

প্রিয় পরীক্ষার্থী বন্ধুরা, তোমরা ইতোমধ্যে পাট-০১ এ অন্তর্ভুক্ত অ্যাসাইনমেন্টভিত্তিক সৃজনশীল প্রশ্নসমূহের উত্তরের অনুশীলন সম্পন্ন করেছ। তোমরা নিশ্চয়ই লক্ষ করেছ, প্রতি অধ্যায়ে অ্যাসাইনমেন্টের বাইরে আরও কিছু গুরুত্বপূর্ণ বিষয়বস্তু/পাঠ রয়েছে এবং এসব পাঠ থেকেও পরীক্ষায় সৃজনশীল প্রশ্ন আসতে পারে। তোমাদের প্রস্তুতিকে নিখুঁত করতে এ অংশে বিষয়বস্তু/পাঠের আলোকে অতি গুরুত্বপূর্ণ কয়েকটি সৃজনশীল প্রশ্নের উত্তর সন্নিবেশ করা হলো।

অধ্যায় ১ ভৌত রাশি এবং পরিমাপ

পাঠ সূত্র : পরিমাপের যন্ত্রপাতি

সৃজনশীল প্রশ্ন ১ 3500 kg m⁻³ ঘনত্বের একটি গোলকের ব্যাস পরিমাপ করা হলো, যার প্রধান স্কেল পাঠ 4 cm, ভার্নিয়ার সমপাতন 7 এবং ভার্নিয়ার ধ্রুবক 0.1 mm। গোলকটিকে ভূমি হতে 32 m উপর থেকে ফেলে দেওয়া হলো।

- তুলাযন্ত্র কী? ১
- ভার্নিয়ার সমপাতন ব্যাখ্যা কর। ২
- গোলকটির ব্যাস নির্ণয় কর। ৩
- ভূমিতে পড়ার সময় গোলকটির গতিশক্তির পরিমাণ গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১নং প্রশ্নের উত্তর

ক পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবরেটরির যে যন্ত্রে ক্ষুদ্র ও বৃহৎ বাটখারা এবং পিভটে দাড় করানো দাড়িপাল্লা দিয়ে যেকোনো আকারের বস্তু ও পদার্থের ভর মাপা সম্ভব হয় তাকে তুলা যন্ত্র বা ব্যালেন্স (balance) বলে।

খ স্লাইড ক্যালিপার্সের সাহায্যে কোনো দণ্ডের দৈর্ঘ্য পরিমাপ করার সময় দেখা যায় ভার্নিয়ার স্কেলের একটি দাগ প্রধান স্কেলের কোনো একটি দাগের সাথে মিলে। অনেক ক্ষেত্রে দাগ মিলে না। সেক্ষেত্রে একটি ভার্নিয়ার স্কেলের একটি দাগ প্রধান স্কেলের কোনো একটি দাগের সাথে সবচেয়ে কাছাকাছি থাকে। ভার্নিয়ার স্কেলের যত তম দাগটি প্রধান স্কেলের একটি দাগের সাথে মিলে বা সবচেয়ে কাছাকাছি থাকে সেই পাঠটি ভার্নিয়ার সমপাতন।

গ এখানে, প্রধান স্কেলের পাঠ, $M = 4 \text{ cm}$

ভার্নিয়ার সমপাতন, $V = 7$

ভার্নিয়ার ধ্রুবক, $VC = 0.1 \text{ mm} = 0.01 \text{ cm}$

∴ গোলকটির ব্যাস, $D = M + VC \times V = 4 \text{ cm} + 0.01 \text{ cm} \times 7$

∴ $D = 4.07 \text{ cm}$

অতএব, গোলকটির ব্যাস 4.07 cm।

ঘ 'ক' হতে গোলকটির ব্যাস, $D = 4.07 \text{ cm}$

∴ ব্যাসার্ধ, $r = \frac{D}{2} = \frac{4.07}{2} \text{ cm} = 2.035 \text{ cm} = 2.035 \times 10^{-2} \text{ m}$

∴ গোলকটির আয়তন, $V = \frac{4}{3} \pi r^3$
 $= \frac{4}{3} \times 3.1416 \times (2.035 \times 10^{-2} \text{ m})^3$
 $= 3.53 \times 10^{-5} \text{ m}^3$

গোলকটির ঘনত্ব, $\rho = 3500 \text{ kg m}^{-3}$

∴ গোলকটির ভর, $m = \rho V = 3500 \text{ kg m}^{-3} \times 3.53 \times 10^{-5} \text{ m}^3$
 $= 0.124 \text{ kg}$

ভূমি হতে গোলকটির উচ্চতা, $h = 32 \text{ m}$

ভূমিতে পড়ার সময় গোলকটির গতিশক্তি, $T = ?$

$T = h$ উচ্চতায় গোলকটির বিভব শক্তি

$= mgh$

$= 0.124 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 32 \text{ m}$

$= 38.75 \text{ J}$

অতএব, ভূমিতে পড়ার সময় গোলকটির গতিশক্তির পরিমাণ 38.75 J।

সৃজনশীল প্রশ্ন ২ পরীক্ষাগারে শিক্ষক মাহমুদুল ও সিয়ামকে একটি দণ্ডের দৈর্ঘ্য পরিমাপের জন্য দুটি স্লাইড ক্যালিপার্স দিলেন। মাহমুদুলের যন্ত্রের প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম 19 ঘর ভার্নিয়ারের 20 ঘরের সমান। সিয়ামের যন্ত্রের প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম 39 ঘর ভার্নিয়ারের 40 ঘরের সমান। উভয়ক্ষেত্রে প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম 1 ঘরের দৈর্ঘ্য 1mm। উভয়ের প্রাপ্ত পাঠ নিম্নরূপ :

	প্রধান স্কেল পাঠ	ভার্নিয়ার সমপাতন
মাহমুদুলের পাঠ	5	15
সিয়ামের পাঠ	5	32

- স্টপওয়াচ কখন ব্যবহার করা হয়? ১
- ভার্নিয়ার ধ্রুবক 0.05 mm বলতে কী বুঝ? ২
- মাহমুদুলের যন্ত্রে দণ্ডের দৈর্ঘ্য কত পাওয়া গেল? ৩
- কার যন্ত্র দ্বারা প্রাপ্ত দৈর্ঘ্য অধিকতর নির্ভুল হবে? গাণিতিক যুক্তিসহ লেখ। ৪

২নং প্রশ্নের উত্তর

ক ক্ষুদ্র সময় ব্যবধান পরিমাপের জন্য স্টপওয়াচ বা থামাঘড়ি ব্যবহার করা হয়।

খ স্লাইড ক্যালিপার্সের প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগের চেয়ে ভার্নিয়ার স্কেলের এক ভাগ যতটুকু ছোট তার পরিমাণই হলো ভার্নিয়ার ধ্রুবক। অর্থাৎ ভার্নিয়ার ধ্রুবক 0.05 mm বলতে বোঝা যায় যে, প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগের চেয়ে ভার্নিয়ার স্কেলের এক ভাগ 0.05 mm ছোট।

গ ধরি, দণ্ডের দৈর্ঘ্য, L

উদ্দীপক হতে, প্রধান স্কেল পাঠ, $M = 5 \text{ mm}$

ভার্নিয়ার সমপাতন, $V = 15$

ভার্নিয়ার স্কেলের ভাগ সংখ্যা, $n = 20$

প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম 1 ভাগের দৈর্ঘ্য, $s = 1 \text{ mm}$

আমরা জানি, $VC = \frac{s}{n} = \frac{1}{20} \text{ mm} = 0.05 \text{ mm}$

আবার, $L = M + V \times VC$

$= 5 \text{ mm} + 15 \times 0.05 \text{ mm}$

$= 5.75 \text{ mm}$

অতএব, মাহমুদুলের যন্ত্রের দৈর্ঘ্য 5.75 mm।

ঘ 'গ' হতে পাই,

মাহমুদুলের ক্যালিপার্সের ভার্ণিয়ার ফ্রবক, $VC_A = 0.05 \text{ mm}$

আবার, সিয়ামের ক্যালিপার্সের

ভার্ণিয়ার স্কেলের ভাগসংখ্যা, $n = 40$

প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ঘরের দৈর্ঘ্য $= 1 \text{ mm}$

\therefore ভার্ণিয়ার ফ্রবক, $VC_2 = \frac{1}{40} \text{ mm} = 0.025 \text{ mm}$

এখন, যে স্কেলের ভার্ণিয়ার ফ্রবকের মান ক্ষুদ্র সে স্কেল দ্বারা অধিক ক্ষুদ্রতম দূরত্ব পরিমাপ করা যায়। যেহেতু সিয়ামের ক্যালিপার্সের ভার্ণিয়ার ফ্রবকের মান মাহমুদুলের ক্যালিপার্সের ভার্ণিয়ার ফ্রবকের মানের চেয়ে কম, সেহেতু সিয়ামের ক্যালিপার্স দ্বারা অধিকতর নির্ভুলভাবে দৈর্ঘ্য পরিমাপ করা যাবে।

পাঠ সূত্র : পরিমাপের ত্রুটি ও নির্ভুলতা

সৃজনশীল প্রশ্ন ৩ | বিজ্ঞান শিক্ষক রশিদ সাহেব পদার্থবিজ্ঞান ক্লাসে ছাত্র-ছাত্রীদের একটি বাস্ক এবং একটি রুলার দিয়ে বাস্কটির আয়তন নির্ণয় করতে বললেন। ছাত্র-ছাত্রীরা লক্ষ করল, রুলারে শুধু cm পর্যন্ত মাপা যায়। ছাত্র-ছাত্রীরা রুলার দিয়ে বাস্কটির দৈর্ঘ্য, প্রস্থ এবং উচ্চতা হিসেবে যথাক্রমে 20 cm , 15 cm এবং 10 cm পেল।

ক. ভার্ণিয়ার স্কেল কী? ১

খ. প্রধান স্কেলের সাথে ভার্ণিয়ার স্কেল ব্যবহারের কারণ কী? ২

গ. বাস্কটির আয়তন পরিমাপে আপেক্ষিক ত্রুটি কত শতাংশ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. এই রুলারটি বইয়ের ক্ষেত্রফল মাপার জন্য ঠিক আছে, কিন্তু ঘরের ক্ষেত্রফল মাপার জন্য ঠিক নেই, উক্তিটি বিশ্লেষণ কর। ৪

১নং প্রশ্নের উত্তর

ক মূল বা প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম ভাগের ভগ্নাংশের নির্ভুল পরিমাপের জন্য প্রধান স্কেলের পাশে যে আর একটি সচল স্কেল ব্যবহার করা হয় সেটিই ভার্ণিয়ার স্কেল।

খ প্রধান স্কেল বা মিটার স্কেলের সাহায্যে মিলিমিটার পর্যন্ত দৈর্ঘ্য পরিমাপ করা যায়। কিন্তু মিলিমিটারের ভগ্নাংশ যেমন, 0.2 মিলিমিটার বা 0.8 মিলিমিটার দৈর্ঘ্য মিটার স্কেলের সাহায্যে পরিমাপ করা যায় না। ভার্ণিয়ার স্কেল বস্তুর দৈর্ঘ্য মিলিমিটার এর ভগ্নাংশ পর্যন্ত প্রকাশ

করে। তাই মিলিমিটার এর ভগ্নাংশ পর্যন্ত দৈর্ঘ্য নির্ভুলভাবে পরিমাপ করতে প্রধান স্কেলের সাথে ভার্ণিয়ার স্কেল ব্যবহার করা হয়।

গ বাস্কটির পরিমাপকৃত দৈর্ঘ্য, $a = 20 \text{ cm}$

বাস্কটির পরিমাপকৃত প্রস্থ, $b = 15 \text{ cm}$

বাস্কটির পরিমাপকৃত উচ্চতা, $c = 10 \text{ cm}$

\therefore বাস্কটির পরিমাপকৃত আয়তন, $V = abc = 20 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$
 $= 3000 \text{ cm}^3$

