দাখিল

EXCLUSIVE

প্রশ্নপত্র সাজেশন্স

ও মডেল টেস্ট

পরীক্ষা ২০২৭

উত্তরমালা

বিষয় : পদার্থবিজ্ঞান

সৃজনশীল

প্রথম অধ্যায় : ভৌত রাশি এবং তাদের পরিমাপ

১নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো কিছু পরিমাপের জন্য গৃহীত আদর্শ বা স্ট্যান্ডার্ড পরিমাপকে পরিমাপের SI একক বলে।

খ দুটি স্থির বস্তুর উপর একই বল প্রয়োগ করলে বেগ ভিন্ন হয়। এক্ষেত্রে বস্তু দুটি ভিন্ন ভরের হতে হবে। কারণ তাদের ভর ভিন্ন হওয়ায় $F = ma$ বা $a = \frac{F}{m}$ সূত্রানুসারে সৃষ্ট ত্বরণও ভিন্ন হবে। আবার বেগ যেহেতু ত্বরণের উপর নির্ভরশীল, সুতরাং দুটি বস্তুর ত্বরণ ভিন্ন হলে নির্দিষ্ট সময়ান্তে এদের বেগও ভিন্ন হবে।

গ আমরা জানি,

$D = M + V \times VC$
$= 8.8 + 32 \times 0.002$
$= 8.864$ cm

এখানে,
প্রধান স্কেল পাঠ, $M = 88$ mm $= 8.8$ cm
ভার্নিয়ার সমপাতন, $V = 32$
ভার্নিয়ার ধ্রুবক, $VC = 0.002$ cm
সিলিন্ডারের ব্যাস, $D = ?$

অতএব, পরীক্ষাগারে ইরফানের ব্যবহৃত সিলিন্ডারের ব্যাস 8.864 cm

ঘ পরীক্ষাগারে ইফাজের ব্যবৃহত সিলিন্ডারের আয়তন, $V_1 = 250$ cc বা $250\ cm^3$
ধরি, পরীক্ষাগারে ইরফানের ব্যবহৃত সিলিন্ডারের আয়তন V_2
'গ' হতে সিলিন্ডারের ব্যাস, $d = 8.864$ cm
উচ্চতা পরিমাপের ক্ষেত্রে প্রধান স্কেল পাঠ, $= 92$ mm $= 9.2$ cm
এবং ভার্নিয়ার সমপাতন $= 44$

$\therefore$ উচ্চতা $h = 9.2 + 44 \times 0.002$
$= 9.288$ cm

$\therefore$ সিলিন্ডারটির আয়তন $= \frac{\pi}{4} d^2 h$

$= \frac{\pi}{4} (8.864)^2 \times 9.288$

$= 573.16\ cm^3$

অতএব, ইরফানের ব্যবহৃত সিলিন্ডারের আয়তন $573.16\ cm^3$.
সুতরাং ইরফানের ব্যবহৃত সিলিন্ডারের আয়তন ইফাজের সিলিন্ডারের আয়তন অপেক্ষা $(573.16 - 250) = 323.16\ cm^3$ বড়।

২নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্ক্রু গজের বৃত্তাকার স্কেলের এক ভাগ ঘুরালে এর প্রান্ত বা বৃত্তাকার স্কেলটি যতটুকু সরে আসে তাকে যন্ত্রের ন্যূনাঙ্ক বলে।

খ যদি কোনো কণার গতিকালে তার বেগের মান ও দিক অপরিবর্তিত থাকে অর্থাৎ কণা যদি নির্দিষ্ট দিকে সমান সময়ে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে তাহলে বস্তুর বেগকে সমবেগ বা সুষম বেগ বলে। আবার বেগের পরিবর্তনের হারকে ত্বরণ বলে। অর্থাৎ ত্বরণ হয় অসমবেগের ক্ষেত্রে, কারণ অসমবেগের ক্ষেত্রে বেগের পরিবর্তন ঘটে কিন্তু সমবেগের ক্ষেত্রে বেগের কোনো পরিবর্তন ঘটে না। তাই এক্ষেত্রে কোনো ত্বরণ থাকে না। এ কারণেই সমবেগে চলমান কণার ত্বরণ শূন্য হয়।

গ দেওয়া আছে, ভার্নিয়ার ধ্রুবক, VC = 0.1 mm

জানা আছে, প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম 1 ভাগের দৈর্ঘ্য, s = 1 mm

ভার্নিয়ার ভাগ সংখ্যা, n = ?

আমরা জানি, $\text{ভার্নিয়ার ধ্রুবক} = \dfrac{\text{প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম 1 ভাগের দৈর্ঘ্য (s)}}{\text{ভার্নিয়ার ভাগ সংখ্যা (n)}}$

বা, $VC = \dfrac{s}{n}$

বা, $n = \dfrac{s}{VC}$

বা, $n = \dfrac{1}{0.1}$

$\therefore\ n = 10$

অর্থাৎ ভার্নিয়ার স্কেলের 10 ভাগ প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম 9 ভাগের সমান।

ঘ দেওয়া আছে,

স্লাইড ক্যালিপার্সের ভার্নিয়ার ধ্রুবক, VC = 0.1 mm = 0.01 cm

প্রধান স্কেল পাঠ, M = 2 cm

ভার্নিয়ার সমপাতন, V = 4

আমরা জানি, গোলকের ব্যাস, $d = M + V \times VC$

$= 2 + 4 \times 0.01$

$= 2.04$ cm

অতএব, গোলকের ব্যাসার্ধ, $r = \dfrac{d}{2} = \dfrac{2.04}{2} = 1.02$ cm

$\therefore$ গোলকের আয়তন, $V = \dfrac{4}{3}\pi r^3$

$= \dfrac{4}{3} \times 3.1416 \times (1.02)^3$

$= 4.445\ cm^3$

অতএব, গোলকের আয়তন $4.445\ cm^3$

যে জিনিস যত ছোট, তা পরিমাপ তত সূক্ষ্মভাবে করতে হয় এবং এ জন্য প্রয়োজন তত সূক্ষ্ম যন্ত্রের। স্লাইড ক্যালিপার্সের সাহায্যে আমরা 0.1 mm পর্যন্ত সূক্ষ্মভাবে পরিমাপ করতে পারি কিন্তু স্ক্রু গজের সাহায্যে আমরা 0.01 mm পর্যন্ত সূক্ষ্মভাবে পরিমাপ করতে পারি। স্লাইড ক্যালিপার্স দ্বারা গোলকের আয়তন পরিমাপ হলেও সেই মান নিখুঁত হবে না।

তাই গোলকের আয়তন নির্ণয়ের জন্য স্লাইড ক্যালিপার্স অপেক্ষা স্ক্রু গজ দ্বারা পরিমাপ করলে তা নিখুঁত হবে।

৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্ক্রুগজের টুপি একবার সম্পূর্ণ ঘুরালে এর যতটুকু সরণ ঘটে এবং রৈখিক স্কেল বরাবর যে দৈর্ঘ্য এটি অতিক্রম করে তাকে স্ক্রুয়ের পিচ বলে।

খ যেকোনো পরিমাপের জন্য একটি স্ট্যান্ডার্ড বা আদর্শ পরিমাণের প্রয়োজন হয় যেন তার সাথে তুলনা করে পরিমাপ করা যায়। এ আদর্শ পরিমাণ হচ্ছে পরিমাপের একক। এ এককগুলো এমনভাবে ঠিক করা হয়েছে যাতে এগুলো সুবিধাজনক আকারের হয় এবং সহজে ও সঠিকভাবে তা পুনরুৎপাদন করা যায়। এজন্য কোনো রাশির পরিমাণ প্রকাশ করতে এককের প্রয়োজন হয়।

গ এখানে, প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম 1 ঘর = 1 mm

ভার্নিয়ার স্কেলের 20 ঘর = প্রধান স্কেলের 19 ঘর

$\therefore$ ভার্নিয়ার স্কেলের 1 ঘরের দৈর্ঘ্য = $\frac{19}{20}$ mm = 0.95 mm

$\therefore$ ভার্নিয়ার ধ্রুবক VC = প্রধান স্কেলের 1 ঘর − ভার্নিয়ার স্কেলের 1 ঘর

= 1 mm – 0.95 mm

= 0.05 mm = 0.005 cm

B বস্তুর দৈর্ঘ্য, L = 8.73 cm

প্রধান স্কেল পাঠ, M = 8.7 cm

ভার্নিয়ার সমপাতন, V = ?

আমরা জানি, $L = M + V \times VC$

বা, $V = \frac{L - M}{VC}$

বা, $V = \frac{8.73 - 8.7}{0.005}$

বা, $V = \frac{0.03}{0.005}$

বা, V = 6

অতএব B দৈর্ঘ্য পরিমাপের প্রাপ্ত ভার্নিয়ার সমপাতন 64। **(Ans.)**

ঘ পরিমাপকৃত ঘনকের আয়তন,

$V = 5.5 \times 5.5 \times 5.5$
$= 166.37\ cm^3$

এখানে,
পরিমাপকৃত ঘনকের ধারের দৈর্ঘ্য, L = 5.5 cm

এবং ঘনকের এক পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল, $A = 5.5 \times 5.5$
$= 30.25\ cm^2$

7% আপেক্ষিক ত্রুটিতে দৈর্ঘ্য সবচেয়ে কম হতে পারে,

$$L_{min} = 5.5 - 5.5 \times \frac{7}{100}$$
$$= 5.5 - 5.5 \times 0.07$$
$$= 5.5 - 0.385$$
$$= 5.115 \text{ cm}$$

দৈর্ঘ্য সবচেয়ে বেশি হতে পারে, $L_{max} = 5.5 + 5.5 \times \frac{7}{100}$

$$= 5.5 + 5.5 \times 0.07$$
$$= 5.5 + 0.385$$
$$= 5.885 \text{ cm}$$

আয়তনের ক্ষেত্রে :

সবচেয়ে কম আয়তন, $V_{min} = (5.115 \text{ cm})^3 = 133.82 \text{ cm}^3$

সবচেয়ে বেশি আয়তন, $V_{max} = (5.8 \text{ cm})^3 = 203.81 \text{ cm}^3$

$\therefore$ চূড়ান্ত ত্রুটি $= |203.81 - 166.37| = 37.446 \text{ cm}^3$ (সর্বোচ্চ মান নিয়ে)

অথবা, $|166.37 - 133.82| = 32.55 \text{ cm}^3$ (সর্বনিম্ন মান নিয়ে)

$\therefore$ ত্রুটির সর্বোচ্চ মান গ্রহণ করে চূড়ান্ত ত্রুটি পাই, 37.446 cm^3

$\therefore$ আপেক্ষিক ত্রুটি $= \frac{37.446}{166.37} = 0.225 = 22.5\%$

ক্ষেত্রফলের ক্ষেত্রে :

সবচেয়ে কম আয়তন, $A_{min} = (5.11 \text{ cm})^2 = 26.11 \text{ cm}^2$

সবচেয়ে বেশি ক্ষেত্রফল, $A_{max} = (5.885 \text{ cm})^2 = 34.63 \text{ cm}^2$

$\therefore$ চূড়ান্ত ত্রুটি $|34.63 - 30.25| = 4.38 \text{ cm}^2$ [সর্বোচ্চ মান নিয়ে]

অথবা, $|30.25 - 26.11| = 4.14 \text{ cm}^2$ [সর্বনিম্ন মান নিয়ে]

$\therefore$ ত্রুটির সর্বোচ্চ মান গ্রহণ করে চূড়ান্ত ত্রুটি 4.38 cm^2

$\therefore$ আপেক্ষিক ত্রুটি $= \frac{4.38}{30.25} = 0.1447 = 14.47\%$

সুতরাং আয়তন ত্রুটি এক পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল ত্রুটির $\frac{0.225}{0.1447} = 1.55$ গুণ

দ্বিতীয় অধ্যায় : গতি

৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক ভার্নিয়ার ধ্রুবক হলো মূল স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগের দৈর্ঘ্য এবং ভার্নিয়ার স্কেলের এক ভাগের দৈর্ঘ্যের পার্থক্য।

খ অভিকর্ষ বলের প্রভাবে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে। যখন একটি বস্তু ভূপৃষ্ঠে মুক্তভাবে পড়তে থাকে তখন তার ত্বরণ হয় 9.8ms^{-2}। অর্থাৎ বস্তুটি যখন ভূপৃষ্ঠের দিকে আসতে থাকে তখন এর বেগ প্রতি সেকেন্ডে 9.8ms^{-1} করে বাড়তে থাকে। এক্ষেত্রে ভূপৃষ্ঠের দিকে একই হারে বেগ বাড়তে থাকার দরুণ সবসময়ই বস্তুর একই ত্বরণ হচ্ছে। তাই বলা যায় অভিকর্ষজ ত্বরণ একটি সুষম ত্বরণ।

গ BC অংশের সরণের মান–

$$S = \left(\frac{u + v}{2}\right) t$$

$$= \left(\frac{15 + 20}{2}\right) \times 5$$

$$= 87.5 \text{ m}$$

এখানে,
আদিবেগ $u = 15 \text{ ms}^{-1}$
শেষ বেগ $v = 20\text{ms}^{-1}$
সময় $t = 5\text{s}$.

$\therefore$ BC অংশের সরণ 87.5 m.

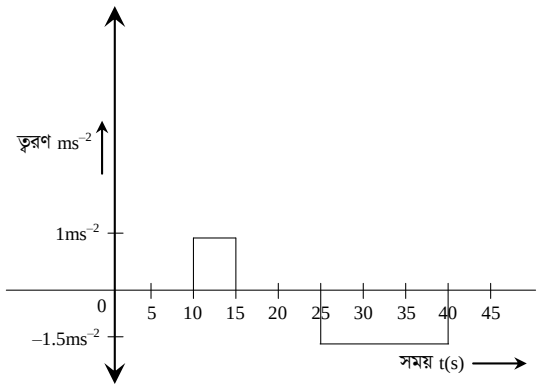
ঘ গাড়িটির (0s – 10s) পর্যন্ত ত্বরণ $a_1 = 0\text{ms}^{-2}$। কারণ এখানে গাড়িটি সমবেগে চলছে।

(10s – 15s) পর্যন্ত ত্বরণ $a_2 = \frac{v_2 - u_2}{t} = \frac{20 - 15}{5} = \frac{5}{5} = 1 \text{ ms}^{-2}$

(15s – 25s) পর্যন্ত ত্বরণ $a_3 = \frac{v_3 - u_3}{t} = \frac{20 - 20}{10} = 0 \text{ ms}^{-2}$

(25s – 40s) পর্যন্ত ত্বরণ $a_4 = \frac{v_4 - u_4}{t} = \frac{0 - 20}{15} = -1.5 \text{ ms}^{-2}$

সুতরাং সময় বনাম ত্বরণের লেখচিত্রটি নিম্নরূপ–



গ্রাফটিতে 0s থেকে 10s পর্যন্ত ত্বরণ 0ms^{-2}। 10s থেকে 15s পর্যন্ত ত্বরণ 1ms^{-2} এবং 25s থেকে 40s পর্যন্ত মন্দন ঘটেছে। এক্ষেত্রে মন্দন 1.5ms^{-2}।

৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে কোনো মুহূর্তে অতি ক্ষুদ্র সময় ব্যবধানে সময়ের সাথে বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনের হারকে ঐ মুহূর্তের দ্রুতি বা তাৎক্ষণিক দ্রুতি বলে।

খ যদি কোনো বস্তু তার গতিপথের কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পর পর একই দিক থেকে অতিক্রম করে তবে বস্তুর ঐ গতিকে পর্যাবৃত্ত গতি বলে। সূর্যের চারদিকে পৃথিবী একটি ধ্রুব বেগে সর্বদা একইদিকে গতিশীল থাকে বিধায় এর গতি পর্যাবৃত্ত গতি।

গ আমরা জানি,

$v^2 = u^2 - 2gh$

বা, $0^2 = u^2 - 2gh$

বা, $2gh = u^2$

বা, $h = \frac{u^2}{2g}$

বা, $h = \frac{(20)^2}{2 \times 9.8}$

দেওয়া আছে,
আদিবেগ, $u = 20\ ms^{-1}$
শেষবেগ, $v = 0\ ms^{-1}$
সর্বাধিক উচ্চতা, $h = ?$
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

$\therefore h = 20.41\ m$

$\therefore$ নিক্ষিপ্ত বস্তুটির সর্বাধিক উচ্চতা 20.41 m.

ঘ বস্তুটি উপরের দিকে নিক্ষেপের পর পুনরায় মাটিতে ফিরে আসার পূর্বেই বালকটি ঐ স্থানে পৌছাতে পারলেই বস্তুটি মাটিতে পড়ার পূর্বেই ধরতে পারবে।

বস্তুটি নিক্ষেপের স্থানে পৌছাতে বালকটির প্রয়োজনীয় সময় :

আমরা জানি, সমবেগের ক্ষেত্রে,

$s = vt$

বা, $t = \frac{s}{v} = \frac{40}{10} = 4s$

$\therefore t = 4s$

এখানে,
বালকের বেগ $v = 10\ ms^{-1}$
দূরত্ব, $s = 40\ m$
সময়, $t = ?$

বস্তুটি নিক্ষেপের পরে মাটিতে ফিরে আসতে প্রয়োজনীয় সময় :

বস্তুটি মাটিতে ফিরে আসলে উচ্চতা $h = 0$ হবে।

সেক্ষেত্রে $0 = ut + \frac{1}{2}gt^2$

বা, $0 = 20t - \frac{1}{2} \times 9.8t^2$ [নিক্ষিপ্ত বস্তুর ক্ষেত্রে g ঋণাত্মক]

বা, $0 = 20t - 4.9\ t^2$

বা, $t\ (20 - 4.9t) = 0$

হয়, $t = 0$ অথবা, $20 - 4.9t = 0$

বা, $20 = 4.9t$

বা, $t = \frac{20}{4.9}$

$\therefore t = 4.08\ s$

বস্তুটি মাটিতে পড়তে সময় লাগে 4.08s এবং বালকের পৌছাতে সময় লাগে 4s। সুতরাং বালকটি বস্তুটি মাটিতে পড়ার পূর্বেই ধরতে পারবে।

৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লব্ধি শূন্য হয় অর্থাৎ বস্তুর কোনো ত্বরণ না হয়, তখন যেই বলগুলো এই সাম্যাবস্থা সৃষ্টি করে তাদেরকে সাম্যবল বলে।

খ আমরা জানি নিউটনের তৃতীয় সূত্র প্রত্যেক ক্রিয়ারই সমান ও বিপরীত মুখী প্রতিক্রিয়া রয়েছে। আমরা যখন মাটির উপর দিয়ে হাঁটি তখন পিছনের পা দ্বারা মাটির উপর পিছনের দিকে তির্যকভাবে একটা বল প্রয়োগ করি। এ বল হলো ক্রিয়া বল। নিউটনের তৃতীয় সূত্র অনুযায়ী এই বলের বিপরীতে মাটি একটি সমান প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে। এই প্রতিক্রিয়া বলের কারণেই হাঁটার সময় আমরা মাটির ভিতর ঢুকে যাই না।

গ দেওয়া আছে, জামালের ভর, $m = 45$ kg

দূরত্ব, $s = 150$ m

সময়, $t = 15$ s

এখন, বেগ, $v = \frac{s}{t} = \frac{150}{15} = 10\ ms^{-1}$

আমরা জানি, ভরবেগ হলো ভর ও বেগের গুণফল।

$\therefore$ ভরবেগ = ভর × বেগ $= 45\ kg \times 10\ ms^{-1} = 450\ kgms^{-1}$

$\therefore$ জামালের ভরবেগ $450\ kgms^{-1}$

ঘ কামালের ক্ষেত্রে, দূরত্ব, $s_1 = 150m$

যেহেতু কামাল 2 sec. সময় ব্যবধানে জামালকে পরাজিত করে এবং জামাল প্রতিযোগিতা শেষ করতে সময় নেয় 15 sec.

কাজেই কামালের জেতার সময়, $t_1 = (15 - 2) = 13s$

কামালের বেগ, $v = \frac{s_1}{t_1} = \frac{150\ m}{13\ s} = 11.53\ ms^{-1}$

জামালের ক্ষেত্রে, দূরত্ব, $s_2 = 150m$

সময়, $t_2 = 15s$

$\therefore$ জামালের বেগ, $v = \frac{s_2}{t_2} = \frac{150}{15} = 10\ ms^{-1}$

যদি জামালকে জিততে হয় তবে জামালকে 13s এর আগেই 150m দূরত্ব অতিক্রম করতে হবে। সে ক্ষেত্রে জামালকে $11.53\ ms^{-1}$ এর থেকে বেশি বেগে শুরু থেকে দৌড় শুরু করতে হবে এবং একই বেগে শেষ করতে হবে।

৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাধায় পড়ন্ত বস্তু নির্দিষ্ট সময়ে যে দূরত্ব (h) অতিক্রম করে তা ঐ সময়ের (t) বর্গের সমানুপাতিক। অর্থাৎ $h \propto t^2$.

খ পর্যায়বৃত্ত গতিসম্পন্ন সকল কণাই গতিপথের যে কোনো বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পর পর অতিক্রম করে, কিন্তু স্পন্দন গতি সম্পন্ন কণাগুলো এদের গতিপথের অর্ধেক সময়ে যে পথে চলে বাকি অর্ধেক সময় তার বিপরীত দিকে চলে, যা সকল পর্যাবৃত্ত গতির ধর্ম নয়। যেমন– কম্পমান স্প্রিং এ সংযুক্ত ভরের গতি পর্যাবৃত্ত হলেও তা গতিপথের অর্ধেক সময় যেদিকে চলে বাকি অর্ধেক সময় তার বিপরীত দিকে চলে। কিন্তু ঘড়ির কাঁটার গতি পর্যাবৃত্ত গতি হলেও তা পর্যায়কালের পুরো সময় একই দিক বরাবর ঘোরে। তাই সব সরল ছন্দিত স্পন্দন গতি পর্যাবৃত্ত হলেও সকল পর্যাবৃত্ত গতি সরল ছন্দিত স্পন্দন গতি নয়।

গ আমরা জানি,

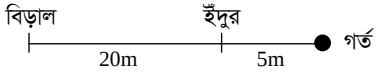
$v = u + at$

$= 0 + 0.1 \times 8$

$= 0.8\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

এখানে,
ইঁদুরের সময়, $t = 8s$
" ত্বরণ, $a = 0.1\ ms^{-2}$
" বেগ, $v = ?$

ঘ



ইঁদুরের ক্ষেত্রে, দূরত্ব, $s = 5m$

বেগ, $v = 0.8\ ms^{-1}$ [‘গ’ হতে]

সময়, $t = ?$

আমরা জানি, $s = ut + \frac{1}{2} \times at^2$

$s = 0 + \frac{1}{2} 0.1 \times t^2$

$t^2 = 100$

$t = 10$

এখন বিড়ালকে যদি ইঁদুরটিকে ধরতে হয় তবে বিড়ালকে 10 এ (20 + 5) = 25m দূরত্ব অতিক্রম করতে হবে।

এখন বিড়ালের ক্ষেত্রে, দেওয়া আছে,

বেগ, $v = 9\ km/h = \frac{9 \times 1000}{3600} = 2.5\ ms^{-1}$

আদিবেগ, $u = 0$

দূরত্ব, $s = (20 + 5) = 25m$

সময়, $t = 10s$

এখন বিড়ালটির 10 সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = vt = 2.5 \times 10$
$= 25$

বিড়ালটি ইঁদুরটিকে ধরতে সর্বমোট (20 + 5) বা 25m দূরত্ব অতিক্রম করতে হতো। কিন্তু বিড়াল কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব 25.

অর্থাৎ বিড়াল ইঁদুরটিকে ধরতে পারবে।

৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক সময়ের ব্যবধান শূন্যের কাছাকাছি হলে বস্তুর সরণের হারকে তাৎক্ষণিক বেগ বলে।

খ যদি কোনো কণার গতিকালে তার বেগের মান ও দিক অপরিবর্তিত থাকে অর্থাৎ কণা যদি নির্দিষ্ট দিকে সরলপথে সমান সময়ে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে তাহলে বস্তুর বেগকে সমবেগ বা সুষম বেগ বলে। আবার বেগের পরিবর্তনের হারকে ত্বরণ বলে। অর্থাৎ ত্বরণ হয় অসমবেগের ক্ষেত্রে, কারণ অসমবেগের ক্ষেত্রে বেগের পরিবর্তন ঘটে। কিন্তু সমবেগের ক্ষেত্রে বেগের কোনো পরিবর্তন ঘটে না। তাই এক্ষেত্রে কোনো ত্বরণ থাকে না। এ কারণেই সমবেগে সরলপথে চলমান কণার ত্বরণ থাকে না। অর্থাৎ ত্বরণ শূন্য হয়।

গ *দেওয়া আছে,*

X *প্রতিযোগীর ত্বরণ,* $a = 0.02ms^{-2}$

" " সময়, $t = 100s$

" " আদিবেগ, $u = 0$

" " শেষবেগ, $v = ?$

আমরা জানি,

$v = u + at$

$= 0 + 0.02\ ms^{-2} \times 100s$

$= 2ms^{-1}$

$\therefore$ X প্রতিযোগীর শেষ বেগ $2ms^{-1}$.

ঘ X প্রতিযোগী 100m অতিক্রম করতে সময় লাগে 100s.

'গ' হতে প্রাপ্ত শেষবেগ, $v = 2ms^{-1}$

এখন, পরবর্তী 100m সমবেগে অর্থাৎ $2ms^{-1}$ বেগে চলতে সময় লাগে,

$s = vt$

বা, $t = \frac{s}{v} = \frac{100m}{2ms^{-1}} = 50s$

$\therefore$ X প্রতিযোগী মোট (100 + 100) = 200m দূরত্ব অতিক্রম করতে মোট সময় লাগে 100 + 50 = 150s.

আবার Y প্রতিযোগী $0.015\ ms^{-2}$ সমত্বরণে সমান্তরালভাবে একই দূরত্ব অতিক্রম করে অর্থাৎ 200m অতিক্রম করে।

তাহলে,

Y প্রতিযোগীর ত্বরণ, $a = 0.015\ ms^{-2}$

" " দূরত্ব, $s = 200m$

" " আদিবেগ, $u = 0$

আমরা জানি,

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

বা, $200 = 0 \times t + \frac{1}{2} \times (0.015)t^2$

বা, $\frac{1}{2} \times (0.015)t^2 = 200$

বা, $0.015 \times t^2 = 400$

বা, $t^2 = \frac{400}{0.015}$

বা, $t = \sqrt{26666.67}$

$\therefore t = 163.3s$

অতএব গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যায় যে,

X প্রতিযোগীর 200m অতিক্রম করতে সময় লাগে 150s এবং Y প্রতিযোগীর 200m অতিক্রম করতে 163.3s সময় লাগে যা X এর তুলনায় বেশি সময় লেগেছে। তাই X প্রতিযোগী জয়লাভ করে।

৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্ক্রু গজের বৃত্তাকার স্কেল পূর্ণ ঘূর্ণনের ফলে এটি রৈখিক স্কেল বরাবর যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে পিচ বলে।

খ দোলন গতি একটি পর্যাবৃত্ত গতি, কারণ এই গতিতে কোনো বস্তু একটি নির্দিষ্ট সময় পর পর একই পথে ফিরে আসে এবং একই দিক থেকে একই বিন্দু অতিক্রম করে। পর্যাবৃত্ত গতির সংজ্ঞা অনুযায়ী, যদি কোনো গতিশীল বস্তু একটি নির্দিষ্ট সময় পরপর তার গতির পুনরাবৃত্তি করে তবে সেই গতিকে পর্যাবৃত্ত গতি বলে। একটি সরল দোলকের গতি, স্প্রিং-এর সংকোচন ও প্রসারণ, এগুলো সবই দোলন গতির উদাহরণ এবং তারা একটি নির্দিষ্ট সময় পর পর তাদের গতির পুনরাবৃত্তি করে। তাই, সকল দোলন গতিই পর্যাবৃত্ত গতি।

গ ধরি, t সময় পর কার দুটির বেগ একই হবে।

প্রথম কারটির জন্য :

প্রাথমিক বেগ, $u_1 = 0\ ms^{-1}$

ত্বরণ, $a_l = 2.5\ ms^{-2}$

t সময় পর বেগ, $v_1 = u_1 + a_1t$

$= 0 + 2.5t$

$= 2.5t\ ms^{-1}$

দ্বিতীয় কারটির জন্য :

সমবেগ, $v_2 = 63\ kmh^{-1}$

$= \frac{63 \times 1000}{3600}$

$= 17.5\ ms^{-1}$

যেহেতু দ্বিতীয় কারটি সমবেগে চলছে, তাই t সময় পরেও তার বেগ $v_2 = 17.5ms^{-1}$ থাকবে।

প্রশ্নানুসারে,

$v_1 = v_2$

$2.5t = 17.5$

$t = \frac{17.5}{2.5} = 7s$

সুতরাং যাত্রা শুরুর 7 সেকেন্ড পর কার দুটির বেগ একই হবে।

ঘ ধরি, t সময় পর কার দুইটি মিলিত হবে।

প্রথম কার কর্তৃক t সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$s_1 = u_1t + \frac{1}{2}a_1t_2 = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 2.5 \times t_2 = 1.25t_2$

দ্বিতীয় কার কর্তৃক t সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_2 = v_2t = 17.5t$

দ্বিতীয় কারটি প্রথম কারটির 50m পিছন থেকে যাত্রা শুরু করেছে, তাই

প্রশ্নমতে,

$s_2 = s_1 + 50$

বা, $17.5t = 1.25t_2 + 50$

বা, $1.25\ t_2 - 17.5t + 50 = 0$

বা, $t_2 - 14t + 40 = 0$ [1.25 দিয়ে ভাগ করে]

বা, $t_2 - 10t - 4t + 40 = 0$

বা, $t(t - 10) - 4(t - 10) = 0$

বা, $(t - 10)(t - 4) = 0$

$\therefore t = 10s, 4s$

যেহেতু আমরা t এর দুইটি ধনাত্মক এবং বাস্তব মান পেয়েছি, তাই বলা যায়, কার দুইটি তাদের চলার পথে দুইবার একে অপরকে অতিক্রম করবে। প্রথমবার, প্রথম কারটি দ্বিতীয় কারটিকে অতিক্রম করবে t = 4s সময়ে এবং দ্বিতীয়বার দ্বিতীয় কারটি আবার প্রথম কারটিকে অতিক্রম করবে t = 10s সময়ে।

১০নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর বেগ যদি নির্দিষ্ট দিকে সবসময় একই হারে বাড়তে থাকে তাহলে সেই বস্তুর ত্বরণকে সমত্বরণ বা সুষম ত্বরণ বলে।

খ রাস্তায় হাঁটার সময় রাস্তা ও পায়ের তলার মধ্যে যে ঘর্ষণ বল তৈরি হয় তার জন্য আমরা চলতে পারি। কিন্তু রাস্তা কাদাযুক্ত হলে রাস্তার ও পায়ের তলার মধ্যকার ঘর্ষণ বল হ্রাস পায়। এর ফলে কাদাযুক্ত রাস্তায় আমরা পিছলে যাই।

গ দেওয়া আছে,

সেতুর দৈর্ঘ্য = 444 m

সময়, t = 30 s

১ম গাড়ির বেগ, $v = 54\ km\ h^{-1}$

$= \frac{54 \times 1000}{60 \times 60}$

$= 15\ ms^{-1}$

ধরি, ১ম গাড়ির দৈর্ঘ্য = xm

সেতু পার হওয়ার জন্য গাড়ি ও সেতু উভয়ের দূরত্ব অতিক্রম করতে হবে,

$S = (x + 444)\ m$

আমরা জানি,

গাড়িটি সমবেগে চললে,

$S = vt$

বা, $x + 444 = 15 \times 30$

বা, $x = 450 - 444$

$\therefore x = 6\ m$

সুতরাং গাড়িটির দৈর্ঘ্য 6 m। (**Ans.**)

ঘ ১ম গাড়ির ক্ষেত্রে,

আদিবেগ, $u_1 = 54\ km\ h^{-1} = \frac{54 \times 1000}{60 \times 60} = 15\ ms^{-1}$

শেষ বেগ, $v_1 = 0\ ms^{-1}$

সময়, $t_1 = 4$ sec

ত্বরণ, $a_1 = \frac{v_1 - u_1}{t_1} = \frac{0 - 15\ ms^{-1}}{4} = -3.75\ ms^{-2}$

দূরত্ব, $s_1 = ?$

আমরা জানি, $s_1 = u_1t_1 + \frac{1}{2} a_1t_1^2$

$= 15 \times 4 + \frac{1}{2} \times (-3.75) \times (4)^2$

$= 60 - 30 = 30$ m

আবার ২য় গাড়ির ক্ষেত্রে,

আদিবেগ, $u_2 = 18 \text{ km h}^{-1} = \frac{18 \times 1000}{60 \times 60} = 5 \text{ ms}^{-1}$

শেষ বেগ, $v_2 = 0 \text{ ms}^{-1}$

সময়, $t_2 = 8$ s

ত্বরণ, $a_2 = \frac{v_2 - u_2}{t_2} = \frac{0 - 5}{8} = -0.625 \text{ ms}^{-2}$

আমরা জানি, $s_2 = u_2t_2 + \frac{1}{2} a_2t_2^2$

$= 5 \times 8 + \frac{1}{2} \times (-0.625) \times (8)^2$

$= 40 - 20 = 20$ m

$\therefore \quad s_1 > s_2$

সুতরাং ব্রেক চাপার পর ১ম গাড়িটি বেশি দূরত্ব অতিক্রম করবে।

১১নং 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, $t = \frac{s}{v} = \frac{50}{40} = 1.25$ s

উদ্দীপক হতে পাই,

গুলির সমবেগ, $v = 40 \text{ ms}^{-1}$

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

উদ্দীপক হতে পাই,

আদিবেগ, $u = 40 \text{ ms}^{-1}$

শেষবেগ, $v = 0$

সময়, $t = 0.01$ s

অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = ?$

আমরা জানি, $s = \left(\frac{u + v}{২}\right) t$

$= \left(\frac{40 + 0}{2}\right) \times 0.01$

$= 0.2 \text{ m} = 20 \text{ cm} < 21 \text{ cm}$

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।

১২নং প্রশ্নের উত্তর

ক গতিশীল বস্তুকণার প্রাথমিক এবং শেষ অবস্থানের মধ্যবর্তী পথই হলো দূরত্ব।

খ কোনো বস্তু যদি একটি সরলরেখা বরাবর গতিশীল হয় অর্থাৎ কোনো বস্তুর গতি যদি একটি সরলরেখার ওপর সীমাবদ্ধ থাকে, তাহলে তার গতিকে সরল রৈখিক গতি বলে। একটি সোজা সড়কে কোনো গাড়ির গতি সরল রৈখিক গতি।

গ বাঘের বেগ হরিণের বেগের সমান হলে বাঘের বেগ হবে 20 ms^{-1}

আমরা জানি, $v = u + at$

বা, $at = v - u$

বা, $t = \frac{v - u}{a}$

এখানে, বাঘের আদিবেগ, $u = 0 \text{ ms}^{-1}$

বাঘের শেষ বেগ, $v = 20 \text{ ms}^{-1}$

বাঘের ত্বরণ, $a = 5 \text{ ms}^{-2}$

সময়, $t = ?$

বা, $t = \frac{20 \text{ ms}^{-1} - 0 \text{ ms}^{-1}}{5 \text{ ms}^{-2}}$

বা, $t = 4s$

অতএব দৌড় শুরু করার 4 সেকেন্ড পর বাঘের বেগ হরিণের বেগের সমান হবে।

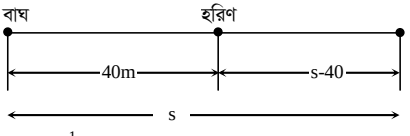
ঘ ধরি, বাঘটি যাত্রা শুরুর t_1 সময় পর s দূরত্বে হরিণকে ধরে ফেলবে।

t_1 সময়ে, বাঘটির অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$s = ut_1 + \frac{1}{2} at_1^2$

$s = 0 \text{ ms}^{-1} + \times t_1 + \frac{1}{2} \times 5 \text{ ms}^{-2} \times t_1^2$

বা, $s = \frac{5}{2} t_1^2$



হরিণটির বেগ, $v = 20 \text{ ms}^{-1}$

এই সময়ে হরিণটির অতিক্রান্ত দূরত্ব, s_2 হলে,

$s_2 = vt_1$

বা, $s_2 = 20t_1$

প্রশ্নমতে,

$s - 40 = 20t_1$

বা, $\frac{5}{2}t_1^2 - 40 = 20t_1$

বা, $\frac{5}{2}t_1^2 - 20t_1 - 40 = 0$

বা, $\frac{5t_1^2 - 40t_1 - 80}{2} = 0$

বা, $5t_1^2 - 40t_1 - 80 = 0$

বা, $t_1^2 - 8t_1 - 16 = 0$

বা, $t_1 = \frac{8 \pm \sqrt{(-8)^2 - 4.1(-16)}}{2 \times 1}$

বা, $t_1 = \frac{8 \pm \sqrt{64 + 64}}{2}$

বা, $t_1 = \frac{8 \pm \sqrt{128}}{2}$

বা, $t_1 = \frac{8 \pm 11.313}{2}$

$\therefore t_1 = 9.66$ s বা, $t_1 = -1.66$s

কিন্তু সময় ঋণাত্মক হতে পারে না,

$\therefore t_1 = 9.66$ s

এখন, $s = \frac{5}{2}t_1^2$

বা, $s = \frac{5}{2} \times (9.66)^2$

বা, $2s = 233.29$ m

অতএব, উপরিউক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণের আলোকে বলা যায়, বাঘটি যাত্রা শুরুর স্থান থেকে প্রায় 233.29 m দূরে, 9.66 সেকেন্ড পর হরিণটি ধরে ফেলে।

তৃতীয় অধ্যায় : বল

১৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর ওপর একাধিক বল প্রয়োগ করলে যদি বলের লব্ধি শূন্য হয় অর্থাৎ বস্তুর কোনো ত্বরণ না হয়, তখন আমরা বলি বস্তুটি সাম্যাবস্থায় আছে। যে বলগুলো এই সাম্যাবস্থা সৃষ্টি করে তাদেরকে সাম্য বল বলে।

খ যখন একটি বস্তুর তল অপর বস্তুর তলের ওপর দিয়ে গতিশীল হয়, তখন প্রত্যেক বস্তু অপর বস্তুর ওপর ঘর্ষণ বল প্রয়োগ করে। ঘর্ষণ হলো যে কোনো দু'টি তলের অনিয়মিত প্রকৃতির ফল। প্রত্যেক বস্তুরই তল আছে। আবার তল মসৃণ বা অমসৃণ দুই হতে পারে। আপাত দৃষ্টিতে কোনো বস্তুর তলকে মসৃণ বলে মনে হলেও অণুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে দেখলে এর ওপর অনেক উঁচু নিচু খাঁজ লক্ষ করা যায়। তাই আমরা যখন অমসৃণ রাস্তায় রাবারের জুতা পরে হাটি, তখন উভয় বস্তুর স্পর্শতলের এ খাজগুলো একটির ভিতর আরেকটি ঢুকে যায় অর্থাৎ খাঁজগুলো পরস্পর আটকে যায়। যার ফলে বাধাপ্রাপ্ত হয় এবং ঘর্ষণ বলের উৎপত্তি হয়। আর এই ঘর্ষণ বলের জন্যই অমসৃণ রাস্তায় জুতার তলা দ্রুত ক্ষয় হয়।

গ আমরা জানি,

$m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)v$

বা, $v = \frac{m_1u_1 + m_2u_2}{m_1 + m_2}$

বা, $v = \frac{40 \times 20 + 60 \times 10}{40 + 60}$

বা, $v = \frac{800 + 600}{100} = \frac{1400}{100}$

$= 14\ ms^{-1}$

এখানে,
A বস্তুর ভর $m_1 = 40kg$
B বস্তুর ভর $m_2 = 60kg$
A বস্তুর আদিবেগ $u_1 = 20ms^{-1}$
B বস্তুর আদিবেগ $u_2 = 10ms^{-1}$
মিলিত বেগ, $v = ?$

$\therefore$ সংঘর্ষের পর বস্তু দুটির মিলিত বেগ $14ms^{-1}$.

ঘ 'গ' হতে পাই সংঘর্ষের পর বস্তু দুটির মিলিত বেগ, $v = 14ms^{-1}$

এখন, সংঘর্ষের পূর্বে বস্তুদ্বয়ের গতিশক্তির সমষ্টি

$T_1 = \frac{1}{2} m_1u_1^2 + \frac{1}{2} m_2u_2^2$

$= \frac{1}{2} \times 40 \times (20)^2 + \frac{1}{2} \times 60 \times (10)^2$

$= 8000J$

আবার, সংঘর্ষের পরে বস্তুদ্বয়ের গতিশক্তির সমষ্টি

$T_2 = \frac{1}{2} (m_1 + m_2)\ v^2$

$= \frac{1}{2} (40 + 60) \times (14)^2$

$= \frac{1}{2} \times 100 \times 196$

$= 9800J$

দেখা যাচ্ছে $T_1 \neq T_2$

সুতরাং বলা যায়, সংঘর্ষের ফলে বস্তু দুটির গতিশক্তি সংরক্ষিত হয়নি।

১৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক যদি গতিশীল কোনো বস্তুর বেগের মান ও দিক সময়ের সাথে অপরিবর্তিত থাকে তাহলে সেই বস্তুর বেগকে সুষম বেগ বা সমবেগ বলে।

খ বায়ু ও পানি উভয়ই প্রবাহী পদার্থ। প্রবাহী পদার্থের মধ্যে কোনো বস্তু ডুবলে সেটি একটি ঊর্ধ্বমুখী বল বা প্লবতা বল লাভ করে। সমআয়তন বস্তুর উপর প্লবতা বল প্রবাহীর ঘনত্বের উপর নির্ভর করে। ঘনত্ব বেশি হলে প্লবতা বল বেশি হবে। বায়ু অপেক্ষা পানির ঘনত্ব বেশি হওয়ায় কোনো মার্বেল বাতাসের চেয়ে পানিতে বেশি প্লবতা বল লাভ করবে। ফলে মার্বেলটি বায়ুর চেয়ে পানিতে বেশি ওজন হারাবে। এ কারণে মার্বেল বায়ু অপেক্ষা পানিতে ধীরে পতিত হবে।

গ আমরা জানি,

$v = u + at$

$= 0 + 2.5ms^{-2} \times 10s$

$= 25ms^{-1}$

দেওয়া আছে,
আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
ত্বরণ, $a = 2.5\ ms^{-2}$
সময়, $t = 10\ s$
বেগ, $v = ?$

অতএব, সংঘর্ষের মুহূর্তে ১ম গাড়ির বেগ $25ms^{-1}$

ঘ দেওয়া আছে,

১ম গাড়ির ভর, $m_1 = 1500$ kg

২য় গাড়ির ভর, $m_2 = 1000$ kg

সংঘর্ষের পূর্বে ১ম গাড়ির বেগ, $u_1 = 25ms^{-1}$

সংঘর্ষের পূর্বে ২য় গাড়ির বেগ, $u_2 = 0\ ms^{-1}$

সংঘর্ষের পর গাড়ি দুটির মিলিত বেগ, v হলে

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুসারে,

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v + m_2v$$

$$\therefore\ v = \frac{m_1u_1 + m_2u_2}{m_1 + m_2}$$

বা, $v = \dfrac{1500 \times 25 + 1000 \times 0}{1500 + 1000}$

$\therefore v = 15ms^{-1}$

এখন, সংঘর্ষের পূর্বে গাড়িদ্বয়ের গতিশক্তির সমষ্টি

$$T_1 = \frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 1500 \times (25)^2 + \frac{1}{2} \times 1000 \times 0^2$$

$$= 468750J$$

আবার, সংঘর্ষের পরে গাড়িদ্বয়ের গতিশক্তির সমষ্টি

$$T_2 = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)\ v^2$$

$$= \frac{1}{2}(1500 + 1000) \times (15)^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 2500 \times 225$$

$$= 281250J$$

দেখা যাচ্ছে $T_1 \neq T_2$

সুতরাং বলা যায়, সংঘর্ষের ফলে গাড়ি দুটির গতিশক্তি সংরক্ষিত হয়নি।

১৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক দুটি বস্তু পরস্পরের সংস্পর্শে থেকে যদি একের ওপর অপরটি চলতে চেষ্টা করে অথবা চলতে থাকে তাহলে বস্তুদ্বয়ের স্পর্শতলে এ গতির বিরুদ্ধে একটি বাধার উৎপত্তি হয়। এ বাধাকে ঘর্ষণ বলে।

খ হাঁটার সময় আমাদের সমস্ত শরীরে গতি জড়তা কাজ করে। এ গতি জড়তা আমাদের সামনের দিকে এগিয়ে নিয়ে যায় তথা শরীরের ভারসাম্য ঠিক রাখে। কিন্তু কোনো কারণে সে গতি জড়তার সামঞ্জস্যতা হারিয়ে ফেললে আমরা ভারসাম্য হারিয়ে ফেলি। আমরা যখন হাঁটি তখন পেছনের পা দ্বারা মাটির উপর তির্যকভাবে বল প্রয়োগ করি। এ প্রযুক্ত বল হলো ক্রিয়া বল। কিন্তু আমরা যখন বালুর উপর দিয়ে হাঁটি তখন তির্যক বল বা ক্রিয়া বল পরিবর্তন হয় তাই ক্রিয়া বল ও প্রতিক্রিয়া বলের সাম্যতা নষ্ট হয়। তাই বালুর উপর দিয়ে দ্রুত হাঁটা কষ্টসাধ্য।

গ *দেওয়া আছে,*

A *বস্তুর বেগ,* $v_A = 6ms^{-1}$

B *বস্তুর বেগ,* $v_B = -4ms^{-1}$ [$\because$ *পরস্পর বিপরীত দিকে গতিশীল]*

A *ও* B *এর মধ্যবর্তী দূরত্ব* = 1.2 km

= 1200m.

