পদার্থবিজ্ঞান

মডেল টেস্ট- ০১

বহুনির্বাচনি অভীক্ষা

উত্তর	১	N	২	N	৩	M	৪	K	৫	N	৬	M	৭	M	৮	K	৯	K	১০	M	১১	L	১২	M	১৩	K
	১৪	K	১৫	L	১৬	L	১৭	K	১৮	K	১৯	K	২০	M	২১	M	২২	N	২৩	K	২৪	M	২৫	L		

সৃজনশীল

প্রশ্ন ▸ ০১ একটি স্লাইড ক্যালিপার্সের সাহায্যে একটি ঘনকের একপৃষ্ঠের আয়তন পরিমাপে ঘনকের এক বাহুর দৈর্ঘ্য পরিমাপ করে পাওয়া গেল 6.48 cm. যেখানে প্রধান স্কেলের পাঠ 6.4 cm. ভার্নিয়ার স্কেলের 20 ঘর মূল স্কেলের 19 ঘরের সমান। দৈর্ঘ্য পরিমাপে 4% ত্রুটি বিদ্যমান।

ক. মৌলিক রাশি কাকে বলে? ১

খ. তারের ব্যাস পরিমাপে স্লাইড ক্যালিপার্স অপেক্ষা স্ক্রু-গজ অধিকতর গ্রহণযোগ্য– ব্যাখ্যা কর। ২

গ. ভার্নিয়ার সমপাতন নির্ণয় কর। ৩

ঘ. ঘনকের এক পৃষ্ঠের আয়তন পরিমাপে পরিমাপটি যথেষ্ট নির্ভরযোগ্য হবে কি-না– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[অধ্যায়-১ এর আলোকে]

১নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল রাশি স্বাধীন বা নিরপেক্ষ যেগুলো অন্য রাশির ওপর নির্ভরশীল নয় বরং অন্যান্য রাশি এদের ব্যবহার করে প্রকাশ করা যায় তাদেরকে মৌলিক রাশি বলে।

খ সাধারণত স্লাইড ক্যালিপার্সের ভার্নিয়ার ধ্রুবক 0.1 mm হয়ে থাকে। অর্থাৎ এর সাহায্যে সর্বনিম্ন 0.1 mm পর্যন্ত ক্ষুদ্র দৈর্ঘ্য পরিমাপ করা সম্ভব। অপরদিকে স্ক্রুগজের ন্যূনাঙ্ক 0.01 mm হয়, অর্থাৎ এই স্কেলে 0.01 mm পর্যন্ত দৈর্ঘ্য মাপা সম্ভব হতে পারে। তাই তারের ব্যাস পরিমাপের ক্ষেত্রে স্লাইড ক্যালিপার্স অপেক্ষা স্ক্রুগজ অধিকতর গ্রহণযোগ্য।

গ আমরা জানি,

$L = M + V \times VC$

বা, $6.48 = 6.4 + 5 \times 10^{-3}\ V$

বা, $V = \dfrac{6.48 - 6.4}{5 \times 10^{-3}}$

বা, $V = \dfrac{0.08}{5 \times 10^{-3}}$

$\therefore\ V = 16$

এখানে,
প্রধান স্কেল পাঠ, $M = 6.4$ cm
পরিমাপকৃত দৈর্ঘ্য, $L = 6.48$ cm
ভার্নিয়ার ধ্রুবক, $VC = 1 - \dfrac{19}{20}$ mm
$= 0.05$ mm
$= 5 \times 10^{-3}$ cm
ভার্নিয়ার সমপাতন, $V = ?$

অতএব ভার্নিয়ার সমপাতন 16.

ঘ উদ্দীপক হতে, ঘনকের একধারের দৈর্ঘ্য, $a = 6.48$ cm

দৈর্ঘ্য পরিমাপে আপেক্ষিক ত্রুটি 4% হলে,

চূড়ান্ত ত্রুটি $\Delta a = 6.48 \times \dfrac{4}{100} = 6.48 \times 0.04$
$= 0.2592$ cm

$\therefore$ ঘনকের দৈর্ঘ্য, $a = (6.48 \pm 0.2592)$ cm

ঘনকের দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ সমান হওয়ায় এক পৃষ্ঠের প্রকৃত ক্ষেত্রফল

$A = a^2 = (6.48)^2 = 41.9904\ cm^2$

ঘনকটির এক পৃষ্ঠের সর্বোচ্চ ক্ষেত্রফল, $A_{max} = (6.48 + 0.2592)^2\ cm^2$
$= (6.9392)\ cm^2$
$= 45.4168\ cm^2$

আবার ঘনকটির এক পৃষ্ঠের সর্বনিম্ন মান ক্ষেত্রফল,

$A_{min} = (6.48 - 0.2592)^2\ cm^2$
$= (6.2204)^2\ cm^2$
$= 38.6983\ cm^2$

এখন, সর্বোচ্চ ক্ষেত্রফলের ক্ষেত্রে চূড়ান্ত ত্রুটি,

$\Delta A = |A_{max} - A|$
$= |45.4168 - 41.9904|\ cm^2$
$= 3.4264\ cm^2$

আবার, সর্বনিম্ন ক্ষেত্রফলের ক্ষেত্রে চূড়ান্ত ত্রুটি,

$\Delta A = |A_{min} - A|$
$= |38.6983 - 41.9904|\ cm^2$
$= 3.2921\ cm^2$

সর্বোচ্চ মান বিবেচনায় চূড়ান্ত ত্রুটি, $\Delta A = 3.4264\ cm^2$

$\therefore$ ঘনকের এক পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল নির্ণয়ে আপেক্ষিক ত্রুটি $= \dfrac{\Delta A}{A}$
$= \dfrac{3.4264}{41.9904}$
$= 0.0816$

$\therefore$ শতকরা আপেক্ষিক ত্রুটি $= 0.0816 \times 100\% = 8.16\%$

সুতরাং ঘনকের এক পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল নির্ণয়ে নির্ভুলতার হার
$= (100 - 8.16)\%$
$= 91.84\%$

অতএব ঘনকটির এক পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল পরিমাপে পরিমাপটি যথেষ্ট নির্ভরযোগ্য হবে।

প্রশ্ন ▶ ০২ টেবিলে রাখা 500g ভরের একটি বইয়ের কার্যকরী বল 4.88N. মহাবিশ্বের দুটি ভিন্ন স্থান X ও Y এর ভরের অনুপাত, M : m = 81 : 1 এবং এদের ব্যাসার্ধের অনুপাত R : r = 4 : 1। এক্ষেত্রে $g_x = 9.8\ ms^{-2}$।

ক. মৌলিক বল কাকে বলে? ১
খ. ক্রিকেট খেলায় বোলার দৌড়ে বল করে কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. উদ্দীপকের ঘটনায় গতি ঘর্ষণ সহগ নির্ণয় কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের আলোকে কোন স্থানে বইটির ওজন কম হবে– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[অধ্যায়-৩ এর আলোকে]

২নং প্রশ্নের উত্তর

ক যেসব বল অন্য কোনো বল থেকে উৎপন্ন হয় না বরং অন্যান্য বল এসব বলের কোনো না কোনো রূপের প্রকাশ করে তাকে মৌলিক বল বলে।

খ ক্রিকেট খেলায় বোলার দৌড়ে বল করলে বলের গতি বৃদ্ধি পায়। বোলার যখন দৌড়ে আসে তখন তার মধ্যে গতি জড়তার সঞ্চার হয়। আর বোলার বল করার পূর্বে যখন দৌড়ে আসে তখন বোলার তার শরীরের গতি বলটির মধ্যে স্থানান্তরিত করে বলটি দ্রুতগতিতে নিক্ষেপ করতে সাহায্য করে। তাই ক্রিকেট খেলায় বোলার দৌড়ে বল করে।

গ উদ্দীপক হতে পাই,

ভর, $m = 0.5\ kg$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

প্রযুক্ত বল, $F = 7N$

কার্যকরী বল, $F_1 = 4.88N$

গতির ঘর্ষণ সহগ, $\mu = ?$

আমরা জানি,

ঘর্ষণ বল, $f = F - F'$

$= 7 - 4.88$

$= 2.12\ N$

আবার আমরা জানি,

$$\mu = \frac{f}{W} = \frac{f}{mg} = \frac{2.12}{0.58 \times 9.8} = 0.43\ \textbf{(Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক হতে,

X ও Y এর ভরের অনুপাত, M : m = 81 : 1

ব্যাসার্ধের অনুপাত, R : r = 4 : 1

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_x = 9.8\ ms^{-2}$

X অবস্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ

$$g_x = G\frac{M}{R^2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(i)$$

Y অবস্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$$g_y = G\frac{m}{r^2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(ii)$$

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

$$\frac{g_x}{g_y} = G\frac{M}{R^2} \times \frac{r^2}{G.\ m}$$

বা, $\frac{g_x}{g_y} = \frac{M}{m} \times \frac{r^2}{R^2}$

বা, $\frac{g_x}{g_y} = \frac{81}{1} \times \left(\frac{1}{4}\right)^2$ $\left\{\begin{array}{l}\because R : r = 4 : 1 \\ \therefore \frac{r}{R} = \frac{1}{4}\end{array}\right\}$

বা, $\frac{g_x}{g_y} = 5.0625$

বা, $g_y = \frac{g_x}{5.0625}$

বা, $g_y = \frac{9.8}{5.0625}$

$\therefore g_y = 1.936\ ms^{-2}$

X অবস্থানে বইটির ওজন,

$W_x = 0.5 \times 9.8$

$= 4.9\ N$

এবং Y অবস্থান বইটির ওজন, $W_y = 0.5 \times 1.936$

$= 0.968\ N$

যেহেতু $W_x > W_y$

সুতরাং Y স্থানে বইটির ওজন কম হবে।

প্রশ্ন ▶ ০৩ 800 kgm^{-3} ঘনত্বের কেরোসিন দ্বারা পূর্ণ একটি পাত্রের 50 g ভরের ও 4cm^3 আয়তনের একটি নিরেট বস্তুকে নিমজ্জিত করলে কিছু পরিমাণ কেরোসিন পাত্রের বাহিরে পড়ে যায়।

ক. পীড়ন কাকে বলে? ১
খ. সকল পদার্থের স্থিতিস্থাপকতা একই হয় না– ব্যাখ্যা কর। ২
গ. পাত্রের বাহিরে কত গ্রাম কেরোসিন পড়ে যায়? ৩
ঘ. কেরোসিনে বস্তুর হারানো ওজন বস্তু দ্বারা অপসারিত কেরোসিনের ওজনের সমান হবে কি না– গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

[অধ্যায়-৫ এর আলোকে]

৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক বাহ্যিক বলের প্রভাবে কোনো বস্তুর মধ্যে বিকৃতির সৃষ্টি হলে স্থিতিস্থাপকতার জন্য বস্তুর ভিতরে একটি প্রতিরোধ বলের উদ্ভব হয়। বস্তুর ভিতর একক ক্ষেত্রফলে লম্বভাবে উদ্ভূত এ প্রতিরোধকারী বলকে পীড়ন বলে।

খ পদার্থের স্থিতিস্থাপকতা নির্ভর করে তার অণুসমূহের মধ্যকার বন্ধনের উপর। ধাতব পদার্থে ক্রিয়াশীল ধাতব বন্ধন অত্যন্ত শক্তিশালী। তাই ধাতব খন্ডের সামান্য বিকৃতি ঘটাতে অনেক বেশি পীড়নের প্রয়োজন হয়, ফলে ধাতব পদার্থের স্থিতিস্থাপকতা ধর্মও অত্যন্ত বেশি। ধাতব পদার্থের চেয়ে অন্যান্য কঠিন পদার্থ কম স্থিতিস্থাপক হয় কেননা, এদের অণুসমূহের পারস্পরিক আকর্ষণ বল, ধাতব বন্ধনে ক্রিয়াশীল বল অপেক্ষা দুর্বল হয়। আবার তরল পদার্থের অণুসমূহের মধ্যে আকর্ষণ বল, ধাতু তথা কঠিন পদার্থের চেয়ে অনেক কম এবং অণুসমূহ পরস্পরের সাথে খুব দুর্বলভাবে আবদ্ধ থাকে। তাই

তরলের বিকৃতি ঘটাতে অল্প পীড়নের প্রয়োজন হয় অর্থাৎ তরলের স্থিতিস্থাপকতা অত্যন্ত কম হয়। বায়বীয় পদার্থের স্থিতিস্থাপকতা তরলের চেয়েও অনেক কম, কেননা, বায়বীয় পদার্থে অণুসমূহের মধ্যে তেমন কোনো আকর্ষণ নেই বললেই চলে এবং এর অণুসমূহ মুক্তভাবে চলাচল করে। অর্থাৎ বায়বীয় পদার্থের কোনো স্থিতিস্থাপকতা ধর্ম নেই। তাই সকল পদার্থের স্থিতিস্থাপকতা একই হয় না।

গ অপসারিত কেরোসিনের আয়তন, V = বস্তুর আয়তন

$= 4\ cm^3$
$= 4 \times 10^{-6}\ m^3$

ঘনত্ব, $\rho = 800\ kgm^{-3}$

আমরা জানি, ভর, $m = \rho V$

$= (800 \times 4 \times 10^{-6})\ kg$
$= 0.0032\ kg$
$= 3.2\ gm$

সুতরাং, পাত্রের বাহিরে 3.2 gm কেরোসিন পড়ে যাবে।

ঘ অপসারিত কেরোসিনের ওজন,

$W_1 = mg$
$= (0.0032 \times 9.8)N$
$= 0.03136\ N$

এখানে, $M = 0.0032\ kg$ [গ হতে]

আবার, কেরোসিনে বস্তুর হারানো ওজন,

$W_2 = V\rho g$
$= 4 \times 10^{-6} \times 800 \times 9.8$
$= 0.03136\ N$

$\therefore W_1 = W_2$

সুতরাং কেরোসিনে বস্তুর হারানো ওজন বস্তু দ্বারা অপসারিত কেরোসিনের ওজনের সমান হবে।

প্রশ্ন ▶ ০৪ 30°C তাপমাত্রাবিশিষ্ট তামার গোলককে 110°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করায় এর আয়তন $32m^3$ হলো। তামার আপেক্ষিক তাপ $400\ Jkg^{-1}K^{-1}$. তামার গোলকের ভর 250gm অপর একটি ধাতব বৃত্তাকার রিং এর ক্ষেত্রফল $11.34m^2$.

ক. পুনঃশিলীভবন কাকে বলে? ১
খ. দুটি বস্তুর তাপমাত্রা সমান হলেও তাপ সমান নাও হতে পারে– ব্যাখ্যা কর। ২
গ. তামার গোলক কর্তৃক গৃহীত তাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩
ঘ. তাপশক্তির অপচয় না হলে উত্তপ্ত তামার গোলকটি উদ্দীপকের রিং এ প্রবেশ করানো যাবে কি না যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

[অধ্যায়-৬ এর আলোকে]

৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক চাপ দিয়ে কঠিন বস্তুকে তরলে পরিণত করে ও চাপ হ্রাস করে আবার কঠিন অবস্থায় আনাকে পুনঃশিলীভবন বলে।

খ তাপমাত্রা হচ্ছে বস্তুর তাপীয় অবস্থা যা নির্ধারণ করে অন্য বস্তুর তাপীয় সংস্পর্শে আসলে বস্তুটি তাপ গ্রহণ করবে না বর্জন করবে। আর তাপ হচ্ছে বস্তুর একপ্রকার শক্তি। তাপ বস্তুর ভর, আপেক্ষিক তাপ এবং তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে। অর্থাৎ তাপ কেবল তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে না বিধায় দুটি বস্তুর তাপমাত্রা সমান হলেও তাপ সমান নাও হতে পারে।

গ এখানে,

তামার গোলকের ভর, $m_c = 250\ gm = 0.25kg$

তামার আপেক্ষিক তাপ, $S_c = 400\ Jkg^{-1}K^{-1}$

তাপমাত্রার পার্থক্য, $\Delta\theta = (110 - 30)\ °C = 80°C = 80K$

$\therefore$ তামার গোলক কর্তৃক গৃহীত তাপ,

$Q_c = m_cS_c\Delta\theta$
$= 0.25\ kg \times 400\ Jkg^{-1}K^{-1} \times 80K$
$\therefore Q_c = 8000J$

অতএব, তামার গোলক কর্তৃক গৃহীত তাপের পরিমাণ 8000J.

ঘ ধরি, উত্তপ্ত তামার গোলকের ব্যাসার্ধ, r_c

তামার গোলকের আয়তন $= \frac{4}{3}\pi r_c^3$

প্রশ্নানুসারে, $\frac{4}{3}\pi r_c^3 = 32m^3$

বা, $r_c = \sqrt[3]{\frac{3 \times 32m^3}{4\pi}}$

$\therefore r_c = 1.9695m$

$\therefore$ উত্তপ্ত তামার গোলকটির প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,

$A_c = \pi r_c^2 = 3.1416 \times (1.9695m)^2$
$\therefore A_c = 12.186m^2$

যেহেতু $A_c > 11.34m^2$

অতএব উত্তপ্ত তামার গোলকটি উদ্দীপকের রিং-এ প্রবেশ করানো যাবে না।

প্রশ্ন ▶ ০৫ রাফিয়া 15 cm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের শব্দ উৎপন্ন করে $10\ ms^{-1}$ বেগে প্রতিফলনের উল্টো দিকে দৌড়াতে শুরু করল এবং 0.5 s পর প্রতিধ্বনি শুনতে পেল। বায়ুর তাপমাত্রা 30°C এবং 0°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ 330 m/s.

ক. তরঙ্গদৈর্ঘ্য কাকে বলে? ১
খ. ট্রাকের উচ্চ হর্ন মানুষের উপর কীরূপ প্রভাব ফেলে? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩
ঘ. রাফিয়া যদি একই বেগে প্রতিফলকের দিকে দৌড়ায়, তাহলে সে প্রতিধ্বনি শুনতে পারবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[অধ্যায়-৭ এর আলোকে]

৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক তরঙ্গের উপর অবস্থিত পরপর দুটি সমদশা সম্পন্ন কণার মধ্যবর্তী দূরত্বকে তরঙ্গদৈর্ঘ্য বলে।

খ ট্রাকের উচ্চ হর্ন শব্দ দূষণের প্রধান কারণ। এটি মানুষের উপর নানাভাবে বিরূপ প্রভাব সৃষ্টি করে। অবিরাম তীব্রশব্দ মানসিক উত্তেজনা বাড়ায় এবং মেজাজ খিটখিটে করে। শব্দ দূষণ বমি বমি ভাব, ক্ষুধামন্দা, রক্তচাপ বৃদ্ধি, হৃৎপিণ্ড ও মস্তিষ্কের জটিল রোগ, অনিদ্রাজনিত অসুস্থতা, ক্লান্তি ও অবসাদগ্রস্ত হয়ে পড়া, কর্মক্ষমতা হ্রাস, স্মৃতিশক্তি হ্রাস, মাথা ব্যথা ইত্যাদি ক্ষতিকারক প্রভাব সৃষ্টি করে। হঠাৎ তীব্র শব্দ মানুষের শ্রবণশক্তি নষ্ট করতে পারে।

গ 30°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ v_2 হলে,

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$$

বা, $v_2 = v_1\sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$

$= 330\sqrt{\frac{303}{273}}$

∴ $v_2 = 347.66\ ms^{-1}$

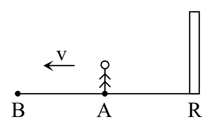
এখানে,
$T_1 = 0°C = 273\ K$
বায়ুর তাপমাত্রা,
$T_2 = 30°C = (273° + 30)K = 303\ K$
0°C এ বায়ুতে শব্দের বেগ,
$v_1 = 330\ ms^{-1}$
তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 15\ cm = 0.15\ m$

উৎপন্ন শব্দ তরঙ্গের কম্পাঙ্ক f হলে, $v_2 = f\lambda$

বা, $f = \frac{v_2}{\lambda} = \frac{347.66}{0.15} = 2317.729\ Hz$ (**Ans.**)

ঘ ধরি, রাফিয়া A বিন্দুতে শব্দ উৎপন্ন করে R প্রতিফলকের উল্টোদিকে দৌড়িয়ে 0.5 s পর B বিন্দুতে প্রতিধ্বনি শুনতে পায়।

'গ' থেকে পাই, 30°C এ শব্দের বেগ
$v_2 = 347.66\ ms^{-1}$



রাফিয়ার দূরত্ব, $s_{AB} = vt$

শব্দের দূরত্ব, $s = s_{AR} + s_{RB} = s_{AR} + s_{AR} + s_{AB} = 2s_{AR} + s_{AB} = 2s_{AR} + vt$

শব্দ সমবেগে যায় বলে,

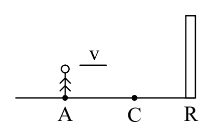
$s = v_2t$

বা, $2s_{AR} + vt = v_2t$

বা, $2s_{AR} = v_2t - vt$

বা, $2s_{AR} = 347.66 \times 0.5 - 10 \times 0.5$

∴ $s_{AR} = 84.415\ m$



এখন, ধরি, রাফিয়া A থেকে একই বেগে প্রতিফলক R এর দিকে দৌড়িয়ে C বিন্দুতে আসলে শব্দ বাধা পেয়ে তার কাছে t সময় পর ফিরে আসে।

রাফিয়ার দূরত্ব, $s_{AC} = vt$।

শব্দের দূরত্ব, $s = s_{AR} + s_{RC}$

$= s_{AR} + (s_{AR} - s_{AC})$

$= 2s_{AR} - s_{AC}$

$= 2s_{AR} - vt$

শর্তমতে, $s = v_2t$

বা, $2s_{AR} - vt = v_2t$

বা, $2s_{AR} = vt + v_2t$

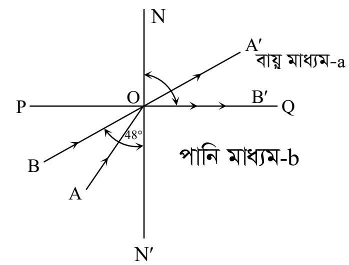
বা, $2s_{AR} = t(v + v_2)$

এখানে,
দূরত্ব, $s_{AR} = 84.415\ m$
শব্দের বেগ, $v_2 = 347.66\ ms^{-1}$
রাফিয়ার বেগ, $v = 10\ ms^{-1}$

∴ $t = \frac{2s_{AR}}{v + v_2} = \frac{2 \times 84.415}{10 + 347.66} = 0.472\ s > 0.1\ s$

সুতরাং উপরিউক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে বলা যায়, রাফিয়া একই বেগে প্রতিফলকের দিকে দৌড়ালে 0.472 s পর প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে।

প্রশ্ন ▸ ০৬



এখানে, $\angle BON' = 48°$, $\angle B'ON = 90°$ এবং $c_a = 3 \times 10^8 ms^{-1}$

ক. আলোর প্রতিফলন কাকে বলে? ১

খ. কখন পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন হবে? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. b মাধ্যমে আলোর বেগ নির্ণয় কর। ৩

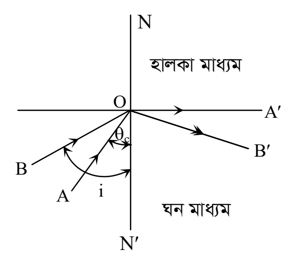
ঘ. উদ্দীপকের বায়ু মাধ্যমের পরিবর্তে কাচ মাধ্যম নেওয়া হলে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন পাওয়া সম্ভব কি না রশ্মিচিত্রের মাধ্যমে বিশ্লেষণ কর। ৪