ধরি, ব্যবহৃত স্কেলটির ত্রুটি, $e = \pm 0.5 \text{ cm}$

\therefore বাস্কটির প্রকৃত দৈর্ঘ্য, $a' = a \pm e = (20 \pm 0.5) \text{ cm}$

বাস্কটির প্রকৃত প্রস্থ, $b' = b \pm e = (15 \pm 0.5) \text{ cm}$

বাস্কটির প্রকৃত উচ্চতা, $c' = c \pm e = (10 \pm 0.5) \text{ cm}$

\therefore বাস্কটির সবচেয়ে ছোট আয়তন, $V' = a'b'c'$

$= (20 - 0.5) \times (15 - 0.5) \times (10 - 0.5)$

$= 19.5 \text{ cm} \times 14.5 \text{ cm} \times 9.5 \text{ cm}$

$= 2686.125 \text{ cm}^3$

বাস্কটির সবচেয়ে বড় আয়তন,

$(20 + 0.5) \times (15 + 0.5) \times (10 + 0.5) = (20.5 \times 15.5 \times 10.5) \text{ cm}^3$

$= 3336.375 \text{ cm}^3$

এখানে, ত্রুটি হবে, $3000 \text{ cm}^3 - 2686.125 \text{ cm}^3 = 313.875 \text{ cm}^3$

$3336.375 \text{ cm}^3 - 3000 \text{ cm}^3 = 336.375 \text{ cm}^3$

\therefore চূড়ান্ত ত্রুটি : 336.375 cm^3

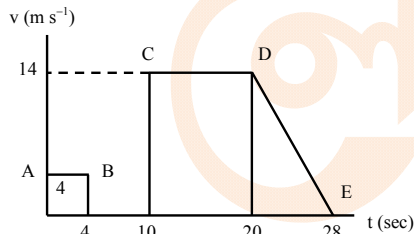
আপেক্ষিক ত্রুটি : $\frac{336.375}{3000} \times 100\% = 11.21\%$

ঘ বইয়ের আকার ছোট বলে সেন্টিমিটারে তার দৈর্ঘ্য সঠিকভাবে নির্ণয় করা যায় ফলে উদ্দীপকে উল্লেখিত রুলারটি দিয়ে বইয়ের ক্ষেত্রফল সঠিকভাবে মাপা যায়। উল্লেখ্য, এক্ষেত্রে বইয়ের ধার সেন্টিমিটারের ভগ্নাংশ হতে পারবে না। কিন্তু ঘরের আকার বড় হওয়ার কারণে এর মাত্রাগুলো পরিমাপে উদ্দীপকের স্কেলটি বারবার ব্যবহার করতে হয় বলে পর্যবেক্ষণ ত্রুটিসহ অন্যান্য ত্রুটির সম্ভাবনা বেড়ে যায়। ফলে রুলারটি দিয়ে ঘরের ক্ষেত্রফল সঠিকভাবে নির্ণয় করা যায় না। অতএব, উদ্দীপকের রুলারটি বইয়ের ক্ষেত্রফল মাপার জন্য ঠিক আছে, কিন্তু ঘরের ক্ষেত্রফল মাপার জন্য ঠিক নেই—উক্তিটি যথার্থ।

অধ্যায় ২ গতি

পাঠ সূত্র : দূরত্ব ও সরণ

সৃজনশীল প্রশ্ন ১



চিত্রে একটি গাড়ির সময় বনাম বেগ এর লেখচিত্র দেখানো হলো।

ক. স্পন্দন গতি কাকে বলে? ১

খ. সমবেগ ও অসম বেগের মধ্যে পার্থক্য লিখ। ২

গ. DE অংশের মধ্যবিন্দুর ত্বরণ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. প্রথম 14 সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব গাড়িটির মোট অতিক্রান্ত দূরত্বের অর্ধেক হবে কী? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

[চট্টগ্রাম কলেজিয়েট স্কুল, চট্টগ্রাম]

১নং প্রশ্নের উত্তর

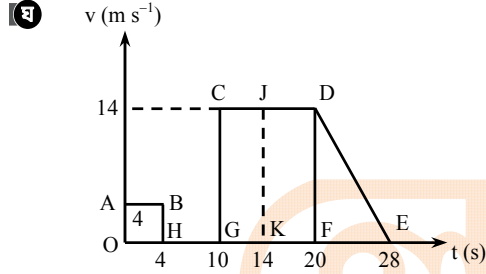
ক পর্যায়বৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তু যদি পর্যায়কালের অর্ধেক সময় কোনো নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় একই পথে তার বিপরীত দিকে চলে তবে ঐ বস্তুর গতিকে স্পন্দন গতি বলে।

খ সমবেগ ও অসম বেগের মধ্যে পার্থক্য নিম্নরূপ :

সমবেগ	অসমবেগ
১। প্রতি মুহূর্তে বস্তুর বেগ সমান থাকে	১। বেগ প্রতিনিয়ত পরিবর্তিত হয়।
২। ত্বরণ থাকে না। বেগ বনাম সময় লেখ তে সময় অক্ষের সমান্তরাল রেখা পাওয়া যায়।	২। ত্বরণ থাকে। বেগ বনাম সময় লেখ এর ঢাল ঐ বিন্দুতে ত্বরণ নির্দেশ করে।

গ উদ্দীপকের লেখের DE অংশটি একটি সরলরেখা। সুতরাং DE অংশের সকল বিন্দুতে ত্বরণ একই এবং তা DE অংশের ত্বরণের সমান।

\therefore DE অংশের মধ্য বিন্দুর ত্বরণ $= \frac{0 - 14 \text{ m s}^{-1}}{28 \text{ s} - 20 \text{ s}}$
 $= -1.75 \text{ m s}^{-2}$



আমরা জানি,

বেগ বনাম সময় লেখ এর ক্ষেত্রফল = অতিক্রান্ত দূরত্ব

∴ গাড়িটির ১ম ১৪ s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$s_1 = \text{OABH ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল} + \text{JCGK ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল}$

$$= OA \times OH + CG \times GK$$

$$= 4 \text{ m s}^{-1} \times 4 \text{ s} + 14 \text{ m s}^{-1} \times (14 - 10) \text{ s}$$

$$= 72 \text{ m}$$

এখন, গাড়িটির মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$s = \text{OABH ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল} + \text{DCGF ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল} + \text{DEF ত্রিভুজ ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল}$

$$= OA \times OH + CG \times GF + \frac{1}{2} \times DF \times EF$$

$$= 4 \text{ m s}^{-1} \times 4 \text{ s} + 14 \text{ m s}^{-1} \times (20 - 10) \text{ s} + \frac{1}{2} \times 14 \text{ m s}^{-1} \times (28 - 20) \text{ s}$$

$$\therefore s = 212 \text{ m}$$

$$\text{এখন, } \frac{s_1}{s} = \frac{72}{212} = 0.34$$

$$\text{অর্থাৎ, } \frac{s_1}{s} < \frac{1}{2}$$

অতএব, গাড়িটির ১ম ১৪ s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব গাড়িটির মোট অতিক্রান্ত দূরত্বের অর্ধেক হবে না বরং কম হবে।

পাঠ্য সূত্র : দ্রুতি এবং বেগ

সৃজনশীল প্রশ্ন ২ একটি বাস 36 m s^{-1} সমবেগে এবং একটি মোটর সাইকেল স্থির অবস্থান থেকে 6 m s^{-2} সুস্থম ত্বরণে একই দিকে একই সময়ের যাত্রা শুরু করে।

ক. বেগ কাকে বলে? ১

খ. সরণ শূন্য না হলেও কাজ শূন্য হতে পারে— ব্যাখ্যা কর। ২

গ. মোটর সাইকেলটি বাসটিকে অতিক্রম করার সময় এর বেগ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. সময় বনাম সরণ লেখচিত্রের মাধ্যমে মোটর সাইকেলটি বাসটিকে অতিক্রম করার ঘটনাটি বিশ্লেষণ কর। ৪

[চট্টগ্রাম সরকারি উচ্চ বিদ্যালয়, চট্টগ্রাম]

২নং প্রশ্নের উত্তর

ক সময়ের সাথে কোনো বস্তুর সরণের হারকে বেগ বলে।

খ আমরা জানি, কাজ, $W = Fs \cos \theta$.

উপরোক্ত সমীকরণে $F \neq 0$, $S \neq 0$ হলেও $\cos \theta = 0$ তথা, $\theta = 90^\circ$ হলে, $W = 0$ হবে। অর্থাৎ কাজ শূন্য হবে। অতএব, বস্তু যদি বলের সাথে 90° কোণে সরে যায় তবে সরণ শূন্য না হলেও কাজ শূন্য হবে। সুতরাং সরণ শূন্য না হলেও কাজ শূন্য হতে পারে।

গ ধরি, মোটর সাইকেলটি t সময় পর বাসটিতে অতিক্রম করবে।

বাসটির জন্য

$$\therefore s = v_1 t \dots\dots\dots (i)$$

এখানে,

বাসটির সমবেগ, $v_1 = 36 \text{ m s}^{-1}$

মোটর সাইকেলের ক্ষেত্রে,

$$s = u_2 t + \frac{1}{2} a_2 t^2$$

$$\text{বা, } s = 0 + \frac{1}{2} \times a_2 t^2$$

$$\text{বা, } s = \frac{1}{2} a_2 t^2 \dots\dots\dots (ii)$$

(i) ও (ii) হতে,

$$v_1 t = \frac{1}{2} a_2 t^2$$

$$\text{বা, } v_1 = \frac{1}{2} a_2 t$$

$$\text{বা, } t = \frac{2 v_1}{a_2}$$

$$\text{বা, } t = \frac{2 \times 36 \text{ m s}^{-1}}{6 \text{ m s}^{-2}} = 12 \text{ s}$$

∴ ১২ s পর মোটর সাইকেলটির বেগ,

$$v_2 = u_2 + a_2 t = 0 + 6 \text{ m s}^{-2} \times 12 \text{ s} = 72 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, বাসটিকে অতিক্রম করার সময় মোটর সাইকেলটির বেগ 72 m s^{-1} ছিল।

ঘ গ নং থেকে পাই, বাসটির সরণের সমীকরণ, $s = v_1 t \dots\dots\dots (i)$

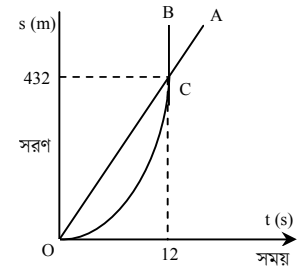
মোটর সাইকেলটির সরণের সমীকরণ, $s = \frac{1}{2} a_2 t^2 \dots\dots\dots (ii)$

∴ সমীকরণ (i) থেকে দেখা যায় এটি একটি মূলবিন্দুগামী সরলরেখা।

অন্যদিকে সমীকরণ (ii) লক্ষ্য করলে দেখা যায় এটি একটি পরাবৃত্ত, যার অক্ষ s এবং শীর্ষ মূলবিন্দুতে।

এখন, সমীকরণ (i) ও (ii) কে একটি লেখচিত্রে স্থাপন করলে লেখচিত্রের রূপটি দাঁড়ায়—

চিত্রে OA সরলরেখা। সময়ের সাথে বাসের সরণ নির্দেশ করছে এবং পরাবৃত্তাকার OB অংশ সময়ের সাথে মোটর সাইকেলের সরণ নির্দেশ করছে। ১২ s পর তারা C বিন্দুতে পৌঁছালে তাদের উভয়ের অতিক্রান্ত দূরত্ব সমান হবে ফলে তারা সেখানে মিলিত হবে এবং ঠিক তার পরের মুহূর্তেই মোটরসাইকেলটি বাসটিকে অতিক্রম করবে।

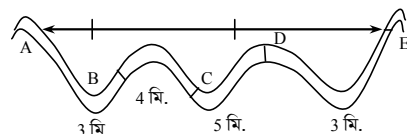


সৃজনশীল প্রশ্ন ৩ একটি গাড়ির চলার সময় ও অতিক্রান্ত দূরত্ব নিম্নে উপস্থাপন করা হলো :

সময় (s)	দূরত্ব (m)
0	0
2	6
4	24
6	54
8	96
10	150

তথ্য-১

একটি সাইকেল চলার গতিপথ ও সময় নিম্নরূপ :



AB = BC = CD = DE = 1 km এবং AE = 3 km.