মনে করি, যাত্রা শুরুর t *সময় পর* A *থেকে* x *দূরত্বে বস্তু দুটি মিলিত হবে।*

এ সময়কালে A *কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব,* $x = v_A t$

B *কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব,* $1200 - x = v_B t$

সুতরাং, $1200 = v_A t + v_B t$

$= (v_A + v_B)t$

$= (6 + 4)t = 10t$

$\therefore t = \frac{1200}{10} s = 120s$ *বা,* 2 min.

অর্থাৎ A *ও* B *বস্তুদ্বয়* 2 min *পর মিলিত হবে।*

ঘ *দেওয়া আছে,*

A *বস্তুর ভর,* $m_1 = 500$ kg

B *বস্তুর ভর,* $m_2 = 300$ kg

A *বস্তুর আদিবেগ,* $u_1 = 6ms^{-1}$

B *বস্তুর আদিবেগ,* $u_2 = -4ms^{-1}$ [$\because$ *পরস্পর বিপরীত দিকে গতিশীল]*

A *ও* B *বস্তুর মিলিত বেগ,* v = ?

আমরা জানি,

$m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)v$

বা, $500 \times 6 - 300 \times 4 = (500 + 300)v$

বা, $1800 = 800v$

বা, $v = \frac{1800}{800} ms^{-1} = 2.25\ ms^{-1}$

তাহলে, সংঘর্ষের পূর্বে বস্তুদ্বয়ের গতিশক্তির সমষ্টি $= \frac{1}{2} m_1u_1^2 + \frac{1}{2} m_2u_2^2$

$= \frac{1}{2} \times 500 \times (6)^2 + \frac{1}{2} \times 300 \times (4)^2$

$= (9000 + 2400)J$

$= 11400J.$

এবং সংঘর্ষের পর বস্তুদ্বয়ের গতিশক্তির সমষ্টি $= \frac{1}{2} m_1v^2 + \frac{1}{2} m_2v^2$

$= \frac{1}{2} \times 500 \times (2.25)^2 + \frac{1}{2} \times 300 \times (2.25)^2$

$= (1265.625 + 759.375)J$

$= 2025J.$

যেহেতু বস্তুদ্বয়ের সংঘর্ষের পূর্বে ও পরের গতিশক্তির সমষ্টি সমান নয় তাই বলা যায়, উদ্দীপকের সংঘর্ষে গতিশক্তি সংরক্ষিত হয় নি।

১৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর নির্দিষ্ট দিকে বেগ বৃদ্ধির হার যদি সমান না থাকে, তাহলে সে ত্বরণকে অসম ত্বরণ বলে।

খ কোনো বস্তুর ভরবেগ 20 kg ms^{-1} বলতে বুঝায়–

i. 1 kg ভরের বস্তুর বেগ 20 ms^{-1} বা

ii. 20 kg ভরের বস্তুর বেগ 1 ms^{-1}

গ দেওয়া আছে,

A বস্তুর ভর, $m_1 = 600kg$.

B বস্তুর ভর, $m_2 = 1000kg$.

A বস্তুর আদিবেগ, $u_1 = 5\ ms^{-1}$

B বস্তুর আদিবেগ, $u_2 = -2ms^{-1}$

মিলিত বেগ, $v = ?$

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র হতে আমরা জানি,

$m_1u_1 + m_2u_2 = v(m_1 + m_2)$

বা, $600kg \times 5ms^{-1} + 1000kg \times -2ms^{-1} = v(600kg + 1000kg)$

বা, $3000\ kgms^{-1} - 2000\ kgms^{-1} = v \times 1600kg$

বা, $1000\ kg\ ms^{-1} = v \times 1600\ kg$

বা, $v = \frac{1000kgms^{-1}}{1600kg} = \frac{5}{8}$

$\therefore\ v = 0.625\ ms^{-1}$

অর্থাৎ সংঘর্ষের পর বস্তুদ্বয়ের মিলিত বেগ $0.625ms^{-1}$.

ঘ ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র হতে আমরা জানি, একাধিক বস্তুর মধ্যে ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া ছাড়া অন্য কোনো বল কাজ না করলে কোনো নির্দিষ্ট দিকে তাদের মোট ভরবেগের কোনো পরিবর্তন হয় না।

এক্ষেত্রে উদ্দীপকে, A বস্তুর ভর, $m_1 = 600kg$.

B বস্তুর ভর, $m_2 = 1000kg$.

A বস্তুর আদিবেগ, $u_1 = 5ms^{-1}$

B বস্তুর আদিবেগ, $u_2 = -2\ ms^{-1}$

A ও B বস্তুর মিলিত বেগ, $v = 0.625ms^{-1}$ ['গ' হতে]

$\therefore$ সংঘর্ষের পূর্বে বস্তুদ্বয়ের ভরবেগ $= m_1u_1 + m_2u_2$

$= 600 \times 5 + 1000 \times -2$

$= 3000 - 2000$

$= 1000\ kgms^{-1}$

$\therefore$ সংঘর্ষের পর বস্তুদ্বয়ের ভরবেগ $= (m_1 + m_2)v$

$= (600 + 1000) \times 0.625$

$= 1600 \times 0.625$

$= 1000kg\ ms^{-1}$

অতএব, এক্ষেত্রে বস্তুদ্বয়ের মধ্যে শুধু ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া ছাড়া অন্য কোনো বল কাজ না করলেও বস্তুদ্বয়ের ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া সংঘটনের পূর্বের ও পরের ভরবেগের সমষ্টি সমান। তাই উদ্দীপকের ঘটনাটি ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র মেনে চলে।

১৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন বস্তু যে অবস্থায় আছে সেই অবস্থাতেই থাকতে চাওয়ার প্রবণতাকে জড়তা বলে।

খ দুটি বস্তু একে অপরের সংস্পর্শে থেকে গতিশীল হলে পৃষ্ঠের স্পর্শতলে তাদের গতির বিরুদ্ধে যে বাধাদানকারী বলের উদ্ভব হয় তাকে ঘর্ষণ বল বলে।

ঘর্ষণ আমাদের চলাফেরা, জিনিসপত্র ধরা, গাড়ির চলাচল ইত্যাদি ক্ষেত্রে সাহায্য করে। গাড়ি, মেশিন বা কোন যন্ত্র একবার গতিশীল হলে সেটি প্রয়োজনে থামাতে সাহায্য করে ঘর্ষণ বল। আবার ঘর্ষণের ফলে যন্ত্রের ক্ষয়, শক্তি অপচয় হয়। এটি আমাদের কাম্য নয়। তাই ঘর্ষণ একদিকে যেমন প্রয়োজনীয় সুবিধাও দেয়, অন্যদিকে নানা সমস্যার কারণ। এজন্য ঘর্ষণকে বলা হয় "প্রয়োজনীয় উপদ্রব"।

গ আমরা জানি,

$m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)v$

বা, $(12 \times 10) + (8 \times 5) = (12 + 8)v$

বা, $120 + 40 = 20v$

বা, $160 = 20v$

বা, $v = \frac{160}{20} = 8ms^{-1}$

এখানে,

প্রথম বস্তুর ভর, $m_1 = 12$ kg

দ্বিতীয় বস্তুর ভর, $m_2 = 8$ kg

প্রথম বস্তুর আদিবেগ, $u_l = 10\ ms^{-1}$

দ্বিতীয় বস্তুর আদিবেগ, $u_2 = 5\ ms^{-1}$

সংঘর্ষের পরে বস্তুদ্বয়ের মিলিত বেগ, $v = ?$

অর্থাৎ সংঘর্ষের পর বস্তুদ্বয়ের মিলিত বেগ $8ms^{-1}$।

ঘ কোন সংঘর্ষ স্থিতিস্থাপক হবে যদি সংঘর্ষের আগের মোট গতিশক্তি ও পরের মোট গতিশক্তির মান সমান হয়।

এখানে, সংঘর্ষের পূর্বে মোট গতিশক্তি, $T_1 = \frac{1}{2} m_1u_1^2 + \frac{1}{2} m_2u_2^2$

$= \frac{1}{2} (12) (10)^2 + \frac{1}{2} (8) (5)^2$

$= 600 + 100$

$= 700$ J

এবার, সংঘর্ষের পরে মোট গতিশক্তি, $T_2 = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v^2$

$= \frac{1}{2} (20) (8)^2$

$= 640$ J

$\therefore\ T_1 \neq T_2$

সুতরাং, সংঘর্ষটি অস্থিতিস্থাপক কারণ সংঘর্ষের পূর্বে ও পরে গতিশক্তির পরিমাণ সমান নয়।

১৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর ভর এবং বেগের গুণফলকে ভরবেগ বলে।

খ চলন্ত রিকশা থেকে কোনো ব্যক্তি যখন লাফ দেয় তখন তার শরীর গতি জড়তার কারণে গতিশীল থাকে। লাফ দেওয়ার সময় স্থির অবস্থায় থাকা সমগ্র শরীর গতিশীল রাখার জন্য সামনের দিকে কিছু দূরত্বের রাস্তায় দৌড় দিতে হয়। এতে দুর্ঘটনা ঘটার আশঙ্কা কম থাকে। তাই হঠাৎ গতিশীল অবস্থা থেকে স্থির হওয়ার জন্য চলন্ত রিকশা থেকে লাফ দিলে সামনের দিকে দৌড় দিতে হয়।

গ আমরা জানি,

$W = mg$

বা, $m = \frac{W}{g} = \frac{196}{9.8}$

$\therefore m = 20$ kg

আবার,

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

বা, $50 = 0 + \frac{1}{2}a \times (10)^2$

বা, $a = \frac{100}{100}$

$\therefore a = 1\ ms^{-2}$

উদ্দীপক হতে পাই,
চালের বস্তাসহ ট্রলির ওজন, $W = 196$ N
ঘর্ষণ বল, $F_k = 2$N
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$
সময়, $t = 10$ s
দূরত্ব, $s = 50$ m
আদিবেগ, $u = 0$

এখন আমরা জানি,

প্রযুক্ত বল, F = কার্যকর বল + ঘর্ষণ বল

$= F' + F_k$

$= ma + F_k$

$= 20 \times 1 + 2$

$\therefore F_N = 22$ N

অতএব, ট্রলিটির উপর প্রযুক্ত বল 22 N

ঘ আমরা জানি,

$v = u + at$

$= ০ + ১ \times ১০$

$\therefore v = 10\ ms^{-1}$

প্রযুক্ত বল অপসারণের পর ট্রলিটি ঘর্ষণ বলের প্রভাবে চলতে থাকবে।

$\therefore$ ত্বরণ, $a_1 = \frac{F_k}{m} = \frac{-2}{20}$

$= -0.1ms^{-2}$

'গ' হতে প্রাপ্ত,
ট্রলির ভর, $m = 20$ kg
ত্বরণ, $a = 1\ ms^{-2}$
উদ্দীপক হতে পাই,
ঘর্ষণ বল, $F_k = -2$N [$\because$ গতি বিপরীতমুখী]
সময়, $t = 10$ s
ঘর্ষণযুক্ত মেঝেতে ট্রলির দূরত্ব, $s_১ = ৫০$ m
আদিবেগ, $u = 0$

এক্ষেত্রে আদিবেগ, $v = 10ms^{-1}$ এবং শেষবেগ, $v' = 0$ হয়।

এখন অতিক্রান্ত দূরত্ব s_2 হলে,

আমরা জানি,

$v'^2 = v^2 + 2as_2$

বা, $0 = (10)^2 + 2 \times (-0.1) \times s_2$

বা, $s_2 = \frac{100}{0.2}$

$\therefore s_২ = ৫০০$ m

$\therefore$ ট্রলিটির মেঝের উপর মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = s_1 + s_2$

$= (50 + 500)$m

$= 550$ m

সুতরাং, বল অপসারণের পর ট্রলিটি 600 m দূরত্ব অতিক্রম করবে না।

১৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে পর্যাবৃত্ত আন্দোলন কোনো জড় মাধ্যমের একস্থান হতে অন্য স্থানে শক্তি সঞ্চালিত করে কিন্তু মাধ্যমের কণাগুলোকে স্থানান্তরিত করে না, তাকে তরঙ্গ বলে।

খ সমতল দর্পণে সৃষ্ট বিম্বের নিম্নোক্ত বৈশিষ্ট্যসমূহ রয়েছে :

১. দর্পণ থেকে বস্তুর দূরত্ব যত, দর্পণ থেকে বিম্বের দূরত্ব ততো।
২. বস্তু ও বিম্ব যে সরলরেখায় অবস্থিত, সেটি দর্পণকে লম্বভাবে ছেদ করে।
৩. বিম্ব অসদ ও সোজা।
৪. বিম্বের পার্শ্ব পরিবর্তন ঘটে।
৫. বিম্বের আকার বস্তুর আকারের সমান।

গ ১ম 4 s এ ত্বরণ,

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

বা, $a = \frac{5}{5}$

$\therefore\ a = 1\ ms^{-2}$

এখানে,
বস্তুর ভর, m = 5 kg
বল, F = 5 N
আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

১ম 4 s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$s_1 = ut_1 + \frac{1}{2}at_1^2 = 0 \times 4 + \frac{1}{2} \times 1 \times 4^2$

$\therefore\ s_1 = 8\ m$

১ম 4 s পর বেগ, $v = u + at$

বা, $v = 0 + 1 \times 4$

$\therefore\ v = 4\ ms^{-1}$

পরবর্তী 4 s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$s_2 = vt_2 = 4 \times 4 = 16\ m$

$\therefore$ ১ম 8 s-এ অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = s_1 + s_2$

$= 8 + 16$

$= 24\ m$ **(Ans.)**

ঘ 'গ' হতে পাই, ১ম 4 s-এ বস্তুটির ত্বরণ, $a_1 = 1\ m\ s^{-2}$ এবং ১ম 4s পর বস্তুটির বেগ, $v = 4\ m\ s^{-1}$। এই বেগ নিয়ে বস্তুটি ২য় 4 s চলবে।

উদ্দীপক অনুসারে ৩য় 4 s-এ

বস্তুটির ত্বরণ, $a_2 = \frac{F_2}{m}$

$= \frac{10\ N}{5\ kg}$

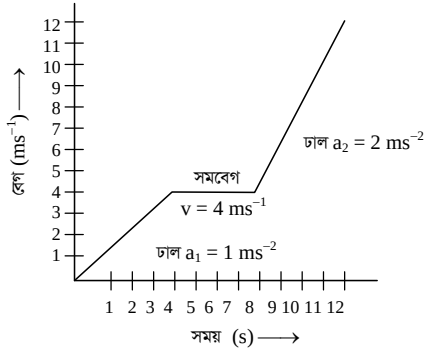
$= 2\ ms^{-2}$

এখানে,
বল, $F_2 = 10\ N$
বস্তুর ভর, m = 5 kg
৩য় সময়, $t_3 = 4\ s$

12 s পর বস্তুটির বেগ, $v' = v + a_2t_3$

$= 4\ m\ s^{-1} + 2\ m\ s^{-2} \times 4\ s$

$= 12\ m\ s^{-1}$



বস্তুটি স্থির অবস্থা থেকে যাত্রা শুরু করে ১ম 4 s এ 1 ms^{-2} সমত্বরণে চলে। পরবর্তী 4 s বস্তুটি 4 ms^{-1} সমবেগে চলে। পরবর্তী 4 s বস্তুটি 2 ms^{-2} সমত্বরণে চলে 12 s পর 12 ms^{-1} বেগ প্রাপ্ত হবে।

২০নং প্রশ্নের উত্তর

ক নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্রটি হলো– বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার এর ওপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং বল যেদিকে ক্রিয়া করে বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনও সেদিকে ঘটে।

খ সাম্য ও অসাম্য বলের মধ্যে দুটি পার্থক্য :

সাম্য বল	অসাম্য বল
১. যে বলগুলো কোনো বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে সাম্যাবস্থার সৃষ্টি করে তাকে সাম্য বল বলে।	১. যে বলগুলো কোনো বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে সাম্যাবস্থার সৃষ্টি করে না তাকে অসাম্য বল বলে।
২. এক্ষেত্রে ক্রিয়াশীল বলগুলোর লব্ধি শূন্য হয়।	২. এক্ষেত্রে ক্রিয়াশীল বলগুলোর লব্ধি শূন্য হয় না।

গ দেওয়া আছে, বুলেটের ভর, $m = 10g = 1 \times 10^{-2}kg$

আদিবেগ, $u = 300\ ms^{-1}$

বুলেটটি যেহেতু 1.5 cm প্রবেশ করে বেগ অর্ধেক হয়ে যায়

$\therefore$ বুলেটটির সরণ, $s = 1.5\ cm = 0.15\ m$

শেষবেগ $v = \frac{300}{2} = 150ms^{-1}$

বাধাদানকারী বল, $F = ?$

আমরা জানি, $v^2 = u^2 + 2as$

বা, $2as = v^2 - u^2$

বা, $a = \frac{v^2 - u^2}{2s}$

$= \frac{(150)^2 - (300)^2}{2 \times 0.015} = -2250000ms^{-2}$

$\therefore$ বাধাদানকারী বল, $F = ma$

$= 1 \times 10^{-2} \times (-2250000) = -22500N.$

$\therefore$ বুলেটের উপর কাঠ কর্তৃক বাধাদানকারী বল 22500N.

ঘ *বুলেটটি* 1.5 cm *প্রবেশের পর আরও* 1cm *প্রবেশ করতে হবে।*

এক্ষেত্রে আদিবেগ, $u = 150\ ms^{-1}$

মন্দন, $a = 2250000\ ms^{-2}$

শেষবেগ, $v = 0\ ms^{-1}$

ধরা যাক বুলেটটি আরও s m *দূরত্ব অতিক্রম করবে।*

আমরা জানি, $v^2 = u^2 - 2as$

বা, $s = \frac{u^2 - v^2}{2a}$

$= \frac{(150)^2 - (0)^2}{2 \times 2250000}$

$= 0.005m = 0.5\ cm < 1\ cm$

অর্থাৎ বুলেটটি আর 1cm প্রবেশ করতে পারবে না।

২১নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর ওপর বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লব্ধি শূন্য হয় অর্থাৎ বস্তুর কোনো ত্বরণ না হয়, তখন যেই বলগুলো এই সাম্যাবস্থা সৃষ্টি করে তাদেরকে সাম্য বল বলে।

খ কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগের ফলে যদি এর গতীয় অবস্থার পরিবর্তন না হয় তবে এর আকার বা আকৃতির পরিবর্তন হতে পারে। যেমন– একটি প্লাস্টিকের খালি বোতলে জোরে চেপে ধরলে দুমড়ে-মুচড়ে যায়, অথবা একটি রাবার বারকে দুপ্রান্ত ধরে টানলে দৈর্ঘ্য বাড়ে ও চিকন হয়ে যায়। এ দুটি ক্ষেত্রে বল প্রয়োগের ফলে এদের আকারে পরিবর্তন হয়েছে। কোনো কোনো ক্ষেত্রে বলের ক্রিয়ায় বস্তুর আকার পরিবর্তন স্থায়ী আবার কোনো কোনো ক্ষেত্রে ক্ষণস্থায়ী হয়। উপরের উদাহরণে প্লাস্টিকের বোতলের ওপর থেকে বল অপসারিত হলে তা আর পূর্বের অবস্থা ফিরে পায় না অর্থাৎ পরিবর্তন স্থায়ী হয়েছে। কিন্তু রাবার বারকে ছেড়ে দিলে আবার পূর্বের অবস্থা ফিরে পায়। অর্থাৎ রাবারের আকারের পরিবর্তন ক্ষণস্থায়ী।

গ দেওয়া আছে,

P বস্তুর বেগ, $v_p = 12ms^{-1}$

Q বস্তুর বেগ, $v_Q = -10ms^{-1}$ [P এর বেগে বিপরীত দিকে গতিশীল]

P ও Q এর মধ্যবর্তী দূরত্ব = 1.10km = 1100m

মনে করি, যাত্রা শুরুর t সময় পর P থেকে x দূরত্বে এরা পরস্পর মিলিত হবে।

অতএব, P কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব, $x = v_p t$

Q কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব, $1100 - x = v_Q t$

সুতরাং $1100 = v_p t + v_Q t = (12 + 10)t = 22t$

$\therefore t = \frac{1100}{22} s = 50s$ **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে,

P বস্তুর ভর, $m_1 = 600kg$

Q বস্তুর ভর, $m_2 = 500kg$

P বস্তু আদিবেগ, $u_1 = 12ms^{-1}$

Q বস্তুর আদিবেগ, $u_2 = -10ms^{-1}$

P ও Q বস্তুর মিলিত বেগ, $v = 2ms^{-1}$

সংঘর্ষের পূর্বে মোট ভরবেগ $= m_1u_1 + m_2u_2 = 600 \times 12 + 500(-10)$

$= 2200kg\ ms^{-1}$

সংঘর্ষের পর মোট ভরবেগ $= (m_1 + m_2)\ v$

$= (600 + 500) \times 2$

$= 2200kgms^{-1}$

যেহেতু সংঘর্ষের পূর্বের ও পরের ভরবেগের সমষ্টি সমান, তাই বলা যায়, ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা নীতিকে সমর্থন করে।

আবার,

সংঘর্ষের পূর্বে গতিশক্তির সমষ্টি $= \frac{1}{2} m_1u_1^2 + \frac{1}{2} m_2u_2^2$

$= \frac{1}{2} \times 600 \times 12^2 + \frac{1}{2} \times 500 \times (-10)^2$

$= 43200J + 25000J$

$= 68200J$

সংঘর্ষের পর গতিশক্তির সমষ্টি $= \frac{1}{2} m_1v^2 + \frac{1}{2} m_2v^2$

$= \frac{1}{2} \times 600 \times 2^2 + \frac{1}{2} \times 500 \times 2^2$

$= 1200J + 1000J$

$= 2200J$

যেহেতু বস্তুদ্বয়ের সংঘর্ষের পূর্বের ও পরের গতিশক্তির সমষ্টি সমান নয়, তাই বলা যায়, গতিশক্তি সংরক্ষিত হয়নি।

চতুর্থ অধ্যায় : কাজ, ক্ষমতা ও শক্তি

২২নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ কোনো ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা ৬০% বলতে বোঝায় যে, ঐ ইঞ্জিনে ১০০ একক শক্তি সরবরাহ করলে ৬০ একক কার্যকর শক্তি পাওয়া যায় এবং বাকি ৪০ একক শক্তি অপচয় হয়।

গ উদ্দীপক হতে পাই,

১ম পাম্পটির ক্ষেত্রে, উচ্চতা, $h = 15m$

পানির ভর, $m = 5000$ লিটার পানির ভর $= 5000kg$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

কৃতকাজ, $W = ?$

আমরা জানি,

$W = mgh$

$= 5000kg \times 9.8ms^{-2} \times 15m$

$= 7.35 \times 10^5 J$ **(Ans.)**

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

১ম পাম্পের কার্যকর সময়, $t_1 = 5$ মিনিট

$= 5 \times 60s = 300s$

১ম পাম্পের ক্ষমতা, $P_1' = 4kW = 4000W$

'গ' অংশ হতে পাই, ১ম পাম্প দ্বারা কৃতকাজ,

$W = 7.35 \times 10^5 J$

১ম পাম্পের কার্যকর ক্ষমতা,

$$P_1 = \frac{W}{t_1} = \frac{7.35 \times 10^5 J}{300\ s}$$

$$= 2450W$$

$\therefore$ ১ম পাম্পের কর্মদক্ষতা, $\eta_1 = \frac{P_1}{P_1'} \times 100\%$

$$= \frac{2450}{4000} \times 100\%$$

$$= 61.25\%$$

২য় পাম্পের ক্ষেত্রে,

ক্ষমতা, $P'_2 = 2.5kW = 2500W$

পানির ভর, $m = 2000kg$

উচ্চতা, $h = 25m$

সময়, $t_2 = 300s$

$\therefore$ ২য় পাম্পের কার্যকর ক্ষমতা P_2 হলে,

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

$$= \frac{2000kg \times 9.8ms^2 \times 25m}{300s}$$

$$= 1633.33\ W$$

২য় পাম্পের কর্মদক্ষতা, $\eta_2 = \frac{P_2}{P'_2} \times 100\%$

$$= \frac{1633.33}{2500} \times 100\%$$

$$= 65.33\%$$

$\because \eta_2 > \eta_1$, সুতরাং দ্বিতীয় পাম্পটি ব্যবহার করা অধিক লাভজনক।

২৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে শক্তিকে নবায়ন করা যায় বিধায় নিঃশেষ হয় না তাকে নবায়নযোগ্য শক্তি বলে।

খ পাহাড় বেয়ে ওঠার সময় অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কাজ করতে হয়। অভিকর্ষ বলকে পরাজিত করে অতিরিক্ত বলের প্রয়োগে কাজ করতে হয়। তাই পাহাড়ে উঠতে কষ্ট হয়।

গ A বিন্দু থেকে ছেড়ে দেওয়ার 2 sec পর বস্তুটির বেগ

$v = u + gt$

বা, $v = 0 + 9.8 \times 2$

$\therefore v = 19.6\ ms^{-1}$

এখানে,

আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

সময় $t = 2s$

$\therefore$ 2 sec পর বস্তুটির গতিশক্তি

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

বা, $T = \frac{1}{2} \times 2 \times (19.6)^2$

$\therefore T = 384.16$ J.

এখানে,

বস্তুর ভর, $m = 2$ kg

বেগ, $v = 19.6\ ms^{-1}$

গতিশক্তি $T = ?$

ঘ A বিন্দুতে গতিশক্তি $T_A = 0$

A বিন্দুতে বিভব শক্তি $V_A = mgh$

$= 2 \times 9.8 \times 60$

$= 1176$ J

এখানে,

ভর, $m = 2$ kg

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

উচ্চতা, $h = 60$ m

বিভবশক্তি, $V_A = ?$

$\therefore$ A বিন্দুতে মোট শক্তি $E = T_A + V_A$

$= (0 + 1176)$ J.

$= 1176$ J.

আবার, C বিন্দুতে গতিশক্তি

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

$= \frac{1}{2} m (u^2 + 2gh)$

$= \frac{1}{2} \times 2 (0^2 + 2 \times 9.8 \times 60)$

$= 1176$ J

এখানে,

ভর, $m = 2$ kg

আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

উচ্চতা $h = 60$ m

গতিশক্তি $T_C = ?$

$\therefore$ A বিন্দুর মোট শক্তি C বিন্দুর গতিশক্তির সমান।

২৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক শক্তির সৃষ্টি বা বিনাশ নেই, শক্তি কেবল একরূপ থেকে অপর এক বা একাধিক রূপে পরিবর্তিত হতে পারে। মহাবিশ্বের মোট শক্তির পরিমাণ নির্দিষ্ট ও অপরিবর্তনীয়।

খ স্প্রিংকে সংকুচিত করলে এটি স্বাভাবিক অবস্থা হতে পরিবর্তিত অবস্থায় আসে এবং এ পরিবর্তনের ফলে এটি বিভবশক্তি অর্জন করে। এ শক্তি পরবর্তীতে গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হতে পারে বা এ শক্তির দ্বারা স্প্রিংটি সমপরিমাণ কাজও করতে সক্ষম।

গ আমরা জানি,

$V = mgh$
$= 10 \times 9.8 \times 5$
$= 490\ J$

এখানে,
বস্তুর ভর, $m = 10\ kg$
উচ্চতা, $h = 5m$
অভিকষজ ত্বরণ, $g = 9.8ms^{-2}$
বিভবশক্তি, $V = ?$

$\therefore$ ছাদে উঠানো বস্তুর বিভশক্তি 490J। **(Ans.)**

ঘ ১ম বস্তুটির উপর কৃতকাজ,

$W_1 = Fs$
বা, $W_1 = mas$
বা, $W_1 = 10 \times 1 \times 50$
$\therefore W_1 = 500J$

এখানে,
বস্তুর ভর, $m = 10\ kg$
ত্বরণ, $a = 1ms^{-2}$
দূরত্ব, $s = 50m$
কৃতকাজ, $W_1 = ?$

২য় বস্তুটির উপর কৃতকাজ,

$W_2 = m_2as$ ..... (i)

আমরা জানি,

$v^2 = u^2 + 2as$
বা, $v^2 = u^2 + 2as$
বা, $v^2 = 0^2 + 2as$
$\therefore as = \frac{v^2}{2}$

দেওয়া আছে,
বস্তুর ভর, $m_2 = 10\ kg$
সমবেগ, $v = 10ms^{-1}$
কৃতকাজ, $W_2 = ?$

সুতরা, (i)নং হতে পাই, $W_2 = m_2 \frac{v^2}{2}$

বা, $W_2 = 10 \times \frac{100}{2}$
$= m \times \frac{(10)^2}{2}$
$= 500J$

সুতরাং, উভয়ক্ষেত্রে আনুভূমিক বরাবর বস্তু দুটির উপর কৃতকাজ সমান হবে।

২৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো যন্ত্রের লভ্য কার্যকর শক্তি ও মোট প্রদত্ত শক্তির অনুপাতকে ঐ যন্ত্রের কর্মদক্ষতা বলে।

খ যদি সময়ের সাথে সাথে ত্বরণের পরিবর্তন না হয় অর্থাৎ বেগ যদি সমহারে পরিবর্তিত হতে থাকে, তবে তাকে সমত্বরণ বলে। সমত্বরণের উদাহরণ হচ্ছে ভূপৃষ্ঠের সন্নিকটে অভিকর্ষজ ত্বরণ। কারণ ভূপৃষ্ঠের সন্নিকটে মুক্তভাবে পড়ন্ত কোনো বস্তুর বেগ প্রতি সেকেন্ডে $9.8\ ms^{-1}$ পরিমাণ বৃদ্ধি পায়।

গ দেওয়া আছে, 1টি ইটের ভর, $m = 2.5\ kg$

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

এখন, আমরা জানি, $E = mc^2 = 2.5\ kg \times (3 \times 10^8\ ms^{-1})^2$

$= 2.25 \times 10^{19} J$ **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে, 1টি ইটের ভর $= 2.5\ kg$

$\therefore$ 35000 ইটের ভর, $m = (2.5 \times 35000) = 87500\ kg$

উচ্চতা, $h = 20m$

ইঞ্জিনের প্রদত্ত ক্ষমতা, $P = 4\ kW = 4000\ W$

সময়, $t = 1h = (60 \times 60)s = 3600s$

ইঞ্জিনটির কৃতকাজ, $W = mgh = 87500 \times 9.8 \times 20 = 17.15 \times 10^6 J$

সবগুলো ইট তুলতে ইঞ্জিনটি প্রয়োজনীয় সময় লাগে,

$$t_1 = \frac{W}{P} = \frac{17.15 \times 10^6\ J}{4000} = 4287.5s > 3600s$$

সুতরাং ইটগুলোকে নির্ধারিত সময় অর্থাৎ 3600s এ তোলা সম্ভব নয়।

২৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক বায়োমাস হলো সেই সকল জৈব পদার্থ যাদেরকে শক্তিতে রূপান্তরিত করা যায়।

খ বস্তুর গতিশক্তির সমীকরণ হতে আমরা জানি,

$$T = \frac{1}{2} mv^2 \text{ ..... (i)}$$

আবার পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে,

$$v^2 = u^2 + 2gh$$

সুতরাং (i) নং সমীকরণ কে লেখা যায়,

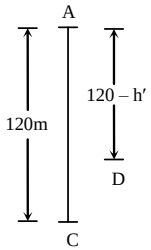
$$T = \frac{1}{2} m (u^2 + 2gh) \text{ ..... (ii)}$$

মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে, আদি বেগ, $u = 0\ ms^{-1}$ এবং বস্তুর ভর, m এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ, g কে ধ্রুবক ধরলে (ii) নং সমীকরণ লেখা যায়,

$$T \propto h$$

সুতরাং আমরা বলতে পারি, মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর যেকোনো মুহূর্তের গতিশক্তি উচ্চতার ওপর নির্ভরশীল।

গ ধরি, উদ্দীপকে প্রদত্ত বস্তুটির ভর, m এবং বস্তুটি A বিন্দু হতে h′ নিচে নামলে বিভবশক্তি গতিশক্তির অর্ধেক হবে।



এখানে,

A বিন্দুতে বেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

ভূমি হতে A বিন্দুর উচ্চতা, $h = 120m$

A হতে D বিন্দুর দূরত্ব, $h'' = 120 - h'$

D বিন্দুতে বিভবশক্তি E_p হলে, $E_p = mgh'$

D বিন্দুতে বস্তুর বেগ, v হলে,

$v^2 = u^2 + 2gh''$

$= 0 + 2g\ (120 - h')$

$= 2g\ (120 - h')$

∴ D বিন্দুতে বস্তুর গতিশক্তি

$E_K = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} m.\ 2g\ (120 - h')$

$= mg\ (120 - h')$

প্রশ্নানুসারে,

$mg\ (120 - h') = 2\ mgh'$

বা, $120 - h' = 2h'$

বা, $3h' = 120$

বা, $h' = 40$

অর্থাৎ A বিন্দু হতে বস্তুটি 40m নিচে নামলে বিভবশক্তি গতিশক্তির অর্ধেক হবে।

ঘ A বিন্দুর ক্ষেত্রে,

A বিন্দুর উচ্চতা, $h = 120m$

বস্তুর ভর, m

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

A বিন্দুতে বেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

A বিন্দুতে বস্তুর গতিশক্তি, $E_K = \frac{1}{2} mu^2 = \frac{1}{2} m \times 0^2 = 0$

A বিন্দুতে বস্তুর বিভবশক্তি, $E_P = mgh = m \times 9.8\ ms^{-2} \times 120m = 1176\ m\ J.$

∴ A বিন্দুতে বস্তুর মোট শক্তি, $E_A = E_K + E_P$

$= 0 + 1176\ m\ J$

$= 1176m\ J.$

B বিন্দুর ক্ষেত্রে,

A হতে B বিন্দুর দূরত্ব, $h = AC - BC = 120m - 20m = 100m.$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

B বিন্দুতে গতিশক্তি, $E_K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(u^2 + 2gh)$

$= \frac{1}{2}m(0 + 2 \times 9.8\ ms^{-2} \times 100m)$

$= 980\ m\ J.$

B বিন্দুতে স্থিতিশক্তি, $E_P = mgh$

$m \times 9.8\ ms^{-2} \times 20m$ [∵ ভূমি হতে B বিন্দুর উচ্চতা, $h = 20m$]

$= 196m\ J$

∴ B বিন্দুতে বস্তুর মোট শক্তি,

$E_B = E_K + E_P$

$= 980m\ J + 196m\ J$

$= 1176m\ J$

অর্থাৎ $E_A = E_B$

সুতরাং উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে আমরা বলতে পারি, বস্তুটিকে মুক্তভাবে ছেড়ে দিলে A ও B বিন্দুতে শক্তির নিত্যতা সূত্র সমর্থন করে।

২৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্বাভাবিক অবস্থা পরিবর্তন করে অন্য কোনো অবস্থায় আনলে বস্তু কাজ করার যে সামর্থ্য অর্জন করে তাকে বিভবশক্তি বলে।

খ তীর ছোড়ার সময় ধনুকের রশি টেনে অবস্থানের পরিবর্তন করা হয়। যার কারণে রশিতে বিভবশক্তি জমা হয়। এর পর তীর ছোড়ার সময় রশিতে সঞ্চিত বিভবশক্তি ধনুকে গতিশক্তির সঞ্চার করে। এভাবে ধনুকের রশি টেনে তীর ছোঁড়ার সময় বিভবশক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তর ঘটে।

গ দেওয়া আছে,

ভূমি থেকে A বিন্দুর উচ্চতা, $h = 30\ m$

বস্তুর ভর, $m = 3\ kg$

সময়, $t = 3$ মিনিট $= 3 \times 60 = 180\ s$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

ক্ষমতা, $p = ?$

আমরা জানি,

$$P = \frac{mgh}{t} = \frac{3kg \times 9.8ms^{-2} \times 30\ m}{180\ s}$$

$= 4.9\ W$

∴ ক্ষমতার পরিমাণ 4.9 W **(Ans)**

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

$AC = h = 30$ m

$AB = h_1 = \frac{1}{3} AC = \frac{1}{3} \times 30 = 10$ m

$\therefore BC = h_2 = AC - BC = h - h_1 = 30 - 10 = 20$ m

বস্তুর ভর, $m = 3kg$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8ms^{-2}$

A বিন্দুতে বস্তুর বিভব শক্তি, $E_{p_A} = mgh$

$= 3 \times 9.8 \times 30 = 882$ J

A বিন্দুতে বস্তুর বেগ $v_A = 0$

$\therefore$ A বিন্দুতে বস্তুর গতিশক্তি, $T_A = \frac{1}{2} mv_A^2$

$= \frac{1}{2} \times m \times 0^2 = 0$ J

A বিন্দুতে মোট শক্তি, $E_A = E_{p_A} + T_A$

$= 882 \text{ J} + 0 \text{ J}$

$= 882$ J

আবার, B বিন্দুতে বস্তুর বেগ v_B হলে, $v_B^2 = v_A^2 + 2gh_1$

$= 0^2 + 2 \times 9.8 \times 10$

$= 196 (ms^{-1})^2$

B বিন্দুতে বিভবশক্তি, $E_{p_B} = mgh_2$

$= 3 \times 9.8 \times 20 = 588$J

B বিন্দুতে গতিশক্তি, $T_B = \frac{1}{2} mv_B^2 = \frac{1}{2} \times 3 \times 196$J $= 294$J

B বিন্দুতে মোট শক্তি, $E_B = E_{p_B} + T_B$

$= (588 + 294)$J $= 882$J

এখানে, $E_A = E_B$

অতএব মুক্তভাবে পড়ন্ত অবস্থায় A ও B বিন্দুর যান্ত্রিক শক্তি পরস্পর সমান থাকে।

২৮নং 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 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,

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

$$= \frac{m \times m \times v^2}{2m}$$ [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 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

উদ্দীপক হতে,
ক্ষমতা, $P = 20$ kW
$= 20000$ W
সময়, $t = 30$ s
উচ্চতা, $h = 30$ m
800 লিটার পানির ভর, $m = 800$ kg
কর্মদক্ষতা, $\eta = ?$

$\therefore$ প্রথম মোটরের কর্মদক্ষতা,

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

$$= \frac{2.35 \times 10^5}{6 \times 10^5} \times 100\%$$

$= 0.392 \times 100\%$
$= 39.2\%$ (**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,

কর্মদক্ষতা, $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$

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।

২৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক নিউক্লিয়ার রি-অ্যাক্টর প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ রাখতে বাড়তি নিউটিন শোষণের জন্য যে রড ব্যবহার করা হয় তাকে কন্ট্রোল রড বলে।

খ নিউটনের গতির প্রথম সূত্র হতে আমরা জানি, কোনো বস্তুর উপর বাহ্যিকভাবে বল প্রয়োগ না করা হলে স্থির বস্তু চিরকাল স্থির থাকতে চায় আর গতিশীল বস্তু চিরকাল সমবেগে একই সরলরেখায় চলতে চায়। বস্তুর এই ধর্মই হলো জড়তা। একজন অ্যাথলেটিক দীর্ঘ লাফ দেওয়ার পূর্বে কিছুদূর থেকে দৌড়ে আসে যাতে তার মধ্যে গতি জড়তা অর্জিত হয়। যার দরুন সে লাফ দেওয়ার পর বেশ কিছুটা দূরত্ব অতিক্রম করতে পারে।

গ P মোটরের ক্ষেত্রে,

$E_p = mgh$
$= 2000\ kg \times 9.8ms^2 \times 20\ m$
$= 392000\ J$ **(Ans.)**

এখানে,
পানির ভর, $m = 2000\ kg$
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$
উচ্চতর, $h = 20m$
বিভব শক্তি, $E_p = ?$

ঘ PQ মোটরের কর্মদক্ষতা :

$$\eta_p = \frac{\text{কার্যকর ক্ষমতা}}{\text{প্রদত্ত ক্ষমতা}} \times 100\%$$

$$= \frac{\frac{mgh}{t}}{2500\ W} \times 100\%$$

$$= \frac{\frac{2000 \times 9.8 \times 20}{210}}{2500} \times 100\%$$

$$= 74.67\%$$

এখানে,
ভর, $m = 2000\ kg$
অভিকর্ষজ ত্বরণ,
$g = 9.8\ ms^{-2}$
সময়, $t = 210\ s$
প্রদত্ত ক্ষমতা $= 2.5\ kW$
$= 2500\ W$
কর্মদক্ষতা, $\eta_p = ?$

আবার Q মোটরের কর্মদক্ষতা :

$$\eta_Q = \frac{\text{কার্যকর ক্ষমতা}}{\text{প্রদত্ত ক্ষমতা}} \times 100\%$$

$$= \frac{\frac{mgh}{t}}{2500\ W} \times 100\%$$

$$= \frac{\frac{2100 \times 9.8 \times 15}{180}}{2400} \times 100\%$$

$$= 71.46\%$$

এখানে,
ভর, $m = 2100\ kg$
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$
সময়, $t = 180\ s$
প্রদত্ত ক্ষমতা $= 2.4\ kW$
$= 2400\ W$
কর্মদক্ষতা, $\eta_Q = ?$

এখানে $\eta_P > \eta_Q$

$\therefore$ Q অপেক্ষা P-ই শ্রেয় উক্তিটি সঠিক।

৩০নং প্রশ্নের উত্তর

ক ভূ-অভ্যন্তরের তাপকে কাজে লাগিয়ে যে শক্তি পাওয়া যায় তাই ভূ-তাপীয় শক্তি।

খ পড়ন্ত বা স্রোত রয়েছে এমন নদীর জলের চাপকে ব্যবহার করে জলবিদ্যুৎ তৈরি করা হয়। নবায়নযোগ্য শক্তিগুলোর মধ্যে জলবিদ্যুৎ অন্যতম। জলবিদ্যুৎ কেন্দ্রের যেমন উপকারিতা আছে তেমনই আবার পরিবেশের উপর এর ক্ষতিকর প্রভাবও রয়েছে। যেমন– জলবিদ্যুৎ জীবাশ্ম জ্বালানি (তেল, গ্যাস, কয়লা ইত্যাদি) চালিত বিদ্যুৎ কেন্দ্রের তুলনায় খুব কম পরিমাণে গ্রীনহাউস গ্যাস নির্গমন করে। আবার জলবিদ্যুৎ কেন্দ্রের প্রভাবে বাঁধ ধ্বসে পড়া এবং ভূমিকম্পের ঝুঁকি বাড়ে।

গ আমরা জানি,

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$= \frac{\frac{W}{t}}{10000W} \times 100\%$$

$$= \frac{\frac{mgh}{t}}{10000W} \times 100\%$$

$$= \frac{\frac{2000\ kg \times 9.8\ ms^{-2} \times 90m}{180s}}{10000W} \times 100\%$$

$$= \frac{9800}{10000W} \times 100\%$$

$$= 0.98 \times 100\% = 98\%$$

এখানে,
ইঞ্জিনের মোট প্রদত্ত ক্ষমতা,
$P_{in} = 10\ kW$
$= 10000W$
ভর, $m = 2000\ kg$
সময়, $t = 3\ min$
$= 180s$
উচ্চতা, $h = 90m$
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8ms^{-2}$
কর্মদক্ষতা, $\eta = ?$

$\therefore$ ইঞ্জিনটির কর্মদক্ষতা 98%. **(Ans.)**

ঘ 'গ' হতে কর্মদক্ষতা, $\eta = 98\%$
এবং প্রদত্ত ক্ষমতা, $P_{in} = 10000W$
আমরা জানি,

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in_1}} \times 100\%$$

বা, $98\% = \frac{\frac{W}{t}}{P_{in_1}}$

বা, $0.98 = \frac{\frac{mgh}{t}}{P_{in_1}}$

বা, $P_{in_1} = \frac{\frac{2000kg \times 9.8ms^{-2} \times 120m}{180s}}{0.98}$

$\therefore P_{in_1} = 13333.33W$

$\therefore$ ক্ষমতা পরিবর্তন $= P_{in_1} - P_{in}$

$= 13333.33W - 10000W$

$= 3333.33W = 3.33\ kW$

সুতরাং ইঞ্জিনটির সাহায্যে 3 min সময়ে ঐ পরিমাণ পানিকে 120m উচ্চতায় উঠানোর জন্য 3.33kW ক্ষমতা বৃদ্ধি করতে হবে।

৩১নং 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 নিউক্লিয়ার রি-অ্যাক্টরে চেইন বিক্রিয়াকে কাজে লাগিয়ে বিদ্যুৎ শক্তি উৎপাদন হয়। চেইন বিক্রিয়ায় খুবই দ্রুত প্রচুর পরিমাণে নিউট্রন ও শক্তি পাওয়া যায়। এই প্রক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ না করলে মারাত্মক দুর্ঘটনা ঘটতে পারে। এজন্য কন্ট্রোল রড ব্যবহার করে বাড়তি নিউট্রন শোষণ করিয়ে বিক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ করা হয়।

গ আমরা জানি,

$v^2 = u^2 + 2gh$

বা, $v^2 = (0)^2 + 2 \times 9.8\ ms^{-1} \times 120m$

বা, $v^2 = 2352\ ms^{-1}$

$\therefore v = 48.5\ ms^{-1}$

উদ্দীপক হতে পাই,

ভর, $m = 10\ kg$

উচ্চতা, $h = 120\ m$

আদিবেগ, $u = 0$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

সুতরাং A বিন্দু থেকে বস্তুটিকে মুক্তভাবে পড়তে দিলে এটি $48.5\ ms^{-1}$ বেগে C বিন্দুতে আঘাত করবে।

ঘ মনে করি, ভূমি থেকে x m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির দ্বিগুণ হবে।

$(120 - x)$ m দূরত্ব অতিক্রমের পর বেগ v হলে,

$v^2 = u^2 + 2g(120 - x)$

$= 0 + 2g(120 - x)$

$= 2g(120 - x)$

আবার, x মিটার উচ্চতায় বিভবশক্তি, $E_p = mgx$

শর্তানুসারে, $E_p = 2E_k$

বা, $mgx = 2 \times \frac{1}{2} mv^2$

বা, $mgx = m \times 2g(120 - x)$

বা, $x = 240 - 2x$

বা, $3x = 240$

$\therefore x =$ ৮০ m

সুতরাং ভূমি হতে 80 m উচ্চতায় বস্তুর বিভবশক্তি গতিশক্তির দ্বিগুণ হবে।

৩২নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর বেগ যদি নির্দিষ্ট দিকে সবসময় একই হারে বাড়তে থাকে তাহলে সে ত্বরণকে সুষম ত্বরণ বলে।

খ বায়োমাস বলতে সেই সব জৈব পদার্থকে বুঝায় যাদেরকে শক্তিতে রূপান্তরিত করা যায়। জৈব পদার্থসমূহ যাদেরকে বায়োমাস শক্তির উৎস হিসেবে ব্যবহার করা যায় সেগুলো হচ্ছে গাছ-গাছালী, পাখির মল, পৌর বর্জ্য, শস্য, ধানের তুষ ও কুড়া, লতা-পাতা, জ্বালানি কাঠ ইত্যাদি। নবায়নযোগ্য শক্তির অন্যতম উৎস বায়োমাস। বায়োমাস থেকে সহজে বায়োগ্যাস উৎপাদন করা যায়। এ গ্যাস আমরা প্রাকৃতিক গ্যাসের বিকল্প হিসেবে রান্নার কাজে এমনকি বিদ্যুৎ উৎপাদনের কাজেও ব্যবহার করতে পারি। এজন্য বায়োমাসকে নবায়নযোগ্য শক্তির উৎস বলা হয়।

গ ধরি, ভূমি হতে h মি. উচ্চতায় বস্তুটির বিভবশক্তি গতিশক্তির দ্বিগুণ হবে।

h উচ্চতায় বস্তুটির বেগ v হলে, গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$\therefore v^2 = u^2 - 2gh$

বা, $v^2 = (40)^2 - 2gh$ [$\because$ আদিবেগ, $u = 40\ ms^{-1}$]

বা, $v^2 = 1600 - 2gh$

উদ্দীপক অনুসারে,

$E_p = 2E_K$

বা, $mgh = 2 \times \frac{1}{2}mv^2$

বা, $gh = v^2$

বা, $gh = 1600 - 2gh$

বা, $3gh = 1600$

বা, $h = \frac{1600}{3g} = \frac{1600}{3 \times 9.8} = 54.42m.$

অর্থাৎ 54.42m উচ্চতায় বস্তুটির বিভবশক্তি গতিশক্তির দ্বিগুণ হবে।

ঘ যন্ত্রটির কার্যকর ক্ষমতা, $P_1 = \frac{\text{সঞ্চিত বিভবশক্তি}}{\text{সময়}}$

$= \frac{mgh}{t}$

$= \frac{500 \times 9.8 \times 50}{300}$

$= 816.67W.$

$= 0.81667kW.$

এখানে,
পানির ভর, $m = 500kg.$
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8ms^{-2}$
সময়, $t = 5\ min. = (5 \times 60)s$
$= 300s.$
উচ্চতা, $h = 50m$
কার্যকর ক্ষমতা, $P_1 = ?$

$\therefore$ যন্ত্রটির ব্যয়িত শক্তি $= P_1 \times t$

$= 816.67 \times 300$

$= 245001J$

ধরি, যন্ত্রটির ক্ষমতা $= P_2$

দেওয়া আছে, যন্ত্রটির কর্মদক্ষতা = 45%

আমরা জানি,

$$\text{যন্ত্রের কর্মদক্ষতা} = \frac{\text{যন্ত্রের কার্যকর ক্ষমতা}}{\text{যন্ত্রের ক্ষমতা}} \times 100\%$$

$$\text{বা, যন্ত্রের কর্মদক্ষতা} = \frac{P_1}{P_2} \times 100\%$$

$$\text{বা, } 45\% = \frac{0.81667}{P_2} \times 100\%$$

$$\text{বা, } P_2 = \frac{0.81667}{45\%} \times 100\%$$

$$= 1.82\text{kW}.$$

যন্ত্রের কর্মদক্ষতা 10% বৃদ্ধি পেলে কর্মদক্ষতা = (45 + 10)% = 55%

আবার,

$$\text{কর্মদক্ষতা} = \frac{\text{ব্যয়িত ক্ষমতা}}{\text{যন্ত্রের ক্ষমতা}} \times 100\%$$

$$\text{বা, } 55\% = \frac{\text{ব্যয়িত ক্ষমতা}}{1.82\text{kW}} \times 100\%$$

$$\text{বা, } 0.55 = \frac{\text{ব্যয়িত ক্ষমতা}}{1.82\text{kW}}$$

$$\therefore \text{ব্যয়িত ক্ষমতা} = 0.55 \times 1.82$$

$$= 1.001 \text{ kW} = 1001 \text{ W}.$$

$\therefore$ যন্ত্রের ব্যয়িত শক্তি $= (1001 \times 300)\text{J}$

$= 300300\text{J}.$

$\therefore$ যন্ত্রের ব্যয়িত শক্তির পরিবর্তন $= (300300 - 245001)\text{J} = 55299\text{J}.$

সুতরাং যন্ত্রটির কর্মদক্ষতা 10% বেশি হলে ব্যয়িত শক্তির পরিবর্তন হবে 55299J.

