙ্ক 256 হার্জ হলে B-এর কম্পাঙ্ক নির্ণয় করো। ৪+২ = ৬

উঃ একমুখ খোলা নলে সৃষ্ট মূলসুর ও উপসূর ঃ একমুখ খোলা নলটির দৈর্ঘ্য l এবং উৎপন্ন স্থানুতরঙ্গের দৈর্ঘ্য λ

প্রথম ক্ষেত্রে, চিত্র (a) মূলসূরের কম্পাংক

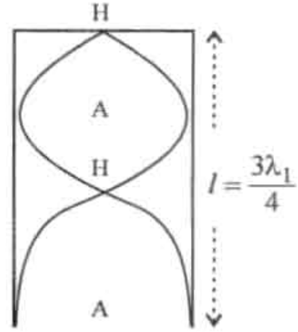
$$n_o = \frac{V}{\lambda_o} \quad \because l = \frac{\lambda_o}{4} \quad \therefore \lambda_o = 4l$$

$$\therefore n_o = \frac{V}{4l} ....(1)$$



(a)

দ্বিতীয়ক্ষেত্রে, প্রঃ উপসূর চিত্র (b)



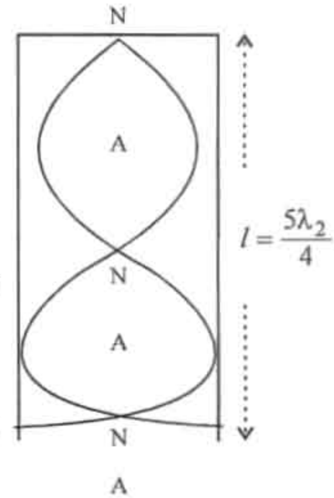
$n_1 = \frac{V}{\lambda_1} \quad \because l = \frac{3\lambda_1}{4} \quad \therefore \lambda_1 = \frac{4l}{3}$

or, $n_1 = \frac{3V}{4l}$

or, $n_1 = 3n_o$.......(2)

সুতরাং, প্রথম উপসূরটি মূলসূরের তিনগূণ, এটিকে তৃতীয় সমমেল বলে।

তৃতীয়ক্ষেত্রে, দ্বিঃ উপসূর Fib(C)



(b)

$n_2 = \frac{V}{\lambda_2}$

or, $n_2 = \frac{5V}{4l}$

or, $n_2 = 5n_o$.........(3)

সুতরাং দ্বিতীয় উপসূর মূলসূরের পাঁচগুণ, এটিকে পঞ্চম সমমেল বলে। এইভাবে একমুখ খোলা নলে বায়ুস্তম্ভের কম্পনের ফলে মূল সূর ও অযুগ্ম সমমেলগুলি পাওয়া যায়।

সাধারণ নিয়মে p তম উপসূর $n_p = (2p+1)n_o$

ধরি A ও B সুরশলাকার কম্পাংক যথাক্রমে n_A ও n_B উহারা একসঙ্গে কম্পিত হলে সেকেন্ডে 4টি স্বরকম্প সৃষ্টি হয়।

B সুরশলাকার বাহুতে মোম লাগালে স্বরকম্প বাড়ে।

$n_A = 256H_3$ হলে $n_B = 256 \pm 4 = 252, 260$ হতে পারে।

যেহেতু B সুরশলাকার বাহুতে মোম লাগানো হয়েছে। ওর কম্পাংক কমে যাবে কারণ বাহুটা ভারী হবে। এরপর স্বরকম্প বেড়ে গেছে সুতরাং

$n_B \neq 260$

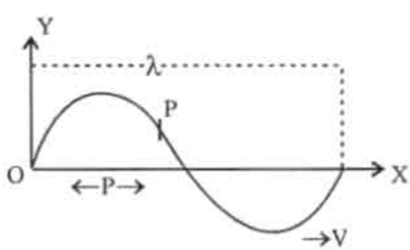
$n_B = 252$

আগে স্বরকম্প 4 ছিল $n_B = 260$ থেকে মোম দেওয়াতে কম্পাংক কমে গেলে স্বরকম্প কমে যায় $n_B = 252$ ধরলে স্বরকম্প বাড়ে।

$\therefore n_B = 252H_3$

অথবা, চলতরঙ্গের সমীকরণটি প্রতিষ্ঠা করো এবং বেগ নির্ণয় করো। সাইক্লোট্রন যন্ত্রে একটি নিউট্রনকে ত্বরিত করা যাবে কিনা যুক্তি সহ লেখো। ৪+২ = ৬

উঃ **চলতরঙ্গের সমীকরণ ঃ** কোন মাধ্যমের মধ্য দিয়ে তরঙ্গ প্রবাহিত হলে মাধ্যমের কণাগুলি সরলদোল গতিতে আন্দলিত হয়। একটি কণা থেকে পরবর্তী কণায় আন্দোলন পৌঁছাতে একটি নির্দিষ্ট সময় লাগে। তাই তরঙ্গের প্রবাহের অভিমুখ বরাবর কণাগুলির দশা পিছিয়ে থাকে। যদি তরঙ্গ বামদিক থেকে ডানদিকে যায় তাহলে বামদিকের একটি কণা আন্দোলিত হওয়ার কিছুক্ষণ পর ডানদিকের একটি কণা আন্দোলিত হয়। ফলে উভয়ের মধ্যে দশাপার্থক্য ঘটে এবং ডানদিকের কণার দশা বামদিকের কণার দশার থেকে কিছুটা পিছিয়ে থাকবে।



ধরি, একটি চলতরঙ্গ OX অভিমুখে V বেগে অগ্রসর হচ্ছে। (চিত্র) মাধ্যমের কণাগুলি সরলদোলগতিতে

কাঁপতে থাকায় 0 কণার গতির সমীকরণ

$y = a \sin cot.$

এখানে a = কণাটির কম্পন বিস্তার

y = d সময় পর কণাটির সাম্যাবস্থা থেকে সরণ

w = কণাটির কৌণিক কম্পাংক

কণাটির কম্পাংক n হলে $w = 2\pi n$ হয়।

$\therefore y = a \sin 2\pi nt$

ধরি, তরঙ্গটি x অক্ষ বরাবর ধ্বনাত্মক দিকে অগ্রসর হচ্ছে। O থেকে ডানদিকে P বিন্দুতে পৌঁছাতে তরঙ্গটির সময় লাগে $\frac{x}{v}$ অর্থাৎ সময়ের দিক থেকে P বিন্দুটি সর্বধা O বিন্দু অপেক্ষা $\frac{x}{v}$ পরিমান পিছিয়ে থাকে। O বিন্দু ও P বিন্দুর সময় যথাক্রমে t ও t' হলে $t^1 = t - \frac{x}{v}$ সুতরাং P বিন্দুতে অবস্থিত কণার সরণ, $y = a \sin wt'$

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

বা, $y = a \sin 2\pi n\left(t - \frac{x}{v}\right)$ তরঙ্গ –ve × অক্ষ বরাবর চলতে থাকলে সরণ হয়

$$y = a \sin w\left(t + \frac{x}{v}\right) = a \sin 2\pi n\left(t + \frac{x}{v}\right)$$

ইহাই চলতরঙ্গের সমীকরণ

বেগ ঃ চলতরঙ্গের সমীকরণ

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

কণাটির গতিবেগ $\upsilon = \frac{dy}{dt} = wa \cos w\left(t - \frac{x}{v}\right)$

বা, $\upsilon = \upsilon_0 \cos w\left(t - \frac{x}{v}\right) \; [\because wa = \upsilon_0]$

এখানে $\upsilon_0 = wa$ বেগবিস্তার

সাইক্লোট্রন যন্ত্রে সাধারণত অবহিত কণাকে ব্যবহার করা হয়। নিউট্রন নিঃস্তড়িৎ কণা। ইহাকে ঐ যন্ত্রে ব্যবহার করলে চৌম্বকক্ষেত্র থাকার সত্বেও উহাকে ত্বরিত করা যাবে না।

Model Question Physics – 2

বিভাগ - ক

১। নিম্নোক্ত প্রশ্নগুলির উত্তর দাও (বিকল্প প্রশ্নগুলি লক্ষণীয়) ঃ 1 x 10 = 10

(নীচের কিছু প্রশ্নের চারটি করে উত্তর দেওয়া আছে। তন্মধ্যে একটি সঠিক, সেটি লিখতে হবে। অন্যান্য প্রশ্নের উত্তর অতি সংক্ষিপ্ত ও যথাযথ হতে হবে।

ক) একটি ঘড়ির সেকেন্ডের কাঁটার কৌণিক বেগ হবে

(i) 2π rad/sec. (ii) $\frac{\pi}{3}$ rad/sec. (iii) $\frac{\pi}{30}$ rad/sec. (iv) $\frac{\pi}{6}$ rad/sec

উত্তরঃ (iii) $\frac{\pi}{30}$ rad/sec.

অথবা, একটি বস্তুকণা সমদ্রুতিতে একটি বৃত্তাকার পথে চলছে। কণাটির ত্বরণ সম্পর্কিত কোন্ মন্তব্যটি ঠিক ?

(i) মান ধ্রুবক (ii) অভিমুখ ধ্রুবক (iii) মান ও অভিমুখ উভয়ই ধ্রুবক, (iv) মান ও অভিমুখ কোনটিই ধ্রুবক নয়।

উত্তরঃ (i) মান ধ্রুবক

খ) দুটি বস্তুর মাঝখানে একটি ইস্পাতের পাত রেখে দিলে মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের মান কীভাবে পরিবর্তিত হবে ?

(i) বাড়বে, (ii) কোনো পরিবর্তন হবে না, (iii) তথ্য অসম্পূর্ণ, (iv) কমবে।

উত্তরঃ (ii) কোনো পরিবর্তন হবে না,

গ) দশাপার্থক্য ও পথপার্থক্যের মধ্যে সম্পর্ক হল (i) $\Delta\phi \frac{2\pi\lambda}{\Delta x}$, (ii) $\Delta\phi = \frac{\pi\Delta\lambda}{\lambda}$,

(iii) $\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda}\Delta x$, (iv) $\Delta\phi = 2\pi\lambda\,\Delta x$.

উত্তরঃ (iii) $\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda}\Delta x$.

ঘ) স্থির শ্রোতার দিকে শব্দতরঙ্গের উৎস অগ্রসর হবার সময় শ্রোতার নিকট শব্দতরঙ্গের দৈর্ঘ্য

(i) বৃদ্ধি পায়, (ii) হ্রাস পায়, (iii) অপরিবর্তিত থাকে (iv) বলা সম্ভব নয়।

উত্তরঃ (ii) হ্রাস পায়

ঙ) তাপগতি বিদ্যার প্রথম সূত্রটি কোন্ নিত্যতা নীতিকে অনুসরণ করে ?

উত্তরঃ তাপগতি বিদ্যার প্রথম সূত্রটি কোন্ নিত্যতা নীতিকে অনুসরণ করে ।

<u>বিভাগ - খ</u>

২। নিম্নোক্ত প্রশ্নগুলির উত্তর দাও। (বিকল্প প্রশ্নগুলি লক্ষণীয়) ঃ

ক) মুক্তিবেগ কাকে বলে ? ভূপৃষ্ঠের কাছাকাছি পরিক্রমণরত কৃত্রিম উপগ্রহের প্রদক্ষিণ বেগের সঙ্গে মুক্তিবেগের সম্পর্ক কি ? $1 + 1 = 2$

উত্তরঃ যে ন্যূনতম গতিবেগ কোন বস্তুকে উর্দ্ধমুখ উৎক্ষেপণ করলে বস্তুটি পৃথিবীপৃষ্ঠ বা অন্য কোন গ্রহ উপগ্রহের পৃষ্ঠ থেকে এর মহাকর্ষীয় আকর্ষণের বাইরে চলে যেতে পারে, তাকে মুক্তিবেগ বলে।

ভূপৃষ্ঠের কাছাকাছি পরিক্রমণরত কৃত্রিম উপগ্রহের প্রদক্ষিণ বেগ $= \sqrt{gR}$

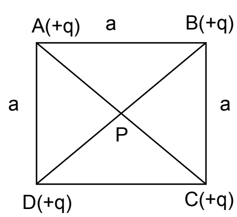
যেখানে, $g =$ অভিকর্ষজ ত্বরণ, $R =$ পৃথিবীর ব্যাসার্ধ

পৃথিবীপৃষ্ঠে মুক্তিবেগের মান $= \sqrt{2gR}$

অর্থাৎ, মুক্তিবেগ $= \sqrt{2}$ প্রদক্ষিণ বেগ

খ) a বাহু বিশিষ্ট একটি বর্গাকার ক্ষেত্রের চারটি কৌণিকবিন্দুর প্রতিটিতে +q আধান রাখা আছে। ক্ষেত্রটির কেন্দ্রবিন্দুতে তড়িৎপ্রাবল্যের মান কি হবে এবং কোন দিকে ক্রিয়া করবে ? 2

উত্তরঃ ক্ষেত্রটির কেন্দ্রবিন্দুতে Pতে তড়িৎপ্রাবল্যের মান হবে P বিন্দুতে রক্ষিত একটি একক ধনাত্মক আধানের উপর ক্রিয়ারত লব্ধি বলের মান।



$$AP = BP = CP = DP = \frac{\sqrt{2}a}{2} = \frac{a}{\sqrt{2}}$$

A বিন্দুতে (+q) আধানের জন্য ক্রিয়ারত বল, $F_1 = \frac{q}{(a/\sqrt{2})^2}$ অভিমুখ $\overrightarrow{AP}$

B বিন্দুতে (+q) আধানের জন্য ক্রিয়ারত বল, $F_2 = \frac{q}{(a/\sqrt{2})^2}$ অভিমুখ $\overrightarrow{BP}$

C বিন্দুতে (+q) আধানের জন্য ক্রিয়ারত বল, $F_3 = \frac{q}{(a/\sqrt{2})^2}$ অভিমুখ $\overrightarrow{CP}$

D বিন্দুতে (+q) আধানের জন্য ক্রিয়ারত বল, $F_4 = \frac{q}{(a/\sqrt{2})^2}$ অভিমুখ $\vec{DP}$