তথ্য-২

- ক. পড়ন্ত বস্তুর তৃতীয় সূত্রটি বিবৃত কর। ১
 খ. কম্পনশীল সুরশলাকার গতিকে স্পন্দন গতি বলা হয় কেন? ২
 গ. তথ্য-২ এর আলোকে সাইকেলটির গড় বেগ এবং গড় দ্রুতির পার্থক্য নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. তথ্য-১ অনুযায়ী বেগ-সময় লেখচিত্র অঙ্কন করে তার প্রকৃতি বিশ্লেষণ কর। ৪

[চ. বো. '২০]

৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পড়ন্ত বস্তুর ৩য় সূত্রটি হলো— স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাধায় মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তু নির্দিষ্ট সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তা ঐ সময়ের বর্গের সমানুপাতিক।

খ. পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো কণা যদি পর্যায়কালের অর্ধেক সময় একদিকে চলে বাকি অর্ধেক সময় পূর্ব গতির বিপরীত দিকে চলে, তবে তার গতিকে স্পন্দন গতি বলে। সুরশলাকা, তার গতিপথের মধ্যবিন্দু হতে উভয় দিকে সরণের জন্য সমান সময় নেয় এবং দিক প্রথম দিকের বিপরীত হয়। সুতরাং বলা যায়, কম্পনশীল সুরশলাকার গতি স্পন্দন গতি।

গ. এখানে, সাইকেলটির সরণ, $s = AE = 3 \text{ km} = 3000 \text{ m}$
 সাইকেলটির অতিক্রান্ত দূরত্ব, $d = AB + BC + CD + DE$
 $= 1 \text{ km} + 1 \text{ km} + 1 \text{ km} + 1 \text{ km}$
 $= 4 \text{ km} = 4000 \text{ m}$

সময়, $t = 3 \text{ min} + 4 \text{ min} + 5 \text{ min} + 3 \text{ min}$
 $= 15 \text{ min}$
 $= (15 \times 60) \text{ s} = 900 \text{ s}$

সাইকেলটির গড় বেগ, $|\vec{v}| = \frac{s}{t} = \frac{3000 \text{ m}}{900 \text{ s}} = 3.33 \text{ m s}^{-1}$

এবং গড় দ্রুতি, $v = \frac{d}{t} = \frac{4000 \text{ m}}{900 \text{ s}} = 4.44 \text{ m s}^{-1}$

∴ সাইকেলটির গড় বেগ এবং গড় দ্রুতির পার্থক্য $= v - |\vec{v}|$
 $= (4.44 - 3.33) \text{ m s}^{-1}$
 $= 1.11 \text{ m s}^{-1}$

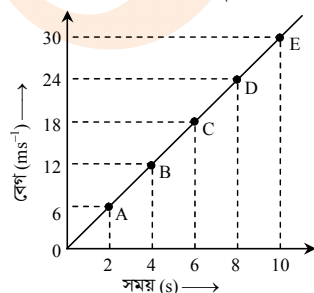
একটি নির্দিষ্ট দিকে গতিশীল বস্তুর আদি এবং শেষ অবস্থানের ন্যূনতম সরলরেখিক দূরত্বকে সরণ বলে। আবার একটি বস্তু তার গতিকালে

যতটুকু পথ অতিক্রম করে তাই তার দূরত্ব। এখন, গড়বেগ = $\frac{\text{সরণ}}{\text{সময়}}$

এবং গড়দ্রুতি = $\frac{\text{মোট দ রত্ব}}{\text{সময়}}$ এজন্য গড়বেগ ও গড়দ্রুতি কখনো সমান আবার কখনো ভিন্ন আসতে পারে।

ঘ. উদ্দীপকের উপাত্ত বিশ্লেষণ করে দেখা যায় গাড়িটির অতিক্রান্ত দূরত্ব $s = \frac{1}{2} at^2$ সমীকরণকে অনুসরণ করে (যেখানে a-এর মান 3) যা স্থির অবস্থা থেকে সমত্বরণে গতিশীল বস্তুর গতির সমীকরণ। সুতরাং, উদ্দীপকের উপাত্ত অনুসারে গাড়িটির বেগ-সময় লেখচিত্র নিম্নরূপ—

গাড়িটি স্থির (বেগ শূন্য) অবস্থা থেকে যাত্রা আরম্ভ করে 2 s পর 6 m s^{-1} বেগ প্রাপ্ত হবে (লেখচিত্রে A বিন্দু)। গাড়িটির বেগ এভাবে সুস্থম হারে (3 m s^{-1}) বৃদ্ধি পেয়ে 4 s, 6 s, 8 s এবং 10 s পর যথাক্রমে 12 m s^{-1} , 18 m s^{-1} , 24 m s^{-1} এবং 30 m s^{-1} হবে—



লেখচিত্রে যা যথাক্রমে B, C, D এবং E বিন্দুগুলোকে নির্দেশ করে। A, B, C ও D বিন্দুগুলোকে যোগ করলে একটি সরলরেখা পাওয়া যায় যার ঢাল 3 m s^{-2} যা গাড়িটির ত্বরণ নির্দেশ করে। অতএব, পরিশেষে বলা যায়, উদ্দীপকের গাড়িটির বেগ-সময় লেখচিত্রটি একটি সরলরেখা যার ঢাল 3 m s^{-2} ।

পাঠ সূত্র : ত্বরণ ও মন্দন

৮ সৃজনশীল প্রশ্ন ৪ দুটি মোটর গাড়ি কোনো প্রতিযোগিতায় 9 m s^{-1} এবং 6 m s^{-1} বেগে যাত্রা করে একই সময়ে গন্তব্যস্থলে পৌঁছাল। গাড়ি দুটির ত্বরণ যথাক্রমে 2 m s^{-2} এবং 3 m s^{-2} ।

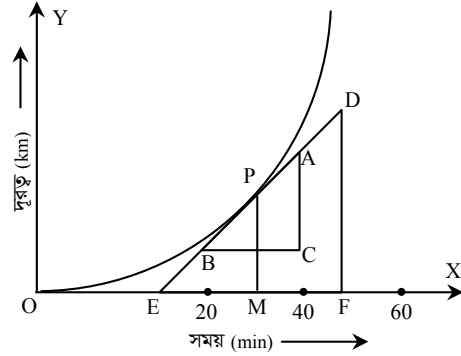
- ক. পড়ন্ত বস্তুর ত্বরণ বলতে কী বোঝায়? ১
 খ. দূরত্ব-সময় লেখ চিত্র থেকে কিভাবে অসম বেগ নির্ণয় করা হয় বর্ণনা কর। ২
 গ. মোটর গাড়িদ্বয় কত সময় প্রতিযোগিতায় অংশগ্রহণ করেছিল? ৩
 ঘ. ১ম মোটর গাড়ির আদিবেগ বা ত্বরণ সামান্য বৃদ্ধি করলে গাড়িটি প্রতিযোগিতায় বিজয়ী হবে। যুক্তি দেখাও। ৪

[ফেনী গার্লস ক্যাডেট কলেজ, ফেনী]

৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পড়ন্ত বস্তুর ত্বরণ বলতে অভিকর্ষের প্রভাবে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর প্রতি সেকেন্ডে বেগ বৃদ্ধির হারকে বোঝায়।

খ. চিত্রে অসম বেগে গতিশীল একটি বস্তুর দূরত্ব-সময় লেখচিত্রটি দেখানো হলো।



যেহেতু এক্ষেত্রে বস্তুটি সমান সময়ে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে না, তাই লেখচিত্রটি সরলরেখা হবে না। এটি একটি বক্ররেখা হবে। যেহেতু এ ক্ষেত্রে বস্তুটি সুস্থম বেগে চলছে না, কাজেই গতিকালের সকল মুহূর্তে এর বেগ সমান হয় না। তাহলে,

অঙ্ক দ্বারা নির্দেশিত দ রত্ব
 $P \text{ বিন্দুতে বেগ} = \frac{\text{ইঙ্গ দ্বারা নির্দেশিত সময় ব্যবধান}}{\text{দ রত্ব}}$

বা, $v = \frac{AC}{BC}$

$\triangle ABC$ এবং $\triangle DEF$ থেকে পাই, $\frac{AC}{BC} = \frac{DF}{EF}$

তাই, $v = \frac{DF}{EF}$ এখানে, $\frac{DF}{EF}$ হলো ED এর ঢাল, তাই বলা যায়, দূরত্ব-সময় লেখচিত্রের যেকোনো বিন্দুতে অঙ্কিত স্পর্শকের ঢাল ঐ বিন্দুতে অসম বেগ নির্দেশ করে।

গ. ধরি, t সময় ধরে গাড়িদ্বয় প্রতিযোগিতায় অংশ গ্রহণ করে।

উদ্দীপক হতে, ১ম গাড়ির আদিবেগ, $u_1 = 9 \text{ m s}^{-1}$

এবং ত্বরণ, $a_1 = 2 \text{ m s}^{-2}$

২য় গাড়ির আদিবেগ, $u_2 = 6 \text{ m s}^{-1}$

এবং ত্বরণ, $a_2 = 3 \text{ m s}^{-2}$

t সময় পর উভয় গাড়ি সমান দূরত্বে পৌঁছে।

১ম গাড়ির ক্ষেত্রে, $s_1 = u_1 t + \frac{1}{2} a_1 t^2$

বা, $s_1 = 9t + \frac{1}{2} \times 2 t^2$

২য় গাড়ির ক্ষেত্রে, $s_2 = u_2 t + \frac{1}{2} a_2 t^2 = 6t + \frac{1}{2} \times 3 t^2$

শর্তমতে, $s_1 = s_2$

$$9t + \frac{1}{2} \times 2 t^2 = 6t + \frac{1}{2} \times 3 t^2$$

বা, $t^2 - \frac{3}{2} t^2 = 6t - 9t$

বা, $-\frac{1}{2} t^2 + 3t = 0$

বা, $t^2 - 6t = 0$

বা, $t(t - 6) = 0$

∴ $t = 0$ অথবা, $t = 6$

কিন্তু $t = 0$ হতে পারে না।

অতএব মোটর গাড়িদ্বয় 6 s প্রতিযোগিতায় অংশগ্রহণ করেছিল।

কোনো বস্তুর আদিবেগ u, ত্বরণ a, সময় t হলে বস্তু কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব $s = ut + \frac{1}{2} at^2$ । অর্থাৎ বস্তুর আদিবেগ, ত্বরণ বৃদ্ধি করলে বস্তু কর্তৃক নির্দিষ্ট দূরত্ব অতিক্রম করতে পূর্বের চেয়ে কম সময় লাগবে। উদ্বীপকে প্রথম মোটর গাড়ির আদিবেগ ও ত্বরণ যথাক্রমে 9 m s^{-1} ও 2 m s^{-2} এবং দ্বিতীয় গাড়ির বেগ এবং ত্বরণ যথাক্রমে 6 m s^{-1} এবং 3 m s^{-2} । তারা একই সময়ে নির্দিষ্ট দূরত্বে পৌঁছে। এ ক্ষেত্রে ১ম গাড়িটি ঐ দূরত্বে আগে পৌঁছতে হলে পূর্বাপেক্ষা বেগ এবং ত্বরণ বৃদ্ধি করতে হবে। তাই বলা যায় ১ম গাড়িটি তার আদিবেগ বা ত্বরণ সামান্য বৃদ্ধি করলেই গৌণতবে পৌঁছতে পূর্বাপেক্ষা কম সময় লাগবে এবং সেক্ষেত্রে সে বিজয়ী হবে।

পাঠ সূত্র : লেখচিত্রের সাহায্যে গতি সম্পর্কিত রাশিসমূহের মধ্যে সম্পর্ক

সৃজনশীল প্রশ্ন ৫ একটি গাড়ির সময় ও বেগের ছক নিচে দেওয়া হলো—

সময় (s)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
বেগ (m/s)	0	15	30	45	45	45	45	30	15	0

- অভিকর্ষজ ত্বরণ কী? ১
- ধর একটি পাকা আম গাছ থেকে পড়ছে। তার বেগের কোনো পরিবর্তন হবে কি-না ব্যাখ্যা কর। ২
- গাড়িটি ১ম 30 s এ কত দূরত্ব অতিক্রম করে? ৩
- গাড়িটির বেগ বনাম সময় লেখচিত্র আঁক এবং লেখচিত্রটির প্রতিটি অংশ ব্যাখ্যা কর। ৪

[মির্জাপুর ক্যাডেট কলেজ, টাঙ্গাইল]

৫নং প্রশ্নের উত্তর

অভিকর্ষ বলের প্রভাবে মুক্তভাবে পড়ন্ত কোনো বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারই হচ্ছে অভিকর্ষজ ত্বরণ।