৩৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক বৈজ্ঞানিক কাজে যেকোনো সংখ্যাকে 1 থেকে 10 এর মধ্যে একটি সংখ্যা ও দশের ঘাতের গুণফল হিসেবে প্রকাশ করা হয়। সংখ্যার এরূপ প্রকাশকে সংখ্যার বৈজ্ঞানিক প্রতীক বলে।

খ চলন গতি ও ঘূর্ণন গতির মধ্যে দুইটি পার্থক্য নিচে উল্লেখ করা হলো :

ঘূর্ণন গতি	চলন গতি
i. যখন কোনো বস্তু কোনো নির্দিষ্ট বিন্দু বা রেখা থেকে বস্তু কণাগুলোর দূরত্ব অপরিবর্তিত রেখে ঐ বিন্দু বা রেখাকে কেন্দ্র করে ঘোরে তখন ঐ বস্তুর গতিকে ঘূর্ণন গতি বলে।	i. কোনো বস্তু যদি এমনভাবে চলতে থাকে যাতে করে বস্তুর সকল কণা একই সময়ে একই দিকে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে তাহলে ঐ গতিকে চলন গতি বলে।
ii. উদাহরণ– বৈদ্যুতিক পাখার গতি, ঘড়ির কাটার গতি।	ii. উদাহরণ– বইকে ঘুরতে না দিয়ে ঠেলে এক প্রান্ত থেকে অন্য প্রান্তে নিয়ে যাওয়া।

গ আমরা জানি,

ক্ষমতা,

$$P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{200kg \times 9.8ms^{-2} \times 300m}{60s}$$

$= 9800W$ **(Ans.)**

দেওয়া আছে,

পানির ভর, $m = 2$ কুইন্টাল

$= 2 \times 100 = 200kg$

সময়, $t = 1\ min = 60s$

উচ্চতা, $h = 300m$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8ms^{-2}$

কার্যকর ক্ষমতা, $P = ?$

ঘ দেওয়া আছে,

মোটরটির ক্ষমতা, $P_m = 15kW = 15000W$

সুতরাং 1min এ ব্যয়িত শক্তি, $E = P_{in} \times t = 15000W \times 60s = 900000J$

মোটরটির কার্যকর ক্ষমতা, $P_{out} = 9800W$; [(গ) অংশ হতে]

মোটরটির কর্মদক্ষতা, $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% = \frac{9800W}{15000W} \times 100\% = 65.33\%$

মোটরটির কর্মদক্ষতা 5% বাড়ালে নতুন কর্মদক্ষতা,

$\eta' = 65.33\% + 5\% = 70.33\% = 0.7033$

ব্যয়িত শক্তির পরিমাণ = W

ব্যয়িত ক্ষমতা, $P_{out}' = ?$

$$\eta' = \frac{P_{out}'}{P_{in}}$$

$\therefore P_{out}' = \eta' P_{in} = 15000W \times 0.7033 = 10549.5W$

ব্যয়িত সময় t' হলে

$$P_{out}' = \frac{mgh}{t'}$$

$$\therefore t' = \frac{mgh}{P_{out}'} = \frac{200kg \times 9.8ms^{-2} \times 300m}{10549.5W} = 55.74s$$

সুতরাং 55.74s এ ব্যয়িত শক্তি,

$E' = P_{in}' \times t' = 15000W \times 55.74s = 836100J$

সুতরাং ব্যয়িত শক্তির পরিবর্তন,

$\Delta E = E - E' = 900000J - 836100J = 63900J$

অর্থাৎ দক্ষতা বৃদ্ধি করলে একই পরিমাণ পানি উঠাতে শক্তি ব্যয় কমবে 63900J।

পঞ্চম অধ্যায় : পদার্থের অবস্থা ও চাপ

৩৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্থির তরল বা বায়বীয় পদার্থে আংশিক বা সম্পূর্ণভাবে নিমজ্জিত কোনো বস্তুর উপর তরল বা বায়বীয় পদার্থ লম্বভাবে যে ঊর্ধ্বমুখী বল প্রয়োগ করে তাকে প্লবতা বলে।

খ বস্তুতে তাপ প্রয়োগ করলে এর অণু-পরমাণুসমূহ পরস্পর হতে দূরে সরে যায় বলে এর আয়তন বৃদ্ধি পায়। বস্তুর একক আয়তনের ভর হলো বস্তুটির উপাদানের ঘনত্ব। ভর নির্দিষ্ট হওয়ায় আয়তন বাড়লে ঘনত্ব কমে এবং আয়তন কমলে ঘনত্ব বেড়ে যায়। তাই তাপমাত্রা বাড়ালে পদার্থের ঘনত্ব কমে যায়।

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, $F_2 = 500$ N

ছোট পিস্টনে প্রযুক্ত বল, $F_1 = ?$

আমরা জানি,

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

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

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

$$= \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 \times F_2 = \left(\frac{1}{5}\right)^2 \times 500 \text{ N}$$

$\therefore F_1 = 20$ N

অতএব, ছোট পিস্টনে প্রযুক্ত বলের পরিমাণ 20 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, $F_1 = 20$ N ['গ' হতে]
বড় পিস্টনে বল, $F_2 = 500$ 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, $F_1 l_1 = F_2 l_2$

আবার, $\frac{W_1}{W_2} = \frac{F_1 l_1}{F_2 l_2} = \frac{20\ N}{500\ N} \times \frac{A_2}{A_1} = \frac{1}{25} \times \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2 = \frac{1}{25} \times (5)^2$

বা, $\frac{W_1}{W_2} = 1$

বা, $W_1 = W_2$

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

৩৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পীড়ন বিকৃতির সমানুপাতিক।

খ আমরা জানি, চাপ, $P = h\rho g$। এখানে, h = তরলের গভীরতা, ρ = তরলের ঘনত্ব, g = অভিকর্ষজ ত্বরণ। কোনো নির্দিষ্ট স্থানে g ধ্রুবক এবং নির্দিষ্ট গভীরতায় h ধ্রুবক।

$\therefore P \propto \rho$

যেহেতু বিভিন্ন তরলের ঘনত্ব বিভিন্ন, সেহেতু নির্দিষ্ট গভীরতায় তরলের চাপ কত হবে সেটা ঘনত্বের ওপর নির্ভর করে। তাই বলা যায়, নির্দিষ্ট গভীরতায় চাপ তরলের প্রকৃতি তথা ঘনত্বের ওপর নির্ভরশীল।

গ দেওয়া আছে, সিলিন্ডারের ভর, $m = 7.5$ kg

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

$\therefore$ সিলিন্ডারের বাতাসে ওজন, $W = mg$

$= (7.5 \times 9.8)N$

$= 73.5$ N **(Ans.)**

ঘ এখানে, সিলিন্ডারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $= 330\ cm^2$

এবং দৈর্ঘ্য $= 12$ cm

$\therefore$ সিলিন্ডারের আয়তন $= (330 \times 12)\ cm^3$

$= 3960\ cm^3$

সিলিন্ডারটির সমান ভরের কোনো বস্তু পানিতে সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসতে হলে,

প্লবতা = বস্তুর বাতাসে ওজন

= সিলিন্ডারের বাতাসে ওজন

= 73.5N [গ হতে]

বা, সিলিন্ডারের আয়তন × পানির ঘনত্ব × g = 73.5N

$\therefore$ সিলিন্ডারের আয়তন $= \frac{73.5N}{\text{পানির ঘনত্ব} \times g}$

$= \frac{73.5}{1000 \times 9.8}$

$= 0.0075\ m^3$

$= 7500\ cm^3$

সুতরাং উদ্দীপকের সিলিন্ডারের সমান ভরের কোনো বস্তুর আয়তন $7500\ cm^3$ হলে, বস্তুটি পানিতে সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসবে।

সুতরাং সিলিন্ডারের আয়তন পরিবর্তন করতে হবে $(7500 - 3960)\ cm^3$

$= 3540\ cm^3$

৩৬নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ লৌহখণ্ড পানিতে ভাসে না কারণ লৌহখণ্ড দ্বারা অপসারিত পানির ওজন লৌহখণ্ডের ওজনের চেয়ে কম। কিন্তু নৌকা পানিতে ভাসে কারণ নৌকার ভিতরটা ফাঁপা। ফলে নৌকা যে আয়তনের পানি অপসারণ করে তার ওজন নৌকার ওজনের চেয়ে বেশি হয়। এতে নৌকা পানিতে নামালে প্রথমে ডুবতে শুরু করে। খানিকটা ডুবার পর যখন অপসারিত পানির ওজন নৌকার সমান হয় তখন নৌকাটি ভাসতে থাকে।

গ আমরা জানি,

চাপ, $P = \frac{F}{A}$

$= \frac{4N}{7.85 \times 10^{-3} m^2}$

$= 509.55$ Pa.

দেওয়া আছে,
পিস্টন–১ এ প্রযুক্ত বল, $F = 4N$.
ব্যাস, $d = 10cm$
বা, ব্যাসার্ধ, $r = \frac{d}{2} = \frac{10}{2} = 5cm = 0.05m$
$\therefore$ ক্ষেত্রফল, $A = \pi r^2$
$= \pi \times (0.05)^2$
$= 7.85 \times 10^{-3} m^2$

সুতরাং পিস্টন-১ এ চাপের পরিমাণ 509.55 Pa.

ঘ বল বৃদ্ধিকরণ নীতি হতে পাই,

$\frac{F_2}{F_1} = \frac{d_2^2}{d_1^2}$

বা, $F_2 = F_1 \times \frac{d_2^2}{d_1^2}$

$= 4 \times \left(\frac{20}{10}\right)^2$

$= 16N.$

এখানে,
বস্তুর ভর, $m = 3kg$
ছোট পিস্টনে প্রযুক্ত বল, $F_1 = 4N$.
ছোট পিস্টনের ব্যাস, $d_1 = 10cm$
বড় পিস্টনের ব্যাস, $d_2 = 20cm$
বড় পিস্টনের অনুভূত বল, $F_2 = ?$
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 10ms^{-2}$

আবার, বস্তুটির ওজন, $W = mg$
$= 3 \times 10$
$= 30N.$

$\therefore F_2 < W$ অর্থাৎ বড় পিস্টনে প্রাপ্ত ঊর্ধ্বমুখী বল বস্তুটির ওজনের চেয়ে কম হওয়ায় বস্তুটিকে উপরে তোলা যাবে না।

৩৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক বায়ুমণ্ডল তার ওজনের জন্য ভূপৃষ্ঠে প্রতি একক ক্ষেত্রফলে যে পরিমাণ বল প্রয়োগ করে তাকে ঐ স্থানের বায়ুমণ্ডলীয় চাপ বলে।

খ মসৃণ ও অমসৃণ তলের মধ্যে অমসৃণ তলের ওপর দিয়ে হাঁটা সুবিধাজনক। কারণ আমরা যখন হাঁটি তখন পা এবং তলের মধ্যবর্তী ঘর্ষণ বলের মান পা এবং তলের মসৃণতার উপর নির্ভর করে। তল বেশি মসৃণ হলে প্রয়োজনীয় প্রতিক্রিয়া বলের সৃষ্টি হয়না এবং ঘর্ষণ বলের মান অত্যধিক কমে যায়। ফলে সামনের দিকে অগ্রসর হওয়া কঠিন হয়। তাই তল অমসৃণ হলে ঘর্ষণ বেশি হয় ফলে হাঁটা সুবিধাজনক হয়।

গ দেওয়া আছে,

আয়তাকার ঘনবস্তুর ভর, $m = 50kg$

" " আয়তন, V = দৈর্ঘ্য × প্রস্থ × উচ্চতা

$= 30cm \times 20cm \times 10cm$

$= 6000\ cm^3$

$= 6000 \times 10^{-6} m^3$

আমরা জানি, $\rho = \frac{m}{V}$

$= \frac{50\ kg}{6000 \times 10^{-6} m^3}$

$= 8.33 \times 10^3\ kgm^{-3}$

ঘ বস্তুটি যখন, EFGH তল মাটিতে শোয়ানো থাকে তখন,

EFGH তলের ক্ষেত্রফল, $A_1 = 20\ cm \times 30\ cm$

$= 600\ cm^2$

$= 600 \times 10^{-4} m^2$

$= 6 \times 10^{-2} m^2$

দেওয়া আছে, বস্তুর ভর, $m = 50kg$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 10\ ms^{-2}$

এখন, বস্তুর ওজন, $W = mg$

$= 50kg \times 10ms^{-2}$

$= 500N$

$\therefore$ এক্ষেত্রে চাপ, $P_1 = \frac{F}{A_1} = \frac{W}{A_1} = \frac{500N}{6 \times 10^{-2} m^2}$

$= 8.33 \times 10^3 pa.$

সুতরাং EFGH তলের চাপ, $P = 8.33 \times 10^3 Pa$

আবার, ABGF তল ভূমিতে রাখলে,

ABGF তলের ক্ষেত্রফল,

$A_2 = 30cm \times 10cm$

$= 300\ cm^2$

$= 300 \times 10^{-4} m^2$

$= 3 \times 10^{-2} m^2$

বস্তুর ওজন, $W = 500N$

এখন, চাপ, $P_2 = \frac{F}{A_2} = \frac{W}{A_2} = \frac{500}{3 \times 10^{-2}} = 16.67 \times 10^3\ Pa$

অতএব, গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে আমরা পাই, EFGH তল ভূমিতে রাখলে প্রযুক্ত চাপ 8.33×10^3 pa এবং ABGF তল রাখলে চাপ 16.67×10^3 pa হয় যেহেতু $8.33 \times 10^3 Pa < 16.67 \times 10^3 pa$.

$\therefore$ ABGF তল ভূমিতে রাখলে বস্তু কর্তৃক ভূমির উপর প্রযুক্ত চাপ EFGH তল অপেক্ষা দ্বিগুণ বেশি হবে।

৩৮নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ আমরা জানি, কোনো একটি বস্তুকে পানিতে নিমজ্জিত করলে পানি বস্তুটির ওপর একটি ঊর্ধ্বমুখী বল বা প্লবতা প্রয়োগ করে। বস্তুর ওজন ও প্লবতা একই সরলরেখায় বিপরীত দিকে ক্রিয়া করায় পানিতে বস্তুর ওজন হ্রাস পায়। ফলে পানিতে কোনো বস্তু টেনে নেওয়া সহজতর হয়।

গ আমরা জানি, $\frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1}$

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

$= \frac{2000 \times 10^{-4}}{10 \times 10^{-4}} \times 5$

$= 1000N.$ **(Ans.)**

দেওয়া আছে,
$A_1 = 10cm^2$
$= 10 \times 10^{-4}m^2$
$A_2 = 2000\ cm^2$
$= 2000 \times 10^{-4}m^2$
$F_1 = 5N$
$F_2 = ?$

ঘ প্রশ্নানুসারে প্রথম পিস্টনের বল অপরিবর্তিত অর্থাৎ $F_1 = 5N.$
দ্বিতীয় পিস্টনে বল, $F_2 = 200N.$
প্রথম পিস্টনের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A_1 = 10cm^2$
$= 10 \times 10^{-4}m^2$
ধরি, দ্বিতীয় পিস্টনের পরিবর্তিত প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A_2' = ?$

আমরা জানি, $\frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2'}{A_1}$

বা, $A_2' = \frac{F_2A_1}{F_1}$

$= \frac{200 \times 10 \times 10^{-4}}{5} = 400 \times 10^{-4}m^2$

$= 400cm^2$

কিন্তু উদ্দীপক অনুসারে, $A_2 = 2000cm^2 = 5 \times 400cm^2 = 5A_2'$

অর্থাৎ, $A_2' = \frac{A_2}{5}$

সুতরাং প্রথম পিস্টনের বল অপরিবর্তিত রেখে দ্বিতীয় পিস্টনে 200N বল পেতে হলে দ্বিতীয় পিস্টনের পরিবর্তিত প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল পূর্বের তুলনায় এক পঞ্চমাংশ হ্রাস করতে হবে।

৩৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর একক আয়তনের ভরকে তার ঘনত্ব বলে।

ঘনত্ব, $p = \frac{m}{V}$

খ পারদকে তাপমাত্রিক পদার্থ বলার কারণ হলো এর বেশ কিছু ভৌত বৈশিষ্ট্য তাপমাত্রার পরিবর্তনের সাথে সাথে সহজে পরিমাপযোগ্যভাবে পরিবর্তিত হয়।

১. পারদ তাপমাত্রার পরিবর্তনের সাথে সাথে প্রায় সুষমভাবে প্রসারিত বা সংকুচিত হয়।
২. পারদ উজ্জ্বল রূপালী বর্ণের হওয়ায় থার্মোমিটারের সরু নলের মধ্যে এর প্রসারণ বা সংকোচন সহজে চোখে দেখা যায়।
৩. পারদ কাচের নলের ভেতরের দিকে লেগে থাকে না, ফলে পাঠ নেওয়া সহজ হয়।

এইসব বৈশিষ্ট্যের কারণে পারদ থার্মোমিটার বহুল ব্যবহৃত একটি তাপমাত্রিক পদার্থ।

গ আমরা জানি,

$v^2 = u^2 - 2gh$

বা, $0^2 = (20)^2 - 2 \times 9.8 \times h$

বা, $19.6 \times h = 400$

বা, $h = \frac{400}{19.6}$

$\therefore h = 20.41.m$

দেওয়া আছে,
আদি বেগ $u = 20\ ms^{-1}$
শেষ বেগ $v = 0\ ms^{-1}$
অভিকর্ষজ ত্বরণ $g = 9.8\ ms^{-2}$
সর্বোচ্চ উচ্চতা $h = ?$

সুতরাং, দৃশ্যপট-১ এর বস্তুটি সর্বোচ্চ প্রায় 20.41 মিটার উচ্চতায় উঠবে।

ঘ দেওয়া আছে,

উভয় তারের প্রস্থচ্ছেদ $L = 100\ cm$
$= 1m$

উভয় তারের ভর $m = 5\ kg$

A তারে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হয় $L_A = 2cm$
$= \frac{2}{100} = 0.02m$

B তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হয় $L_B = 3\ cm$
$= \frac{3}{100}$
$= 0.03cm$

A তারের বিকৃতি $= \frac{L_A}{L} = \frac{0.02}{1} = 0.02$

B তারের বিকৃতি $= \frac{L_B}{L} = \frac{0.03}{1} = 0.03$

A ও B তারের সমান ভর ঝুলানো হয় এবং প্রস্থচ্ছেদও সমান তাই A ও B উভয় তারের পীড়ন সমান হবে।

A তারের ইয়াং গুনাঙ্ক $Y_A = \frac{(\text{পীড়ন})_A}{\text{বিকৃতি}}$

বা, $Y_A = \frac{(\text{পীড়ন})_A}{0.02}$

$\therefore (\text{পীড়ন})_A = Y_A \times 0.02$ .....(i)

B তারের ইয়াং গুনাঙ্ক $Y_B = \frac{(\text{পীড়ন})_B}{\text{বিকৃতি}}$
$= \frac{(\text{পীড়ন})_B}{0.03}$

$\therefore (\text{পীড়ন})_B = Y_B \times 0.03$ ----------(ii)

(i) ও (ii) নং সমীকরণ হতে,

$(\text{পীড়ন})_A = (\text{পীড়ন})_B$

বা, $Y_A \times 0.02 = Y_B \times 0.03$

বা, $Y_A = Y_B \times \frac{0.03}{0.02}$

বা, $Y_A = Y_B \times \frac{3}{2}$

$\therefore Y_A = Y_B \times 1.5$

$\therefore Y_A > Y_B$

A তার অধিকতর স্থিতিস্থাপক।

৪০নং প্রশ্নের উত্তর

ক দুইটি বস্তুর প্রত্যক্ষ সংস্পর্শ ছাড়াই যে বল ক্রিয়া করে তাকে অস্পর্শ বল বলে।

খ একাধিক বস্তুর মধ্যে শুধু ক্রিয়া প্রতিক্রিয়া ছাড়া অন্য কোনো বল কাজ না করলে কোনো নির্দিষ্ট দিকে তাদের মোট ভরবেগের কোনো পরিবর্তন হয় না।

মনে করি, m_1 ও m_2 ভরের দুটি বস্তু যথাক্রমে u_1 ও u_2 আদিবেগ নিয়ে একই সরলরেখায় চলছে। যদি $u_1 > u_2$ হয় তবে, m_1 ভরের বস্তুটি এক সময় m_2 ভরের বস্তুটিকে ধাক্কা দিবে। ধরা যাক, ক্রিয়া প্রতিক্রিয়াজনিত বলের সময়কাল t এবং সংঘর্ষের পর বস্তু দুটির বেগ যথাক্রমে v_1 ও v_2। সুতরাং ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুসারে,

মোট আদি ভরবেগ = মোট শেষ ভরবেগ,

বা, $m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$

গ দেওয়া আছে,

পুকুরের পানির গভীরতা, $h = 3$ m

পানির ঘনত্ব, $\rho_w = 1000$ kg m^{-3}

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8$ ms^{-2}

পুকুরটির তলদেশের পানির চাপ, $P = ?$

আমরা জানি, $P = h\rho_w g$

$= 3\text{m} \times 1000 \text{ kg m}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}$

$= 29400$ Pa **(Ans.)**

ঘ এখানে,

বলের ভর, $m = 200$ gm $= 0.2$ kg

বলের আয়তন, $v = 250 \text{ cm}^3 = 2.5 \times 10^{-4} \text{ m}^3$

পানির ঘনত্ব, $\rho_w = 1000$ kg m^{-3}

আমরা জানি, বলটির ঘনত্ব, $\rho_b = \frac{m}{v}$

$= \frac{0.2 \text{ kg}}{2.5 \times 10^{-4} \text{ m}^3}$

$= 800 \text{ kg m}^{-3} < 1000 \text{ kg m}^{-3}$

যেহেতু বলটির ঘনত্ব পানির ঘনত্বের চেয়ে কম। তাই বলটি পানিতে ভেসে থাকবে।

৪১নং প্রশ্নের উত্তর

ক বাহ্যিক বলের প্রভাবে কোনো বস্তুর মধ্যে বিকৃতির সৃষ্টি হলে স্থিতিস্থাপকতার জন্য বস্তুর ভিতর একক ক্ষেত্রফলে লম্বভাবে উদ্ভূত প্রতিরোধকারী বলকে পীড়ন বলে।

খ কোনো বস্তুর প্রতি একক ক্ষেত্রফলে প্রযুক্ত বলকে চাপ বলা হয়। অর্থাৎ A ক্ষেত্রফলে প্রযুক্ত বল F হলে চাপ, $P = \frac{F}{A}$। ক্ষেত্রফল বেশি হলে চাপ কম হবে। আবার ক্ষেত্রফল কম হলে চাপের মান বেশি হবে। ড্রিল মেশিনের অগ্রভাগ সুচালো হওয়ার ফলে ড্রিল মেশিন দ্বারা দেয়ালের উপরে বেশি চাপ প্রয়োগ করা যায়। ফলে সহজেই দেয়াল বা অন্য কোনো কিছু ছিদ্র করা যাবে। তাই ড্রিল মেশিনের অগ্রভাগ সুচালো হয়।

গ উদ্দীপক হতে পাই,

১ম পিস্টনের বল, $F_1 = 20$ N

১ম পিস্টনের ক্ষেত্রফল, $A_1 = 4\ cm^2$

২য় পিস্টনের ক্ষেত্রফল, $A_2 = 20\ cm^2$

২য় পিস্টনের বল, $F_2 = ?$

আমরা জানি,

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

বা, $F_2 = \left(\frac{A_2}{A_1}\right) \times F_1$

বা, $F_2 = \left(\frac{20}{4}\right) \times 20$

বা, $F_2 = 5 \times 20$

$\therefore$ $F_2 = 100$ N (**Ans.**)

ঘ ছোট পিস্টনের সিলিন্ডারের জন্য

A তরলের আয়তন,

$V_A = Ah$

$= 4\ cm^2 \times 10\ cm$

$= 40\ cm^3$

$= 40 \times 10^{-6}\ m^3$

A তরলের জন্য চাপ, $P = h\rho_A g$

বা, $\rho_A = \frac{P}{hg}$

$= \frac{13328}{0.1 \times 9.8}$

$= 13600\ kg\ m^{-3}$

এখানে,

ছোট পিস্টনের সিলিন্ডারে A তরলের উচ্চতা, $h = 10$ cm

ছোট পিস্টনের সিলিন্ডারে, A তরলের পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল, $A = 4\ cm^2$

A তরলের ঘনত্ব $= \rho_A$

ছোট পিস্টনের সিলিন্ডারে A তরলের আয়তন $= V_A$

ছোট পিস্টনের সিলিন্ডারের তলদেশে চাপ, $P = 13328$ Pa

B তরলের বস্তুর আয়তন,

$V_B = 0.02\ m^3$

আবার B তরলের প্লবতা = বস্তুর হারানো ওজন

$\therefore V_B\rho_B g = 196$

$\Rightarrow \rho_B = \frac{196}{0.02 \times 9.8}$

$= 1000\ kg\ m^{-3}$

ধরি, বায়ুমণ্ডলীয় চাপ, $P = 101.325 \times 10^3$ Pa এর জন্য A তরলের উচ্চতা h_A ও B তরলের উচ্চতা হবে h_B

সুতরাং, $h_A = \frac{P}{\rho_A g} = \frac{101.325 \times 10^3}{13600 \times 9.8} = 0.76\ m = 76\ cm$

আবার, $h_B = \frac{P}{\rho_B g} = \frac{101.325 \times 10^3}{1000 \times 9.8} = 10.33\ m = 1033\ cm$

ফলে, $h_g >> h_A$

1033 cm উচ্চতার নল দ্বারা ব্যারোমিটার তৈরি উপযোগী হবে না।

সুতরাং A পাত্রের তরলটি দ্বারা ব্যারোমিটার তৈরিতে করা অধিক উপযোগী হবে।

৪২নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুকে স্থির তরল বা বায়বীয় পদার্থে আংশিক বা সম্পূর্ণ ডুবালে বস্তুটি কিছু ওজন হারায় বলে মনে হয়। এই হারানো ওজন বস্তুটির দ্বারা অপসারিত তরল বা বায়বীয় পদার্থের ওজনের সমান।

খ পচা ডিম পানিতে ভাসে কারণ পচা ডিমের গড় ঘনত্ব পানির ঘনত্বের চেয়ে কম। কিন্তু ভালো ডিম পানিতে ডুবে, কারণ ভালো ডিমের ঘনত্ব পানির ঘনত্বের বেশি। ডিম যখন পচে যায় তখন ডিমের সচ্ছিদ্র খোসার মধ্য দিয়ে গ্যাস বের হয়ে যায় আর এ কারণে একই আয়তনের ডিমের ঘনত্ব কমে যায়। আর ঘনত্ব কমে যাওয়ার কারণেই পচা ডিম পানিতে ভাসে।

গ দেওয়া আছে, ভর, $m = 500\ gm = 0.5\ kg$

ব্যাস, $2r = 6\ cm$

$\therefore$ ব্যাসার্ধ, $r = \frac{6}{2}\ cm = 3\ cm = 0.03\ m$

$\therefore$ ঘনত্ব, $\rho = \frac{m}{v} = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi r^3}$

$= \frac{0.5}{\frac{4}{3} \times 3.1416 \times (0.03)^3}$

$= 4420.96\ kgm^{-3}$ **(Ans.)**

ঘ আমরা জানি,

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

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

বা, $F_2 = 100 \times \frac{100}{5} = 2000\ N.$

এখন, $F_1 l_1 = F_2 l_2$

বা, $l_2 = \frac{F_1 l_1}{F_2}$

$= \frac{100 \times 0.2}{2000}$

$= 0.01\ m$

এখানে,
ছোট পিস্টনের ক্ষেত্রে,
বল, $F_1 = 100\ N$
ক্ষেত্রফল $A1 = 5\ cm^2$
সরণ, $L_1 = 20\ cm = 0.2\ m$
বড় পিস্টনের ক্ষেত্রে,
ক্ষেত্রফল, $A_2 = 100\ c^2$
বল, $= F_2 - ?$
সরণ $L_2 = ?$

ছোট পিস্টনের কৃতকাজ, $W_1 = F_1 l_1$

$= 100 \times 0.2$

$= 20\ J.$

এবং বড় পিস্টনের কৃতকাজ, $W_2 = F_2 l_2$

$= 2000 \times 0.01 = 20\ J.$

$\therefore W_1 = W_2$

সুতরাং ছোট ও বড় উভয় পিস্টনে কাজের পরিমাণ সমান ছিল অর্থাৎ অপরিবর্তিত ছিল।

ষষ্ঠ অধ্যায় : বস্তুর ওপর তাপের প্রভাব

৪৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক 1 kg ভরের বস্তুর তাপমাত্রা 1 K বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন তাকে ঐ বস্তুর উপাদানের আপেক্ষিক তাপ বলে। একে S দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

খ তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ $16.7 \times 10^{-6} K^{-1}$ বলতে বুঝায় যে, 1m দৈর্ঘ্যের তামার দণ্ডের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে এর দৈর্ঘ্য 16.7×10^{-6}m বৃদ্ধি পায়।

গ আমরা জানি,

$C = ms$

বা, $C = 0.9kg \times 4200Jkg^{-1}K^{-1}$

$\therefore C = 3780\ JK^{-1}$

এখানে,
পানির ভর m = 900 gm.
= 0.9 kg
পানির আপেক্ষিক তাপ
$S = 4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$.
তাপ ধারণ ক্ষমতা, C = ?

$\therefore$ পানির তাপ ধারণ ক্ষমতা $3780JK^{-1}$.

ঘ ধরি, মিশ্রণের তাপমাত্রা T.

35°C তাপমাত্রার পানি T°C তাপমাত্রার পানিতে নেমে আসতে পানি কর্তৃক বর্জিত তাপ–

$Q_1 = m_1s_1 (35 - T)$
$= 0.9 \times 4200 (35 - T)$
$= 3780 (35 - T)$

এখানে,
পানির ভর $m_1 = 900$ gm = 0.9 kg
পানির আপেক্ষিক তাপ
$S_1 = 4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$

0°C তাপমাত্রায় বরফ 0°C এর পানিতে পরিণত হতে গৃহিত তাপ–

$Q_2 = mL_f$
$= 0.15 \times 3.6 \times 10^5$
$= 54000J.$

এখানে,
বরফের ভর m = 150gm = 0.15 kg
বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ত তাপ
$L_f = 3.36 \times 10^5\ Jkg^{-1}$.

0°C তাপমাত্রার পানিকে T°C তাপমাত্রায় উঠতে গৃহিত তাপ–

$Q_3 = ms (T - 0)$
$= 0.15 \times 4200 (T - 0)$
$= 630T.$

এখানে,
বরফের ভর , m = 150 gm = 0.15 kg

ক্যালরিমিতির মূলনীতি অনুসারে,

$Q_1 = Q_2 + Q_3$

বা, $3780 (35 - T) = 54000 + 630T$

বা, $132300 - 3780T = 54000 + 630T$

বা, $132300 - 54000 = 630T + 3780T$

বা, $78300 = 4410T$

বা, $T = \frac{78300}{4410}$

$\therefore T = 17.75°C.$

এখানে, $17.75°C > 16°C$

সুতরাং উল্লিখিত ব্যক্তির কাঙ্ক্ষিত তাপমাত্রার পানি পান করা সম্ভব না।

৪৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে নির্দিষ্ট তাপমাত্রা ও চাপে পানি তিন অবস্থাতেই অর্থাৎ বরফ, পানি ও জলীয়বাষ্পরূপে অবস্থান করে তাকে পানির ত্রৈধ বিন্দু বলে।

খ পদার্থের গলনাঙ্কে তাপমাত্রার পরিবর্তন হয় না কারণ পদার্থ যখন কঠিন থেকে তরলে পরিণত হয় অর্থাৎ এক অবস্থা হতে অন্য অবস্থায় যায় ঠিক সেই মুহূর্তে আন্তঃআণবিক বন্ধন ভাঙে। এর জন্য তাপ শোষণ করে কিন্তু সেই মুহূর্তে তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে না। তাই পদার্থের গলনাঙ্কে তাপমাত্রার পরিবর্তন হয় না।

গ দেওয়া আছে,

ইস্পাতের আদি দৈর্ঘ্য, $l_0 = 2\text{m}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = (100 - 20)°\text{C}$

$= 80°\text{C} = 80\text{K}$

ইস্পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 11 \times 10^{-6}\text{K}^{-1}$

ইস্পাতের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta l = ?$

আমরা জানি,

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta\theta}$$

বা, $\Delta l = \alpha \times l_0 \Delta\theta$

$= 11 \times 10^{-6} \times 2 \times 80$

$= 1.76 \times 10^{-3}\text{m}.$

অর্থাৎ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে ইস্পাতের পাতটির দৈর্ঘ্য $1.76 \times 10^{-3}\text{m}$ প্রসারিত হবে।

ঘ 'গ' হতে প্রাপ্ত ইস্পাতের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta l = 1.76 \times 10^{-3}\text{m}$

এখন তামার দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির ক্ষেত্রে,

দেওয়া আছে,

তামার আদি দৈর্ঘ্য, $l_0 = 2\text{m}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$

$= (100 - 20)°\text{C}$

$= 80°\text{C} = 80\text{K}$

দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 16.6 \times 10^{-6}\text{K}^{-1}$

আমরা জানি,

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta\theta}$$

বা, $\Delta l = \alpha \times l_0 \Delta\theta$

$= 16.6 \times 10^{-6} \times 2 \times 80$

$= 2.656 \times 10^{-3}\text{m}.$

সুতরাং উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখা যায় তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে তামার দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ইস্পাত হতে বেশি। যার ফলে তামা বাহিরের দিকে এবং ইস্পাত ভিতরের দিকে বেঁকে যাবে।

৪৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো পাত্রে তরল রেখে তাপ দিলে পাত্রের প্রসারণ বিবেচনায় না এনে তরলের যে প্রসারণ পাওয়া যায় তাকে তরলের আপাত প্রসারণ বলে।

খ 1kg পদার্থের তাপমাত্রা 1K বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন সেটি হচ্ছে ঐ পদার্থের আপেক্ষিক তাপ। আমরা জানি, তামার আপেক্ষিক তাপ 400J $kg^{-1}K^{-1}$ এবং সীসার আপেক্ষিক তাপ 130J $kg^{-1}K^{-1}$. আপেক্ষিক তাপের সংজ্ঞানুসারে তামার তুলনায় সীসা তাড়াতাড়ি গরম হয়। কিন্তু আমরা জানি, সীসার তুলনায় তামার তাপ সুপরিবাহীতা বেশি। এজন্য সমান ভরের এক টুকরো তামা ও এক টুকরো সীসায় সমান তাপ দিলেও তামা বেশি গরম হয়।

গ দেওয়া আছে, পরিবেশের তাপমাত্রা C = 50°C

ফারেনহাইটে পরিবেশের তাপমাত্রা, F = ?