[অধ্যায়-৯ এর আলোকে]

৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক আলোকরশ্মি যখন এক মাধ্যম দিয়ে চলতে চলতে অন্য এক মাধ্যমের কোনো তলে আপতিত হয় তখন দুই মাধ্যমের বিভেদতল হতে কিছু পরিমাণ আলো আবার প্রথম মাধ্যমে ফিরে আসে। এ ঘটনাকে আলোর প্রতিফলন বলে।

খ যখন আলোকরশ্মি ঘন মাধ্যম থেকে হালকা মাধ্যমের অভিমুখে গমনের ক্ষেত্রে দুই মাধ্যমের বিভেদতলে ক্রান্তি কোণের চেয়ে বেশি কোণে আপতিত হবে তখন পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন হবে। নিচে রশ্মিচিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা করা হলো।



পাশের চিত্রে BO রশ্মি ঘন মাধ্যম হতে হালকা মাধ্যমে গমনের সময় দুই মাধ্যমের বিভেদতলে ক্রান্তি কোণ (θ_c) এর চেয়ে বেশিমানের কোণে আপতিত হওয়ায় OB′ রশ্মি পূর্বের মাধ্যমে ফিরে এসেছে, অর্থাৎ পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন হয়েছে।

গ উদ্দীপক হতে পাই, আপতন কোণ, $i = \angle BON' = 48°$

প্রতিসরণ কোণ, $r = \angle B'ON = 90°$

a মাধ্যমে আলোর বেগ, $c_a = 3 \times 10^8 ms^{-1}$

b মাধ্যমে আলোর বেগ, $c_b = ?$

আমরা জানি, ${}_bn_a = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin\angle BON'}{\sin \angle B'ON} = \frac{\sin 48°}{\sin 90°} = 0.743$

আবার, ${}_bn_a = \frac{c_b}{c_a}$

বা, $c_b = c_a \times {}_bn_a = 3 \times 10^8 ms^{-1} \times 0.743 = 2.229 \times 10^8 ms^{-1}$

ঘ উদ্দীপক হতে পাই, b মাধ্যমে আপতন কোণ, $i = 48°$

a মাধ্যমে প্রতিসরণ কোণ, $r = 90°$

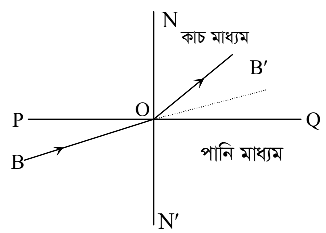
আমরা জানি,

$${}_b n_a = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin 48°}{\sin 90°} = \sin 48°$$

$$\therefore {}_b n_a = n_b = \frac{1}{\sin 48°} = 1.3456$$

কাচের প্রতিসরণাংক, $n_g = 1.5$

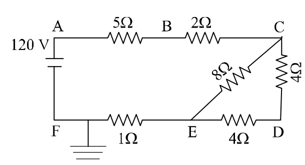
যেহেত $n_g > n_b$ সেহেতু পানি অপেক্ষা কাচ ঘন মাধ্যম।



আমরা জানি, আলোকরশ্মি হালকা মাধ্যম থেকে ঘন মাধ্যমে গমনের সময় প্রতিসরণের পর অভিলম্বের কাছে সরে আসে অর্থাৎ প্রতিসরণ কোণ আপতন কোণ অপেক্ষা ছোট হয়। চিত্রে কাচ ও পানির বিভেদতল PQ। BO আলোক রশ্মি পানি থেকে বিভেদতলের O বিন্দুতে আপতিত হয়েছে। এখানে আপতন কোণ, $i = \angle BON'$ এবং প্রতিসরণ কোণ $r = \angle B'ON$ $(r < i)$। আপতন কোণ যতই বড় করি (90° পর্যন্ত) প্রতিসরণ কোণ 90° অপেক্ষা ছোট হবে।

তাই বলা যায়, চিত্রে বায়ু মাধ্যমের পরিবর্তে কাচ মাধ্যম হলে কখনোই পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন হবে না।

প্রশ্ন ▶ ০৭ নিচের সার্কিট ডায়াগ্রামটি লক্ষ কর এবং প্রদত্ত প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. প্রতিবিম্ব কী? ১

খ. বাতাসে জলীয় বাষ্প থাকলে জমা হওয়া চার্জ দ্রুত হারিয়ে যায় কেন? ২

গ. বর্তনীয় 1 Ω রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত বিদ্যুৎ প্রবাহের মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. যদি বর্তনীটির বিভব 240V করা হয় তবে C, D ও E বিন্দুতে ভোল্টেজ একই হবে কি না– গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

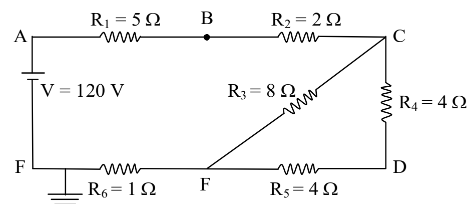
[অধ্যায়-১১ এর আলোকে]

৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বিন্দু হতে নির্গত আলোকরশ্মিগুচ্ছ কোনো তলে প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত হওয়ার পর দ্বিতীয় কোনো বিন্দুতে মিলিত হয় বা দ্বিতীয় কোনো বিন্দু হতে অপসারিত হচ্ছে বলে মনে হয় তখন ঐ দ্বিতীয় বিন্দুটিকে প্রথম বিন্দুর প্রতিবিম্ব বলে।

খ বাতাসে জলীয় বাষ্প থাকলে জমা হওয়া চার্জ দ্রুত হারিয়ে যায়। যেমন : বর্ষাকালে আর্দ্রতা বেশি থাকায় বায়ুতে পানির কণাগুলো সহজেই অবাধে ঘুরে বেড়ায়। পানি পোলার যৌগ হওয়ায় এর অণুতে চার্জসমূহ সুষমভাবে বণ্টিত নেই; তাই সহজে পানির অণু হতে একটি ইলেকট্রন খসে যেতে পারে। ইলেকট্রনে চার্জ থাকায় তা চার্জযুক্ত বস্তুর সংস্পর্শে এসে এর চার্জের পরিমাণে হেরফের ঘটিয়ে দেয়। এ কারণেই বাতাসে জলীয়বাষ্প বেশি জমা থাকলে জমা হওয়া চার্জ দ্রুত হারিয়ে যায়।

গ



বর্তনীতে R_4 ও R_5 রোধ দুইটি শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত। এদের তুল্যরোধ,

$$R_{S_1} = R_4 + R_5$$
$$= 4 + 4 = 8\ \Omega$$

আবার, R_3 ও R_{S_1} রোধ সমান্তরালে যুক্ত।

$$\therefore \frac{1}{R_{P_1}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_{S_1}}$$

বা, $\frac{1}{R_{P_1}} = \frac{1}{8} + \frac{1}{8}$

বা, $\frac{1}{R_{P_1}} = \frac{1}{4}$

$\therefore R_{P_1} = 4\ \Omega$

$\therefore$ R_1, R_2, R_{P_1} ও R_6 রোধগুলো বর্তনীতে শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত।

$\therefore R_{S_2} = R_1 + R_2 + R_{P_1} + R_6 = 5 + 2 + 4 + 1 = 12\ \Omega$

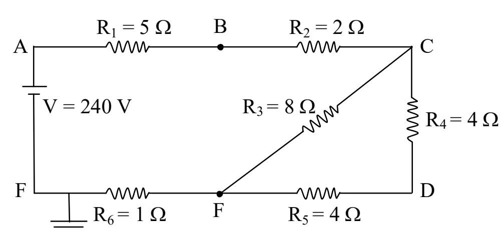
বর্তনীর প্রবাহ, $I = \frac{V}{R_{S_2}} = \frac{120\ V}{12} = 10\ A$

যেহেতু $R_6 = 1\ \Omega$ শ্রেণিতে যুক্ত

$\therefore I = I_6 = 10\ A$

সুতরাং বর্তনীর 1Ω রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত বিদ্যুৎ প্রবাহের মান 10 A।

ঘ



বর্তনীর বিভব 240V করা হলে বর্তনীর প্রবাহ, $I = \frac{F}{R_{S_2}} = \frac{240}{12} = 20\ A$

[এখানে, 'গ' হতে $R_{S_2} = 12\ \Omega$]

এখন CE এবং CDE অংশের বিভব পার্থক্য, $V = IR_{P_1}$

বা, $V = 20 \times 4$ ['গ' হতে $R_{P_1} = 4\ \Omega$]

বা, $V = 80\ V$

আবার CDF পথে বিভব পার্থক্য,

$V = IRs$

বা, $80 = I \times 8$ ['গ' হতে $Rs = 8\ \Omega$]

বা, $I = \frac{80}{8} = 10$ A

$\therefore$ R_4 এর বিভব পার্থক্য, $V_2 = I \times R_4 = 10 \times 4 = 40$ V

এখন, A বিন্দুতে বিভব, $V_A = 240$ V

B বিন্দুতে বিভব, $V_B = 240 - (IR_1) = 240 - (20 \times 5) = 140$ V

C বিন্দুতে বিভব, $V_C = 140 - (IR_2) = 140 - (20 \times 2) = 100$ V

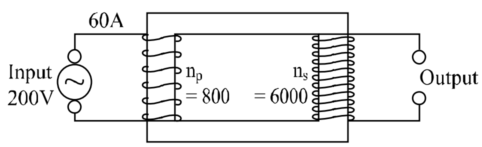
E বিন্দুতে বিভব, $V_E = 100 - V = 100 - 80 = 20$

D বিন্দুতে বিভব, $V_D = 100 - V_2 = 100 - 40 = 60$ V

যেহেতু, $V_C > V_D > V_E$

সুতরাং বর্তনীটির বিভব যদি 240 V করা হয় তবে C, D ও E বিন্দুতে ভোল্টেজ একই হবে না।

প্রশ্ন ▸ ০৮



উক্ত যন্ত্রটির সাথে 12.5 kW এর তড়িৎ মোটর সংযুক্ত করে দেওয়া হলো।

ক. সলিনয়েড কাকে বলে? ১

খ. এক্স-রে এর পরিবর্তে আল্ট্রাসনোগ্রাম করা হয় কেন? ২

গ. Output-এ তড়িৎ বিভব নির্ণয় কর। ৩

ঘ. তড়িৎ মোটরটি কার্যকর হবে কি না? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

[অধ্যায়-১২ এর আলোকে]

৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক বেলনাকার ধাতব দণ্ডের উপর ঘন ও সন্নিবিষ্টভাবে অন্তরীত তামার তার প্যাঁচিয়ে তৈরিকৃত একটি তড়িৎ চৌম্বকীয় ব্যবস্থা যার কুণ্ডলীর দু'প্রান্ত দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হলে দণ্ড চুম্বচকের মেরুর ন্যায় চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি হয়, তাকে সলিনয়েড বলে।

খ এক্স-রে এর পরিবর্তে আল্ট্রাসনোগ্রাম করা হয়। কারণ–

এক্স-রে বা এক্স-রশ্মি এক ধরনের তাড়িতচৌম্বচক তরঙ্গ যার তরঙ্গদৈর্ঘ্য দৃশ্যমান আলোর চেয়ে কয়েক হাজার গুণ ছোট। অর্থাৎ এর শক্তি দৃশ্যমান আলোর কয়েক হাজার গুণ বেশি। এর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 10^{-10} m বা এর চেয়ে কম। এক্স রশ্মি বিকিরণ শরীরের জন্য ক্ষতিকর। কারণ এটি শরীরের মাংস ভেদ করে স্থানচ্যুত হাড়, হাড়ে ফাটল, ভেঙে যাওয়া ইত্যাদি ছবি তুলতে পারে। সাধারণত গর্ভবতী নারীদের তলপেটে এক্স-রে করা হয় না কারণ ভ্রূণের ক্ষতি হতে পারে। কিন্তু আল্ট্রাসনোগ্রামে শব্দ তরঙ্গের প্রতিফলনের দ্বারা ছবি তোলা যায়। যে ট্রান্সডিউসারের সাহায্যে উচ্চ কম্পাঙ্কের (1 – 10 মেগা হার্টজ) শব্দ তরঙ্গ সৃষ্টি করা হয় সেটিকে ক্রমাগত ঘুরিয়ে ঘুরিয়ে প্রতিফলিত তরঙ্গদৈর্ঘ্য নিয়ে কোনো স্থানের ছবি তোলা হয়। এ ধরনের আল্ট্রাসনোগ্রাফিতে ক্ষতিকর বিকিরণ থাকে না বলে এক্স-রে এর পরিবর্তে আল্ট্রাসনোগ্রাম ব্যবহার করা হয়।

গ

আমরা জানি,

ট্রান্সফর্মারের ক্ষেত্রে

$\frac{V_p}{V_s} = \frac{n_p}{n_s}$

বা, $V_s = \frac{n_s}{n_p} \times V_p$

বা, $V_s = \frac{6000}{800} \times 200$

$= 1500$ V

এখানে,

প্রাইমারি কয়েলের ভোল্টেজ, $V_p = 200$V

প্রাইমারি কয়েলের পাকসংখ্যা, $n_p = 800$

সেকেন্ডারি কয়েলের পাকসংখ্যা, $n_s = 6000$

সেকেন্ডারি কয়েলের ভোল্টেজ, $V_s = ?$

সুতরাং, আউটপুট এ তড়িৎ বিভব = 1500 V **(Ans.)**

ঘ এখন, সেকেন্ডারি কুণ্ডলীর ভোল্টেজ, V_s হলে

আমরা জানি,

$\frac{V_s}{V_p} = \frac{n_s}{n_p}$

বা, $V_s = \frac{n_s}{n_p} \times V_p$

বা, $V_s = \frac{6000}{800} \times 200$

বা, $V_s = 1500$ V

এখানে,

প্রাইমারি কুণ্ডলীর ভোল্টেজ, $V_p = 200$V

প্রাইমারি কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা, $n_p = 800$

প্রাইমারি কুণ্ডলীর তড়িৎপ্রবাহ, $I_p = 60$ A

সেকেন্ডারি কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা, $m_s = 6000$

আবার সেকেন্ডারি কুণ্ডলীর প্রবাহ I_s হলে

আমরা জানি, $\frac{I_s}{I_p} = \frac{n_s}{n_p}$

বা, $I_s = \frac{n_p}{n_s} \times I_p$

বা, $I_s = \frac{800}{6000} \times 60 = 8$ A

সেকেন্ডারি কুণ্ডলীতে আবিষ্ট মোট ক্ষমতা

$P_s = V_s I_s = 1500 \times 8 = 12000$ W = 12 kW

এখন, দেওয়া আছে ট্রান্সফর্মারটির আউটপুট এর সাথে 12.5 kW এর একটি মোটর সংযুক্ত করা আছে। যা আউটপুটে প্রাপ্ত মোটর ক্ষমতা = 12 kW এর চেয়ে বেশি। সুতরাং তড়িৎ মোটরটি কার্যকর হবে না।

মডেল টেস্ট- ০২

বহুনির্বাচনি অভীক্ষা

উত্তর																									
	১	M	২	M	৩	L	৪	M	৫	L	৬	L	৭	M	৮	L	৯	N	১০	K	১১	N	১২	M	১৩	N
	১৪	N	১৫	N	১৬	K	১৭	M	১৮	L	১৯	N	২০	K	২১	L	২২	N	২৩	N	২৪	K	২৫	N		

সৃজনশীল

প্রশ্ন ▸ ০১ 'A' ও 'B' অবস্থানের দূরত্ব 1 কি.মি। 'A' অবস্থান থেকে জনি 10 ms^{-1} সমবেগে 'B' অবস্থানের দিকে রওয়ানা হলো। রনি একই স্থান থেকে একই সময়ে 15ms^{-1} বেগ ও 2ms^{-2} ত্বরণে একই দিকে যাত্রা করলো। 'B' স্থানে পৌঁছে 30 সেকেন্ড অপেক্ষা করে রনি 5ms^{-1} সমবেগে 'A' স্থান অভিমুখে রওয়ানা হলো।

ক. ত্বরণ কাকে বলে? ১

খ. ঘড়ির কাঁটার গতি পর্যায়বৃত্ত গতি না ঘূর্ণন গতি, ব্যাখ্যা কর। ২

গ. রনি কতক্ষণ পর 45m/s বেগ লাভ করে, নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের আলোকে জনি ও রনির দেখা হওয়া সম্ভব কি না– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[অধ্যায়-২ এর আলোকে]

১নং প্রশ্নের উত্তর

ক সময়ের সাথে কোনো বস্তুর অসম বেগের পরিবর্তনের হারকে ত্বরণ বলে।

খ ঘড়ির কাঁটার গতি ঘূর্ণন ও পর্যায়বৃত্ত উভয় রকমের গতি। কোনো বিন্দু যদি একটা নির্দিষ্ট বিন্দুর সাপেক্ষে সমদূরত্বে থেকে ঘুরতে থাকে, তাহলে তাকে ঘূর্ণন গতি বলে। ঘড়ির কাঁটার গতি ঘূর্ণন গতি। কারণ ঘড়ির কাটা একটা বিন্দু থেকে তার গতিপথের কণাগুলোর দূরত্ব একই রেখে ঐ বিন্দুকে কেন্দ্র করে ঘুরতে থাকে। আবার, কোনো গতিশীল বস্তুকণা যদি নির্দিষ্ট সময় পরপর একটি নির্দিষ্ট বিন্দু দিয়ে একই দিকে একইভাবে অতিক্রম করে, তাহলে তাকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলে। ঘড়ির কাটার ক্ষেত্রেও এটি একটি নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে। তাই এটি পর্যায়বৃত্ত গতি। সুতরাং বলা যায়, ঘড়ির কাটার গতি পর্যায়বৃত্ত ও ঘূর্ণন উভয় রকমের গতি।

গ আমরা জানি,

$v = u + at$

বা, $t = \frac{v - u}{a}$

বা, $t = \frac{45 - 15}{2}$

বা, $t = \frac{30}{2}$

$\therefore$ $t = 15s$

উদ্দীপক হতে,
রনির আদিবেগ, $u = 15\ ms^{-1}$
রনির ত্বরণ, $a = 2\ ms^{-2}$
রনির শেষবেগ, $v = 45\ ms^{-1}$
সময়, $t = ?$

অতএব রনি 15s পর 45 ms^{-1} বেগ লাভ করে।

ঘ উদ্দীপক হতে,

A ও B অবস্থানের দূরত্ব, s = 1 কি. মি = 1000 m

রনির ক্ষেত্রে, A হতে B তে যেতে t_2 সময় লাগলে,

$s = ut_2 + \frac{1}{2}at_2^2$

বা, $1000 = 15\ t_2 + \frac{1}{2} \times 2\ t_2^2$

বা, $t_2^2 + 15t_2 - 1000 = 0$

এখানে,
আদিবেগ, $u = 15\ ms^{-1}$
ত্বরণ, $a = 2\ ms^{-2}$
দূরত্ব, $s = 1000m.$

বা, $t_2 = \frac{-15 \pm \sqrt{(15)^2 - 4.1.(-1000)}}{2}$

বা, $t_2 = \frac{-15 \pm \sqrt{225 + 4000}}{2}$

বা, $t_2 = \frac{-15 \pm 65}{2}$

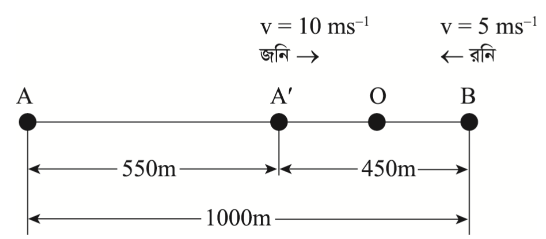
বা, $t_2 = 25$ sec অথবা, -40 sec

$\therefore$ $t_2 = 25$ sec [ঋণাত্মক মানের জন্য – 40 গ্রহণযোগ্য নয়]

$\therefore$ রনির B তে পৌঁছে অপেক্ষা করে 30 s.