একটি পাকা আম গাছ থেকে পড়লে আমটি অভিকর্ষ বলের প্রভাবে ঐ স্থানের অভিকর্ষজ ত্বরণে পড়বে। অর্থাৎ ঐ স্থানের অভিকর্ষজ ত্বরণ যত আমটির বেগ প্রতি সেকেন্ডে তত করে বৃদ্ধি পাবে। অতএব, আমটির বেগের পরিবর্তন হবে।

গ ছক থেকে পাই, গাড়িটি ১ম 15 s সমত্বরণে এবং পরবর্তী 15 s সমবেগে চলে।

১ম 15 s এর ক্ষেত্রে, আদিবেগ, $u_1 = 0 \text{ m s}^{-1}$

শেষবেগ, $v_1 = 45 \text{ m s}^{-1}$

ত্বরণ = a

সময়, $t_1 = 15 \text{ s}$

সরণ, $s_1 = ?$

আমরা জানি,

$$v_1 = u_1 + at_1$$

বা, $a = \frac{v_1 - u_1}{t_1}$

বা, $a = \frac{45 \text{ m s}^{-1} - 0}{15 \text{ s}}$

∴ $a = 3 \text{ m s}^{-2}$

আবার, $s_1 = u_1 t + \frac{1}{2} at_1^2$

$$= 0 + \frac{1}{2} \times 3 \text{ m s}^{-2} \times (15 \text{ m s}^{-1})^2$$

∴ $s_1 = 337.5 \text{ m}$

পরবর্তী 15 s-এর ক্ষেত্রে, সমবেগ, $v = 45 \text{ m s}^{-1}$

সময়, $t_2 = 15 \text{ s}$

সরণ, $s_2 = ?$

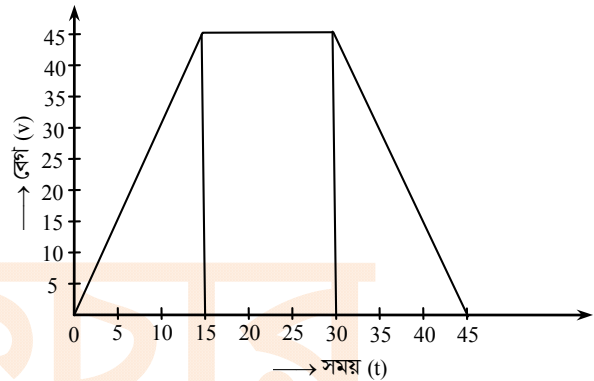
আমরা জানি, $s_2 = vt_2 = 45 \text{ m s}^{-1} \times 15 \text{ s} = 675 \text{ m}$

সুতরাং, গাড়িটির ১ম 30 s-এ অতিক্রান্ত মোট দূরত্ব,

$$\begin{aligned} s &= s_1 + s_2 \\ &= (337.5 + 675) \text{ m} \\ &= 1012.5 \text{ m} \end{aligned}$$

অতএব, গাড়িটি ১ম 30 s-এ 1012.5 m দূরত্ব অতিক্রম করবে।

উদ্বীপকের ছক থেকে প্রাপ্ত মান দিয়ে গাড়িটির বেগ বনাম সময় লেখচিত্র নিম্নরূপ :



লেখচিত্রটিতে আমরা দেখতে পাই, গাড়িটি ১ম 15 s-এ সমত্বরণে চলে। এই ত্বরণের মান 3 m s^{-2} [গ নং থেকে প্রাপ্ত] অর্থাৎ সময়ের সাথে বেগ বৃদ্ধির হার একই থাকে। এর পরের 15 s গাড়িটি 45 m s^{-1} সমবেগে চলে। অর্থাৎ, বেগের মানের কোনো পরিবর্তন হয়নি। পরবর্তী অর্থাৎ শেষ 15 s-এ গাড়িটি সমমন্দনে চলে। এক্ষেত্রে সময়ের সাথে একই হারে বেগ হ্রাস পায় এবং থেমে যায়।

এখন, শেষ 15 s সময়ের মন্দন a_2 হলে,

$$\begin{aligned} a_2 &= \frac{v - v_1}{t} \\ &= \frac{45 \text{ m s}^{-1} - 0 \text{ m s}^{-1}}{15 \text{ s}} \\ &= 3 \text{ m s}^{-2} \end{aligned}$$

এখানে,

আদিবেগ, $v = 45 \text{ m s}^{-1}$

সময়, $t_2 = 15 \text{ s}$

শেষ বেগ, $v_1 = 0 \text{ m s}^{-1}$

অর্থাৎ, শেষ 15 s গাড়িটি 3 m s^{-2} সমমন্দনে চলে।

পাঠ সূত্র : গতির সমীকরণ

সূজনশীল প্রশ্ন ৬ একটি গাড়ি স্থির অবস্থান থেকে 2 m s^{-2} সুসম ত্বরণে ৪ সেকেন্ড চলার পর সমবেগে চলতে শুরু করল। ১ম গাড়ি চলার ঠিক ২০ সেকেন্ড পর ঐ একই স্থান থেকে স্থির অবস্থান থেকে অপর একটি গাড়ি 3 m s^{-2} সুসম ত্বরণে চলতে আরম্ভ করল।

- ক. স্ক্রু গজের পীচ কী? ১
খ. স্থির অবস্থান হতে বিনা বাধায় পড়ন্ত বস্তুর তিনগুণ সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব কতগুণ হবে— ব্যাখ্যা কর। ২
গ. ২ km দূরত্ব অতিক্রম করতে ১ম গাড়িটির কত সময় লাগবে? ৩
ঘ. যাত্রাকালে উদ্দীপকের গাড়ি দুটি একবারের বেশি মিলিত হতে পারবে কি-না গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[গবর্নমেন্ট ল্যাবরেটরি হাই স্কুল, ধানমন্ডি, ঢাকা]

৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্ক্রুগজের বৃত্তাকার স্কেলটি একবার ঘুরালে এটি রৈখিক স্কেল বরাবর যেটুকু দূরত্ব অতিক্রম করে তাই স্ক্রুর পিচ।

খ স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাধায় পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে আমরা জানি, বস্তুটি নির্দিষ্ট সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তা সময়ের বর্গের সমানুপাতিক অর্থাৎ, $h \propto t^2$

তাহলে সময় তিনগুণ হলে, $h' \propto (3t)^2$

$$\text{বা, } h' \propto 9t^2$$

অর্থাৎ পড়ন্ত বস্তুর সময় তিনগুণ হলে অতিক্রান্ত দূরত্ব নয় গুণ হবে।

গ ১ম গাড়িটির ১ম ৪ s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব

$$s_1 = ut_1 + \frac{1}{2} a_1 t_1^2$$

$$= 0 + \frac{1}{2} \times 2 \text{ m s}^{-2} \times (8 \text{ s})^2$$

$$\therefore s_1 = 64 \text{ m}$$

এখন, ১ম ৪ s পর ১ম গাড়িটির বেগ,

$$v = u + a_1 t_1$$

$$\text{বা, } v = 0 + 2 \text{ m s}^{-2} \times 8 \text{ s}$$

$$\therefore v = 16 \text{ m s}^{-1}$$

এখানে,
আদিবেগ, $u = 0$
ত্বরণ, $a_1 = 2 \text{ m s}^{-2}$
সময়, $t_1 = 8 \text{ s}$

ধরি, বাকি $(2000 - 64) \text{ m} = 1936 \text{ m}$ যেতে ১ম গাড়িটির t_2 সময় লাগবে

$$\therefore s_2 = v t_2$$

$$\text{বা, } t_2 = \frac{s_2}{v} = \frac{1936 \text{ m}}{16 \text{ m s}^{-1}}$$

$$\therefore t_2 = 121 \text{ s}$$

$$\therefore 2 \text{ km} \text{ যেতে } ১ম \text{ গাড়িটির প্রয়োজনীয় মোট সময়,}$$

$$t = t_1 + t_2 = 8 \text{ s} + 121 \text{ s} = 129 \text{ s}$$

ঘ ধরা যাক, ২য় গাড়িটি যাত্রার t সময় পর সেটি ১ম গাড়ির সাথে মিলিত হবে।

এখানে, ১ম গাড়ির ত্বরণ, $a_1 = 2 \text{ m s}^{-2}$

২য় গাড়ির ত্বরণ $a_2 = 3 \text{ m s}^{-2}$

১ম গাড়ির সুসম ত্বরণে যাত্রাকাল, $t_1 = 8 \text{ s}$

১ম গাড়ির আদি বেগ, $u_1 = 0$

২য় গাড়ির আদি বেগ, $u_2 = 0$

১ম গাড়ির সমবেগে চলার যাত্রাকাল,

$$t_2 = t + 20 - t_1 = t + 20 - 8 = t + 12$$

৪ s পর ১ম গাড়ির বেগ, $v = 16 \text{ m s}^{-1}$ [গ হতে]

শর্তানুসারে,

$$u_1 t_1 + \frac{1}{2} a_1 t_1^2 + v t_2 = u_2 t + \frac{1}{2} a_2 t^2$$

$$\text{বা, } 0 + \frac{1}{2} \times 2 \times 8^2 + 16 \times (t + 12) = 0 + \frac{1}{2} \times 3 \times t^2$$

$$\text{বা, } 64 + 16t + 192 = \frac{3t^2}{2}$$

$$\text{বা, } 3t^2 = 32t + 512$$

$$\text{বা, } 3t^2 - 32t - 512 = 0$$

$$\text{বা, } t = 19.44 \text{ s} \text{ অথবা, } t = -8.77 \text{ s}$$

কিন্তু, $t \neq -8.77 \text{ s}$ কারণ সময় ঋণাত্মক হতে পারে না।

অর্থাৎ, ২য় গাড়িটি যাত্রা শুরুর ১৯.৪৪ s পর গাড়ি দুটি মিলিত হবে।

অতএব, মিলিত হওয়ার শর্তে যেহেতু t এর একটিমাত্র বাস্তব সম্মত মান পাওয়া গেছে সেহেতু যাত্রাকালে গাড়িদ্বয় একবারের বেশি মিলিত হতে পারবে না।

অধ্যায় ৪ কাজ, ক্ষমতা ও শক্তি

পাঠ সূত্র : কাজ

সূজনশীল প্রশ্ন ১ রিজুম চাকমা ও মন্দিমা চাকমার ভর যথাক্রমে ৫০ kg ও ১০০ kg। তারা একত্রে বাংলাদেশের সর্বোচ্চ পর্বতশৃঙ্গ তাজিংডং জয়ের জন্য যাত্রা শুরু করে। ভূমি হতে খাড়াভাবে ১৫০ m উঠার পর তারা বিশ্রাম নেয়। ঐ দূরত্ব উঠতে রিজুমের চাইতে মন্দিমার দ্বিগুণ সময় লাগে। রিজুম ঐ অবস্থান হতে একটি পাথর নিচে ফেলে দেয়।

- ক. এক জুল কাকে বলে? ১
খ. একটি ডিজেল ইঞ্জিনের কর্ম দক্ষতা ৪০% বলতে কী বুঝায়— ব্যাখ্যা কর। ২
গ. পাথরটি কত বেগে ভূমিতে পড়বে—নির্ণয় কর। ৩
ঘ. তাদের উভয়ের কাজের পরিমাণ ভিন্ন হলেও ক্ষমতার মান সমান ছিলো— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর ওপর এক নিউটন বল প্রয়োগের ফলে যদি বস্তুটির বলের দিকে এক মিটার (m) সরণ হয় তবে সম্পন্ন কাজের পরিমাণকে এক জুল (J) বলে।

খ আমরা জানি, কর্মদক্ষতা, $\eta = \frac{\text{লভ্য কার্যকর শক্তি}}{\text{মোট প্রদত্ত শক্তি}} \times 100\%$

সুতরাং একটি ডিজেল ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা ৪০% বলতে বোঝায় যে, এই ডিজেল ইঞ্জিনে যদি ১০০ J শক্তি দেওয়া হয় তাহলে ডিজেল ইঞ্জিন থেকে লভ্য কার্যকর শক্তি হবে ৪০ J।

গ আমরা জানি, $v^2 = u^2 + 2gh$

$$\text{বা, } v^2 = 0 + 2gh$$

$$\text{বা, } v = \sqrt{2gh}$$

$$= \sqrt{2 \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 150 \text{ m}}$$

$$\therefore v = 54.2 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, পাথরটি ৫৪.২ m s⁻¹ বেগে ভূমিতে পড়বে।