আমরা জানি,

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

বা, $5F - 160 = 9C$

বা, $5F = 9C + 160$

বা, $F = \frac{9 \times 50 + 160}{5}$

$= \frac{610}{5} = 122°F$

∴ পরিবেশের তাপমাত্রা ফারেনহাইট স্কেলে 122°F।

ঘ পরিবেশের তাপমাত্রা 50°C হতে 4°C অর্থাৎ (50 – 4)°C = 46°C কমে যাওয়ায় তামার তারের সংকোচন ঘটে।

আমরা জানি,

$\alpha = \frac{l_1 - l_2}{l_1(\theta_1 - \theta_2)}$

বা, $l_1 - l_2 = \alpha \times l_1 \times (\theta_1 - \theta_2)$

বা, $l_2 = l_1 - \alpha l_1(\theta_1 - \theta_2)$

$= 30.1m - 16.7 \times 10^{-6}k^{-1} \times 30.1m \times 46k$

$= 30.1m - 0.0321m$

$= 30.08m$

এখানে,

আদি দৈর্ঘ্য, $l_1 = 30.1m$

শেষ দৈর্ঘ্য, $l_2 = ?$

যেহেতু সংকোচন হয়, তাই $l_1 > l_2$

$\theta_1 - \theta_2 = 46°C = 46K$

তামার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ,

$\alpha = 16.7 \times 10^{-6}k^{-1}$

যেহেতু সংকোচনের পর তারের নতুন দৈর্ঘ্য 30.08m হয় যা খুঁটি দুটির দূরত্বের চেয়ে সামান্য বেশি। তাই সকালের তাপমাত্রা 4°C হলে তারটি ছিঁড়ে যাওয়ার সম্ভাবনা নেই।

৪৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক পদার্থ যখন তরল থেকে কঠিনে পরিণত হয় তখন গলনাঙ্কের তাপমাত্রাকে হিমাঙ্ক বলা হয়। প্রায় সব পদার্থের জন্যই গলনাঙ্ক এবং হিমাঙ্ক সমান।

খ পাত্রে যখন তাপ প্রয়োগ করা হয় তখন পাত্র তাপ শোষণ করে প্রসারিত হয়ে পাত্রের আয়তন বৃদ্ধি পায়। যার কারণে তরল প্রথমত নিচে নেমে যায় অর্থাৎ আপাতভাবে সংকুচিত হয় বলে মনে হয়। পাত্রের এই প্রসারণ যত কম হবে তরলে আপাত প্রসারণ তত বেশি হবে। কারণ পাত্রের প্রসারণ আর বৃদ্ধি না হলে পাত্রে প্রয়োগকৃত তাপ পুরোটাই তরল গ্রহণ করবে এবং তরলের আপাত প্রসারণ বৃদ্ধি পাবে। সুতরাং পাত্রের প্রসারণ যত কম হবে তরলের আপাত প্রসারণ তত বেশি হবে।

গ দেওয়া আছে, P দণ্ডের ভর, $m = 10$ kg
তাপমাত্রার পরিবর্তন, $\Delta\theta = 50°C = 50$ K
গৃহীত তাপ, $Q = 1453500J$
আপেক্ষিক তাপ, $S = ?$
আমরা জানি,

$$S = \frac{Q}{m\Delta\theta} = \frac{1453500J}{10kg \times 50K} = 2907Jkg^{-1}K^{-1}$$

$\therefore$ P দণ্ডটির আপেক্ষিক তাপ $2907Jkg^{-1}K^{-1}$

ঘ এখানে, P দণ্ডের আদি দৈর্ঘ্য, $l_1 = 1$ m
শেষ দৈর্ঘ্য l_2 হলে, দৈর্ঘ্য প্রসারণ $l_2 - l_1 = 0.00055m$
তাপমাত্রার পরিবর্তন $\theta_2 - \theta_1 = 50°C = 50K$
এখন P দণ্ডের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ α_1 হলে,

$$\alpha_1 = \frac{l_2 - l_1}{l_1(\theta_2 - \theta_1)} = \frac{0.00055m}{1(50K)} = 1.1 \times 10^{-5}K^{-1}$$

আবার, Q দণ্ডের আদি দৈর্ঘ্য $l_1' = 2m$
শেষ দৈর্ঘ্য l_2' হলে দৈর্ঘ্য প্রসারণ $l_2' - l_1' = 0.00066m$
তাপমাত্রার পরিবর্তন, $\theta_2' - \theta_1' = 30°C = 30K$

$\therefore$ দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha_2 = \dfrac{l_2' - l_1'}{l_1'(\theta_2 - \theta_1)} = \dfrac{0.00066m}{2(30K)} = 1.1 \times 10^{-5}K^{-1}$

এখানে, $\alpha_1 = \alpha_2$ অর্থাৎ দণ্ড দুইটির উপাদানের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ সমান। অতএব দণ্ড দুইটি একই উপাদানের তৈরি বলে এদের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ একই হয়েছে।
অতএব P ও Q দণ্ড দুইটি একই উপাদানের তৈরি।

৪৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক থার্মোকাপল হলো একটি ধাতব দণ্ড, যার সাহায্যে কোনো স্থানের তাপমাত্রা পরিমাপ করা যায়।

খ আইনস্টাইনের থিওরি অব রিলেটিভিটি অনুযায়ী বস্তুর ভর আর শক্তি একই ব্যাপার। অর্থাৎ ভর m কে যদি শক্তিতে রূপান্তর করা যায় তাহলে সেই শক্তি E এবং এর পরিমাণ হচ্ছে, $E = mc^2$. যেখানে c হচ্ছে আলোর বেগ। আলোর বেগ বিশাল। সেটাকে বর্গ করলে আরো বিশাল হয়ে যায়। যার অর্থ ভরকে শক্তিতে রূপান্তর করতে পারলে আমরা বিশাল শক্তি পেয়ে যাব। এ সমীকরণ থেকে বোঝা যায় ভর এবং শক্তি পরস্পর সমতুল্য।
সুতরাং আমরা বলতে পারি, ভরকে শক্তি হিসেবে বিবেচনা করা যায়।

গ উদ্দীপক হতে পাই,

ধাতব খন্ডের ভর, $m = 1.67$ kg

ধাতুটির আপেক্ষিক তাপ, $S = 400\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 1000°C$

বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ, $l_f = 334\ kJ\ kg^{-1} = 334000\ Jkg^{-1}$

আমরা জানি,

ধাতব খন্ডের বর্জিত তাপ, $Q = ms\ \Delta\theta$

$= 1.67 \times 400 \times 1000$

$= 668000$ Jule

ধাতব খন্ডটি বরফ গলাতে 668000 Jule শক্তি ব্যবহার করবে,

0°C তাপমাত্রার বরফ গলাতে প্রয়োজনীয় তাপ $= m \times l_f = m \times 334000$ J

শর্তমতে, $m \times 334000\ J = 668000\ J$

$\therefore m = \frac{668000\ J}{334000\ J} = 2$ kg

সুতরাং উত্তপ্ত ধাতব খন্ডটি 2 kg বরফ গলাতে সক্ষম হবে।

ঘ উদ্দীপক হতে, পাত্রের ভর, $m_j = 2$ kg

বরফের ভর, $m_i = 2$ kg [‘গ’ হতে পাই]

বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ, $l_f = 334\ k\ Jkg^{-1} = 334 \times 10^3\ Jkg^{-1}$

পানির আপেক্ষিপ তাপ, $S_i = 4.2\ k\ Jkg^{-1}\ K^{-1} = 4200\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$

ধাতুর আপেক্ষিক তাপ, $S_j = 400\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$

ধরি, মিশ্রণের তাপমাত্রা $= T$

আমরা জানি, গৃহীত তাপ = বর্জিত তাপ

বা, $m_i\ l_f + m_i s_i\ \Delta\theta = m_j\ s_j\ \Delta\theta$

বা, $2kg \times 334 \times 10^3\ Jkg^{-1} + m_i s_i\ (T - 0) = 2 \times 400 \times (1000 - T)$

বা, $2 \times 334 \times 10^3 + 2 \times 4200 \times T = 800000 - 800\ T$

বা, $668000 + 8400\ T = 800000 - 800\ T$

বা, $8400\ T + 800\ T = 800000 - 668000$

বা, $9200\ T = 132000$

বা, $T = \frac{132000}{9200}$

$\therefore\ T = 14.35°\ C$

সুতরাং বরফ ও পাত্রের মিশ্রণের তাপমাত্রা 14.35°C হতো।

৪৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক 1 kg ভরের কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন তাকে ঐ বস্তুর উপাদানের আপেক্ষিক তাপ বলে।

খ বরফকে চাপ দিলে এর অণুসমূহের আন্তঃআণবিক দূরত্ব কমে যায়। ফলে অণুসমূহের মাঝে ক্রিয়াশীল আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল হ্রাস পায়। তাই কম তাপে বরফ গলে যায়। অর্থাৎ বরফের গলনাঙ্ক হ্রাস পায়। কিন্তু গ্যাসের ক্ষেত্রে চাপ দিলে এর অণুসমূহের মাঝে দূরত্ব কমায় আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল বৃদ্ধি পায়। এ কারণে তখন গ্যাসের গলনাঙ্ক বৃদ্ধি পায়।

গ আমরা জানি,

গৃহীত তাপ,

$Q = ms\,\Delta\theta$

$= 0.2625 \times 4200 \times 20$

$= 22050$ J (**Ans.**)

এখানে,

পানির ভর, $m = 262.5$ g $= 0.2625$ kg

তাপমাত্রার পরিবর্তন, $\Delta\theta = (50 - 30)K = 20$ K

পানির আপেক্ষিক তাপ, $s = 4200\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$

গৃহীত তাপ, $Q = ?$

ঘ দৃশ্যকল্প-১ অনুসারে,

ক্যালরিমিতির মূলনীতি অনুসারে,

বস্তু কর্তৃক বর্জিত তাপ = পানি কর্তৃক গৃহীত তাপ

বা, $m_0 s_0\,\Delta\theta = m_1 s_1\,\Delta\theta$

বা, $0.7 \times s_0 \times (200 - 50)$

$= 0.2625 \times 4200 \times (50 - 30)$

বা, $s_0 \times 105 = 22050$

এখানে,

বস্তুর ভর, $m_0 = 700$ g $= 0.7$ kg

বস্তুর প্রাথমিক তাপমাত্রা, $\theta_0 = 200°C$

পানির ভর, $m_1 = 262.5$ g

পানির প্রাথমিক তাপমাত্রা, $\theta_1 = 30°C$

পানির প্রাথমিক আপেক্ষিক তাপ, $s_1 = 4200\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$

মিশ্রণের তাপমাত্রা, $\theta = 50°C$

বা, $s_0 = \dfrac{22050}{105}$

বা, $s_0 = 210\ Jkg^{-1}K^{-1}$

টিনের আপেক্ষিক তাপ $210\ Jkg^{-1}\ K^{-1}$ বিধায় দৃশ্যকল্প-১ এর বস্তুটি টিনের তৈরি।

দৃশ্যকল্প-২ অনুসারে,

বস্তু কর্তৃক গৃহীত তাপ,

$Q = ms\,\Delta\theta$

বা, $18000 = 0.5 \times s \times 80$

বা, $s = 450\ Jkg^{-1}K^{-1}$

এখানে,

বস্তুর ভর, $m = 500$ g

$= 0.5$ kg

তাপমাত্রা বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 80°C$

প্রয়োজনীয় তাপ, $Q = 18000$ J

লোহার আপেক্ষিক তাপ $450\ Jkg^{-1}K^{-1}$ বিধায় দৃশ্যকল্প-২ এর বস্তু লোহার তৈরি।

সুতরাং বলা যায়, দৃশ্যকল্প-১ এর বস্তু টিনের এবং দৃশ্যকল্প-২ এর বস্তুটি লোহার তৈরি।

৪৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক তরলকে কোনো পাত্রে না রেখে (যদি সম্ভব হয়) তাপ দিলে তার যে আয়তন প্রসারণ হতো তাকে তরলের প্রকৃত প্রসারণ বলে।

খ বস্তুর অবস্থার পরিবর্তনের সময় তাপমাত্রা স্থির হয়ে যায়।

আমরা জানি, সকল পদার্থই অণু-পরমাণু দ্বারা গঠিত। পদার্থের অণুগুলো নিজেদের মধ্যে একটি দূরত্ব বজায় রেখে গতিশীল থাকে। তাপ দিলে গতিশক্তি বেড়ে যায় আর তাই তাপমাত্রা বাড়ে। কিন্তু অবস্থার পরিবর্তনের সময় কিছু তাপ অণুগুলোর মধ্যকার বন্ধন শিথিল করতে কাজে লাগে অর্থাৎ তখন যতই তাপ দেওয়া হোক, তা তাপমাত্রার পরিবর্তন করে না। এই তাপকে সুপ্ততাপ বলে।

গ উদ্দীপক হতে,

বরফের ভর, $m_i = 500\ g = 0.5\ kg$

পানির ভর, $m_w = 4kg$

বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ত তাপ, $L_f = 334000\ Jkg^{-1}$

পানির আপেক্ষিক তাপ, $S_w = 4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$

বরফের আপেক্ষিক তাপ, $S_i = 2100\ Jkg^{-1}K^{-1}$

বরফের প্রাথমিক তাপমাত্রা, $T_1 = -5°C = (273 - 5) = 268K$

পানির প্রাথমিক তাপমাত্রা, $T_2 = 30°C = (273 + 30) = 330K$

মিশ্রণের চূড়ান্ত তাপমাত্রা, $T = ?$

– 5°C তাপমাত্রার 500g বরফকে 0°C বা 273K তাপমাত্রায় উপনীত করতে গৃহীত তাপ,

$Q_1 = m_iS_i\ (273 - T_1)$

$= 0.5 \times 2100 \times (273 - 268)$

$= 5250\ J$

0°C তাপমাত্রার 500g বরফকে একই তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে গৃহীত তাপ,

$Q_2 = m_iL_f$

$= 0.5 \times 334000$

$= 167000\ J$

0°C বা 273K তাপমাত্রার 0.5 kg বরফগলা পানিকে T°C তাপমাত্রায় উন্নীত করতে গৃহীত তাপ, $Q_3 = m_iS_w\ (T_2 - 0)$

$= 0.5 \times 4200 \times T$

$= 2100\ T$

30°C তাপমাত্রার 4kg পানিকে T°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে বর্জিত তাপ,

$Q_4 = m_wS_w\ (30 - T)$

$= 4 \times 4200 \times (30 - T)$

$= 504000 - 16800\ T$

ক্যালরিমিতির মূলনীতি অনুযায়ী.

গৃহীত তাপ = বর্জিত তাপ

বা, $Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4$

বা, $5250 + 167000 + 2100\ T = 504000 - 16800\ T$

বা, $(2100 + 16800)T = 504000 - 172250$

বা, $18900\ T = 331750$

বা, $T = \frac{331750}{18900}$

$\therefore\ T = 17.553°C$

অতএব, মিশ্রণের সর্বোচ্চ তাপমাত্রা 17.55°C। **(Ans.)**

ঘ সম্পূর্ণ বরফ গলতে প্রয়োজনীয় তাপ,

$Q_1 = m_1 s_1 \Delta\theta + mL$
$= 0.5 \times 2100 \times (0 - (-5) + 0.5 \times 334000)$ J
$= 172250$ J

এখন, ধরি কিছু বরফকে গলাতে সক্ষম। তখন পানির তাপমাত্রা হবে 0°C

∴ পানির বর্জিত তাপ,

$Q_2 = m_w S_w \Delta\theta$
$= 4 \times 4200 \times (30 - 0)$ J
$= 504000$ J

দেওয়া আছে,
বরফের পরিমাণ, $m_1 = 500g = 0.5$ kg
পানির পরিমাণ, $m_w = 4$ kg
বরফের আদি তাপমাত্রা, $\theta_1 = -5°C$
পানির আদি তাপমাত্রা, $\theta_2 = 30°C$
বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ, $L = 334000$ J/kg
বরফের আপেক্ষিক তাপ, $S_1 = 2100\ Jkg^{-1}K^{-1}$
পানির আপেক্ষিক তাপ, $S_w = 4200\ Jkg^{-1}K^{-1}$

∴ এখানে, $Q_2 > Q_1$

∴ পানি সম্পূর্ণ বরফকে গলাতে সক্ষম হবে।

৫০নং প্রশ্নের উত্তর

ক 1 kg ভরের কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন তাকে ঐ বস্তুর উপাদানের আপেক্ষিক তাপ বলে।

খ গাছ থেকে আম পড়লে অভিকর্ষ বল দ্বারা ধনাত্মক কাজ সম্পন্ন হয়। আম পরিপক্ব হয়ে গেলে যখন গাছ থেকে এর বোঁটা আলগা হয়ে যায় তখন পৃথিবী কর্তৃক প্রযুক্ত অভিকর্ষ বলের টানে তা মাটিতে এসে পৌঁছে এক্ষেত্রে বল এবং সরণ একই দিকে বিধায় $W = FS\cos\theta$, ($\theta = 0°$) সূত্রানুসারে ধনাত্মক কাজ সম্পন্ন হয়। একে বলের দ্বারা কাজও বলা হয়।

গ এখানে,
লোহার পাতের আদি দৈর্ঘ্য, $L_1 = 100$ m
তাপমাত্রার পরিবর্তন, $T_2 - T_1 = 20°C = 20K$
লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = 1.15 \times 10^{-5} K^{-1}$
লোহার পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ, $L_2 - L_1 = ?$
আমরা জানি,

$$\alpha = \frac{L_2 - L_1}{L_1 (T_2 - T_1)}$$

বা, $L_2 - L_1 = \alpha L_1 (T_2 - T_1)$
$= 1.15 \times 10^{-5} \times 100 \times 20$ m
$= 0.023$ m **(Ans.)**

ঘ আমরা জানি,

$$\alpha = \frac{L_2 - L_1}{L_1 (T_2 - T_1)}$$

বা, $L_2 - L_1 = \alpha L_1 (T_2 - T_1)$
$= 1.15 \times 10^{-5} \times 100 \times 40$ m
$= 0.046$ m
$= 4.6$ cm

এখানে,
লোহার পাতের দৈর্ঘ্য, $L_1 = 100$ m
তাপমাত্রার পরিবর্তন,
$T_2 - T_1 = 40°C = 40K$
লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ,
$\alpha = 1.15 \times 10^{-5} K^{-1}$
লোহার পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ,
$L_2 - L_1 = ?$

প্রশ্নমতে, রেললাইনের পরপর দুটি লোহার পাতের মাঝে 4 cm ফাঁকা স্থান আছে। কিন্তু তাপমাত্রা 40°C বাড়লে প্রতিটি লোহার পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ হবে 4.6 cm যা 4 cm অপেক্ষা বৃহত্তর।
সুতরাং তাপমাত্রা 40°C বেড়ে গেলে লোহার পাতগুলো প্রসারণের জন্য যথেষ্ট স্থান না পাওয়া বেঁকে যাবে।

৫১নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে নির্দিষ্ট তাপমাত্রা ও চাপে পানি তিন অবস্থাতেই অর্থাৎ বরফ, পানি ও জলীয়বাষ্প রূপে অবস্থান করে তাকে পানির ত্রৈধবিন্দু বলে। এই ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রা 273 K ধরা হয়।

খ বরফের আপেক্ষিক তাপ 2100 $Jkg^{-1}K^{-1}$ বলতে বুঝায় 1kg ভরের বরফের তাপমাত্রা 1K বাড়াতে 2100J তাপের প্রয়োজন।

গ এখানে, বর্ধিত তাপমাত্রা, $T_C = 65°C$
ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা, $T_F = ?$
আমরা জানি,

$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$$

বা, $\frac{65}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$

বা, $T_F - 32 = 13 \times 9$

$\therefore T_F = 149°F$

অতএব, ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা 149°F.

ঘ রেল লাইনের আদি দৈর্ঘ্য, $l_1 = 100m$
তাপমাত্রার বৃদ্ধি, $\Delta\theta = 65° C = 65 K$
আয়তন প্রসারণ সহগ, $\gamma = 34.8 \times 10^{-6}K^{-1}$

$\therefore$ দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ, $\alpha = \frac{\gamma}{3}$

$$= \frac{34.8 \times 10^{-6}K^{-1}}{3}$$

$$= 11.6 \times 10^{-6}K^{-1}$$

এখন, দৈর্ঘ্য প্রসারণ Δl হলে,

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_1 \Delta\theta}$$

বা, $\Delta l = \alpha\, l_1 \Delta\theta$
$= 11.6 \times 10^{-6}K^{-1} \times 100m \times 65\ K$
$= 0.0754\ m$

অতএব, দুর্ঘটনা এড়াতে হলে দুটি লোহার বারের মধ্যে কমপক্ষে 0.0754 m ফাঁকা রাখতে হবে।

সপ্তম অধ্যায় : তরঙ্গ ও শব্দ

৫২নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর কম্পনের দিকের সাথে সমান্তরালভাবে অগ্রসর হয় তাকে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বলে।

খ আমরা জানি, মানুষের শ্রাব্যতার সীমা 20Hz থেকে 20000Hz। অর্থাৎ 20Hz থেকে কম কম্পাঙ্কের শব্দ বা শব্দেতর তরঙ্গের শব্দ আমরা শুনতে পাই না। আবার 20000 Hz এর বেশি কম্পাঙ্কের শব্দ বা শব্দোত্তর তরঙ্গের শব্দও আমরা শুনতে পাই না। কিন্তু কুকুরের শ্রাব্যতার ঊর্ধ্বসীমা হচ্ছে প্রায় 35000 Hz, যা মানুষের শ্রাব্যতার সীমার অনেক উপরে। তাই কুকুর শব্দোত্তর তরঙ্গের শব্দ শুনতে পেলেও মানুষ তা শুনতে পায় না।

গ দেওয়া আছে,

আমরা জানি, $v = f\lambda$

বা, $\lambda = \frac{v}{f}$

বা, $\lambda = \frac{340\ ms^{-1}}{1050\ Hz}$

$\therefore \lambda = 0.32\ m$

সুতরাং, শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য = 0.32 m.

এখানে,
কম্পাঙ্ক, $f = 1050\ Hz$
শব্দের বেগ, $v = 340\ ms^{-1}$
তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

ঘ এখানে,

$AO = s_1 = 15m$
$BO = s_2 = 20m$
$v = 340ms^{-1}$

ধরি, প্রতিধ্বনি শুনতে পারার সর্বনিম্ন সময় 0.1s। এই সময়ের মধ্যে ফিরে আসলে প্রতিধ্বনি শুনতে পারবে।

A অবস্থানে,

$2s_1 = vt_1$

বা, $t_1 = \frac{2s_1}{v}$

$= \frac{2 \times 15}{340}$

$= 0.089s\ (< 0.1s)$

B অবস্থানে,

$2s_2 = vt_2$

বা, $t_2 = \frac{2s_2}{v}$

$= \frac{2 \times 20}{340}$

$= 0.11s\ (< 0.1s)$

সুতরাং B অবস্থানে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে। কিন্তু A অবস্থানে শোনা যাবে না।

৫৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক শব্দ বিস্তারের অভিমুখে লম্বভাবে রাখা একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে যে পরিমাণ শব্দশক্তি প্রবাহিত হয় তাকে শব্দের তীব্রতা বলে।

খ সকল শব্দের প্রতিধ্বনি শোনা যায় না। এর কারণ, শব্দের উৎস ও প্রতিফলকের সাথে একটি ন্যূনতম দূরত্ব থাকা প্রয়োজন। আমরা জানি, শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল 0.1s। এ সময়ের মধ্যে শব্দ প্রতিফলিত হয়ে শ্রোতার কানে পৌঁছালে শব্দকে আলাদাভাবে শোনা যাবে না। অর্থাৎ শব্দের প্রতিধ্বনি হবে না। তাই শব্দের উৎস ও প্রতিফলকের মধ্যে এমন একটি ন্যূনতম দূরত্ব থাকবে যাতে প্রতিফলিত শব্দ কমপক্ষে 0.1s পরে ফিরে আসে। অর্থাৎ, উৎস (শ্রোতা) ও প্রতিফলকের মাঝে এ ন্যূনতম দূরত্ব না থাকলে প্রতিফলিত শব্দের প্রতিধ্বনি শোনা যাবে না।

গ আমরা জানি, 0°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ $330\ ms^{-1}$.

এবং 1°C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায় $0.6\ ms^{-1}$

$\therefore$ 30°C " " " " " " $(0.6 \times 30)\ ms^{-1}$

$= 18\ ms^{-1}$

অর্থাৎ ঐ দিনে শব্দের বেগ, $v = (330 + 18)\ ms^{-1}$

$= 348\ ms^{-1}$

শ্রাব্যতার ঊর্ধ্বসীমা, $f = 20000\ Hz$.

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

আমরা জানি, $v = f\lambda$

বা, $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{348}{20000}\ m = 0.0174m.$

অর্থাৎ ঐ দিনের শ্রাব্যতার ঊর্ধ্বসীমার তরঙ্গদৈর্ঘ্য 0.0174m.

ঘ 'গ' হতে পাই 30°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ $348\ ms^{-1}$

শিক্ষা প্রতিষ্ঠান থেকে ঐ ব্যক্তির দূরত্ব 1 km বা 1000m.

348m দূরত্ব অতিক্রম করে = 1s এ

$\therefore$ 1000m " " " $= \frac{1000}{348}$ s

$= 2.873$s.

সুতরাং শিক্ষা প্রতিষ্ঠানে ঘণ্টা বাজার 2.873s পর ঐ ব্যক্তি শব্দটি শুনতে পায় এবং তার ঘড়ির সময় ঠিক করে।

তাই উক্ত প্রতিষ্ঠানের ঘড়ি এবং ঐ ব্যক্তির ঘড়ি একই সময় দিবে না এবং সময়ের পার্থক্য হবে 2.873s।

৫৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক শব্দ বিস্তারের অভিমুখে লম্বভাবে রাখা একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে যে পরিমাণ শব্দশক্তি প্রবাহিত হয় তাকে শব্দের তীব্রতা বলে।

খ মানুষের গলার স্বরযন্ত্রে দুটো পর্দা আছে। এদের বলে স্বরতন্ত্রী বা Vocal chord. এই ভোকাল কর্ডের কম্পনের ফলে গলা থেকে শব্দ নির্গত হয় এবং মানুষ কথা বলে। পুরুষদের ভোকাল কর্ড বয়সের সাথে সাথে দৃঢ় হয়ে যায়। কিন্তু নারীদের ভোকাল কর্ড দৃঢ় থাকে না। ফলে পুরুষদের গলার স্বরের কম্পাঙ্ক কম এবং নারীদের গলার স্বরের কম্পাঙ্ক বেশি হয়। এজন্য পুরুষদের গলার স্বর মোটা এবং নারীদের গলার স্বর তীক্ষ্ণ হয়। তাই আমরা বলতে পারি, জনাব করিম ও তাঁর স্ত্রীর মধ্যে তাঁর স্ত্রীর কণ্ঠস্বর বেশি তীক্ষ্ণ হবে।

গ আমরা জানি,

$$d = \frac{vt}{2}$$
$$= \frac{332ms^{-1} \times 0.5s}{2}$$
$$= 83m$$

দেওয়া আছে,
প্রতিধ্বনি শুনার সময়, $t = 0.5s$
বাতাসে শব্দের বেগ, $v = 332ms^{-1}$
পাহাড় ও তানহার মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = ?$

অতএব তানহা ও পাহাড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 83m.

ঘ দেওয়া আছে, মিলনায়তনটির মেঝের ক্ষেত্রফল $225m^2$.

মিলনায়তনটি বর্গাকার হওয়ার কারণে প্রতিটি দেয়ালের দৈর্ঘ্য হবে, $\sqrt{225m^2} = 15m = d$.

বাতাসে শব্দের বেগ, $v = 332ms^{-1}$

তানহা প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে যদি হাততালির শব্দ পুনরায় উৎসে ফিরে আসতে কমপক্ষে 0.1s সময় লাগে।

এখন, আমরা জানি,

$$2d = vt$$
$$\text{বা, } t = \frac{2d}{v}$$
$$= \frac{2 \times 15}{332}$$
$$= \frac{30}{332} = 0.09s < 0.1s.$$

সুতরাং হাততালির শব্দ পুনরায় উৎসে ফিরে আসতে 0.09s সময় লাগে যা 0.1s অপেক্ষা কম। তাই তানহা বিদ্যালয়ের মিলনায়তনে প্রতিধ্বনি শুনতে পায়নি।

৫৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক শব্দ তরঙ্গ বায়ু কণার কম্পন, তরঙ্গ প্রবাহের সাথে $0°$ কোণ উৎপন্ন করে।

খ জড় মাধ্যম হলো শব্দ চলাচলের মাধ্যম। শব্দের উৎস থেকে শ্রোতা পর্যন্ত শব্দ যে মাধ্যম ব্যবহার করে সেই মাধ্যমকে জড় মাধ্যম বলে। শব্দের উৎস ও শ্রোতার মাঝে একই অবশ্যই জড় মাধ্যম থাকতে হবে। শব্দের বেগ জড় মাধ্যমের উপর নির্ভর করে। তাই বিভিন্ন মাধ্যমে শব্দের বেগ বিভিন্ন হয়।

গ এখানে কুপের গভীরতা, $h_1 = 22$ m

পানির " $h_2 = 5$ m

$\therefore$ উৎস ও প্রতিবন্ধকের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $h = h_1 - h_2$

$= (22 - 5)m = 17$ m

দুপুরে বায়ুর তাপমাত্রা, $\theta = 30°C$

$\therefore$ বায়ুতে শব্দের বেগ, $v = 330 + 0.6 \times 30 = 348\ ms^{-1}$

এবং প্রতিধ্বনি শুনতে মূলশব্দ ও প্রতিধ্বনির মধ্যবর্তী ন্যূনতম সময়, $t = 0.1s$

আমরা জানি,

$$v = \frac{2h'}{t}$$

$$\text{বা, } h' = \frac{v \times t}{2}$$

$$\text{বা, } h' = \frac{348 \times 0.1}{2}$$

$$\therefore h = 17.4 \text{ m}$$

অতএব, $30°C$ তাপমাত্রায় দুপুরে প্রতিধ্বনি শুনতে হলে উৎস ও প্রতিবন্ধকের মধ্যে ন্যূনতম দূরত্ব 17.4m থাকতে হবে। কিন্তু উদ্দীপক হতে আমরা পাই উৎস ও প্রতিবন্ধকের মধ্যবর্তী দূরত্ব 17m।

সুতরাং প্রতিধ্বনি শুনতে হলে পানির উচ্চতা কমাতে হবে $(17.4 - 17m) = 0.4$ m

অতএব পানির উচ্চতা 0.4m কমালে ঐ দিনের দুপুরে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।

ঘ এখানে কুপের গভীরতা, $h_1 = 22$ m

পানির গভীরতা, $h_2 = 5$ m

$\therefore$ উৎস ও প্রতিবন্ধকের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $h = h_1 - h_2$

$= (22 - 5)$ m

$= 17$m

সকাল বেলা বায়ুর তাপমাত্রা, $\theta = 13.3°C$

$\therefore$ বায়ুতে শব্দের বেগ, $v = 330 + 0.6 \times 13.3$

$= 337.98 ms^{-1}$

শব্দ উৎপন্ন ও প্রতিফলিত হয়ে ফিরে আসার মধ্যবর্তী সময় ব্যবধান t হলে,

$$t = \frac{2h}{v} = \frac{2 \times 17}{337.98} s = 0.1s$$

শোনার জন্য মূল শব্দ ও প্রতিফলিত শব্দের মধ্যকার সময় ব্যবধান 0.1s বা তার চেয়ে বেশি।

যেহেতু উক্ত দিনের সকাল বেলা প্রতিধ্বনি শুনতে প্রয়োজনীয় 0.1s তাই ঐ দিনে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।

৫৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক সরল ছন্দনে গতিশীল কণা সাম্যাবস্থা থেকে যেকোনো একদিকে সর্বাধিক যে দূরত্ব অতিক্রম করে, তাকে বিস্তার বলে।

খ পুরুষের তুলনায় নারীর গলার স্বর কোমল ও তীক্ষ্ম হওয়ার প্রধান কারণ হলো ভোকাল কর্ডের (স্বররজ্জু) গঠন ও কম্পাঙ্কের পার্থক্য। নারীর ভোকাল কর্ড সাধারণত পুরুষের ভোকাল কর্ডের তুলনায় ছোট, পাতলা ও হালকা হয়। এর ফলে তারা দ্রুত কম্পিত হতে পারে। পুরুষের ভোকাল কর্ড লম্বা ও পুরু হওয়ায় তাদের কম্পনের হার তুলনামূলকভাবে কম থাকে। শব্দের তীক্ষ্মতা (Pitch) সরাসরি শব্দের কম্পাঙ্কের উপর নির্ভর করে। উচ্চ কম্পাঙ্কের শব্দ তীক্ষ্ম এবং নিম্ন কম্পাঙ্কের শব্দ মোটা শোনায়। যেহেতু নারীর ভোকাল কর্ড দ্রুত কম্পিত হয়, তাই তাদের গলার স্বরের কম্পাঙ্ক পুরুষের তুলনায় বেশি থাকে, ফলে স্বর তীক্ষ্ম শোনায়।

গ A উৎস থেকে উৎপন্ন শব্দের প্রতিধ্বনি শোনার সময় শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল অপেক্ষা 0.025 s বেশি। শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল সাধারণত 0.1 s ধরা হয়।

সুতরাং, প্রতিধ্বনি শোনার মোট সময় $t = 0.1\ s + 0.025\ s = 0.125\ s$

ধরি, A উৎস থেকে প্রতিফলকের দূরত্ব = d

বাতাসে শব্দের বেগ, $v = 344\ ms^{-1}$

আমরা জানি, $2d = vt$

বা, $d = \frac{vt}{2} = \frac{344 \times 0.125}{2} = 21.5\ m$

সুতরাং, A উৎস থেকে প্রতিফলকের দূরত্ব 21.5 মিটার।

ঘ চিত্র দেখে বোঝা যাচ্ছে যে, যেহেতু PQ = MN, তাই A উৎসের তরঙ্গের 3টি পূর্ণ তরঙ্গ B এর 4টি পূর্ণ তরঙ্গের সমান।

অর্থাৎ, $3\lambda_A = 4\lambda_B$

বা, $\lambda_A = \frac{4}{3}\lambda_B$

যেহেতু উভয় তরঙ্গ একই মাধ্যমে প্রবাহিত হয় তাই তাদের বেগ পরস্পর সমান।

$V_A = V_B$

বা, $f_A \lambda_A = f_B \lambda_B$

বা, $f_A \times \frac{4}{3} \lambda_B = f_B \lambda_B$

বা, $f_A = \frac{3}{4} f_B$

প্রশ্নমতে,

$f_B - f_A = 6$ [$\lambda_A > \lambda_B$ ও বেগ ধ্রুব, তাই $f_A < f_B$]

বা, $f_B - \frac{3}{4} f_B = 6$

বা, $\frac{f_B}{4} = 6$

বা, $f_B = 24\ Hz$

$\therefore f_A = 24 - 6 = 18\ Hz$

মানুষের শ্রাব্যতার সীমা সাধারণত 20 Hz থেকে 20,000 Hz পর্যন্ত। অর্থাৎ, 20 Hz এর কম কম্পাঙ্কের শব্দ মানুষ শুনতে পায় না। সে হিসেবে B উৎসের শব্দ মানুষের পক্ষে শোনা সম্ভব, কিন্তু A উৎসের শব্দ শোনা সম্ভব নয়।

৫৭নং 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, $v_2 = v_1\sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$

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

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

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, $\lambda = 15\ cm = 0.15\ m$

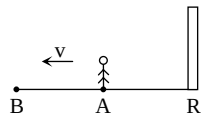
উৎপন্ন শব্দ তরঙ্গের কম্পাঙ্ক f হলে, $v_2 = f\lambda$

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,

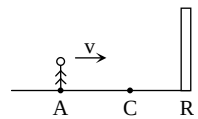
$S = v_2t$

বা, $2S_{AR} + vt = v_2t$

বা, $2S_{AR} = v_2t - vt$

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

$\therefore\ S_{AR} = 84.415\ m$



এখন, ধরি, রাফিয়া A থেকে একই বেগে প্রতিফলক R এর দিকে দৌড়িয়ে C বিন্দুতে আসলে শব্দ বাধা পেয়ে তার কছে 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, $v = 10\ ms^{-1}$

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

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

৫৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক সাম্যাবস্থান থেকে যেকোনো একদিকে তরঙ্গস্থিত কোনো কণার সর্বাধিক সরণকে বিস্তার বলে।

খ বায়ুর আর্দ্রতা বৃদ্ধি পেলে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায়। এজন্য শুষ্ক বায়ুর চেয়ে ভেজা বায়ুতে শব্দের বেগ বেশি। আর্দ্র বায়ুর ঘনত্ব শুষ্ক বায়ুর ঘনত্বের তুলনায় কম বলে এরূপ ঘটে।

গ প্রশ্নের তাপমাত্রা উল্লেখ নেই, ধরি তাপমাত্রা 20°C.

আমরা জানি,

20°C তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ, $v = 20 \times 0.6 + 330ms^{-1}$

$= 342ms^{-1}$

দেওয়া আছে, প্রতিধ্বনি শোনার সময়, $t = 1.0857s$.

A ও B ব্যক্তির মধ্যবর্তী দূরত্ব, AB = 175m.

এখন, B হতে পাহাড়ের দূরত্ব, $d = \frac{vt}{2}$

$$= \frac{342ms^{-1} \times 1.0857s}{2}$$

$= 185.65m$

$\therefore$ পাহাড় থেকে A অবস্থানে দাঁড়ানো ব্যক্তির দূরত্ব $= (d - AB)$

$= (185.65 - 175)m$

$= 10.65m$ **(Ans.)**

ঘ আমরা জানি,

20°C তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ, $v = 342ms^{-1}$

'গ' হতে পাই, A অবস্থান হতে পাহাড়ের দূরত্ব $d = 10.65m$

আমরা জানি,

প্রতিধ্বনি শোনার সময়, $t = \frac{2d}{v}$

$$= \frac{2 \times 10.65}{342}$$

$= 0.062s < 0.1s$

অর্থাৎ প্রতিফলিত শব্দটি শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকালের পূর্বেই A ব্যক্তির কানে পৌঁছাবে। সুতরাং A অবস্থানে দাঁড়ানো ব্যক্তিটি উক্ত শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে না।

অষ্টম অধ্যায় : আলোর প্রতিফলন

৫৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক গোলীয় আয়নার মেরু বিন্দু থেকে ফোকাস বিন্দু পর্যন্ত দূরত্বকে ফোকাস দূরত্ব বলে।

খ আয়না প্রস্তুত করতে কাচের একপার্শ্বে রুপার প্রলেপ দেওয়া হয়। সাধারণত কাচের ওপর রুপার প্রলেপ লাগানো হয়। এই প্রক্রিয়ার নাম সিলভারিং। রুপার প্রলেপ লাগানোর ফলে প্রলেপ লাগানো পৃষ্ঠের বিপরীত পৃষ্ঠটি প্রতিফলক পৃষ্ঠ হিসেবে কাজ করে। কাজেই কোনো কাচখণ্ডে রুপার প্রলেপ লাগানোর ফলেই কাচখণ্ডটি আয়না হিসেবে কাজ করে।

গ আমরা জানি,

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

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

বা, $\frac{1}{v} = \frac{1}{12} - \frac{1}{16}$

বা, $\frac{1}{v} = \frac{4-3}{48}$

বা, $\frac{1}{v} = \frac{1}{48}$

$\therefore$ v = 48 cm **(Ans.)**

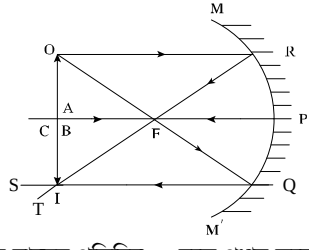
দেওয়া আছে,
ফোকাস দূরত্ব, f = 12 cm
লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, u = 16 cm
প্রতিবিম্বের দূরত্ব, v = ?

ঘ দ্বিতীয় বস্তুর ক্ষেত্রে :

দেওয়া আছে, দর্পণটির ফোকাস দূরত্ব 12 cm। অর্থাৎ দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ হবে r = 2f = 2 × 12 = 24 cm.

যেহেতু দ্বিতীয় বস্তুটি দর্পণ হতে প্রধান অক্ষের উপর 24 cm দূরে অবস্থিত যা বক্রতার ব্যাসার্ধের সমান অর্থাৎ দ্বিতীয় বস্তুটি বক্রতার কেন্দ্রে অবস্থিত। এক্ষেত্রে বস্তুর প্রতিবিম্ব রশ্মি চিত্রের সাহায্যে দেখানো হলো–

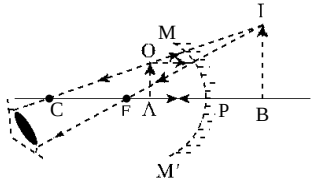
MM′ একটি অবতল দর্পণ। P দর্পণের মেরু, F প্রধান ফোকাস এবং C বক্রতার কেন্দ্র। C বিন্দুতে একটি লক্ষ্যবস্তু AO. O হতে একটি রশ্মি OR প্রধান অক্ষের সমান্তরালে দর্পণে আপতিত হয়ে প্রধান ফোকাসের মধ্য দিয়ে RI পথে প্রতিফলিত হয়। O হতে অপর একটি রশ্মি প্রধান ফোকাস বরাবর সমন করে দর্পনের উপর Q বিন্দুতে প্রতিফলিত হয়ে প্রধান সম্যের অসমান্তরাল QT পথে যায়। এখন QS এবং RT রাশি পরস্পর I বিন্দুতে মিলিত হয়।



সুতরাং I হলো O বিন্দুর বাস্তব প্রতিবিম্ব। I হতে প্রধান অক্ষের ওপর IB লম্ব টানি। IB-ই হলো AO লক্ষ্যবস্তুর বাস্তব প্রতিবিম্ব। এই প্রতিবিম্বের প্রকৃতি হলো বাস্তব ও উল্টো এবং আকারে লক্ষ্যবস্তুর সমান।

প্রথম বস্তুর ক্ষেত্রে :

যেহেতু ১ম বস্তুটি দর্পণের মেরু হতে 16cm দূরে অবস্থিত। সুতরাং বস্তুটির অবস্থান হবে মেরু ও প্রধান ফোকাসের মাঝে। এখন ১ম বস্তুটিকে দর্পণের মেরু ও প্রধান ফোকাসের মাঝে স্থাপন করে এর প্রতিবিম্ব রশ্মি চিত্রের সাহায্যে নিম্নে উপস্থাপন করা হলো–



OA একটি লক্ষ্যবস্তু যা দর্পণের প্রধান ফোকাস (F) ও মেরু (P)-এর মধ্যে অবস্থান করছে।

O থেকে একটি রশ্মি বক্রতার কেন্দ্র বরাবর ও একটি রশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরাল বিবেচনা করলে প্রতিফলনের পর এরা পরস্পর অপসারী হয়। এগুলোকে পিছনের দিকে বাড়ালে I বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়। I থেকে প্রধান অক্ষের ওপর অঙ্কিত IB লম্বই OA এর বিম্ব।

চিত্র হতে দেখা যাচ্ছে, IB বিম্বটি অসদ, সোজা ও বিবর্ধিত। সুতরাং, অবতল দর্পণের প্রধান ফোকাস ও মেরুর মধ্যে লক্ষ্যবস্তু অবস্থান করলে বিম্ব অসদ, সোজা ও বিবর্ধিত হবে।

সুতরাং রশ্মি চিত্র দুটি বিশ্লেষণ করে দেখা যায়, ২য় বস্তুর প্রতিবিম্বের প্রকৃতি ১ম বস্তুর প্রকৃতি হতে সম্পূর্ণ ভিন্ন।

৬০নং 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 অবতল আয়নায় ফোকাস দূরত্বের ভেতরে কিছু থাকলে যেহেতু সোজা এবং বড় প্রতিবিম্ব তৈরি হয়। তাই কোনো কিছু বড় করে দেখার জন্য অবতল দর্পণ ব্যবহার করা হয়। ডাক্তার কিংবা ডেন্টিস্টরা তাই অনেক সময়ই কিছু দেখার জন্য অবতল দর্পণ ব্যবহার করেন। এজন্যই মুখের চেহারা নিখুঁতভাবে দেখতে অবতল আয়না ব্যবহার করা হয়।

গ ধরি, গোলীয় দর্পণের ফোকাস দূরত্ব = f

গোলীয় দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ = r

দেওয়া আছে, $r - f = 10$ cm

বা, $r - \frac{r}{2} = 10$ cm $\left[\text{Rvbv Av‡Q, } f = \frac{r}{2}\right]$

বা, $\frac{2r - r}{2} = 10$ cm

বা, $\frac{r}{2} = 10$ cm

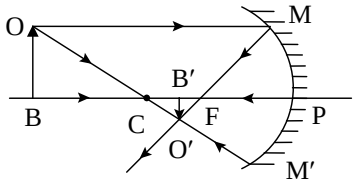
বা, $r = 2 \times 10$ cm

$\therefore r = 20$ cm

$\therefore$ দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ 20 cm **(Ans.)**

ঘ উদ্দীপকের দর্পণটি একটি অবতল দর্পণ।

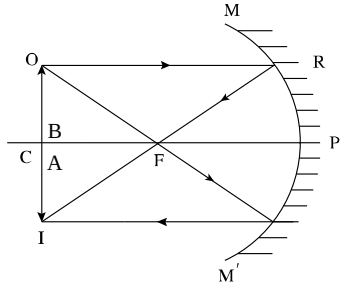
B বিন্দুতে লক্ষ্যবস্তুর জন্য রশ্মি চিত্রের সাহায্যে বিম্বের আকৃতি দেখানো হলো–



O বিন্দু থেকে একটি রশ্মি OM প্রধান অক্ষের সমান্তরালে দর্পণের M বিন্দুতে আপতিত হয়ে প্রধান ফোকাসের মধ্য দিয়ে MO′ পথে প্রতিফলিত হয়। O হতে অপর একটি রশ্মি OCM′ বক্রতার কেন্দ্র C বরাবর দর্পণে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর সেটি একই পথে ফিরে যায়। প্রতিফলনের পর রশ্মি দুটি O′ বিন্দুতে প্রকৃতপক্ষে মিলিত হয়। সুতরাং, O′ হলো O বিন্দুর বাস্তব প্রতিবিম্ব। B থেকে প্রধান অক্ষ বরাবর আপতিত রশ্মি ঐ পথেই ফিরে যায়। ফলে B-এর প্রতিবিম্ব ঐ রেখার উপরই হবে। O′ থেকে প্রধান অক্ষের উপর O′B′ লম্ব অঙ্কন করি। B′O′-ই হলো লক্ষ্যবস্তু BO– এর বাস্তব ও খর্বিত প্রতিবিম্ব।

আবার, C বিন্দুতে অর্থাৎ বক্রতার কেন্দ্রে স্থাপন করলে প্রতিবিম্বের প্রকৃতি রশ্মি চিত্রের সাহায্যে দেখানো হলো–

MM′ একটি অবতল দর্পণ।



P দর্পণের মেরু, F প্রধান ফোকাস এবং C বক্রতার কেন্দ্র। C বিন্দুতে BO লক্ষ্যবস্তু স্থাপন করলে O হতে একটি রশ্মি OR প্রধান অক্ষের সমান্তরালে দর্পণে আপতিত হয়ে প্রধান ফোকাসের মধ্য দিয়ে RI পথে প্রতিফলিত হয়। O হতে অপর একটি রশ্মি প্রধান ফোকাস বরাবর বিবেচনা করলে তা প্রতিফলনের পর RI রশ্মির I বিন্দুতে মিলিত হয়।

সুতরাং I হলো O বিন্দুর বাস্তব প্রতিবিম্ব। I হতে প্রধান অক্ষের ওপর IA লম্ব টানি। IA-ই হলো BO লক্ষ্যবস্তুর বাস্তব প্রতিবিম্ব। এই প্রতিবিম্বের প্রকৃতি হলো বাস্তব ও উল্টো এবং আকারে লক্ষ্যবস্তুর সমান।

৬১নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট বর্ণের আলোকরশ্মি ঘন মাধ্যম হতে হালকা মাধ্যমে প্রবেশ করলে আপতন কোণের যে মানের জন্য প্রতিসরিত রশ্মি বিভেদ তল ঘেষে যায় অর্থাৎ প্রতিসরণ কোণ 90° হয় তাকে ক্রান্তি কোণ বলে।

খ যদি একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোকরশ্মি কোনো তলে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর সমান্তরাল না থেকে বা অভিসারী বা অপসারী রশ্মিগুচ্ছে পরিণত না হয় তবে এ ধরনের প্রতিফলনকে ব্যাপ্ত প্রতিফলন বলে। যেসব বস্তু থেকে ব্যাপ্ত প্রতিফলন ঘটে তাদের পৃষ্ঠতল অমসৃণ হয়। আপতিত রশ্মিগুলো এই তলের বিভিন্ন বিন্দুতে বিভিন্ন আপতন কোণে আপতিত হওয়ায় প্রতিফলিত রশ্মিগুলো আর সমান্তরাল থাকেনা। ফলশ্রুতিতে আমাদের চোখে যে সকল প্রতিফলিত রশ্মি প্রবেশ করে তারা ব্যাপ্ত প্রকৃতির হয়। এজন্য ব্যাপ্ত প্রতিফলনে বস্তু অনুজ্জ্বল দেখায়।

গ উদ্দীপক হতে পাই,

এখানে,
দর্পণের ফোকাস দূরত্ব, $f = \frac{40}{2}$ cm = 20 cm
লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, u = 40 cm
দর্পণ হতে প্রতিবিম্বের দূরত্ব, v = ?

আমরা জানি,

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

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

বা, $\frac{1}{v} = \frac{1}{20} - \frac{1}{40}$

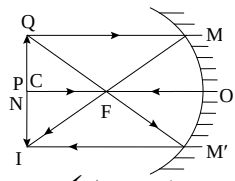
বা, $\frac{1}{v} = \frac{2-1}{40}$

বা, $\frac{1}{v} = \frac{1}{40}$

$\therefore$ v = 40 cm.

সুতরাং প্রতিবিম্বের দূরত্ব 40 cm.