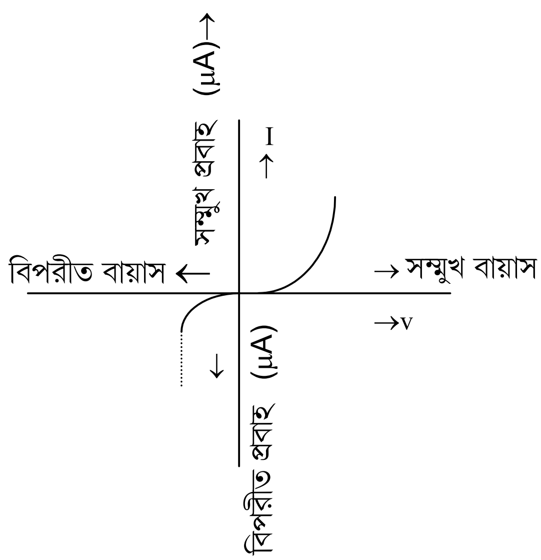
F_1 এবং F_2 বলদুটি সমান ও বিপরীতমুখী, অনুরূপ F_2 এবং F_4 বলদুটি সমান ও বিপরীতমুখী।

তাই ক্ষেত্রটির কেন্দ্রবিন্দুতে তড়িৎপ্রাবল্যের মান শূণ্য।

গ) অর্ধপরিবাহী ডায়োড কি ? এই জাতীয় ডায়োডের বৈশিষ্ট্য লেখ অঙ্কন কর। 1 + 1 = 2

উত্তরঃ বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহী কেলাসে বিপরীতধর্মী অপমিশ্রণ ঘটিয়ে একাংশকে P-টাইপ এবং n-অপরাংশে টাইপ করলে যে সংস্থা গঠিত হয়, তাকে অর্ধপরিবাহী ডায়োড বলে।

অর্ধপরিবাহী ডায়োডের বৈশিষ্ট্য লেখ ঃ



বিভাগ - গ

ক) মহাকর্ষীয় ধ্রবকের (G) মাত্রা নির্ণয় কর। দেখাও যে $g_\phi = g\left(1 - \frac{\cos^2\phi}{289}\right)$ যেখানে $g_\phi = \phi$ অক্ষাংশে আপাত অভিকর্ষজ ত্বরণের মান। g = অভিকর্ষজ ত্বরণ। 1+3 = 4

উত্তরঃ m_1 এবং m_2 ভরের দুটি বস্তু পরস্পর d দূরত্বে থাকলে ক্রিয়ারত মহাকর্ষীয় বল।

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

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

G-এর মাত্রা, $[G] = \left[\frac{Fd^2}{m_1m_2}\right]$

$$= \frac{[MLT^{-2}][L^2]}{[M^2]}$$

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

প্রমাণঃ- $g_\phi = g\left(1 - \frac{Cos^2\phi}{289}\right)$.

ভূগোলকের উপর অবস্থিত P বিন্দুর অক্ষাংশ ϕ

P বিন্দুটি পৃথিবীর ঘূর্ণাক্ষ থেকে r দূরত্বে অবস্থিত হলে $r = R\ Cos\ \phi$

R= পৃথিবীর ব্যাসার্ধ।

নিজ অক্ষ সাপেক্ষে পৃথিবীর ঘুর্ণনের ফলে ভূ-পৃষ্ঠের প্রতিটি বস্তু পৃথিবীর সঙ্গে একই কৌণিক বেগে (w) ঘুরছে। P বিন্দুতে m ভরের কণা রাখলে, কণাটি r ব্যাসার্ধের বৃত্তপথে w কৌণিক বেগে আবর্তন করবে। ফলে কণাটির উপর বৃত্তপথের বাইরের দিকে mw^2r অপকেন্দ্র বল ক্রিয়া করবে।

m ভরের কণাটির উপর অতিকর্ষ বল mg পৃথিবীর কেন্দ্রাভিমুখী কাজ করে।

mw^2r বলের একটি উপাংশে $mw^2r\ cos\phi$ অভিকর্ষ বলের বিপরীত কাজ করে। অভিকর্ষ বলের কিছু অংশে ঐ বর্হিমুখী বলকে নিষ্ক্রিয় করতে ব্যয় হয়। তাই অভিকর্ষজ ত্বরণ প্রকৃত মান অপেক্ষা কিছুটা কম হয়।

P বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ g_ϕ হলে

$$mg_\phi = mg - mw^2r\cos\phi$$

$$= mg - mw^2R\cos^2\phi \quad [\because r = R\cos\phi]$$

$$\therefore g_\phi = g - w^2R\cos\phi$$

$$= g\left(1 - \frac{w^2R}{g}\cos^2\phi\right)$$

এখন, পৃথিবীর আবর্তন বেগ, $w = \frac{2\pi}{24 \times 3600} rad/sec.$

$R = 6400 \times 10^3$ m.

$$g = 9.8\ m/sec^2$$

$$\frac{w^2R}{g} = \frac{1}{289}$$

$$\therefore g_\phi = g\left(1 - \frac{\cos^2\phi}{289}\right)$$

খ) স্বরকম্প কাকে বলে ? যদি n_1 ও n_2 উৎসদ্বয়ের কম্পাঙ্ক হয় তাহলে দেখাও যে স্বরকম্পের সংখ্যা $N = n_1 - n_2$ হবে। 1 + 3 = 4

উত্তরঃ স্বরকম্পঃ- সম প্রাবল্যের একই দিকে গতিশীল কম্পাঙ্কের সামান্য পার্থক্যযুক্ত দুটি শব্দতরঙ্গের উপরিপাতের ফলে মাধ্যমের নির্দিষ্ট একবিন্দুতে কম্পনের বিস্তার তথা প্রাবল্য পর্যায়ক্রমে হ্রাস ও বৃদ্ধি পায়। শব্দের প্রাবল্যের এরূপ হ্রাসবৃদ্ধিকে স্বরকম্প বলা হয়।

মনে করি, সমবিস্তার (a) কিন্তু সামান্য কম্পাঙ্ক পার্থক্যযুক্ত দুটি সরলদোলতরঙ্গ একই দিকে চলছে। তাদের সমীকরণ হবে ঃ

$y_1 = a \sin 2\pi n_1 t$ এবং $y_2 = a \sin 2\pi n_2 t$

ধরা যাক, তারা সমদশায় থেকে যাত্রা শুরু করল। তাদের উপরিপাতে যে লব্ধ সরণ হবে, তা

$$y = y_1 + y_2$$
$$= a \sin 2\pi n_1 t + a \sin 2\pi n_2 t$$
$$= 2a\cos 2\pi \frac{(n_1 - n_2)t}{2} \sin 2\pi \frac{(n_1 - n_2)t}{2}$$

এই সমীকরণ এবং মূল তরঙ্গদ্বয়ের সমীকরণ তুলনা করে বলা যায় যে, লব্ধ তরঙ্গ সরল দোলগতি পর্যায়ের কিন্তু এর বিস্তার $A = 2a\cos 2\pi \frac{(n_1 - n_2)}{2}$ এবং কম্পাঙ্ক $= \frac{n_1 + n_2}{2}$

অর্থাৎ লব্ধ তরঙ্গের বিস্তার সময়ের সাথে পরিবর্তনশীল।

$A = 2a\cos 2\pi \frac{(n_1 - n_2)}{2}$ সর্বাধিক হবে যখন $t = 0, \frac{1}{n_1 - n_2}, \frac{2}{n_1 - n_2}, ...$

আবার যখন $t = \frac{1}{2(n_1 - n_2)}, \frac{3}{2(n_1 - n_2)}, \frac{5}{2(n_1 - n_2)}$ ইত্যাদি হবে

তখন লব্ধ তরঙ্গের বিস্তার শূণ্য হবে।

পরপর দুটি প্রবল শব্দ শোনার ভিতর অবকাশ $= \frac{1}{n_1 - n_2}$ সেকেন্ড

অথবা পরপর দুটি নিঃশব্দের অবকাশ $\frac{1}{n_1 - n_2}$ সেকেন্ড

অর্থাৎ 1 সেকেন্ড সময়ে $(n_1 - n_2)$ বার প্রবল শব্দ শোনা যাবে এবং $(n_1 - n_2)$ বার নিঃশব্দ সৃষ্টি করবে।

অতএব, স্বরকম্পের সংখ্যা = $n_1 - n_2$ = উৎসদ্বয়ের কম্পাঙ্কের পার্থক্য।

গ) একটি সীসার বুলেট 300 mt/sec গতিবেগে এসে একটি লোহার পাতের ওপর আঘাত করে স্থির হয়ে গেল। উৎপন্ন তাপ যদি বুলেট ও প্লেটের মধ্যে সমানভাবে ভাগ হয়ে যায় তাহলে বুলেটটির উষ্ণতা বৃদ্ধির পরিমাণ কত হবে ?

(সীসার আঃ তাঃ = 0.03, $J = 4.2 \times 10^7$ erg/cal) 4

উত্তরঃ মনে করি সীসার বুলেটের ভর m gm

বুলেটটির গতিশক্তি $= \frac{1}{2} \times m \times (300)^2 x (100)^2 = 4.5x10^8 m$ erg

বুলেটটি লোহার পাতে আঘাত করায় এই গতিশক্তি তাপশক্তিতে রূপান্তরিত হবে।

$4.5 \times 10^8 m$ erg পরিমান গতিশক্তির তুল্য তাপশক্তি $= \frac{4.5 \times 10^8 m}{4.2x10^7}$ Cal.

$$= \frac{450}{42} \text{ m cal}$$

এই তাপশক্তির অর্ধেক বুলেটটি শোষণ করে । s = সীসার আঃ তাঃ = 0.03

বুলেটটির উষ্ণতা বৃদ্ধি t হলে

$$m.s.t = \frac{1}{2} \times \frac{4.5 \times 10M}{4.2}$$

$$or, 0.03 x t = \frac{1}{2} \times \frac{4.5}{4.2} x10$$

$$or, t = \frac{1}{2} \times \frac{45}{42} \times \frac{1}{3} \times 10^3$$

$$= \frac{15}{84} \times 10^3$$

$$= 178.5^oC.$$

$\therefore$ বুলেটটির উষ্ণতা বৃদ্ধি হবে 178.5^oC.

<u>বিভাগ - ঘ</u>

৪। তুমি একটি গ্যালভোনোমিটারকে কীভাবে একটি অ্যামমিটারে রূপান্তরিত করবে ? একটি আদর্শ ভোল্টমিটারের রোধ কত ? একটি চলকুন্ডলী গ্যালভোনোমিটারের রোধ 20Ω। এতে 0.01A মানের প্রবাহ পাঠালে এর পূর্ণ স্কেল বিক্ষেপ হয়। একে 100 volt বিভব প্রভেদ মাপার উপযোগী ভোল্টমিটারে পরিণত করতে কত রোধ শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত করতে হবে। $2 + 1 + 3 = 6$

উত্তরঃ ● বর্তনীর তড়িৎপ্রবাহ মাপার জন্য অ্যামমিটারকে বর্তনীতে শ্রেণী সমবায়ে লাগানো হয় যাতে বর্তনীর মূল প্রবাহ অ্যামমিটারের মধ্য দিয়ে যায়। এইভাবে বর্তনীতে অ্যামমিটার যুক্ত করার ফলে যাতে বর্তনীর মূল প্রবাহমাত্রার কোন পরিবর্তন না হয় তাই অ্যামমিটারের রোধ নিম্নমানের হওয়া প্রয়োজন। গ্যালভোনোমিটারকে অ্যামমিটারে রূপান্তর করার জন্য উপযুক্ত মানের সান্ট ব্যবহার করলে গ্যালভোনোমিটারটিকে অ্যামমিটার হিসাবে ব্যবহার করা যেতে পারে।

●● একটি আদর্শ ভোল্টমিটারের রোধ অসীম।

●●● চলকুন্ডলী গ্যালভোনোমিটার রোধ, 20Ω

মনে করি, গ্যালভোনোমিটারটির সঙ্গে R রোধ শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত করলে সমবায়টি উপযুক্ত ভোল্টমিটারে পরিণত হবে।

সমবায়টির প্রবাহমাত্রা, $I = 0.01A$

সমবায়টির মোট প্রান্তীয় বিভব পতন হবে 100 volt.

$$\therefore (G + R)I = 100$$
$$(20 + R) \times 0.01 = 100$$
$$\text{or, } 20 + R = 10000$$
$$\text{or, } R = 10000 - 20$$
$$= 9080$$

∴ শ্রেণী সমবায়ে 9080Ω রোধ যুক্ত করতে হবে।

Model Question Physics – 3

Group – A

Give answers to the following questions either in **one word** or **one sentence.** (Alternatives are to be noted): 1 x 10 = 10

1.(a) 'A progressive wave carries energy in a plane perpendicular to the plane of wave front' — is the statement true ? 1

Ans: The statement is not true.

(b) Beats will be audible if the difference in frequencies of two superposing waves is not greater than ______________. 1

Ans: Beats will be audible if the difference in frequencies of two superposing waves is not greater than __15__ .

(c) The value of potential inside a hollow spherical conductor is ___________. 1

Ans: The value of potential inside a hollow spherical conductor is $\frac{Q}{4\pi \in_o R}$,

R= radius of the conductor.

(d) Can it be possible to accelerate a neutron in a cyclotron accelerator ? 1

Ans. It is not possible to accelerate a neutron in cyclotron accelerator.

(e) Comment whether P–type semiconductor is positively charged or not ? 1

Ans. P–type semiconductor is not charged.

(f) Give an example where electron ejects photon. 1

Ans. In X–ray production electron ejects photon.

Group – B

2. (a) Why centrifugal force is termed as pseudo force ? 2

Ans. There is no existence of centrifugal force in an inertial frame of reference. The source of this force in a noninertial frame, cannot be find out. It appears not due to action–reaction like seal force. So it is termed as pseudo force.

(b) Degree of freedom of molecules of a gas is 5. Find the value of C_p / C_v 2

Ans. We know $\frac{C_p}{C_v} = \gamma$ and $\gamma = 1 + \frac{2}{f}$.

In this case f = degrees freedom = 5

$$\therefore \gamma = 1 + \frac{2}{5} = \frac{7}{5}$$

$$\therefore \frac{C_p}{C_v} = \gamma = \frac{7}{5}$$

(c) At equal temperature does r.m.s velocity of the molecules of Hydrogen and Oxygen will be same ? Give reason . 2

Ans. At equal temperature r.m.s. velocity of the molecules of Hydrogen and Oxygen will not be same. Because for Hydrogen

$(Cr.m.S)_{H_2} = \sqrt{\frac{3RT}{MH_2}}$ and for Oxygen

$(Cr.m.S)_{O_2} = \sqrt{\frac{3RT}{MO_2}}$. Since $MO_2 > MH_2$,

so $(Cr.m.S)_{O_2} < (Cr.m.S)_{H_2}$ i.e. r.m.s. velocity of Oxygen will be less than the r.m.s. velocity of Hydrogen.