সুতরাং জনি এই (25 + 30) = 55 sec এ অতিক্রম করে

$s = vt = 10 \times 55 = 550$ m



মনে করি, t সময় পর রনি ও জনির দেখা হবে O বিন্দুতে

$\therefore (10 \times t) + 5 \times t = 450$

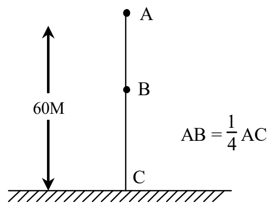
বা, $15t = 450$

বা, $t = 30$ sec

$\therefore$ $A'O = s' = vt = 10 \times 30 = 300m$

সুতরাং বলা যায়, যাত্রা শুরুর (55 + 30) s বা 85 s পর A হতে B এর দিকে (550 + 300) = 850m দূরত্বে জনির সাথে রনির দেখা হবে।

প্রশ্ন ▸ ০২



চিত্রের বস্তুটিকে A অবস্থান থেকে মুক্তভাবে ছেড়ে দেওয়া হলো। বস্তুর ভর m = 5kg

ক. বিভব শক্তি কাকে বলে? ১

খ. নিউক্লিয়ার শক্তিকে অনবায়নযোগ্য শক্তি বলা হয় কেন? ২

গ. ভূমি থেকে A বিন্দুতে বস্তুটি উঠাতে যদি 2 মিনিট সময় লাগে তবে কত ক্ষমতা প্রয়োগ করা হয়েছিল নির্ণয় কর। ৩

ঘ. B এবং C বিন্দুতে শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি অনুসৃত হয়েছিল কি না– গাণিতিকভাবে মূল্যায়ন কর। ৪

[অধ্যায়-৪ এর আলোকে]

২নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুকে স্বাভাবিক অবস্থা বা অবস্থান থেকে পরিবর্তন করে অন্য কোনো অবস্থা বা অবস্থানে আনলে বস্তু কাজ করার যে সামর্থ্য অর্জন করে তাকে ঐ বস্তুর বিভবশক্তি বলে।

খ যে শক্তি বা জ্বালানি নবায়ন করা যায় না এবং ব্যবহারের সঙ্গে সঙ্গে এর মজুত কমতে থাকে এবং সঞ্চয় সীমিত হলে এক সময় নিঃশেষ হয়ে যায়, সেই ধরনের শক্তিকে অনবায়নযোগ্য শক্তি বলে। নিউক্লিয়ার শক্তির জ্বালানি হচ্ছে ইউরেনিয়াম। প্রকৃতিতে এর পরিমাণ খুব কম, মাত্র 0.7%। এর আয়ু 704 মিলিয়ন বছর এবং ব্যবহারের ফলে এটি একদিন ফুরিয়ে যাবে, যা নবায়ন করা সম্ভব নয়। তাই নিউক্লিয়ার শক্তিকে অনবায়নযোগ্য শক্তি বলা হয়।

গ আমরা জানি,

$P = \frac{mgh}{t}$

$= \frac{5 \times 9.8 \times 60}{120}$

$\therefore P = 24.5W$ **(Ans.)**

এখানে,
উচ্চতা, h = 60 m
বস্তুর ভর, m = 5 kg
সময়, t = 2 min = (2 × 60)s = 120s
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

ঘ B বিন্দুর ক্ষেত্রে :

বিভব শক্তি, $V_B = mgh$
$= 5 \times 9.8 \times 45$
$= 2205J$

B বিন্দুতে বেগ,
$v_B^2 = u^2 + 2g \times AB$
$= 0 + 2 \times 9.8 \times 15$
$= 294\ m^2s^{-2}$

গতিশক্তি,
$T_B = \frac{1}{2} m^2 v_B^2$
$= \frac{1}{2} \times 5 \times 294 = 735\ J$

এখানে,
$AB = \frac{1}{4} AC = \frac{60}{4} = 15\ m$
∴ উচ্চতা, h = BC = AC – AB
= 60 – 15
= 45 m
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$
বস্তুর ভর, m = 5 kg
বেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

∴ B বিন্দুতে মোট শক্তি, $E_B = V_B + T_B = 2205J + 735\ J = 2940J$

C বিন্দুর ক্ষেত্রে :

বিভব শক্তি, $V_C = mgh$
$= 5 \times 9.8 \times 0$
$= 0J$

এখানে,
উচ্চতা, h = 0m
ভর, m = 5 kg
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8ms^{-2}$

C বিন্দুতে বস্তুর বেগ,
$v_c^2 = u^2 + 2g \times AC$
বা, $v_c^2 = 0^2 + 2 \times 9.8 \times 60$
$\therefore v_c^2 = 1176\ m^2s^{-2}$

এখানে,
u = 0
g = 9.8
h = AC = 60 m

∴ গতিশক্তি, $T_C = \frac{1}{2} mv_c^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 1176 = 2940\ J$

∴ C বিন্দুতে মোট শক্তি, $E_C = V_C + T_C = 0 + 2940\ J = 2940\ J$

∴ $E_A = E_C$ অর্থাৎ। অর্থাৎ B এবং C বিন্দুতে শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি অনুসৃত হয়েছিল।

প্রশ্ন ▸ ০৩ একটি 750g ভরের পানিতে অদ্রবণীয় ঘনক আকৃতির ঘনবস্তু স্লাইড ক্যালিপার্সে স্থাপনের পর যে পাঠ পাওয়া গেল তা হচ্ছে প্রধান স্কেলের পাঠ 12.6 cm, ভার্নিয়ার সমপাতন 4। স্কেলের ভার্নিয়ার ধ্রুবক 0.01 cm. (পানির ঘনত্ব $1000\ kgm^{-3}$)

ক. রাশি কাকে বলে? ১

খ. ক্ষুদ্র ও সূক্ষ্ম পরিমাপের ক্ষেত্রে মিটার স্কেলের সীমাবদ্ধতা কী? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. ঘনক আকৃতির ঘনবস্তুটির দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩

ঘ. ঘনক আকৃতির ঘনবস্তুটি পানিতে কত অংশ ডুববে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

[অধ্যায়-১ ও ৫ এর আলোকে]

৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক ভৌতজগতে যা কিছু পরিমাপ করা যায় তাকে রাশি বলে।

খ পরিমাপের সবচেয়ে সরল যন্ত্র মিটার স্কেলের এক পাশ সেন্টিমিটার এবং অপর পাশ ইঞ্চিতে দাগ কাটা থাকে। সেন্টিমিটার দাগাঙ্কিত অংশ সমান দশ ভাগে ভাগ করা থাকে যা মিলিমিটার এককে প্রকাশ করা হয়। কোনো যন্ত্রের ক্ষুদ্র ও সূক্ষ্ম পরিমাপ করার জন্য মিলিমিটারের ভগ্নাংশ যেমন– 0.2 mm, 0.8 mm ইত্যাদি মাপার প্রয়োজন হয়। কিন্তু মিটার স্কেলের সাহায্যে ক্ষুদ্রতর এই মানগুলো পরিমাপ করতে অসুবিধা হয়। ফলে ভার্নিয়ার স্কেলযুক্ত স্লাইড ক্যালিপার্সের সাহায্যে মিলিমিটারের ভগ্নাংশের হিসাব বের করতে হয়। আবার গোলক বা সিলিন্ডারের ব্যাস নির্ণয়ে স্ক্রু গজ ব্যবহার করা হয়। এ কারণে ক্ষুদ্র ও সূক্ষ্ম পরিমাপের ক্ষেত্রে মিটার স্কেলের সীমাবদ্ধতা রয়েছে।

গ

আমরা জানি,
$L = M + V \times VC$
$= 12.6 + 4 \times 0.01$
$\therefore L = 12.64\ cm$

উদ্দীপক হতে পাই,
প্রধান স্কেলের পাঠ, M = 12.6 cm
ভার্নিয়ার সমপাতন, V = 4
ভার্নিয়ার ধ্রুবক, VC = 0.01 cm

অতএব, ঘনক আকৃতির ঘনবস্তুটির দৈর্ঘ্য 12.64 cm।

ঘ

'গ' হতে প্রাপ্ত, ঘনক আকৃতির ঘনবস্তুটির দৈর্ঘ্য, $L = 12.64$ cm	উদ্দীপক হতে পাই, ঘনবস্তুটির ভর, $m = 750$ g $= 0.75$ kg; পানির ঘনত্ব, $\rho_w = 1000$ kgm^{-3}

∴ ঘনবস্তুটির আয়তন,

$V = (L)^3$

$= (12.64)^3$ cm^3

$= 2019.48$ cm^3

$\therefore V = 0.002$ m^3

আবার ঘনত্ব, $\rho = \frac{m}{V}$

$= \frac{0.75}{0.002}$

$\therefore \rho = 375$ kgm^{-3}

∴ ঘনবস্তুটির ঘনত্ব $= 375$ kgm^{-3}

অর্থাৎ, $\frac{\rho}{\rho_w} = \frac{375}{1000}$

$= \frac{15}{40} = 0.375$

সুতরাং ঘনক আকৃতির ঘনবস্তুটি পানিতে ডুবে থাকা শতকরা অংশ

$= 0.375 \times 100\%$

$= 37.5\%$

প্রশ্ন ▸ ০৪ একটি হাতুড়ি দিয়ে 40 m লম্বা ফাঁপা পাইপের এক প্রান্তে আঘাত করলে 0.107 S সময় ব্যবধানে অপর প্রান্তে দুইটি শব্দ শোনা যায়। ঐ সময়ে বায়ুর তাপমাত্রা 30°C। 0°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ 330 ms^{-1}। লোহা তামা ও অ্যালুমিনিয়ামে শব্দের বেগ যথাক্রমে 513 ms^{-1}, 3970 ms^{-1}। লোহা, তামা ও অ্যালুমিনিয়ামে শব্দের বেগ যথাক্রমে 5130 ms^{-1}, 3970 ms^{-1} ও 6420 ms^{-1}।

ক. কম্পাঙ্ক কাকে বলে? ১

খ. বস্তুর কম্পনের ফলে শব্দ উৎপন্ন হয়– ব্যাখ্যা কর। ২

গ. বায়ুতে উক্ত তাপমাত্রায় শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে হলে ন্যূনতম দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের পাইপটি কীসের তৈরি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

[অধ্যায়-৭ এর আলোকে]

৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রতি সেকেন্ডে যতগুলো পূর্ণ তরঙ্গ সৃষ্টি হয় তাকে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক বলে।

খ শব্দ তরঙ্গ তৈরি করতে একটা উৎসের দরকার হয়। উৎসের বা বস্তুর কম্পনের ফলে শব্দ উৎপন্ন হয়।

আমাদের কথা বলার ক্ষেত্রে উৎস হলো আমাদের কণ্ঠ, সেখানে যে ভোকাল কর্ড আছে তার ভেতর দিয়ে বাতাস বের হওয়ার সময় সেখানে যে কম্পন হয় সেটা দিয়ে শব্দ তৈরি হয়। আমাদের কণ্ঠ ছাড়াও স্পিকার শব্দের উৎস হিসেবে কাজ করে যেখানে তার পাতলা ডায়াফ্রাম কাঁপিয়ে শব্দ সৃষ্টি করা হয়। স্কুলের ঘণ্টার মাঝে আঘাত করলে সেটি কাঁপতে শুরু করে ও শব্দ তৈরি করে এবং হাত দিয়ে চেপে ধরে এর কম্পন বন্ধন করলে সাথে সাথে শব্দও বন্ধ হয়ে যায়। তাই বলা যায়, বস্তুর কম্পনের ফলে শব্দ উৎপন্ন হয়।

গ উদ্দীপক হতে, বায়ুর তাপমাত্রা, $T = 30°C$

0°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ $= 330$ ms^{-1}

আমরা জানি,

30°C তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ, $v = 30 \times 0.6 + 330$ ms^{-1}

$= 348$ ms^{-1}

এবং প্রতিধ্বনি শোনার ন্যূনতম সময়, $t = 0.1$ s

এখন, প্রতিধ্বনি শোনার ন্যূনতম দূরত্ব, $2d = vt$

বা, $d = \frac{vt}{2} = \frac{348 \times 0.1}{2} = 17.4$ m (**Ans.**)

ঘ উদ্দীপক হতে,

লম্বা ফাঁপা পাইপের দূরত্ব, $d = 40$ m

ধরি, বাতাস মাধ্যমে শব্দ যেতে সময় $= t_1$

পাইপ মাধ্যমে শব্দ যেতে সময় $= t_2$

'গ' হতে 30°C তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ, $v_1 = 348$ ms^{-1}

এখন,

পাইপের ভেতরে বাতাসের মধ্য দিয়ে শব্দ যেতে প্রয়োজনীয় সময়,

$t_1 = \frac{d}{v_1} = \frac{40}{348} = 0.115$ sec

বাতাস ও পাইপ মাধ্যমের মধ্যকার সময় ব্যবধান

$t_1 - t_2 = 0.107$ s

বা, $t_2 = 0.115 - 0.107$ s

$\therefore t_2 = 0.008$ s

আবার, পাইপ মাধ্যমে শব্দের বেগ, $d = v_2 t_2$

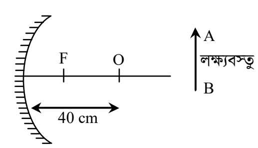
বা, $v_2 = \frac{d}{t_2}$

বা, $v_2 = \frac{40}{0.008}$

$\therefore v_2 = 5000$ ms^{-1}

যেহেতু পাইপ মাধ্যমে শব্দের বেগ 5000 ms^{-1} যা লোহায় শব্দের বেগ 5130 ms^{-1} এর নিকটবর্তী, তাই পাইপটি লোহার তৈরি।

প্রশ্ন ▸ ০৫



চিত্র

ক. বিবর্ধন কাকে বলে? ১

খ. লঞ্চের সার্চলাইটে অবতল আয়না ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. চিত্রে লক্ষ্যবস্তুটি কোথায় রাখলে 60 cm দূরে অবাস্তব প্রতিবিম্ব তৈরি হবে? ৩

ঘ. AB লক্ষ্যবস্তুটিকে F ও O এর মধ্যে এবং O এর বাইরে স্থাপন করে রশ্মিচিত্র অঙ্কন কর এবং প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্যের তুলনা কর। ৪

[অধ্যায়-৮ এর আলোকে]

৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিম্বের দৈর্ঘ্য ও লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্যের অনুপাতকে রৈখিক বিবর্ধন বা বিবর্ধন বলে।

খ অবতল দর্পণকে অভিসারী দর্পণ বলা হয় কারণ এই দর্পণ অসীম থেকে আসা আলোকরশ্মিকে ফোকাস বিন্দুতে পুঞ্জীভূত করে। লঞ্চের সার্চলাইটের অবতল দর্পণ এইভাবে বিভিন্ন দিকে বিক্ষিপ্ত আলোক রশ্মিকে দর্পণের ফোকাস পয়েন্টে পুঞ্জীভূত করে টার্গেটকে স্পষ্ট দেখতে সাহায্য করে। এ কারণে সার্চলাইট থেকে আগত আলোকরশ্মি অনেক দূর অবধি বিক্ষিপ্ত না হয়ে যেতে পারে।

গ আমরা জানি,

$\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$

বা, $\frac{1}{u}=\frac{1}{f}-\frac{1}{v}$

বা, $\frac{1}{u}=\frac{1}{20}+\frac{1}{60}$

বা, $\frac{1}{u}=\frac{3+1}{60}$

বা, $\frac{1}{u}=\frac{4}{60}$

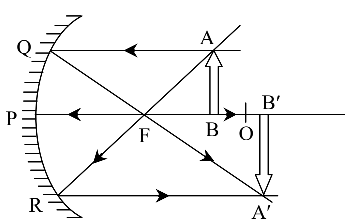
বা, $u=\frac{60}{4}$

$\therefore u = 15$ cm

এখানে,
প্রতিবিম্বের দূরত্ব, $v = -60$ cm
[অবাস্তব বলে ঋণাত্মক]
বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r = 40$cm
$\therefore$ ফোকাস দূরত্ব, $f=\frac{r}{2}$
$=\frac{40 \text{ cm}}{2}$
$= 20$ cm
লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, $u = ?$

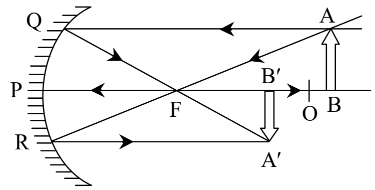
অতএব, লক্ষ্যবস্তুকে মেরু হতে 15cm দূরে স্থাপন করলে 60 cm দূরে অবাস্তব প্রতিবিম্ব তৈরি হবে।

ঘ উদ্দীপকের দর্পণটিতে AB লক্ষ্যবস্তুটিকে F ও O এর মধ্যে অর্থাৎ বক্রতার কেন্দ্রের ভেতরে স্থাপন করলে প্রতিবিম্ব অসীমে গঠিত হবে। আবার AB লক্ষ্যবস্তুটিকে O এর বাইরে অর্থাৎ বক্রতার কেন্দ্রের বাইরে স্থাপন করলে প্রতিবিম্ব দর্পণের সামনে ফোকাস ও বক্রতার কেন্দ্রের মধ্যে গঠিত হয়। রশ্মিচিত্রের মাধ্যমে নিচে এটি দেখানো হলো–



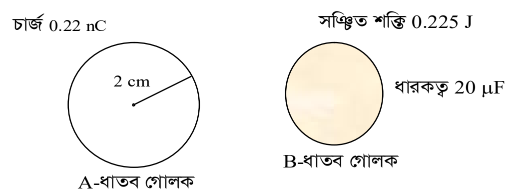
ধরি, AB লক্ষ্যবস্তুটি বক্রতার কেন্দ্র O ও প্রধান ফোকাস F-এর মধ্যে অবস্থিত। A হতে আগত প্রধান অক্ষের সমান্তরাল রশ্মি AQ প্রতিফলনের পর প্রধান ফোকাস F দিয়ে অগ্রসর হবে এবং প্রধান ফোকাস F গামী অপর একটি রশ্মি প্রতিফলনের পর প্রধান অক্ষের সমান্তরাল পথে নির্গত হবে। প্রতিফলিত রশ্মিদ্বয় A′ বিন্দুতে মিলিত হয়। সুতরাং A′ হবে A বিন্দুর বাস্তব প্রতিবিম্ব। A′ থেকে প্রধান অক্ষের উপর অঙ্কিত লম্ব A′B′ হবে AB-এর বাস্তব প্রতিবিম্ব। চিত্র হতে দেখা যায়,

প্রতিবিম্বের অবস্থান : বক্রতার কেন্দ্র ও অসীমের মধ্যে।
প্রতিবিম্বের প্রকৃতি : বাস্তব ও উল্টো।
প্রতিবিম্বের আকৃতি : বিবর্ধিত।



আবার, দর্পণটিতে AB লক্ষ্যবস্তুকে O এর বাইরে রাখার ফলে A থেকে দুটি রশ্মি AQ ও QA′ নির্গত হয়ে প্রতিফলনের AQ′ ও RA′ বরাবর চলে যায় যা পরস্পর A′ বিন্দুতে ছেদ করে। B হতে অপর একটি আলোকরশ্মি প্রধান অক্ষ বরাবর নির্গত হয়ে একই পথে প্রতিফলিত হয়ে ফিরে আসে। A′ হতে প্রধান অক্ষের উপর A′B′ লম্ব টানা হয় যা AB এর প্রতিবিম্ব নির্দেশ করে।
চিত্র হতে দেখা যায়,
প্রতিবিম্বের অবস্থান : বক্রতার কেন্দ্র ও ফোকাসের মধ্যে।
প্রতিবিম্বের প্রকৃতি : বাস্তব ও উল্টো।
প্রতিবিম্বের আকৃতি : খর্বিত।

প্রশ্ন ▸ ০৬



ক. পদার্থের তাপমাত্রিক ধর্ম কাকে বলে? ১
খ. সিস্টেম লস কমানোর কৌশল ব্যাখ্যা কর। ২
গ. A গোলকটির ধারকত্ব নির্ণয় কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের গোলকদ্বয় পরিবাহীর তার দ্বারা সংযুক্ত করলে ইলেকট্রন প্রবাহের দিক গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। ৪

[অধ্যায়-১০ এর আলোকে]

৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক তাপমাত্রার তারতম্যের জন্য পদার্থের যে ধর্ম নিয়মিতভাবে পরিবর্তিত হয় এবং এই পরিবর্তন লক্ষ করে সহজে ও সূক্ষ্মভাবে তাপমাত্রা নিরূপণ করা যায় সেই ধর্মকে পদার্থের তাপমাত্রিক ধর্ম বলে।

খ সঞ্চালন লাইনের তড়িৎ প্রবাহ হ্রাস করে সিস্টেম লস কমানো যায়। আমরা জানি, R রোধের পরিবাহীর মধ্য দিয়ে I তড়িৎ প্রবাহ হলে সেক্ষেত্রে সিস্টেম লসের পরিমাণ হয় I^2R। যেহেতু সিস্টেম লস, প্রবাহিত তড়িতের বর্গের সমানুপাতিক; তাই বলা যায়, তড়িৎ প্রবাহের মান কম হলে তারের রোধজনিত সিস্টেম লসও কম হয়। একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ ক্ষমতার জন্য, উচ্চ ভোল্টেজে বিদ্যুৎ সঞ্চালনের ফলে তড়িৎ প্রবাহের মান কম হয়। উচ্চধাপী ট্রান্সফর্মার ব্যবহার করে এমনটি করা হয়।

গ আমরা জানি,

গোলকের ধারকত্ব, $C = \frac{r}{K}$

বা, $C = \frac{0.02}{9 \times 10^9}$

$\therefore C = 2.22 \times 10^{-12}$ F **(Ans.)**

এখানে,
A গোলকের ব্যাসার্ধ, $r = 2$ cm $= 0.02$ m
কুলম্বের ধ্রুবক, $K = 9 \times 10^9$ Nm^2 C^{-2}
A গোলকটির ধারকত্ব, $C = ?$

ঘ আমরা জানি,

ধারকের সঞ্চিত শক্তি,

$$E_B = \frac{1}{2} C_B V_B^2$$

বা, $V_B^2 = \frac{2E_B}{C_B}$

বা, $V_B = \sqrt{\frac{2 \times 0.225}{20 \times 10^{-6}}}$

$\therefore V_B = 150$ V

এখানে,
B ধাতব গোলকটির ধারকত্ব, $C_B = 20\ \mu$F
B ধাতব গোলকে সঞ্চিত শক্তি, $E_B = 0.225$ J

আবার, আমরা জানি কোনো ধারকের ধারকত্ব C এবং ধারকের সঞ্চিত চার্জ Q হলে ধারকের বিভব $V = \frac{Q}{C}$

সুতরাং A গোলকের বিভব হবে

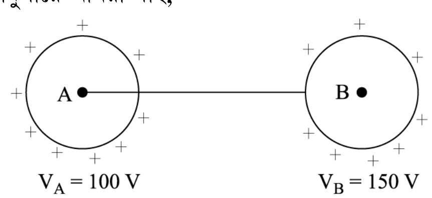
$V_A = \frac{Q_A}{C_A}$

$= \frac{0.22 \times 10^{-9}}{2.2 \times 10^{-12}}$

$= 100$ V

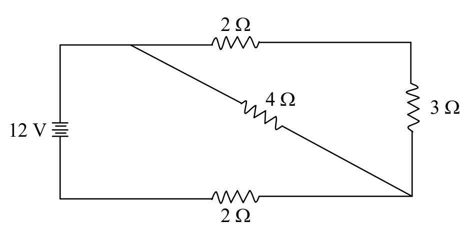
এখানে,
A গোলকের চার্জ, $Q_A = 0.22$ nC $= 0.22 \times 10^{-19}$ C
গোলকের ধারকত্ব, $C_A = 2.2 \times 10^{-12}$ F

এখন চিত্রানুসারে আমরা পাই,



এখন A ও B গোলককে পরিবাহী তার দ্বারা যুক্ত করলে ইলেকট্রন নিম্ন বিভবের গোলক তে উচ্চ বিভবের গোলকের দিকে প্রবাহিত হবে। এক্ষেত্রে ইলেকট্রন A গোলক থেকে B গোলকের দিকে যাবে। দুটি গোলকের বিভব সমান না হওয়া পর্যন্ত ইলেকট্রন A গোলক থেকে B গোলকের দিকে যেতে থাকবে।

প্রশ্ন ▸ ০৭ দৃশ্যকল্প-১ :



দৃশ্যকল্প-২ : রিমিদের বাসায় প্রতিদিন একটি 60W – 220V এর বাতি 5 ঘণ্টা, তিনটি 40W – 220V এর বাতি 6 ঘণ্টা এবং একটি 80W – 220V এর ফ্যান 12 ঘণ্টা চলে। প্রতি ইউনিট বিদ্যুতের মূল্য 5.30 টাকা।

ক. ধারক কাকে বলে? ১

খ. তামার আপেক্ষিক রোধ 1.68×10^{-8} Ωm বলতে কী বোঝায়? ২

গ. দৃশ্যকল্প-১ এর আলোকে বর্তনীর মূল প্রবাহ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. দৃশ্যকল্প-২ এর আলোকে অক্টোবর মাসে বিদ্যুৎ অফিস থেকে রিমির পরিবার 325.31 টাকা বিদ্যুৎ বিল প্রাপ্ত হলে বিলের সঠিকতা নিরূপণ কর। ৪

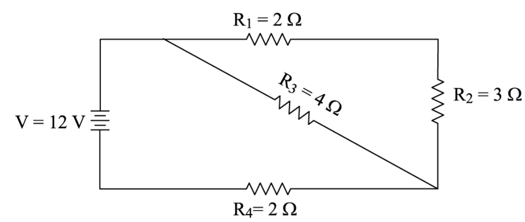
[অধ্যায়-১১ এর আলোকে]

৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক কাছাকাছি স্থাপিত দুটি পরিবাহকের মধ্যবর্তী স্থানে অন্তরক পদার্থ রেখে তড়িৎ আধানরূপে শক্তি সঞ্চয় করে রাখার যান্ত্রিক কৌশলকে ধারক বলে।

খ কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট তারের রোধকে ঐ তারের আপেক্ষিক রোধ বলা হয়। তাহলে, তামার আপেক্ষিক রোধ 1.68×10^{-8} Ωm বলতে বোঝায়, নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় 1m দৈর্ঘ্য ও 1m^2 প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট তামার তাদের রোধ হবে 1.68×10^{-8} Ωm.