এখানে,

আদিবেগ, $u = 0 \text{ m s}^{-1}$

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

উচ্চতা, $h = 150 \text{ m}$

১৫০ রিজুম চাকমার কৃতকাজ,

$$W_1 = m_1 gh$$

$$= 50 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 150 \text{ m}$$

$$\therefore W_1 = 73500 \text{ J}$$

মন্দিমা চাকমার কৃতকাজ,

$$W_2 = m_2 gh$$

$$\text{বা, } W_2 = 100 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 150 \text{ m}$$

$$\therefore W_2 = 147000 \text{ J}$$

উদ্দীপক অনুসারে, এ কাজ করতে রিজুমের t সময় লাগলে মন্দিমার $2t$ সময় লাগবে।

$$\therefore \text{রিজুমের ক্ষমতা, } P_1 = \frac{W_1}{t}$$

$$\therefore P_1 = \frac{73500}{t} \dots\dots\dots (i)$$

$$\text{মন্দিমার ক্ষমতা, } P_2 = \frac{147000}{2t}$$

$$\text{বা, } P_2 = \frac{73500}{t}$$

$$\text{বা, } P_2 = P_1$$

উপরোক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যাচ্ছে, $W_1 \neq W_2$ এবং $P_1 = P_2$ অতএব, তাদের কাজের পরিমাণ ভিন্ন হলেও ক্ষমতার মান সমান ছিল।

পাঠ সূত্র : শক্তির বিভিন্ন রূপ

১৫০ সৃজনশীল প্রশ্ন ২ | একজন লোক একটি ক্রিকেট বলকে ভূমি থেকে 58.8 m s^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করলেন। বলটির ভর 250 g . [$g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$]

- ক. ধনাত্মক কাজ কাকে বলে? ১
- খ. বেগ এবং দ্রুতির মধ্যে দুইটি পার্থক্য লিখ। ২
- গ. কত সময় পর বলটি ভূমিতে ফিরে আসবে? ৩
- ঘ. কত উচ্চতায় বলটির গতিশক্তি এবং বিভবশক্তি সমান হবে? ৪

গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে মতামত দাও।

[ভিকার্লিনিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. বল প্রয়োগের ফলে যদি বলের প্রয়োগবিন্দু বলের দিকে সরে যায় বা বলের দিকে সরণের উপাংশ থাকে তাহলে সেই কাজকে ধনাত্মক কাজ বলে।

খ. বেগ ও দ্রুতির মধ্যে দুইটি পার্থক্য নিম্নরূপ :

বেগ	দ্রুতি
১। বেগ ভেক্টর রাশি।	১। দ্রুতি স্কেলার রাশি।
২। নির্দিষ্ট দিকে দ্রুতিই বেগ।	২। বস্তুর বেগের মানই দ্রুতি।

গ. এখানে, আদিবেগ, $u = 58.8 \text{ m s}^{-1}$

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

আমরা জানি, ভূমিতে ফিরে আসার পর উচ্চতা, $h = 0$

ভূমিতে ফিরে আসতে প্রয়োজনীয় সময় t হলে—

$$h = ut - \frac{1}{2} gt^2$$

$$\text{বা, } 0 = 58.8 t - \frac{1}{2} \times 9.8 \times t^2$$

$$\text{বা, } 4.9 t^2 = 58.8 t$$

$$\text{বা, } t = \frac{58.8}{4.9} = 12 \text{ s}$$

অতএব, 12 s পর বলটি ভূমিতে ফিরে আসবে।

ঘ. ধরি, ভূমি হতে h উচ্চতায় বলটির গতিশক্তি এবং বিভব শক্তি সমান হবে।

শর্তমতে, $T = V$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} mv^2 = mgh$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} (u^2 - 2gh) = gh$$

$$\text{বা, } u^2 - 2gh = 2gh$$

$$\text{বা, } 4gh = u^2$$

$$\text{বা, } h = \frac{u^2}{4g}$$

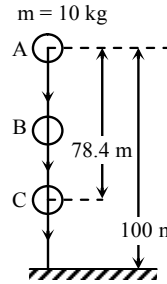
$$\text{বা, } h = \frac{(58.8 \text{ m s}^{-1})^2}{4 \times 9.8 \text{ m s}^{-2}}$$

$$\therefore h = 88.2 \text{ m}$$

অতএব, 88.2 m উচ্চতায় উদ্দীপকের বলটির গতিশক্তি এবং বিভব শক্তি সমান হবে।

পাঠ সূত্র : শক্তির নিত্যতা এবং রূপান্তর

১৫০ সৃজনশীল প্রশ্ন ৩ | নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ কর :



চিত্রে বস্তুটি A বিন্দু হতে ভূমির দিকে পড়ছে।

- ক. যান্ত্রিক শক্তি কাকে বলে? ১
- খ. বিভব শক্তি কিসের উপর নির্ভরশীল? ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. বস্তুটির A থেকে C-তে আসতে কত সময় লাগবে? ৩
- ঘ. “A ও C বিন্দুতে বস্তুটির মোট শক্তির পরিমাণ অপরিবর্তনীয়”— গাণিতিকভাবে উক্তিটির যথার্থতা যাচাই কর। ৪

[রা. বো. '১৬]

৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো বস্তুর অবস্থান বা গতির কারণে তার মধ্যে যে শক্তি নিহিত থাকে তাকে যান্ত্রিক শক্তি বলে।

খ. m ভরের কোনো বস্তুকে ভূপৃষ্ঠ থেকে h উচ্চতায় উঠাতে কৃতকাজই হচ্ছে বস্তুতে সঞ্চিত বিভব শক্তির পরিমাপ।

আমরা জানি,

বিভব শক্তি = বস্তুর ওজন \times উচ্চতা

$$\therefore V = mg \times h \dots\dots\dots (1)$$

অর্থাৎ বিভব শক্তি = বস্তুর ভর \times অভিকর্ষজ ত্বরণ \times উচ্চতা

সমীকরণ থেকে দেখা যায়, ভর এবং উচ্চতা যত বেশি হবে বস্তুর বিভব শক্তিও তত বেশি হবে। অতএব, আমরা বলতে পারি, বিভব শক্তি বস্তুর ভর এবং উচ্চতার উপর নির্ভরশীল।

গ. ধরি, বস্তুটির A হতে C-তে আসতে প্রয়োজনীয় সময় t

উদ্দীপক হতে, বস্তুর আদিবেগ, $u = 0 \text{ m s}^{-1}$

A হতে C এর দূরত্ব, $h = 78.4 \text{ m}$

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

আমরা জানি,

$$h = ut + \frac{1}{2}gt^2$$

$$\text{বা, } 78.4 \text{ m} = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times t^2$$

$$\text{বা, } 4.9 t^2 = 78.4 \text{ s}^2$$

$$\text{বা, } t^2 = 16 \text{ s}^2$$

$$\therefore t = 4 \text{ s}$$

সুতরাং বস্তুটির A হতে C তে আসতে 4 s সময় লাগবে।

ঘ) ধরি, A বিন্দুতে বিভবশক্তি V

এবং A বিন্দুতে গতিশক্তি T

উদ্দীপক হতে, ভূমি হতে A বিন্দুর উচ্চতা, $h = 100 \text{ m}$

বস্তুর ভর, $m = 10 \text{ kg}$

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

A বিন্দুতে বস্তুটি স্থির থাকায় এখানে বস্তুটির গতিশক্তি, $T = 0$ হবে।

A বিন্দুতে বস্তুটির বিভবশক্তি, $V = mgh$

$$= 10 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 100 \text{ m}$$

$$= 9800 \text{ J}$$

\therefore A বিন্দুতে বস্তুটির মোট শক্তি E_A হলে,

$$E_A = T + V = 0 + 9800 \text{ J} = 9800 \text{ J}$$

আবার, ধরি, C বিন্দুতে বিভবশক্তি V' এবং C বিন্দুতে গতিশক্তি T'

উদ্দীপক অনুসারে, A হতে C বিন্দুর দূরত্ব, $h = 78.4 \text{ m}$

ভূমি হতে C বিন্দুর উচ্চতা, $x = 100 \text{ m} - 78.4 \text{ m} = 21.6 \text{ m}$

C বিন্দুতে বিভবশক্তি, $V' = mgx$

$$= 10 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 21.6 \text{ m}$$

$$= 2116.8 \text{ J}$$

আবার, C বিন্দুতে বস্তুর বেগ v হলে,

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

$$\text{বা, } v^2 = 0 + 2gh$$

$$= 2gh$$

$$= 2 \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 78.4 \text{ m}$$

$$= 1536.64 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$$

এখন, C বিন্দুতে গতিশক্তি, $T' = \frac{1}{2}mv^2$

$$= \frac{1}{2} \times 10 \text{ kg} \times 1536.64 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$$

$$= 7683.2 \text{ J}$$

\therefore C বিন্দুতে মোট শক্তি E_C হলে, $E_C = V' + T'$

$$= 2116.8 \text{ J} + 7683.2 \text{ J}$$

$$= 9800 \text{ J}$$

অর্থাৎ, $E_A = E_C$

অতএব, উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে বলা যায়, A ও C বিন্দুতে বস্তুটির মোট শক্তির পরিমাণ অপরিবর্তনীয়।

সৃজনশীল প্রশ্ন ৪ | রাইয়ান গাছে ঝুলন্ত একটি আম দেখে ইটের টুকরা ছুঁড়ে মারলো। আমকে আঘাত করার মুহূর্তে ইটের বেগ ছিল 9.8 m s^{-1} । রাইয়ান যদি আগের তুলনায় অর্ধেক শক্তি প্রয়োগ করতো তাহলে ইটের টুকরাটি কেবল আমটির উচ্চতায় পৌঁছাতো। আমের ভর 250 g ।

ক. গতিশক্তি কী?

১

খ. ভূতাপীয় শক্তি কীভাবে ব্যবহার করা যায়? ব্যাখ্যা কর।

২

গ. ভূমি থেকে আমটির উচ্চতা নির্ণয় কর।

৩

ঘ. আমটি বৃন্ত্যত হলে, ভূমিতে স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে আমের মধ্যকার শক্তির কীরূপ পরিবর্তন হবে?

৪

[চট্টগ্রাম ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক কলেজ, চট্টগ্রাম]

৪নং প্রশ্নের উত্তর

কোোনো গতিশীল বস্তু তার গতির জন্য কাজ করার যে সামর্থ্য লাভ করে তাই বস্তুটির গতিশক্তি।

ভূ তাপীয় শক্তিতে তাপের পরিমাণ অনেক বেশি থাকে যা শিলাখণ্ডকে গলিয়ে ফেলে। ভূগর্ভস্থ পানি এই গলিত শিলা বা ম্যাগমার সংস্পর্শে এসে বাষ্পে পরিণত হয়। গর্ত করে পাইপ ঢুকিয়ে উচ্চ চাপে এই বাষ্পকে ভূগর্ভ থেকে বের করে আনা যায়। পরে এই বাষ্প দিয়ে টার্বাইন ঘুরিয়ে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা যায়। এভাবে ভূতাপীয় শক্তিকে ব্যবহারযোগ্য করা যায়।

এখানে, আমের ভর, $m = 250 \text{ g} = 0.25 \text{ kg}$

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

ধরি, ১ম ক্ষেত্রে, আমটি u বেগে নিক্ষেপ করা হয়েছিল

১ম ক্ষেত্রে, আমের শেষ বেগ, $v = 9.8 \text{ m s}^{-2}$

এখন, আমটির উচ্চতা h হলে,

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

$$\text{বা, } h = \frac{u^2 - v^2}{2g}$$

১ম ক্ষেত্রে প্রয়োগকৃত শক্তি, $T = \frac{1}{2}mu^2$

২য় ক্ষেত্রে প্রয়োগকৃত শক্তি, $T' = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}mu^2 = \frac{1}{4}mu^2$

২য় ক্ষেত্রে শেষে বেগ, $v' = 0$

\therefore গতিশক্তির পরিবর্তন = কৃতকাজ

$$\text{বা, } T - T' = mgh$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2}mu^2 - \frac{1}{4}mu^2 = mgh$$

$$\text{বা, } \frac{1}{4}mu^2 = mgh$$

$$\text{বা, } h = \frac{u^2}{4g}$$

$$\text{প্রশ্নমতে, } \frac{u^2 - v^2}{2g} = \frac{u^2}{4g}$$

$$\text{বা, } u^2 - v^2 = \frac{u^2}{2}$$

$$\text{বা, } u^2 - \frac{u^2}{2} = v^2$$

$$\text{বা, } \frac{u^2}{2} = v^2$$

$$\text{বা, } u^2 = 2v^2$$

$$\text{বা, } h = \frac{2v^2 - v^2}{2g}$$

$$\text{বা, } h = \frac{v^2}{2g}$$

$$\text{বা, } h = \frac{(9.8 \text{ m s}^{-1})^2}{2 \times 9.8 \text{ m s}^{-2}} = 4.9 \text{ m}$$