(d) An electron when projected from rest through a potential difference of 60,000 v attains a velocity of 1,46 x 10^{10} cm/s. Find the ratio of charge and mass of electron. 2

Ans. Here v = velocity attained by the electron

= 1,46 x 10^6 cm/s

= 1,46 x 10^8 m/s

V = Potential difference through which the electron is allowed to move.

= 60,000 volt

m = mass of the electron is S.I.

e = charge of the electron in S.I.

So, $\frac{1}{2}mv^2 = ev$

Or, $\frac{e}{m} = \frac{v^2}{2V} = \frac{(146 \times 10^8)^2}{2 \times 60{,}000} = \frac{146 \times 146 \times 10^{16}}{12 \times 10^4}$ = 1776. 33 x 10^8 coul/kg.

(e) A metal shows photoelectric effect in green light. Will it show photoelectric effect in violet light. Give reason to your answer. 2

Ans. Yes, the metal will show photo–electric effect in violet light also, because $\nu_v > \nu_G$ and hence $E_v > E_G$, where F = energy of E.M. radiation

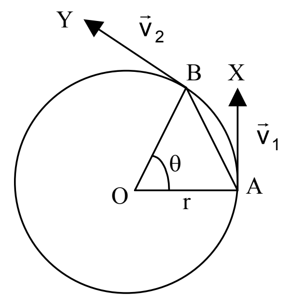
$= h\nu$,

Group – C

3.a) What do you mean by centripetal acc^n ? Obtain the expression for centripetal acc^n of a point particle moving uniformly in a circular path. 1 + 3

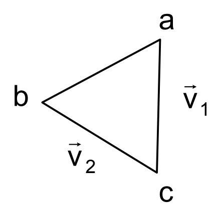
Ans. If a body moves in uniform circular motion, then the body has an acceleration towards the centre of the circle due to change of direction of it's velocity with time. This acceleration is called centripetal acceleration.

Consider a particle of mass 'm' moving along a circle of radius 'r' with uniform angular velocity 'w'. Let $\vec{v}_1$ and $\vec{v}_2$ be the instantaneous linear velocities of the particle at A and B respectively in a time interval Δt. Since angular velocity is constant, the magnitude of $\vec{v}_1$ and $\vec{v}_2$ be same. Therefore the particle's velocity changes due to change in direction only. Take a point c. Draw ca parallel to AX and cb parallel to BY.



Now $|\vec{v}_1| = |\vec{v}_2| = v$

i.e. ca = cb.



It is cleared that $\overrightarrow{ab} = \overrightarrow{\Delta v}$ = change of velocity $= \vec{v}_2 - \vec{v}_1$.

$\therefore$ The centripetal acceleration = $\dfrac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \dfrac{\overrightarrow{ab}}{\Delta t}$.

If Δt is small then θ will also be small. Then the hard AB will be nearly equal to the arc AB. The ΔAOB and Δacb are similar.

$$\therefore \frac{ab}{AB} = \frac{ca}{OA}.$$

Or, $\dfrac{ab}{v\Delta t} = \dfrac{v}{r}$, because AB = v Δt ; ca = v; OA = r

Or, $\dfrac{ab}{\Delta t} = \dfrac{v^2}{r}$

Hence the acceleration,

$\vec{a} = \dfrac{\overrightarrow{ab}}{\Delta t} = \hat{n}\dfrac{v^2}{r}$, where $\hat{n}$ is the unit vector directed towards the centre.

So the acceleration is termed as centripetal acceleration.

b) An artificial satellite is moving in a circular orbit around the earth with a speed equal to the half of the magnitude of the escape velocity from the earth.

i) Determination the height of the satellite above the Earth surface.

ii) If the satellite is stopped suddenly in its orbit and allowed to fall freely on the earth, then determine the speed with which it hits the earth's surface. 2 + 2

Ans. Let the velocity of the artificial satellite be v, then $v = \sqrt{\dfrac{GM}{Rth}}$

Where M = Mass of the earth

R = Radius of the earth

h = Height of the artificial satellite from the surface of the earth.

Let v_e is the escape velocity then

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

According to condition,

$$v = \frac{v_e}{2}$$

(i) Now, $v = \dfrac{v_e}{2}$

or, $\sqrt{\dfrac{GM}{Rth}} = \dfrac{1}{2}\sqrt{\dfrac{2GM}{R}}$

or, $\dfrac{GM}{Rth} = \dfrac{1}{4} \times \dfrac{2GM}{R}$

or, Rth = 2R

$\therefore \boxed{h = R}$

(ii) Let the speed of the satellite with which it hits the earth be V.

Now the total energy of the satellite when it is in orbit,

$$(E_T) = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{Rth}$$

$$= \frac{1}{2}m\frac{GM}{Rth} - \frac{GMm}{Rth}$$

$$= \frac{GMm}{2(Rth)} - \frac{GMm}{Rth}$$

$$= -\frac{GMm}{2(Rth)} \qquad \ldots(1)$$

The total energy of the satellite when it just hits the surface,

$$\left(E_T^{/}\right) = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{R} \qquad \ldots(2)$$

Now $E_T^{/} = E_T$

$$\text{Or, } \frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{R} = -\frac{GMm}{2(Rth)}$$

$$\text{Or, } \frac{mv^2}{2} = \frac{GMm}{R} - \frac{GMm}{Rth}$$

$$\text{Or, } v^2 = \frac{2GM}{R} - \frac{2GM}{Rth}$$

$$= 2GM\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{Rth}\right)$$

$$= 2GM\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{2R}\right), \; h = R$$

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

$$\therefore v = \sqrt{\frac{GM}{R}}.$$

c) Show that in an adiabatic expansion, work done (W) by an ideal gas is $W = \frac{R}{1-\gamma}\left[T_2 - T_1\right]$ where temperature of the gas changes from T_1 to T_2. 4

Ans. We know that the work done 'dw' for expansion of a gas by an amount dv is given by

$$dw = p\,dv$$

In case of adiabatic expansion of ideal gas $pv^\gamma = K$ (say)

$$\text{or, } \quad P = \frac{K}{v^\gamma}$$

$$\text{so } dw = \frac{K}{v^\gamma}dv$$

$$\therefore dw \int_{v_1}^{v_2} \frac{K}{v^\gamma}dv$$

$$= \frac{K}{1-\gamma}\left[\frac{1}{v_2^{\gamma-1}} - \frac{1}{v_1^{\gamma-1}}\right]$$

$$= \frac{1}{1-\gamma}\left[\frac{Kv_2}{v_2^{\gamma}} - \frac{Kv_1}{v_1^{\gamma}}\right]$$

$$= \frac{1}{1-\gamma}\left[P_2 v_2 - P_1 v_1\right]$$

$$= \frac{R}{1-\gamma}\left[T_2 - T_1\right]$$

d) which property of wave shows that sound wave is longitudinal ? Calculate the value of Young's modulus of steel if its density is 7.8 gm/cm^3 and if sound travels in it with a velocity of 5200 m/S. 1 + 3

Ans. Sound waves can propagate through liquid and gas medium like longitudinal waves. Polarisation of sound waves is not possible. Polarisation takes place only in case of transverse wave. So sound wave is longitudinal wave.

Velocity of sound wave through a rod or through a wire is give by,

$$v = \sqrt{\frac{y}{\rho}}$$

where v = velocity of sound wave

= 5200 m/S

= 520000 cm/S

ρ = density of the material

= 7.8 gm/cm^3

y = young modulus of the steel wire which has to be determined.

Now $520000 = \sqrt{\frac{y}{7.8}}$

Or $\frac{y}{7.8} = 52 \times 52 \times 10^8$

$\therefore$ y = $7.7 \times 52 \times 52 \times 10^8$

= 21091.2×10^8

= 2.1×10^{12} dyne/cm^2.

e) Two capacitor of capacitences C_1 = 2μF and C_2 = 8μF are connected in series and the resulting combination is connected across 300 volt. Calculate the charge, potential difference and energy stored in capacitor separately. 4

Ans. c_1 = 2μF, c_2 = 8μF

v = 300 volt. The two capacitors are connected in series.

Let the potential difference, charge and energy stored in the two given capacitors are v_1, q_1 E_1 and v_2, q_2, E_2 respectively. Since they are connected in series, so $q_1 = q_2 = q$ (say).

Now, $v_1 = \frac{q}{c_1}$ and $v_2 = \frac{q}{c_2}$

$$v = 300 \text{ volt} = \frac{q}{c_1} + \frac{q}{c_2}$$

$$= q\left(\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2}\right)$$

$$= q\left(\frac{1}{2\mu F} + \frac{1}{8\mu F}\right)$$

$$= q\left(\frac{1}{2 \times 10^{-6}} + \frac{1}{8 \times 10^{-6}}\right)$$

$$= q \times 10^6 \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{8}\right)$$

$$= 10^6 q \times \frac{5}{8}$$

$$\therefore = \frac{8}{5} \times \frac{300}{100}$$

$= 480 \times 10^{-6}$ coul

$= 480\ \mu$ coul

So, $v_1 = \frac{q}{c_1} = \frac{480\ \mu \text{ coul}}{2\mu F} = 240$ volt

$$v_2 = \frac{q}{c_2} = \frac{480\ \mu \text{ coul}}{8\mu F} = 60 \text{ volt}$$

$$E_1 = \frac{1}{2} q\, v_1 = \frac{1}{2} \times 480 \times 10^{-6} \times 240$$

$= 57600 \times 10^{-6}$ Joule.

$= 0.0576$ Joule

$$E_2 = \frac{1}{2} q\, v_2 = \frac{1}{2} \times 480 \times 10^{-6} \times 60$$

$= 0.0144$ Joule.

f) i) Define magnetic moment of a magnet. What is its unit ? 1 + 1

Ans. Combination of two isolated, equal and opposite magnetic poles separated by a small distance constitute a magnetic dipole. The product of pole strength (qm) and length (L) of dipole is called magnetic moment (M)

$$\therefore \vec{M} = q_m\vec{L}$$

In S.I. system its unit is Am^2.

ii) If a bar magnet of length L and magnetic moment M is bent into the form of a semicircle then find its magnetic moment. 2

Ans. Let the pole strength of the bar–magnet be q_m. So $M = q_m L$.

Now d be the diameter of the semicircle, then $L = \pi r = \pi\frac{d}{2}$

$$\text{Or } d = \frac{2L}{\pi}$$

In new condition, the magnetic moment $= q_m d$

$$= q_m \times \frac{2L}{\pi}$$

$$= \frac{2}{\pi}q_m L$$

$$= \frac{2M}{\pi}.$$

g) State Mosby's law. State two importance of Mosby's law. 2+2

Ans. Mosby's law states that the square root of the frequency of any particular spectral line is proportional to the atomic number of the target element i.e. $\sqrt{\nu}\alpha(z-b)$.

<u>Two importance of Mosby's Law</u>

(i) Properties of an element do not depend upon it's atomic weight but upon it's atomic number. So atomic number is the fundamental quantity of an element.

(ii) A straight line graph between $\sqrt{\nu}$ and z indicates that atomic number increases regularly from one element to next element. Hence in the periodic table the elements should be arranged in the order of increasing atomic number.

<u>**Group – D**</u>

4.a) i) Show that the fundamental frequency of an open pipe is twice that of a closed pipe if they are of same length.

Ans.

One closed pipe and one open pipe both the same length 'L' are taken for consideration. Formation of fundamental tone in both cases are shown in the 'above fig'. For closed pipe frequency of the fundamental tone is given by,

$$n_o = \frac{v}{\lambda_o} = \frac{v}{4L} \quad \ldots(i)$$

and for open pipe that is given by

$$n_o' = \frac{v}{\lambda_o'} = \frac{v}{2L} \quad \ldots(ii)$$

$$= 2 \times \frac{v}{4L}$$

$$= 2 \times n_o$$

$$\boxed{n_o' = 2n_o}$$

i.e. the fundamental frequency of an open pipe is twice that of a closed pipe if they are same length.

ii) What are beats ?

Ans. Periodic variations of the intensity of wave resulting from the superposition of two waves of slightly different frequencies is known as the phenomenon of beats.

iii) The frequency of a tuning fork is 256 Hz and sound travels to a distance of 40m. While the fork executes 32 vibrations. Find the wave length of the note emitted by the form. 2 + 2 + 2

Ans. For 32 vibrations the distance traversed by sound wave is 40m. So the distance traversed by sound wave for 256 vibrations is $\frac{40}{32}\times 256$

= 320 meter.

$\therefore$ v = velocity of the wave

= 320 m/S.

$$\therefore \lambda \frac{320}{256} = \frac{5}{4} = 1.25\text{m}.$$

b) i) State Biot–Savart Law.

Ans. According to Biot–Savart's Law, the magnetic field $d\vec{B}$ at a point whose position vector $\vec{r}$ with respect to a current element $\overrightarrow{d\ell}$ of a wire carrying current I, is given by

$$d\vec{B} = \frac{\mu_o I}{4\pi}\left(\frac{\overrightarrow{d\ell}\times\vec{r}}{r^3}\right)$$

ii) By using this law find the magnetic induction B at a distance 'd' from an infinitely long straight conductor carrying current I. 2 + 4

Ans. Consider an element xy of a long straight conductor AB carrying current I in the direction from A to B. Let P be the observation point at a distance x from the centre of the element.

PM = r = normal distance of the point from the wire.

According Biot–Savart's Law

dB = magnetic intensity at P due the element xy

$$= \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{I\,d\ell\sin\theta}{x^2} \qquad \sin\theta = \sin(\pi/2-\alpha) = \cos\alpha$$

$$= \frac{\mu_o}{4\pi}\times\frac{I\,r\sec^2\alpha d\alpha\cos\alpha}{\frac{r^2}{\cos^2\alpha}} \qquad \text{from } \Delta\text{ O }\mu\rho$$

$$= \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{I}{r}\cos\alpha\, d\alpha \qquad \cos\alpha = \frac{r}{x}$$

$$= \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{I}{r}\cos\alpha\, d\alpha \qquad x = \frac{r}{\cos\alpha}$$

$$\tan\alpha = \frac{\ell}{r}$$

$$\ell = r\tan\alpha$$

$$d\ell = r\sec^2\alpha\, d\alpha.$$

$$\therefore B = \int_0^B dB = \frac{\mu_o I}{4\pi r} \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \cos\alpha \, d\alpha$$

$$= \frac{\mu_o}{4\pi r}\left(\sin\alpha_2 - \sin\alpha_1\right)$$

Model Question Physics – 4

বিভাগ - ক

১। **নিম্মলিখিত প্রশ্নগুলির এককথায় বা একটি বাক্যে উত্তর দাও। (বিকল্প প্রশ্নগুলি লক্ষ্যণীয়)**

1 x 10 = 10

(a) ভর অপরিবর্ত্তিত থেকে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ হঠাৎ $\frac{1}{n}$ অংশ হলে দিনরাত্রির দৈর্ঘ কত হবে?