গ



চিত্রে, R_1 ও R_2 শ্রেণিতে যুক্ত। তাহলে রোধদ্বয়ের তুল্যরোধ,

$R_{S_1} = R_1 + R_2 = 2 + 3 = 5\ \Omega$

আবার, R_{S_1} ও R_3 রোধ সমান্তরালে যুক্ত।

$\therefore \frac{1}{R_{P_1}} = \frac{1}{R_{S_1}} + \frac{1}{R_3}$

বা, $\frac{1}{R_{P_1}} = \frac{1}{5} + \frac{1}{4}$

বা, $\frac{1}{R_{P_1}} = \frac{4+5}{20}$

বা, $R_{P_1} = \frac{20}{9}$

$\therefore R_{P_1} = 2.22\ \Omega$

আবার, R_{P_1} ও R_4 রোধ শ্রেণিতে যুক্ত। সুতরাং বর্তনীর তুল্যরোধ

$R = R_{P_1} + R_4 = 2.22 + 2 = 4.22\ \Omega$

আমরা জানি,

$V = IR$

বা, $I = \frac{V}{R} = \frac{12}{4.22} = 2.84$

সুতরাং দৃশ্যকল্প-১ এর আলোকে বর্তনীর মূল প্রবাহ 2.84 A। **(Ans.)**

ঘ দৃশ্যকল্প-২ এ 60 W বাতির ক্ষেত্রে,

আমরা জানি,

$W_1 = P \times t = 60 \times 5 \times 31 = 9300$ Wh

এখানে, $P = 60$ W, $t = 5 \times 31$

40 W বাতির ক্ষেত্রে,

$W_2 = P \times t = 40 \times (6 \times 31) = 7440$ Wh

এখানে, $P = 40$ W, $t = (6 \times 31)$ h

৩টি বাতির জন্য $= 7440 \times 3 = 22320$ Wh

80 W ফ্যানের ক্ষেত্রে,

$W_3 = P \times t = 80 \times (12 \times 31) = 29760$ Wh

এখানে, $P = 80$ W, $t = (12 \times 31)$ h

মোট ব্যয়িত শক্তি,

$W = W_1 + W_2 + W_3 = (9300 + 22320 + 29760)$ Wh

বা, $W = 61380$ Wh

$\therefore W = 61.38$ kWh

প্রতি ইউনিট বিদ্যুতের মূল্য 5.30 টাকা হলে,

মোট বিল $= (61.38 \times 5.3) = 325.31$ টাকা

অতএব রিমির পরিবার 325.31 টাকা বিদ্যুৎ বিল প্রাপ্ত হলে বিলের সঠিকতা রয়েছে।

প্রশ্ন ▶ ০৮ 1টি ট্রান্সফর্মারের মুখ্য কুণ্ডলীর ভোল্টেজ 600V এবং তড়িৎ প্রবাহ 2A। গৌণ কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা 30 এবং প্রবাহ 5A। ট্রান্সফর্মারটিকে 50% কর্মদক্ষতার 1টি বৈদ্যুতিক মোটর চালনার জন্য নির্বাচন করা হলো। মোটরটি 200 kg ভরের পানি 98 সেকেন্ডে 30m উচ্চতায় উঠাতে পারে।

ক. তড়িৎ মোটর কাকে বলে? ১

খ. ইলেকট্রন আসক্তির ভিন্নতাই স্থির তড়িৎ উৎপন্ন হওয়ার মূল কারণ− ব্যাখ্যা কর। ২

গ. ট্রান্সফর্মারটির মুখ্য কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উল্লিখিত মোটরটি চালানোর জন্য ট্রান্সফর্মারটি উপযোগী কি না− গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

[অধ্যায়-১২ এর আলোকে]

৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে তড়িৎ যন্ত্র তড়িৎ শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত করে তাকে তড়িৎ মোটর বলে।

খ সাধারণত পরমাণুতে ইলেকট্রন এবং প্রোটনের সংখ্যা সমান হওয়ায় পরমাণু নিস্তড়িত বা তড়িৎ নিরপেক্ষ হয়। কিন্তু দুইটি বস্তুর মধ্যে পারস্পরিক ঘর্ষণের ফলে যে বস্তুর ইলেকট্রন আসক্তি বেশি সে বস্তু ধনাত্মক আধানে আহিত হয়। অর্থাৎ ঐ বস্তুর মধ্যে স্থির তড়িতের উদ্ভব ঘটে। অতএব বলা যায় যে ইলেকট্রন আসক্তির ভিন্নতাই স্থির তড়িৎ উৎপন্ন হওয়ার কারণ।

গ উদ্দীপক হতে, মুখ্য কুণ্ডলীর তড়িৎ প্রবাহ, $I_p = 2A$

গৌণ কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা, $n_s = 40$

তড়িৎ প্রবাহ, $I_s = 5A$

মুখ্য কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা, $n_p = ?$

আমরা জানি,

$$\frac{n_p}{n_s} = \frac{I_s}{I_p}$$

বা, $n_p I_p = n_s I_s$

বা, $n_p = \frac{n_s I_s}{I_p} = \frac{30 \times 5A}{2A}$

$\therefore n_p = 75$

সুতরাং গৌণ কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা 75.

ঘ উদ্দীপক অনুসারে, পানির ভর, $m = 200$ kg

উচ্চতা, $h = 30$m

সময়, $t = 98$s

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

কর্মদক্ষতা, $\eta = 50\%$

মোটরের কার্যকর ক্ষমতা, $P = ?$

$\therefore$ মোটরের প্রদত্ত ক্ষমতা, $P' = ?$

আমরা জানি,

$$P = \frac{mgh}{t} = \frac{200 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 30\text{m}}{98\text{s}}$$

$\therefore P = 600$W

আবার,

$$\eta = \frac{P}{P'} \times 100\%$$

বা, $P' = \frac{P}{\eta} \times 100\% = \frac{600W}{50\%} \times 100\%$

$\therefore P' = 1200$W

ট্রান্সফর্মারের ইনপুট ক্ষমতা, $P_p = V_p I_p = 600V \times 2A = 1200W$

ট্রান্সফর্মারের ক্ষমতা ধ্রুব থাকে বলে আউটপুট ক্ষমতা,

$P_s = 1200W$

যেহেতু ট্রান্সফর্মারের আউটপুট ক্ষমতা এবং মোটরের প্রদত্ত ক্ষমতা সমান সেহেতু মোটরটি চালানোর জন্য ট্রান্সফর্মারটি উপযোগী।

মডেল টেস্ট- ০৩

বহুনির্বাচনি অভীক্ষা

উত্তর																										
	১	K	২	M	৩	N	৪	L	৫	K	৬	L	৭	M	৮	N	৯	L	১০	K	১১	K	১২	N	১৩	K
	১৪	M	১৫	M	১৬	K	১৭	K	১৮	M	১৯	K	২০	L	২১	L	২২	K	২৩	K	২৪	K	২৫	M		

সৃজনশীল

প্রশ্ন ▸ ০১ একটি স্লাইড ক্যালিপার্সের প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম 1 ঘরে মান 1mm এবং প্রধান স্কেলের 19 ঘরের সমান ভার্নিয়ার স্কেলের 20 ঘর। উক্ত স্কেল দ্বারা বর্গাকার একটি বস্তুর দৈর্ঘ্য পরিমাপ করে 1.875cm পাওয়া গেল। মূল স্কেলের পাঠ 18mm এবং পরিমাপে ত্রুটি 5%।

ক. স্ক্রুগজের পিচ কাকে বলে? ১

খ. $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ সমীকরণটির যথার্থতা যাচাই কর। ২

গ. উদ্দীপকের যন্ত্রটির ভার্নিয়ার সমপাতন নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বর্গাকার বস্তুটির ক্ষেত্রফল নির্ণয়ে কত শতাংশ ত্রুটি হতে পারে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[অধ্যায়-১ এর আলোকে]

১নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্ক্রু গজের বৃত্তাকার স্কেলটি সম্পূর্ণ একবার ঘুরালে এটি রৈখিক স্কেল বরাবর যে দৈর্ঘ্য অতিক্রম করে তাকে স্ক্রু-এর পিচ বলে।

খ মাত্রা সমীকরণের সাহায্যে যেকোনো সমীকরণের যথার্থতা যাচাই করা যায়।

$s = ut + \frac{1}{2}at^2$ সমীকরণের ক্ষেত্রে,

বামপক্ষ = s = সরণ = L [সরণের মাত্রা = L]

ডানপক্ষ = $ut + \frac{1}{2}at^2$

= বেগ × সময় + $\frac{1}{2}$ × ত্বরণ × (সময়)²

= $\frac{\text{সরণ}}{\text{সময়}}$ × সময় + $\frac{1}{2}$ × $\frac{\text{বেগ}}{\text{সময়}}$ × (সময়)²

= সরণ + $\frac{1}{2}$ × $\frac{\text{সরণ}}{(\text{সময়})^2}$ × (সময়)²

= সরণ + সরণ [মাত্রা সমীকরণ ধ্রুবক বাদ দিয়ে]

= ২ সরণ = সরণ = L

∴ বামপক্ষ = ডানপক্ষ

অর্থাৎ $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ সমীকরণটি যথার্থ।

গ আমরা জানি,

$L = M + V \times VC$

বা, $V \times VC = L - M$

বা, $V = \frac{L - M}{VC}$

বা, $V = \frac{1.875 - 1.8}{5 \times 10^{-3}}$

∴ $V = 15$

∴ ভার্নিয়ার সমাপাতন 15। **(Ans.)**

এখানে,
প্রধান স্কেল পাঠ,
$M = 18\text{ mm} = 1.8\text{ cm}$
পরিমাপকৃত দৈর্ঘ্য, $L = 1.875\text{ cm}$
ভার্নিয়ার ধ্রুবক, $VC = 1 - \frac{19}{20}\text{ mm}$
$= 0.05\text{ mm}$
$= 5 \times 10^{-3}\text{ cm}$
ভার্নিয়ার সমপাতন, V = ?

ঘ উদ্দীপক হতে,

বর্গাকার বস্তুর দৈর্ঘ্য, $a = 1.875\text{ cm}$

দৈর্ঘ্য পরিমাপে 5% ত্রুটি হলে, চূড়ান্ত ত্রুটি,

$\Delta a = 1.875 \times 0.05 = 0.09375\text{ cm}$

∴ বর্গাকার বস্তুর দৈর্ঘ্য, $a = (1.875 \pm 0.09375)\text{ cm}$

এখন, বর্গাকার বস্তুর প্রকৃত ক্ষেত্রফল, $A = a^2$
$= (1.875)^2$
$= 3.5156\text{ cm}^2$

বর্গাকার বস্তুটির সর্বোচ্চ ক্ষেত্রফল,

$A_{max} = (a + 0.09375)^2 = (1.875 + 0.09375)^2 = 3.876\text{ cm}^2$

আবার বর্গাকার বস্তুটির সর্বনিম্ন ক্ষেত্রফল,

$A_{min} = (a - 0.09375)^2$
$= (1.875 - 0.09375)^2$
$= 3.173\text{ cm}^2$

এখন, সর্বোচ্চ ক্ষেত্রফলের জন্য চূড়ান্ত ত্রুটি

$\Delta A = |A_{max} - A|$
$= |3.876 - 3.5156|$
$= 0.3604\text{ cm}^2$

আবার সর্বনিম্ন ক্ষেত্রফলের জন্য চূড়ান্ত ত্রুটি

$\Delta A = |A_{min} - A|$
$= |3.173 - 3.5156|$
$= 0.3426\text{ cm}^2$

সর্বোচ্চ মান বিবেচনায় চূড়ান্ত ত্রুটি $\Delta A = 0.3604\text{ cm}^2$

∴ ক্ষেত্রফল পরিমাপে আপেক্ষিক ত্রুটি = $\frac{\Delta A}{A}$

$= \frac{0.3604}{3.5156} = 0.1025$

∴ শতকরা আপেক্ষিক ত্রুটি = 0.1025 × 100% = 10.25%

অতএব, বর্গাকার বস্তুটির ক্ষেত্রফল নির্ণয়ে 10.25% ত্রুটি হতে পারে।

প্রশ্ন ▸ ০২ একটি বন্দুক থেকে 40 ms^{-1} বেগে ছোড়া গুলি 50 m দূরে অবস্থিত একটি তক্তার মধ্যে প্রবেশ করার 0.01 sec পর থেমে যায়। তক্তাটি একটি মাটির দেওয়ালের গায়ে লাগানো ছিল। তক্তার পুরুত্ব 21 cm।

ক. তাৎক্ষণিক দ্রুতি কাকে বলে? ১

খ. গতিশীল বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব কখনও শূন্য হয় না কিন্তু সরণ শূন্য হতে পারে−ব্যাখ্যা কর। ২

গ. বন্দুকের গুলিটি কত সময় পর তক্তাটিকে আঘাত করবে? ৩

ঘ. মাটির দেওয়ালটি উল্লিখিত গুলি দ্বারা ক্ষতিগ্রস্ত হবে কি না− উত্তরের সপক্ষে যুক্তি উপস্থাপন কর। ৪

[অধ্যায়-২ এর আলোকে]

২নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো গতিশীল বস্তুর কোনো একটি বিশেষ মুহূর্তের দ্রুতিকে বস্তুটির তাৎক্ষণিক দ্রুতি বলে।

খ দূরত্ব স্কেলার রাশি এবং সরণ ভেক্টর রাশি। কোনো বস্তুর আদি অবস্থান হতে শেষ অবস্থানের মধ্যবর্তী মোট অতিক্রান্ত পথের দৈর্ঘ্য হলো দূরত্ব। এটি গতিপথের উপর নির্ভর করে। অন্যদিকে নির্দিষ্ট দিকে কোনো বস্তুর সরলরৈখিক দূরত্ব হলো সরণ। এটি গতিপথের উপর নির্ভর করে না। ফলে বৃত্তাকার পথে চলমান কোনো বস্তু সম্পূর্ণ পথ ঘুরে পূর্বের অবস্থানে ফিরে এলে বস্তুটির কোনো সরণ হয় না। এক্ষেত্রে বৃত্তাকার পথের পরিধি বরাবর দৈর্ঘ্য হলো বস্তুটির দূরত্ব। তাই গতিশীল বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব কখনও শূন্য হয় না কিন্তু সরণ শূন্য হতে পারে।

গ বন্দুক থেকে বের হওয়া গুলিটি সমবেগে যায় এবং তক্তাকে আঘাত করে।

আমরা জানি,

$s = vt$

বা, $t = \frac{50}{40} = 1.25$ s

উদ্দীপক হতে পাই,
আদিবেগ, $u = 40\ ms^{-1}$
দূরত্ব, $s = 50$ m
সময়, $t = ?$

অতএব, বন্দুকের গুলিটি 1.25 s পর তক্তাটিকে আঘাত করবে।

ঘ উদ্দীপকে উল্লিখিত তক্তাটি মাটির দেওয়ালের সাথে লাগানো থাকায় তক্তাটির পুরুত্ব 21 cm ভেদ করতে পারলে দেওয়ালটি বন্দুকের গুলিতে ক্ষতিগ্রস্ত হবে।

ধরি গুলিতে 0.01 s এ তক্তার ভেতর s m দূরত্ব ভেদ করে থেমে যায়।

উদ্দীপক হতে পাই,
আদিবেগ, $u = 40\ ms^{-1}$
শেষবেগ, $v = 0$
সময়, $t = 0.01$ s
অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = ?$

আমরা জানি,

$$s = \left(\frac{u+v}{2}\right)t = \left(\frac{40+0}{2}\right) \times 0.01 = 0.2\text{ m} = 20\text{ cm} < 210\text{ m}$$

দেখা যাচ্ছে গুলিটি তক্তার ভেতর 20 cm যেয়ে থেমে যায়। অর্থাৎ গুলিটি তক্তার পুরুত্বের সমান 21 cm দূরত্ব অতিক্রম করে। সুতরাং মাটির দেওয়ালটি উল্লিখিত গুলি দ্বারা ক্ষতিগ্রস্ত হবে না।

প্রশ্ন ▶ ০৩ 1kW ক্ষমতা ও 70% কর্মদক্ষতাবিশিষ্ট একটি মোটর 30m উচ্চতায় পানি উত্তোলন করতে ব্যবহৃত হয়। অপরদিকে 2kW ক্ষমতাবিশিষ্ট একটি মোটর 2 মিনিটে 1000kg ভরের পানি 10m উচ্চতায় উঠাতে সক্ষম।

ক. গতিশক্তি কাকে বলে? ১
খ. একটি বৈদ্যুতিক পাওয়ার স্টেশনের ক্ষমতা 200MW বলতে কী বোঝায়? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. প্রথম মোটরটি 5 মিনিটে কতটুকু পানি উত্তোলন করতে পারে? ৩
ঘ. পানি উত্তোলনের কাজে তুমি কোন মোটরটি নির্বাচন করবে?– তোমার মতামত ব্যাখ্যা কর। ৪

[অধ্যায়-৪ এর আলোকে]

৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো গতিশীল বস্তু তার গতির জন্য কাজ করার যে সামর্থ্য লাভ করে তাকে গতিশক্তি বলে।

খ একটি বৈদ্যুতিক পাওয়ার স্টেশনের ক্ষমতা 200 MW বলতে বুঝায়, ঐ পাওয়ার স্টেশন থেকে প্রতি সেকেন্ডে 200 MJ বা 2×10^8J পরিমাণ তড়িৎশক্তি সরবরাহ করতে পারে।

গ আমরা জানি,

$\eta_1 = \frac{P'_1}{P_1}$

বা, $P'_1 = \eta_1 P_1$

বা, $\frac{mgh_1}{t_1} = \eta_1 P_1$

বা, $m = \frac{\eta_1 P_1 t_1}{gh_1}$

$= \frac{0.7 \times 1000 \times 300}{9.8 \times 30}$

$\therefore m = 714.28$ kg

উদ্দীপক হতে পাই,
প্রথম মোটরের ক্ষেত্রে
প্রদত্ত ক্ষমতা, $P_1 = 1\text{kW} = 1000$ W
উচ্চতা, $h_1 = 30$ m
সময়, $t_1 = 5\text{ min} = (5 \times 60)\text{ s} = 30$ s
কর্মক্ষমতা, $\eta_1 = 70\% = \frac{70}{100} = 0.7$
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

অতএব, প্রথম মোটরটি 6 মিনিটে 714.28 kg পানি উত্তোলন করতে পারে।

ঘ আমরা জানি,

$\eta_2 = \frac{P'_2}{P_2}$

$= \frac{mgh_2}{P_2 t_2}$

$= \frac{1000 \times 9.8 \times 10}{2000 \times 120}$

বা, $\eta_2 = 0.41$

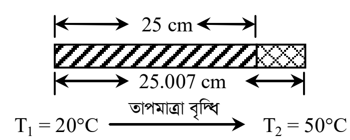
$\therefore \eta_2 = 41\%$

উদ্দীপক হতে পাই,
প্রথম মোটরের কর্মদক্ষতা, $\eta_1 = 70\%$
দ্বিতীয় মোটরের ক্ষেত্রে, প্রদত্ত ক্ষমতা,
$P_2 = 2\text{kW} = (2 \times 1000)\text{W} = 2000$ W
সময়, $t_2 = 2\text{ min} = (2 \times 60)\text{s} = 120$ s
পানির ভর, $m = 1000$ kg
উচ্চতা, $h_2 = 10$ m
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

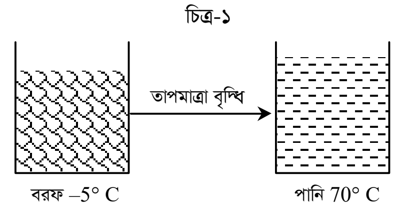
অর্থাৎ $\eta_1 > \eta_2$

সুতরাং প্রথম মোটরটি দ্বারা শক্তির অপচয় কম হবে। তাই পানি উত্তোলনের কাজে প্রথম মোটরটি নির্বাচন করবে।

প্রশ্ন ▶ ০৪



চিত্র-১



চিত্র-২

পানির আপেক্ষিক তাপ 4200 J $kg^{-1}K^{-1}$

বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ 334 kJ/kg.