ঘ



উদ্দীপকের চিত্রে লক্ষ্যবস্তু PQ দর্পণের বক্রতার কেন্দ্র C তে অবস্থিত। এখন Q হতে একটি রশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালে M বিন্দুতে আপতিত হয়ে প্রধান ফোকাসের মধ্য দিয়ে MFI পথে প্রতিফলিত হয়। Q হতে অপর একটি রশ্মি প্রধান ফোকাস দিয়ে দর্পণের M′ বিন্দুতে আপতিত হয়ে প্রধান অক্ষের সমান্তরাল M′I পথে প্রতিফলিত হয়। প্রতিফলিত রশ্মিদ্বয় I বিন্দুতে মিলিত হয়। সুতরাং I হলো Q বিন্দুর বাস্তব প্রতিবিম্ব। I থেকে প্রধান অক্ষের উপর IN লম্ব টানা হলো তাহলে IN হলো PQ এর প্রতিবিম্ব। এখানে চিত্র থেকে স্পষ্ট যে, PQ = IN.

$$\therefore \text{বিবর্ধন} = \frac{\text{বিম্বের দৈর্ঘ্য}}{\text{বস্তুর দৈর্ঘ্য}} = \frac{\text{প্রতিবিম্বের দূরত্ব}}{\text{বস্তুর দূরত্ব}} = \frac{CO}{CO} = 1$$

সুতরাং সৃষ্ট প্রতিবিম্বটির দৈর্ঘ্য PQ এর সমান হবে।

৬২নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো পরিবাহীর যেকোনো প্রস্থচ্ছেদের মধ্যদিয়ে একক সময়ে যে পরিমাণ আধান প্রবাহিত হয় তাকে তড়িৎ প্রবাহ বলে।

খ যখন কোনো বস্তুর উপর আলো পড়ে তখন বস্তুটি অন্য রংগুলো শোষণ করে নিয়ে ঐ বস্তুর রংটি প্রতিফলিত করে। অর্থাৎ প্রতিফলিত আলোর যে বর্ণ থাকে বস্তুটিকে আমরা সেই বর্ণের দেখতে পাই। এক্ষেত্রে লাল আলোতে সবুজ রঙের গাছের পাতাকে দেখলে এটির সম্পূর্ণ অংশ লাল রংকে শোষণ করে নেয়। ফলে প্রতিফলিত হওয়ার কোনো রং পাওয়া যায় না। তাই লাল আলোতে গাছের পাতা কালো দেখায়।

গ আমরা জানি,

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

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

বা, $\frac{1}{u} = \frac{1}{4} - \frac{1}{(-8)}$

বা, $\frac{1}{u} = \frac{1}{4} + \frac{1}{8}$

বা, $\frac{1}{u} = \frac{2+1}{8}$

বা, $\frac{1}{u} = \frac{3}{8}$

বা, $u = \frac{8}{3}$

$\therefore u = 2.67$ cm

এখানে,
লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য, $l = 5$cm
ফোকাস দূরত্ব, $f = 4$ cm
প্রতিবিম্বের দূরত্ব, $v = -8$cm
[বিম্ব দর্পণের পেছনে হওয়ায় v ঋণাত্মক]
লক্ষ্যবস্তুর অবস্থান, $u = ?$
বিম্বের দৈর্ঘ্য, $l' = ?$

আবার,

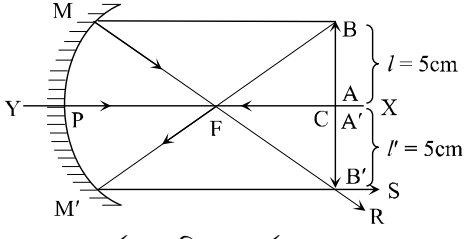
আমরা জানি, বিবর্ধন, $m = \left|\frac{v}{u}\right| = \frac{l'}{l}$

বা, $\left|\frac{v}{u}\right| = \frac{l'}{l}$

বা, $\left|\frac{-8}{2.67}\right| = \frac{l'}{5}$

$\therefore l' = 14.98$ cm **(Ans.)**

ঘ



চিত্র-MPM′ এ অবতল দর্পণে C বিন্দুতে অর্থাৎ বক্রতার কেন্দ্রে AB লক্ষ্যবস্তু রাখা হলে সমান দৈর্ঘ্যের বাস্তব উল্টো প্রতিবিম্ব পাওয়া যাবে।

AB লক্ষ্যবস্তুর B হতে আলোকরশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালে এসে M বিন্দুতে প্রতিফলিত হয়ে তা MR বরাবর চলে যায়। B হতে আগত অপর আলোক রশ্মি প্রধান ফোকাস F দিয়ে এসে দর্পণের M′ বিন্দুতে প্রতিফলিত হয়ে M′S বরাবর চলে যায়। লক্ষ্যবস্তুর পাদবিন্দু A হতে একটি আলোকরশ্মি প্রধান অক্ষ বরাবর গিয়ে দর্পণে প্রতিফলিত হয়ে একই পথে ফিরে আসে। MR ও M′S রশ্মি B′ বিন্দুতে মিলিত হয়। B′ হতে প্রধান অক্ষের উপর লম্ব টানলে A′B′ পাওয়া যায়, যা AB এর প্রতিবিম্ব। এক্ষেত্রে A, A′ একই বিন্দু যা বক্রতার কেন্দ্র C নির্দেশ করে।

এখানে, AB = A′B′

অর্থাৎ অবতল দর্পণের সামনে লক্ষ্যবস্তুকে বক্রতার কেন্দ্রে রাখা হলে সমান আকারের প্রতিবিম্ব পাওয়া যাবে।

৬৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে মসৃণ তলে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে তাকে দর্পণ বলে।

খ আলোর প্রতিফলনের সূত্র অনুযায়ী সমতল বা গোলীয় দর্পণে প্রতিফলন কোণ আপতন কোণের সমান হয়। সমতল দর্পণে আপতিত রশ্মি লম্বভাবে আপতিত হলে আপতন কোণ 0° হয়। অর্থাৎ দর্পণে আলোকরশ্মি আপতন বিন্দুতে অঙ্কিত অভিলম্ব বরাবর আপতিত হয়। ফলে প্রতিফলিত রশ্মিটি 0° কোণে ফিরে আসার ফলে প্রতিফলন কোণ 0° হয়। তাই সমতল দর্পণে লম্বভাবে আপতিত রশ্মি একই পথে ফিরে আসে।

গ আমরা জানি,

এখানে,
বস্তুর দূরত্ব, u = 10 cm
বিম্বের দূরত্ব, v = – 20 cm
বক্রতার ব্যাসার্ধ, r = ?

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

বা, $\frac{1}{f} = \frac{1}{-20} + \frac{1}{10}$

বা, $\frac{1}{f} = \frac{-1+2}{20}$

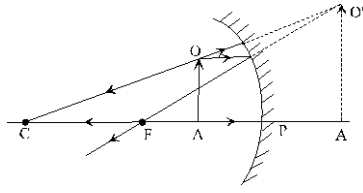
বা, $\frac{1}{f} = \frac{1}{20}$

$\therefore f = 20$ cm

এখন, বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r = 2f$
$= 2 \times 20$
$= 40$ cm

$\therefore$ বক্রতার ব্যাসার্ধ 40 cm **(Ans.)**

ঘ ‘গ’ হতে পাই, দর্পণের মেরু হতে ফোকাস বিন্দুর দূরত্ব 20cm। উদ্দীপকের লক্ষ্যবস্তুটি অবতল দর্পণের মেরু ও প্রধান ফোকাসের মাঝে অবস্থিত। অতএব, এক্ষেত্রে বস্তুটির অবাস্তব প্রতিবিম্ব তৈরি হবে। তাহলে, রশ্মিচিত্র :



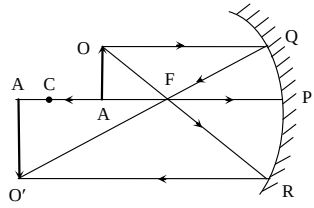
চিত্র থেকে দেখা যায়–

প্রতিবিম্বের অবস্থান : দর্পণের পিছনে

প্রতিবিম্বের আকৃতি : অবাস্তব এবং সিধা

প্রতিবিম্বের আকৃতি : বিবর্ধিত।

আবার বস্তুটিকে দর্পণের সামনে মেরু হতে 20 cm অপেক্ষা বেশি দূরত্বে রাখলে অর্থাৎ বস্তুটির অবস্থান প্রধান ফোকাস ও বক্রতার কেন্দ্রের মাঝে অথবা প্রধান ফোকাস ও অসীমের মাঝে রাখলে বস্তুটির বাস্তব প্রতিবিম্ব তৈরি হবে। তাহলে, রশ্মিচিত্র :



চিত্র থেকে দেখা যায়–

প্রতিবিম্বের অবস্থান : বক্রতার কেন্দ্র ও অসীমের মাঝে

প্রতিবিম্বের প্রকৃতি : বাস্তব এবং উল্টো

প্রতিবিম্বের আকৃতি : বিবর্ধিত

৬৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক গোলীয় দর্পণের মেরু বিন্দু থেকে প্রধান ফোকাস পর্যন্ত দূরত্বকে ফোকাস দূরত্ব বলে।

খ একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোকরশ্মি কোনো সমতল দর্পণে বা খুব ভালোভাবে পালিশ করা কোনো ধাতবপৃষ্ঠে আপতিত হলে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে। মসৃণ তলে প্রতিফলনের ফলে প্রতিফলিত রশ্মিগুচ্ছ সমান্তরাল থাকে। এক্ষেত্রে রশ্মিগুচ্ছে প্রত্যেকটি আলোকরশ্মির আপতন কোণ ও প্রতিফলন কোণ সমান হয়। কিন্তু অমসৃণ তলে প্রতিফলনের ফলে প্রতিফলিত রশ্মিগুচ্ছ সমান্তরাল থাকে না। ফলে রশ্মিগুচ্ছে প্রত্যেকটি আলোকরশ্মির আপতন কোণ ও প্রতিফলন কোণ অসমান হয়। তাই আলোর নিয়মিত প্রতিফলন ও অনিয়মিত প্রতিফলন এক নয়।

গ আমরা জানি,

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

বা, $\frac{1}{v}=\frac{1}{40}-\frac{1}{20}$

বা, $\frac{1}{v}=\frac{1-2}{40}$

বা, $\frac{1}{v}=-\frac{1}{40}$

$\therefore v = -40$ cm

অতএব, দর্পণের 40 cm পেছনে বিম্বটি গঠিত হয়।

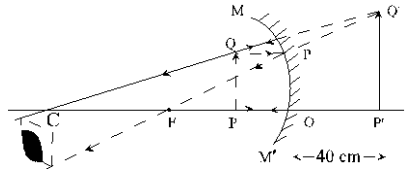
উদ্দীপক হতে পাই,

ফোকাস দূরত্ব, $f = 0.4$ m $= 40$ cm

বস্তুর দূরত্ব, $u = \frac{f}{2} = \frac{40}{2} = 20$cm

বিম্বের দূরত্ব, $v = ?$

ঘ উদ্দীপকের লক্ষ্যবস্তুটি একটি অবতল দর্পণের সামনে মেরু হতে ফোকাস দূরত্বের অর্ধেকে রাখা আছে। 'গ' হতে, বিম্বের দূরত্ব − 40 cm পাওয়া যায়। লক্ষ্যবস্তুটির বিম্ব গঠন প্রক্রিয়া নিচে রশ্মিচিত্রের সাহায্যে দেখানো হলো−



MOM′ অবতল দর্পণের মেরু ও ফোকাসের মধ্যে স্থাপিত PQ লক্ষ্যবস্তুর Q বিন্দু হতে একটি আলোকরশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর প্রধান ফোকাস দিয়ে গমন করে। অপর একটি আলোকরশ্মি বক্রতার ব্যাসার্ধ বরাবর আপতিত হয়ে একই পথে ফিরে আসে। প্রতিফলিত রশ্মিদ্বয় পেছনের দিকে বাড়ালে Q′ বিন্দুতে মিলিত হয়। অর্থাৎ Q′ বিন্দু হতে প্রতিফলিত রশ্মিদ্বয় অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়। P হতে আলোকরশ্মি প্রধান অক্ষ বরাবর আপতিত হয়ে একই পথে ফিরে আসে। Q′ বিন্দু হতে প্রধান অক্ষের উপর P′Q′ লম্ব আকঁলে অঙ্কিত লম্বই হলো PQ এর বিম্ব।

চিত্রানুযায়ী দেখানো যায়,

বিম্বের অবস্থান : দর্পণের পেছনে মেরু হতে 40 cm দূরে।

প্রকৃতি : অবাস্তব এবং সোজা।

আকৃতি : বিবর্ধিত।

নবম অধ্যায় : আলোর প্রতিসরণ

৬৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট বর্ণের আলোকরশ্মি ঘন মাধ্যম হতে হালকা মাধ্যমে প্রবেশ করলে আপতন কোণের যে মানের জন্য প্রতিসরিত রশ্মি বিভেদতল ঘেষে যায় অর্থাৎ প্রতিসরণ কোণ 90° হয় তাকে ক্রান্তি কোণ বলে।

খ আমরা জানি, সূর্যের আলোতে সাতটি রঙের দৃশ্যমান তরঙ্গ থাকে। গাছের পাতা সূর্যের আলোর সাতটি রঙের মধ্যে কেবল সবুজ রঙটি প্রতিফলিত করে আর বাকি রঙগুলো শোষণ করে নেয়। তাই সূর্যের আলোতে গাছের পাতা সবুজ দেখায়।

গ আমরা জানি,

$${}_a\eta_b = \frac{c_a}{c_b}$$

বা, $\frac{\eta_a}{\eta_b} = \frac{c_a}{c_b}$

বা, $\eta_a \times c_b = c_a \times \eta_b$.

বা, $c_b = \frac{c_a \times \eta_b}{\eta_a}$

বা, $c_b = \frac{3 \times 10^8 \times 1.52}{1}$

বা, $c_b = 4.56 \times 10^8\ ms^{-1}$

$\therefore$ b মাধ্যমে আলোর বেগ $4.56 \times 10^8 ms^{-1}$.

ঘ এখানে,

আপতন কোণ, $i = 47°$

$C_a = 3 \times 10^8\ ms^{-1}$

$_a\eta_b = \frac{\eta_b}{\eta_a} = \frac{1.52}{1} = 1.52$

b ঘন মাধ্যম, a হালকা মাধ্যম। সংকট কোণ θ_c হলে,

$\sin\theta_c = \frac{1}{_a\eta_b}$

বা, $\theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{1.52}\right)$

$= 41.13°$

$\therefore$ কিন্তু আপতন কোণ $i = 47° > \theta_c$.

তাই, পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন হবে। অর্থাৎ a মাধ্যমে আলো গমন করবেনা।

৬৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক অপটিক্যাল ফাইবারে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের ঘটনা ঘটে।

খ একজোড়া নির্দিষ্ট মাধ্যম এবং কোনো একটি নির্দিষ্ট বর্ণের আলোকরশ্মি এক মাধ্যম থেকে অপর মাধ্যমে প্রতিসৃত হলে যদি আপতন কোণ i এবং প্রতিসরণ কোণ r হয় তাহলে $\frac{\sin i}{\sin r}$ যে ধ্রুব সংখ্যা হয় তাকে বলা হয় ঐ বর্ণের আলোর জন্য প্রথম মাধ্যমের সাপেক্ষে দ্বিতীয় মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক। আর sin i ও sin r এর অনুপাত অর্থাৎ একই জাতীয় দুটি রাশির অনুপাত হওয়ার কারণে প্রতিসরণাঙ্কের কোনো একক নেই।

গ ধরি b মাধ্যমে আলোর বেগ, C_b

উদ্দীপক হতে পাই,

a মাধ্যমের সাপেক্ষে b মাধ্যমে আলোর প্রতিসরণাঙ্ক, $_an_b = 1.33$

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

b মাধ্যমে আলোর বেগ, $C_b = ?$

আমরা জানি,

$_an_b = \frac{C_a}{C_b}$

বা, $C_b = \frac{C_a}{_an_b}$

বা, $C_b = \frac{3 \times 10^8 ms^{-1}}{1.33}$

$\therefore C_b = 2.25 \times 10^8 ms^{-1}$

ঘ এখানে a মাধ্যমের সাপেক্ষে b মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক, ${}_an_b = 1.33$

আপতন কোণ, $i = 90° - 60° = 30°$

M বিন্দুতে থাকা ডুবুরী P বিন্দুতে দাঁড়ানো উদ্ধারকারীকে তখনই দেখতে পাবে যখন b মাধ্যম হতে a মাধ্যমে আলো প্রতিসরণের ক্ষেত্রে প্রতিসরিত রশ্মি বিভেদতল ঘেষে যাবে। আর b হতে a তে আলো প্রতিসরণের ক্ষেত্রে বিভেদতল ঘেষে যাবে যখন আপতিত রশ্মি ক্রান্তি কোণে আপতিত হয়।

b সাপেক্ষে a মাধ্যমের ক্রান্তি কোণ θ_c হলে,

$${}_an_b = \frac{1}{\sin\theta_c}$$

বা, $\sin\theta_c = \frac{1}{1.33} = 0.752$

বা, $\theta_c = \sin^{-1}(0.752)$

$\therefore\ \theta_c = 54.17°$

$\therefore$ আপতন কোণ বাড়াতে হবে $= (54.17° - 30°) = 24.17°$ সুতরাং ডুবুরী P বিন্দুতে দাঁড়ানো উদ্ধারকারীকে দেখতে পাবে যদি ডুবুরী M বিন্দু হতে আরো 24.17° বেশি আপতন কোণে অবস্থান করে। অর্থাৎ ডুবুরীর অভিলম্বের সাথে $(30° + 24.17°) = 54.17°$ কোণে অবস্থান করতে হবে।

৬৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো স্বচ্ছ মাধ্যমের দুই বিপরীত প্রতিসারক তল বা পৃষ্ঠ সমান্তরাল না হলে তাকে প্রিজম বলে।

খ দুটি স্বচ্ছ হেলানো সমতল পৃষ্ঠ দ্বারা সীমাবদ্ধ প্রতিসারক মাধ্যমকে প্রিজম বলে।

আলোক রশ্মি প্রথম পৃষ্ঠে আপতিত হওয়ার পর প্রতিসরণের সময় দিক পরিবর্তন করে এবং পুনরায় সে রশ্মি ২য় পৃষ্ঠে আপাতনের সময় রাশির অভিমুখ পরিবর্তন করে।

আলোর বর্ণালির উপর নির্ভর করে মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক ভিন্ন ভিন্ন হয় বলে একেক রঙের আলোর অভিমুখ পরিবর্তন এক এক রকমের হয়ে থাকে। সাদা রঙের আলো সাতটি বর্ণে বিশ্লেষিত হয়।

অপরদিকে লেন্সের কাজ হচ্ছে আলোকরশ্মি অভিসারী বা অপসারী করা। চশমা, অণুবীক্ষণ, যন্ত্র, টেলিস্কোপ ইত্যাদি জায়গায় আলোক রশ্মিকে ফোকাসিং এর ক্ষেত্রে লেন্স ব্যবহার করা হয়।

গ আমরা জানি,

$${}_a\eta_g = \frac{\sin i}{\sin r}$$

বা, $\sin r = \frac{\sin i}{{}_a\mu_g}$

বা, $\sin r = \frac{\sin 60°}{1.52}$

বা, $r = \sin^{-1}\left(\frac{\sin 60°}{1.52}\right)$

$\therefore\ r = 34.73°$

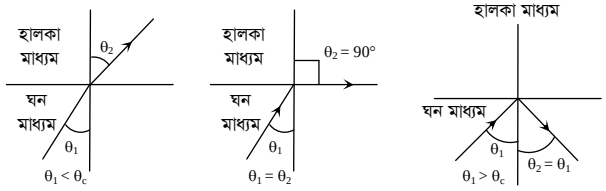
এখানে,
কাচের প্রতিসরণাঙ্ক, ${}_a\eta_g = 1.52$
আপতন কোণ, $i = 90° - 30° = 60°$
প্রতিসরণ কোণ, $\angle BON = r = ?$

ঘ কাচ ফলকটি অধিকতর চকচকে দেখাবে যদি আলোর পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটে।

আলোর পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের শর্ত–

i. আপতিত রশ্মি ঘন মাধ্যম থেকে ঘন ও হালকা মাধ্যমের বিভেদ তলে আপতিত হবে।

ii. আপতন কোণের মান ক্রান্তি কোণের চেয়ে বড় হতে হবে।



চিত্র ২ এর ঘটনার ক্ষেত্রে,

ধরি, ক্রান্তি কোণের মান, θ_c এবং ক্রান্তি কোণের দরুন প্রতিসরণ কোণ $r = 90°$

আমরা জানি,

$$\sin\theta_c = \frac{\sin 90°}{n}$$

বা, $\sin\theta_c = \frac{1}{1.52}$

এখানে,
কাচের প্রতিসরণাঙ্ক, $n = 1.52$
ক্রান্তি কোণ, $\theta = ?$

বা, $\theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{1.52}\right)$

$\therefore \quad \theta_c = 41.14°$

এখন পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের শর্তানুযায়ী, আপাতন কোণের মান ক্রান্তি কোণের চেয়ে বড় হতে হবে।

সুতরাং চিত্র-২ এর কাচ ফলকটি অধিকতর চকচকে দেখার জন্য PO রশ্মির আপাতন কোণের মান 41.14° এর চেয়ে অধিক হতে হবে।

৬৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে মসৃণ তলে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে তাকে দর্পণ বলে।

খ আলোর বেগ হালকা মাধ্যমে বেশি এবং ঘন মাধ্যমে তুলনামূলক কম। বায়ু মাধ্যমের তুলনায় কাচ, পানি বা অন্য কোনো মাধ্যমকে ঘন মাধ্যম ধরা হয়। প্রতিসরণের নিয়মানুযায়ী আলো হালকা মাধ্যম থেকে ঘন মাধ্যমে প্রবেশ করলে প্রতিসরিত রশ্মি অভিলম্বের দিকে বেঁকে যায়। তাই বলা যায়, বিভিন্ন মাধ্যমে আলোর বেগের তারতম্যের কারণে আলোর প্রতিসরণ ঘটে।

গ এখানে,

আলোর বেগ $= 3 \times 10^8 ms^{-1}$

$\therefore$ ১ম মাধ্যম শূন্য মাধ্যম।

ধরি, ১ম মাধ্যম = a এবং ২য় মাধ্যম = b

$i = 20°$ এবং $r = 13.18°$

আমরা জানি, ${}_an_b = \frac{\sin i}{\sin r}$

২য় মাধ্যম সাপেক্ষে ১ম মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্ক, ${}_bn_a = \frac{\sin r}{\sin i} = \frac{\sin 13.18°}{\sin 20°} = 0.667$

ঘ এখানে, $i_1 = 20°$ $r_1 = 13.18°$

$i_2 = 25°$ $r_2 = 16.36°$

$i_3 = 28°$ $r_3 = 18.23°$

$i_4 = 36°$ $r_4 = 23.05°$

এখন, $\frac{\sin i_1}{\sin r_1} = \frac{\sin 20°}{\sin 13.18°} = 1.5$

$\frac{\sin i_2}{\sin r_2} = \frac{\sin 25°}{\sin 16.36°} = 1.5$

$\frac{\sin i_3}{\sin r_3} = \frac{\sin 28°}{\sin 18.23°} = 1.5$

$\frac{\sin i_4}{\sin r_4} = \frac{\sin 36°}{\sin 23.05°} = 1.5$

$\frac{\sin i_1}{\sin r_1} = \frac{\sin i_2}{\sin r_2} = \frac{\sin i_3}{\sin r_3} = \frac{\sin i_4}{\sin r_4} = 1.5$

প্রতিসরণের ২য় সূত্র থেকে আমরা জানি,

এক জোড়া নির্দিষ্ট মাধ্যম ও নির্দিষ্ট রঙের আলোর জন্য আপতন কোণের সাইন ও প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাত সর্বদা ধ্রুব থাকে।

সুতরাং উদ্দীপকের ছকের তথ্যগুলো আলোর প্রতিসরণ ২য় সূত্র সমর্থন করে।

দশম অধ্যায় : স্থির বিদ্যুৎ

৬৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল পদার্থের মধ্য দিয়ে তড়িৎ তথা আধান সহজে চলাচল করতে পারে তাদেরকে পরিবাহী বলে।

খ আমরা জানি, উঁচু দালানে বজ্রপাত থেকে রক্ষার জন্য বজ্র নিরোধক দণ্ড লাগানো হয়। এটি এক ধরনের লোহার তৈরি রড। এটি বাসাবাড়ি বা উঁচু দালানের ছাদে লাগানো থাকে। লোহা বিদ্যুৎ সুপরিবাহী, এ কারণে বজ্র নিরোধক দণ্ড হিসেবে লোহা ব্যবহার করা হয়। কারণ উঁচু দালানে বজ্রপাত ঘটলে তা লোহার ভেতর দিয়ে সহজেই ভূমিতে চলে যেতে পারে।

তাই বজ্রপাতের সময় উঁচু দালানে অবস্থান করা বিপজ্জনক হলেও পূর্ব প্রস্তুতি থাকলে দুর্ঘটনা এড়ানো সম্ভব।

গ আমরা জানি,

$F = k\frac{q_1q_2}{d^2}$

$= 9 \times 10^9 \times \frac{15 \times 10}{(5)^2}$

$= 5.4 \times 10^{10}$N.

অর্থাৎ ক্রিয়াশীল বল 5.4×10^{10}N.

এখানে,

প্রথম আধান, $q_1 = +15C$

দ্বিতীয় আধান, $q_2 = +10C$

মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 5m$

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

ক্রিয়াশীল বল, $F = ?$

ঘ স্পর্শ করানোর পূর্বে বল, $F = 5.4 \times 10^{10}$N. [‘গ’ হতে]

আবার, চার্জ দুটিকে পরস্পরের সংস্পর্শে আনলে বেশি চার্জ থেকে কম চার্জের দিকে চার্জ যাবে। তখন উভয়ের চার্জের পরিমাণ হবে $= \frac{15C + 10C}{2} = 12.5C$

এক্ষেত্রে বিকর্ষণ বল হবে, $F = k\frac{q_1q_2}{d^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{12.5 \times 12.5}{(5)^2} = 5.625 \times 10^{10}$N.

$\therefore$ বলের মান পরিবর্তন হবে $= (5.625 \times 10^{10} - 5.4 \times 10^{10})$N.

$= 0.225 \times 10^{10}$N.

অর্থাৎ চার্জযুক্ত বস্তুদ্বয়কে পরস্পরের সাথে সংস্পর্শে এনে পুনরায় পূর্বের জায়গায় স্থাপন করা হলে ক্রিয়াশীল বলের পরিবর্তন হবে 0.225×10^{10}N.

৭০নং প্রশ্নের উত্তর

ক তাপমাত্রা স্থির থাকলে কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে যে তড়িৎ প্রবাহ চলে তা ঐ পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্যের সমানুপাতিক।

খ শুকনো কাঠ একটি অপরিবাহী পদার্থ। আমরা জানি যে সকল পদার্থে মুক্ত ইলেকট্রন বিদ্যমান কেবল মাত্র ঐ সকল পদার্থই বিদ্যুৎ পরিবহণ করে অর্থাৎ ঐ সকল পদার্থই পরিবাহী। যেহেতু শুকনো কাঠের মধ্যে কোনো মুক্ত ইলেকট্রন থাকে না তাই শুকনো কাঠ একটি অপরিবাহী পদার্থ।

গ উদ্দীপক হতে পাই,

A বিন্দুতে স্থাপিত চার্জ, $q_1 = +12$ C

B ” ” ” $q_2 = +28$ C

A ও B এর মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 50$ cm $= 0.5$ m

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

চার্জদ্বয়ের মধ্যকার বিকর্ষণ বল, $F = ?$

আমরা জানি,

$$F = k\frac{q_1q_2}{d^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{12 \times 28}{(0.5)^2} = 1.21 \times 10^{13}\text{N}.$$

ঘ যেহেতু উভয় গোলকের আকার একই তাই আধানদ্বয়কে পরিবাহী তার দ্বারা সংযুক্ত করা হলে +28C থেকে +12C আধান বিশিষ্ট গোলকের দিকে আধান পরিবাহিত হবে, যতক্ষণ না এদের উভয়ের আধান সমান হয়। সংযুক্ত অবস্থায় আধান সমান হয়ে গেলে কোনো বল কাজ করবে না।

সাম্যাবস্থায় তড়িৎ প্রবাহ বন্ধ হওয়ার পর সংযোগকারী তার খুলে নিলে এদের কুলম্ব বল ক্রিয়া করলে গোলকদ্বয়ের মোট আধান $= 12 + 28 = +40$ C

সুতরাং প্রতিটি গোলকের আধানের পরিমাণ হবে, $q = +20$C

মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 0.5$ m

বিকর্ষণ বল, $F' = k\frac{q_1q_2}{d^2}$

$$= 9 \times 10^9 Nm^2C^{-2} \times \frac{20C \times 20C}{(0.5)^2} = 1.44 \times 10^{13}\text{N}$$

যা পূর্বের $F = 1.21 \times 10^{13}$N এর তুলনায় বেশি। অর্থাৎ আধানদ্বয়কে পরিবাহী তার দ্বারা সংযুক্ত করে আবার বিচ্ছিন্ন করলে এদের মধ্যে বিকর্ষণ বল পূর্বের তুলনায় বৃদ্ধি পাবে।

৭১নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে যন্ত্রের সাহায্যে পর্যায়বৃত্ত উচ্চ বিভবকে নিম্ন বিভবে বা পর্যায়বৃত্ত নিম্ন বিভবকে উচ্চ বিভবে রূপান্তরিত করা যায় তাকে ট্রান্সফর্মার বলে।

খ কোনো বর্তনীর বিভব 100V বলতে বুঝায়, 1C আধানের তড়িৎ প্রবাহ কোষ সমেত ঐ বর্তনীর এক বিন্দু হতে সম্পূর্ণ বর্তনী একবার ঘুরিয়ে ঐ বিন্দুতে আনতে 100J কাজ সম্পন্ন হয়।

গ আমরা জানি,

$$F = k\frac{q_1q_2}{r^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \times \frac{20 \times 20}{(1)^2}$$

$$= 3.6 \times 10^{12}N.$$

চিত্র ক অনুসারে,

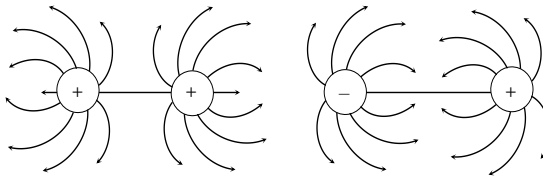
$q_1 = 20C$

$q_2 = 20C$

$r = 1m$

অর্থাৎ চার্জিত বস্তুদ্বয়ের মধ্যবর্তী বিকর্ষণ বলের মান $3.6 \times 10^{12}N$.

ঘ



চিত্র (ক) এর বলরেখাচিত্র (খ) এর বলরেখা

চিত্র (ক) এর বলরেখা অনুযায়ী সমান মানের দুটি ধনাত্মক আধান পাশাপাশি স্থাপন করলে বলরেখাগুলো পরস্পরের বিপরীতমুখী হবে। কারণ এক্ষেত্রে বিভবের মান শূন্য, যার ফলে কোনো আধানের প্রবাহও হবে না। অর্থাৎ কোনো তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হবে না। আমরা জানি, উচ্চ বিভব থেকে নিম্ন বিভবের দিকে আধান প্রবাহিত হয়। আর এখানে যেহেতু বিভব V = 0. তাই তড়িতের প্রবাহও নেই। তাই বলরেখাগুলোও বিপরীতমুখী।

আবার, চিত্র (খ) এর বলরেখা অনুযায়ী দুটি ভিন্নধর্মী আধান পাশাপাশি স্থাপন করলে বলরেখাগুলো পরস্পরের সমমুখী হবে, কারণ এক্ষেত্রে বিভবের সৃষ্টি হবে, যার ফলে আধানের প্রবাহ হবে। অর্থাৎ তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হবে। তাই বলরেখাগুলোও সমমুখী।

৭২নং প্রশ্নের উত্তর

ক আল্ট্রাসনোগ্রাফি যন্ত্রে ব্যবহৃত শব্দ তরঙ্গের কম্পাঙ্ক সীমা (1 – 10) MHz।

খ বাল্বে 220V – 25W লেখা থাকলে তার অর্থ হলো– বাল্বটি 220V বৈদ্যুতিক ভোল্টেজে চালালে এটি সর্বোচ্চ 25 W ক্ষমতা সহ জলবে অর্থাৎ প্রতি সেকেন্ডে সর্বোচ্চ 25J বিদ্যুৎ শক্তিকে তাপ ও আলোক শক্তিতে পরিণত করবে। আবার, 220V এর কম মানের ভোল্টেজে চালালে এটি সেকেন্ডে 25J অপেক্ষা কম বিদ্যুৎ শক্তি ব্যয় করবে এবং ভোল্টেজ 220V এর বেশি হলে বাল্বটি নষ্ট হয়ে যেতে পারে।

গ আমরা জানি,

$$F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$$

$$= \frac{9 \times 10^9 \times 50 \times 25}{(1)^2}$$

$$= 1.125 \times 10^{13}N$$

এখানে,

প্রথম আধান, $q_1 = +50C$

দ্বিতীয় আধান, $q_2 = +25C$

আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $r = 100\ cm = 1m$

কুলম্ব ধ্রুবক, $k = 9 \times 10^9\ Nm^2/C^2$

মধ্যবর্তী বিকর্ষণ বল, $F = ?$

$\therefore$ আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী বিকর্ষণ বল $1.125 \times 10^{13}N$। **(Ans.)**

ঘ ধরি, A হতে C এর দূরত্ব x

$\therefore$ B হতে C এর দূরত্ব $100 - x$

প্রশ্নমতে,

$$F_{AC} = F_{BC}$$

বা, $k\frac{Q_AQ_C}{x^2} = k\frac{Q_BQ_C}{(100-x)^2}$

বা, $\frac{k.\ 50 \times 10}{x^2} = \frac{k\ .25 \times 10}{(100-x)^2}$

বা, $\frac{50}{x^2} = \frac{25}{(100-x)^2}$

বা, $\frac{\sqrt{2}}{x} = \frac{1}{100-x}$

বা, $100\sqrt{2} - \sqrt{2}\,x = x$

বা, $x(1+\sqrt{2}) = 100\sqrt{2}$

বা, $x = \frac{100\sqrt{2}}{1+\sqrt{2}}$

$\therefore x = 77.78cm$

$= 0.7778m$

যেহেতু $x \neq 0.5\ m$, তাই, C বিন্দুটি AB এর মধ্যবিন্দু নয়।

৭৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক অসীম দূরত্ব থেকে একক ধনাত্মক আধানকে তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হয় তাকে ঐ বিন্দুর তড়িৎ বিভব বলে।

খ পেট্রোল বা অন্য জ্বালানির ট্রাক যখন তাদের জ্বালানি সরবরাহ করে তখন তাদের খুব সতর্ক থাকতে হয় যেন হঠাৎ করে কোনো বিদ্যুৎ স্ফুলিঙ্গ তৈরি হয়ে বড় কোনো বিস্ফোরণের জন্ম না দেয়। জ্বালানি ট্রাকের চাকার সাথে রাস্তার ঘর্ষণে স্থির বিদ্যুৎ তৈরি হলে এটা ঘটতে পারে, সেজন্য এই ধরনের ট্রাকের পেছনে ট্যাংক থেকে একটা শেকল ঝুলিয়ে দেওয়া হয়, সেটা রাস্তার সাথে ঘষা খেতে থাকে যেন কোনো স্থির বিদ্যুৎ তৈরি হলে সেটা যেন সাথে সাথে মাটিতে চলে যেতে পারে। এটিই হচ্ছে জ্বালানি পরিবহণের ক্ষেত্রে উৎপন্ন চার্জ দূরীকরণ কৌশল।

গ আমরা জানি,

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

$$= 9 \times 10^9 \times \frac{70 \times (-30)}{(1)^2}$$

$$= -1.89 \times 10^{13}\ N$$ [(–) চিহ্ন দ্বারা আকর্ষণধর্মী বল বোঝায়]। **(Ans.)**

উদ্দীপক হতে,

P বস্তুর চার্জ, $q_1 = +70C$

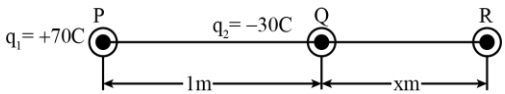
Q বস্তুর চার্জ, $q_2 = -30C$

চার্জদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $r = 1m$

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

ক্রিয়ারত বল, $F = ?$

ঘ মনে করি, Q হতে x মি. দূরত্বে R বিন্দুটি নিরপেক্ষ বিন্দু হবে অর্থাৎ R বিন্দুতে প্রাবল্য শূন্য হবে।



প্রশ্নমতে,

$$E_p + E_Q = 0$$

বা, $k\frac{q_1}{r_1^2} + k\frac{q_2}{r_2^2} = 0$

বা, $k\left(\frac{q_1}{r_1^2} + \frac{q_2}{r_2^2}\right) = 0$

বা, $\frac{70}{(1+x)^2} + \frac{(-30)}{x^2} = 0$

বা, $\frac{70}{(1+x)^2} = \frac{30}{x^2}$

বা, $\frac{70}{30} = \frac{(1+x)^2}{x^2}$

বা, $\frac{70}{30} = \left(\frac{1+x}{x}\right)^2$

বা, $\sqrt{\left(\frac{70}{30}\right)} = \frac{1+x}{x}$

বা, $\sqrt{\frac{7}{3}} = \frac{1}{x} + 1$ [বর্গমূল করে]

বা, $1.5275 - 1 = \frac{1}{x}$

বা, $0.5275 = \frac{1}{x}$

বা, $x = \frac{1}{0.5276}$

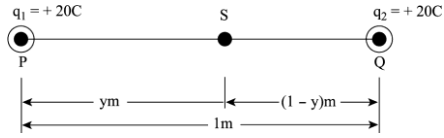
$\therefore\ x = 1.8956m$

P হতে নিরপেক্ষ বিন্দুর দূরত্ব = 1 + 1.8956 = 2.8956 m

আবার চার্জদ্বয় পরস্পরকে সংস্পর্শে আনলে বেশি চার্জ থেকে কম চার্জের দিকে যাবে। তখন উভয় চার্জের পরিমাণ হবে,

$$q_1 = q_2 = \frac{+70 + (-30)}{2} = \frac{40}{2} = 20C$$

এখন ধরি, P বিন্দু হতে y মি. দূরত্বে S বিন্দুতে নিরপেক্ষ বিন্দু হবে।



প্রশ্নমতে, $E_1 = E_2$

বা, $k\frac{q_1}{r_1^2} = k\frac{q_2}{r_2^2}$

বা, $\frac{q_1}{r_1^2} = \frac{q_2}{r_2^2}$

বা, $\frac{20}{y^2} = \frac{20}{(1-y)^2}$

বা, $y^2 = (1-y)^2$

বা, $y = 1 - y$

বা, $2y = 1$

বা, $y = \frac{1}{2}$

$\therefore$ $y = 0.5m$

অতএব P বিন্দু হতে নিরপেক্ষ বিন্দুর দূরত্ব = 0.5m

$\therefore$ নিরপেক্ষ বিন্দুর দূরত্বের পরিবর্তন $= (2.8956 - 0.5)m$
$= 2.4956m.$

সুতরাং নিরপেক্ষ বিন্দুর অবস্থান পূর্বের তুলনায় 2.4956 m পরিবর্তন হবে।

একাদশ অধ্যায় : চল বিদ্যুৎ

৭৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক তাপমাত্রা স্থির থাকলে কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে যে তড়িৎ প্রবাহ চলে তা ঐ পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্যের সমানুপাতিক।

খ কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর রোধকে ঐ তাপমাত্রায় এর উপাদানের আপেক্ষিক রোধ বলে।

আপেক্ষিক রোধ, $\rho = \frac{RA}{L}$

যদি L = 1 একক এবং A = 1 একক হলে, $\rho = R$ হয়। নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো পরিবাহির রোধ এর ভৌত অবস্থা যেমন– দৈর্ঘ্য, প্রস্থচ্ছেদ ইত্যাদির উপর নির্ভর করে কিন্তু এর আপেক্ষিক রোধ শুধুমাত্র এর উপাদানের উপর নির্ভর করে। তাই একই পদার্থের দৈর্ঘ্য বিভিন্ন হলেও আপেক্ষিক রোধ একই।

গ আমরা জানি,

$$\frac{1}{Rp_1} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

বা, $\frac{1}{Rp_1} = \frac{1}{8} + \frac{1}{8}$

বা, $\frac{1}{Rp_1} = \frac{2}{8}$

বা, $\frac{1}{Rp_1} = \frac{1}{4}$

$\therefore Rp_1 = 4\Omega$

এখানে,
$R_1 = 8\Omega$
এবং $R_2 = 8\Omega$.
$Rp_1 = ?$

আবার,

$$\frac{1}{Rp_2} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$= \frac{1}{20} + \frac{1}{10}$

$= \frac{1 + 2}{20}$

$= \frac{3}{20}$

$\therefore Rp_2 = \frac{20}{3}\Omega$

এখানে,
$R_3 = 20\Omega$
$R_4 = 10\Omega$.
$Rp_2 = ?$

$\therefore R_s = Rp_1 + Rp_2$

$= \left(4 + \frac{20}{3}\right)\Omega$

$= \left(\frac{12 + 20}{3}\right)\Omega$

$= \frac{32}{3}\Omega$

$= 10.67\Omega$.

অর্থাৎ বর্তনীর তুল্যরোধ 10.67Ω।

ঘ 'গ' থেকে পাই,

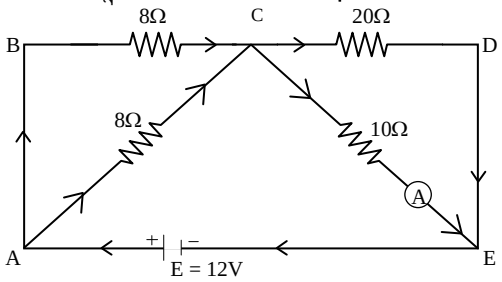
বর্তনীর তুল্যরোধ $R_s = 10.67\Omega$.

বর্তনীর মোট প্রবাহ $I_1 = \frac{E}{R_s}$

$= \frac{12}{10.67}$

$= 1.12A$

এখানে,
তড়িৎ চালক শক্তি
$E = 12V$
তুল্যরোধ
$R_s = 10.67\Omega$.



CE অংশের বিভব পার্থক্য $V_{CE} = I_1Rp_2 = \left(1.12 \times \frac{20}{3}\right) = 7.46V.$

$\therefore$ 10Ω রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহ $I_2 = \frac{V_{CE}}{10} = \frac{7.46}{10} = 0.746A$

অর্থাৎ অ্যামিটার A এর পাঠ 0.746A.

$\therefore \frac{I_2}{I_1} = \frac{0.746}{1.12}$

বা, $\frac{I_2}{I_1} = \frac{2}{3}$ $\therefore I_2 = \frac{2}{3}I_1.$

সুতরাং অ্যামিটারের (A) পাঠ বর্তনীর মূল প্রবাহমাত্রার $\frac{2}{3}$ অংশ।

৭৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক পরিবাহকের যে ধর্মের জন্য এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ বিঘ্নিত হয় তাকে রোধ বলে।

খ চার্জগ্রস্থ বস্তুকে ভূ-সংযোগ করলে এটি চার্জহীন হয়ে যায়। কারণ বস্তুটির চার্জগুলি ভূমিতে প্রবাহিত হয়। ফলে বস্তুটির চার্জ কমতে কমতে এক সময় শূন্য হয়ে যায়। আর তাছাড়া ভূমির বিভবকে শূন্য ধরা হয়। তাই Q = CV = C.0 = 0

একারণে চার্জগ্রস্থ বস্তুকে ভূ-সংযোগ করলে বস্তুটি চার্জহীন হয়ে যায়।

গ এখানে,

PQ অংশে R_2, R_3 ও R_4 রোধ বিদ্যমান,

এখন, R_2 ও R_3 শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত।

সুতরাং $R_s = R_2 + R_3 = (15 + 15)\Omega$
$= 30\Omega$

এখানে,
$R_2 = 15\Omega$
$R_3 = 15\Omega$
$R_4 = 30\Omega$

আবার, R_s রোধ R_4 এর সাথে সমান্তরালে যুক্ত।

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

বা, $\frac{1}{R_P} = \frac{1}{30} + \frac{1}{30}$

বা, $\frac{1}{R_P} = \frac{1+1}{30}$

বা, $\frac{1}{R_P} = \frac{2}{30}$

বা, $R_p = \frac{30}{2}$

$\therefore R_p = 15\Omega$

$\therefore$ PQ অংশের তুল্য রোধ 15Ω.

এখানে,
$R_s = 30\Omega$
$R_4 = 30\Omega$
$R_p = ?$

ঘ "গ" থেকে পাই PQ অংশের তুল্য রোধ $R_p = 15\Omega$ এখন PQ অংশটি R_1 এর সাথে শ্রেণীতে যুক্ত। সুতরাং বর্তনীর মোট তুল্যরোধ

$R_s = R_1 + R_p$
$= (20 + 15)\Omega$
$= 35\Omega$

এখানে,
$R_p = 15\Omega$
$R_1 = 20\Omega$
$R_s = ?$

$\therefore$ বর্তনীর মোট তুল্যরোধ 35Ω.