(সঠিক উত্তর নির্বাচন কর)

(i) $\frac{24}{n}$ ঘন্টা, (ii) $\frac{24}{n^2}$ ঘন্টা, (iii) $\frac{24}{n^3}$ ঘন্টা, (iv) $\sqrt{\frac{24}{n^2}}$ ঘন্টা

উত্তরঃ আমরা জানি,

$I_1w_1 = I_2w_2$ $\left[w = \frac{2\pi}{T} \ \& \ I = \frac{2MR^2}{5}\right]$

$$\Rightarrow \frac{2}{5}MR^2w_1 = \frac{2}{5}M\left(\frac{R}{n}\right)^2.w_2$$

$$\Rightarrow w_2 = n^2w_1$$

$$\Rightarrow \frac{2\pi}{T_2} = n^2\frac{2\pi}{T_1}$$

$T_2 = \frac{T_1}{n^2}$ এখন, $T_1 = 24$ ঘন্টা ; $T_2 = ?$

$$\therefore T_2 = \frac{24}{n^2} \text{ ঘন্টা}$$

$\therefore$ ভর অপরিবর্তিত থেকে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ হঠাৎ $\frac{1}{n}a$ অংশ হলে দিনরাত্রির দৈর্ঘ্য হবে $\frac{24}{n^2}$ ঘন্টা।

অথবা, টর্ক T এর ক্ষেত্রে কোন সম্পর্কটি সঠিক ?

(i) $\vec{T} = \vec{r} \times \vec{F}$ (ii) T = F x r (iii) $\vec{T} = \vec{r}.\vec{F}$ (iv) $\vec{T} = rF\cos\theta$

উত্তরঃ টর্ক T এর ক্ষেত্রে $\vec{T} = \vec{r} \times \vec{F}$ সম্পর্কটি সঠিক।

(b) পৃথিবীর পৃষ্ঠের ওপর যে কোনো বিন্দুতে মহাকর্ষীয় প্রাবল্যের মান হল --

(i) g (ii) g/2 (iii) g/3 (iv) 2g

উত্তরঃ পৃথিবী পৃষ্ঠের উপর যে কোনো বিন্দুতে মহাকর্ষীয় প্রাবল্যের মান হল g ।

অথবা, পৃথিবীপৃষ্ঠে মুক্তিবেগ v_e, যে গ্রহর ভর ও ব্যাসার্ধ উভয়ই পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধের 5 গুণ সেই্ গ্রহের মুক্তিবেগ ---

(i) $5v_e$ (ii) $\frac{v_e}{5}$ (iii) $25v_e$ (iv) v_e

উত্তরঃ যেকোনো গ্রহের $g = \frac{GM}{R^2}$

$\therefore$ পৃথিবীর ক্ষেত্রে, $g_e = \frac{GM_e}{R_e^2}$

এবং প্রশ্নে উল্লিখিত গ্রহের ক্ষেত্রে, $g = \frac{G \times 5M_e}{(5R_e)^2} = \frac{1}{5} \cdot \frac{GM_e}{R_e^2} = \frac{g_e}{5}$

$\therefore v_e = \sqrt{2g_e R_e}$

& $v_e' = \sqrt{2gR} = \sqrt{2 \cdot \frac{g_e}{5} \cdot 5R_e} = \sqrt{2g_e R_e} = v_e$

$\therefore$ পৃথিবী পৃষ্ঠে মুক্তিবেগ v_e, যে গ্রহের ভর ও ব্যাসার্ধ উভয়ই পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধের 5 গুণ সেই গ্রহের মুক্তিবেগ $-v_e$ ।

(c) তরঙ্গের কোন ধর্ম প্রমাণ করে যে শব্দতরঙ্গ অণুদৈর্ঘ্য ?

উত্তরঃ তরঙ্গের সমবর্তন (polarisation) ধর্ম প্রমান করে যে শব্দ তরঙ্গ অনুদৈর্ঘ্য। অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের সমবর্তন হয় না। যেহেতু শব্দ তরঙ্গের সমবর্তন হয় না তাই ইহা অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।

(d) 'λ' তরঙ্গদৈর্ঘ্যের দুটি একবর্ণী আলোক তরঙ্গের মধ্যে গঠনমূলক ব্যতিচারের জন্য প্রয়োজনীয় পথ পার্থক্য হল (i) $n\lambda$ (ii) $(2n+1)\frac{a}{2}$ (iii) $(2n-1)\frac{a}{2}$ (iv) $(2n+1)\frac{a}{4}$

উত্তরঃ λ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের দুটি একবর্ণী আলোকতরঙ্গের মধ্যে গঠনমূলক ব্যতিচারের প্রয়োজনীয় পথপার্থক্য হল $n\lambda$.

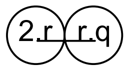
অথবা, তরঙ্গমূখ-এর সংজ্ঞা দাও ।

উত্তরঃ কোনো উৎস থেকে আলো ছড়িয়ে পড়ার সময় উৎস থেকে সমদুরবর্তী বিন্দুগুলির পথপার্থক্য ও দশাপার্থক্য একই হয়। এদের সমদশা সম্পন্ন বিন্দু বলে। ঐ সমদশাসম্পন্ন বিন্দুগুলির সঞ্চারপথকে তরঙ্গমুখ (wavefront) বলে।

(e) 'r' ব্যাসার্ধের দুটি আহিত ও অন্তরিত গোলককে প্রত্যেকটিকে q আধানে আহিত করে পরস্পরের

সংস্পর্শে রাখলে, বিকর্ষণ বলের মান হবে (i) শূণ্য, (ii) অসীম, (iii) $\frac{1}{4\pi\in_0}\frac{q^2}{r^0}$ (iv) $\frac{1}{8\pi\in_0}\frac{q^2}{r^2}$

উত্তরঃ $\leftarrow 2r \rightarrow$



$$\therefore F = \frac{1}{4\pi\in_0}.\frac{q.q}{(2r)^2} = \frac{1}{16\pi\in_0}.\frac{q^2}{r^2}$$

r ব্যাসার্ধের দুটি আহিত ও অন্তরিত গোলককে প্রত্যেকটিকে q আধানে আহিত করে

পরস্পরের সংস্পর্শে রাখলে, বিকর্ষণ বলের মান হবে $\frac{1}{16\pi\in_0}.\frac{q^2}{r^2}$.

অথবা, আহিত পরিবাহীর আধান ধরে রাখার জন্য তার আকার কিরূপ হওয়া দরকার ?

উত্তরঃ আহিত পরিবাহীর আধান ধরে রাখার জন্য তার বাইরের তলের ক্ষেত্রফল বেশি হওয়া দরকার। কারন পরিবাহীর আধান তার বাইরের তলে অবস্থান করে।

(f) কুলম্ব / ভোল্ট কোন প্রাকৃতিক রাশির একক ?

উত্তরঃ $c = \frac{q}{v} =$ কুলম্ব / ভোল্ট

$\therefore$ কুলম্ব / ভোল্ট ধারকত্বের একক।

(g) একটি গ্যালভানোমিটারকে অ্যামিমিটারে রূপান্তরিত করতে হলে এর সঙ্গে যোগ করতে হয়

(i) শ্রেণিতে নিম্ন রোধ (ii) শ্রেণিতে উচ্চ রোধ, (iii) সমান্তরাল নিম্ন রোধ .

(iv) সমান্তরাল উচ্চ রোধ।

উত্তরঃ একটি গ্যালভানোমিটারকে অ্যামিমিটারে রূপান্তরিত করতে হলে এর সঙ্গে যোগ করতে হয় সমান্তরাল নিম্নরোধ।

(h) পরিবর্তী প্রবাহের r.m.s. মান ও শীর্ষমানের অনুপাত কত ?

উত্তরঃ পরিবর্তী প্রবাহের r.m.s. মান = শীর্ষমান / $\sqrt{2}$

$\therefore$ r.m.s. মান : শীর্ষমান = 1 : $\sqrt{2}$

$\therefore$ পরিবর্তী প্রবাহের r.m.s. মান ও শীর্ষমানের অনুপাত 1 : $\sqrt{2}$ ।

(i) $(1.101)_2$ এর দশমিক মান নির্ণয় কর।

উত্তরঃ $1.101 = 1 \times 2^0 + (1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3})$

$$= 1+\frac{1}{2}+\frac{1}{8} = 1 + 0.5 + 0.125$$

$$= 1.625.$$

$(1.101)_2 = (1.625)_{10}$

অথবা, $(11.375)_{10}$ সংখ্যাটির বাইনারি মান নির্ণয় কর।

উত্তরঃ $(11.375)_{10}$

এখন,

2 11		
2 5	–1	
2 2	–1	$(11)_{10} = (1011)_2$
1	– 0	

এখন,

.375 x 2 = 0.750	– 0	
0.750 x 2 = 1.500	– 1	$(.375)_{10} = (.011)_2$
0.500 x 2 = 1.000	–1	

$\therefore\ (11.375)_{10} = (1011.011)_2$

(j) হাইড্রোজেন পরমাণুর চতুর্থ কক্ষের ইলেকট্রনের শক্তি দ্বিতীয়কক্ষের শক্তির কতগুণ ?

উত্তরঃ আমরা জানি,

$$E_n = \frac{me^4}{8 \in_0^2 n^2 h^2}$$

এখন,

$$E_2 = -\frac{me^4}{8 \in_0^2 (2)^2 h^2} 2$$

এবং $$E_4 = -\frac{me^4}{8 \in_0^2 (4)^2 h^2}$$

$$\frac{E_4}{E_2} = \frac{\dfrac{me^4}{8 \in_0^2 (4)^2 h^2}}{\dfrac{me^4}{8 \in_0^2 (2)^2 h^2}} = \frac{1}{4} 2$$

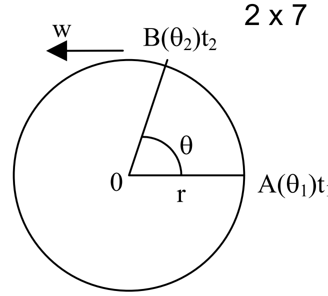
$$\therefore E_4 = \frac{E_2}{4}.$$

অথবা, λ কম্পাঙ্কের একটি ফোটনের ভরবেগ হল (i) $\frac{h\lambda}{c}$ (ii) $\frac{h\gamma}{C^2}$ (iii) $\frac{hc}{\lambda}$ (iv) h.

উত্তরঃ λ কম্পাঙ্কের একটি ফোটন কণার ভরবেগ হল $\frac{h\lambda}{c}$

<u>বিভাগ - খ</u>

২। **নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলির উত্তর দাও ঃ** 2 x 7



(a) রৈখিক বেগ ও কৌনিক বেগের সম্পর্কটি নির্ণয় করো।

উত্তরঃ চিত্র হইতে বোঝা যায়

কৌণিক বেগ $w = \frac{\theta_2 - \theta_1}{t_2 - t_1} = \frac{\theta}{t}$

$t = t_2 - t_1$ সময়ে বস্তুকণা কর্তৃক অতিক্রান্ত দুরত্ব $S = AB$ চাপের দৈর্ঘ্য

এখন, $\theta = \frac{S}{r}$

$\therefore w = \frac{S}{rt}$

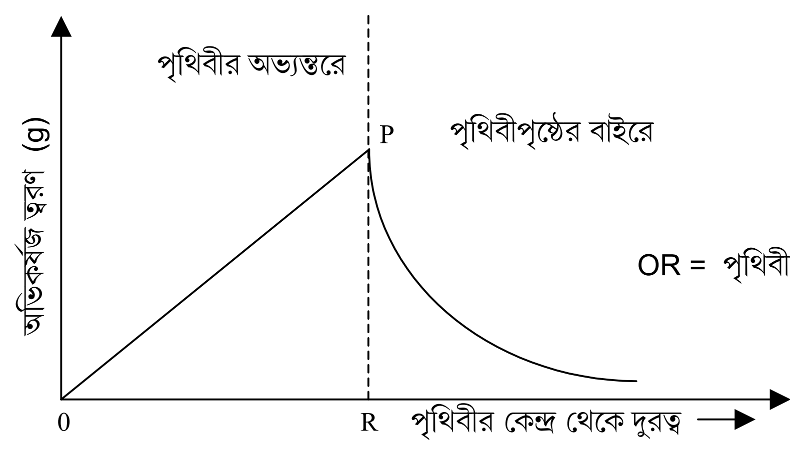
আবার রৈখিক বেগ $v = \frac{S}{t}$

$\therefore w = \frac{v}{r} \therefore v = rw$

$\therefore$ রৈখিক বেগ = কৌণিক বেগ x কক্ষপথের ব্যাসার্ধ।

(b) পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে পৃথিবীপৃষ্ঠের বাহিরে h উচ্চতা পর্যন্ত h এর সাথে g এর পরিবর্তনের লেখচিত্র অঙ্কন কর।

উত্তরঃ



উপরের লেখচিত্রটি পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে দুরত্বের সঙ্গে g এর পরিবর্তন দেখানো হয়েছে। ভূ-পৃষ্ঠের অভ্যন্তরে g-এর মান দুরত্বের সাথে সমানুপাতে বাড়ে। পৃথিবী পৃষ্ঠের বাইরে g -এর মান উচ্চতা বাড়ার সাথে সাথে কমতে থাকে। পৃথিবীপৃষ্ঠে g-এর মান সর্বোচ্চ হয়।

(c) কঠিন ও তরলের ক্ষেত্রে একটি আপেক্ষিক তাপ থাকলেও গ্যাসের ক্ষেত্রে কেন দুটি আপেক্ষিক তাপ থাকে ?