ক. তাপ ধারণ ক্ষমতা কাকে বলে? ১
খ. বায়বীয় পদার্থের বেলায় আপাত এবং প্রকৃত প্রসারণের মধ্যে পার্থক্য নেই কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. দণ্ডটির দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ নির্ণয় কর। ৩
ঘ. চিত্র-২ এর আলোকে তাপমাত্রা বনাম সময় লেখচিত্র অঙ্কন করে এর বিভিন্ন অংশের ব্যাখ্যা দাও। ৪

[অধ্যায়-৫ এর আলোকে]

৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ তাপশক্তি প্রয়োগ করতে হয়, তাকে ঐ বস্তুর তাপ ধারণ ক্ষমতা বলে।

খ তরলের ন্যায় বায়বীয় পদার্থকে কোনো না কোনো পাত্রে রেখে তাপ দিতে হয়। কিন্তু তাপমাত্রার এই পরিবর্তনের জন্য বায়বীয় পদার্থের প্রসারণ, পাত্রের প্রসারণের চেয়ে অনেক বেশি হওয়ায় পাত্রের প্রসারণকে উপেক্ষা করা যায়। ফলে বায়বীয় পদার্থের ক্ষেত্রে প্রকৃত ও আপাত প্রসারণের মধ্যে তেমন কোনো পার্থক্য থাকে না।

গ এখানে,

দণ্ডটির আদি দৈর্ঘ্য, $L_1 = 25$ cm

দণ্ডটির শেষ দৈর্ঘ্য, $L_2 = 25.007$ cm

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $L_2 - L_1 = (25.007 - 25)$ cm $= 0.007$ cm

আদি তাপমাত্রা, $T_1 = 20°C$

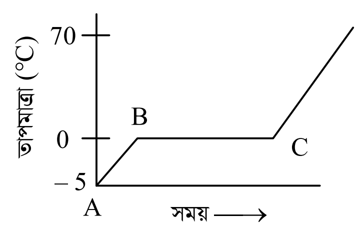
শেষ তাপমাত্রা, $T_2 = 50°C$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $T_2 - T_1 = 50° - 20°C$
$= 30°C = 30$ K

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = ?$

আমরা জানি, $\alpha = \frac{(L_2 - L_1)}{L_1(T_2 - T_1)}$
$= \frac{0.007}{25 \times 30}$
$= 9.33 \times 10^{-6} K^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ চিত্র-২ এর আলোকে তাপমাত্রা বনাম সময় লেখচিত্রটি হবে নিম্নরূপ :



লেখচিত্রটিতে 3 টি অংশ রয়েছে।

(i) **A থেকে B :** এই অংশে – 5°C তাপমাত্রার বরফ 0°C তাপমাত্রার বরফে পরিণত হবে। এজন্য গৃহীত তাপ,

$Q_1 = ms_1 (T_2 - T_1)$ J

বরফের ভর = m kg
বরফের আপেক্ষিক তাপ $= s_1$ $Jkg^{-1} K^{-1}$
তাপমাত্রার পরিবর্তন, $T_2 - T_1$
$= \{0 - (-5)°C\}$
$= 5$ K

(ii) **B থেকে C :** এই অংশে বরফ গলে পানিতে পরিণত হবে।

এই 0°C তাপমাত্রা হলো স্বাভাবিক বায়ুচাপে বরফের গলনাঙ্ক। এই সময়ে প্রদত্ত তাপ মিশ্রণের তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে না। এটি কঠিন পদার্থের অণুগুলোর মধ্যকার আন্তঃআণবিক বন্ধনকে শিথিল করতে ব্যয় হয়। এই সময় বরফ গলার জন্য প্রয়োজনীয় তাপ,

$Q_2 = ml_f J$

এখানে,
বরফের ভর = m kg
বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ,
$l_f = 334$ kJ/kg

(iii) **C থেকে D :** C অবস্থানে বরফ গলে পানিতে পরিণত হবার পর আবার পানির তাপমাত্রা বাড়তে থাকে। এভাবে D বিন্দুতে 70°C পর্যন্ত তাপ দেওয়া হলে পানির গৃহীত তাপ,

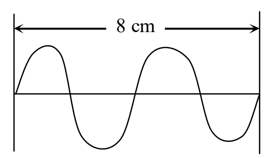
$Q_3 = ms_w = (T_2 - T_1)$

এখানে,
পানির ভর = m kg
পানির আপেক্ষিক তাপ,
$s_w = 4200$ $Jkg^{-1} K^{-1}$
তাপমাত্রার পরিবর্তন,
$T_2 - T_1 = (70 - 0)°C = 70$ K

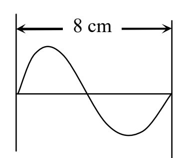
এভাবেই লেখচিত্রটির বিভিন্ন অংশে তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে সাথে পদার্থটি (বরফ/পানি) ভৌত অবস্থারও পরিবর্তন ঘটতে থাকে।

প্রশ্ন ▶ ০৫ **দৃশ্যকল্প-১ :** একটি সরল দোলক, P এর সুতার দৈর্ঘ্য 99 cm। দোলকটিকে 9.8 ms^{-2} অভিকর্ষজ ত্বরণ সম্পন্ন স্থানে দুলতে দেওয়া হলো।

দৃশ্যকল্প-২ : কোনো মাধ্যমে সঞ্চালিত দুটি উৎস কর্তৃক সৃষ্ট তরঙ্গ নিচে আলোকপাত করা হলো :



চিত্র-A



চিত্র-B

ক. শব্দের তীক্ষ্ণতা কাকে বলে? ১

খ. সকল প্রতিফলিত শব্দের প্রতিধ্বনি শোনা যায় না কেন? ২

গ. দৃশ্যকল্প-১ এর P এর দোলনকাল নির্ণয় কর। ৩

ঘ. দৃশ্যকল্প-২ এর চিত্র A ও B এর পর্যায়কালের তুলনা কর। ৪

[অধ্যায়-৭ এর আলোকে]

৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক সুরযুক্ত শব্দের যে বৈশিষ্ট্য দিয়ে একই প্রাবল্যের খাদের সুর এবং চড়া সুরের মধ্যে পার্থক্য বুঝা যায় তাকে তীক্ষ্ণতা বলে।

খ প্রতিধ্বনি শোনার জন্য শব্দের প্রতিফলন হতে হয়। এছাড়াও প্রতিধ্বনি শোনার জন্য উৎস ও প্রতিফলনের দূরত্ব এমন হওয়া দরকার যাতে শব্দের সেই দূরত্ব অতিক্রম করতে 0.1s এর বেশি সময় লাগে। তাই বলা যায়, শুধু প্রতিফলন হলেই সকল ক্ষেত্রে প্রতিধ্বনি শোনা যায় না।

গ দেওয়া আছে, সুতরাং দৈর্ঘ্য, $L = 99$ cm $= 0.99$ m

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8$ ms^{-2}

আমরা জানি, দোলনকাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2 \times 3.1416\sqrt{\frac{0.99}{9.8}}$
$= 0.997$ s. **(Ans.)**

ঘ চিত্র A হতে

পর্যায়কাল, $2\lambda_A = 8$cm

বা, $\lambda_A = \frac{8}{2}$ cm

$\therefore \lambda_A = 4$ cm

আমরা জানি, $v = f\lambda_A$

বা, $v = \frac{1}{T_A}.\lambda_A$ $[\because f = \frac{1}{T}]$

বা, $T_A = \frac{1}{v}\lambda_A$

$\therefore T_A \propto \lambda_A$ [একই মাধ্যমে v ধ্রুবক]

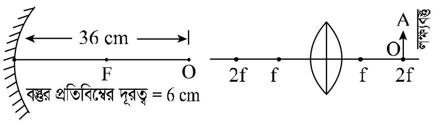
আবার, B চিত্রে, পর্যায়কাল, $\lambda_B = 8\text{cm}$

যেহেতু, $\lambda_A < \lambda_B$

$\therefore T_A < T_B$

সুতরাং A এর তুলনায় B তরঙ্গের পর্যায়কাল বেশি।

প্রশ্ন ▶ ০৬



চিত্র-১ চিত্র-২

ক. আলোর প্রতিফলন কাকে বলে? ১

খ. দাঁতের চিকিৎসায় চিকিৎসকগণ অবতল দর্পণ ব্যবহার করে কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. চিত্র-১ এ বস্তুর দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩

ঘ. OA লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্বের বৈশিষ্ট্য রশ্মিচিত্র এঁকে ব্যাখ্যা কর। ৪

[অধ্যায়-৮ এর আলোকে]

৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক আলোকরশ্মি যখন এক মাধ্যম দিয়ে চলতে চলতে অন্য এক মাধ্যমের কোনো তলে আপতিত হয় তখন দুই মাধ্যমের বিভেদতল হতে কিছু পরিমাণ আলো আবার প্রথম মাধ্যমে ফিরে আসে। এ ঘটনাকে আলোর প্রতিফলন বলে।

খ দন্ত চিকিৎসকগণ দাঁত পরীক্ষার সময় অবতল দর্পণকে দাঁতের খুব নিকটে ধরেন যাতে দর্পণে দাঁতের একটি অবাস্তব এবং বিবর্ধিত প্রতিবিম্ব গঠিত হয়। এই বিবর্ধিত প্রতিবিম্বের কারণে কোথায় দাঁতের সমস্যা তা ভালোভাবে বোঝা যায়। এজন্য দন্ত চিকিৎসকগণ দাঁত পরীক্ষার জন্য অবতল দর্পণ ব্যবহার করেন।

গ আমরা জানি,

$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

বা, $\frac{1}{u} = \frac{1}{f} - \frac{1}{v}$

বা, $\frac{1}{u} = \frac{1}{18} - \frac{1}{(-6)}$

বা, $\frac{1}{u} = \frac{1}{18} + \frac{1}{6}$

বা, $\frac{1}{u} = \frac{2}{9}$

বা, $u = \frac{9}{2}$

$\therefore$ $u = 4.5$ cm **(Ans.)**

এখানে,

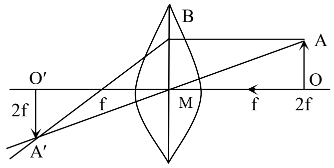
বক্রতার ব্যাসার্ধ, r = 36 cm

প্রতিবিম্বের দূরত্ব, v = – 6 cm

ফোকাস দূরত্ব, $f = \frac{r}{2} = \frac{36}{2} = 18$ cm

বস্তুর দূরত্ব, u = ?

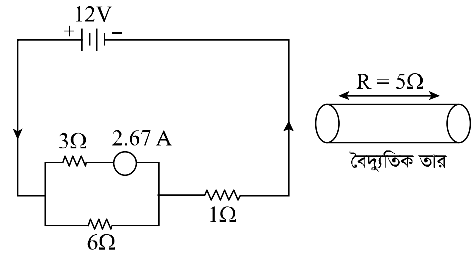
ঘ চিত্র-২ এর রশ্মি চিত্র হবে নিম্নরূপ :



A থেকে একটি প্রধান অক্ষের সমান্তরাল আলোক রশ্মি AB প্রতিসরিত হয়ে প্রধান ফোকাস দিয়ে BA′ পথে চলে যাবে। A থেকে আরেকটি আলোকরশ্মি আলোক কেন্দ্র M হয়ে প্রতিসরিত হয়ে MA′ পথে চলে যাবে। রশ্মিদ্বয় A′ বিন্দুতে মিলিত হবে। A′O′ ⊥ OO′ আঁকি। তাহলে O′ হবে O বিন্দুর প্রতিবিম্ব। A′O′-ই হচ্ছে AO লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব। প্রতিবিম্বটি লেন্সের পেছনে 2f দূরত্বে গঠিত হয়েছে।

প্রতিবিম্বটির বৈশিষ্ট্য : বাস্তব, উল্টো ও আকারে লক্ষ্যবস্তুর সমান।

প্রশ্ন ▶ ০৭



ক. তড়িচ্চালক শক্তি কাকে বলে? ১

খ. ফিলামেন্ট বাল্ব ব্যবহারে বিদ্যুৎ শক্তির অপচয় হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের তারটির দৈর্ঘ্য তিনগুণ করা হলে এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল অর্ধেক করা হলে পরিবর্তিত রোধের মান কত হবে? ৩

ঘ. উদ্দীপকের অ্যামিটারটি সঠিক পাঠ দিচ্ছে কি না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[অধ্যায়-১১ এর আলোকে]

৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তড়িৎ কোষ একক ধনাত্মক আধানকে বর্তনীর এক বিন্দু থেকে কোষসহ সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আবার ঐ বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন করে বা তড়িৎশক্তি ব্যয় করে, তাকে ঐ কোষের তড়িচ্চালক শক্তি বা e.m.f (electromotive force) বলে।

খ ফিলামেন্ট দিয়ে তৈরি বাল্বগুলো দিয়ে আলো তৈরি করার জন্য ফিলামেন্টকে উত্তপ্ত করতে হয়, এখানে বিদ্যুৎ শক্তির বড় অংশ তাপ হিসেবে খরচ হয়ে যায় বলে বিদ্যুৎ শক্তির অপচয় হয়।

গ আমরা জানি, $R = \frac{\rho L}{A}$

বা, $R \propto \frac{L}{A}$

বা, $R \propto \frac{3}{\frac{1}{2}}$

বা, $R \propto 6$

$\therefore$ রোধ 6 গুণ হবে।

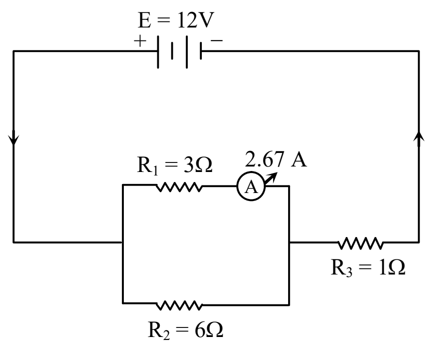
$\therefore$ পরিবর্তিত রোধ = $5 \times 6 = 30\ \Omega$ **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে, তড়িচ্চালক শক্তি, E = 12 V

রোধ, $R_1 = 3\ \Omega$

রোধ, $R_2 = 6\ \Omega$

রোধ, $R_3 = 1\ \Omega$



এখানে R_1 ও R_2 সমান্তরালে যুক্ত আছে,

$\therefore \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

বা, $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6}$

বা, $\frac{1}{R_p} = \frac{2+1}{6}$

বা, $\frac{1}{R_p} = \frac{3}{6}$

বা, $R_P = \frac{3}{6} = 2\,\Omega$

আবার R_P ও R_3 শ্রেণিতে যুক্ত,

$\therefore R_s = R_P + R_3$
$= 2 + 1$
$= 3\,\Omega$

এখন, $I = \frac{E}{R_s} = \frac{12v}{3} = 4A$

এখন, 3Ω ও 6Ω এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য

$v_1 = v_2 = I\,R_P$
$= 4A \times 2$
$= 8A$

এখন, $R_1 = 3\Omega$ এ প্রবাহিত তড়িৎ

$V_1 = I_1 R_1$

বা, $\frac{V_1}{R_1} = I_1$

বা, $\frac{8}{3} = I_1$

বা, $I_1 = 2.67$ A

$\therefore$ অ্যামিটারের পাঠ = 2.67 A.

সুতরাং অ্যামিটারটি সঠিক পাঠ দিচ্ছে।

প্রশ্ন ▸ ০৮ একটি ট্রান্সফর্মারের মুখ্য ও গৌণ কুন্ডলীর পাকসংখ্যা যথাক্রমে 50 এবং 125। মুখ্য কুন্ডলীর ভোল্টেজ ও প্রবাহ যথাক্রমে 220V এবং 10A।

ক. তড়িৎ চৌম্বক আবেশ কাকে বলে? ১
খ. ট্রান্সফর্মার শুধুমাত্র পর্যাবৃত্ত প্রবাহ পরিবর্তন করে কেন? ২
গ. উদ্দীপকের গৌণ কুন্ডলীর রোধ নির্ণয় কর। ৩
ঘ. ট্রান্সফর্মারটির গৌণ কুন্ডলীর ভোল্টেজ যতগুণ বৃদ্ধি পায় গৌণ কুন্ডলীর প্রবাহ ততগুণ হ্রাস পায়– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[অধ্যায়-১২ এর আলোকে]

৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি গতিশীল চুম্বক বা তড়িৎবাহী বর্তনীর সাহায্যে অথবা একটি স্থির তড়িৎবাহী বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহের পরিমাণ কম বেশি করে অন্য একটি সংবন্ধ বর্তনীতে ক্ষণস্থায়ী তড়িচ্চালক বল ও তড়িৎ প্রবাহ উৎপন্ন হওয়ার পদ্ধতিকে তড়িৎ চৌম্বক আবেশ বলে।

খ ট্রান্সফর্মার তড়িৎ চৌম্বক আবেশের উপর ভিত্তি করে তৈরি। প্রাইমারি কুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহিত হলে কুন্ডলীর চারপাশে চৌম্বকক্ষেত্র সৃষ্টি হয় এবং চৌম্বক বলরেখাগুলো/ফ্লাক্স সেকেন্ডারি কুন্ডলীর মধ্য দিয়ে অতিক্রম করে।

এখন প্রাইমারি কুন্ডলীতে ডিসি ভোল্টেজ বা কারেন্টের দরুন যে চৌম্বকক্ষেত্র সৃষ্টি হবে তার মান সময়ের সাথে সাথে পরিবর্তিত হবে না। এই চৌম্বক ফ্লাক্স সেকেন্ডারি কুন্ডলী দিয়ে অতিক্রম করলেও তাতে কোনো আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি (EMF) পাওয়া যাবে। কারণ সেকেন্ডারিতে তড়িৎপ্রবাহ সৃষ্টির জন্য পরিবর্তনশীল (time-varying) চৌম্বকক্ষেত্র লাগবে এবং পরিবর্তনশীল চৌম্বকক্ষেত্র সৃষ্টির জন্য প্রাইমারিতে পর্যাবৃত্ত প্রবাহ প্রয়োগ করতে হবে।

অর্থাৎ ট্রান্সফর্মার শুধু পর্যাবৃত্ত প্রবাহকে রূপান্তর করতে পারে, ডিসি প্রবাহকে নয়।

গ গৌণ কুন্ডলীর ভোল্টেজ V_S হলে,

আমরা জানি,

$\frac{V_P}{V_S} = \frac{n_p}{n_s}$

বা, $V_S = \frac{n_s}{n_p} \times V_P$

বা, $V_S = \frac{125}{50} \times 220 = 550$ V

এখানে,
দেওয়া আছে,
মুখ্য কুন্ডলীর পাকসংখ্যা, $n_p = 50$
গৌণ কুন্ডলীর পাকসংখ্যা, $n_s = 125$
মুখ্য কুন্ডলীর ভোল্টেজ, $V_P = 220$ V
মুখ্য কুন্ডলীর প্রবাহ, $I_P = 10A$
গৌণ কুন্ডলীর রোধ, $R_S = ?$

গৌণ কুন্ডলীর কারেন্ট I_S হলে $\frac{I_S}{I_P} = \frac{n_p}{n_s} \times I_P = \frac{50}{125} \times 10 = 4A$

এখন গৌণ কুন্ডলীতে ওহমের সূত্র প্রয়োগ করি,

$V_S = I_S\,R_S$

বা, $R_S = \frac{V_S}{I_S} = \frac{550}{4} = 137.5\Omega$

$\therefore$ গৌণ কুন্ডলীর রোধ = 137.5Ω (**Ans.**)

ঘ গৌণ কুন্ডলীর ভোল্টেজ, V_S হলে,

আমরা জানি,

$\frac{V_P}{V_S} = \frac{n_p}{n_s}$

বা, $V_S = \frac{n_s}{n_p} \times V_P$

বা, $V_S = \frac{125}{50} \times V_P$

বা, $V_s = 2.5\,V_P$

উদ্দীপক হতে পাই,
ট্রান্সফর্মারের মুখ্য কুন্ডলীর ভোল্টেজ, $V_P = 220$ V
মুখ্য কুন্ডলীর প্রবাহ, $I_P = 10A$
মুখ্য কুন্ডলীর পাকসংখ্যা, $n_p = 50$
গৌণ কুন্ডলীর পাকসংখ্যা, $n_s = 125$

গৌণ কুন্ডলীর ভোল্টেজ = 2.5 × মুখ্য কুন্ডলীর ভোল্টেজ

গৌণ কুন্ডলীর প্রবাহ I হলে–

$\frac{I_S}{I_P} = \frac{n_p}{n_s}$

বা, $I_S = \frac{n_p}{n_s} \times I_P$

বা, $I_S = \frac{50}{125} \times I_P$

বা, $I_S = \frac{I_P}{2.5}$

$\therefore$ গৌণ কুন্ডলীর প্রবাহ = $\frac{\text{মুখ্য কুন্ডলীর প্রবাহ}}{2.5}$

সুতরাং বলা যায় গৌণ কুন্ডলীর ভোল্টেজ মুখ্য কুন্ডলীর ভোল্টেজের 2.5 গুণ হয়েছে এবং গৌণ কুন্ডলীর কারেন্ট মুখ্য কুন্ডলীর কারেন্টে 2.5 ভাগ হয়ে গেছে।

অর্থাৎ ট্রান্সফর্মারটির গৌণ কুন্ডলীর ভোল্টেজ যতগুণ বৃদ্ধি পায় গৌণ কুন্ডলীর প্রবাহ ততগুণ হ্রাস পায়।

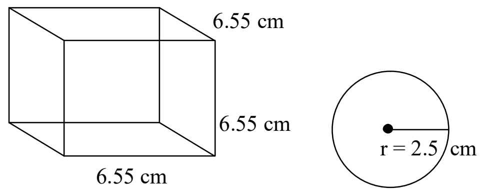
মডেল টেস্ট- ০৪

বহুনির্বাচনি অভীক্ষা

উত্তর																										
	১	N	২	N	৩	M	৪	M	৫	K	৬	L	৭	K	৮	N	৯	N	১০	M	১১	M	১২	L	১৩	L
	১৪	M	১৫	N	১৬	N	১৭	M	১৮	K	১৯	K	২০	L	২১	L	২২	N	২৩	M	২৪	M	২৫	K		

সৃজনশীল

প্রশ্ন ▸ ০১ নিচের চিত্র দুটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



চিত্র ১ : ঘনবস্তু   চিত্র ২ : নিরেট বল

ক. ভার্নিয়ার ধ্রুবক কাকে বলে? ১

খ. স্লাইড ক্যালিপার্সে ভার্নিয়ার স্কেল কেন ব্যবহার করা হয়? ২

গ. উদ্দীপকের নিরেট বলটিকে ঘনবস্তুটির ভেতর প্রবিষ্ট করানো হলে ঘনবস্তুর ভেতরের খালি অংশের আয়তন কত হবে? ৩

ঘ. উদ্দীপকের উভয় চিত্রের বস্তুগুলোকে মিটার স্কেলের সাহায্যে পরিমাপ করা যাবে কি না যুক্তিসহকারে ব্যাখ্যা কর। ৪

[অধ্যায়-১ এর আলোকে]

১নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগের চেয়ে ভার্নিয়ার স্কেলের এক ভাগ যতটুকু ছোট সেই পরিমাণকে ভার্নিয়ার ধ্রুবক বলে।

খ মিটার স্কেলের সাহায্যে সাধারণত মিলিমিটার পর্যন্ত দৈর্ঘ্য পরিমাপ করা যায়। এ স্কেল ব্যবহার করে মিলিমিটারের ভগ্নাংশ যেমন– 0.2 মিলিমিটার, 0.8 মিলিমিটার ইত্যাদি মাপা যায় না। এজন্য মূল স্কেলের ক্ষুদ্রতম ভাগের ভগ্নাংশের নির্ভুল পরিমাপের জন্য স্লাইড ক্যালিপার্স যন্ত্রে মূল স্কেলের পাশে ভার্নিয়ার স্কেল নামক একটি ছোট স্কেল ব্যবহার করা হয়। এটি মিটার স্কেলের সাথে ব্যবহার করে মিলিমিটারের ভগ্নাংশ সূক্ষ্মভাবে নির্ণয় করা যায়। তাই স্লাইড ক্যালিপার্সে ভার্নিয়ার স্কেল ব্যবহার করা হয়।

গ উদ্দীপকের চিত্র হতে পাই,

ঘনবস্তুর প্রত্যেক বাহুর দৈর্ঘ্য, $a = 6.55$ cm

নিরেট বলের ব্যাসার্ধ, $r = 2.5$ cm

আমরা জানি,

ঘনবস্তুর আয়তন $= (a)^3 = (6.55)^3 = 281.01\ cm^3$

আবার, নিরেট বলের আয়তন $= \frac{4}{3}\pi r^3$

$= \frac{4}{3} \times 3.1416 \times (2.5)^3$

$= 65.45\ cm^3$

$\therefore$ ঘনবস্তুর ভেতরের খালি অংশের আয়তন $= (281.01 - 65.45)\ cm^3$

$= 215.56\ cm^3$

অতএব, ঘনবস্তুর ভেতরের খালি অংশের আয়তন $215.56\ cm^3$ হবে।

ঘ উদ্দীপকের উভয় চিত্রের বস্তু দুটি হলো ঘনবস্তু ও নিরেট বল। মিটার স্কেলের সাহায্যে বস্তু দুটি পরিমাপের উপযোগিতা নিচে যুক্তিসহকারে ব্যাখ্যা করা হলো–

মিটার স্কেলে সাহায্যে কোনো বস্তুর দৈর্ঘ্য মিলিমিটার একক পর্যন্ত পরিমাপ করা যায়। এ স্কেলটি সুষম কোনো বস্তুর দৈর্ঘ্য পরিমাপে ব্যবহার করা হয়। এটি সাধারণত দণ্ডাকার বা সমতল লম্বাকৃতির বস্তুর ক্ষেত্রে পরিমাপক যন্ত্র হিসেবে প্রয়োজন হয়। উদ্দীপকের ঘনবস্তুর প্রত্যেক বাহুর দৈর্ঘ্য পরিমাপে এ যন্ত্রটি ব্যবহার করা হয়। এক্ষেত্রে ঘনবস্তুর এক প্রান্ত মিটার স্কেলের শূন্য দাগে বা কোনো সুবিধাজনক দাগে স্থাপন করতে হয়। বস্তুটির অপর প্রান্তে স্কেলের যে দাগের সাথে মিলে যায় তার পাঠ নিতে হয়। দুই প্রান্তের পাঠের পার্থক্য দ্বারা ঘনবস্তুটির বাহুর দৈর্ঘ্য পরিমাপ করা যায়। অন্যদিকে, নিরেট বলটির কেন্দ্র থেকে পরিধির দূরত্ব পর্যন্ত ব্যাসার্ধ পরিমাপে মিটার স্কেলটি স্থাপন করা যায় না। বলটির দুই প্রান্তের পাঠ নেওয়ার জন্য স্লাইড ক্যালিপার্স নামক যন্ত্র ব্যবহার করা হয়।

সুতরাং ঘনবস্তুর বাহুর দৈর্ঘ্য মিটার স্কেলের সাহায্যে পরিমাপ করা গেলেও নিরেট বলের ব্যাসার্ধ পরিমাপ করা যাবে না।

প্রশ্ন ▸ ০২ 12,000 kg ভরের একটি মাল বোঝাই গাড়ি এবং 800 kg ভরের একটি খালি গাড়ি 800m দূর থেকে যথাক্রমে $12\ ms^{-1}$ ও $20\ ms^{-1}$ বেগে পরস্পরের দিকে একই সরলরেখা বরাবর চলছে। চলার কিছুক্ষণ পর তাদের মধ্যে সংঘর্ষ হলো।

ক. নিউটনের গতির ২য় সূত্রটি লেখ। ১

খ. বালির উপর দিয়ে হাঁটা অসুবিধা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. কতক্ষণ পর তাদের মধ্যে সংঘর্ষ হবে? ৩

ঘ. গাড়ি দুটির মধ্যে কোনটি বেশি ক্ষতিগ্রস্ত হবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

[অধ্যায়-৩ এর আলোকে]

২নং প্রশ্নের উত্তর

ক নিউটনের গতির ২য় সূত্রটি হলো– বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার তার উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং বল যেদিকে প্রয়োগ করা হয় ভরবেগের পরিবর্তনও সেদিকে ঘটে।

খ আমরা যখন মাটির উপর দিয়ে হাঁটি তখন পিছনের পা দ্বারা মাটির উপর পিছনের দিকে তির্যকভাবে একটি বল প্রয়োগ করি। এ বল হলো ক্রিয়া বল। নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্রানুযায়ী এই বলের বিপরীতে একটি প্রতিক্রিয়া বল সৃষ্টি হয় যার প্রভাবে আমরা মাটির উপর দিয়ে হাঁটতে সক্ষম হই। কিন্তু বালির উপর ঠিকমতো বল প্রয়োগ করা যায় না। ফলে প্রতিক্রিয়া বল যথাযথভাবে পাওয়া যায় না। তাই বালির উপর দিয়ে হাঁটা অসুবিধাজনক।

গ মনে করি, t সময় পর গাড়ি দুটির মধ্যে সংঘর্ষ হয়।
ধরি, t সময়ের মাল বোঝাই গাড়িটির অতিক্রান্ত দূরত্ব = xm
∴ খালি গাড়িটির অতিক্রান্ত দূরত্ব = (800 – x) m

এখানে,
মাল বোঝাই গাড়ির গতিবেগ, $v_1 = 12ms^{-1}$
খালি গাড়ির গতিবেগ, $v_2 = 20ms^{-1}$
সময়, t = ?