বর্তনীর মোট তড়িৎ প্রবাহ

$I_1 = \frac{E}{R_s}$

বা, $I_1 = \frac{3}{35}$

$\therefore I_1 = 0.085A$

এখানে,
$E = 3V$
$R_s = 35\Omega$
$I_1 = ?$

$\therefore$ R_1 বাল্বটির ক্ষমতা $P_1 = I_1^2 R_1$
$= (0.085)^2 \times 20$
$= 0.145W$

এখানে,
$R_1 = 20\Omega$

আবার, R_4 রোধের বাল্বটি অপসারণ করলে সবগুলো রোধ শ্রেণীতে যুক্ত থাকবে। এক্ষেত্রে মোট তুল্যরোধ হবে।

$R_s = R_1 + R_2 + R_3$
$= (20 + 15 + 15)\Omega$
$= 50\Omega$

এক্ষেত্রে বর্তনীর মোট তড়িৎ প্রবাহ

এখানে,
$R_1 = 20\Omega$
$R_2 = 15\Omega$
$R_3 = 15\Omega$
$R_s = ?$

$I_2 = \frac{E}{R_s} = \frac{3}{50}$
$= 0.06A$

$\therefore$ R_1 বাল্বের ক্ষমতা $P_2 = I_2^2 R_1$
$= (0.06)^2 \times 20$
$= 0.072W.$

এখানে,
$R_1 = 20\Omega$
$I_2 = 0.06A$
$P_2 = ?$

এখানে, $P_1 > P_2$। সুতরাং R_1 বাল্বটির উজ্জলতার পরিবর্তন হবে।

৭৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক পরিবাহকের যে ধর্মের জন্য এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ বিঘ্নিত হয় তাকে রোধ বলে।

খ হ্যাঁ, দুটি চার্জিত গোলককে পরিবাহী তার দ্বারা সংযুক্ত করলে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। এক্ষেত্রে যদি গোলক দুটির বিভব সমান না হয় তবেই বিদ্যুৎ প্রবাহিত হবে। পরিবাহী তারের মাধ্যমে চার্জিত গোলকগুলোর মধ্যে ইলেকট্রন প্রবাহ হয়, যা বিদ্যুৎ প্রবাহের মাধ্যমে শক্তিরূপে পরিণত হয়।

গ দেওয়া আছে,

$R_2 = 60\Omega$
$R_3 = 60\Omega$
$R_4 = 120\Omega$

বর্তনীর PQ অংশে R_2 ও R_3 শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত উক্ত রোধদ্বয়ের তুল্যরোধ R_s হলে,

$R_s = R_2 + R_3$
$= 60 + 60 = 120\Omega$

আবার, R_s রোধটি R_4 রোধের সাথে সমান্তরালে যুক্ত।

সুতরাং PQ অংশের তুল্যরোধ

$$\frac{1}{R_{PQ}} = \frac{1}{R_s} + \frac{1}{R_4}$$
$$= \frac{1}{120\Omega} + \frac{1}{120\Omega}$$
$$= \frac{1+1}{120\Omega}$$
$$= \frac{2}{120\Omega} = \frac{1}{60\Omega}$$

$\therefore R_{PQ} = 60\Omega$ **(Ans.)**

ঘ 'গ' হতে পাই, বর্তনীর PQ অংশের তুল্যরোধ $R_{PQ} = 60\Omega$

R_{PQ} রোধটি R_1 রোধের সাথে শ্রেণিতে যুক্ত।

সুতরাং বর্তনীর মোট তুল্যরোধ

$R = R_1 + R_{PQ}$
$= 100\ \Omega + 60\ \Omega$
$= 160\Omega$

এখানে, $R_1 = 100\Omega$

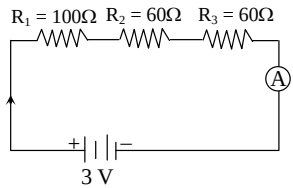
বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ, $I = \frac{E}{R}$

$$= \frac{3}{160\Omega}$$
$$= 0.0187\ A$$

$\therefore$ বর্তনীর অ্যামিটারের পাঠ হবে 0.0187A

এখন বর্তনীর R_1, R_2 ও R_3 রোধগুলোকে স্ব-স্থানে রেখে R_4 কে অপসারণ করলে R_1, R_2 ও R_3 রোধ শ্রেণিতে যুক্ত হবে। এক্ষেত্রে বর্তনীর তুল্যরোধ হবে–

$R_s = R_1 + R_2 + R_3$
$= 100\Omega + 60\Omega + 60\Omega$
$= 220\Omega$



বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ, $I = \frac{E}{R_s} = \frac{3}{220}$

$= 0.0136A$

সুতরাং বর্তনীতে R_4 রোধটি অপসারণ করলে বর্তনীতে (0.0187 – 0.0136) = 0.0051A তড়িৎ কম প্রবাহিত হবে।

৭৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদের মধ্য দিয়ে লম্বভাবে প্রতি সেকেন্ডে যে পরিমাণ আধান অতিক্রম করে তাকে তড়িৎপ্রবাহ বলে।

খ বিদ্যুতের বড় বড় দুর্ঘটনা হয় যখন হঠাৎ করে কোনো একটা ত্রুটির কারণে অনেক বেশি বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। হঠাৎ করে বিপজ্জনক বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ করার জন্য সার্কিট ব্রেকার ব্যবহার করা হয়। সার্কিট ব্রেকার এমনভাবে তৈরি করা হয় যে এর ভেতর থেকে নিরাপদ সীমার বেশি বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলেই সার্কিট ব্রেক বা বিচ্ছিন্ন করে দেয়। তাই বাসাবাড়িতে বৈদ্যুতিক সংযোগে সার্কিট ব্রেকার ব্যবহার করা হয়।

গ দেওয়া আছে, ১ম রোধ, $R_1 = 40\Omega$

২য় রোধ, $R_2 = 40\Omega$

৩য় রোধ, $R_3 = 80\Omega$

বর্তনীতে R_1, R_2, R_3 সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত। বর্তনীর তুল্যরোধ R_p হলে,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

বা, $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{40} + \frac{1}{40} + \frac{1}{80}$

বা, $\frac{1}{R_p} = \frac{2+2+1}{80}$

বা, $\frac{1}{R_p} = \frac{5}{80}$

বা, $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{16}$

$\therefore R_p = 16\Omega$

$\therefore$ বর্তনীর তুল্যরোধ 16Ω **(Ans.)**

ঘ 'গ' হতে পাই,

বর্তনীর তুল্যরোধ, $R_p = 16\Omega$

দেওয়া আছে, বর্তনীর বিভব পার্থক্য, $V = 12V$

সময়, $t = 6h$

বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ, $I_p = \frac{V}{R_p} = \frac{12}{16} = 0.75A$

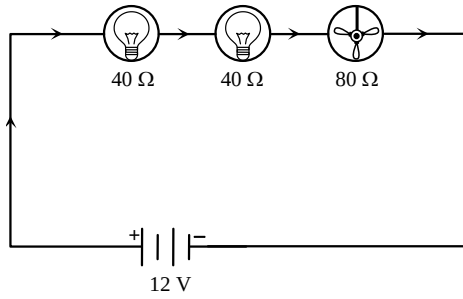
এখন, বর্তনীর মোট রোধের ক্ষমতা, $P_1 = I_p^2 R_p = (0.75)^2 \times 16 = 9W$

এখন, সমান্তরাল বর্তনীর ব্যয়িত তড়িৎ শক্তি,

$W_1 = \frac{P_1 t}{1000}$ kwh $= \frac{9 \times 6}{1000} = 0.054$ Unit

আবার, বর্তনীর বৈদ্যুতিক উপকরণগুলোকে শ্রেণিতে সংযোগ করলে, R_1, R_2, R_3 শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত থাকবে।

$\therefore$ বর্তনীর তুল্যরোধ R_s হলে, $R_s = R_1 + R_2 + R_3 = 40 + 40 + 80 = 160\Omega$



শ্রেণি বর্তনীতে তড়িৎপ্রবাহ, $I_s = \frac{V}{R_s} = \frac{12}{160} = 0.075A$

বর্তনীর মোট রোধের ক্ষমতা, $P_2 = I_s^2 R_s = (0.075)^2 \times 160 = 0.9W$

শ্রেণি বর্তনীর ব্যয়িত তড়িৎ শক্তি, $W_2 = \frac{Pt}{1000}$ kWh

$= \frac{0.9 \times 6}{1000}$ kWh $= 5.4 \times 10^{-3}$ Unit

উভয় বর্তনীতে ব্যয়িত শক্তির পরিবর্তন হবে,

$W_1 : W_2 = 0.054 : 5.4 \times 10^{-3}$

বা, $\frac{W_1}{W_2} = \frac{0.054}{5.4 \times 10^{-3}}$ Unit

বা, $W_1 = W_2 \times 10$ Unit

$\therefore$ সমান্তরাল বর্তনীতে ব্যয়িত শক্তি শ্রেণি বর্তনীতে ব্যয়িত শক্তির 10 গুণ হবে।

৭৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক ওহমের সূত্রটি হলো– স্থির তাপমাত্রায় কোনো ধাতব পরিবাহীর মধ্য দিয়ে যে তড়িৎ প্রবাহ চলে তা ঐ পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্যের সমানুপাতিক।

খ কোনো চার্জিত বস্তুর উপস্থিতিতে কোনো অচার্জিত বস্তু ক্ষণস্থায়ীভাবে চার্জিত হওয়াকে আবেশ বলে। যে চার্জের উপস্থিতিতে আবেশ ঘটে তাকে আবেশী চার্জ এবং অচার্জিত বস্তুতে যে চার্জের উদ্ভব হয় তাকে আবিষ্ট চার্জ বলে। আবেশী চার্জের ওপর আবিষ্ট চার্জের প্রকৃতি নির্ভর করে। আবেশী চার্জের নিকটবর্তী প্রান্তে বিপরীতধর্মী কিন্তু দূরবর্তী প্রান্তে সমধর্মী চার্জ আবিষ্ট হয়।

এজন্য আবেশী আধান ও আবিষ্ট আধান যুগপৎ ঘটনা।

গ 1000W এর একটির ইস্ত্রির ক্ষমতা, $P_1 = 1000W$

100W এর 4টি ফ্যানের ক্ষমতা, $P_2 = 100W \times 4 = 400W$

40W এর 5টি বাতির ক্ষমতা, $P_3 = 40W \times 5 = 200W$

$\therefore$ মোট ক্ষমতা, $P = P_1 + P_2 + P_3$

$= 1000W + 400W + 200W$

$= 1600W$

তড়িৎ বিভব, $V = 220V$.

সময়, $t = (31 \times 6)h = 186h$ [ধরি, জানুয়ারি মাস = 31 দিন]

সুতরাং জানুয়ারি মাসে ব্যয়িত শক্তি, $W = \frac{Pt}{1000}$ kWh

$= \frac{1600 \times 186}{1000}$ kWh

$= 297.6$ kWh

$= 297.6$ unit

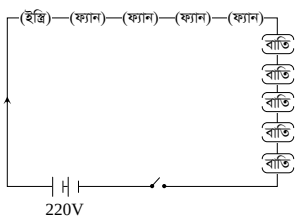
প্রতি ইউনিট বিদ্যুতের মূল্য = 5.00 টাকা

$\therefore$ 297.6 " " " = (297.6×5) টাকা

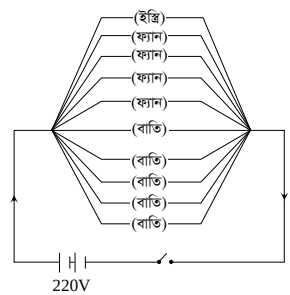
= 1488 টাকা।

অর্থাৎ মি. সায়েম সাহেব জানুয়ারি মাসে 1488 টাকার বিদ্যুৎ খরচ করবেন।

ঘ উপকরণগুলো দ্বারা একটি শ্রেণি ও সমান্তরাল বর্তনী নিচে অংঙ্কন করা হলো–



চিত্র-১ : শ্রেণি বর্তনী



চিত্র-২ : সমান্তরাল বর্তনী

গৃহে বিদ্যুতায়নের জন্য উপরের দুটি বর্তনীর মধ্যে সমান্তরাল সন্নিবেশ অর্থাৎ ২য় বর্তনীকে আমি অগ্রাধিকার দেব। কারণ ১ম বর্তনী শ্রেণি সন্নিবেশের চেয়ে সমান্তরাল সন্নিবেশের সুবিধা অনেক। নিচে এর অগ্রাধিকার দেওয়ার কারণ উল্লেখ করা হলো–

i. শ্রেণি সংযোগে একটি চাবি দিয়ে সব ফ্যান বা বাতি এক সাথে নিয়ন্ত্রণ করা হয়। অপরদিকে সমান্তরাল বর্তনীর ক্ষেত্রে আলাদা আলাদা চাবি দিয়ে নিয়ন্ত্রণ করা যায়। ফলে সুবিধামতো একটি ফ্যান বা বাতি জ্বালিয়ে অপরটি বন্ধ রাখা যায়।

ii. শ্রেণি সংযোগে বালবগুলো ব্যাটারি ভোল্টেজকে ভাগাভাগি করে নেয়। তাই বালব দুটোর বিপরীতে বিভব পার্থক্য কমে যায় ফলে তা কম আলো দেয়। অপর দিকে সমান্তরাল সংযোগে বালবগুলোর প্রত্যেকটি ব্যাটারির সম্পূর্ণ ভোল্টেজ পায়। ফলে তারা উজ্জ্বল আলো দেয়।

iii. শ্রেণি সংযোগের একটি বালব নষ্ট হলে অপর বালবটি আর জ্বলবে না। কিন্তু সমান্তরাল সংযোগের একটি বালব নষ্ট হলেও অপর বালবটি জ্বলবে।

অতএব, শ্রেণি সংযোগের তুলনায় সমান্তরাল সংযোগ অধিক উপযোগী।

৭৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক ট্রান্সডিউসার হলো এমন একটি ইলেকট্রনিক যন্ত্র যা এক প্রকার শক্তিকে অন্য প্রকার শক্তিতে রূপান্তরিত করে। যেমন: একটি মাইক্রোফোন শব্দ শক্তিকে বৈদ্যুতিক সংকেতে এবং একটি লাউডস্পিকার বৈদ্যুতিক সংকেতকে শব্দ শক্তিতে রূপান্তরিত করে।

খ বাসাবাড়িতে বৈদ্যুতিক বাতি ও পাখার মতো কম ক্ষমতার যন্ত্রপাতির জন্য সরু তার ব্যবহার করা হয়। বাতি ও পাখা তুলনামূলকভাবে কম বিদ্যুৎ প্রবাহ (current) ব্যবহার করে। সরু তার এই পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রবাহ নিরাপদে বহন করতে সক্ষম। তাছাড়া, মোটা তারের তুলনায় সরু তার দামে সস্তা। সরু তার সহজে বাঁকানো যায় এবং স্থাপন করা সহজ।

গ দেওয়া আছে,

রোধ, $R_1 = 56\ \Omega$

রোধ $R_2 = 14\ \Omega$

তড়িৎ প্রবাহ, $I = 0.5A$

এখানে,

রোধ R_1 ও R_2 সমান্তরালে আছে। এদের তুল্যরোধ R_p হলে,

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

বা, $R_p = \left(\frac{1}{56} + \frac{1}{14}\right)^{-1}$

$\therefore R_p = 11.2\ \Omega$

আমরা জানি,

$$I = \frac{E}{R_p}$$

বা, $E = I \times R_p$

বা, $E = 0.5 \times 11.2$

$\therefore E = 5.6\ V$

$\therefore$ ১নং বর্তনীতে ব্যবহৃত কোষের তরিচ্চালক শক্তি 5.6 V।

ঘ প্রথম শাখার তুল্য রোধ, $R_{S1} = R_1 + R_2 = 15 + 25 = 40\Omega$

দ্বিতীয় শাখার তুল্য রোধ, $R_{S2} = R_3 + R_4 = 10 + 7 = 17\Omega$

প্রথম শাখা দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহ I_1,

$$I_1 = \frac{E}{R_{s1}} = \frac{48V}{40\ \Omega} = 1.2\ A$$

সুতরাং, অ্যামিটার A_1 এর পাঠ 1.2 A

দ্বিতীয় শাখা দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহ I_2,

$$I_2 = \frac{E}{R_{s2}} = \frac{48\ V}{17\ \Omega} \approx 2.82\ A$$

অর্থাৎ, অ্যামিটার A_2 এর পাঠ প্রায় 2.82 A

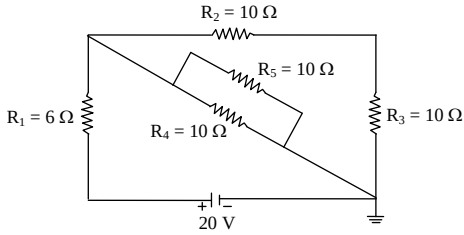
এখানে, A_2 অ্যামিটারের পাঠ A_1 অ্যামিটারের পাঠের চেয়ে বেশি।

৮০নং প্রশ্নের উত্তর

ক তড়িৎ প্রবাহ চলার সম্পূর্ণ পথকে তড়িৎ বর্তনী বলে।

খ ক্যাপাসিটর অনেকটা ব্যাটারির মত, এটি চার্জ সঞ্চয় করে। তবে খুব অল্প সময়ের জন্য, এরপর এটি আবার চার্জ ছেড়ে দেয়। অর্থাৎ একবার চার্জিত হয় আবার পরক্ষণেই চার্জ ছেড়ে দেয়, এর ফলে এখানে একটা চলমান বল তৈরি হয় এবং এই শক্তি কাজে লাগিয়ে ফ্যান ঘুরতে শুরু করে। এজন্যই বৈদ্যুতিক ফ্যানে ক্যাপাসিটর ব্যবহার করা হয়।

গ



বর্তনীতে R_2 ও R_3 শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত থাকায় এদের তুল্যরোধ $R_S = R_2 + R_3 = 10\ \Omega + 10\ \Omega = 20\ \Omega$

আবার, R_4 ও R_5 রোধ দুটি পরস্পর সমান্তরালে যুক্ত। অতএব এদের তুল্যরোধ,

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}$$

বা, $$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10}$$

বা, $$\frac{1}{R_P} = \frac{1+1}{10}$$

বা, $$\frac{1}{R_P} = \frac{2}{10}$$

$\therefore \quad R_P = 5\ \Omega$

এখন, R_S ও R_P রোধ দুটি সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত।

$\therefore \frac{1}{R_{P_1}} = \frac{1}{R_S} + \frac{1}{R_P}$

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

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

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

বা, $R_{P_1} = \frac{20}{5}$

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

আবার বর্তনীর R_1 রোধ R_{P_1} রোধের সাথে শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত। অতএব বর্তনীর তুল্যরোধ হবে।

$R_{S_1} = R_1 + R_{P_1}$

$= 6\ \Omega + 4\ \Omega$

$= 10\ \Omega$

সুতরাং বর্তনীর তুল্যরোধ $10\ \Omega$। **(Ans.)**

ঘ 'গ' হতে বর্তনীর তুল্যরোধ $R_S = 10\ \Omega$

বিভব পার্থক্য, $V = 20$ V

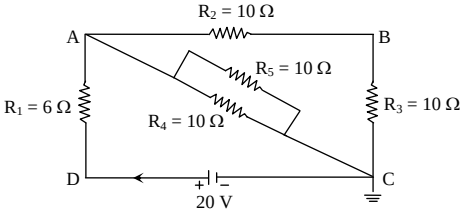
বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ, $I = ?$

আমরা জানি,

$I = \frac{V}{R_S}$

বা, $I = \frac{20}{10}$

$\therefore I = 2A$



R_{P_1} রোধের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য

$V' = IR_{P_1}$

$= 2 \times 4\ \Omega$ ['গ' হতে প্রাপ্ত $R_{P_1} = 4\ \Omega$]

$= 8\ \Omega$

এখন R_2 ও R_3 রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত বিদ্যুৎ প্রবাহ,

$I' = \frac{V'}{R_S}$

$= \frac{8}{20}$ ['গ' হতে $R_S = 20\ \Omega$]

$= 0.4$ A

$\therefore R_2$ রোধের ক্ষমতা $P_2 = I'^2 R_2$

$= (0.4)^2 \times 10$

$= 1.6$ W

আবার এখানে বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ 2A এর মধ্যে ABC পথে 0.4 A তড়িৎ প্রবাহিত হয় তাই বাকি (2 – 0.4) = 1.6 A তড়িৎ AC পথে R_4 ও R_5 রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হবে। সেহেতু R_4 ও R_5 উভয় রোধের মান সমান তাই R_4 ও R_5 এর মধ্য দিয়ে 1.6 A তড়িৎ প্রবাহ সমান দুইভাগে ভাগ হয়ে যাবে। অর্থাৎ উভয় রোধের মধ্য দিয়ে $\frac{1.6\text{ A}}{2} = 0.8$ A মানের তড়িৎ প্রবাহিত হবে।

$\therefore$ R_5 রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ, $I'' = 0.8$ A

$\therefore$ R_5 রোধের ক্ষমতা $P_5 = I''^2R_5$

$= (0.8)^2 \times 10$

$= 6.4\text{ W} > P_2$

অর্থাৎ $R_2 \neq R_5$

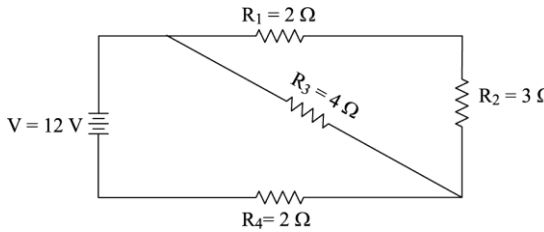
অতএব, R_2 ও R_S রোধদ্বয়ের ক্ষমতা সমান হবে না।

৮১নং 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, রুপার আপেক্ষিক রোধ $1.6 \times 10^{-8}\ \Omega$m বলতে বোঝায়, নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় 1m দৈর্ঘ্য ও 1m^2 প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট রুপার তারের রোধ হবে $1.6 \times 10^{-8}\ \Omega$.

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

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

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।

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।

৮২নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তড়িত উৎস একক ধনাত্মক আধানকে বর্তনীর এক বিন্দু থেকে সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আবার ঐ বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন করে, তাকে ঐ উৎসের তড়িচ্চালক বল বলে।

খ পরিবাহীর অণু-পরমাণুগুলোর সাথে ধাক্কাজনিত বাধার ফলে ইলেকট্রনের বেগ হ্রাস পায়। এ বাধা হলো পরিবাহীর রোধ। নির্দিষ্ট আকার ও উপাদানের পরিবাহীর রোধ বাড়লে আপেক্ষিক রোধও বাড়ে। ফলে পরিবাহীর মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহ কমে যায়। আবার কোনো পদার্থের বিদ্যুৎ পরিবাহী মাত্রা দ্বারা পরিবাহকত্ব বুঝানো হয়। যে পদার্থ যত বেশি বিদ্যুৎ পরিবাহী তার পরিবাহকত্ব তত বেশি হয়। অর্থাৎ পরিবাহকত্বের বৃদ্ধিতে বিদ্যুৎ প্রবাহ বাড়তে থাকে। এ থেকে বুঝা যায়, পরিবাহীর পরিবাহকত্ব বেশি হলে আপেক্ষিক রোধের মান কমে যায়। তাই আপেক্ষিক রোধ ও পরিবাহকত্ব পরস্পরের বিপরীত।

গ এখানে, $R_1 = 6\Omega$, $R_2 = 3\Omega$, $R_3 = 6\Omega$, $R_4 = 3\Omega$, $R_5 = 6\Omega$

R_1, R_2 এবং R_3 সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত।

এদের তুল্যরোধ R_p হলে,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

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

বা, $\frac{1}{R_p} = \frac{1+2+1}{6}$

বা, $\frac{1}{R_p} = \frac{4}{6}$

$\therefore R_p = \frac{6}{4}\Omega$

$= 1.5\Omega$

আবার, R_4 এবং R_5 সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত।

এদের তুল্যরোধ R_{p_1} হলে,

$$\frac{1}{R_{p_1}} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}$$

বা, $\frac{1}{R_{p_1}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6}$

বা, $\frac{1}{R_{p_1}} = \frac{2+1}{6}$

বা, $\frac{1}{R_{p_1}} = \frac{3}{6}$

বা, $R_{p_1} = \frac{6}{3}$

$\therefore R_{p_1} = 2\Omega$

এখন, R_p এবং R_{p_1} শ্রেণিতে যুক্ত।

$\therefore$ তুল্যরোধ $R_s = R_p + R_{p_1}$

$= 1.5\Omega + 2\Omega$

$= 3.5\Omega$

অতএব, বর্তনীর তুল্যরোধ 3.5Ω. **(Ans.)**

ঘ 'গ' হতে পাই, তুল্যরোধ $R_s = 3.5\Omega$

এখানে, $V = 14V$

$\therefore$ তড়িৎ প্রবাহ, $I = \frac{V}{R_s} = \frac{14V}{3.5\Omega} = 4A$

R_1, R_2 এবং R_3 এর বিভব পার্থক্য, $V' = IR_p = 4 \times 1.5 = 6V$

$\therefore$ R_2 এর তড়িৎ প্রবাহ, $I_2 = \frac{V'}{R_2} = \frac{6}{3} = 2A$

R_4 ও R_5 এর বিভব পার্থক্য $V'' = IR_{p_1} = 4 \times 2 = 8V$

$\therefore$ R_4 এর তড়িৎ প্রবাহ, $I_4 = \frac{V''}{R_4} = \frac{8}{3} = 2.67A$

যেহেতু $I_2 \neq I_4$

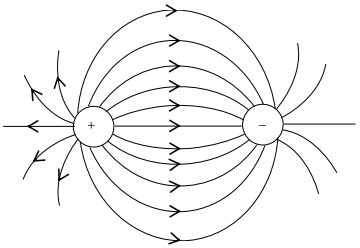
সুতরাং R_2 এবং R_4 এর মধ্যদিয়ে প্রবাহিত বিদ্যুতের মান সমান হবে না।

দ্বাদশ অধ্যায় : বিদ্যুতের চৌম্বক ক্রিয়া

৮৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক তড়িৎ প্রবাহ হলো ইলেকট্রনের নিরবচ্ছিন্ন প্রবাহ। কোনো পরিবাহীর যে কোনো প্রস্থচ্ছেদের মধ্য দিয়ে একক সময়ে যে পরিমাণ আধান প্রবাহিত হয় তাকে তড়িৎ প্রবাহ বলে।

খ দুটি ভিন্ন আধানযুক্ত গোলক পাশাপাশি রাখলে তারা পরস্পরকে আকর্ষণ করবে এবং তাদের মধ্যে সৃষ্ট বলরেখা নিম্নরূপ :



গ আমরা জানি,

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

বা, $I_p = \frac{I_s n_s}{n_p}$

$\therefore$ $I_p = \frac{10 \times 800}{160} = 50A.$

অতএব মুখ্য কুণ্ডলীর প্রবাহ 50A

দেওয়া আছে, A-ট্রান্সফর্মারের

মুখ্য কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা, $n_p = 160$

গৌণ কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা, $n_s = 800$

গৌণ কুণ্ডলীর প্রবাহ, $I_s = 10A$

মুখ্যকুণ্ডলীর প্রবাহ, $I_p = ?$

ঘ A ও B ট্রান্সফর্মারের মধ্যে B ট্রান্সফর্মার বাসাবাড়িতে ব্যবহারের জন্য উপযোগী। কারণ A ট্রান্সফর্মার একটি উচ্চধাপী বা স্টেপ আপ ট্রান্সফর্মার $n_p < n_s$। এই ট্রান্সফর্মার নিম্ন বিভবকে উচ্চ বিভবে পরিণত করে। আবার B ট্রান্সফর্মার একটি নিম্নধাপী বা অবরোহী ট্রান্সফর্মার ($n_p > n_s$)। এই ট্রান্সফর্মার উচ্চ বিভবকে নিম্ন বিভবে পরিণত করে।

গাণিতিকভাবে দেখা যায় A ট্রান্সফর্মারের ক্ষেত্রে,

আমরা জানি,

$E_p = 220V$
$n_p = 160$
$n_s = 800$
$E_s = ?$

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{n_p}{n_s}$$

$$\text{বা, } E_s = \frac{E_p \times n_s}{n_p}$$

$$= \frac{220 \times 800}{160}$$

$$= 1100V$$

যা নিম্ন বিভবকে উচ্চ বিভবে পরিণত করেছে,

আবার, B ট্রান্সফর্মারের ক্ষেত্রে,

আমরা জানি,

$E_p = 11000V$
$n_p = 5000$
$n_s = 100$
$E_s = ?$

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{n_p}{n_s}$$

$$\text{বা, } E_s = \frac{E_p \times n_s}{n_p}$$

$$= \frac{11000 \times 100}{5000} = 220V$$

যা উচ্চ বিভবকে নিম্নবিভবে পরিণত করেছে।

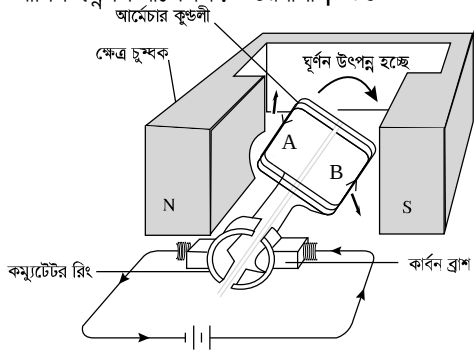
এই নিম্ন বিভব প্রয়োজন এমন ইলেকট্রনিক্স যন্ত্রে এ ধরনের ট্রান্সফর্মার ব্যবহার করা হয়। যেমন; রেডিও, টেলিভিশন, টেপরেকর্ডার, ভিসিআর, ইলেকট্রনিক ঘড়ি, ওয়াকম্যান ইত্যাদিতে ব্যবহার করা হয়। নিম্নধাপী ট্রান্সফর্মার আবার অধিক বিভবের অল্প তড়িৎ প্রবাহকে অল্প বিভবের অধিক তড়িৎপ্রবাহে পরিণত করে বলেই এসব যন্ত্রে ব্যবহার করা হয়। আমাদের দেশের বিদ্যুৎকেন্দ্রে যে বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয় তা সরাসরি বাড়িঘরে ব্যবহার করা যায় না। কারণ উৎপন্ন বিদ্যুতের ভোল্টেজ অনেক বেশি থাকে। কিন্তু আমাদের ঘরবাড়িতে 220V এর বিদ্যুৎ ব্যবহার করা হয়। যা B ট্রান্সফর্মার উচ্চ ভোল্টেজকে নিম্ন ভোল্টেজে পরিণত করে বাসাবাড়িতে ব্যবহার উপযোগী করে তোলে।

সুতরাং উপরের আলোচনা হতে বলা যায় A ও B ট্রান্সফর্মারের মধ্যে B ট্রান্সফর্মার বাসাবাড়িতে ব্যবহারের জন্য উপযোগী।

৮৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে তড়িৎযন্ত্রে যান্ত্রিক শক্তিকে তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত করা হয় তাকে জেনারেটর বলে।

খ ধরা যাক, চুম্বকের মেরুদ্বয়ের মধ্যে একটি টান টান তার ব্যবহার না করে তারের একটি লুপ বা কুণ্ডলী ব্যবহার করা হলো। যেহেতু লুপটি A থেকে B তে বিপরীত অভিমুখী হয়ে ফিরে এসেছে, লুপের দুই অর্ধেকের মধ্যে পরস্পরের বিপরীতমুখী তড়িৎ প্রবাহিত হবে। সুতরাং A তে তারটি উপরের দিকে উঠবে এবং B তে তারটি নিচে নামবে।



চিত্র : ডি. সি. মোটর

এর ফলে তারটি দক্ষিণাবর্তে ঘুরবে। তারটি যখন খাঁড়া অবস্থায় থাকবে তখন এর ওপর কোনো বল ক্রিয়া করবে না। ফলে এটি থেমে যবে। লুপটিকে ঘূর্ণায়মান রাখার জন্য কম্যুটেটর ব্যবহার করা হয়।

j আমরা জানি,

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

বা, $\frac{I_s}{12} = \frac{360}{1800}$

বা, $1800 \times I_s = 4320$

$\therefore I_s = \frac{4320}{1800} = 2.4A.$

এখানে,
১নং চিত্রানুযায়ী,
মুখ্যক্কুলীর পাকসংখ্যা, $n_p = 360$
গৌণ ক্কুলীর পাকসংখ্যা, $n_s = 1800$
মুখ্য ক্কুলীর তড়িৎ প্রবাহ, $I_p = 12A$
গৌণ ক্কুলীর তড়িৎ প্রবাহ, $I_s = ?$

অর্থাৎ ১নং চিত্রের গৌণ কুণ্ডলীর প্রবাহ 2.4A.

ঘ বাসা বাড়িতে নিরাপদে বিদ্যুৎ সরবরাহের জন্য সাধারণত অবরোহী বা স্টেপ ডাউন ট্রান্সফরমার ব্যবহার করা হয়। আর স্টেপ ডাউন ট্রান্সফরমার হলো সেই ট্রান্সফরমার যা অধিক বিভবের অল্প তড়িৎ প্রবাহকে অল্প বিভবের অধিক তড়িৎ প্রবাহে রূপান্তর করে।

উদ্দীপকের ১নং চিত্রের ক্ষেত্রে দেখা যায়–

এর মুখ্য কুণ্ডলীর তড়িৎ প্রবাহ 12A এবং গৌণ কুণ্ডলীর তড়িৎ প্রবাহ 2.4A ['গ' নং হতে] এবং $n_s > n_p$

সুতরাং এটি একটি স্টেপ আপ ট্রান্সফরমার।

২নং চিত্রের ক্ষেত্রে দেখা যায়–

$n_p = 1800$, $E_p = 440V$, $n_s = 360$

আমরা জানি, $\frac{E_p}{E_s} = \frac{n_p}{n_s}$

বা, $E_s = \frac{n_s}{n_p} \times E_p$

$= \frac{360}{1800} \times 440$

$= 88V$

এখানে, $n_s < n_p$ এবং এটি উচ্চ বিভবকে নিম্ন বিভবে রূপান্তর করে অর্থাৎ ট্রান্সফরমারটি অবরোহী বা স্টেপ ডাউন ট্রান্সফরমার।

সুতরাং আমার মহল্লায় নিরাপদে বিদ্যুৎ সরবরাহের লক্ষ্যে ২নং চিত্রের ট্রান্সফরমারটি ব্যবহার করা যৌক্তিক হবে।

৮৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো আধানের চারপাশে যে অঞ্চলব্যাপী তার প্রভাব বজায় থাকে, অর্থাৎ অন্য কোনো আধান সে অঞ্চলে আসলে তার উপর আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল প্রযুক্ত হয়, সে অঞ্চলকে ঐ আধানের তড়িৎক্ষেত্র বলে।

খ অ্যানালগ এবং ডিজিটাল সিগন্যালের মধ্যে প্রধান পার্থক্যগুলো নিচে ব্যাখ্যা করা হলো :

অ্যানালগ সিগন্যাল	ডিজিটাল সিগন্যাল
i. অ্যানালগ সিগন্যাল অবিচ্ছিন্ন (Continuous)। সময়ের সাথে সাথে মসৃণভাবে পরিবর্তিত হয়।	i. ডিজিটাল সিগন্যাল বিচ্ছিন্ন (Discrete)। নির্দিষ্ট সময়ে নির্দিষ্ট মান ধারণ করে।
ii. অসীম সংখ্যক সম্ভাব্য মান ধারণ করতে পারে।	ii. সীমিত সংখ্যক নির্দিষ্ট মান (সাধারণত দুটি : 0 এবং 1) ধারণ করে।
iii. ভোল্টেজ, কারেন্ট বা অন্য কোনো ভৌত রাশির পরিবর্তন দ্বারা তথ্য উপস্থাপন করা হয়।	iii. বাইনারি সংখ্যা (0 এবং 1) এর ক্রম ব্যবহার করে তথ্য উপস্থাপন করা হয়।
iv. দূরবর্তী স্থানে প্রেরণের সময় সিগন্যালের গুণমান হ্রাস পায়।	iv. দূরবর্তী স্থানে প্রেরণের সময় সিগন্যালের গুণমান তুলনামূলকভাবে ভালো থাকে।
v. উদাহরণ—মানুষের কণ্ঠস্বর, আলো, অ্যানালগ ঘড়ি ইত্যাদি।	v. উদাহরণ—কম্পিউটার, মোবাইল, ডিজিটাল ঘড়ি, ইন্টারনেট ইত্যাদি।

গ আমরা জানি,

$$\frac{I_p}{I_s} = \frac{N_s}{N_p}$$

বা, $N_s = \frac{I_p}{I_s} \times N_p$

$= \frac{2}{5} \times 100$

$\therefore N_s = 40$

অর্থাৎ, গৌণ কয়েলের প্যাঁচ সংখ্যা 40.

দেওয়া আছে,
মুখ্য বিভব, $V_p = 440$ V
মুখ্য প্যাঁচ সংখ্যা, $N_p = 100$
মুখ্য তড়িৎপ্রবাহ, $I_p = 2$ A
গৌণ তড়িৎপ্রবাহ, $I_s = 5$ A
গৌণ কয়েলের প্যাচ সংখ্যা, $N_s = ?$

ঘ আমরা জানি,

$V_pI_p = V_sI_s$

বা, $440 \times 2 = V_s \times 5$

বা, $880 = 5V_s$

বা, $V_s = 176$V

আবার,

এখানে,
মুখ্য কুণ্ডলীর বিভব, $V_P = 440$V
মুখ্য কুণ্ডলীর প্রবাহ, $I_P = 2$A
গৌণ কুণ্ডলীর প্রবাহ, $I_s = 5$A
গৌণ কুণ্ডলীর বিভব, $V_s = ?$

গৌণ বিভব, $V_s = 176$ V, গৌণ তড়িৎপ্রবাহ, $I_s = 5$A

তাহলে ট্রান্সফর্মারের আউটপুট ক্ষমতা :

$$P_{output} = V_s \times I_s = 176 \times 5 = 880W$$

ট্রান্সফর্মারটির সর্বোচ্চ আউটপুট 880 W, যা 1000 W মোটরের চেয়ে কম।

একটি 1000W মোটরের জন্য যদি স্বাভাবিকভাবে 220V প্রয়োজন হয়, তাহলে 176V দিয়ে মোটরটি সম্পূর্ণ ক্ষমতায় চলবে না।

৮৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক বেলনাকার ধাতব দন্ডের উপর ঘন ও সন্নিবিষ্টভাবে অন্তরীত তামার তার প্যাঁচিয়ে তৈরিকৃত একটি তড়িৎ চৌম্বকীয় ব্যবস্থা যার কুন্ডলীর দু'প্রান্ত দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হলে দন্ড 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 আলট্রাসনোগ্রাম 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

সুতরাং, আউটপুট এ তড়িৎ বিভব 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, $V_s = ?$

ঘ এখন, সেকেন্ডারি কুন্ডলীর 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 কুন্ডলীর ভোল্টেজ, $V_p = 200$V
প্রাইমারি কুন্ডলীর পাকসংখ্যা, $n_p = 800$
প্রাইমারি কুন্ডলীর তড়িৎপ্রবাহ, $I_p = 60$ A
সেকেন্ডারি কুন্ডলীর পাকসংখ্যা, $n_s = 6000$

আবার সেকেন্ডারি কুণ্ডলীর প্রবাহ I_s হলে

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

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

বা, $I_s = \frac{800}{6000} \times 60 = 8$ 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 মোটরটির ক্ষমতা 12 kW এর চেয়ে বেশি। সুতরাং তড়িৎ মোটরটি কার্যকর হবে না।

৮৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো মৌল থেকে স্বতঃস্ফূর্তভাবে তেজস্ক্রিয় কণা বা রশ্মি নির্গমনের ঘটনাকে তেজস্ক্রিয়তা বলে।

খ পিত্ত পাথর শনাক্তকরণে আলট্রাসনোগ্রাফি পরীক্ষাটি অধিকতর নিরাপদ। এক্স-রের তুলনায় এটি অধিকতর নিরাপদ কেননা এক্স-রেতে মূলত তেজস্ক্রিয় রশ্মি ব্যবহার করা হয় যা অনেক সময় ভয়াবহ রকমের ক্ষতিসাধন করে। অপরদিকে আলট্রাসনোগ্রামে ব্যবহৃত আলট্রাসনিক তরঙ্গ অধিকতর নিরাপদ।

গ উদ্দীপক হতে,

মুখ্য কুণ্ডলীর ভোল্টেজ, $V_p = 440$ V

গৌণ কুণ্ডলীর ভোল্টেজ, $V_s = 220$ V

মুখ্য কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা, $n_p = 500$

গৌণ কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা, $n_s = ?$

আমরা জানি, $\frac{n_s}{n_p} = \frac{V_s}{V_p}$

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

বা, $n_s = \frac{220 \times 500}{440}$

$\therefore n_s = 250$

$\therefore$ গৌণ কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা 250। **(Ans.)**

ঘ আমরা জানি,

$\frac{I_s}{I_p} = \frac{V_p}{V_s}$

বা, $\frac{I_s}{I_p} = \frac{440}{220}$

বা, $I_s = 2 \times I_p$

বা, $I_s = 2$A

আবার, $V_s = I_s R_s$

বা, $R_s = \frac{V_s}{I_s}$

বা, $R_s = \frac{220}{2}$

$\therefore R_s = 110\Omega$

সুতরাং ট্রান্সফর্মারটি দ্বারা 110Ω এর একটি বাতি জ্বালানো সম্ভব।

উদ্দীপক হতে,

মুখ্য কুণ্ডলীর প্রবাহমাত্রা, $I_p = 1$A

মুখ্য কুণ্ডলীর ভোল্টেজ, $V_p = 440$ V

গৌণ কুণ্ডলীর ভোল্টেজ, $V_s = 220$ V

ত্রয়োদশ অধ্যায় : তেজস্ক্রিয়তা ও ইলেকট্রনিকস

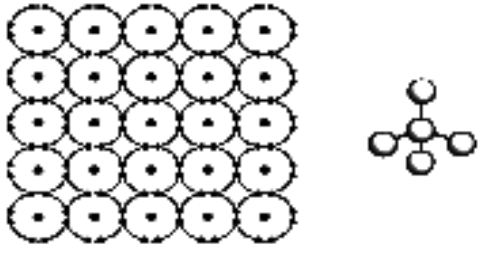
৮৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক আইসি হলো সিলিকনের মতো অর্ধপরিবাহী ব্যবহার করে তৈরি এমন একটি নির্মাণ যাতে আমাদের আঙুলের নখের সমান জায়গায় লক্ষ লক্ষ আণুবীক্ষণিক তড়িৎবর্তনী সংযুক্ত বা অঙ্গীভূত থাকে।

খ ডিজিটাল সিগন্যাল বলতে সেই যোগাযোগ সিগন্যালকে বুঝায় যা শুধু কিছু নির্দিষ্ট মান গ্রহণ করতে পারে। এরা ছিন্নায়িত মানে পরিবর্তিত হতে পারে। এদের প্রত্যককে পৃথকভাবে চেনা যায়।

আবার এনালগ সিগন্যাল হলো নিরবিচ্ছিন্নভাবে ভোল্টেজ বা কারেন্ট। এই ভোল্টেজ বা কারেন্ট স্বাভাবিকভাবে পরিবর্তিত হয় এবং নিম্নতম থেকে উচ্চতম মানের মধ্যে যে কোনো মান গ্রহণ করতে পারে। তাই একটি এনালগ ও ডিজিটাল সিগন্যাল ভিন্ন।

গ উদ্দীপকে উল্লেখিত মৌলিক পদার্থ হলো সিলিকন (Si), যা সেমিকন্ডাক্টর হিসেবে ব্যবহৃত হয়।



চিত্র : সিলিকনের কেলাস গঠন

সিলিকনের প্রতিটি পরমাণু চারটি ইলেকট্রন শেয়ার করে সমযোজী বন্ধন তৈরি করে। এর ফলে এটি একটি সুনির্দিষ্ট জালিকাকৃতি (Crystal Lattice) গঠন করে।

ঘ আইসি (ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট) ব্যবহারের প্রধান সুবিধা হলো এটি ছোট আকারের কার্যকরী সার্কিট তৈরির সুযোগ দেয়। রেডিওর মতো ডিভাইসে এটি ব্যবহারের ফলে ডিভাইসের আকার ছোট হয়, কার্যক্ষমতা বৃদ্ধি পায় এবং উৎপাদন খরচ কমে। আইসি ছাড়া রেডিওর প্রতিটি কার্যক্রম সম্পন্ন করতে আলাদা ট্রানজিস্টর, রেজিস্টর, ক্যাপাসিটর এবং অন্যান্য উপাদান ব্যবহার করতে হবে।

আইসি না থাকলে অডিও সংকেত বাড়ানোর জন্য আলাদা ট্রানজিস্টর এবং উপাদানের প্রয়োজন হবে। রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি গ্রহণ ও প্রসেস করার জন্য একটি টিউনার তৈরিতে আলাদা আলাদা উপাদান প্রয়োজন।

তবে যদি আইসি ব্যবহার না করা হয়, তাহলে নিম্নলিখিত সমস্যাগুলো সৃষ্টি হতে পারে :

- **বড় আকারের সার্কিট :** প্রতিটি ফাংশনের জন্য আলাদা উপাদান প্রয়োজন হওয়ায় সার্কিট বোর্ডের আকার অনেক বড় হয়ে যাবে।
- **সংযোগ জটিলতা :** প্রতিটি উপাদান সঠিকভাবে সংযোগ করতে হবে, যা আরো জটিলতা সৃষ্টি করবে।

- **মেরামতের অসুবিধা :** জটিল সার্কিটের কারণে মেরামত করা কষ্টসাধ্য এবং সময়সাপেক্ষ হবে।
- **বেশি উপাদানের প্রয়োজন :** প্রতিটি ফাংশনের জন্য আলাদা উপাদান কিনতে হবে, যা ব্যয়সাপেক্ষ।
- **সংযোগ খরচ :** প্রতিটি উপাদান সঠিকভাবে সংযোগ করার জন্য বেশি শ্রম ও সময় প্রয়োজন, যা উৎপাদন খরচ বাড়ায়।
- **নির্ভুলতার অভাব :** ম্যানুয়াল সংযোগের কারণে নির্ভুলতা বজায় রাখা কঠিন, যা ডিভাইসের কার্যক্ষমতা কমাতে পারে।

আইসি ব্যবহারের ফলে রেডিওর আকার ছোট হওয়া, উৎপাদন খরচ কমানো এবং কার্যক্ষমতা বৃদ্ধি করা সম্ভব হয়। কিন্তু আইসি ছাড়া রেডিও তৈরিতে আলাদা আলাদা উপাদান ব্যবহার করতে হলে সার্কিট বড়, জটিল ও ব্যয়সাপেক্ষ হয়ে যাবে। সেইসঙ্গে নির্ভুলতা বজায় রাখা কঠিন হবে, যা ডিভাইসের কার্যক্ষমতায় নেতিবাচক প্রভাব ফেলবে। তাই রেডিওতে আইসি ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম।

৮৯নং 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 $10^{-4}\ \Omega m$.

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 দুপ্রান্তের বিভব পার্থক্য বৃদ্ধি করলে পরিবাহকত্ব বৃদ্ধি পায়।

গ এখানে,

রেডিয়ামে অর্ধায়ু, $T_{\frac{1}{2}} = 3.82$ day

অবশিষ্ট পরমাণু $= \left(1 - \frac{3}{4}\right)$ অংশ $= \frac{1}{4}$ অংশ।

অর্থাৎ মোট পরমাণুর সংখ্যা 4টি ধরলে অবশিষ্ট পরমাণুর সংখ্যা হয় 1টি।

অর্থাৎ মোট পরমাণু 4 টি হলে অবশিষ্ট পরমাণুর সংখ্যা হয় 1 টি।

$\therefore 4 \underset{\text{অর্ধায়ু}}{\rightarrow} 2 \underset{\text{অর্ধায়ু}}{\rightarrow} 1$

$\therefore$ প্রয়োজনীয় সময় $= 2 \times 3.82$ days

$= 7.64$ days (Ans.)