উত্তরঃ গ্যাসের চাপ ও আয়তন তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল। যখন কোনো নির্দিষ্ট পরিমান গ্যাসকে উত্তপ্ত করা হয় তখন তার তাপমাত্রা বৃদ্ধির সঙ্গে আয়তন (v) ও (P) দুইই বৃদ্ধি পায়। নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসকে আয়তন স্থির রেখে তাপ প্রয়োগে তার তাপমাত্রা বৃদ্ধি করা যায় আবার চাপ স্থির রেখে তাপ প্রয়োগে গ্যাসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি করা যায়। এই কারনে গ্যাসের দুই প্রকার আপেক্ষিক তাপ। কঠিন ও তরলের ক্ষেত্রে এইরকম না হওয়ার জন্য ইহাদের একপ্রকার আপেক্ষিক তাপ। গ্যাসের দুই-প্রকার আপেক্ষিক তাপ হল --

(i) স্থির আয়তনে আপেক্ষিক তাপ (C_v)

(ii) স্থির চাপে আপেক্ষিক তাপ (C_P)

অথবা, সমোষ্ণ ও রূদ্ধতাপ প্রক্রিয়ার পার্থক্য লেখ ।

উত্তরঃ

সমোষ্ণ	রূদ্ধতাপ
গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তি একই থাকে উষ্ণতার পরিবর্তন হয় না।	গ্যাসের আভ্যন্তরীণ শক্তি ও উষ্ণতা একই থাকে না।
মোট শক্তির পরিবর্তন হয়।	মোট শক্তি অপরিবর্তিত থাকে ।
বয়েলের সূত্র $pv = K$ প্রযোজ্য	রূদ্ধতাপ সমীকরণ $pv^r = K$
প্রক্রিয়াটি মন্থর গতি সম্পন্ন ।	প্রক্রিয়াটি দ্রুত গতি সম্পন্ন ।

(d) ভালো বজ্র নিবারকের প্রয়োজনীয় গুণগুলি কি কি ?

উত্তরঃ ভালো বজ্রবহের নিম্নলিখিত গুণ গুলি থাকা দরকার --

(i) দন্ডটি যেন নিরবিচ্ছিন্ন হয় মাটিতে গভীরভাবে পোঁতা থাকে ।

(ii) তড়িৎমোক্ষণের ফলে যে তাপ সৃষ্টি হয় তাতে যেন দন্ডটি গলে না যায়।

(iii) দন্ডের উপরের প্রান্তে সূচিমুখের সংখ্যা বেশি থাকলে ভালো হয়।

(e) মূলবিন্দুর সাপেক্ষে (a, o) ও (o, a) বিন্দুদ্বয়ে যথাক্রমে q ও q আধান আছে। (a,a) বিন্দুতে প্রাবল্যের মান কত ?

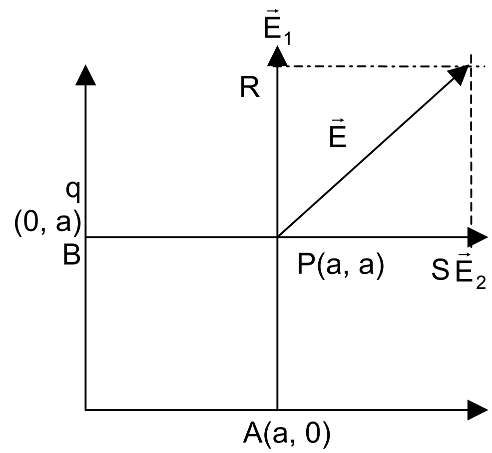
উত্তরঃ A বিন্দুতে অবস্থিত আধানের জন্য P বিন্দুতে প্রাবল্য

$$\vec{E}_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}.\frac{q}{a^2},\ \text{PR বরাবর}$$

$$\vec{E}_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}.\frac{q}{a^2},\ \text{PS বরাবর}$$

$\therefore$ P বিন্দুতে লব্ধি প্রাবল্য $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

$$\therefore E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}.\frac{\sqrt{2}.q}{a^2}.$$

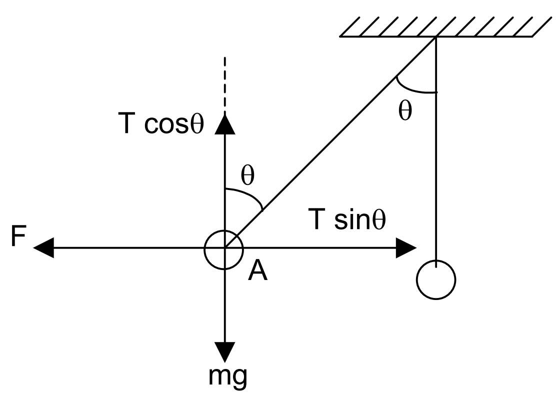


অথবা, m ভরের বস্তুতে q আধান দেওয়া হল। একটি L দৈর্ঘ্যের সুতার সাহায্যে ঝুলিয়ে একে অনুভূমিক তড়িৎ ক্ষেত্র E তে স্থাপন করলে এটি উল্লম্ব রেখার সাথে কত কোণ করবে ?

উত্তরঃ চিত্র থেকে বোঝা যায়,

$T\cos\theta = mg$ …(1)

$T\sin\theta = F$ … (2)



উপরোক্ত সমীকরণ দুটি থেকে পাই,

$$\frac{T\sin\theta}{T\cos\theta} = \frac{F}{mg}$$

$$\Rightarrow \tan\theta = \frac{q \times E}{mg}$$

[$\therefore$ বল F = q x E]

$$\therefore \theta = \tan^{-1}\frac{qE}{mg}$$

(f) পরিবাহীর ধারকত্ব কি কি বিষয়ের ওপর নির্ভরশীল ?

উত্তরঃ পরিবাহীর ধারকত্ব নিম্নলিখিত বিষয়গুলির উপর নির্ভর করে --

(i) পরিবাহীর আকার বা বিস্তার ঃ- বৃহদায়তন পরিবাহীর ক্ষেত্রে বিভব কম হওয়ায় ধারকত্ব বেশি হয়।

(ii) নিকটবর্তী স্থানে ভূ-সংলগ্ন পরিবাহীর উপস্থিতি ঃ-

কোনো আহিত পরিবাহীর নিকটবর্তী স্থানে অন্য পরিবাহীর উপস্থিতির (ভূ-সংলগ্ন) জন্য বিভব কমে যায় ফলে তার ধারকত্ব বৃদ্ধি পায়।

(iii) পারিপার্শ্বিক মাধ্যমের প্রকৃতি ঃ-

পরিবাহীর নিকটে কোনো পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যম থাকলে তার ধারকত্ব বাড়ে।

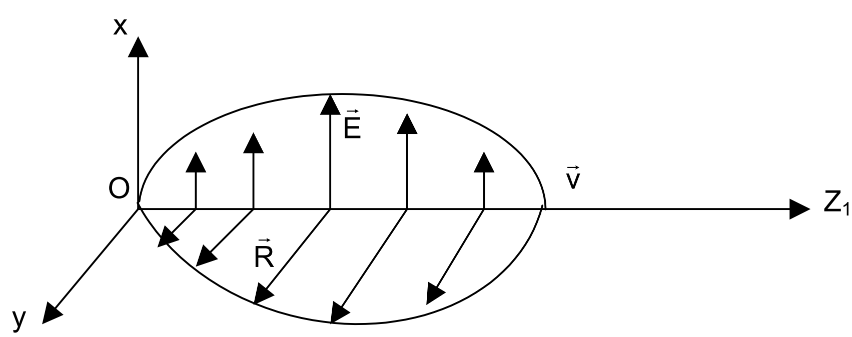
অথবা, ধারকত্বের সাপেক্ষে পরাবৈদ্যতিক ধ্রুবকের সংজ্ঞা দাও ।

উত্তরঃ ধারকের দুই পরিবাহী পাতের মধ্যবর্তী মাধ্যমকে পরাবিদ্যুৎ (dielectric) বলা হয়। কোনো ধারকের পরিবাহী পাত দুটির মধ্যে বায়ুর পরিবর্তে কোনো অন্তরক পদার্থ থাকলে ধারকত্ব যতগুণ বৃদ্ধি পায় তাকে ঐ অন্তরকের অর্থাৎ পরাবিদ্যুতের পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক বলা হয়।

$$\therefore \text{ কোনো অন্তরকের পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক} = \frac{\text{ঐ অন্তরক মাধ্যম নিয়ে ধারকের ধারকত্ব}}{\text{বায়ু মাধ্যম নিয়ে ধারকের ধারকত্ব}}$$

(g) একটি চিত্রের সাহায্যে তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গের তড়িৎক্ষেত্র, চৌম্বকক্ষেত্র ও বিস্তারের দিক নির্দেশ কর।

উত্তরঃ



চৌম্বকক্ষেত্র $\vec{B}$, y-অক্ষের দিকে

এবং তড়িৎক্ষেত্র $\vec{E}$, x-অক্ষের দিকে কম্পিত হলে তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গের বিস্তারের বেগ ($\vec{v}$) Z_1 অক্ষের অভিমুখে থাকবে।

<u>বিভাগ - গ</u>

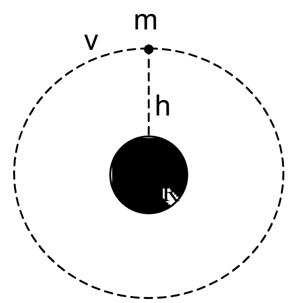
৩। **নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলির উত্তর দাও (বিকল্প প্রশ্নগুলি লক্ষ্য কর)** 4 x 11

(a) পৃথিবীর ভর M ও ব্যাসার্ধ R হলে পৃথিবীপৃষ্ঠ থেকে ... উচ্চতায় বৃত্তাকার পথে প্রদক্ষিণরত কোনো কৃত্রিম উপগ্রহের ক্ষেত্রে দেখাও যে উহার পর্যায়কাল ভরের উপর নির্ভর করেনা। উপগ্রহটি ভূসমলয় উপগ্রহ হলে h এর মান নির্ণয় কর যখন $g = 9.8\ m/s^2$, R = 6400 Km. 2+2

উত্তরঃ পৃথিবীর ভর M এবং উহার ব্যাসার্ধ R এবং h উচ্চতায় একটি কৃত্রিম উপগ্রহ ধরা যাক v বেগে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করছে। এখন কৃত্রিম উপগ্রহটি ঘোরার জন্য প্রয়োজনীয় অভিকেন্দ্র বল মহাকর্ষ বল থেকে পাই।

ধরি, উপগ্রহটির ভর m

এবং $r = R + h$



$$\therefore \text{ অভিকেন্দ্র বল } = \frac{mv^2}{r}$$

$$\text{এবং মহাকর্ষ বল } = \frac{GMm}{r^2}$$

$$\therefore \frac{mv^2}{r} = \frac{GMm}{r^2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

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

$$\text{আবার প্রদক্ষিণকাল } T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi(R+h)}{\sqrt{\frac{GM}{R+h}}}$$

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

$$= \frac{2\pi(R+h)^{3/2}}{\sqrt{gR^2}} \qquad \ldots(1)$$

এখন যদি h<<R হয়, তাহলে

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

সুতরাং প্রদক্ষিণ কাল উহার ভরের উপর নির্ভর করে না।

উপরের 1 নং সমীকরণ থেকে পাই --

$$(R+h)^3 = \frac{9R^2T^2}{4\pi^2} \Rightarrow R+h = \left(\frac{gR^2T^2}{4\pi^2}\right)^{1/3}$$

এখানে T = 24 ঘন্টা = 24 x 60 x 60 sec.

R = 6400 km, g = 9.8 m/S^2

$\therefore$(R + h) = 4.24 x 10^7 m

= 42400 km.

$\therefore$ h = 42400 – 6400 = 36000 km.

$\therefore$ ভূসমলয় উপগ্রহের ক্ষেত্রে h = 36000 km.

অথবা, মহাকর্ষীয় বিভব কাকে বলে ? M ভরের বস্তুকণা থেকে r দুরত্বে বিভব নির্ণয় কর । 1+3

উত্তরঃ একক ভরের কোন বস্তুকে অসীম দূরত্ব থেকে মহাকর্ষ ক্ষেত্রের কোন বিন্দুতে আনার জন্য কোন বহিঃস্থ এজেন্টকে যে পরিমান কার্য করতে হয়, তাকে ওই বিন্দুর মহাকর্ষীয় বিভব বলা হয়।

M ভরের কোন বস্তুর r দূরত্বে বিভবঃ

এক্ষেত্রে মহাকর্ষীয় প্রাবল্য $f = \frac{GM}{r^2}$

যেখানে G $\rightarrow$ মহাকর্ষীয় ধ্রুবক।

এখন $f = \frac{GM}{r^2}$ একক ভরের ওপর ক্রিয়াশীল মহাকর্ষীয় বল। একক ভরটির dr

সরণ হলে বহিস্থ এজেন্ট দ্বারা কৃতকার্য $= -\vec{f}.\vec{dr} = -(-fdr) = fdr$

যেহেতু $\vec{f}$ এবং $\vec{dr}$ বিপরীত মুখী তাই $\vec{f}.\vec{dr} = -fdr$ বস্তুটির অসীম দূরত্ব থেকে r দূরত্বে আনতে কৃতকার্য করতে হবে

$$= \int_{\alpha}^{r} fdr = \int_{\alpha}^{r} \frac{GM}{r^2}dr = GM\int_{\alpha}^{r}\frac{dr}{r^2} = GM\left[-\frac{1}{r}\right]_{\alpha}^{r}$$

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

$\therefore$ M ভরের বস্তু কণার r দূরত্বে বিভব $= -\frac{GM}{r}$

(b) তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রটি বিবৃত কর। 0^oC উষ্ণতার একখন্ড বরফকে উপর থেকে মাটিতে ফেলা হল। এর শক্তির 50% তাপশক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে বরফটিকে গলিয়ে দিল। বরফখন্ডটিকে কত উচ্চতা থেকে ফেলা হয়েছিল ? 2 + 2

উত্তরঃ <u>তাপগতি বিদ্যার প্রথম সূত্র</u> ঃ-

তাপগতি বিদ্যার প্রথম সূত্রানুযায়ী, কোন সংস্থাকে তাপ দিলে ওই তাপ দুভাবে কাজ করে -- (i) ওই তাপের কিছু অংশ সংস্থাটির অভ্যন্তরীণ শক্তি বাড়ায় এবং (ii) বাকি অংশের সাহায্যে সংস্থাটি কিছু বাহ্যিক কাজ (external work) সম্পন্ন করে।