অতএব, ভূমি থেকে আমটির উচ্চতা 4.9 m ।

এখানে, আমটির ভর, $m = 250 \text{ g} = 0.25 \text{ kg}$

উচ্চতা, $h = 4.9 \text{ m}$ [গ নং থেকে প্রাপ্ত]

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

\therefore ১ম ক্ষেত্রে আমটির গতিশক্তি, $T_1 = 0$

এবং বিভবশক্তি, $V_1 = mgh$

$$= 0.25 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 4.9 \text{ m}$$

$$= 12.005 \text{ J}$$

\therefore মোট শক্তি, $E_1 = T_1 + V_1 = 0 + 12.005 \text{ J} = 12.005 \text{ J}$

আমটি বৃত্তচ্যুত হলে ভূমিতে স্পর্শ করার মুহূর্তে বেগ v_1 হলে,

$$v_1^2 = 2gh$$

$$\therefore \text{গতিশক্তি, } T_2 = \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$= \frac{1}{2}m \times 2gh$$

$$= mgh$$

$$= 0.25 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 4.9 \text{ m}$$

$$= 12.005 \text{ J}$$

$$\text{বিভবশক্তি, } V_2 = mg \times 0 = 0$$

$$\therefore \text{মোট } E_2 = T_2 + V_2 = 12.005 \text{ J} + 0 = 12.005 \text{ J}$$

$$E_1 = E_2$$

অতএব, আমের মধ্যকার শক্তির কোনো পরিবর্তন হবে না।

পাঠ সূত্র : ভর ও শক্তির সম্পর্ক

সৃজনশীল প্রশ্ন ৫ নিউক্লিয়ার শক্তি উৎপাদনের জন্য জ্বালানি হিসেবে ইউরেনিয়াম 235 ব্যবহার করা হয়। তেল, গ্যাস, কয়লা বা ইউরেনিয়াম এ শক্তিগুলোর একটি মিল রয়েছে। এগুলো ব্যবহার করলে খরচ হয়ে যায়।

- নবায়নযোগ্য শক্তি কাকে বলে? ১
- পৃথিবী সচল রাখতে শক্তির প্রয়োজন কেন— ব্যাখ্যা কর। ২
- উদ্দীপকের জ্বালানিটির 1 gm থেকে কী পরিমাণ শক্তি পাওয়া যাবে? ৩
- আলোচিত জ্বালানিটি থেকে শক্তি উৎপাদন প্রক্রিয়া সমীকরণসহ আলোচনা কর। ৪

৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে শক্তিকে নবায়ন করা যায় অর্থাৎ পুনরায় ব্যবহার করা যায় তাকে নবায়নযোগ্য শক্তি বলে।

খ শক্তি হচ্ছে মোট কৃতকাজ আর ক্ষমতা হচ্ছে একক সময়ে কৃতকাজ অর্থাৎ কাজ করার হার। পৃথিবী সচল রাখতে হলে শক্তি প্রয়োজন। কারণ শক্তি আছে বলেই এ জগৎ গতিশীল। শক্তি না থাকলে জগৎ অচল হয়ে পড়বে। আলোক শক্তি আছে বলেই আমরা দেখতে পাই, শব্দ শক্তি আছে বলেই আমরা শুনতে পাই। যান্ত্রিক শক্তির বদৌলতে আমরা চলাফেরা করি। বিদ্যুৎ শক্তির সাহায্যে পাখা ঘুরছে, কল-কারখানা চলছে। এ মহাবিশ্বে শক্তি নানারূপে বিরাজ করছে। শক্তির প্রতিটি রূপ পরস্পরের সাথে সম্পর্কযুক্ত। প্রতিনিয়ত শক্তি রূপান্তরের মাধ্যমে পৃথিবীকে সচল রাখছে।

গ উদ্দীপকের জ্বালানিটি হলো ইউরেনিয়াম, যার পারমাণবিক ভর 235

$$1 \text{ gm ইউরেনিয়ামে পরমাণুর সংখ্যা} = \frac{6.023 \times 10^{23}}{235} \text{ টি}$$

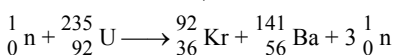
$$= 2.56 \times 10^{21} \text{ টি}$$

$$\therefore 1 \text{ gm ইউরেনিয়াম থেকে শক্তি পাওয়া যাবে}$$

$$= 200 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 2.56 \times 10^{21} \text{ J}$$

$$= 8.2 \times 10^{10} \text{ J}$$

ঘ ইউরেনিয়াম 235 নিউক্লিয়াস খুব সহজেই নিউট্রনকে গ্রহণ করতে পারে। তখন ইউরেনিয়াম 235 পুরোপুরি অস্থিতিশীল হয়ে যায়। এটা তখন Kr^{92} এবং Ba^{141} এ দুটো ছোট নিউক্লিয়াসে ভাগ হয়ে যায়।



এ বিক্রিয়ায় যে তিনটি নিউট্রন বের হয়ে এসেছে তারা আসলে প্রচণ্ড গতিতে বের হয়ে আসে। তাই খুব সহজে অন্য ইউরেনিয়াম সেগুলো ধরে রাখতে পারে না। কোনোভাবে যদি এগুলোর গতিশক্তি কমানো

যায় তাহলে সেগুলো অন্য ইউরেনিয়াম নিউক্লিয়াসে আটকা পড়ে সেটাকেও ভেঙে দিয়ে আরও কিছু শক্তি এবং আরও তিনটি নতুন নিউট্রন বের করবে। নিউক্লিয়ার শক্তি কেন্দ্রে এ কাজটি করা হয়, তাই বের হয়ে আসা নিউট্রনগুলোর গতি কমে আসার পর সেগুলো আবার অন্য নিউক্লিয়াসকে ভেঙে দেয় এবং এভাবে চলতেই থাকে। এ পদ্ধতিতে প্রচণ্ড তাপশক্তি বের হয়ে আসে। সেই তাপশক্তি ব্যবহার করে পানিকে বাষ্পীভূত করে সেই বাষ্প দিয়ে টারবাইন ঘুরিয়ে জেনারেটর থেকে বিদ্যুৎ তৈরি করা হয়। এভাবেই ইউরেনিয়াম -235 থেকে শক্তি উৎপাদন করা যায়।

পাঠ সূত্র : ক্ষমতা

সৃজনশীল প্রশ্ন ৬ 15 kW এর একটি মোটর 2 কুইন্টাল পানি 1 মিনিটে 300 m উঁচুতে উঠাতে পারে।

- ক্ষমতার মাত্রা কী? ১
- চলন গতি ও ঘূর্ণন গতির মধ্যে দুইটি পার্থক্য লিখ। ২
- মোটরটির কার্যকর ক্ষমতা কত? ৩
- মোটরটির কর্মদক্ষতা 5% বৃদ্ধি হলে ব্যয়িত শক্তির কী পরিমাণ পরিবর্তন হবে— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক ক্ষমতার মাত্রা $[P] = \text{ML}^2\text{T}^{-3}$

খ চলন গতি ও ঘূর্ণন গতির দুটি পার্থক্য হলো—

চলন গতি	ঘূর্ণন গতি
১. চলন গতিসম্পন্ন বস্তুর প্রত্যেকটি কণা একই দিকে সমান সময়ে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে।	১. ঘূর্ণন গতিসম্পন্ন বস্তু কোনো বিন্দু বা অক্ষকে কেন্দ্র করে ঘুরতে থাকে।
২. চলন গতিসম্পন্ন বস্তু তার গতিপথের কোনো বিন্দুকে একই দিক থেকে বার বার অতিক্রম করে না।	২. ঘূর্ণন গতিসম্পন্ন বস্তু তার গতিপথের কোনো বিন্দুকে একইদিক থেকে বার বার অতিক্রম করে।

গ এখানে, পানির ভর, $m = 2 \text{ কুইন্টাল} = (2 \times 100) \text{ kg} = 200 \text{ kg}$

$$\text{সময়, } t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

$$\text{উচ্চতা, } h = 300 \text{ m}$$

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

$$\text{মোটরটির কার্যকর ক্ষমতা, } P = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } P = \frac{mgh}{t}$$

$$= \frac{200 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 300 \text{ m}}{60 \text{ s}}$$

$$= 9800 \text{ W}$$

অতএব, মোটরটির কার্যকর ক্ষমতা 9800 W।

ঘ উদ্দীপক থেকে পাই, মোটরটির ক্ষমতা, $P' = 15 \text{ kW} = 15000 \text{ W}$

পানির ভর, $m = 2 \text{ কুইন্টাল} = 200 \text{ kg}$

কার্যকর ক্ষমতা, $P = 9800 \text{ W}$ [গ নং থেকে প্রাপ্ত]

$$\therefore \text{কর্মক্ষমতা, } \eta = \frac{P}{P'} \times 100\%$$

$$= \frac{9800 \text{ W}}{15000 \text{ W}} \times 100\% = 65.33\%$$

আবার, 5% বৃদ্ধি পেলে কর্মদক্ষতা হবে, $\eta' = (65.33 + 5)\%$

$$= 70.33\% = 0.7033$$

১ম ক্ষেত্রে মোট ব্যয়িত শক্তি, $E = P't = (15000 \times 60) \text{ J}$

$$= 900000 \text{ J}$$

মোটর কর্তৃক মোট কৃতকাজ, $W = mgh$

$$= 200 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 300 \text{ m}$$

$$= 588000 \text{ J}$$

পরিবর্তিত ব্যয়িত শক্তি, $W_1 = \frac{W}{\eta'}$

$$= \frac{588000 \text{ J}}{0.7033}$$

$$= 836058.58 \text{ J}$$

∴ ব্যয়িত শক্তি পরিবর্তিত হবে = $(900000 - 836058.58) \text{ J}$

$$= 63941.42 \text{ J}$$

অতএব, কর্মদক্ষতা 5% বৃদ্ধি পেলে ব্যয়িত শক্তি 63945 J পরিবর্তন হবে।

পাঠ সূত্র : কর্মদক্ষতা

■ সৃজনশীল প্রশ্ন ৭ | 80% কর্ম দক্ষতার একটি পানির পাম্প 10 মিনিটের মধ্যে 10 m উচ্চতায় 1000 kg পানি উত্তোলন করতে পারে।

- ক. ওহমের সূত্রটি বিবৃত কর। ১
- খ. এক অশ্বক্ষমতা বলতে কী বোঝায়? ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. পানির পাম্প কর্তৃক কৃতকাজের মান নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. 40% কর্ম দক্ষতার দুটি পাম্প একত্রে ব্যবহৃত হলে উদ্দীপকে উল্লিখিত কাজ সম্পাদনে প্রয়োজনীয় শক্তি পূর্বের তুলনায় কীরূপ হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[সেন্ট যোসেফ উচ্চ মাধ্যমিক বিদ্যালয়, ঢাকা]

৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ও'মের সূত্রটি হলো— তাপমাত্রা স্থির থাকলে কোনো একটি নির্দিষ্ট পরিবাহকের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহমাত্রা সেই পরিবাহকের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্যের সমানুপাতিক।

খ. অশ্ব ক্ষমতা হলো ক্ষমতার ব্যবহারিক একক।

প্রতি সেকেন্ডে 746 জুল কাজ করার ক্ষমতাকে এক অশ্ব ক্ষমতা (H.P) বলে।

অর্থাৎ $1 \text{ H.P} = 746 \text{ J s}^{-1}$

$$= 746 \text{ watt} \text{ [এক অশ্ব ক্ষমতা এক ওয়াটের 746 গুণ]}$$

আবার, 550 পাউন্ড ভরের কোনো বস্তুকে অভিকর্ষের বিরুদ্ধে এক সেকেন্ডে এক ফুট উঠানোর ক্ষমতাকে এক অশ্ব ক্ষমতা বলে।