এখানে,
$x = v_1t$
বা, x = 12t............................(i)
আবার,
$800 - x = v_2t$
বা, 800 – x = 20t ....(ii)
(i) ও (ii) হতে, x + 800 – x – = 12t + 20t
বা, 32t = 800
বা, $t = \frac{800}{32} = 25s$
∴ 25s পর তাদের মধ্যে সংঘর্ষ হবে। **(Ans.)**

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,
মালবোঝাই গাড়ির ভর, $m_1 = 12000$ kg
মালবোঝাই গাড়ির আদিবেগ, $u_1 = 12ms^{-1}$
খালি গাড়ির ভর, $m_2 = 800$ kg
খালি গাড়ির আদিবেগ, $u_2 = 20ms^{-1}$
আমরা জানি,
সংঘর্ষের পর মালবোঝাই গাড়ির বেগ,
$$v_1 = \frac{(m_1 - m_2)u_1 + 2m_2u_2}{m_1 + m_2}$$
$$= \frac{(12000 - 800) \times 12 + 2 \times 800 \times 20}{12000 + 800}$$
$\therefore v_1 = 13\ ms^{-1}$
আবার সংঘর্ষের পর খালি গাড়ির বেগ,
$$v_2 = \frac{(m_2 - m_1)\,u_2 + 2m_1u_1}{m_1 + m_2}$$
$$= \frac{(800 - 12000) \times 20 + 2 \times 12000 \times 12}{12000 + 800}$$
$\therefore v_2 = 5ms^{-1}$
অর্থাৎ খালি গাড়িটি $(v_2 < u_2)$ গতির বিপরীত দিকে অগ্রসর হওয়ায় বেগের পরিবর্তন $= v_2 - u_2 = 5 - (-20) = 25ms^{-1}$ হয়। এ গাড়িটি মালবোঝাই গাড়ির সাথে সংঘর্ষ হওয়ার পর $25ms^{-1}$ বেগে উল্টো দিকে ছিটকে পড়বে। এতে খালি গাড়িটি বেশি ক্ষতিগ্রস্ত হবে। সুতরাং গাড়ি দুটির সংঘর্ষের ফলে খালি গাড়িটি বেশি ক্ষতিগ্রস্ত হবে।

প্রশ্ন ▸ ০৩ 2 kg ভরের একটি পাথরকে 30 m উঁচু হতে মুক্তভাবে ছেড়ে দেওয়া হলো। পাথরটি একটি স্প্রিং এর উপর পড়ল। স্প্রিং এর ধ্রুবক $10^5\ Jm^{-2}$।

ক. কাজ কাকে বলে? ১
খ. মাটির নিচে তেল, গ্যাস আছে কি না তা কীভাবে শনাক্ত করা যায়? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. স্প্রিংটি কতটুকু সংকুচিত হবে? নির্ণয় কর। ৩
ঘ. পাথরটি ছেড়ে দেওয়ার পূর্বমুহূর্তে মোট যান্ত্রিক শক্তি এবং 2s পর মোট যান্ত্রিকশক্তি সমান হবে কি না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[অধ্যায়-৪ এর আলোকে]

৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর ওপর বল এবং বলের দিকের বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্বের গুণফলকে কাজ বলে।

খ শব্দের প্রতিফলন ধর্ম ব্যবহার করে মাটির নিচে গ্যাস বা তেলের অস্তিত্ব আছে কি না তা শনাক্ত করা হয়।
মাটির নিচে গ্যাস বা তেল আছে কি না তা দেখার জন্য ত্রিমাত্রিক সিসমিক সার্ভে করা হয়। এটি করার জন্য মাটির খানিকটা নিচে ছোট বিস্ফোরণ করা হয়, বিস্ফোরণের শব্দ মাটির নিচের বিভিন্ন স্তরে আঘাত করে প্রতিফলিত হয়ে উপরে ফিরে আসে। জিওফোন নামে বিশেষ এক ধরনের রিসিভারে সেই প্রতিফলিত তরঙ্গকে ধারণ করা হয়। সমস্ত তথ্য বিশ্লেষণ করে মাটির নিচের নিখুঁত ত্রিমাত্রিক ছবি বের করে কোথায় গ্যাস বা কোথায় তেল আছে তা শনাক্ত করা যায়।

গ মুক্তভাবে পড়ন্ত পাথরের প্রভাবে স্প্রিংটি x পরিমাণ সংকুচিত হলে,
সঞ্চিত শক্তি, $U = \frac{1}{2}kx^2$
এবং h উচ্চতায় পাথরে বিভব শক্তি, V = mgh
শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি অনুযায়ী,
V = U
বা, $mgh = \frac{1}{2}kx^2$
বা, $x^2 = \frac{2\ mgh}{k}$
বা, $x = \sqrt{\frac{2\ mgh}{k}}$
বা, $x = \sqrt{\frac{2 \times 2 \times 9.8 \times 30}{10^5}}$
বা, x = 0.1084 m
∴ x = 10.84 cm **(Ans.)**

ঘ পাথরটির ছেড়ে দেওয়ার পূর্ব মুহূর্তে বিভব শক্তি,
$V_1 = mgh$
$= 2 \times 9.8 \times 30$
$= 588$ J

এখানে,
ভর, m = 2kg
উচ্চতা, h = 30 m
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

যেহেতু 30 m উচ্চতা থেকে মুক্তভাবে পাথরটিকে ছেড়ে দেওয়া হয়েছে। সুতরাং পাথরটির আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
অতএব 30 m উচ্চতায় পাথরটির গতিশক্তি, $T_1 = \frac{1}{2}mu^2$
বা, $T_1 = \frac{1}{2} \times 2 \times 0^2$
∴ $T_1 = 0J$
∴ পাথরটি ছেড়ে দেওয়ার মুহূর্তে মোট যান্ত্রিক শক্তি,
$E_1 = V_1 + T_1$
$= 588 + 0$
$= 588$ J
আবার পাথরটি ছেড়ে দেয়ার 2s পর পাথরটির বেগ v হলে,
$v_1 = u + gt$
$= 0 + 9.8 \times 2$
$= 19.6\ ms^{-1}$

এখানে,
ভর, $u = 0\ ms^{-1}$
সময়, t = 2s
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

∴ 2s পর গতিশক্তি, $T_2 = \frac{1}{2}mv^2$
$= \frac{1}{2} \times 2 \times (19.6)^2$
$= 384.16$ J

$\therefore$ 2s এ পাথরটির সরণ,

$$h'' = ut + \frac{1}{2}gt^2$$
$$= 0 \times 2 + \frac{1}{2} \times 9.8 \times (2)^2$$
$$= 0 + 19.6$$
$$= 19.6\text{m}$$

$\therefore$ 2s পর ভূমি থেকে উচ্চতা,

$$h' = h - h''$$
$$= 30 - 19.6$$
$$= 10.4 \text{ m}$$

$\therefore$ 2s পর পাথরটির বিভবশক্তি,

$$V_2 = mgh' = 2 \times 9.8 \times 10.4 = 203.84 \text{ J}$$

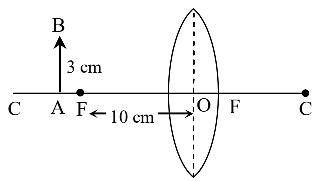
$\therefore$ 2s পর পাথরটির মোট যান্ত্রিক শক্তি,

$$E_2 = T_2 + V_2 = 384.16 \text{ J} + 203.84 \text{ J} = 588 \text{ J}$$

অর্থাৎ $E_1 = E_2$

সুতরাং পাথরটি ছেড়ে দেওয়ার মুহূর্তে ও 2s পর মোট যান্ত্রিকশক্তি সমান হবে।

প্রশ্ন ▶ ০৪



AB লক্ষ্যবস্তুটি বক্রতার কেন্দ্র ও প্রধান ফোকাসের ঠিক মধ্যবিন্দুতে অবিস্থত।

ক. লেন্স কাকে বলে? ১
খ. দুপুর বেলা রংধনু দেখা যায় না কেন? ২
গ. বিম্বের দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩
ঘ. চিত্রে AB লক্ষ্যবস্তুর অবস্থান পরিবর্তন করে অবাস্তব ও সোজা প্রতিবিম্ব পাওয়া কি সম্ভব? রশ্মিচিত্র এঁকে ব্যাখ্যা কর। ৪

[অধ্যায়-৮ এর আলোকে]

৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক দুটি গোলীয় পৃষ্ঠ দ্বারা সীমাবদ্ধ কোনো স্বচ্ছ প্রতিসারক মাধ্যমকে লেন্স বলে।

খ রংধনু তৈরি হয় পানির পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের কারণে। বৃষ্টি হওয়ার পর রোদ উঠলে আমরা রংধনু দেখি। কারণ তখন বাতাসে পানির কণা থাকে এবং পানির কণার সেই আলো পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলিত হওয়ার সময় ভিন্ন ভিন্ন রঙের আলো ভিন্ন ভিন্ন কোণে বেঁকে যায়। এই আলোর রশ্মিগুলো দিয়ে রংধনুর ভিন্ন ভিন্ন রঙের ব্যান্ড তৈরি হয়। এটি সব সময়ই সূর্যের বিপরীত আকাশে দেখা যায়।
দুপুর বেলায় সূর্যের আলো পানির ফোঁটার উপর সমকোণে পড়ে। ফলে প্রতিসরণ ঘটে না। এ কারণে দুপুর বেলায় রংধনু দেখা যায় না।

গ আমরা জানি,

$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$$

বা, $\frac{1}{15} + \frac{1}{v} = \frac{1}{10}$

বা, $\frac{1}{v} = \frac{1}{10} - \frac{1}{15}$

বা, $\frac{1}{v} = \frac{1}{30}$

$\therefore v = 30 \text{ cm}$

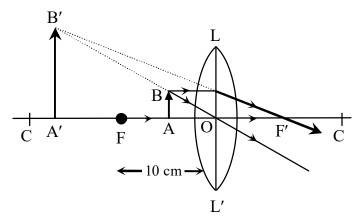
এখানে,
লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, $u = 10 + \frac{10}{2} = 15 \text{ cm}$
ফোকাস দূরত্ব, $f = 10 \text{ cm}$
লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য, $l = 3 \text{ cm}$
বিম্বের দূরত্ব, $v = ?$
বিম্বের দৈর্ঘ্য, $l' = ?$

রৈখিক বিবর্ধনের মান, $|m| = |\frac{v}{u}| = |\frac{30 \text{ cm}}{15 \text{ cm}}| = 2$

আবার, $|m| = \frac{l'}{l}$

$\therefore$ বিম্বের দৈর্ঘ্য, $l' = |m| \times l$
$= 2 \times 3 \text{ cm} = 6 \text{ cm}$ **(Ans.)**

ঘ উদ্দীপকের লেন্সটি একটি উত্তল লেন্স যা থেকে অবাস্তব প্রতিবিম্ব পাওয়া সম্ভব। সেক্ষেত্রে বস্তুটিকে লেন্সের মেরু ও প্রধান ফোকাসের মাঝে স্থাপন করতে হবে। এখানে ফোকাস দূরত্ব 10 cm। সুতরাং বস্তুটি মেরু থেকে 10 cm অপেক্ষা কম দূরত্বে রাখতে হবে।
যখন লক্ষ্যবস্তু BA আলোক কেন্দ্র ও প্রধান ফোকাসের মধ্যে অবস্থিত, তখন B থেকে একটি রশ্মি আলোক কেন্দ্র বরাবর ও একটি রশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালে বিবেচনা করলে প্রতিসরণের পর এরা পরস্পর অপসারী হয়। এগুলোকে পেছন দিকে বাড়ালে B′ বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়। B′ থেকে প্রধান অক্ষের উপর অঙ্কিত B′A′ লম্বই BA-এর অবাস্তব, সোজা ও বিবর্ধিত প্রতিবিম্ব।



প্রশ্ন ▶ ০৫ 1 cm ব্যাসার্ধের একটি ধাতব গোলকের তাপমাত্রা 50°C বৃদ্ধি করায় উহার আয়তন 4.1993 cm^3 এবং পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল 12.5874 cm^2 হলো।

ক. গলনাঙ্ক কাকে বলে? ১
খ. ভেজা গায়ে পাখার বাতাস ঠান্ডা লাগে কেন– বুঝিয়ে লেখ। ২
গ. গোলকটির তাপমাত্রা বৃদ্ধি ফারেনহাইট স্কেলে প্রকাশ কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের তথ্য উপাত্ত থেকে আয়তন প্রসারণ সহগ ও ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ এর মধ্যে সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা কর। ৪

[অধ্যায়-৬ এর আলোকে]

৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট চাপে যে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো কঠিন পদার্থ গলতে শুরু করে তাকে সেই পদার্থের গলনাঙ্ক বলে।

খ আমরা জানি, পানি সবসময় বাষ্পায়িত হতে থাকে। এ বাষ্পায়নের হার নির্ভর করে এর আশপাশে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের পরিমাণের উপর। জলীয় বাষ্প বেশি হলে বাষ্পায়ন ধীরে হয়। আমাদের ঘর্মাক্ত দেহ থেকে বাষ্পায়নের ফলে এর চারপাশে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ বেশি থাকে। পাখার বাতাস এ জলীয় বাষ্পকে সরিয়ে দেয়, ফলে বাষ্পায়ন দ্রুততর হয়। আবার বাষ্পায়নের সময় সুপ্ত তাপের প্রয়োজন হয়। ঘাম বাষ্পায়নের সময় শরীর থেকে সুপ্ত তাপ গ্রহণ করে ফলে ঠান্ডা অনুভূত হয়। ভেজা গায়ে পাখার বাতাস লাগলে একইরূপ অনুভূতি হয়।

গ আমরা জানি,

$$\frac{\Delta T_C}{5} = \frac{\Delta T_F}{9}$$

বা, $\Delta T_F = \frac{9}{5}\Delta T_C$

$$= \left(\frac{9}{5} \times 50\right) °F$$
$$= 90 °F$$

এখানে,
সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta T_C = 50$ °C
ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta T_F = ?$

অতএব, গোলকটির তাপমাত্রা বৃদ্ধি ফারেনহাইট স্কেলে 90 °F।

ঘ গোলকটির আদি ব্যাসার্ধ, $r_1 = 1$ cm

$\therefore$ গোলকটির আদি ক্ষেত্রফল, $A_1 = 4\pi r_1^2$

$$= 4 \times 3.1416 \times 1^2 \text{ cm}^2$$
$$\approx 12.566 \text{ cm}^2$$

এবং গোলকটির আদি আয়তন, $V_1 = \frac{4}{3}\pi r_1^3$

$$= \frac{4}{3} \times 3.1416 \times 1^3 \text{ cm}^3$$
$$= 4.1888 \text{ cm}^3$$

প্রশ্নমতে,
গোলকটির চূড়ান্ত ক্ষেত্রফল,
$A_2 = 12.5874$ cm^2
এবং চূড়ান্ত আয়তন,
$V_2 = 4.1993$ cm^3
তাপমাত্রার পরিবর্তন,
$T_2 - T_1 = 50°C = 50K$
ক্ষেত্র প্রসারণ সহগ, $\beta = ?$
আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = ?$

আমরা জানি,

$$\beta = \frac{A_2 - A_1}{A_1 (T_2 - T_1)}$$

বা, $\beta = \frac{12.5874 - 12.566}{12.566 \times 50} K^{-1}$

$$= 3.406 \times 10^{-5} K^{-1}$$

আবার,

$$\gamma = \frac{V_2 - V_1}{V_1(T_2 - T_1)}$$
$$= \frac{4.1993 - 4.1888}{4.1888 \times 50} K^{-1}$$
$$= 5.0134 \times 10^{-5} K^{-1}$$

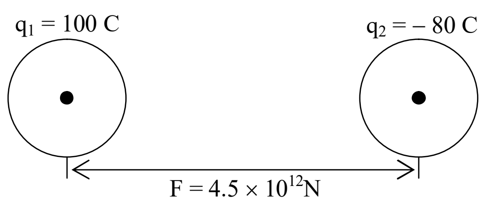
এখন,

$$\frac{\gamma}{\beta} = \frac{5.0134 \times 10^{-5}}{3.406 \times 10^{-5}} = 1.47$$

$\therefore \gamma = 1.47\beta$

এটিই আয়তন প্রসারণ সহগ ও ক্ষেত্র প্রসারণ সহগের মধ্যকার নির্ণেয় সম্পর্ক।

প্রশ্ন ▶ ০৬



ক. ধারক কাকে বলে? ১

খ. স্টিলের আলমারি রং করতে রং স্প্রে ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. q_1 ও q_2 এর মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩

ঘ. q_1 ও q_2 এদের সংযোগ সরলরেখার কোন অবস্থানে একক আধান স্থাপনের জন্য উভয়ের তড়িৎ তীব্রতা সমান হবে– গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

[অধ্যায়-১০ এর আলোকে]

৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক কাছাকাছি স্থাপিত দুইটি তড়িৎ পরিবাহীর মধ্যবর্তী স্থানে অন্তরক পদার্থ রেখে তড়িৎ আধানরূপে শক্তি সঞ্চয় করে রাখার যান্ত্রিক ব্যবস্থাকে ধারক বলে।

খ স্টিলের আলমারিতে যে স্প্রে দিয়ে রং করা হয় তার সুচের অগ্রভাগে উচ্চ বিভব প্রয়োগ করা হয় যার ফলে রঙের প্রতিটি ফোঁটা সমবিভব সম্পন্ন হয় এবং একে অপরকে বিকর্ষণ করে ও দূরে সরে যায়। ফলে রং জায়গায় সুন্দরভাবে ছড়িয়ে পড়ে। আবার যে আলমারিতে রং করা হচ্ছে তাকে বিপরীত পটেনশিয়ালে বা ভূমির সাথে সংযুক্ত করা হয়। ফলে স্প্রে করা হলে রং এর কণাগুলো চার্জিত হওয়ার কারণে তীব্রভাবে আকর্ষিত হয় এবং আলমারির সাথে দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ হয়। তাই স্টিলের আলমারি রং করতে রং স্প্রে ব্যবহার করা হয়।

গ আমরা জানি,

$$F = K\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

বা, $r^2 = \frac{K q_1 q_2}{F}$

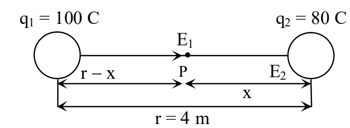
বা, $r^2 = \frac{9 \times 10^9 \times 100 \times (-80)}{(-4.5 \times 10^{12})}$

বা, $r^2 = 16$

বা, $r = 4$ m **(Ans.)**

এখানে,
১ম গোলকের চার্জ, $q_1 = 100$ C
২য় গোলকের চার্জ, $q_2 = -80$C
চার্জদ্বয়ের মধ্যবর্তী আকর্ষণ বল,
$F = -4.5 \times 10^{12}$ N
চার্জদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $r = ?$
কুলম্বের ধ্রুবক,
$K = 9 \times 10^9$ Nm^{2}C^{-2}

ঘ



এখানে, P বিন্দুতে একক ধনাত্মক আধান স্থাপন করা হয়েছে।
ধরি, q_2 চার্জ থেকে xm দূরে উভয়ের তড়িৎ তীব্রতা সমান হবে।

q_1 চার্জের জন্য P বিন্দুতে প্রাবল্য $E_1 = K\frac{q_1}{(r-x)^2}$ এবং q_2 চার্জের জন্য P বিন্দুতে প্রাবল্য $E_2 = K\frac{q_2}{x^2}$

এখানে,
১ম গোলকের চার্জের পরিমাণ,
$q_1 = 100$ C (ধনাত্মক চার্জ)
২য় গোলকের চার্জের পরিমাণ,
$q_2 = 80$ C (ঋণাত্মক চার্জ)
'গ' থেকে পাই,
চার্জদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $r = 4$ m

এখন, প্রশ্নমতে,

বা, $K\frac{q_1}{(r-x)^2} = K\frac{q_2}{x^2}$

বা, $\left(\frac{r-x}{x}\right)^2 = \frac{q_1}{q_2}$

বা, $\frac{r-x}{x} = \sqrt{\frac{q_1}{q_2}}$

বা, $\frac{r}{x} - 1 = \sqrt{\frac{q_1}{q_2}}$

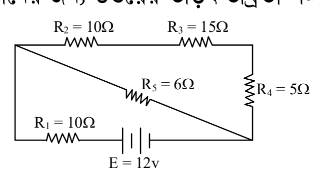
বা, $\frac{r}{x} = \sqrt{\frac{q_1}{q_2}} + 1$