ঘ যে সকল মৌল হতে তেজস্ক্রিয় রশ্মি নির্গত হয় তাদেরকে তেজস্ক্রিয় মৌল বলে। তেজস্ক্রিয় রশ্মি নির্গমণের এই ঘটনাকে তেজস্ক্রিয়তা বলে। উদ্দীপকের উল্লিখিত মৌলগুলো হলো, রেডিয়াম, পোলোনিয়াম, থোরিয়াম। এরা তেজস্ক্রিয় কিনা তা নিচে যুক্তিসহ বিশ্লেষণ করা হলো–

i. যে সকল মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা 82 এর বেশি সাধারণত সে সকল মৌল তেজস্ক্রিয় হয়। যেহেতু, রেডিয়ামের পারমাণবিক সংখ্যা 88, পোলোনিয়ামের 84 এবং থোরিয়ামের 90 অর্থাৎ প্রত্যেকটির পারমাণবিক সংখ্যা 82-এর বেশি তাই বলা যায় এরা তেজস্ক্রিয় মৌল।

ii. রেডিয়াম, থোরিয়াম ও পোলোনিয়াম আলফা, বিটা, গামা, এই তিন প্রকার তেজস্ক্রিয় রশ্মি নিঃসরণ করে তাই বলা যায় যে এরা তেজস্ক্রিয় মৌল।

iii. তেজস্ক্রিয়তা সম্পূর্ণ নিউক্লিয় ঘটনা। এই মৌলগুলোর নিউক্লিয়াস ভেঙে অন্য মৌলের নিউক্লিয়াসে পরিণত হয়।

iv. এই তিনটি মৌলকে চাপ, তাপ, বিদ্যুৎ বা চৌম্বক ক্ষেত্রের ন্যায় বাইরের কোনো প্রক্রিয়া দ্বারা প্রভাবিত করে এদের সক্রিয়তা হ্রাস বৃদ্ধি করা যায় না। যেহেতু তেজস্ক্রিয় মৌলসমূহের সকল বৈশিষ্ট্য রেডিয়াম, থোরিয়াম ও পোলোনিয়ামে বিদ্যমান, তাই বলা যায় এরা তেজস্ক্রিয় মৌল।

৯০নং প্রশ্নের উত্তর

ক ব্রিটিশ পদার্থবিজ্ঞানী ফ্লেমিং সর্বপ্রথম ভ্যাকুয়াম টিউব আবিষ্কার করেন।

খ এডিসন যখন তড়িৎ বাতি নিয়ে কাজ করছিলেন তখন বাতির কার্বন ফিলামেন্টের ধনাত্মক প্রান্ত বারবার পুড়ে যাচ্ছিল। এ অসুবিধা দূর করার জন্য তিনি ফিলামেন্টের সাথে একটি প্লেট সিল করে ঢুকিয়ে দিলেন। তিনি দেখতে পান ফিলামেন্ট সাপেক্ষে প্লেটকে যখন ধনাত্মক বিভব দেওয়া হচ্ছে ভ্যাকুয়াম টিউবের মধ্য দিয়ে একটি তড়িৎপ্রবাহ চলে। কিন্তু প্লেটকে ঋণাত্মক বিভব দিলে তড়িৎপ্রবাহ চলে না। এডিসন বিষয়টির ব্যাখ্যা এভাবে দেন, যেহেতু উত্তপ্ত ফিলামেন্ট থেকে নিঃসৃত আধান ধনাত্মক প্লেটের দিকে যায়, সুতরাং এ আধান ঋণাত্মক। প্লেট ঋণাত্মক হলে ঐ নিঃসৃত আধানকে বিকর্ষণ করে ফলে বর্তনীতে কোনো তড়িৎপ্রবাহ থাকে না। এটাই এডিসন ক্রিয়া নামে পরিচিত।

গ উদ্দীপক থেকে দেখা যায় A চিত্রটি হচ্ছে এনালগ সংকেত। যেসব ঘটনার মান নিরবচ্ছিন্নভাবে পরিবর্তিত হয় তাদের বলা হয় এনালগ। শব্দ, আলো, তাপমাত্রা ও চাপের মান কোনো নির্দিষ্ট পরিসরের মধ্যে যে কোনো মান হতে পারে। এনালগ উপাত্ত নিরবচ্ছিন্নভাবে প্রেরিত হয়। টেলিফোন, রেডিও, টিভি সম্প্রচার ও কেবল টিভি সাধারণত এনালগ ডেটা বা উপাত্ত প্রেরণ করে থাকে।

সুতরাং এনালগ সংকেত হলো নিরবচ্ছিন্নভাবে পরিবর্তনশীল ভোল্টেজ বা কারেন্ট। এই ভোল্টেজ বা কারেন্ট স্বাভাবিকভাবে পরিবর্তিত হয় এবং নিম্নতম থেকে উচ্চতম মানের মধ্যে যে কোনো মান গ্রহণ করতে পারে। এনালগ সংকেত আসলে একটি সাইন তরঙ্গ। অডিও ও ভিডিও ভোল্টেজ হলো এনালগ সংকেতের উদাহরণ।

ঘ উদ্দীপক থেকে দেখা যায় A ও B চিত্র হচ্ছে যথাক্রমে এনালগ ও ডিজিটাল সংকেত। এদের অনেক সুবিধা ও অসুবিধা রয়েছে। এনালগ ও ডিজিটাল সংকেতের মধ্যে কোনটি উত্তম তা তিনটি বিষয় দিয়ে বিচার করা যায়। এগুলো হলো সংকেতের গুণগত মান, প্রক্রিয়া চালানোর জন্য প্রয়োজনীয় মালমশলা ও দাম বা ব্যয়। অধিক দূরত্বে সংকেত প্রেরণের জন্য ডিজিটাল সংকেত উত্তম। কারণ দূরত্ব বেশি হলে এনালগ সংকেতের ক্ষমতা ধীরে ধীরে কমতে থাকে। একে বাঁচিয়ে রাখতে পুনর্বিবর্ধন করতে হয়। কিন্তু এতে নয়েজ বেড়ে যায় ফলে সংকেতের মান হ্রাস পায় বা সংকেত বিকৃত হয় এবং একসময় হারিয়েও যেতে পারে। কিন্তু ডিজিটাল সিগন্যাল যেতে যেতে বিবর্ধিত হয়। ফলে সংকেত একই রকম থাকে। অপটিক্যাল ফাইবার দ্বারা সংকেত প্রেরণে ডিজিটাল সংকেত ব্যবহার করা হয়। কারণ সর্বশেষ সংকেতটিরও উত্তম গুণগত মান বজায় থাকে। এছাড়া প্রতি সেকেন্ডে অনেক বেশি সংকেত প্রেরণ করা যায়। এনালগ ডিভাইসের চেয়ে ডিজিটাল ডিভাইস ব্যয়বহুল হলেও ডিজিটাল সার্ভিসের বেলায় সর্বসমেত ব্যয় কম। এনালগ ডিভাইসে ক্রস কানেকশন হতে পারে, ডিজিটালে তা হয় না।

৯১নং 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।

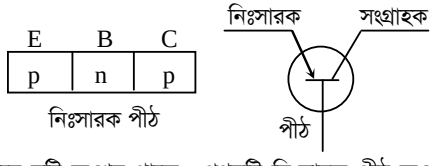
iv. একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রা পর্যন্ত এদের তড়িৎ রোধ তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে হ্রাস পায়।

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 জংশনে 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 জংশন 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 জংশন থাকে– প্রথমটি নিঃসারক পীঠ জংশন, অপরটি সংগ্রাহক পীঠ জংশন। স্বাভাবিক কার্যপ্রণালি অনুযায়ী নিঃসারক পীঠ জংশন সম্মুখী ঝোঁকবিশিষ্ট এবং সংগ্রাহক পীঠ জংশন 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 জংশনটি 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।

সংক্ষিপ্ত

প্রথম অধ্যায় : ভৌত রাশি এবং তাদের পরিমাপ

➡ ১নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

পরিমাপের ক্ষেত্রে স্লাইড ক্যালিপার্স অপেক্ষা স্ক্রুগজ অধিক সূক্ষ্ম, কারণ স্লাইড ক্যালিপার্স ব্যবহার করে 0.1 mm পর্যন্ত নির্ভুলভাবে পরিমাপ করা যায়। অপরদিকে স্ক্রুগজ ব্যবহার করে 0.01 mm পর্যন্ত নির্ভুলভাবে পরিমাপ করা যায়। তাই পরিমাপের ক্ষেত্রে স্ক্রুগজ স্লাইড ক্যালিপার্স অপেক্ষা অধিক সূক্ষ্ম।

➡ ২নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

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।

➡ ৩নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

আমরা জানি,

$$\text{বল} = \text{ভর} \times \text{ত্বরণ} = \text{ভর} \times \frac{\text{বেগ}}{\text{সময়}} = \text{ভর} \times \frac{\text{দৈর্ঘ্য}}{(\text{সময়})^2}$$

এখানে, ভর, সরণ এবং সময় হলো মৌলিক রাশি। সুতরাং একাধিক মৌলিক রাশির সমন্বয়ে গঠিত হওয়ায় বল একটি লব্ধ রাশি।

➡ ৪নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

মৌলিক রাশি ও লব্ধ রাশির মধ্যে দুটি পার্থক্য হলো–

মৌলিক রাশি	লব্ধ রাশি
i. মৌলিক রাশি স্বাধীন অর্থাৎ অন্য কোনো রাশির উপর নির্ভরশীল নয়।	i. লব্ধ রাশি মৌলিক রাশির উপর নির্ভরশীল।
ii. মৌলিক রাশির একক ইচ্ছেমতো নির্বাচন করা যায়।	ii. লব্ধ রাশির একক মৌলিক রাশির উপর নির্ভর করে ঠিক করতে হয়।

➡ ৫নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

স্লাইড ক্যালিপার্সের প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগের চেয়ে ভার্নিয়ার স্কেলের এক ভাগ যতটুকু ছোট তার পরিমাণই হলো ভার্নিয়ার ধ্রুবক। অর্থাৎ ভার্নিয়ার ধ্রুবক 0.01 cm বা 0.1 mm বলতে বোঝায়, প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগের চেয়ে ভার্নিয়ার স্কেলের এক ভাগ 0.01 cm বা 0.1 mm পরিমাণ ক্ষুদ্রতর। এক্ষেত্রে ভার্নিয়ার স্কেলে ভাগসংখ্যা 10।

দ্বিতীয় অধ্যায় : গতি

➡ ১নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

কোনো গতিশীল বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এটি এর গতির পথে কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে, তাহলে সেই গতিকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলে। পৃথিবী সূর্যকে উপবৃত্তাকার পথে প্রতি 1 বছর বা 365 দিন পরপর একই দিক থেকে পরিভ্রমণ করে, তাই পৃথিবীর গতি পর্যায়বৃত্ত গতি। আবার, কোনো বস্তু যদি কোনো বিন্দু বা অক্ষ থেকে সমান দূরত্ব বজায় রেখে ঐ বিন্দু বা অক্ষের চারপাশে বৃত্তাকার পথে ঘুরে, তবে বস্তুর সেই গতি হলো ঘূর্ণন গতি। যেহেতু পৃথিবীর কক্ষপথ উপবৃত্তাকার, সেহেতু সূর্য থেকে পৃথিবীর দূরত্ব সর্বদা সমান নয়, পর্যায়কালের বিভিন্ন সময়ে এই দূরত্ব বিভিন্ন। তাই সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর গতি ঘূর্ণন গতি নয়, বরং এটি বৃত্তাকার গতি।

➡ ২নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

পর্যায়বৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তু যদি পর্যায়কালের অর্ধেক সময় কোনো নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় একই পথের বিপরীত দিকে চলে তবে এর গতিকে স্পন্দন গতি বলে। সরলদোলকের গতি এমন যেন এর পর্যায়কালে অর্ধেক সময় এটি একদিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় এর বিপরীত দিকে যায়। তাই বলা যায়, সরল দোলকের গতি স্পন্দন গতির উদাহরণ।

➡ ৩নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

আমরা জানি, বেগ একটি ভেক্টর রাশি। এর মান ও দিক উভয়ই বিদ্যমান। যেহেতু ভেক্টর রাশির মান অথবা দিক যে কোনো একটি পরিবর্তন হলেই ভেক্টর রাশিটিও পরিবর্তিত হয়। কাজেই সমদ্রুতিতে চলমান একটি বস্তুর গতির দিক পরিবর্তন হলে এর বেগেরও পরিবর্তন হয়।

➡ ৪নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

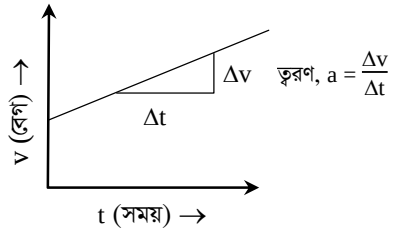
বৃত্তাকার পথে গতিশীল বস্তুর বেগের দিক সর্বদা পরিবর্তিত হয়। তাই সমদ্রুতিতে বৃত্তপথে ঘূর্ণনশীল বস্তুরও সর্বদা ত্বরণ থাকে। এই ত্বরণ বৃত্তের কেন্দ্র বরাবর ক্রিয়া করে বিধায় একে কেন্দ্রমুখী ত্বরণ বলে। আবার বৃত্তপথে অসম দ্রুতিতে চলমান বস্তুর বেগের মানও পরিবর্তিত হতে পারে যাকে কৌণিক ত্বরণ বলে। একক সময়ে বৃত্তপথে ঘূর্ণনশীল কণার কৌণিক বেগের পরিবর্তনের হারই কৌণিক ত্বরণ। অর্থাৎ বৃত্তাকার পথে গতিশীল বস্তুর গতির সাথে দুই ধরনের ত্বরণ জড়িত যারা যথাক্রমে কেন্দ্রমুখী ত্বরণ ও কৌণিক ত্বরণ নামে পরিচিত।

➡ ৫নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

আমরা জানি, $W = mg$ অর্থাৎ বস্তুর ওজন = বস্তুর ভর × অভিকর্ষজ ত্বরণ। বস্তুর ভর একটি ধ্রুব রাশি। সুতরাং অভিকর্ষজ ত্বরণের পরিবর্তন হলে ওজনের পরিবর্তন হয়। অভিকর্ষজ ত্বরণ বাড়লে ওজন বাড়ে, অভিকর্ষজ ত্বরণ কমলে ওজন কমে। ভূ-পৃষ্ঠ থকে উপরের দিকে উঠলে অভিকর্ষজ ত্বরণ হ্রাস পায়। আবার, উপর থেকে ভূ-পৃষ্ঠের দিকে আসতে থাকলে অভিকর্ষজ ত্বরণ বৃদ্ধি পায়, ফলে স্থির অবস্থার চেয়ে নিচে পড়ার সময় বস্তুর ওজন বাড়ে।

➡ ৬নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

সরলরেখায় সমত্বরণে চলমান কোনো বস্তুর বেগ (v) সময়ের (t) সাথে সমান অনুপাতে বৃদ্ধি পায়। আদিবেগ শূন্য না হলে অর্থাৎ $t = 0$ সময়ে বস্তুর বেগ অশূন্য হলে বেগ সময় লেখচিত্রটি একটি সরলরেখা হবে যা মূলবিন্দুগামী নয়।



উক্ত সরলরেখার যে কোনো বিন্দুতে ঢাল ঐ বিন্দুতে ত্বরণ নির্দেশ করে। লেখটি সরলরেখা হওয়ায় সমত্বরণ অর্থাৎ সকল বিন্দুতে সমান ঢাল নির্দেশ করবে।

➡ ৭নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

আমরা জানি, কোনো গতিশীল বস্তুকণার গতি যাত্রাপথে কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করলে সেই গতিকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলে।

ঘড়ির কাঁটা গতিপথের নির্দিষ্ট কোনো বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর (60 s, 1 hour, 12 hour) একই দিক থেকে অতিক্রম করে। তাই ঘড়ির কাঁটার গতি পর্যায়বৃত্ত গতি। স্পন্দন গতির ক্ষেত্রে বস্তু পর্যায়কালের অর্ধেক সময় এক দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় পূর্বগতির বিপরীত দিকে চলে। যেহেতু ঘড়ির কাঁটা এর পর্যায়কালের পুরো সময় একই-কৌণিক দিকে ঘোরে, সেহেতু এর গতি স্পন্দন গতি নয়। স্পন্দন গতি সম্পন্ন কণার গতিপথ খোলা সরল বা বক্ররেখা হয়, কিন্তু ঘড়ির কাঁটার গতিপথ বৃত্তাকার যা বন্ধ বক্ররেখা। অতএব, বলা যায় যে, ঘড়ির কাঁটার গতি পর্যায়বৃত্ত গতি।

তৃতীয় অধ্যায় : বল

➡ ১নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

নভোচারীরা মহাকাশ নভোযানে করে পৃথিবীকে একটি নির্দিষ্ট উচ্চতায় বৃত্তাকার কক্ষপথে প্রদক্ষিন করে। এই বৃত্তাকার গতির জন্য মহাশূন্যযানের পৃথিবীর কেন্দ্রের দিকে ঐ উচ্চতায় g এর সমান মানের আরো একটি ত্বরণ সৃষ্টি হয়। এই অবস্থায় $g - g = 0$ হয়ে যায়। ফলে নভোচারীরা নভোযানের উপর কোনো বল প্রয়োগ করে না। ফলে নিজেকে ওজনহীন মনে করেন। যার কারণে নভোচারীরা নভোযানে ভেসে থাকে।

➡ ২নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

নিউক্লিয়াসের অভ্যন্তরে অবস্থিত কণাসমূহের মধ্যে যে বল ক্রিয়া করে তাকে নিউক্লিয় বল বলে। নিউক্লিয় বল দুই প্রকার হতে পারে– সবল ও দুর্বল নিউক্লিয় বল। পরমাণুর কেন্দ্রে অবস্থিত নিউক্লিয়াসে প্রোটন ও নিউট্রনসমূহ যে আকর্ষণ বলের মাধ্যমে আবদ্ধ থাকে তাকে সবল নিউক্লিয় বল বলে। আবার, তেজস্ক্রিয় নিউক্লিয়াস থেকে যে β রশ্মি বের হয় তার কারণ দুর্বল নিউক্লিয় বল। সবল নিউক্লিয় বলের পাল্লা 10^{-15}m এবং দুর্বল নিউক্লিয় বলের পাল্লা 10^{-18}m।

➡ ৩নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

বৈদ্যুতিক পাখার সুইচ বন্ধ করার সাথে সাথে পাখাটি থেমে যায় না। কারণ, গতি জড়তা ধর্মের কারণে গতিশীল বস্তুটি এর গতি বজায় রাখার প্রবণতা দেখায়। ফলে পাখাটি আরো কিছু সময় পর্যন্ত ঘোরে এবং বায়ুর বাধা ও ফ্যানের শ্যাফটের ঘর্ষণের কারণে ধীরে ধীরে থেমে যায়।

➡ ৪নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

চলন্ত বাস হতে বাইরের গাছপালাগুলোকে গতিশীল মনে হয় আপেক্ষিক বেগের কারণে। প্রত্যেক পর্যবেক্ষক তার নিজ কাঠামোকে স্থির দেখে। চলন্ত বাসের যাত্রী বাসটিকে স্থির দেখবে কিন্তু তার কাছে মনে হবে গাছপালাগুলো বিপরীত দিকে গতিশীল।

➡ ৫নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান বিভিন্ন বলে বস্তুর ওজন পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন হয়। যেহেতু পৃথিবী সম্পূর্ণ গোলাকার নয়, মেরু অঞ্চলে একটুখানি চাপা তাই পৃথিবীর ব্যাসার্ধ (R) ধ্রুবক নয়। মেরু অঞ্চলে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ (R) সবচেয়ে কম বলে সেখানে g এর মান সবচেয়ে বেশি। ফলে সেখানে বস্তুর ওজন বেশি। আবার, বিষুব অঞ্চলে R এর মান সবচেয়ে বেশি বলে g এর মান সবচেয়ে কম। এর কারণে বিষুব অঞ্চলে বস্তুর ওজন সবচেয়ে কম। তাছাড়া ভূপৃষ্ঠ থেকে উচ্চতার তারতম্য ও আহ্নিক গতির ফলেও g এর মানের তারতম্য হওয়ার কারণে বস্তুর ওজনের তারতম্য হয়।

➡ ৬নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

দুটি বস্তুর প্রত্যক্ষ সংস্পর্শ ছাড়াই যে বল ক্রিয়া করে তাই হলো অস্পর্শ বল। দুটি চার্জিত বস্তুর মধ্যবর্তী আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বলই তড়িৎ বল। তড়িৎ বলের ক্ষেত্রে কোনো সংস্পর্শ ছাড়াই এই বল কাজ করে। যেহেতু তড়িৎ বলে কোনো প্রত্যক্ষ সংস্পর্শ নেই তাই একে অস্পর্শ বল বলে।

➡ ৭নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লব্ধি শূন্য হয় তাহলে বলগুলোকে সাম্য বল বলা হয়। সাম্য বলের দুটি বৈশিষ্ট্য হলো :

i. সাম্য বলের ক্ষেত্রে বলগুলার লব্ধি শূন্য হয়।

ii. সাম্য বলের ক্ষেত্রে বস্তুর ত্বরণ থাকে না। এক্ষেত্রে ত্বরণের দুটি বলের বৈশিষ্ট্য শূন্য হয়।

➡ ৮নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

কোনো বস্তুর ওপর F বল প্রয়োগের ফলে বলের দিকের সাথে θ কোণে s সরণ ঘটলে কৃতকাজ, $W = Fs\cos\theta$

$F \neq 0$ হওয়া সত্ত্বেও $W = 0$ হতে পারে যদি $s = 0$ অথবা $\cos\theta = 0$ অর্থাৎ $\theta = 90°$ হয়। অর্থাৎ বল প্রয়োগ করা সত্ত্বেও বস্তুর যদি সরণ না ঘটে অথবা সরণ ঘটলেও যদি তা বলের লম্বদিকে ঘটে তবে কৃতকাজ শূন্য হয়। সুতরাং বল প্রয়োগ করলে সকল ক্ষেত্রে কাজ সম্পন্ন হয় না।

➡ ৯নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

রাস্তায় হাঁটার সময় রাস্তা ও পায়ের তলার মধ্যে যে ঘর্ষণ বল তৈরি হয় তার জন্য আমরা স্বাচ্ছন্দ্যে হাঁটতে পারি। কিন্তু কর্দমাক্ত রাস্তায় রাস্তা ও পায়ের তলার মধ্যকার ঘর্ষণ বল হ্রাস পায়। কদর্মাক্ত রাস্তায় ক্রিয়া বলের জন্য যথাযথ মানের প্রতিক্রিয়া বল পাওয়া যায় না। এর ফলে ঐ রাস্তায় আমরা পিছলে যাই। তাই কর্দমাক্ত রাস্তায় হাঁটতে কষ্ট হয়।

➡ ১০নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

একাধিক বস্তুর মধ্যে শুধু ক্রিয়া প্রতিক্রিয়া ছাড়া অন্য কোনো বল কাজ না করলে কোনো নির্দিষ্ট দিকে তাদের মোট ভরবেগের কোনো পরিবর্তন হয় না।

মনে করি, m_1 ও m_2 ভরের দুটি বস্তু যথাক্রমে u_1 ও u_2 আদিবেগ নিয়ে একই সরলরেখায় চলছে। যদি $u_1 > u_2$ হয় তবে, m_1 ভরের বস্তুটি এক সময় m_2 ভরের বস্তুটিকে ধাক্কা দিবে। ধরা যাক, ক্রিয়া প্রতিক্রিয়াজনিত বলের সময়কাল t এবং সংঘর্ষের পর বস্তু দুটির বেগ যথাক্রমে v_1 ও v_2। সুতরাং ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুসারে,

মোট আদি ভরবেগ = মোট শেষ ভরবেগ,

বা, $m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$

➡ ১১নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান বিভিন্ন বলে বস্তুর ওজন পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন হয়। যেহেতু পৃথিবী সম্পূর্ণ গোলাকার নয়, মেরু অঞ্চলে একটুখানি চাপা, তাই পৃথিবীর ব্যাসার্ধ (R) ধ্রুবক নয়। মেরু অঞ্চলে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ (R) সবচেয়ে কম বলে সেখানে g এর মান সবচেয়ে বেশি, ফলে সেখানে বস্তুর ওজন বেশি। আবার বিষুব অঞ্চলে R এর মান সবচেয়ে বেশি বলে সেখানে g এর মান সবচেয়ে কম। এ কারণে বিষুব অঞ্চলে বস্তুর ওজন সবচেয়ে কম। এছাড়া উচ্চতার ক্রিয়া ও আহ্নিক গতির ফলেও g এর মানের তারতম্য হওয়ায় বস্তুর ওজনের তারতম্য হয়।

➡ ১২নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

$10\ N = 1\ kg \times 10\ ms^{-2}$

সুতরাং 10 N বল বলতে বোঝায়, যে পরিমাণ বল 1 kg ভরের বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে এতে 10 ms^{-2} ত্বরণ সৃষ্টি করে।

➡ ১৩নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুযায়ী "বাহ্যিক কোনো বল ক্রিয়া না করলে নির্দিষ্ট দিকে কতগুলো বস্তুর সমন্বয়ে গঠিত সিস্টেমের মোট ভরবেগ সর্বদাই ধ্রুব থাকে।" লাফ দেবার পূর্বে নৌকা ও লোকের বেগ শূন্য হওয়ায় তাদের ভরবেগের সমষ্টি শূন্য। এজন্য লাফ দেবার পরও তাদের ভরবেগের সমষ্টিও শূন্য হতে হয়। লোকের ভরবেগের সমান ও বিপরীত ভরবেগের জন্য নৌকা হতে লাফ দেবার সময় লোকের বিপরীত দিকে বা পিছন দিকে নৌকাটি ছুটে যায়।

➡ ১৪নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

মাটির প্রতিক্রিয়া বলের কারণে আমরা হাঁটার সময় মাটির ভিতর ঢুকে যাই না। কারণ, আমরা যখন মাটির উপর দিয়ে হাঁটি তখন পিছনের পা দ্বারা মাটির উপর পিছনের দিকে তির্যকভাবে একটা বল প্রয়োগ করি। এ বল হলো ক্রিয়া বল। নিউটনের তৃতীয় সূত্র অনুযায়ী এই বলের বিপরীতে একটি প্রতিক্রিয়া বল সৃষ্টি হয়। এই প্রতিক্রিয়া বলের কারণেই হাঁটার সময় আমরা মাটির ভিতর ঢুকে যাই না।

চতুর্থ অধ্যায় : কাজ, ক্ষমতা ও শক্তি

➡ ১নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

কোনো বস্তুর কাজ করার সামর্থ্যই হচ্ছে শক্তি। কাজ করা মানে শক্তিকে এক অবস্থা থেকে অন্য অবস্থায় রূপান্তরিত করা। এক্ষেত্রে কৃতকাজ ও রূপান্তরিত শক্তির পরিমাণ সমান। অর্থাৎ বস্তুটি সর্বমোট যে পরিমাণ কাজ করতে পারে তাই হচ্ছে শক্তি। নির্ণয় করা হয়, কোনো বস্তুর শক্তির পরিমাপ করতে তার দ্বারা সম্পন্ন কাজের পরিমাণ থেকে নির্ণয় করা হয়। তাই কাজ ও শক্তির একক অভিন্ন।

➡ ২নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল এবং বলের দিকে বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্বের গুণফল দ্বারা কাজ পরিমাপ করা হয়। বল ও সরণের দিক একই দিকে থাকলে কাজ ধনাত্মক হয় কিন্তু বল ও সরণের মান একই হওয়া সত্ত্বেও তাদের দিক বিপরীত হলে কাজ ঋণাত্মক হয়।

➡ ৩নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

আমরা জানি, কাজ = বল × বলের দিকে সরণের উপাংশ।
সুতরাং বল প্রয়োগ করা সত্ত্বেও যদি সরণ না ঘটে, বা ঘটলেও বলের দিকে সরণের উপাংশ শূন্য হয়, তাহলে কৃতকাজ শূন্য হবে। যেমন– এক ব্যক্তি সারাদিন ধরে ঠেলা সত্ত্বেও কোনো ভারী বস্তুকে সরাতে সক্ষম না হলে কোনো কাজ করেছেন বলে ধরা হবে না। তদ্রূপ, মহাশূন্য যানের উপর অভিকর্ষ বল ক্রিয়া করা সত্ত্বেও সর্বদা এর সরণ ঘটে বলের লম্ব দিকে, তাই এক্ষেত্রেও বলের দিকে সরণের উপাংশ শূন্য হওয়ায় কোনো কাজ সম্পন্ন হয় না।

➡ ৪নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

কোনো বস্তুকে যখন উপরে উঠানো হয় তখন এর মধ্যে বিভবশক্তি সঞ্চিত থাকে এবং বস্তুটি ভূমিতে পড়ার সময় বিভবশক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এ সময় বাতাসের বাধা থাকলে কিছু গতিশক্তি ঘর্ষণের ফলে তাপশক্তিতে রূপান্তরিত হবে। সবশেষে বস্তুটি যখন ভূমিতে পতিত হবে তখন সমস্ত বিভবশক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হবে এবং একই সাথে বস্তুটির গতিশক্তি তাপ ও শব্দশক্তিতে রূপান্তরিত হবে।

➡ ৫নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

জীবদেহ (উদ্ভিদ ও প্রাণী উভয়ই) মাটির নিচে চাপা পড়ে লক্ষ লক্ষ বছর পর তা কয়লা, প্রাকৃতিক গ্যাস বা খনিজ তেল এ পরিণত হয়। শক্তির এই সকল উৎসকেই জীবাশ্ম জ্বালানি বলা হয়। জীবদেহ থেকে জ্বালানি উৎপন্ন হয় বলে এদের এরূপ নামকরণ করা হয়েছে।

➡ ৬নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

নবায়নযোগ্য শক্তির গুরুত্বপূর্ণ আরেকটি হচ্ছে ভূতাপীয় বা জিওথার্মাল (Geothermal) শক্তি। আমাদের পৃথিবীর ভেতরের অংশ উত্তপ্ত আগ্নেয়গিরি দিয়ে যখন সেটা বের হয়ে আসে তখন আমরা সেটা টের পাই। তাই কেউ যদি কয়েক কিলোমিটার গর্ত করে যেতে পারে তাহলেই তাপশক্তির একটি বিশাল উৎস পেয়ে যায়। প্রক্রিয়াটি এখনো সহজ নয়, তাই ব্যাপকভাবে ব্যবহার শুরু হয়নি। কোনো কোনো জায়গায় তার ভূ-প্রকৃতির কারণে সেখানে এ ধরনের শক্তি সহজেই পাওয়া যায় সেখানে সেগুলো ব্যবহার শুরু হয়েছে।

➡ ৭নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

60W এর বৈদ্যুতিক বাল্বের অর্থ হলো–

১. বাল্বটিকে জ্বালাতে যে পরিমাণ বিদ্যুৎ সরবরাহ করতে হয় তার দ্বারা প্রতি সেকেন্ডে 60J কাজ করা যাবে।

২. বাল্বটির বৈদ্যুতিক ক্ষমতা 60 ওয়াট।

➡ ৮নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

কোনো ব্যক্তি বা বস্তুর কাজ করার হার বা শক্তি ক্ষয়ের হারই হলো ঐ ব্যক্তি বা বস্তুর ক্ষমতা। কোনো মোটরের ক্ষমতা 2 অশ্বক্ষমতা বা $(2 \times 746W) = 1492$ W বলতে বুঝায়, মোটরটি প্রতি সেকেন্ডে 1492 J পরিমাণ কাজ করতে বা শক্তি রূপান্তরে সক্ষম।

➡ ৯নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

বাস্তব ক্ষেত্রে কর্মদক্ষতা কখনোই 100% বা এর চেয়ে বেশি হতে পারে না। কারণ কোনো যন্ত্রে মোট যে শক্তি প্রদান করা হয় তার কিছু অংশই কার্যকর শক্তিতে রূপান্তরিত হয়, আর বাকি অংশ অন্যান্যভাবে ব্যয়িত হয়। তাই কর্মদক্ষতা কখনোই 1 হতে পারবে না অর্থাৎ 100% বা এর চেয়ে বেশি হতে পারবে না।

➡ ১০নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

স্বাভাবিক অবস্থান থেকে পরিবর্তন করে কোনো বস্তুকে অন্য অবস্থানে আনলে বস্তু কাজ করার যে সামর্থ্য অর্জন করে তাকে বিভবশক্তি বলে। m ভরের কোনো বস্তুকে h উচ্চতায় ওঠালে এর বিভবশক্তি হয় mgh। বস্তুটি নিচে পড়া শুরু করলে ভূমি হতে উচ্চতা h এর মান কমতে থাকে। ফলে বিভবশক্তির মান ও কমতে থাকে। অর্থাৎ পড়ন্ত বস্তুর বিভবশক্তি হ্রাস পায়।

পঞ্চম অধ্যায় : পদার্থের অবস্থা ও চাপ

➡ ১নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

চাপ একটি স্কেলার রাশি। যে সকল রাশির শুধু মান আছে কিন্তু দিকে নেই সেগুলো স্কেলার রাশি। চাপ যদিও দুটি ভেক্টর রাশি বল এবং ক্ষেত্রফল ভেক্টরের অনুপাত তবুও চাপ একটি স্কেলার রাশি। একটি তরল বা বায়বীয় পদার্থের ওপর যখন চাপ প্রয়োগ করা হয় তখন এটি কোনো নির্দিষ্ট দিকের উপর নির্ভর করে না, বরং সবদিকেই সমভাবে সঞ্চারিত হয়। তাই চাপ একটি স্কেলার রাশি।

➡ ২নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

আমরা জানি, চাপ, $P = h\rho g$। এখানে, h = তরলের গভীরতা, ρ = তরলের ঘনত্ব, g = অভিকর্ষজ ত্বরণ। কোনো নির্দিষ্ট স্থানে g ধ্রুবক এবং নির্দিষ্ট গভীরতায় h ধ্রুবক।

$\therefore P \propto \rho$

যেহেতু বিভিন্ন তরলের ঘনত্ব বিভিন্ন, সেহেতু নির্দিষ্ট গভীরতায় তরলের চাপ কত হবে সেটা ঘনত্বের ওপর নির্ভর করে। তাই বলা যায়, নির্দিষ্ট গভীরতায় চাপ তরলের প্রকৃতি তথা ঘনত্বের ওপর নির্ভরশীল।

➡ ৩নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

গ্যাস ভর্তি বেলুন বলতে মূলত হাইড্রোজেন গ্যাস বা বিভিন্ন হালকা গ্যাস ভর্তি বেলুন বুঝায়। হাইড্রোজেন গ্যাসের ঘনত্ব বায়ুর ঘনত্বের চেয়ে অনেক কম। তাই এই গ্যাস ভর্তি হালকা বেলুন সহজে উপরে উঠে যায়।

➡ ৪নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

বস্তুতে তাপ প্রয়োগ করলে এর অণু-পরমাণুসমূহ পরস্পর হতে দূরে সরে যায় বলে এর আয়তন বৃদ্ধি পায়। যেহেতু ভর নির্দিষ্ট থাকে এবং ঘনত্ব হলো ভর ও আয়তনের অনুপাত, তাই তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে বস্তুর ঘনত্ব হ্রাস পায়। বিপরীতক্রমে, তাপমাত্রা হ্রাসে বস্তুর আয়তন হ্রাস পায় এবং ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়। তবে কোনো কোনো ক্ষেত্রে (যেমন পানি) এর ব্যতিক্রম পরিলক্ষিত হয়। পানির ক্ষেত্রে, 0°C থেকে 4°C পর্যন্ত তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে ঘনত্ব বৃদ্ধি পায় এবং এরপর ঘনত্ব হ্রাস পেতে থাকে।

➡ ৫নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

নদীর পানি অপেক্ষা সাগরের পানির ঘনত্ব বেশি। ফলে $F = V\rho g$ বা $F \propto \rho$ সূত্রানুসারে, নদীর পানি থেকে সাগরের পানিতে প্লবতা বল বেশি হয়। এই অধিক প্লবতা বলের কারণেই নদীর পানি অপেক্ষা সাগরের পানিতে ভেসে থাকা তথা সাঁতার কাটা সহজতর।

➡ ৬নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

একমুখ বন্ধ প্রায় এক মিটার একটি লম্বা পারদপূর্ণ কাচ নলকে পারদপূর্ণ পাত্রে উল্টা করে খাড়াভাবে রাখলে বায়ুমণ্ডলের চাপের কারণে পারদ স্তম্ভ কিছুটা নেমে এসে স্থির হয় অর্থাৎ উপরের কিছু অংশ বায়ু শূন্য হয়। এই শূন্য স্থানকে টরিসেলির শূন্যস্থান বলে।

➡ ৭নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

জলীয় বাষ্প বায়ু অপেক্ষা হালকা হওয়ায় বায়ুতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ বৃদ্ধি পেলে বায়ুমণ্ডলের চাপ কমে যায়।

রান্নার সময় জলীয় বাষ্পকে উপরের দিকে উঠে যেতে দেখা যায়। এ থেকে বোঝা যায় বায়ু অপেক্ষা জলীয় বাষ্পের ঘনত্ব কম। এ কারণে বায়ুতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ বৃদ্ধি পেলে বায়ুর গড় ঘনত্ব হ্রাস পায়। তাই বায়ুতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ বৃদ্ধি পেলে $P = h\rho g$ বা $P \propto \rho$ সূত্রানুসারে চাপ হ্রাস পায়।

➡ ৮নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

কোনো বস্তু পানিতে ভাসবে না ডুববে তা নির্ভর করে বস্তুর ঘনত্ব ও পানির ঘনত্বের উপর। মৃত সাগরের পানিতে লবণ ও অন্যান্য অপদ্রব্য মিশ্রিত থাকার কারণে এই সাগরের পানির ঘনত্ব এত বেশি যে মানুষ সেখানে ডুবে না বরং ভেসে থাকে।

➡ ৯নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

কোনো বস্তুর উপাদানের ইয়ং গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$ বলতে বোঝায়, স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে দৈর্ঘ্য বরাবর যেকোনো মানের বল প্রয়োগে বস্তুটির দৈর্ঘ্য পীড়ন ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত সর্বদা $2 \times 10^{11}\ N/m^2$ হয়।

ষষ্ঠ অধ্যায় : বস্তুর ওপর তাপের প্রভাব

➡ ১নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

পদার্থের অণুসমূহ সর্বদা কম্পনশীল। কঠিন পদার্থের অণুগুলো একস্থান থেকে এদিক ওদিক স্পন্দিত হয়। অণুগুলির এই গতির জন্য গতিশক্তির সঞ্চার হয়। আবার কঠিন পদার্থের অণুগুলোর মধ্যে আকর্ষণ বিকর্ষণ বল আছে বলে বিভবশক্তি আছে। পদার্থের অণুগুলোর গতিশক্তি ও বিভবশক্তির সমষ্টি হলো অভ্যন্তরীণ শক্তি। অভ্যন্তরীণ শক্তির গতিশক্তি অংশটুকু শুধুমাত্র তাপমাত্রার বৃদ্ধি ঘটায়।

➡ ২নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

দুটি বস্তুর তাপ সমান হলেও তাদের তাপমাত্রা ভিন্ন হতে পারে, কারণ বস্তুর তাপমাত্রা তাদের তাপের পরিমাণের ওপর নির্ভর করে না, নির্ভর করে বস্তুর তাপীয় অবস্থার ওপর। একই উপাদানের কিন্তু ভিন্ন আকারের দুটি বস্তুর তাপের পরিমাণ সমান হলে ক্ষুদ্রতর বস্তুটির তাপমাত্রা বেশি হবে।

➡ ৩নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

রেল লাইন ইস্পাতের তৈরি হয়। লাইনের ওপর দিয়ে যখন ট্রেন চলে তখন ঘর্ষণের কারণে এবং সূর্যের উত্তাপে লাইনের তাপমাত্রা অনেক খানি বৃদ্ধি পায়। তাপমাত্রার এই বৃদ্ধির ফলে ধাতব উপাদানে তৈরি রেল লাইন দৈর্ঘ্যে প্রসারিত হয়। এ সময় পাশাপাশি অবস্থিত দুটি লাইনের মাঝে ফাঁকা না থাকলে রেললাইন বাঁকা হয়ে যেতো এবং ট্রেন দুর্ঘটনা ঘটতো। এ কারণে রেললাইনে যেখানে দুটি লোহার বার মিলিত হয় সেখানে ফাঁকা থাকে।

➡ ৪নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

দুটি বৈদ্যুতিক খুঁটির মাঝের তারকে টান টান করে সংযোগ দেওয়া হয় না। কারণ তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে বস্তুর দৈর্ঘ্য প্রসারণ ঘটে, আবার তাপমাত্রা হ্রাস পেলে দৈর্ঘ্য সংকোচন ঘটে। টান টান করে সংযোগ দেয়া হলে শীতকালে তাপমাত্রা কমে গেলে তারের দৈর্ঘ্য আরো সংকুচিত হবে। ফলে খুঁটিদ্বয়ের উপর বল প্রযুক্ত হবে। এ অবস্থায় তার ছিঁড়ে যেতে পারে এবং ফলে বিদ্যুৎস্পৃষ্ট হয়ে দুর্ঘটনা ঘটার আশঙ্কা থাকে।

➡ ৫নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

উত্তপ্ত বা জ্বলন্ত বৈদ্যুতিক বাল্বের তাপমাত্রা অনেক বেশি থাকে। তখন বাল্বের উপর ঠান্ডা পানি পড়লে কাচের অসম সংকোচনের কারণে বাল্বের কাচ ফেটে যায়। কাচ তাপ অপরিবাহী হওয়ায় পানি সংলগ্ন স্তর ও অপর স্তরের সংকোচন সমান হয় না। এর ফলে প্রচন্ড চাপে বাল্বের কাচটি ফেটে যায়।

➡ ৬নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

আমরা জানি, পানি সবসময় বাষ্পায়ীত হতে থাকে। এ বাষ্পায়ন নির্ভর করে এর আশপাশে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের 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 দ্রুত হয়। আমার জানি, বাষ্পায়নের সময় সুপ্ত তাপের প্রয়োজন। ঘাম বাষ্পায়নের সময় শরীর থেকে সুপ্ত তাপ গ্রহণ করে ফলে ঠান্ডা অনুভূত হয়।

➡ ৭নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

আপেক্ষিক তাপ ও তাপ ধারণ ক্ষমতার মধ্যে পার্থক্য নিম্নরূপ :

আপেক্ষিক তাপ	তাপ ধারণ ক্ষমতা
i. এটি পদার্থের বৈশিষ্ট্য।	i. এটি বস্তুর বৈশিষ্ট্য।
ii. কোনো পদার্থের 1 kg ভরের তাপমাত্রা 1K বাড়াতে যে তাপ লাগে, সেটিই ঐ পদার্থের আপেক্ষিক তাপ	ii. কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1K বাড়াতে যে তাপ লাগে সেটিই বস্তুর তাপ ধারণ ক্ষমতা।
iii. আপেক্ষিক তাপ ভরের ওপর নির্ভর করে না।	iii. নির্দিষ্ট উপাদানে তৈরি বস্তুর তাপ ধারণ ক্ষমতা এর ভরের সমানুপাতিক।
iv. এর একক $J\ kg^{-1}\ K^{-1}$।	iv. এর একক JK^{-1}।

➡ ৮নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1K বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা বলে। তাপধারণ ক্ষমতা বস্তুর ভর এবং উপাদানের উপর নির্ভরশীল। কোনো বস্তুর তাপমাত্রা $T_2 - T_1$ বাড়াতে Q পরিমাণ তাপ লাগলে 1K তাপমাত্রা বাড়াতে তাপ লাগে $= \frac{Q}{T_2 - T_1}$,

সুতরাং এক্ষেত্রে তাপধারণ ক্ষমতা, $C = \frac{Q}{T_2 - T_1}$ ।

➡ ৯নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

দুটি বস্তুর তাপমাত্রা সমান হলেও তাদের তাপের পরিমাণ ভিন্ন হতে পারে, কারণ কোনো বস্তুর তাপমাত্রা এর তাপের পরিমাণের ওপর নির্ভর করে না, নির্ভর করে এর তাপীয় অবস্থার ওপর। একই উপাদানের কিন্তু ভিন্ন আকারের দুটি বস্তুর তাপমাত্রা সমান হলে বৃহত্তর বস্তুটির তাপের পরিমাণ বেশি হবে।

➡ ১০নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

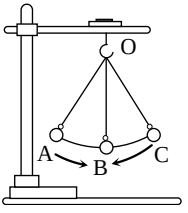
$1m^3$ আয়তনের নিকেলের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে এর আয়তন যতটুকু বৃদ্ধি পায় তাই নিকেলের আয়তন প্রসারণ সহগ। নিকেলের আয়তন প্রসারণ সহগ $39 \times 10^{-6}K^{-1}$ বলতে বুঝায় যে, $1m^3$ আয়তনের নিকেলের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করলে এর আয়তন $39 \times 10^{-6}m^3$ বৃদ্ধি পায়।

➡ ১১নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

মাটির তৈরি কলসির গায়ে অতি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ছিদ্র থাকে। যার মধ্যে দিয়ে পানি বাইরের দেয়ালে আসে। বাইরের দেয়ালের এই পানি স্বতঃবাষ্পীভবন প্রক্রিয়ায় বাষ্পীভূত হয় এবং বাষ্পীভবনের জন্য প্রয়োজনীয় সুপ্ততাপ কলসির ভেতরের পানি হতে গ্রহণ করে। ফলে কলসির পানির তাপমাত্রা কমে যায়। তাই মাটির কলসিতে রাখা পানি ঠান্ডা থাকে। পিতল বা লোহার পাত্রে মাটির কলসির ন্যায় কোন ছিদ্র থাকে না। তাই পানি বাইরে আসতে পারে না। ফলে পানি ঠান্ডা হতে পারে না।

সপ্তম অধ্যায় : তরঙ্গ ও শব্দ

➡ ১নং প্রশ্নের উত্তর ⬅



সরল দোলকের বব তার পর্যায়কালের অর্ধেক সময় একটি নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় একই পথে তার বিপরীত দিকে চলে বলে সরল দোলকের গতি স্পন্দন গতি।

চিত্রে, একটি সরলদোলকের বব তার গতিপথের একটি নির্দিষ্ট বিন্দু B কে CBA বা ABC পথে একই সময় পরপর অতিক্রম করে। আবার পর্যায়কালের প্রথমার্ধ ববটি CBA পথে চললে দ্বিতীয়ার্ধ ABC পথে ভ্রমণ করে। অতএব, সরল দোলকের গতি স্পন্দন গতি।