অর্থাৎ

প্রদত্ত তাপ = অভ্যন্তরীণ শক্তি বৃদ্ধি + বাহ্যিক কাজ ।

উল্লিখিত সংস্থাটিতে অবশ্যই পরিপার্শ্ব থেকে তাপীয়ভাবে বিচ্ছিন্ন হতে হবে।

মনেকরি বরফ খন্ডের ভর = m এবং h উষ্ণতা থেকে ফেলা হল ।

$\therefore$ মোট কৃতকার্য = mgh

$\therefore$ বরফ গলনের জন্য তাপ $= \frac{mgh}{J} \times \frac{1}{2}$

যেখানে J হল তাপের যান্ত্রিক তুলাঙ্ক। আবার m বরফ গলনের জন্য প্রয়োজনীয় তাপ = ml [যেখানে L হল লীন তাপ]

$$\therefore \frac{mgh}{J} \times \frac{1}{2} = mL$$

$$\Rightarrow h = \frac{2LJ}{g} = \frac{2 \times 80 \times (4.2 \times 10^7)}{980}$$

= 68.57 কিলোমিটার ।

$\therefore$ বরফখন্ডটিকে 68.57 কিলোমিটার উষ্ণতা থেকে ফেলা হয়েছিল।

অথবা, দেখাও যে রুদ্ধতাপ লেখর নতিমাত্রা সমোষ্ণ লেখর নতিমাত্রা অপেক্ষা γ গুণ বেশি। অক্সিজেনের স্থির আয়তনের আঃ তাপ $0.155\ Cal/g^oc^{-1}$ এর স্থির চাপে আপেক্ষিক তাপ নির্ণয় করো। অক্সিজেনের আণবিক ওজন 32 সর্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক $2cal.Mole\ ^oC^{-1}$ । 2 + 2

উত্তরঃ সমোষ্ণ এবং রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ায় গ্যাসের চাপ P এবং আয়তন v -এর মধ্যে সম্পর্ক দুটি হল যথাক্রমে

$Pv =$ ধ্রুবক …(1)

$Pv^{\gamma} =$ ধ্রুবক …(2)

$$\text{যেখানে } \nu = \frac{\text{স্থির চাপে গ্যাসের মোলার আপেক্ষিক তাপ}}{\text{স্থির আয়তনে গ্যাসের মোলার আপেক্ষিক তাপ}}$$

1 নং সমীকরণকে অবকলন করে পাই

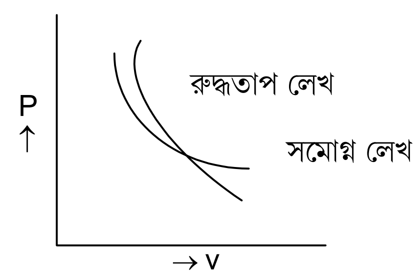
$$pdv + vdp = 0 \Rightarrow \frac{dp}{dv} = -\frac{p}{v}$$ সমোষ্ণ লেখের নীতি।

2 নং কে অবকলন করে পাই --

$$\gamma p v^{\gamma-1} dv + v^{\gamma} dp = 0 \Rightarrow \frac{dp}{dv} = -\frac{\gamma p}{v}$$ = রুদ্ধতাপ লেখের নীতি

অতএব, কোন বিন্দুতে রুদ্ধতাপ লেখের নীতি =

γ x ঐ বিন্দুতে সমোষ্ণ লেখের নীতি।



স্থির আয়তনে অক্সিজেনের মোলার আঃ তাপ --

$C_v = M \times C_v = 32 \times 0.155 = 4.96$ ক্যালোরি / মোল ^{o}C

$\therefore$ স্থিরচাপে অক্সিজেনের মোলার আপেক্ষিক তাপ,

$C_p = C_v + R = 4.96 + 2 = 6.96$ ক্যালোরি / মোল ^{o}C

$\therefore$ স্থিরচাপে অক্সিজেনের আপেক্ষিক তাপ

$$C_p = \frac{C_p}{M} = \frac{6.96}{32} = 0.2175$$ ক্যালোরি / গ্রাম ^{o}C

(c) প্রমাণ করো যে : TK উষ্ণতায় M আণবিক গুরুত্ব বিশিষ্ট গ্যাস অণুগুলির গড় বর্গবেগের বর্গমূলের মান (r.m.s.), $C = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$ । হিলিয়ামের ঘনত্ব 0.178 gm/lit হলে

প্রমাণ চাপ ও উষ্ণতায় হিলিয়াম অণুর গড় বর্গবেগের বর্গমূল কত হবে ? 2 + 2

উত্তরঃ ধরা যাক 1 গ্রাম অণু কোন গ্যাসের চাপ p, আয়তন v, পরম তাপমাত্রা T এবং অ্যাভোগাড্রো সংখ্যা N

আবার, গতিতত্বানুযায়ী চাপ $(p) = \frac{1}{3}mnc^2$ [m = একটি অণুর ভর

n একক আয়তনে অণুর সংখ্যা $= \frac{N}{v}$]

$\therefore\ p = \frac{1}{3}m\ \frac{N}{v}c^2$ [যেখানে $c^2 = c^2rms$]

$\Rightarrow pv = \frac{1}{3}mNC^2$ ...(1)

$\therefore$ আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ অনুযায়ী

$pv = RT$ ...(2) $R \rightarrow$ সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক

এখন 1 ও 2 নং সমীকরণ হতে পাই

$$\frac{1}{3}mNc^2 = RT$$

$$\Rightarrow \frac{1}{3}Mc^2 = RT \quad ...(3)$$ [M = mN = 1 গ্রাম অণু গ্যাসের ভর]

$$\therefore\ c^2 = \frac{3RT}{M} \Rightarrow c = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$ (প্রমানিত)

আমরা জানি, $C_{rms} = \sqrt{\frac{3P}{D}}$

যেখানে C_{rms} = অণুর গড় বর্গবেগের বর্গমূল

P = চাপ

D = গ্যাসের ঘনত্ব

এখন, P = 76 x 13.6 x 980 ডাইন / বর্গ সেমি

D = 0.178 gm/lit = 0.000178 gm/c.c.

$$\therefore\ C_{rms} = \sqrt{\frac{3 \times 76 \times 13.6 \times 980}{0.000178}} \text{ cm/sec.}$$

$$= \sqrt{\frac{3038784}{0.000178}}$$

$= 1.306 \times 10^5$ cm/S.

অথবা, উষ্ণতা বৃদ্ধি করলে এবং গ্যাসর ঘনত্ব বাড়ালে কোনো আদর্শগ্যাসের অণুগুলির গড় বর্গবেগের বর্গমূল কীভাবে পরিবর্ত্তিত হবে ? যেকোনো গ্যাসের উষ্ণতা 77^oC থেকে 277^oC করা হলে গ্যাস অণুগুলির গতিশক্তি শতকরা কত বৃদ্ধি পাবে ? 2+2

উত্তরঃ আদর্শ গ্যাসের চাপ P, ঘনত্ব D এবং গ্যাসের অণুর গড় বর্গবেগের বর্গমূল C হলে আমরা জানি

$$C = \sqrt{\frac{3P}{D}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$ (M = গ্যাসের আণবিক ভর)

এখন সমীকরণ থেকে বলা যায়

যেহেতু $C \propto \sqrt{T}$

সেইহেতু উষ্ণতা বৃদ্ধি করলে গ্যাস অণুগুলির rms বেগ বৃদ্ধি পাবে।

এবং যেহেতু $C \propto \frac{1}{\sqrt{D}}$

সেইহেতু গ্যাসের ঘনত্ব বাড়ালে গ্যাস অণুগুলির rms বেগ কমে যাবে।

আমরা জানি গ্যাসের অণুর গড় গতিশক্তি

$E = \frac{3}{2}KT$ যেখানে K = বোল্‌জম্যান ধ্রুবক

T = পরম তাপমাত্রা

এখন $E|_{T=77^oC} = \frac{3}{2}K(273+77) = \frac{3}{2}K \times 350$

এবং $E|_{\sigma=277^oC} = \frac{3}{2}K(273+277) = \frac{3}{2}K \times 550$

$\therefore$ গতিশক্তির বৃদ্ধি $= \frac{3}{2}K(500-350)$

$= \frac{3}{2}K \times 200$

$$\therefore \% \text{ বৃদ্ধি} = \frac{\frac{3}{2}K \times 200}{\frac{3}{2}K \times 200} \times 100\% = 57.14\% \text{ (প্রায়)}$$

(d) গ্যাস মাধ্যমে শব্দের গতিবেগ সংক্রান্ত নিউটনের সূত্রটি লেখ। পরীক্ষালব্ধ ফলের সঙ্গে এই সূত্রটি মেলেনা কেন ? সূত্রটিকে কীভাবে সংশোধন করা হয় ? 1+1+2

উত্তরঃ <u>শব্দের গতিবেগ সংক্রান্ত নিউটনের সূত্র</u> ঃ-

নিউটনের সূত্রানুসারে যদি মাধ্যমের স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক E হয় এবং মাধ্যমের ঘনত্ব D হয়, তাহলে ঐ মাধ্যমে শব্দের গতিবেগ v হলে লেখা যায়

$$v = \sqrt{\frac{E}{D}}.$$

বিজ্ঞানী নিউটন ধরে নেন যে বাতাসে শব্দ যাওয়ার সময় সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় বিস্তার লাভ করে। এর ওপর ভিত্তি করেই দেখানো যায় মাধ্যমের আয়তন বিকৃতি গুণাঙ্ক (K = E) মাধ্যমের চাপের (P) সমান।

কিন্তু শব্দ যাওয়ার সময় সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় বিস্তার লাভ করে না। তাই পরীক্ষা লব্ধ মানের সঙ্গে এই সূত্রটি মেলে না।

<u>নিউটন সূত্রের সংশোধন</u> ঃ-

বিজ্ঞানী ল্যাপলাস এই সূত্রের সংশোধন করেছিলেন। তিনি বলেন শব্দ গ্যাসের মাধ্যমে যাওয়ার সময় স্তরের ঘনীভবন ও তনুভবন দ্রুত ঘটে। অর্থাৎ শব্দের বিস্তার সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় না হয়ে রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ায় ঘটে। এখন রুদ্ধতাপ সমীকরণ $Pv^{\gamma} =$ ধ্রুবক প্রয়োগ করে দেখানো যায় গ্যাসের আয়তন বিকৃতি গুণাঙ্ক $(K) = \gamma\rho$

যেখানে $\gamma = \frac{C_p}{C_v} =$ রুদ্ধতাপ ধ্রুবক।

$\therefore$ গ্যাস মাধ্যমে শব্দের গতিবেগ সংক্রান্ত সংশোধিত সমীকরণটি হল $v = \sqrt{\frac{\gamma\rho}{D}}$

এটি ল্যাপলাসের সমীকরণ মানে পরিচিত।

(f) দ্বিমেরু ভ্রামক কাকে বলে ? একটি তড়িৎ দ্বিমেরুর লম্ব দ্বিখন্ডকের ওপর কোনো বিন্দুতে প্রাবল্যের রাশিমালা নির্ণয় কর । 1+3

উত্তরঃ দুটি সমপরিমান কিন্তু বিপরীত তড়িৎআধান (+q, −q) পরস্পরের খুব কাছাকাছি থাকলে তাকে তড়িৎ দ্বিমেরু বলে। এই তড়িৎদ্বিমেরুর শক্তি তড়িৎআধানের মান ও দূরত্বের গুণফল দ্বারা প্রকাশ করা হয়। একে দ্বিমেরু ভ্রামক বলে।

দ্বিমেরু অক্ষ $AB = (=2\ell)$ এর লম্ব সমাদ্বিখন্ডকের

ওপর P একটি বিন্দু যখন $OP = r$.

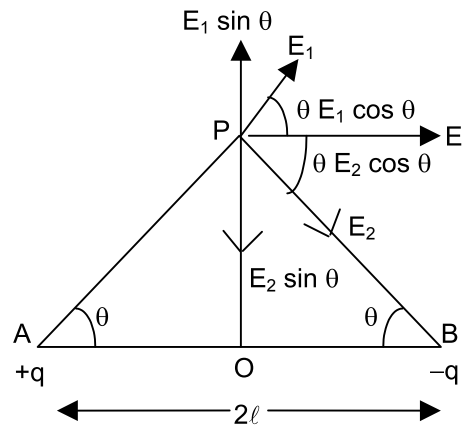
+q আধানের জন্য P বিন্দুতে প্রাবল্য,

$$E_1 = \frac{1}{4\pi \in_o} \frac{q}{(AP)^2}, \overrightarrow{AP} \text{ অভিমুখী}$$

–q আধানের জন্য P বিন্দুতে প্রাবল্য

$$E_2 = \frac{1}{4\pi \in_o} \cdot \frac{q}{(PB)^2}, \overrightarrow{PB} \text{ অভিমুখী}$$

এখানে AP = BP বলে $E_1 = E_2$ হবে।



মনে করি $\angle PAB = \angle PBA = \theta$ তাহলে প্রাবল্য E_1 এর অনুভূমিক $E_1 \sin\theta$ উপাংশ এবং উলম্ব উপাংশ $E_1 \cos\theta$ আবার E_2 এর অনুভূমিক উপাংশ $E_2 \cos\theta$ এবং উলম্ব উপাংশ $E_2 \sin\theta$. $E_1 \sin\theta$ ও $E_2 \sin\theta$ একে অপরকে প্রশমিত করবে। অর্থাৎ P বিন্দুতে লব্ধ প্রাবল্য হবে।

$$E = E_1 \cos\theta + E_2 \cos\theta = 2E_1 \cos\theta \; [\because E_1 = E_2]$$

$$= \frac{2}{4\pi \in_o} \cdot \frac{q}{(AP)^2} \times \frac{AO}{AP} \quad [\because \cos = \frac{AO}{AP}]$$

$$\therefore E = \frac{2}{4\pi \in_o} \cdot \frac{q \times \ell}{(AP)^3} = \frac{2q\ell}{4\pi \in_o} \cdot \frac{1}{(r^2 + \ell^2)^{3/2}} \quad \left[\because AP = \sqrt{p^2 + \ell^2}\right]$$

$$= \frac{M}{4\pi \in_o} \times \frac{1}{\left(r^2 + \ell^2\right)^{3/2}}$$

এর অভিমুখ $\overline{AB}$ এর সমান্তরাল।

$$= \frac{M}{4\pi \in_o r^3}$$ (যখন P বিন্দুর অবস্থান দূরবর্তী অর্থাৎ $r >> \ell$)