গ. এখানে, পানির ভর, $m = 1000 \text{ kg}$

উচ্চতা, $h = 10 \text{ m}$

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

আমরা জানি, কৃতকাজ, $W = mgh$

$$= 1000 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 10 \text{ m}$$

$$\therefore W = 98000 \text{ J}$$

অতএব, পানির পাম্প কর্তৃক কৃতকাজের মান 98000 J।

ঘ. 'গ' হতে পাই, পানির পাম্পের কৃতকাজ, $W = 98000 \text{ J}$

এ কাজ করতে পাম্পের প্রয়োজনীয় শক্তি,

$$W' = \frac{98000}{\eta} \text{ J}$$

বা, $W' = \frac{98000}{0.8} \text{ J}$

এখানে,

পাম্পের কর্মদক্ষতা, $\eta = 80\%$

$$\therefore W' = 122500 \text{ J}$$

এখন, দুটি পাম্প একত্রে এ কাজটি করলে, প্রতিটি পাম্পের কৃতকাজ,

$$W_1 = \frac{W}{2} = \frac{98000}{2} \text{ J} = 49000 \text{ J}$$

∴ প্রতিটি পাম্পের প্রয়োজনীয় শক্তি,

$$W_1' = \frac{W_1}{\eta'} \text{ J}$$

বা, $W_1' = \frac{49000}{0.4} \text{ J}$

এখানে,

পাম্পের কর্মদক্ষতা, $\eta' = 40\%$

$$\therefore W_1' = 122500 \text{ J}$$

মোট প্রয়োজনীয় শক্তি, $W_2 = 2W_1'$

$$= 2 \times 122500 \text{ J}$$

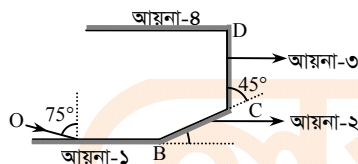
$$\therefore W_2 = 2W'$$

অতএব, 40% কর্মদক্ষতার দুটি পাম্প একত্রে ব্যবহৃত হলে উদ্দীপকে উল্লিখিত কাজ সম্পাদনে প্রয়োজনীয় শক্তি পূর্বের দ্বিগুণ হবে।

অধ্যায় ৮ আলোর প্রতিফলন

পাঠ সূত্র : আলোর প্রকৃতি

■ সৃজনশীল প্রশ্ন ১ |



ভিন্ন ভিন্ন কোণে ৪টি আয়না পরস্পরকে সংস্পর্শ অবস্থায় রাখা হলো। প্রথম আয়নায় একটি রশ্মি আপতিত হলো।

- ক. উত্তল আয়নায় কীরূপ প্রতিবিম্ব গঠিত হয়? ১
- খ. উত্তল আয়নায় রৈখিক বিবর্ধন 1 অপেক্ষা কম হয় কেন? ২
- গ. আয়না-২ এ কত কোণে রশ্মিটি আপতিত হবে? ৩
- ঘ. আপতিত আলোক রশ্মিটি কোণ দিকে যাবে? রশ্মিচিত্র অঙ্কন কর। ৪

১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. উত্তল আয়নায় সর্বদা অবাস্তব, সোজা এবং খর্বিত প্রতিবিম্ব গঠিত হয়।

খ. আমরা জানি, রৈখিক বিবর্ধন = $\frac{\text{বিম্বের দৈর্ঘ্য}}{\text{লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য}}$ অর্থাৎ, $m = \frac{l'}{l}$

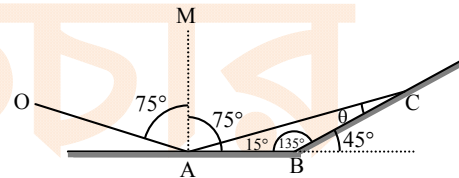
এখন, উত্তল আয়নার ক্ষেত্রে সর্বদা অবাস্তব, সোজা ও খর্বিত বিম্ব গঠিত হয়। অর্থাৎ বিম্বের দৈর্ঘ্য লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্যের চেয়ে ছোট।

$$\therefore l' < l$$

$$\therefore \frac{l'}{l} < 1$$

$$\therefore m < 1$$

গ.



$$\angle OAM = \text{আপতন কোণ} = 75^\circ$$

$$\angle MAC = \text{প্রতিফলন কোণ} = 75^\circ$$

$$\therefore \angle BAC = \angle MAC - \angle OAM$$

$$= 90^\circ - 75^\circ = 15^\circ$$

$$\angle ABC = 180^\circ - 45^\circ = 135^\circ$$

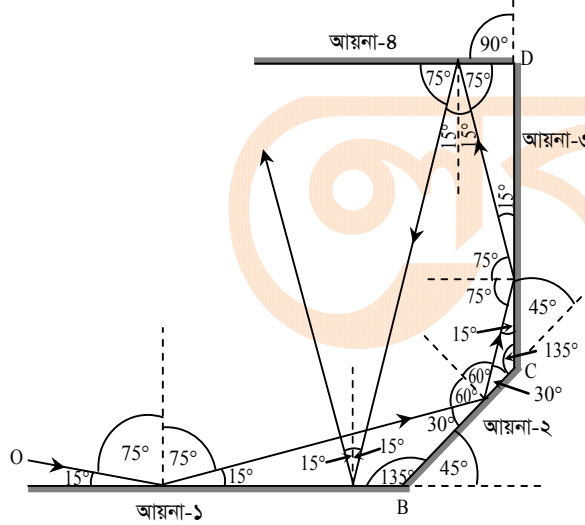
$$\triangle ABC\text{-এ } \angle BAC + \angle ABC + \angle ACB = 180^\circ$$

$$\text{বা, } 15^\circ + 135^\circ + \angle ACB = 180^\circ$$

$$\text{বা, } \angle ACB = 30^\circ$$

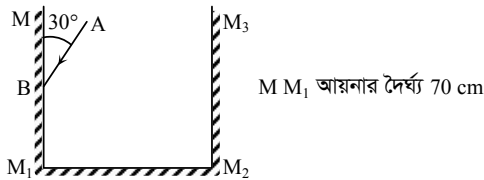
অর্থাৎ আয়না-২ এ আলোক রশ্মিটি 30° কোণে আপতিত হবে।

ঘ) নিচে আপতিত আলোক রশ্মিটির গতিপথ রশ্মিচিত্র অঙ্কন করে দেখানো হলো—



পাঠ সূত্র : প্রতিফলন

সৃজনশীল প্রশ্ন ২ নিচের চিত্রটি লক্ষ্য কর :



- আয়নাতে আলো কতটুকু প্রতিফলিত হবে তা কোন সূত্রের সাহায্যে জানা যায়? ১
- সূর্যের আলোতে লাল গোলাপ ফুল লাল কিন্তু পাতা সবুজ দেখায় কেন? ২
- 1.6 m দৈর্ঘ্যের মারাত MM₁ আয়নায় পূর্ণ প্রতিবিম্ব দেখতে পাবে কী? ৩
- MM₁ আয়নার আপতন কোণ এবং M₃M₂ আয়নার প্রতিফলন কোণের পার্থক্য গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

২নং প্রশ্নের উত্তর

ক) আয়নাতে আলো কতটুকু প্রতিফলিত হবে তা স্নেলের সূত্রের সাহায্যে জানা যায়।

খ) সূর্যের আলো লাল গোলাপ ফুলের উপর পড়লে গোলাপ ফুলটি লাল রং ছাড়া অন্য সবগুলো রং শোষণ করে নেয়। তাই যে আলোটি প্রতিফলিত হয়ে আমাদের চোখে পড়ে সেখানে লাল রং ছাড়া আর কোনো রং থাকে না। একই ঘটনা ঘটে গাছের সবুজ পাতার ক্ষেত্রে। এজন্য সূর্যের আলোতে লাল গোলাপ ফুল লাল এবং পাতা সবুজ দেখায়।

গ) MM₁ আয়নার দৈর্ঘ্য, $l = 70 \text{ cm} = 0.7 \text{ m}$

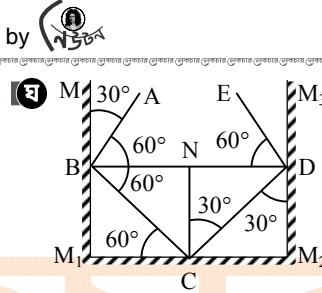
মারাতের দৈর্ঘ্য, $L' = 1.6 \text{ m}$

ধরি, মারাতের পূর্ণ প্রতিবিম্ব দেখার জন্য প্রয়োজনীয় আয়নার দৈর্ঘ্য L_1

আমরা জানি, $L_1 = \frac{1}{2} \times L' = \frac{1}{2} \times 1.6 \text{ m} = 0.8 \text{ m}$

কিন্তু, $L_1 > L$

অর্থাৎ, মারাত MM₁ আয়নায় তার পূর্ণ প্রতিবিম্ব দেখতে পাবে না।



চিত্রে, $\angle ABM = 30^\circ$

\therefore B বিন্দুতে BN অভিলম্ব

এবং $\angle ABN$ আপতন কোণ

$\therefore \angle ABN = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$

এবং $\angle NBC = 60^\circ$ [আপতন কোণ = প্রতিফলন কোণ]

AB রশ্মিটি BC পথে প্রতিফলিত হয়ে M₁M₂ আয়নার C বিন্দুতে পড়ে।

BN \parallel M₁C এবং BC ছেদক

$\therefore \angle NBC = \angle BCM_1 = 60^\circ$

$\therefore \angle BCN = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$

এবং $\angle NCD = 30^\circ$ [আপতন কোণ = প্রতিফলন কোণ]

আবার, BC রশ্মিটি CD পথে প্রতিফলিত হয়ে M₃M₂ আয়নার D বিন্দুতে পড়ে।

CN \parallel M₂D এবং CD তাদের ছেদক

$\therefore \angle NCD = \angle CDM_2 = 30^\circ$

$\therefore \angle CDN = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$

আবার, $\angle NDE$ প্রতিফলন কোণ

প্রতিফলনের ২য় সূত্রানুসারে,

$\therefore \angle CDN = \angle NDE = 60^\circ$

\therefore MM₁ আয়নার আপতন কোণ এবং M₃M₂ আয়নার প্রতিফলন কোণের মধ্যে পার্থক্য $= 60^\circ - 60^\circ = 0^\circ$

পাঠ সূত্র : আয়না অথবা দর্পণ

সৃজনশীল প্রশ্ন ৩ 40 cm ফোকাস দূরত্বের একটি অবতল আয়না থেকে 10 cm উচ্চতার একটি বস্তুকে যথাক্রমে খাড়াভাবে 20 cm ও 60 cm দূরে রাখা হলো।

- ব্যাপ্ত প্রতিফলন কাকে বলে? ১
- পাহাড়ি রাস্তায় অদৃশ্য বাঁকে বৃহৎ আকৃতির সমতল দর্পণ বসানো হয় কেন? ২
- 60 cm দূরের বস্তুর জন্য বিম্বের অবস্থান নির্ণয় কর। ৩
- উল্লিখিত বস্তুর কোন অবস্থানের জন্য সোজা ও বিবর্ধিত প্রতিবিম্ব পাওয়া যাবে তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

[ঢাকা রেসিডেন্সিয়াল মডেল কলেজ, ঢাকা]

৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক) একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোকরশ্মি কোনো পৃষ্ঠে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর যদি সমান্তরাল না থাকে বা অভিসারী বা অপসারী গুচ্ছে পরিণত না হয় তবে আলোর সে প্রতিফলনকে ব্যাপ্ত প্রতিফলন বলে।

খ) অদৃশ্য বাঁকে বিপরীত দিক থেকে আসা গাড়ির চালক পরস্পরকে দেখতে পান না। এছাড়া বাঁকের অপর পাশে কি আছে তা তারা জানে না। এ সমস্যা সমাধানের জন্য পাহাড়ি রাস্তায় 85° কোণে বৃহৎ আকৃতির সমতল দর্পণ বসানো হয়। এর ফলে গাড়ির চালকগণ বাঁকের আশেপাশের সবকিছু দেখতে পান।

গ) আমরা জানি,

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

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

$$\text{বা, } \frac{1}{v} = \frac{1}{40 \text{ cm}} - \frac{1}{60 \text{ cm}}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v} = \frac{1}{120 \text{ cm}}$$

$$\therefore v = 120 \text{ cm}$$

অতএব, 60 cm দূরের বস্তুর প্রতিবিম্বের অবস্থান দর্পণের মেরু থেকে 120 cm দূরে, দর্পণের সামনে।

ঘ) 'গ' হতে পাই,

$$60 \text{ cm দূরের বস্তুর ক্ষেত্রে বিম্বের দূরত্ব, } v = 120 \text{ cm}$$

$$\text{এক্ষেত্রে রৈখিক বিবর্ধন, } m = -\frac{v}{u}$$

$$\text{বা, } m = -\frac{120 \text{ cm}}{60 \text{ cm}}$$

$$\therefore m = -2$$

এখানে, m ঋণাত্মক এবং $|m| > 1$ যার অর্থ বিবর্ধিত বিম্ব গঠিত হলেও উল্টো বিম্ব গঠিত হবে।

এখন, 20 cm দূরের বস্তুর ক্ষেত্রে—

আমরা জানি,

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

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

$$\text{বা, } \frac{1}{v'} = \frac{1}{40 \text{ cm}} - \frac{1}{20 \text{ cm}}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v'} = -\frac{1}{40 \text{ cm}}$$

$$\therefore v' = -40 \text{ cm}$$

$$\text{এক্ষেত্রে রৈখিক বিবর্ধন, } m = \frac{-v'}{u'} = -\frac{-40 \text{ cm}}{20 \text{ cm}}$$

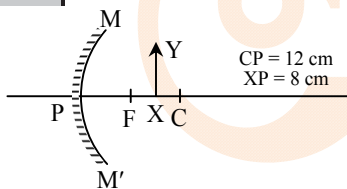
$$\therefore m = 2$$

এক্ষেত্রে m ধনাত্মক এবং $|m| > 1$ যার অর্থ বিম্ব সোজা এবং বিবর্ধিত।

অতএব, উল্লিখিত বস্তুর 20 cm অবস্থানের জন্য সোজা ও বিবর্ধিত বিম্ব পাওয়া যাবে।

পাঠ সূত্র : গোলায় আয়না

সৃজনশীল প্রশ্ন ৪



ক. প্রতিবিম্ব কী?