বা, $x = \frac{r}{\sqrt{\frac{q_1}{q_2}} + 1}$

$$= \frac{4}{\sqrt{\frac{100}{80}} + 1}$$
$$= \frac{4}{2.118} = 1.89 \text{ m}$$

সুতরাং q_2 হতে q_1 এদের মধ্যবর্তী সংযোগ সরলরেখার দিকে 1.89 m দূরে একক আধান স্থাপনের জন্য উভয়ের তড়িৎ তীব্রতা সমান হবে।

প্রশ্ন ▶ ০৭



ক. তড়িৎ ক্ষমতা কাকে বলে? ১

খ. TV রিমোটে একাধিক কোষ শ্রেণিতে সংযুক্ত থাকার কারণ ব্যাখ্যা কর। ২

গ. বর্তনীর তুল্যরোধ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বর্তনীর মূল তড়িৎ প্রবাহ ঠিক রেখে রোধগুলোর পরিবর্তে 10W এর একটি বাল্ব ব্যবহার করা যাবে কি? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

[অধ্যায়-১১ এর আলোকে]

৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তড়িৎ যন্ত্র প্রতি সেকেন্ডে যে পরিমাণ তড়িৎ শক্তি ব্যয় করে বা অন্য শক্তিতে রূপান্তরিত করে তাকে তড়িৎ ক্ষমতা বলে।

খ প্রয়োজনীয় মানের বিভব পার্থক্য সৃষ্টির জন্য TV রিমোটে দুই বা ততোধিক কোষ শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত করা হয়। একাধিক কোষ শ্রেণি সমবায়ে ব্যবহারের ফলে এ ধরনের বর্তনীতে মোট অভ্যন্তরীণ রোধ বৃদ্ধি পায়। এতে কোষ বিভবের পরিমাণ বৃদ্ধি পেলেও কোষের অ্যাম্পিয়ার আওয়ার ক্যাপাসিটি অপরিবর্তিত থাকে। তাই TV রিমোটে একাধিক কোষ শ্রেণিতে সংযুক্ত থাকে।

গ

উদ্দীপকের বর্তনী হতে পাই,
১ম রোধ, $R_1 = 10\ \Omega$
২য় রোধ, $R_2 = 10\ \Omega$
৩য় রোধ, $R_3 = 15\ \Omega$
৪র্থ রোধ, $R_4 = 5\ \Omega$
৫ম রোধ, $R_5 = 6\ \Omega$

উদ্দীপকের বর্তনীতে R_2, R_3 এবং R_4 রোধ তিনটি শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত থাকায়
তুল্যরোধ, $R_s = R_2 + R_3 + R_4$
$= (10 + 15 + 5)\ \Omega$
$\therefore\ R_s = 30\ \Omega$

R_s ও R_5 রোধ সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত থাকায় তুল্যরোধ R_p হলে
আমরা জানি,

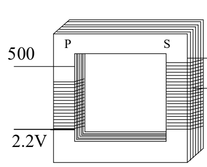
$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_s} + \frac{1}{R_5} = \frac{1}{30} + \frac{1}{6} = \frac{1+5}{30} = \frac{6}{30}$$

বা, $R_p = \frac{30}{6} = 5\ \Omega$

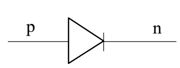
এখন R_p ও R_1 রোধ শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত থাকায় বর্তনীর তুল্যরোধ,
$R_s' = R_p + R_1 = (5 + 10)\ \Omega = 15\ \Omega$
অতএব, বর্তনীর তুল্যরোধ $15\ \Omega$।

ঘ উদ্দীপকের বর্তনী হতে পাই,
তড়িচ্চালক শক্তি, $E = 12$ V
'গ' হতে প্রাপ্ত, বর্তনীর তুল্যরোধ, $R'_s = 15\ \Omega$
আমরা জানি,
$E = IR'_s$
বা, $I = \frac{E}{R'_s} = \frac{12}{15}$
$\therefore\ I = 0.8$ A
আবার $P = EI = 12 \times 0.8$
$\therefore\ P = 9.6$ W
$\therefore$ বর্তনী হতে 9.6 W তড়িৎ ক্ষমতা পাওয়া যায়।
সুতরাং বর্তনীর মূল তড়িৎ প্রবাহ ঠিক রেখে রোধগুলোর পরিবর্তে 10 W এর একটি বালব ব্যবহার করা যাবে না।

প্রশ্ন ▸ ০৮



চিত্র : ১



চিত্র : ২

ক. সলিনয়েড কাকে বলে? ১
খ. এনজিওগ্রামে ডাই কেন ব্যবহার করা হয়? ২
গ. গৌণ কুণ্ডলীর ভোল্টেজ নির্ণয় কর। ৩
ঘ. চিত্র-২ এর সাহায্যে কীভাবে A.C কে D.C তে পরিণত করা যায়–চিত্রসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

[অধ্যায়-১২ এর আলোকে]

৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক ঘন সন্নিবিষ্ট অনেকগুলো প্যাঁচযুক্ত লম্বা বেলনাকার তার কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে যে চৌম্বকক্ষেত্র তৈরি হয় তাকে সলিনয়েড বলে।

খ ডাই ব্যবহারের ফলে রক্তবাহী নালিকাগুলো এক্সরের সাহায্যে দৃশ্যমান হয় ফলে সহজেই রোগ নির্ণয় করা সম্ভব হয়। এ জন্য এনজিওগ্রাম করার সময় ডাই ব্যবহার করা হয়।

গ দেওয়া আছে,
মুখ্য কুণ্ডলীর ভোল্টেজ, $V_p = 2.2$V
মুখ্য কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা, $n_p = 500$
গৌণ কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা, $n_s = 5000$
ধরি,
গৌণ কুণ্ডলীর ভোল্টেজ = V_s
আমরা জানি,

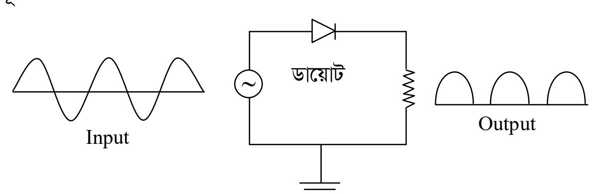
$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{n_p}{n_s}$$

বা, $V_s = \frac{V_p n_s}{n_p}$

বা, $V_s = \frac{2.2\text{V} \times 5000}{500}$

বা, $V_s = 22$V
অতএব, গৌণ কুণ্ডলীর ভোল্টেজ 22V.

ঘ ২নং চিত্রে নির্দেশিত যন্ত্রটি হলো p – n জাংশন ডায়োড। যা রেকটিফায়ার হিসেবে ব্যবহার করা হয় যা তড়িৎ প্রবাহকে একমুখী করে অর্থাৎ দিক পরিবর্তী প্রবাহ (AC) কে সমমুখী প্রবাহে (DC) রূপান্তরিত করে।



p-n জাংশনে p টাইপ ও n টাইপ বস্তুর স্তর তৈরি হয়। ফলে বাইরে থেকে কোনো ভোল্টেজ প্রয়োগ না করলে তড়িৎ প্রবাহ চলে না। p-n জাংশনে যদি কোনো বিভব পার্থক্য প্রয়োগ করা হয় তাহলে তড়িৎ প্রবাহ ঘটে। যদি ভোল্টেজ এমনভাবে প্রয়োগ করা হয় যে, সেলের ধনাত্মক প্রান্ত p-টাইপ বস্তুর সাথে এবং n-টাইপ বস্তুর সাথে ঋণাত্মক প্রান্ত সংযুক্ত হয়, তাহলে সেলের ধনাত্মক প্রান্তের ইলেকট্রন p-টাইপ বস্তুর দিকে এবং ঋণাত্মক প্রান্ত হোলগুলোকে -n টাইপ বস্তুর দিকে টানবে। ফলে তড়িৎ প্রবাহ চলে। সুতরাং ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হলো p-n জাংশন শুধু ইলেকট্রন এক অভিমুখে প্রবাহের অনুমতি দেয়। সুতরাং এটি রেকটিফায়ার হিসেবে কাজ করে।

মডেল টেস্ট- ০৫

বহুনির্বাচনি অভীক্ষা

উত্তর																										
	১	N	২	M	৩	K	৪	L	৫	L	৬	K	৭	L	৮	K	৯	L	১০	K	১১	K	১২	M	১৩	L
	১৪	N	১৫	L	১৬	M	১৭	M	১৮	N	১৯	K	২০	L	২১	M	২২	M	২৩	L	২৪	K	২৫	M		

সৃজনশীল

প্রশ্ন ▸ ০১ একটি গাড়ির সময়ের সাথে প্রাপ্ত বেগের সারণি নিম্নরূপ :

সময় (s)	0	20	40	60	80	100	120
বেগ (ms^{-1})	0	4	8	12	12	6	0

ক. পর্যায়বৃত্ত গতি কাকে বলে? ১

খ. কোনো বস্তুর গড়বেগ শূন্য হলেও গড় দ্রুতি শূন্য নাও হতে পারে– ব্যাখ্যা কর। ২

গ. গাড়িটি প্রথম 1 মিনিট 20 সেকেন্ডে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের তথ্যের ভিত্তিতে ত্বরণ-সময় লেখচিত্র এঁকে এর গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

[অধ্যায়-২ এর আলোকে]

১নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো গতিশীল বস্তু যদি নির্দিষ্ট সময় পরপর একটি নির্দিষ্ট বিন্দু দিয়ে একইদিকে একইভাবে অতিক্রম করে, তাহলে বস্তুটির গতিকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলে।

খ নির্দিষ্ট সময় ব্যবধানে কোনো বস্তুর নির্দিষ্ট দিকে গড়ে একক সময়ে মোট সরণের পরিমাণ হলো বস্তুটির গড়বেগ। বস্তুটি একটি বিন্দু থেকে যাত্রা শুরু করে আবার যদি একই বিন্দুতে ফিরে আসে তাহলে বস্তুটির সরণ শূন্য হয়। অর্থাৎ সরণের মান শূন্য হওয়ায় গড়বেগ শূন্য হবে। আবার অসম দ্রুতিতে চলমান কোনো বস্তুর গড়ে একক সময়ে মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব হলো গড় দ্রুতি। একটি নির্দিষ্ট সময় পরিসরে বস্তুটি স্থির অবস্থানে না থাকলে গড় দ্রুতির মান অশূন্য হয়। তাই কোনো বস্তুর গড়বেগ শূন্য হলেও গড় দ্রুতি শূন্য নাও হতে পারে।

গ প্রথম 1 মিনিট বা 60 s গাড়িটি সমত্বরণে চলার পর অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s_1 = \frac{u+v}{2} \times t$$

$$= \frac{0+12}{2} \times 60 = 360 \text{ m}$$

এখানে,
আদিবেগ, $u = 0 \text{ ms}^{-1}$
সময়, $t_1 = 60$ s
t_1 s পর বেগ, $v = 12 \text{ ms}^{-1}$

পরবর্তী $t_2 = 20$ s গাড়িটি $v = 12 \text{ ms}^{-1}$ সমবেগে চলার পর অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_2 = vt_2 = 12 \times 20 = 240$ m

∴ 1 মিনিট 20 s এ গাড়িটির মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$s = s_1 + s_2 = 360 + 240 = 600$ m (**Ans.**)

ঘ আমরা জানি, ত্বরণ, $a = \frac{v-u}{t}$

উদ্দীপকের সারণি থেকে পাই,

∴ t = 0 s থেকে t = 20 s পর্যন্ত ত্বরণ, $a = \frac{4-0}{20-0} = \frac{4}{20} = 0.2 \text{ ms}^{-2}$

t = 20 s থেকে t = 40 s পর্যন্ত ত্বরণ, $a = \frac{8-4}{40-20} = \frac{4}{20} = 0.2 \text{ ms}^{-2}$

t = 40 s থেকে t = 60 s পর্যন্ত ত্বরণ, $a = \frac{12-8}{60-40} = \frac{4}{20} = 0.2 \text{ ms}^{-2}$

t = 60 s থেকে t = 80 s পর্যন্ত ত্বরণ, $a = \frac{12-12}{80-60} = \frac{0}{20} = 0 \text{ ms}^{-2}$

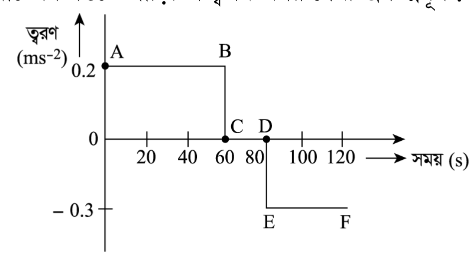
t = 80 s থেকে t = 100 s পর্যন্ত ত্বরণ, $a = \frac{6-12}{100-80}$

$$= \frac{-6}{20} = -0.3 \text{ ms}^{-2}$$

t = 100 s থেকে t = 120 s পর্যন্ত ত্বরণ, $a = \frac{0-6}{120-100}$

$$= -\frac{6}{20} = -0.3 \text{ ms}^{-2}$$

প্রাপ্ত মানের ভিত্তিতে গাড়িটির ত্বরণ-সময় লেখচিত্র নিম্নরূপ :



চিত্রে AB অংশে প্রথম 60 s গাড়িটি 0.2 ms^{-2} সমত্বরণে চলে। CD অংশে t = 60 s থেকে t = 80 s পর্যন্ত গাড়ির ত্বরণ 0 ms^{-2}। অর্থাৎ এই অংশে গাড়ি সমবেগে গতিশীল। EF অংশে t = 80 s থেকে t = 120 s পর্যন্ত গাড়ির ত্বরণ ঋণাত্মক অর্থাৎ গাড়িটি 0.3 ms^{-2} সমমন্দনে গতিশীল।

প্রশ্ন ▸ ০২ দুইটি তড়িৎ মোটর দ্বারা 30 মিটার উঁচু বাড়ির ছাদে যথাক্রমে 800 লিটার ও 1200 লিটার পানি 30 sec এ তুলতে পারে। ১ম মোটরের ক্ষমতা 20kW ২য় মোটরের কর্মদক্ষতা 78.4%।

ক. বিভব শক্তি কাকে বলে? ১

খ. ভরবেগ এবং গতিশক্তির মধ্যে সম্পর্ক ব্যাখ্যা কর। ২

গ. প্রথম মোটরের কর্মদক্ষতা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. ২য় মোটরের শক্তির রূপান্তর প্রক্রিয়া ক্ষমতা নির্ণয়ের মাধ্যমে বিশ্লেষণ কর। ৪

[অধ্যায়-৪ এর আলোকে]

২নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুকে স্বাভাবিক অবস্থা বা অবস্থান থেকে পরিবর্তন করে অন্য কোনো অবস্থা বা অবস্থানে আনলে বস্তু কাজ করার যে সামর্থ্য অর্জন করে তাকে ঐ বস্তুর বিভব শক্তি বলে।

খ বস্তুর ভর ও বেগের গুণফল হলো ভরবেগ। আবার কোনো গতিশীল বস্তু তার গতির দরুন কাজ করার অর্জিত সামর্থ্য হলো গতিশক্তি। m ভরের কোনো বস্তুর বেগ v হলে ভরবেগ, $P = mv$।
m ভরের কোনো বস্তুর বেগ v হলে গতিশক্তি,

$$T = \frac{1}{2}mv^2$$
$$= \frac{m \times m \times v^2}{2m} \text{ [লব ও হরকে m দ্বারা গুণ করে]}$$
$$= \frac{(mv)^2}{2m}$$
$$\therefore T = \frac{P^2}{2m}$$

উপরের সমীকরণটি হলো ভরবেগ ও গতিশক্তির মধ্যে নির্ণেয় সম্পর্ক। এ সম্পর্ক হতে দেখা যায়, বস্তুর ভর ধ্রুব হলে গতিমক্তি ভরবেগের বর্গের সমানুপাতে পরিবর্তিত হয়। অর্থাৎ গতিশক্তি দ্বিগুণ বৃদ্ধি বা হ্রাস পেলে ভরবেগ চারগুণ পরিমাণে বৃদ্ধি বা হ্রাস পাবে।

গ উদ্দীপক হতে,
ক্ষমতা, $P = 20\ kW = 20000\ W$
সময়, $t = 30\ s$
উচ্চতা, $h = 30\ m$
800 লিটার পানির ভর, $m = 800\ kg$
কর্মদক্ষতা, $\eta = ?$
আমরা জানি,
মোট প্রদত্ত শক্তি $= P \times t = (20000 \times 30)\ J = 6 \times 10^5\ J$
লভ্য কার্যকর শক্তি $= mgh = 800 \times 9.8 \times 30 = 2.35 \times 10^5\ J$

$$\therefore \text{ প্রথমে মোটরের কর্মদক্ষতা, } \eta = \frac{\text{লভ্য কার্যকর শক্তি}}{\text{মোট প্রদত্ত শক্তি}} \times 100\%$$
$$= \frac{2.35 \times 10^5}{6 \times 10^5} \times 100\%$$
$$= 0.392 \times 100\%$$
$$= 39.2\%\ (\textbf{Ans.})$$

ঘ দ্বিতীয় মোটরের লভ্য কার্যকর ক্ষমতা,

$$P_{out} = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{1200 \times 9.8 \times 30}{30}$$
$$= 11760\ W$$

২য় মোটরের প্রদত্ত ক্ষমতা, P_{in} হলে,

$$\text{কর্মদক্ষতা, } \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$
$$\text{বা, } P_{in} = \frac{P_{Out}}{\eta} = \frac{11760}{0.784} = 15000\ W$$

অর্থাৎ ২য় মোটরের প্রদত্ত মোট শক্তি
$W_{in} = P_{in} \times t = 15000 \times 30 = 4.5 \times 10^5\ J$

এবং ২য় মোটরের লভ্য কার্যকর শক্তি

$$W_{out} = P_{out} \times t$$
$$= 11760 \times 30$$
$$= 3.528 \times 10^5\ J$$

অপচয়কৃত শক্তি, $\Delta W = W_{in} - W_{out}$

$$= 4.5 \times 10^5 - 3.528 \times 10^5$$
$$= 97200\ J$$

সুতরাং ২য় মোটর কর্তৃক গৃহীত 4.5×10^5 J শক্তির মধ্যে 3.528×10^5 J শক্তি ব্যবহার করে পানি তোলে এবং অবশিষ্ট 97200 J শক্তি অপচয় হয়।

প্রশ্ন ▶ ০৩ একটি হাইড্রোলিক প্রেসের বড় পিস্টন ও ছোট পিস্টনের ব্যাসের অপনুপাত 5 ঃ 1। ছোট পিস্টনটি কিছু পরিমাণ দূরত্ব অতিক্রম করলে বড় পিস্টনে 300 N বল অনুভূত হয়।

ক. প্লবতা কাকে বলে? ১
খ. ধারালো আলপিন দিয়ে কাগজ ছিদ্র করা সহজ কেন? ২
গ. ছোট পিস্টনে প্রয়োগকৃত বলের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের তথ্য অনুযায়ী উভয় পিস্টনে কাজের পরিমাণ সমান হবে– বল বৃদ্ধিকরণ নীতির সাহায্যে বিশ্লেষণ কর। ৪

[অধ্যায়-৫ এর আলোকে]

৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুকে তরল বা বায়বীয় পদার্থে আংশিক বা সম্পূর্ণরূপে নিমজ্জিত করলে বস্তুটি প্রবাহীর ওজনের দরুন ওপরের দিকে যে লব্ধি বল অনুভব করে তাকে প্লবতা বলে।

খ আলপিনের মাথায় প্রযুক্ত চাপের পরিমাণের পার্থক্যের কারণে ভোঁতা আলপিনের পরিবর্তে তীক্ষ্ম ধারালো আলপিন দিয়ে কাগজ ছিদ্র করা সহজ।

আমরা জানি, চাপ $= \dfrac{\text{প্রযুক্ত বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$। যদি প্রযুক্ত বল ধ্রুবক থাকে তাহলে যে তলের ক্ষেত্রফল কম, সেটির উপর বেশি চাপ প্রযুক্ত হবে। ভোঁতা আলপিন অপেক্ষা তীক্ষ্ম ধারালো আলপিনের মাথার ক্ষেত্রফল অনেক কম বলে, তীক্ষ্ম ধারালো আলপিনে প্রযুক্ত চাপ বেশি হয়। একারণে ভোঁতা আলপিন এর পরিবর্তে তীক্ষ্ম ধারালো আলপিন দিয়ে কাগজ ছিদ্র করা সহজ।

গ এখানে,
বড় ও ছোট পিস্টনের ব্যাসের অনুপাত, $d_2 : d_1 = 5 : 1$
বা, $\frac{d_2}{d_1} = \frac{5}{1}$ বা, $\frac{d_1}{d_2} = \frac{1}{5}$
বড় পিস্টনে অনুভূত বল, $F_2 = 300\ N$
ছোট পিস্টনে প্রয়োগকৃত বল, $F_1 = ?$
আমরা জানি,

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

বা, $F_1 = \frac{A_1}{A_2} \times F_2 = \frac{\pi r_1^2}{\pi r_1^2} \times F_2$

$= \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 \times F_2 = \left(\frac{\frac{d_1}{2}}{\frac{d_2}{2}}\right)^2 \times F_2$

$= \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 \times F_2 = \left(\frac{1}{5}\right)^2 \times 300\ N$

$\therefore F_1 = 12\ N$

অতএব, ছোট পিস্টনে প্রয়োগকৃত বলের পরিমাণ 12 N।

ঘ ধরি, ছোট পিস্টনে বল প্রয়োগ করার ফলে তা l_1 পরিমাণ নিচে নেমে যায় এবং বড় পিস্টন l_2 পরিমাণ উপরে উঠে যায়। তাদের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল যথাক্রমে A_1 ও A_2 এবং পিস্টনদ্বয়ে প্রয়োগকৃত ও অনুভূত বল যথাক্রমে F_1 ও F_2। সুতরাং ছোট পিস্টনে কৃতকাজ, $W_1 = F_1l_1$ এবং বড় পিস্টনে কৃতকাজ, $W_2 = F_2l_2$ ছোট ও বড় সিলিন্ডারের আয়তনের পরিবর্তন যথাক্রমে V_1 ও V_2 হলে,

$V_1 = V_2$

বা, $A_1l_1 = A_2l_2$

বা, $\frac{A_1}{A_2} = \frac{l_2}{l_1}$

বা, $\frac{A_2}{A_1} = \frac{l_1}{l_2}$

এখানে,
ছোট পিস্টনে বল, $F_1 = 12\ N$ ['গ' হতে]
বড় পিস্টনে বল, $F_2 = 300\ N$
বড় ও ছোট পিস্টনের ব্যাসের অনুপাত $d_2 : d_1 = 5 ঃ 1$

এখন, বল বৃদ্ধিকরণ নীতি অনুসারে আমরা জানি,

$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$

বা, $\frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2}$

বা, $\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$

বা, $F_1l_1 = F_2l_2$

আবার,

$\frac{W_1}{W_2} = \frac{F_1l_1}{F_2l_2} = \frac{12\ N}{300\ N} \times \frac{A_2}{A_1} = \frac{1}{25} \times \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 = \frac{1}{25} \times (5)^2$

বা, $\frac{W_1}{W_2} = 1$

বা, $W_1 = W_2$

অতএব, উদ্দীপকের তথ্য অনুযায়ী উভয় পিস্টনের কাজের পরিমাণ সমান হবে।

প্রশ্ন ▶ ০৪ একটি কূপের গভীরতা 100 মিটার। গভীরতার এক চতুর্থাংশ পানি দ্বারা পূর্ণ। 0°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ $330ms^{-1}$। কূপের উপরের পৃষ্ঠে শব্দ সৃষ্টি করা হলো এবং 0.44 সেকেন্ড পর প্রতিধ্বনি শোনা গেল। কূপের ব্যাসার্ধ 2 মিটার।