অথবা, গাউসের উপপাদ্য বিবৃত কর। এই সূত্র প্রয়োগে অসীম দৈর্ঘ্যের ঋজু পরিবাহীর জন্য কোনো বিন্দুতে প্রাবল্য নির্ণয় কর। 1+3

উত্তরঃ C.G.S. এ গাউসের উপপাদ্য ঃ

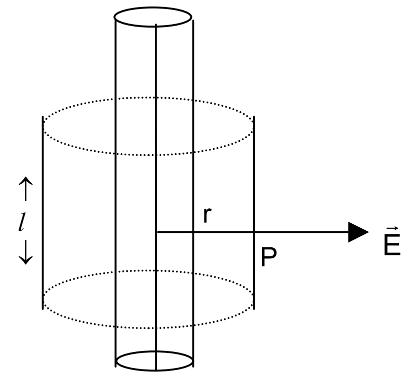
কোনো বদ্ধতলের মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত অভিলম্ব তড়িৎআবেশ ওই তলের অভ্যন্তরে অবস্থিত মোট তড়িৎ আধানের 4π গুণ। গাণিতিক রূপে উপপাদ্যটি হল,

$\int K \vec{E} \cdot \overrightarrow{dS} = 4\pi q$ এখানে q হল ঐ তল কর্তৃক বেষ্টিত মোট আধানের পরিমান।

SI তে গাউসের উপপাদ্যের রূপ

$$\int \vec{E}.d\vec{S} = \frac{q}{\epsilon_o} r$$

একটি অসীম দৈর্ঘ্যের ঋজু তার নেওয়া হল । তারটি সুষমভাবে আহিত এবং মনে করি ভারটির একক দৈর্ঘ্যের আধান λ esu/cu



তারটির অক্ষ থেকে r দূরত্বে P বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য নির্ণয় করার জন্য একটি কাল্পনিক গাউসিয়াম তল কল্পনা করা হল যেটি একটি সমাক্ষীয় তার যার ব্যাসার্ধ r ও দৈর্ঘ্য l

এখন এই তলের জন্য গাউসের উপপাদ্যটি,

$$\int_S \vec{E}.\overrightarrow{dS} = \frac{1}{\epsilon_o}.\lambda\ell$$

যেখানে $\lambda\ell$ হল সম্পূর্ণ বদ্ধ আধান।

যেহেতু এক্ষেত্রে তড়িৎবলরেখা ব্যাসার্ধ বরাবার কাজ করে সেহেতু

$$\int \vec{E}.\overrightarrow{dS} = E\int dS = E.2\pi r\ell$$

আবার $\int \vec{E}.\overrightarrow{dS} = \frac{\lambda\ell}{\epsilon_o}$

$$\Rightarrow E.2\pi r\ell = \frac{\lambda\ell}{\epsilon_o}$$

$$\therefore E = \frac{1}{4\pi\epsilon_o}.\frac{2\lambda}{r}$$

ভেক্টরিয় রূপে,

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_o}.\frac{2\lambda}{r}\hat{r}$$

(g) তড়িৎ প্রবাহের তাপীয় ফল সংক্রান্ত জুল সূত্র প্রতিষ্ঠা করো। r অভ্যন্তরীণ রোধের একটি ব্যাটারির সঙ্গে পরপর r_1 ও r_2 রোধের দুটি তার যুক্ত করা হল। দুটি তারে একই সময়ে একই তাপ উৎপন্ন হলে প্রমাণ কর, $r = \sqrt{r_1 r_2}$ 2+2

উত্তরঃ তড়িৎ প্রবাহের তাপীয় ফল সংক্রান্ত জুলের সূত্রাবলী হল,

প্রথম সূত্র ঃ- কোনো স্থির রোধের পরিবাহীর মধ্য দিয়ে নির্দিষ্ট সময় ধরে তড়িৎ প্রবাহিত হলে, পরিবাহীতে উৎপন্ন তাপ প্রবাহমাত্রার বর্গের সমানুপাতিক।

অর্থাৎ $H \alpha I^2$ যখন R ও t ধ্রুবক।

দ্বিতীয় সূত্র ঃ- কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে নির্দিষ্ট সময় ধরে স্থির মানের তড়িৎপ্রবাহ গেলে, পরিবাহীতে উৎপন্ন তাপ ও রোধের সমানুপাতিক।

অর্থাৎ $H \alpha R$ যখন I ও t ধ্রুবক।

তৃতীয় সূত্র ঃ- কোনো স্থির রোধের পরিবাহীর মধ্য দিয়ে স্থির মানের তড়িৎপ্রবাহ গেলে, পরিবাহীতে উৎপন্ন তাপ সময়ের সমানুপাত।

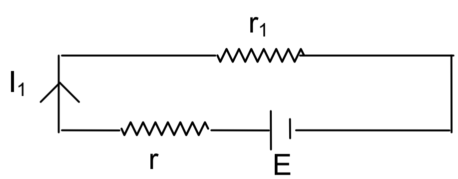
অর্থাৎ, $H \alpha t$ যখন I ও R ধ্রুবক।

এখন তিনটি সূত্র থেকে পাই,

$H \alpha I^2 R t$ যখন I, R ও t প্রত্যেকেই পরিবর্তনশীল।

$\Rightarrow H = KI^2Rt$ [K = ধ্রুবক]

প্রথম সংযোগের ক্ষেত্রে ঃ-



প্রবাহমাত্রা $I_1 = \frac{E}{r + r_1}$

$\therefore$ r_1 রোধে t সময়ে উৎপন্ন তাপ, $H_1 = \frac{I_1^2 r_1 t}{J} = \frac{E^2 r_1 t}{(r + r_1)^2 J}$

অনুরূপ ভাবে r_2 রোধের ক্ষেত্রে,

$$H_2 = \frac{E^2 r_2 t}{(r + r_2)^2 . J}$$

প্রশ্নানুসারে,

$$H_1 = H_2$$

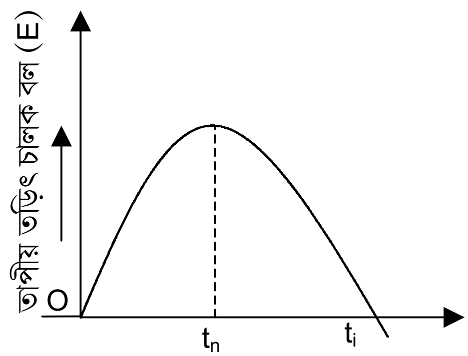
$$\frac{E^2 r_1 t}{(r + r_1)^2 J} = \frac{E^2 r_2 t}{(r + r_1)^2 J}$$

$$\Rightarrow r_1(r + r_2)^2 = r_2(r+r_1)^2$$

$$\Rightarrow r_1 r^2 + 2r_1 r r_2 + r_1 r_2^2 = r_2 r^2 + 2r r_1 r_2 + r_2 r_1^2$$
$$\Rightarrow r_1 r^2 + r_1 r_2^2 = r_2 r^2 + r_2 r_1^2$$
$$\Rightarrow r^2 (r_1 - r_2) = r_1 r_2 (r_1 - r_2)$$
$$\therefore r = \sqrt{r_1 r_2}$$

অথবা, কোনো তাপযুগ্মের ক্ষেত্রে তাপমাত্রা তড়িচ্চালক বলের মধ্যেকার সম্পর্কটির লেখচিত্র দেখাও। লেখচিত্রে উৎক্রম তাপমাত্রা ও নিরপেক্ষ তাপমাত্রা নির্দেশ কর। পেলটিয়ার ক্রিয়া কাকে বলে ? জুলক্রিয়া প্রত্যাবর্ত্তক কিন্তু পেলটিয়ার ক্রিয়া প্রত্যাবর্ত্তক নয় কেন ? 2+2

উত্তরঃ



উষ্ণ সংযোগস্থলের উষ্ণতা (t)

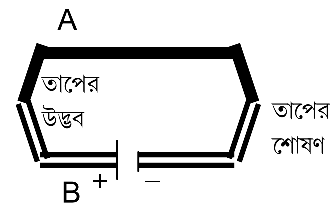
কোনো একটি তাপযুগ্মের শীতল সংযোগস্থলের উষ্ণতা 0°C -এ স্থির রেখে উষ্ণ সংযোগস্থলের উষ্ণতা (t) ক্রমাগত বাড়ালে, t-এর সঙ্গে তাপীয় তড়িৎচালক বল (E) এর পরিবর্তন উপরিউক্ত চিত্রের ন্যায় হয়।

চিত্রে প্রদর্শিত t_n উষ্ণতায় E সর্বোচ্চ মানে পৌঁছায়। এই উষ্ণতাকে নিরপেক্ষ উষ্ণতা (Neutral temperature) বলে।

এরপর উষ্ণতা আরও বাড়লে E-এর মান ক্রমশ কমতে থাকে এবং উষ্ণতার একটি নির্দিষ্ট মানে একসময় তা শূণ্য হয়। এই উষ্ণতাকে উৎক্রম উষ্ণতা (Inversion temperature) বলে যা চিত্রে t_i দ্বারা প্রদর্শিত হয়েছে।

পেলটিয়ার ক্রিয়া ঃ-

দুটি ভিন্ন ধাতুর দন্ড বা তারের প্রান্তগুলিকে যুক্ত করে তৈরী বদ্ধ বর্তনীর বা তাপযুগ্মের মধ্য দিয়ে তড়িৎপ্রবাহ পাঠালে, প্রবাহের অভিমুখ অনুসারে একটি সংযোগস্থলে তাপ উদ্ভূত হয় এবং অপর সংযোগস্থলে তাপ শোষিত হয়। অর্থাৎ সংযোগস্থল দুটির মধ্যে উষ্ণতার পার্থক্য সৃষ্টি হয়। এই ঘটনাকে পেলটিয়ার ক্রিয়া বলা হয়। চিত্রে প্রদর্শিত ... তাপযুগ্ম নিয়ে বর্তনীকে একটি ব্যাটারির সঙ্গে যোগ করা হয়েছে।



জুল ক্রিয়া অপ্রত্যাবর্তন কারণ তড়িৎপ্রবাহের অভিমুখ বিপরীতমুখী করলেও তাপীয় ফল একই থাকে। কিন্তু পেলটিয়ার ক্রিয়া প্রত্যাবর্তক কারণ তড়িৎপ্রবাহের অভিমুখ বিপরীত করলে বর্তনীর সংযোগস্থল দুটির তাপীয়ফল বিপরীত মুখী হয়ে যায়।

(h) তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ সংক্রান্ত ফ্যারাডের সূত্রগুলি বিবৃত কর। 220 volt D.C. অপেক্ষা 220 volt A.C. বেশি বিপজ্জনক কেন ? 1+3

উত্তরঃ তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ সংক্রান্ত সূত্রগুলি হল -

(i) কোনো কুন্ডলীর সঙ্গে জড়িত চৌম্বক প্রবাহের পরিবর্তন হলে ঐ কুন্ডলীতে একটি তড়িৎচালক বল আবিষ্ট হয়। চৌম্বক প্রবাহের পরিবর্তন যতক্ষণ হবে আবিষ্ট তড়িৎচালক বলও ততক্ষণ থাকবে।

(ii) কোনো কুন্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎচালক বলের মান ওর সঙ্গে জড়িত চৌম্বক প্রবাহের পরিবর্তনের হারের সমানুপাতিক হয়।

অর্থাৎ আবিষ্ট তড়িৎচালক বল,

$$E \propto \frac{d\phi}{dt}$$ [ϕ চৌম্বক প্রবাহ]

220 volt D.C. থেকে সবসময় স্থির মানের 220 volt ভোল্টজ পাওয়া যায়। তাই 220 volt D.C. থেকে 220 volt ভোল্টেজের জন্য শক্‌পাওয়া যায়। কিন্তু 220 volt A.C. বলতে বোঝায় যে, পরিবর্তী ভোল্টেজের কার্যকর মান 220 volt এবং শীর্ষমান = 220 $\sqrt{2} \simeq$ 311 volt। তাই

220 volt A.C. ভোল্টেজের শীর্ষমান 311 volt হওয়ায়, এর দ্বারা যে শক্ পাওয়া যায় তা 311 volt D.C. ভোল্টেজের দ্বারা শক্-এর সমতুল্য। এই কারনে 220 volt D.C. অপেক্ষা 220 volt A.C. বেশি বিপজ্জনক।

অথবা, আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের অভিমুখ সংক্রান্ত লেঞ্জের সূত্রটি বিবৃত কর। দেখাও যে এই সূত্রটি শক্তির সংরক্ষণ সূত্র থেকে পাওয়া যায়। 1 + 3

উত্তরঃ লেঞ্জের সূত্র থেকে তড়িৎচুম্বকীয় আবেশের ফলে আবিষ্ট তড়িৎচালক বলের অভিমুখ এবং আবিষ্ট তড়িৎপ্রবাহের অভিমুখ জানা যায় ---

কোনো তড়িৎবর্তনীতে আবিষ্ট তড়িৎচালক বলের অভিমুখ এমন হয় যাতে ঐ তড়িৎচালক বল সর্বদা তার নিজের সৃষ্টির কারনকে অর্থাৎ চৌম্বক প্রবাহের পরিবর্তনকে বাধা দেয়।

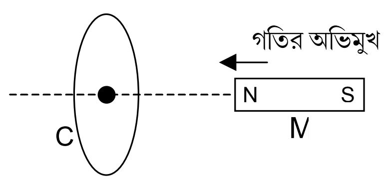
ফ্যারাডের সূত্র থেকে পাওয়া যায়, SI এককে dt সময়ে N– পাক বিশিষ্ট কোনো কুন্ডলীর সংশ্লিষ্ট চৌম্বকপ্রবাহের পরিবর্তন $d\phi$ হলে আবিষ্ট তড়িৎচালক বলের মান

$$|E| = N\frac{d\phi}{dt}$$

ফ্যারাডের সূত্রের সঙ্গে লেঞ্জের সূত্র মিলিত করলে পাওয়া যায়,

$$E = -N\frac{d\phi}{dt}$$

<u>শক্তি সংরক্ষণ সূত্র থেকে লেঞ্জের সূত্রের প্রতিষ্ঠা</u> ঃ- তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ সম্বন্ধীয় লেঞ্জের সূত্রটি যে শক্তির সংরক্ষণ সূত্র থেকে পাওয়া যায় তা একটি পরীক্ষার মাধ্যমে বলা যেতে পারে। মনে করা যাক