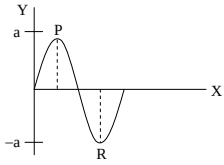
➡ ২নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ ও অনুপ্রস্থ তরঙ্গের পার্থক্য :

অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ	অনুপ্রস্থ তরঙ্গ
১. যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমান্তরালে অগ্রসর হয়, তাই অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।	১. যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমকোণে অগ্রসর হয়, তাই অনুপ্রস্থ তরঙ্গ।
২. সংকোচন ও প্রসারণের মাধ্যমে তরঙ্গ সঞ্চারিত হয়।	২. মাধ্যমে তরঙ্গশীর্ষ ও তরঙ্গপাদ উৎপন্ন করে সঞ্চারিত হয়।
৩. একটি সংকোচন ও একটি প্রসারণ নিয়ে তরঙ্গদৈর্ঘ্য গঠিত।	৩. একটি তরঙ্গশীর্ষ ও একটি তরঙ্গ পাদ নিয়ে তরঙ্গদৈর্ঘ্য গঠিত।

➡ ৩নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

কোনো একটি তরঙ্গায়িত কণার যেকোনো মুহূর্তের গতির সামগ্রিক অবস্থা প্রকাশক রাশিকে তার দশা বলে। গতির সামগ্রিক অবস্থা বলতে কণার গতি দিক, সরণ, বেগ, ত্বরণ ইত্যাদি বুঝায়।



উপরের চিত্রে কোনো নির্দিষ্ট সময়ে তরঙ্গাস্থিত বিভিন্ন কণার সরণ প্রদর্শিত হয়েছে। তরঙ্গশীর্ষ ও তরঙ্গপাদে অবস্থানকালীন কণাসমূহের বেগ শূন্য হয়। P কণাটি সামাবস্থান থেকে যেদিকে সর্বোচ্চ দূরত্বে (a) আছে। R কণাটি তার বিপরীত দিকে সর্বোচ্চ দূরত্বে (a) আছে। P কণাটির ত্বরণ সাম্যাবস্থান অভিমুখী অর্থাৎ Y অক্ষের ঋণাত্মক দিকে। R কণাটির ত্বরণও সাম্যাবস্থান অভিমুখী অর্থাৎ Y অক্ষের ধনাত্মক দিকে। যেহেতু এদের সরণ, ত্বরণ বিপরীতমুখী, তাই এরা সমদশা সম্পন্ন নয়।

➡ ৪নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

শব্দ সঞ্চালনের সময় শব্দ উৎসের কম্পন মাধ্যমের সংকোচন– প্রসারণের মাধ্যমে সামনের দিকে অগ্রসর হয় এবং তা একস্থান হতে অন্যস্থানে শক্তি সঞ্চালিত করে।

আবার, তরঙ্গ হলো একটা মাধ্যমের ভেতর দিয়ে শক্তি পাঠানোর প্রক্রিয়া, যেখানে মাধ্যমের কণাগুলো তার নিজের স্থানে স্পন্দিত হতে পারে, কিন্তু সেখান হতে সরে না। এ কারণে বলা যায়, শব্দ এক প্রকার তরঙ্গ।

➡ ৫নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

শব্দের বেগ বাতাসের ঘনত্বের উপর নির্ভরশীল। কারণ শব্দের বেগ বাতাসের ঘনত্বের বর্গমূলের ব্যাস্তানুপাতিক। তাই বাতাসের ঘনত্ব কম হলে শব্দের বেগ বেশি হয় এবং ঘনত্ব বেশি হলে শব্দের বেগ কম হয়। অর্থাৎ শব্দের বেগের উপর বাতাসের ঘনত্বের প্রভাব বিদ্যমান।

➡ ৬নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

শীতকাল অপেক্ষা বর্ষাকালে তাপমাত্রা সাধারণত বেশি থাকে। আর তাপমাত্রা বাড়লে $V \propto \sqrt{T}$ সূত্রানুসারে বায়ুতে শব্দের গতিবেগ বেড়ে যায়। তাছাড়া শীতকাল অপেক্ষা বর্ষাকালে বায়ুর আর্দ্রতাও বেশি থাকে। আর্দ্রতা বাড়লেও বায়ুর শব্দের বেগ বেড়ে যায়। ফলে শীতকাল অপেক্ষা বর্ষাকালে বায়ুর শব্দের বেগ বেশি থাকে। একারণে শীতকাল অপেক্ষা বর্ষাকালে শব্দ দ্রুত শোনা যায়।

➡ ৭নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

শব্দ সঞ্চালনের জন্য কোনো না কোনো মাধ্যমের প্রয়োজন হয়। কোনো মাধ্যমে শব্দের বেগ ঐ মাধ্যমের ঘনত্ব ও স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের ওপর নির্ভর করে। বিভিন্ন মাধ্যমের ঘনত্ব ও স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বিভিন্ন হওয়ায় বিভিন্ন মাধ্যমে শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বিভিন্ন হয়। নির্দিষ্ট উৎস হতে সৃষ্ট শব্দের কম্পাঙ্ক 'f' মাধ্যমের পরিবর্তন হলেও ধ্রুব থাকে। ফলে $v = f\lambda$ সূত্রানুযায়ী ভিন্ন মাধ্যমে শব্দের বেগ ভিন্ন হয়।

➡ ৮নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

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।

➡ ৯নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

মানুষের গলার আওয়াজের সুর চিকন হবে নাকি মোটা হবে তা ভোকাল কর্ডের উপর নির্ভর করে। ভোকাল কর্ড মোটা হলে এর কম্পাঙ্ক কমে যায়, ফলে শব্দের তীক্ষ্ণতাও কমে যায়। মেয়েদের কণ্ঠস্বর তীক্ষ্ণ হওয়ার কারণ তাদের ভোকাল কর্ড পাতলা অর্থাৎ এর কম্পাঙ্ক বেশি।

অষ্টম অধ্যায় : আলোর প্রতিফলন

➡ ১নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

নিয়মিত প্রতিফলন ও ব্যাপ্ত প্রতিফলনের পার্থক্য নিম্নরূপ :

নিয়মিত প্রতিফলন	ব্যাপ্ত প্রতিফলন
সমতল দর্পণে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন হয়।	অসমতল তলে আলোর ব্যাপ্ত প্রতিফলন হয়।
প্রতিফলক পৃষ্ঠ মসৃণ হলে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে।	প্রতিফলন পৃষ্ঠ মসৃণ না হলে অর্থাৎ অমসৃণ হলে আলোর ব্যাপ্ত প্রতিফলন ঘটে।

➡ ২নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

আমরা জানি, প্রতিফলনের ক্ষেত্রে, আপতন কোণ ও প্রতিফলন কোণ সমান। যেহেতু দর্পণে আপতিত রশ্মি লম্বভাবে আপতিত হলে আপতন কোণ 0° হয়, তাই প্রতিফলন কোণও 0° হবে, অর্থাৎ প্রতিফলিত রশ্মি 0° কোণে একই পথে ফিরে আসে।

➡ ৩নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

স্পর্শ না করেও একটি দর্পণ অবতল, উত্তল না সমতল তা চিহ্নিত করা যায়। এক্ষেত্রে বিভিন্ন প্রকার দর্পণে সৃষ্ট বিম্বের বৈশিষ্ট্য জানতে হবে।

কোনো দর্পণের একেবারে নিকটে একটি আঙুল খাড়াভাবে স্থাপন করলে যদি সৃষ্ট সোজা বিম্ব লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে বড় হয় তাহলে দর্পণটি অবতল। আর যদি গঠিত বিম্ব বস্তুর তুলনায় খর্বাকার হয় তাহলে দর্পণটি উত্তল এবং বিম্ব লক্ষ্যবস্তুর সমান হলে দর্পণটি সমতল।

➡ ৪নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

উত্তল ও অবতল দর্পণের মধ্যে দুটি পার্থক্য দেওয়া হলো–

উত্তল দর্পণ	অবতল দর্পণ
১. উত্তল দর্পণের ক্ষেত্রে গোলকের উত্তল পৃষ্ঠ প্রতিফলকরূপে কাজ করে।	১. অবতল দর্পণের ক্ষেত্রে, গোলকের অবতল পৃষ্ঠ প্রতিফলকরূপে কাজ করে।
২. উত্তল দর্পণে সর্বদা অবাস্তব বিম্ব গঠিত হয়।	২. অবতল দর্পণে বাস্তব ও অবাস্তব উভয় বিম্বই গঠিত হয়।

➡ ৫নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

উত্তল দর্পণে একগুচ্ছ সমান্তরাল বা কিছুটা অভিসারী রশ্মিগুচ্ছ আপতিত হলে প্রতিফলনের পর এরা অপসারীগুচ্ছে পরিণত হয়। অর্থাৎ এ রশ্মিগুচ্ছ দর্পণের সামনে কোনো বিন্দুতে মিলিত হয় না। তবে চক্ষুর নিকট মনে হয়, রশ্মিগুলো দর্পণের পেছনের কোনো বিন্দু হতে অপসৃত হচ্ছে। প্রতিফলিত রশ্মিগুচ্ছের প্রকৃত মিলন না হওয়া সত্ত্বেও এরূপ বিম্ব দেখা যায় বলে একে অবাস্তব বিম্ব বলে।

➡ ৬নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য বা আকার এবং লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য বা আকারের অনুপাত হলো রৈখিক বিবর্ধন বা বিবর্ধন। লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য বা আকারের চেয়ে প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য বা আকার বড় হলে বিবর্ধনের মান 1 অপেক্ষা বেশি হয়। অবতল দর্পণে লক্ষ্যবস্তুর অবস্থান প্রধান ফোকাসে বা ফোকাসের ভিতর এবং বক্রতার কেন্দ্র ও প্রধান ফোকাসের মধ্যে থাকলে গঠিত প্রতিবিম্বের আকার বড় হওয়ায় বিবর্ধনের মান 1 অপেক্ষা বেশি হয়। আবার উত্তল লেন্সের ক্ষেত্রে লক্ষ্যবস্তুর অবস্থান প্রধান ফোকাসে বা ফোকাসের মধ্যে এবং প্রধান ফোকাসের বাইরে কিন্তু ফোকাস দূরত্বের দ্বিগুণ দূরত্বের চেয়ে কম দূরে থাকলে গঠিত প্রতিবিম্বের আকার বড় হওয়ায় বিবর্ধনের মান 1 অপেক্ষা বেশি হয়।

➡ ৭নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

গোলীয় দর্পণের মেরু বিন্দু ও বক্রতার কেন্দ্রের মধ্য দিয়ে অতিক্রমকারী কাল্পনিক সরলরেখাকে দর্পণের প্রধান অক্ষ বলা হয়। আবার, মেরু বিন্দু ব্যতীত অন্য বিন্দু ও বক্রতার কেন্দ্রের মধ্য দিয়ে অতিক্রমকারী সরলরেখাকে দর্পণের গৌণ অক্ষ বলা হয়।

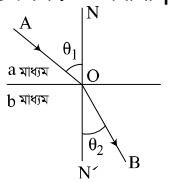
নবম অধ্যায় : আলোর প্রতিসরণ

➡ ১নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

কাচের পরম প্রতিসরণাঙ্ক 1.5 বলতে বোঝায় যে শূন্যমাধ্যমে বা বায়ু থেকে আলো কাচে তীর্যকভাবে প্রবেশ করলে আপতন কোণের সাইন এবং প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাত 1.5।

➡ ২নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

আলো যখন এক স্বচ্ছ মাধ্যম থেকে অন্য স্বচ্ছ মাধ্যমে তীর্যকভাবে প্রবেশ করে তখন একজোড়া নির্দিষ্ট মাধ্যম ও নির্দিষ্ট রঙের আলোর জন্য আপতন কোণের সাইন ও প্রতিসরণ কোণের সাইন-এর অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা হয়। এই ধ্রুব সংখ্যাকে ঐ রঙের জন্য প্রথম মাধ্যমের সাপেক্ষে দ্বিতীয় মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক বলে।



উপর্যুক্ত সূত্রানুযায়ী, চিত্রে 'a' মাধ্যমে আপতন কোণ θ_1 ও 'b' মাধ্যমে প্রতিসরণ কোণ θ_2 হলে, 'a' মাধ্যমের সাপেক্ষে 'b' মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক, ${}_an_b = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}$

➡ ৩নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

হীরক ও কাচ উভয়ের উপরই আলো পড়লে কিছু অংশ প্রতিফলিত হয় এবং কিছু অংশ প্রতিসরিত হয়ে ভিতরে ঢুকে যায়। হীরকের ধারগুলো এমনভাবে কাটা হয় যেন এর ভিতরে প্রবেশ করা আলো হীরকের অভ্যন্তরে পূর্ণ অভ্যন্তরীণভাবে প্রতিফলিত হয়ে বাইরে বেরিয়ে আসে। পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের ক্ষেত্রে সম্পূর্ণ আলোই প্রতিফলিত হয়, কোনো অংশই প্রতিসরিত হয় না। ফলে হীরকের ক্ষেত্রে আপতিত সকল আলোই প্রতিফলিত হয়ে ফিরে আসে। এ কারণে হীরককে অধিকতর উজ্জ্বল বলে মনে হয়।

➡ ৪নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

ঘন মাধ্যম হতে হালকা মাধ্যমে আলোর প্রতিসরণের বেলায় আপতন কোণের যে মানের জন্য প্রতিসরণ কোণ সর্বোচ্চ (90°) হয় অর্থাৎ প্রতিসৃত রশ্মি মাধ্যমদ্বয়ের বিভেদতল ঘেঁষে যায়, তাকে হালকা মাধ্যমের সাপেক্ষে ঘন মাধ্যমের ক্রান্তি কোণ বলে। সুতরাং সংজ্ঞানুসারে, ক্রান্তি কোণ মূলত একটি আপতন কোণ।

➡ ৫নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

অপটিক্যাল ফাইবার তৈরি করা হয় খুব সরু দীর্ঘ, নমনীয় অথচ নিরেট কাচ তন্তু দ্বারা। এই তন্তুর প্রতিসরণাঙ্ক 1.7 এবং ফাইবারের উপর অপেক্ষাকৃত কম প্রতিসরণাঙ্কের (1.5) পদার্থের একটি আবরণ দেখা যায়। আলোক রশ্মি ঘন মাধ্যম (অপটিক্যাল ফাইবার) থেকে হালকা মাধ্যমে (আবরণ) যাওয়ার সময় ক্রান্তি কোণ অপেক্ষা বড় কোণে আপতিত হলে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটে। অপটিক্যাল ফাইবার এমনভাবে বাঁকানো থাকে যাতে আপতন কোণ সবসময় ক্রান্তি কোণ অপেক্ষা বড় হয়। আবার অপটিক্যাল ফাইবারের আবরণ ভিতরের তন্তুর চেয়ে হালকা হয় তাই অপটিক্যাল ফাইবারে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটে।

➡ ৬নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

কোনো বস্তুর বর্ণের মধ্যে যে এক বা একাধিক মৌলিক বর্ণ বিদ্যমান, বস্তুটি কেবল ঐ সকল বর্ণের আলো প্রতিফলনে সক্ষম। সবুজ মৌলিক বর্ণ হওয়ায় সবুজ পাতা কেবল সবুজ আলোই প্রতিফলন করতে পারে। অর্থাৎ একটি যৌগিক আলোর মধ্যে সবুজ বর্ণের আলোকরশ্মি থাকলে, ঐ আলো সবুজ পাতার ওপর আপতিত হলে পাতাটি কেবল সবুজ আলো প্রতিফলন করবে। কিন্তু লাল মৌলিক বর্ণ হওয়ায় এ বর্ণের আলো সবুজ পাতার ওপর পড়লে তা কেবল শোষিত হয়, কোনোরূপ প্রতিফলিত হয় না। এ কারণে লাল আলোতে গাছের সবুজ পাতা কালো দেখায়।

➡ ৭নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

লেন্সের সামনে খুব কাছাকাছি কিন্তু পিছন দিকে একটি আঙুল রেখে সামনে থেকে তাকালে যদি সোজা ও বিবর্ধিত বিম্ব পাওয়া যায় তাহলে সে লেন্সটি উত্তল আর যদি সোজা ও খর্বিত বিম্ব পাওয়া যায় তাহলে সে লেন্সটি অবতল।

➡ ৮নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

আলোকরশ্মি যখন কোনো স্বচ্ছ মাধ্যম হতে অন্য স্বচ্ছ মাধ্যমে প্রবেশ করে অর্থাৎ প্রতিসরিত হয় তখন আপতন কোণের সাইন এবং প্রতিসরণ কোণের সাইন এর অনুপাত যে ধ্রুব সংখ্যা হয় তাকে প্রথম মাধ্যমের সাপেক্ষে দ্বিতীয় মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক বলে।

বায়ুর সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক 1.11 বলতে বোঝায় যে, আলো যখন বায়ু হতে পানি মাধ্যমে প্রতিসরিত হয় তখন আপতন কোণের সাইন এবং প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাত সর্বদা 1.11 হয়।

➡ ৯নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের শর্ত দুইটি। যথা :

১. আলোক রশ্মিকে অবশ্যই ঘন মাধ্যম থেকে হালকা মাধ্যমের অভিমুখে যেতে হবে এবং দুই মাধ্যমের বিভেদ তলে আপতিত হতে হবে।

২. ঘন মাধ্যমে আপতন কোণ ক্রান্তি কোণের চেয়ে বড় হতে হবে।

➡ ১০নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

প্রতিটি লেন্সই অভিসারী অথবা অপসারী ক্ষমতাসম্পন্ন। একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোক রশ্মিকে অভিসারী গুচ্ছে পরিণত করার ক্ষমতাকে ধনাত্মক ধরা হয়। উত্তল লেন্স এই ধরনের ক্ষমতাসম্পন্ন। কিন্তু অবতল লেন্স একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোকরশ্মিকে অপসারী গুচ্ছে পরিণত করে বলে এর ক্ষমতাকে ঋণাত্মক ধরা হয়। এক্ষেত্রে সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছকে যত কাছে অপসারী করতে পারবে, অবতল লেন্সের ক্ষমতা তত বেশি বিবেচনা করা হয়।

➡ ১১নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

লেন্স উত্তল বা অবতল যাই হোক না কেন এর ক্ষমতা (P) এর ফোকাস দূরত্বের উপর নির্ভর করে। অবতল লেন্সের ক্ষমতা ঋণাত্মক কারণ অবতল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব অবাস্তব। অপরদিকে উত্তল লেন্সের ক্ষমতা ধনাত্মক কারণ ফোকাস দূরত্ব বাস্তব। যেহেতু লেন্সের চিহ্নের প্রথা অনুসারে সকল অবাস্তব দূরত্ব ঋণাত্মক এবং বাস্তব দূরত্ব ধনাত্মক। অতএব এ কারণে লেন্সের ক্ষমতা ধনাত্মক বা ঋণাত্মক হয়।

দশম অধ্যায় : স্থির বিদ্যুৎ

➡ ১নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

আহিত বস্তুর যে আধান তড়িৎ আবেশের মাধ্যমে পরিবাহকে আবেশ সৃষ্টি করে তাকে আবেশী আধান বলে এবং তড়িৎ আবেশের ফলে কোনো পরিবাহকে যে আধানের সঞ্চার হয় তাকে আবিষ্ট আধান বলে। আবেশ প্রক্রিয়ায় তড়িৎ আকর্ষণের কারণে আবিষ্ট বস্তুতে আধান সৃষ্টি হওয়ায় এবং পরস্পর বিপরীতধর্মী আধানের কারণে আকর্ষণ বলের সৃষ্টি হওয়ায় আবেশী ও আবিষ্ট আধান একটি অন্যটির বিপরীতধর্মী।

➡ ২নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

আমরা জানি, একটি চার্জিত বস্তু একটি অচার্জিত বস্তুকে আকর্ষণ করে এবং বিপরীতধর্মী চার্জ পরস্পরকে আকর্ষণ করে। সুতরাং আকর্ষণ দ্বারা বস্তুটি তড়িৎগ্রস্ত কিনা তা বোঝা যায় না। কিন্তু সমধর্মী চার্জ পরস্পরকে বিকর্ষণ করে। সুতরাং, বিকর্ষণই তড়িৎগ্রস্ততার নিশ্চিত প্রমাণ।

➡ ৩নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

যেহেতু তড়িৎ প্রাবল্য হলো একক ধনাত্মক পরখ আধানের উপর ক্রিয়াশীল বল, সুতরাং প্রাবল্যের দিক আছে এবং এটি একটি ভেক্টর রাশি। একক ধনাত্মক আধান যে দিকে বল অনুভব করে তড়িৎ প্রাবল্যের দিক সে দিকে।

➡ ৪নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

তড়িৎক্ষেত্র সৃষ্টিকারী চার্জ থেকে যত দূরে যাওয়া যায় তড়িৎ বলরেখাগুলো অপসারী হতে থাকে। অর্থাৎ বলরেখাগুলো পরস্পর থেকে দূরে সরে যেতে থাকে। ফলে বলরেখার সাথে লম্বভাবে অবস্থিত একক ক্ষেত্রফলের মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত বলরেখার সংখ্যা কমতে থাকে। তড়িৎ তীব্রতা বলরেখার সাথে লম্বভাবে অবস্থিত একক ক্ষেত্রফলের মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত বলরেখার সংখ্যার সমানুপাতিক। এ কারণে তড়িৎক্ষেত্র সৃষ্টিকারী চার্জ থেকে যত দূরে যাওয়া যায় তীব্রতার মান তত কমতে থাকে। ফলে তড়িৎক্ষেত্রের সব বিন্দুতে তড়িৎ তীব্রতা সমান হয় না।

➡ ৫নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

পেট্রোলবাহী ট্রাক যখন রাস্তা দিয়ে চলে তখন পেট্রোল ট্যাংকের গায়ে বারবার ধাক্কা খায় এবং এদিক ওদিক দুলতে থাকে। ট্যাংকের সাথে পেট্রোলের এই ঘর্ষণের ফলে আধান সঞ্চিত হয়। যদি ট্যাংকের কিনারা থেকে একটা স্ফুলিঙ্গ সৃষ্টি হয় তাহলে মর্মান্তিক দুর্ঘটনা ঘটতে পারে এবং পেট্রোলে আগুন ধরে যেতে পারে। কাজেই পেট্রোল আধানের জন্য নিরাপদ স্থান নয়। তাই ট্যাংকের পিছনে শিকল লাগিয়ে এই আধান ভূমিতে চলে যাবার পথ তৈরি করা হয়।

➡ ৬নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

বৈদ্যুতিক সংযোগের ক্ষেত্রে অতিরিক্ত একটি তার ব্যবহার করা হয়। এটি হলো– ভূ-সংযোগ তার যা নিম্নরোধের তার। এটি সাধারণত বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের ধাতব ঢাকনার সাথে সংযুক্ত থাকে। বিভিন্ন কারণে বর্তনী ত্রুটিযুক্ত থাকতে পারে। যেমন– যদি জীবন্ত তার সঠিকভাবে সংযুক্ত না থাকে এবং তা যদি বৈদ্যুতিক যন্ত্রের ধাতব ঢাকনাকে স্পর্শ করে তবে ব্যবহারকারী বৈদ্যুতিক শক্ দ্বারা আক্রান্ত হতে পারেন। ধাতব ঢাকনাটি ভূ-সংযুক্ত অবস্থায় থাকলে এমনটি ঘটবে না। এক্ষেত্রে জীবন্ত তার থেকে উচ্চমানের তড়িৎপ্রবাহ ধাতব ঢাকনা হয়ে ভূ-সংযোগ তার দিয়ে মাটিতে চলে যাবে।

➡ ৭নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

স্টিলের আলমারিতে যে স্প্রে দিয়ে রং করা হয় তার সূচের 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।

একাদশ অধ্যায় : চল বিদ্যুৎ

➡ ১নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

রোধ হচ্ছে বিদ্যুৎ প্রবাহের বাধাজনিত পরিবাহী ধর্ম। রোধের সূত্রানুসারে আমরা জানি, নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট উপাদানের পরিবাহীর দৈর্ঘ্য স্থির থাকলে পরিবাহীর রোধ এর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের ব্যস্তানুপাতিক। অর্থাৎ প্রস্থচ্ছেদ যত বেশি হবে রোধ তত কম হবে এবং প্রস্থচ্ছেদ যত কম হবে রোধ তত বেশি হবে। তাই সরু তারের চেয়ে মোটা তারের রোধ কম হয়।

➡ ২নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

একটি ড্রাইসেলের তড়িচ্চালক শক্তি 1.5V বলতে বোঝায় 1 কুলম্ব আধানকে বর্তনীর এক বিন্দু হতে কোষ সমেত সমগ্রপথ ঘুরিয়ে আবার ঐ বিন্দুতে আনতে 1.5 J কাজ হয়।

➡ ৩নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

চল তড়িৎ আবিষ্কৃত হওয়ার সময় মনে করা হতো যে ধনাত্মক আধানের প্রবাহের ফলে তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয় এবং এই ধনাত্মক আধান উচ্চ বিভব থেকে নিম্ন বিভবের দিকে প্রবাহিত হয়। তাই তড়িৎ প্রবাহের প্রচলিত দিক ধরা হয় উচ্চ বিভব থেকে নিম্ন বিভবের দিকে। কিন্তু আমরা জানি, প্রকৃতপক্ষে তড়িৎ প্রবাহ হলো ঋণাত্মক আধান তথা ইলেকট্রন প্রবাহের জন্য। ফলে তড়িৎ প্রবাহের দিক হলো নিম্নতর বিভব থেকে উচ্চতর বিভবের দিকে। সুতরাং তড়িৎ প্রবাহের প্রকৃত দিক প্রচলিত দিকের বিপরীত।

➡ ৪নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

E তড়িচ্চালক শক্তি এবং r অভ্যন্তরীণ রোধ বিশিষ্ট কোনো সেলের সাথে R রোধ যুক্ত করলে বর্তনীর বিদ্যুৎ প্রবাহ,

$$I = \frac{\text{তড়িচ্চালক শক্তি (E)}}{\text{মোট রোধ (R + r)}}$$

বা, $I = \frac{E}{R + r}$

বা, $E = IR + Ir$

বা, $E = V + Ir$ (এখানে V বহিঃরোধের জন্য বিভব পতন)

এখানে, সেলের মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হওয়ার সময় এর অভ্যন্তরে বিভিন্ন ধরনের রাসায়নিক পদার্থের জন্য তড়িৎ প্রবাহ বাধাগ্রস্থ হয়। এই বাধা তথা অভ্যন্তরীণ রোধ অতিক্রম করতে $V' = Ir$ পরিমাণ বিভবের পতন হয়।

$\therefore E = V + V'$ যেহেতু $V' \neq 0$ তাই $V < E$

ফলে বর্তনী চালু থাকলে বিভব পার্থক্যের তুলনায় তড়িচ্চালক শক্তির মান সর্বদা বেশি থাকে।

➡ ৫নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

কোনো পরিবাহকের পরিবাহিতার মান নির্ভর করে পরিবাহকের উপাদান এবং তাপমাত্রার ওপরে। সাধারণভাবে সকল ধাতুই ভালো পরিবাহক অর্থাৎ ধাতব পদার্থের তড়িৎ পরিবাহকত্ব বেশি। অপরদিকে অধাতব পদার্থের পরিবাহকত্ব কম। তাপমাত্রা বাড়লে পরিবাহকের পরিবাহকত্ব কমে যায়।

➡ ৬নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

বিভিন্ন বৈদ্যুতিক যন্ত্রাংশের ধাতব অংশে বিভিন্ন কারণে বৈদ্যুতিক আধান জমা হয়। কেউ যেন এ ধাতব অংশ স্পর্শ করে দুর্ঘটনার সম্মুখীন না হয়, এ কারণে যন্ত্রাংশগুলোর ধাতব অংশকে ভূসংযুক্ত করা হয় যেন সঞ্চিত চার্জ সহজে ভূমিতে চলে যেতে পারে। আদর্শ ভূসংযোগের ক্ষেত্রে সংযোগকারী তারের রোধ শূন্য হওয়া প্রয়োজন, অন্যথায় যন্ত্রাংশগুলো ভূমি হতে একটি নির্দিষ্ট বিভব পার্থক্যে থাকবে, ফলে কেউ স্পর্শ করলে তার শক খাওয়ার সম্ভাবনা থাকে। কিন্তু প্রকৃতপক্ষে শূন্য রোধের তার পাওয়া সম্ভব নয়। এ কারণে ভূসংযোগে খুব নিম্ন মানের রোধের তার ব্যবহার করা হয়।

➡ ৭নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

নাইক্রোমের তুলনায় টাংস্টেনের গলনাঙ্ক অনেক বেশি। তাই বৈদ্যুতিক বাতিতে নাইক্রোমের পরিবর্তে টাংস্টেন ব্যবহার করলে এই বিভবে অনেক বেশি শক্তি উৎপন্ন হয়। আবার উচ্চ গলনাঙ্কের জন্য টাংস্টেনের ফিলামেন্ট অনেক উচ্চ তাপমাত্রাসহ হয়। ফলে নাইক্রোমের তুলনায় টাংস্টেনের ফিলামেন্ট অনেক বেশি তীব্রতাসম্পন্ন আলো উৎপাদনে সক্ষম। তাই বৈদ্যুতিক বাতিতে নাইক্রোমের পরিবর্তে টাংস্টেন ব্যবহৃত হয়।

➡ ৮নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

ফিউজ হলো একটি নিরাপত্তা মূলক কৌশল। বৈদ্যুতিক বর্তনীতে অধিক তড়িৎ প্রবাহ প্রতিরোধের জন্য ফিউজ ব্যবহার করা হয়। নির্দিষ্ট মানের তড়িৎ প্রবাহ অপেক্ষা বেশি তড়িৎ প্রবাহিত হলে ফিউজটি উত্তপ্ত হয় এবং গলে যায়। এতে বর্তনী বিচ্ছিন্ন হয় এবং যন্ত্রপাতি নষ্ট হওয়ার হাত থেকে রক্ষা পায়।

➡ ৯নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

কোনো তড়িৎ উৎস একক ধনাত্মক আধানকে বর্তনীর এক বিন্দু থেকে উৎসসহ সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আবার ঐ বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজসম্পন্ন করে তা হলো ঐ উৎসের তড়িচ্চালক শক্তি। কোনো তড়িচ্চালক উৎসের অভ্যন্তরীণ রোধ r, বাইরের রোধ R ও প্রবাহ I এবং তড়িচ্চালক শক্তি E হলে, $E = I(R + r)$।

➡ ১০নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

সিরিজ বর্তনী ও সমান্তরাল বর্তনীর পার্থক্য :

সিরিজ বর্তনী	সমান্তরাল বর্তনী
i. তড়িৎ উপকরণগুলো পরপর সাজানো থাকে।	i. তড়িৎ উপকরণগুলো সমান্তরালে সাজানো থাকে।
ii. বর্তনীর সর্বত্র তড়িৎপ্রবাহ সমান।	ii. প্রত্যেক সমান্তরাল শাখায় প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহের যোগফল বর্তনীর মূল প্রবাহের সমান।

➡ ১১নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

মোটা তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল সরু তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের চেয়ে বেশি বলে মোটা তারের রোধ কম। কারণ রোধের একটি সূত্রানুসারে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট উপাদানের রোধ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের ব্যস্তানুপাতিক। আবার, যে তারের রোধ কম ওহমের সূত্রানুসারে সেই তারে বেশি বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। এ কারণে সরু তারের চেয়ে মোটা তারে বিদ্যুৎ বেশি প্রবাহিত হয়।

➡ ১২নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

বৈদ্যুতিক কেটলিতে ব্যবহৃত নাইক্রোম তারের আপেক্ষিক রোধের মান তুলনামূলকভাবে বেশি। তাই এর মধ্য দিয়ে যখন তড়িৎ প্রবাহিত হয় তখন প্রচুর তাপ উৎপন্ন হয়। ফলে বৈদ্যুতিক কেটলিতে পানি দ্রুত গরম হয়।

দ্বাদশ অধ্যায় : বিদ্যুতের চৌম্বক ক্রিয়া

➡ ১নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

সলিনয়েডের ভেতর কোনো লোহার দণ্ড বা পেরেককে ঢুকালে সলিনয়েডের নিজের যে চৌম্বকক্ষেত্র তৈরি হয় তার চেয়ে অনেক বেশি শক্তিশালী চৌম্বকক্ষেত্র তৈরি হয়। ফলে সলিনয়েড থেকে অনেক বেশি চৌম্বকক্ষেত্র পাওয়া যায়। তড়িৎ প্রবাহ চলাকালীন এটি বেশ শক্তিশালী চুম্বকে পরিণত হয়। তড়িৎ হতে চুম্বক সৃষ্টি হয় বলে একে তড়িৎচুম্বক বলে। বৈদ্যুতিক ঘণ্টা তৈরি, লোহা বা ইস্পাতের ভারী জিনিস উঠানামা করা বা আবর্জনা সরানোর জন্য ক্রেন তৈরি প্রভৃতিতে তাড়িৎ চুম্বক ব্যবহৃত হয়।

➡ ২নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

সলিনয়েডের প্রাবল্য নিম্নোক্তভাবে বাড়ানো যায়–

i. তড়িৎ প্রবাহ বাড়িয়ে

ii. সলিনয়েডের প্যাঁচের সংখ্যা বাড়িয়ে

iii. ইংরেজি U অক্ষরের মতো বাঁকিয়ে চুম্বক মেরু দুটিকে আরও কাছাকাছি এনে।

➡ ৩নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

চৌম্বকক্ষেত্রের সবলতা নিম্নোক্ত উপায়ে বাড়ানো যেতে পারে :

i. তড়িৎ প্রবাহ বৃদ্ধি করে।

ii. কয়েল লুপ বা পেঁচের সংখ্যা বৃদ্ধি করে।

iii. কয়েলের বেধ বাড়িয়ে।

➡ ৪নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

উচ্চধাপী ট্রান্সফর্মারের ২টি বৈশিষ্ট্য নিম্নরূপ :

i. উচ্চধাপী ট্রান্সফর্মার পর্যায়বৃত্ত অল্প বিভবকে পর্যাবৃত্ত অধিক বিভবে রূপান্তরিত করে।

ii. উচ্চধাপী ট্রান্সফর্মারে মুখ্য কুণ্ডলীর চেয়ে গৌণ কুণ্ডলীর পাকসংখ্যা বেশি থাকে।

➡ ৫নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

এ.সি. ও ডি.সি. জেনারেটরের মধ্যে নিম্নরূপ পার্থক্য পরিলক্ষিত হয় :

এ.সি. জেনারেটর	ডি.সি. জেনারেটর
i. যান্ত্রিক শক্তিকে পরিবর্তী বা পর্যায়বৃত্ত তড়িৎ প্রবাহে রূপান্তর করে।	i. যান্ত্রিক শক্তিকে একমুখী তড়িৎ প্রবাহে রূপান্তর করে।
ii. কুণ্ডলীর দু'প্রান্তে দুটি স্লিপ রিং থাকে।	ii. কুণ্ডলীর দু'প্রান্তে দুটি অর্ধবৃত্তাকার তামার পাত থাকে। একে কম্যুটেটর বলে।
iii. সময়ের সাথে দিক পরিবর্তন করে।	iii. উৎপন্ন বিদ্যুৎ সময়ের সাথে দিক পরিবর্তন করে না।

➡ ৬নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

ট্রান্সফর্মার মূলত তাড়িতচৌম্বক আবেশ নীতির উপর ভিত্তি করে কাজ করে। ট্রান্সফর্মারের মুখ্য কুন্ডলীর মধ্যে দিয়ে যখন শুধুমাত্র পর্যায়বৃত্ত প্রবাহ যায় তখনই গৌণ কুন্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের এবং ভোল্টেজ এর পরিবর্তন ঘটে। কিন্তু মুখ্য কুন্ডলীতে অপর্যায়বৃত্ত প্রবাহের কারণে কোন তাড়িতচৌম্বক আবেশ গৌণ কুন্ডলীতে তৈরি হয় না এবং গৌণ কুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ বা ভোল্টেজের পরিবর্তন একমাত্র গৌণ কুন্ডলীতে তড়িৎ আবেশ তৈরি করে। সুতরাং ট্রান্সফর্মার শুধুমাত্র পর্যায়বৃত্ত ভোল্টেজ পরিবর্তন করে।

➡ ৭নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা অনুসারে বিভব ও তড়িৎ প্রবাহ পরিবর্তন করার জন্য বৈদ্যুতিক বর্তনীতে ট্রান্সফর্মার ব্যবহৃত হয়। বিদ্যুৎকেন্দ্রে উৎপন্ন তড়িৎ দূর দূরান্তে প্রেরণের জন্য উচ্চ বিভব ও নিম্ন প্রবাহের প্রয়োজন। কারণ উচ্চ প্রবাহে সঞ্চালন লাইনের রোধের মধ্য দিয়ে তাপশক্তির মাধ্যমে শক্তির ক্ষয় কম হয়। তাই উৎপন্ন নিম্ন বিভবের উচ্চ প্রবাহকে আরোহী ট্রান্সফর্মারের মাধ্যমে পরিবর্তন করে সঞ্চালন লাইনে প্রেরণ করা হয়। হাই ভোল্টেজ যন্ত্রপাতি চালানোর জন্য কল-কারখানায়ও আরোহী ট্রান্সফর্মার ব্যবহৃত হয়। আবার বাসাবাড়ি ও সাধারণ ইলেকট্রনিক্স যন্ত্রপাতি নিম্ন ভোল্টেজে চলে বলে বন্টন লাইনে অবরোহী ট্রান্সফর্মার ব্যবহৃত হয়।

➡ ৮নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

জেনারেটর ও তড়িৎ মোটর এর মধ্যে দুটি পার্থক্য নিম্নে দেওয়া হলো :

তড়িৎ মোটর	জেনারেটর
i. তড়িৎ মোটর তড়িৎ শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত করে।	i. জেনারেটর যান্ত্রিক শক্তিকে তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত করে।
ii. তড়িৎবাহী তারের ওপর চুম্বকের প্রভাবের নীতিতে তড়িৎ মোটর চলে।	ii. তড়িৎ চৌম্বক আবেশের নীতিতে জেনারেটর চলে।

➡ ৯নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

ট্রান্সফর্মারে DC এর পরিবর্তে AC ভোল্টেজ ব্যবহার করা হয়। কারণ DC শক্তির উৎস বা প্রবাহের আবেশী ক্ষমতা থাকে না।

আমরা জানি, ট্রান্সফর্মারের মুখ্য কুন্ডলীতে ভোল্টেজ প্রয়োগ করলে চৌম্বক বলরেখার পরিবর্তনের জন্য গৌণ কুন্ডলীতে একটি ভোল্টেজ আবিষ্ট হয়। এভাবে ট্রান্সফর্মার কাজ করে। DC প্রবাহ প্রয়োগ করলে চৌম্বক বলরেখার পরিবর্তন হয় না। তাই গৌণ কুন্ডলীতে তড়িচ্চালক শক্তি আবিষ্ট হবে না। অপরদিকে মুখ্য কুন্ডলীতে AC ভোল্টেজ বা প্রবাহ প্রয়োগ করলে চৌম্বক বলরেখার পরিবর্তন হয় এবং গৌণ কুন্ডলীতে তড়িচ্চালক শক্তি আবিষ্ট হয়। তাই ট্রান্সফর্মারে DC এর পরিবর্তে AC ব্যবহার করা হয়।

➡ ১০নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি থেকে আমরা জানি, শক্তি উৎপন্ন বা ধ্বংস করা যায় না। তড়িতের ক্ষেত্রে প্রতি সেকেন্ডে উৎপন্ন বা ব্যয়িত শক্তি হচ্ছে বিভব $\times$ প্রবাহ। সুতরাং মুখ্য ও গৌণ কুন্ডলীতে বিভব ও প্রবাহের গুণফল ধ্রুব থাকবে। এ কারণে স্টেপ আপ ট্রান্সফর্মার এর বিভব বৃদ্ধি পায় এবং অপরদিকে প্রবাহ হ্রাস পায়। আবার স্টেপ ডাউন ট্রান্সফর্মার এর বিভব হ্রাস পায় এবং প্রবাহ বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ ট্রান্সফর্মার একই সাথে বিভব ও প্রবাহ পরিবর্তন করে।

ত্রয়োদশ অধ্যায় : তেজস্ক্রিয়তা ও ইলেকট্রনিকস

➡ ১নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

তেজস্ক্রিয় রশ্মিগুলো হলো–

i. আলফা রশ্মি;

ii. বিটা রশ্মি;

iii. গামা রশ্মি

বিটা রশ্মি : এটি ঋণাত্মক আধানযুক্ত এবং চৌম্বক ও তড়িৎক্ষেত্র দ্বারা অনেক বেশি বিক্ষিপ্ত হয়। এর ভর ইলেকট্রনের সমান অর্থাৎ 9.11×10^{-31}kg। ফটোগ্রাফিক ফিল্ম ও ক্লাউড চেম্বার দিয়ে এর উপস্থিতি নির্ণয় করা যায়। এই কণা প্রতিপ্রভা সৃষ্টি করতে পারে। এর ভেদন ক্ষমতা আলফা কণার চেয়ে বেশি।

➡ ২নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

আলফা ও গামা রশ্মির পার্থক্য নিম্নরূপ :

আলফা রশ্মি	গামা রশ্মি
১। আলফা রশ্মি ধনাত্মক আধানযুক্ত কণা।	১। গামা রশ্মি আধান নিরপেক্ষ তাড়িতচৌম্বক তরঙ্গ।
২। এর ভর হাইড্রোজেন পরমাণুর চার গুণ।	২। এর কোনো ভর নেই।

➡ ৩নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

যে সময়ে কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের মোট পরমাণুর ঠিক অর্ধেক পরিমডাণ ক্ষয়প্রাপ্ত হয়, তাই হল ঐ মৌলের অর্ধায়ু। ধরা যাক কোনো মৌলে ৮০০০০০ টি তেজস্ক্রিয় পরমাণু আছে। এর অর্ধেক অর্থাৎ ৪০০০০০টি পরমাণু ক্ষয় হয়ে কোনো নতুন মৌলে রূপান্তরিত হতে যে সময় লাগে তাই ঐ পদার্থের অর্ধায়ু। অর্ধায়ুর মান মৌলের পরমাণুর সংখ্যার উপর নির্ভর করে না। যেকোন সংখ্যক পরমাণুর জন্য একটি বিশেষ তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধায়ু একটি ধ্রুব সংখ্যা। অর্থাৎ মৌলটির পরবর্তী অর্ধেক সংখ্যক পরমাণু ক্ষয়প্রাপ্ত হতেও সমান সময় লাগবে।

➡ ৪নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

α, β, γ রশ্মির ভেদন ক্ষমতার তুলনা নিচে উপস্থাপন করা হলো :

α রশ্মি	β রশ্মি	γ রশি
১। এর ভর বেশি হওয়ায় বেদন ক্ষমতা কম।	১। এর ভেদন ক্ষমতা α-রশ্মির চেয়ে বেশি।	১। α ও β-রশ্মির চেয়ে γ-রশ্মির ভেদন ক্ষমতা অনেক বেশি।
২। স্বাভাবিক চাপ ও তাপমাত্রায় কয়েক সে. মি. বায়ু বা ধাতুর খুব পাতলা শিট দ্বারা এর গতি থামিয়ে দেওয়া যায়।	২। এটি 0.01m পুরু অ্যালুমিনিয়াম পাত ভেদ করতে পারে।	২। এটি বেশ কয়েক সেন্টিমিটার পুরু সীসার পাত ভেদ করে যেতে পারে।

➡ ৫নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

ইলেকট্রনিকসে কোনো বিশেষ উদ্দেশ্য সম্পাদনের জন্য প্রয়োজন মত ডায়োড, ট্রানজিস্টর, রোধ, ধারক ইত্যাদি পরিবাহী তার দ্বারা যুক্ত করে বর্তনী তৈরি করা হয়। এতে বর্তনীর আকার অত্যন্ত বড় হয়।

বর্তনী ছোট করার উদ্দেশ্যে একটি পূর্ণবর্তনী একটি মাত্র অর্ধপরিবাহী সিলিকন বা জার্মেনিয়াম খণ্ডে তৈরি করা সম্ভব হয়েছে। এরূপ বর্তনীকে ইনটিগ্রেটেড সার্কিট বা সমন্বিত বর্তনী বলে। ইনটিগ্রেটেড সার্কিটের সংক্ষিপ্ত নাম IC। IC নামেই এটি বেশি পরিচিত।

➡ ৬নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

অ্যানালগ ও ডিজিটাল সংকেতের পার্থক্য–

অ্যানালগ সংকেত	ডিজিটাল সংকেত
১. অ্যানালগ সংকেত নিরবচ্ছিন্নভাবে পরিবর্তনশীল ভোল্টেজ বা কারেন্ট।	১. ডিজিটাল সংকেত ছিন্নায়িত মানে পরিবর্তিত হয়।
২. অ্যানালগ সংকেত হলো সাইন তরঙ্গ।	২. ডিজিটাল সংকেত স্কয়ার তরঙ্গ।
৩. অ্যানালগ সংকেত নিম্নতম থেকে উচ্চতম মানের মধ্যে যে কোনো মান গ্রহণ করতে পারে।	৩. ডিজিটাল সংকেত কিছু নির্দিষ্ট মান গ্রহণ করতে পারে।

➡ ৭নং প্রশ্নের উত্তর ⬅

ভারি মৌলিক পদার্থের নিউক্লিয়াস থেকে স্বতঃস্ফূর্তভাবে অবিরত তেজস্ক্রিয় রশ্মি নির্গমনের প্রক্রিয়াকে তেজস্ক্রিয়তা বলে। কোন পদার্থের তেজস্ক্রিয়তার উৎপত্তিস্থল তার নিউক্লিয়াস। নিউক্লিয়াসের বাইরে যে ইলেকট্রন আছে তেজস্ক্রিয়তাতে তাদের কোনো ভূমিকা নেই। তাই বলা যায়, তেজস্ক্রিয়তা একটি নিউক্লিয় ঘটনা।