ক. প্রতিধ্বনি কাকে বলে? ১

খ. শব্দের তীব্রতা $10Wm^{-2}$ বলতে কী বোঝায়? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. কূপের এলাকার তাপমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. দিনের তাপমাত্রা 30°C হলে প্রতিধ্বনি শোনার উপযোগী করে কূপটিতে সর্বোচ্চ কত কেজি পানিপূর্ণ করা যাবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[অধ্যায়-৭ এর আলোকে]

৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক যখন প্রতিফলিত শব্দ মূল শব্দ থেকে আলাদা হয়ে মূল শব্দের পুনরাবৃত্তি করে, তখন ঐ প্রতিফলিত শব্দকে প্রতিধ্বনি বলে।

খ শব্দের তীব্রতা $10\ Wm^{-2}$ বলতে বুঝায়, শব্দ বিস্তারের অভিমুখের সাথে লম্বভাবে $1\ m^2$ ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 10 J শব্দ শক্তি প্রবাহিত হয়।

গ আমরা জানি,
কূপের এলাকার শব্দের বেগ v_2 হলে
আমরা জানি,

$v_2 = \frac{2h}{t} = \frac{2 \times 75}{0.44}$

$\therefore v_2 = 340.9ms^{-1}$

উদ্দীপক হতে পাই,
কূপের উপরিভাগ হতে পানির উপরিতল পর্যন্ত গভীরতা, $h = 100 \times (1 - \frac{1}{4})m$
$= (100 \times \frac{3}{4})m = 75m$
সময়, t = 0.44 s
0°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, $v_1 = 330\ ms^{-1}$
প্রাথমিক তাপমাত্রা, $T_1 = 0°C = 273K$

আবার আমরা জানি, $v \propto \sqrt{T}$

বা, $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$

বা, $\frac{340.9}{330} = \sqrt{\frac{T_2}{273}}$

বা, $(1.033)^2 = \frac{T_2}{273}$

বা, $T_2 = 273 \times (1.033)^2$

$= 291.32\ K = (291.32 - 273)°C$

$\therefore T_2 = 18.32°C$

অতএব, কূপের এলাকার তাপমাত্রা 18.32°C।

ঘ আমরা জানি,

$v \propto \sqrt{T}$

বা, $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$

বা, $v_2 = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \times v_1$

$= \sqrt{\frac{303}{273}} \times 330$

$\therefore v_2 = 347.66ms^{-1}$

উদ্দীপক হতে পাই,
প্রাথমিক তাপমাত্রা, $T_1 = 0°C = 273K$
বায়ুর তাপমাত্রা, $T_2 = 30°C$
$= (30 + 273)K = 303K$
0°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, $v_1 = 330\ ms^{-1}$
প্রতিধ্বনি শোনার প্রয়োজনীয় সময়, t = 0.1 s
কূপের ব্যাসার্ধ, r = 2m
পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000kgm^{-3}$

30°C তাপমাত্রায় প্রতিধ্বনি শোনার জন্য কূপের প্রয়োজনীয় উচ্চতা,

$h_1 = \frac{v_2t}{2} = \frac{347.66 \times 0.1}{2} = 17.38\ m$

$\therefore$ কূপের পানিতল হতে উপরের পৃষ্ঠের উচ্চতা,

$h_2 = (100 - 17.38)m = 82.62\ m$

এখন পানিপূর্ণ কূপের আয়তন, $V = \pi r^2 h_2$

$$= 3.14 \times (2)^2 \times 82.62$$

$$\therefore V = 1037.7\ m^3$$

পানির ঘনত্ব ρ হলে আমরা জানি, $\rho = \frac{m}{V}$

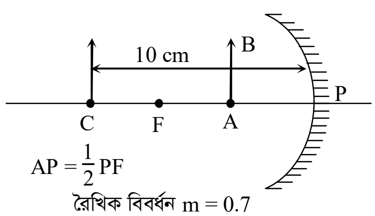
বা, $m = \rho V$

$$= 1000 \times 1037.7$$

$$\therefore m = 1.03 \times 10^6 kg$$

সুতরাং দিনের তাপমাত্রা 30°C হলে প্রতিধ্বনি শোনার উপযোগী করে কূপটিতে সর্বোচ্চ 1.03×10^6kg পানিপূর্ণ করা যাবে।

প্রশ্ন ▸ ০৫



ক. বিবর্ধন কাকে বলে? ১

খ. দর্পণে লম্বভাবে আপতিত রশ্মি একই পথে ফিরে আসে কেন? ২

গ. বিম্বের দৈর্ঘ্য 7 cm হলে লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩

ঘ. দেখাও যে, গাণিতিকভাবে নির্ণিত বিম্বের অবস্থান ও প্রকৃতি, রশ্মিচিত্রের সাহায্যে অঙ্কিত বিম্বের অবস্থান ও প্রকৃতি অভিন্ন। ৪

[অধ্যায়-৮ এর আলোকে]

৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিম্বের দৈর্ঘ্য ও লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্যের অনুপাতকে রৈখিক বিবর্ধন বা বিবর্ধন বলে।

খ দর্পণে আলো প্রতিফলিত হয়। প্রতিফলনের সূত্র অনুসারে আপতন কোণ এবং প্রতিফলন কোণ সমান হয়। লম্বভাবে আপতিত রশ্মির ক্ষেত্রে আপতন কোণের মান 0° হয়। ফলে প্রতিফলন কোণের মানও 0° হয়। এই কারণে লম্বভাবে আপতিত রশ্মি একই পথে ফিরে আসে।

গ দেওয়া আছে, বিম্বের দৈর্ঘ্য, $l' = 7$ cm

রৈখিক বিবর্ধন, m = 0.7

লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য, l = ?

আমরা জানি,

$$m = \frac{l'}{l}$$

বা, $l = \frac{l'}{m} = \frac{7\ cm}{0.7} = 10$ cm

∴ লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য 10 cm। **(Ans.)**

ঘ উদ্দীপক হতে আমরা পাই,

বক্রতার ব্যাসার্ধ, r = CP = 10 cm

∴ ফোকাস দূরত্ব, $f = PF = \frac{r}{2} = \frac{10}{2} = 5$ cm

লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, $u = AP = \frac{1}{2} PF = \frac{1}{2} \times 5 = 2.5$ cm

আমরা জানি, $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$

বা, $\frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u}$

বা, $\frac{1}{v} = \frac{1}{5} - \frac{1}{2.5}$

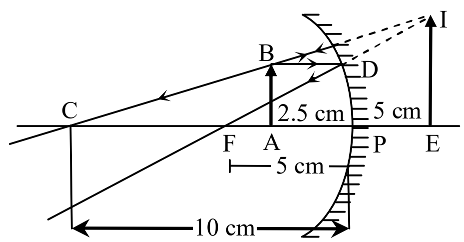
বা, $\frac{1}{v} = \frac{1-2}{5}$

বা, $\frac{1}{v} = -\frac{1}{5}$

∴ v = – 5 cm.

সুতরাং বিম্বটি দর্পণের 5 cm পেছনে গঠিত হবে এবং প্রকৃতি হবে অবাস্তব ও সোজা, আকৃতি হবে বিবর্ধিত।

নিচে রশ্মি চিত্রের সাহায্যে বিম্বের অবস্থান ও প্রকৃতি দেখানো হলো–



চিত্র হতে B থেকে প্রধান অক্ষের সমান্তরালে রশ্মি BD প্রতিফলনের পর প্রধান ফোকাস F দিয়ে এবং বক্রতার ব্যাসার্ধ বরাবর অপর একটি রশ্মি লম্ব ভাবে প্রতিফলিত হয়। রশ্মি দুটি অপসারী হওয়ায় এদেরকে পিছনের দিকে বর্ধিত করে ছেদ বিন্দু I পাওয়া যায়। এ সময় রশিদ্বয় I থেকে আসছে বলে মনে হয়। অর্থাৎ I হচ্ছে B এর অবাস্তব প্রতিবিম্ব। I থেকে প্রধান অক্ষের উপর অঙ্কিত EI লম্বই AB এর অবাস্তব বিম্ব।

চিত্রানুসারে দেখানো যায়,

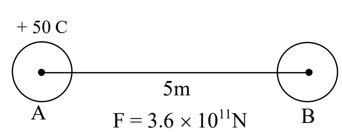
বিম্বের অবস্থান : দর্পণের পেছনে মেরু হতে 5 cm দূরে।

আকৃতি : বিবর্ধিত

প্রকৃতি : অবাস্তব ও সোজা।

সুতরাং বলা যায়, গাণিতিকভাবে নির্ণীত দর্পণের বিম্বের অবস্থান ও প্রকৃতি, রশ্মি চিত্রের সাহায্যে অঙ্কিত বিম্বের অবস্থান ও প্রকৃতি অভিন্ন।

প্রশ্ন ▸ ০৬



A ও B বস্তুদ্বয় একই আকৃতির এবং একই উপাদান দ্বারা গঠিত। $C = 9 \times 10^9\ Nm^2C^{-2}$.

ক. তড়িৎ বলরেখা কাকে বলে? ১

খ. সমান মানের দুইটি ধনাত্মক আধানের মধ্যবর্তী অঞ্চলে নিরপেক্ষ বিন্দু সৃষ্টির কারণ ব্যাখ্যা কর। ২

গ. A বস্তুর সাপেক্ষে B বস্তু যে বিন্দুতে স্থাপন করা হয়েছে সেই বিন্দুর তড়িৎ তীব্রতা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. A ও B বস্তুকে পরিবাহী তার দ্বারা যুক্ত করলে ইলেকট্রনের প্রবাহ কোন দিকে যাবে? বিশ্লেষণ কর। ৪

[অধ্যায়-১০ এর আলোকে]

৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তড়িৎক্ষেত্রে একটি মুক্ত ধনাত্মক আধান স্থাপন করলে এটি যে পথে পরিভ্রমণ করে তাকে তড়িৎ বলরেখা বলে।

খ যেসব বিন্দুতে দুটি সমান মানের তীব্রতা পরস্পর বিপরীত দিকে কাজ করে সেসব বিন্দু নিরপেক্ষ বিন্দু হিসেবে আচরণ করে। সমান মানের দুটি ধনাত্মক আধানের মধ্যবর্তী অঞ্চলের কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুতে আধানদ্বয়ের দরুন সৃষ্ট তড়িৎ তীব্রতার মান সমান কিন্তু দিক বিপরীতমুখী হয়। তাই এদের মধ্যবর্তী অঞ্চলে নিরপেক্ষ বিন্দু সৃষ্টি হয়।

গ এখানে, A বিন্দুর চার্জ, $q_A = 50C$

A হতে নির্ণেয় বিন্দুর দূরত্ব, $d = 5m$

কুলম্ব ধ্রুবক, $k = 9 \times 10^9\ Nm^2C^{-2}$

$\therefore$ তড়িৎ তীব্রতা, $E = k \times \frac{q_A}{d^2}$

$$= 9 \times 10^9\ Nm^2C^{-2} \times \frac{50C}{(5m)^2}$$

$$\therefore E = 1.8 \times 10^{10}\ NC^{-1}$$

অতএব, A বস্তুর সাপেক্ষে B বস্তু যে বিন্দুতে আছে সেই বিন্দুর তড়িৎ তীব্রতা $1.8 \times 10^{10}\ NC^{-1}$.

ঘ এখানে, A বিন্দুর চার্জ, $q_A = 50C$

A ও B বস্তুর মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 5m$

কুলম্ব ধ্রুবক, $k = 9 \times 10^9\ Nm^2C^{-2}$

A ও B এর মধ্যবর্তী বল, $F = 3.6 \times 10^{11}N$

F বলটি বিকর্ষণ বল হলে B বস্তুর চার্জ ধনাত্মক এবং F বলটি আকর্ষণ বল হলে B বস্তুর চার্জ ঋণাত্মক।

সুতরাং F বলটি আকর্ষণ বল হলে তথা B ঋণাত্মক চার্জে চার্জিত হলে $v_A > v_B$ হবে। ফলে তড়িৎ প্রবাহ A থেকে B এর দিকে চলবে তথা ইলেকট্রনের প্রবাহ B হতে A এর দিকে যাবে।

এখন দেখা যাক, F বলটি বিকর্ষণ বল হলে ইলেকট্রনের প্রবাহ কোন দিকে যাবে–

$\therefore F = k \times \frac{q_A q_B}{d^2}$

বা, $3.6 \times 10^{11}N = 9 \times 10^9\ Nm^2C^{-2} \times \frac{50C \times q_B}{(5m)^2}$

বা, $q_B = \frac{3.6 \times 10^{11} \times 25}{9 \times 10^9 \times 50} C$

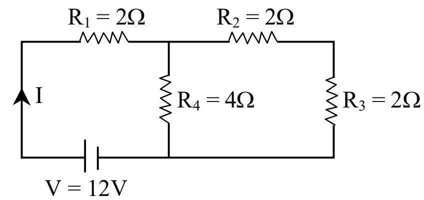
$\therefore q_B = 20C$

$q_B < q_A$ অর্থাৎ, $v_A > v_B$ সুতরাং তড়িৎ প্রবাহ

A থেকে B তে চলবে তথা ইলেকট্রনের প্রবাহ B হতে A এর দিকে যাবে।

অতএব, উপরিউক্ত যুক্তি ও গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যাচ্ছে যে, উদ্দীপক অনুসারে ইলেকট্রনের প্রবাহ সর্বদা B হতে A এর দিকে যাবে।

প্রশ্ন ▶ ০৭



ক. আপেক্ষিক রোধ কাকে বলে? ১

খ. তড়িতের সিস্টেম লস হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. বর্তনীর তুল্যরোধ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. "R_1 ও R_2 এর মান সমান হওয়া সত্ত্বেও তড়িৎ প্রবাহ ভিন্ন"– উক্তিটির যথার্থতা মূল্যায়ন কর। ৪

[অধ্যায়-১১ এর আলোকে]

৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর রোধকে ঐ তাপমাত্রায় এর উপাদানের আপেক্ষিক রোধ বলে।

খ তড়িৎ পরিবহণের সময় পরিবহণের জন্য যে পরিমাণ তড়িৎ শক্তি ক্ষয় হয় তাকে সিস্টেম লস বলা হয়। তড়িৎ উৎপাদন কেন্দ্রে উৎপন্ন তড়িৎ শক্তি পরিবাহী তারের সাহায্যে প্রথমে সাব-স্টেশনে এবং সেখান থেকে গ্রাহক পর্যায়ে বিতরণ করা হয়। তড়িৎ সঞ্চালনের জন্য যে পরিবাহী তার ব্যবহার করা হয় এরও কিছু পরিমাণ রোধ আছে। ফলে কিছু পরিমাণ তড়িৎ শক্তি তাপে রূপান্তরিত হয়। এ কারণে গ্রাহক পর্যায়ে প্রাপ্ত তড়িৎ শক্তি বিদ্যুৎ কেন্দ্রে উৎপাদিত তড়িৎ শক্তি অপেক্ষা কম হয়।

গ উদ্দীপক হতে পাই, $R_1 = 2\Omega, R_2 = 2\Omega, R_3 = 2\Omega, R_4 = 4\Omega$

বর্তনীতে রোধ R_2 ও R_3 শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত,

$\therefore$ তুল্যরোধ $R_s = R_2 + R_3 = 2 + 2 = 4\Omega$

আবার R_s ও R_4 সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত হওয়ায়, তুল্যরোধ R_p হলে,

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_s} + \frac{1}{R_4}$$

বা, $\frac{1}{R_P} = \frac{1}{4\Omega} + \frac{1}{4\Omega}$

বা, $\frac{1}{R_P} = \frac{1+1}{4\Omega}$

বা, $\frac{1}{R_P} = \frac{2}{4\Omega}$

$\therefore R_P = \frac{4\Omega}{2} = 2\Omega$

এখন R_P এর সাথে R_1 শ্রেণিতে যুক্ত।

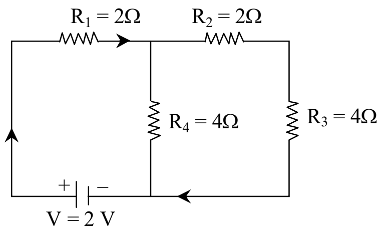
$\therefore$ বর্তনীর মোট তুল্যরোধ, $R = R_P + R_1 = 2\Omega + 2\Omega = 4\Omega$

অতএব, বর্তনীর মোট তুল্যরোধ 4Ω।

ঘ 'গ' হতে বর্তনীর তুল্যরোধ, $R = 4\Omega$

বর্তনীর বিভব পার্থক্য, $V = 12V$

বর্তনীর মূলপ্রবাহ I হলে, $I = \frac{V}{R} = \frac{12}{4} = 3A$



R_1 রোধটি তড়িৎকোষের সাথে যুক্ত। তাই R_1 এর বিভব $V = 12$ V

আবার R_1 রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য, $V_1 = I R_1$

$= 3 \times 2 = 6$ V

R_1 রোধের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ I_1 হলে,

$V_1 = I_1 R_1$

বা, $6 = I_1 2$

বা, $I_1 = \frac{6}{2}$

$\therefore \; I_1 = 3A$

আবার, R_2 এর তুল্যরোধ, $R_P = 2\Omega$ ['গ' হতে]

R_2 এর বিভব পার্থক্য $V_2 = I R_P = 3A \times 2\Omega = 6V$

R_2 রোধের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ I_4 হলে,

$I_4 = \frac{V_2}{R_4} = \frac{6V}{4\Omega} = 1.5$ A

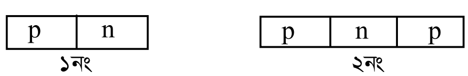
$\therefore$ R_2 রোধের মধ্যকার প্রবাহ, $I_2 = I - I_4$

$= 3A - 1.5$ A $= 1.5$ A

অর্থাৎ $I_1 \neq I_2$

সুতরাং R_1 ও R_2 এর মান সমান হওয়া সত্ত্বেও তড়িৎপ্রবাহ ভিন্ন– উক্তিটি যথার্থ।

প্রশ্ন ▶ ০৮



ক. অর্ধপরিবাহী কী? ১

খ. অর্ধপরিবাহী পদার্থসমূহের বৈশিষ্ট্যগুলো কী? ২

গ. ১নং বস্তুটি বর্তনীতে কীভাবে Rectify করে? ৩

ঘ. ২নং বস্তুটি বর্তনীর সংককেতকে প্রভাবিত করে কি না মতামত দাও। ৪

[অধ্যায়-১২ এর আলোকে]

৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল পদার্থের তড়িৎ পরিবাহিতা অন্তরক ও পরিবাহকের মাঝামাঝি এবং তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে যাদের পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায় তাদেরকে অর্ধপরিবাহী বলে।

খ অর্ধপরিবাহী পদার্থের বৈশিষ্ট্য :

i. এর আপেক্ষিক রোধ 10^{-4} Ωm.

ii. এতে কোনো অপদ্রব্য মেশালে এর তড়িৎ পরিবহন ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়।

iii. পরমশূন্য তাপমাত্রায় এরা অন্তরক।

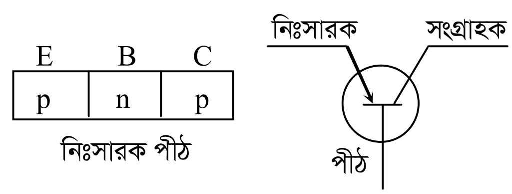
iv. একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রা পর্যন্ত এদের তড়িৎ রোধ তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে হ্রাস পায়।

v. তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে এদের তড়িৎ পরিবাহকত্ব বৃদ্ধি পায়।

vi. এদের দু'প্রান্তের বিভব পার্থক্য বৃদ্ধি করলে পরিবাহকত্ব বৃদ্ধি পায়।

গ উদ্দীপকের চিত্রের ১নং বস্তুটি হলো p-n জংশন। p-n জাংশনে p-টাইপ ও n টাইপ বস্তুর স্তর তৈরি হয়। ফলে বাইরে থেকে কোনো ভোল্টেজ প্রয়োগ না করলে তড়িৎ প্রবাহ চলে না। p-n জংশনে যদি কোনো বিভব পার্থক্য প্রয়োগ করা হয় তাহলে তড়িৎ প্রবাহ ঘটে। যদি ভোল্টেজ এমনভাবে প্রয়োগ করা হয় যে, সেলের ধনাত্মক প্রান্ত p-টাইপ বস্তুর সাথে এবং n-টাইপ বস্তুর সাথে ঋণাত্মক প্রান্ত সংযুক্ত হয় তাহলে সেলের ধনাত্মক প্রান্তের ইলেকট্রন p-টাইপ বস্তুর দিকে এবং ঋণাত্মক প্রান্ত হোলগুলোকে n-টাইপ বস্তুর দিকে টানবে। ফলে তড়িৎ প্রবাহ চলে। সুতরাং ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হলে p-n জংশন শুধু ইলেকট্রন এক অভিমুখে প্রবাহের অনুমতি দেয়। সুতরাং এটি Rectify হিসেবে কাজ করে।

ঘ উদ্দীপকের চিত্রের ২নং বস্তুটি বর্তনীর সংকেতকে প্রভাবিত করে। ২নং বস্তুটি লক্ষ করলে দেখা যাবে যে একটি n-টাইপ কেলাসের উভয় দিকে একটি করে p-টাইপ কেলাস স্যান্ডউইচ করে p-n-p জাংশন তৈরি করে যাকে p-n-p ট্রানজিস্টর বলা হয়। এরকমভাবে সজ্জিত কেলাসের প্রথমটিকে নিঃসারক (E), মাঝেরটিকে পীঠ (B) এবং অন্য পাশেরটিকে সংগ্রাহক (C) বলে।



সুতরাং ট্রানজিস্টরে দুটি জাংশন থাকে– প্রথমটি নিঃসারক পীঠ জাংশন, অপরটি সংগ্রাহক পীঠ জাংশন। স্বাভাবিক কার্যপ্রণালি অনুযায়ী নিঃসারক পীঠ জাংশন সম্মুখী ঝোঁকবিশিষ্ট এবং সংগ্রাহক পীঠ জাংশন বিমুখী ঝোঁকবিশিষ্ট হয়। সম্মুখী ঝোঁক অবস্থায় একটি ক্ষুদ্র বিভব প্রয়োগ করা হলে পীঠ দিয়ে শুধু তড়িৎ প্রবাহই চলে তা নয় বরং পীঠ ও সংগ্রাহকের কারেন্ট প্রবাহে বাধাদানকারী প্রভাব কমিয়ে দেয়। ফলে জাংশনটি তড়িৎ প্রবাহী হয়ে যায় এবং নিঃসারক ও সংগ্রাহকের মধ্যে তড়িৎ প্রবাহ চলে। পীঠ এ বা অন্তর্গামী বর্তনীতে একটি ক্ষুদ্র তড়িৎপ্রবাহ সংগ্রাহক বা বহির্গামী বর্তনীতে ৫০ থেকে ১০০ গুণ বর্ধিত হয়ে প্রবাহিত হয়।

তাই বলা যায়, ২নং বস্তুটি বর্তনীর সংকেতকে প্রভাবিত করে।