একটি দন্ডচুম্বক M-এর উত্তর মেরুকে একটি বদ্ধ পরিবাহী কুন্ডলী C-র অক্ষ বরাবর কুন্ডলীটির দিকে সরানো হচ্ছে। এর ফলে কুন্ডলীতে তড়িৎচালক বল আবিষ্ট হবে এবং তড়িৎপ্রবাহের সৃষ্টি হবে অর্থাৎ তড়িৎশক্তির সৃষ্টি হবে। শক্তির সংরক্ষণ সূত্রানুসারে, অন্য কোনো শক্তির রূপান্তরের মাধ্যমেই তড়িৎশক্তি পাওয়া যেতে পারে। অর্থাৎ, এর জন্য অবশ্যই কিছু পরিমান ধনাত্মক বাহ্যিক কার্য করতে

হয়। আবার, বলের বিরুদ্ধে কৃতকার্য হল ধনাত্মক, সুতরাং, M চুম্বকটিকে গতিশীল রাখতে অবশ্যই একটি বিপরীতমুখী বলের বিরুদ্ধে কার্য করতে হবে। কুন্ডলীর আবিষ্ট প্রবাহই এই বিরুদ্ধ বলের উৎস। স্পষ্টত, কুন্ডলীতে প্রবাহ বামাবর্তী হলে তবেই কুন্ডলীর সামনের তলে N-মেরু গঠিত হবে এবং দন্ডচুম্বকের সম্মুখ গতিকে বাধা দেবে।

আবার, দন্ডচুম্বকের S -মেরু কুন্ডলীর দিকে গতিশীল হলে প্রবাহ দক্ষিণাবর্তী হবে। এইভাবে শক্তির সংরক্ষণ সূত্র থেকে লেঞ্জের সূত্র পাওয়া যায়।

(i) পরিবর্তী প্রবাহের বৈশিষ্ট্য কি ? কোনো পরিবর্তী প্রবাহমাত্রা $i = I_0 \sin\left(220\pi t - \frac{\pi}{5}\right)$amp. দ্বারা প্রকাশিত হলে উহার কম্পাঙ্ক ও r.m.s. প্রবাহমাত্রা নির্ণয় করো। 2 + 2

উত্তরঃ পরিবর্তী প্রবাহের বৈশিষ্ট্য --

(a) পরিবর্তী প্রবাহমাত্রা সময়ের সঙ্গে পর্যায়ক্রমে অভিমুখ পরিবর্তন করে।

(b) একটি নির্দিষ্ট সময় অন্তর একটি নির্দিষ্ট পরিবর্তন চক্রের মধ্য দিয়ে পরিবর্তী প্রবাহ অতিক্রান্ত হয়।

(c) পরিবর্তী প্রবাহমাত্রার সময়ের সাথে পরিবর্তন sinusoidal হয়।

অর্থাৎ $i = I_o \text{Sin } wt$ —— এইভাবে লেখা যায়।

(d) কোনো পরিবর্তী প্রবাহের কার্যকর মান তার r.m.s. মানের সঙ্গে সমান হয়। পরিবর্তী প্রবাহের শীর্ষমান I_o হলে কার্যকর মান

$$i_{eff} = \frac{I_o}{\sqrt{2}}$$

দেওয়া আছে, $i = I_o \text{Sin }(220\pi t - \frac{\pi}{5})$amp.

$\therefore w = 220\pi$ rad/s

$\therefore$ কম্পাঙ্ক, $f = \frac{w}{2\pi} = \frac{220\pi}{2\pi} = 110\text{Hz}.$

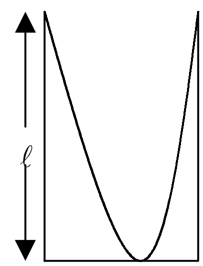
r.m.s. প্রবাহমাত্রা $= \frac{I_o}{\sqrt{2}} = 0.707\ I_o$ amp.

বিভাগ - ঘ

৪। **নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলির উত্তর দাওঃ**

(a) কোনো দুমুখ খোলা নলের মূলসুরের তীক্ষ্ণতা সমদৈর্ঘ্যের একমুখ খোলা নলের মূলসুরের তীক্ষ্ণতারএক অষ্টক উর্দ্ধে -- প্রমাণ কর। একমুখ বদ্ধনল অপেক্ষা খোলা নল নিঃসৃত শব্দ বেশি শ্রুতিমধুর হয় কেন ? 4+2

উত্তরঃ একমুখ খোলা নলের ক্ষেত্রে খোলামুখে সুস্পন্দ বিন্দু ও বদ্ধমুখে নিস্পন্দ বিন্দু উৎপন্ন হবে। এই ধরনের কম্পনের ফলে উৎপন্ন কম্পাঙ্ককে (n_1) মূলসুরের কম্পাঙ্ক বলা হয়।



নলটির দৈর্ঘ্য ℓ এবং উৎপন্ন স্থানুতরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ_1 হলে,

$$\ell = \frac{\lambda_1}{4}$$

or, $\lambda = 4\ell$

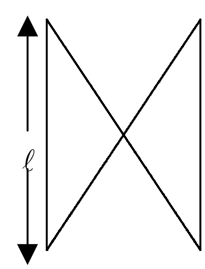
উৎপন্ন শব্দের গতিবেগ v হলে,

$$v = n_1\lambda_1$$

or, $n_1 \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{4\ell}$

এটিই একমুখ খোলা নলে বায়ুস্তম্ভের কম্পনের ফলে উৎপন্ন শব্দের মূলসুরের কম্পাঙ্ক।

দুমুখ খোলা নলের দুদিকের খোলামুখেই সুস্পন্দ বিন্দু ও নলের মধ্যবিন্দুতে নিস্পন্দ বিন্দু উৎপন্ন হবে। এই ধরনের কম্পনের ফলে উৎপন্ন কম্পাঙ্ককে (n_2) মূলসুরের কম্পাঙ্ক বলা হয়।



নলটির দৈর্ঘ্য ℓ (প্রশ্নানুসারে সমদৈর্ঘ্য) এবং উৎপন্ন স্থানুতরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ_2 হলে।

$$\ell = \frac{\lambda_2}{2}$$

or, $\lambda_2 = 2\ell$

উৎপন্ন শব্দের গতিবেগ v হলে,

$v = n_2\lambda_2$

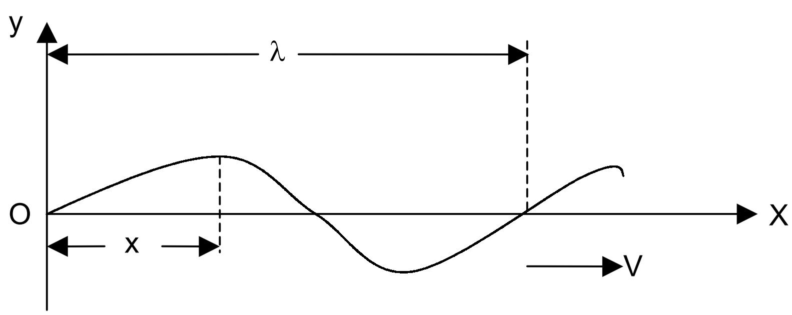
$$\text{or, } n_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{v}{2\ell} = 2n.$$

$\therefore$ দুমুখ খোলা নলের মূলসুরের তীক্ষ্ণতা সমদৈর্ঘ্যের একমুখ খোলা নলের মূলসুরের তীক্ষ্ণতার এক অষ্টক উর্দ্ধে (যেহেতু তীক্ষ্ণতা কম্পাঙ্কের উপর নির্ভরশীল)।

একমুখ বদ্ধ নলে বায়ুস্তম্ভের কম্পনের ফলে উৎপন্ন শব্দের মধ্যে মূলসুর ও তার কেবলমাত্র বিজোড় সমমেলগুলি (odd Harmonics) উপস্থিত থাকে। অপরপক্ষে দুমুখ খোলা নলে বায়ুস্তম্ভের কম্পনের ফলে উৎপন্ন শব্দের মূলসুর এবং তার জোড় ও বিজোড় সমস্ত সমমেলগুলিই উপস্থিত থাকে। অর্থাৎ দুমুখ খোলা নলের ক্ষেত্রে উপসুর বা সমমেলের সংখ্যা অপেক্ষাকৃত বেশি হয়। উপসুরের মধ্যে সমমেলের সংখ্যা বেশি হলে, উৎপন্ন স্বর অধিকতর সমৃদ্ধ ও শ্রুতিমধুর হয়। এখানে দ্বিতীয়ক্ষেত্রে উৎপন্ন শব্দের মধ্যে উপসুর বা প্রকৃতপক্ষে সমমেলের সংখ্যা বেশি থাকায়, দুমুখ খোলা নলে বায়ুস্তম্ভের কম্পনের ফলে উৎপন্ন শব্দ বেশি শ্রুতিমধুর হয়।

অথবা, ধনাত্মক x-অক্ষ বরাবর চলমান একটি জলতরঙ্গের সমীকরণ প্রতিষ্ঠা কর। একটি চলতরঙ্গের দৈর্ঘ্য 0.7m। তরঙ্গের ওপর দুটি বিন্দুর দশা পার্থক্য 45^o হলে বিন্দু দুইটির মধ্যে দূরত্ব কত ?

3 + 3



উত্তরঃ ধরি, কোনো একটি চলতরঙ্গ +ve X–অক্ষ বরাবর V -বেগে গতিশীল। মাধ্যমের কণাগুলি সরল দোলগতি সম্পন্ন করছে বলে, O বিন্দুতে অবস্থিত কোনো কণার গতির সমীকরণ হল

$$y = a \text{ Sin } wt$$

যেখানে, a = কণাটির কম্পনের বিস্তার

y = t -সময়ে পরে সাম্যবস্থান থেকে কণাটির সরণ

এবং w = কণাটির কৌণিক কম্পাঙ্ক।

এখন তরঙ্গটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ হলে। λ দূরত্বে অবস্থিত দুটি কণার দশার পার্থক্য হবে 2π ।

$\therefore$ পথ পার্থক্য হলে দশার পার্থক্য হবে, $\theta = \frac{2\pi x}{\lambda}$

সুতরাং যে কোনো মুহূর্ত t-তে x অবস্থানে কণাটির সরণ y হলে, চলতরঙ্গটির সমীকরণ হবে,

$$y = a \text{ Sin } (wt - \theta)$$

or, $$y = a \text{ Sin}\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi}{\lambda}x\right) \qquad [\therefore w = \frac{2\pi}{T}]$$

or, $$y = a \text{ Sin}\left(2\pi nt - \frac{2\pi}{\lambda}x\right) \qquad [\therefore n = \frac{1}{T}]$$

or, $$y = a \text{ Sin } (wt - Kx) \qquad [\therefore K = \frac{2\pi}{\lambda}]$$

ওপরের প্রত্যেকটিই +ve x-অক্ষ বরাবর গতিশীল চলতরঙ্গের সমীকরণ।

যে কোনো মুহূর্ত t-তে তরঙ্গটির উৎস থেকে যথাক্রমে x_1 এবং x_2 দূরত্বে অবস্থিত দুটি বিন্দুর দশা যথাক্রমে δ_1 এবং δ_2 হলে,

$$\delta_1 = \frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi}{\lambda}x_1 \qquad \text{এবং} \qquad \delta_2 = \frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi}{\lambda}x_2$$

$\therefore$ ঐ দুটি বিন্দুর দশা পার্থক্য = $\Delta\delta = \delta_1 - \delta_2 = \frac{2\pi}{\lambda}(x_2 - x_1) = \frac{2\pi}{\lambda}\Delta x$

দেওয়া আছে, λ = 0.7m এবং $\Delta\delta = 45^o = \frac{\pi}{4}$ radium.

$$\therefore \frac{\pi}{4} = \frac{2\pi}{0.7}\Delta x$$

$$\Rightarrow \Delta x = \frac{0.7}{8} m = \frac{0.7 \times 100}{8} cm = \frac{35}{5} cm$$

(b) বায়োসাভার্টের সূত্র লেখ। এই সূত্র প্রয়োগ করে একটি বৃত্তাকার তড়িৎবাহী কুন্ডলীর অক্ষের ওপর কোনো বিন্দুতে চৌম্বক প্রাবল্য নির্ণয় কর। লরেঞ্জ বলের গণিতিক রূপটি লেখ। 2+3+1

উত্তরঃ এই সূত্রানুসারে কোনো তড়িৎবাহী তারে $\overrightarrow{id\ell}$ তড়িৎপ্রবাহাংশের দরুন $\vec{r}$ দূরত্বে কোনো বিন্দুতে চৌম্বক ক্ষেত্র $\overrightarrow{dB}$-এর মান,

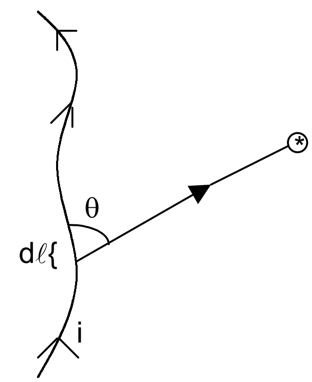
i) তড়িৎপ্রবাহাংশের সঙ্গে সমানুপাতিক।

ii) $d\ell$ থেকে আলোচ্য বিন্দু পর্যন্ত দূরত্ব r-এর

বর্গের ব্যস্তানুপাতিক।

iii) প্রবাহ অভিমুখী $d\ell$ এবং আলোচ্য বিন্দু অভিমুখী $\bar{r}$-এর মধ্যবর্তী কোন θ-র sine-এর সঙ্গে সমানুপাতিক।

অর্থাৎ তড়িৎবাহী তারটির $d\ell$ দৈর্ঘ্যের জন্য P বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্রের মান,



$$dB \propto \frac{i\, d\ell\, \text{Sin}\theta}{r^2}$$

$$\text{or, } dB = K\frac{i\, d\ell\, \text{Sin}\theta}{r^2}$$

ভেক্টররূপে প্রকাশ করলে

$$\overrightarrow{dB} = K\frac{i\,\overrightarrow{d\ell} \times \hat{r}}{r^2}$$

K একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক, যার মান পরীক্ষাধীন বিন্দুর পারিপার্শ্বিক মাধ্যমের প্রকৃতি এবং একক পদ্ধতির ওপর নির্ভর করে।

শূণ্য মাধ্যমে S.I. পদ্ধতিতে $K = \frac{\mu_o}{4\pi}$ যেখানে μ_o = শূণ্য মাধ্যমে চৌম্বক ভেদ্যতা।