১

খ. সমতল দর্পণে সর্বদা বিবর্ধনের মান 1 হয়— ব্যাখ্যা কর।

২

গ. উদ্দীপকের আলোকে প্রতিবিম্বের দূরত্ব নির্ণয় কর।

৩

ঘ. চিত্রে লক্ষ্যবস্তুর অবস্থান পরিবর্তন করে, লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে ছোট, উল্টো বাস্তব প্রতিবিম্ব পাওয়া সম্ভব রশ্মি চিত্র এঁকে ব্যাখ্যা কর।

৪

[সরকারি অগ্রগামী বালিকা উচ্চ বিদ্যালয় ও কলেজ, সিলেট]

৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক) কোনো বিন্দু উৎস থেকে নিঃসৃত আলোক রশ্মিগুচ্ছ প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত হয়ে যদি দ্বিতীয় কোনো বিন্দুতে মিলিত হয় বা দ্বিতীয় কোনো বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়, তাহলে ঐ দ্বিতীয় বিন্দুকে প্রথম বিন্দুর প্রতিবিম্ব বলে।

খ) সমতল দর্পণে সৃষ্ট প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য সর্বদা লক্ষ্যবস্তুর সমান হয় বলে সমতল দর্পণের বিবর্ধনের মান সর্বদা 1 হয়।

সমতল দর্পণে সর্বদা সোজা ও অবাস্তব প্রতিবিম্ব গঠিত হয়। আবার, সমতল দর্পণের ক্ষেত্রে সৃষ্ট প্রতিবিম্ব লক্ষ্যবস্তুর সমান হয়। আমরা জানি, প্রতিসরণের ক্ষেত্রে প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য ও লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্যের অনুপাতকে বিবর্ধন বলে।

$$\text{অর্থাৎ, বিবর্ধন, } m = \frac{l'}{l}$$

$$\text{যেখানে, সমতল দর্পণের ক্ষেত্রে, লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য} = l$$

$$\text{এবং প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য} = l'$$

$$\therefore m = 1$$

গ) উদ্দীপকের চিত্রে, অবতল দর্পণের ক্ষেত্রে লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব,

$$u = XP = 8 \text{ cm}$$

$$\text{বক্রতার ব্যাসার্ধ, } CP = 12 \text{ cm}$$

$$\therefore \text{ফোকাস দূরত্ব, } f = \frac{CP}{2} = \frac{12}{2} = 6 \text{ cm}$$

$$\text{মেরু হতে প্রতিবিম্বের দূরত্ব, } v = ?$$

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

$$\text{বা, } \frac{1}{v} + \frac{1}{8} = \frac{1}{6}$$

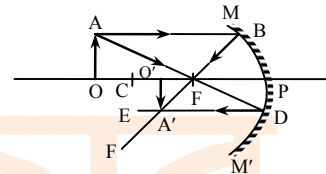
$$\text{বা, } \frac{1}{v} = \frac{1}{6} - \frac{1}{8} = \frac{1}{24}$$

$$\therefore v = 24$$

অতএব, উদ্দীপকের আলোকে প্রতিবিম্বের দূরত্ব 24 cm

ঘ) চিত্রে লক্ষ্যবস্তুর অবস্থান পরিবর্তন করে যদি বক্রতার কেন্দ্রের বাইরে স্থাপন করা হয় তবে লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে ছোট, উল্টো ও বাস্তব প্রতিবিম্ব পাওয়া সম্ভব।

নিম্নে রশ্মিচিত্র অঙ্কন করা হলো :



চিত্রানুযায়ী AO লক্ষ্যবস্তুর বক্রতার কেন্দ্র C ও অসীমের মাঝে স্থান করা হলে AO লক্ষ্যবস্তুর শীর্ষ A হতে নিঃসৃত আলোকরশ্মি MM' অবতল দর্পণে প্রতিফলিত হয়ে BF রশ্মি হিসেবে ফোকাস বিন্দু F দিয়ে নির্গত হয়। আবার একই A শীর্ষ হতে নির্গত AD আলোকরশ্মি ফোকাস বিন্দুগামী হয়ে দর্পণ পৃষ্ঠে প্রতিফলিত হয়ে প্রধান অক্ষের সমান্তরালে DE আলোকরশ্মি হিসেবে নির্গত হয়। BF ও DE পরস্পর A' বিন্দুতে ছেদ করে। A' হতে প্রধান অক্ষের উপর A'O' লম্ব আঁকা হয়েছে। সুতরাং

A'O' হলো নির্ণেয় AO লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব। প্রতিবিম্বটির—

অবস্থান : বক্রতার কেন্দ্র ও ফোকাসের মাঝে

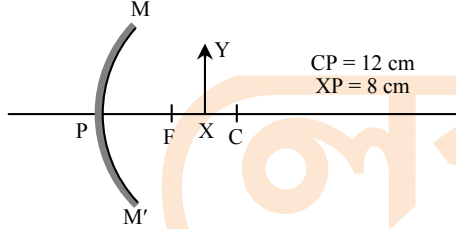
আকৃতি : খর্বিত

প্রকৃতি : বাস্তব ও উল্টো

সুতরাং চিত্রে লক্ষ্যবস্তুর বক্রতার কেন্দ্রের বাইরে স্থাপন করলে লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে ছোট, উল্টো ও বাস্তব প্রতিবিম্ব পাওয়া সম্ভব।

পাঠ্য সূত্র : অবতল গোলীয় আয়না

সৃজনশীল প্রশ্ন ৫



- ক. প্রতিবিম্ব কী? ১
খ. সমতল দর্পণে সর্বদা বিবর্ধনের মান ১ হয়—ব্যাখ্যা কর। ২
গ. উদ্দীপকের আলোকে প্রতিবিম্বের দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩
ঘ. চিত্রে লক্ষ্যবস্তুর অবস্থান পরিবর্তন করে, লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে ছোট, উল্টো বাস্তব প্রতিবিম্ব পাওয়া সম্ভব রশ্মি চিত্র এঁকে ব্যাখ্যা কর। ৪

৬নং প্রশ্নের উত্তর

কোনো বিন্দু উৎস থেকে নিঃসৃত আলোক রশ্মিগুচ্ছ প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত হয়ে যদি দ্বিতীয় কোনো বিন্দুতে মিলিত হয় বা দ্বিতীয় কোনো বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়, তাহলে ঐ দ্বিতীয় বিন্দুকে প্রথম বিন্দুর প্রতিবিম্ব বলে।

সমতল দর্পণে সৃষ্ট প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য সর্বদা লক্ষ্যবস্তুর সমান হয় বলে সমতল দর্পণের বিবর্ধনের মান সর্বদা ১ হয়। সমতল দর্পণে সর্বদা সোজা ও অবাস্তব প্রতিবিম্ব গঠিত হয়। আবার, সমতল দর্পণের ক্ষেত্রে সৃষ্ট প্রতিবিম্ব লক্ষ্যবস্তুর সমান হয়। আমরা জানি, প্রতিসরণের ক্ষেত্রে প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য ও লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্যের অনুপাতকে বিবর্ধন বলে।

$$\text{অর্থাৎ, বিবর্ধন, } m = \frac{l'}{l}$$

যেখানে, সমতল দর্পণের ক্ষেত্রে,

$$\text{লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য} = l$$

$$\text{এবং প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য} = l'$$

$$\therefore m = 1$$

উদ্দীপকের চিত্রে, অবতল দর্পণের ক্ষেত্রে লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব,

$$u = XP = 8 \text{ cm}$$

বক্রতার ব্যাসার্ধ, $CP = 12 \text{ cm}$

$$\therefore \text{ফোকাস দূরত্ব, } f = \frac{CP}{2} = \frac{12}{2} = 6 \text{ cm}$$

মেরু হতে প্রতিবিম্বের দূরত্ব, $v = ?$

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

$$\text{বা, } \frac{1}{v} + \frac{1}{8} = \frac{1}{6}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v} = \frac{1}{6} - \frac{1}{8}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v} = \frac{1}{24}$$

$$\therefore v = 24$$

অতএব, উদ্দীপকের আলোকে প্রতিবিম্বের দূরত্ব 24 m

চিত্রে লক্ষ্যবস্তুর অবস্থান পরিবর্তন করে যদি বক্রতার কেন্দ্রের বাইরে স্থাপন করা হয় তবে লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে ছোট, উল্টো ও বাস্তব প্রতিবিম্ব পাওয়া সম্ভব।

নিম্নে রশ্মিচিত্র অঙ্কন করা হলো :

চিত্রানুযায়ী AO লক্ষ্যবস্তুকে বক্রতার কেন্দ্র C ও অসীমের মাঝে স্থান করা হলে AO লক্ষ্যবস্তুর শীর্ষ A হতে নিঃসৃত আলোকরশ্মি MM' অবতল দর্পণে প্রতিফলিত হয়ে BF রশ্মি হিসেবে ফোকাস বিন্দু F দিয়ে

নির্গত হয়। আবার একই A শীর্ষ হতে নির্গত AD আলোকরশ্মি ফোকাস বিন্দুগামী হয়ে দর্পণ পৃষ্ঠে প্রতিফলিত হয়ে প্রধান অক্ষের সমান্তরালে DE আলোকরশ্মি হিসেবে নির্গত হয়। BF ও DE পরস্পর A' বিন্দুতে ছেদ করে। A' হতে প্রধান অক্ষের উপর A'O' লম্ব আঁকা হয়েছে। সুতরাং A'O' হলো নির্ণয়ে AO লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব। প্রতিবিম্বটির—

অবস্থান : বক্রতার কেন্দ্র ও ফোকাসের মাঝে

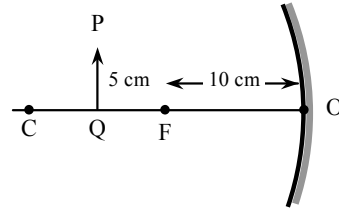
আকৃতি : খর্বিত

প্রকৃতি : বাস্তব ও উল্টো

সুতরাং চিত্রে লক্ষ্যবস্তু বক্রতার কেন্দ্রের বাইরে স্থাপন করলে লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে ছোট, উল্টো ও বাস্তব প্রতিবিম্ব পাওয়া সম্ভব।

পাঠ্য সূত্র : বিবর্ধন

সৃজনশীল প্রশ্ন ৬



PQ বস্তুটি F ও C এর মধ্য বিন্দুতে অবস্থিত।

- ক. গৌণ অক্ষ কী? ১
খ. বাস্তব ও অবাস্তব বিম্বের মধ্যে পার্থক্য দেখাও। ২
গ. PQ বস্তুর বিম্বের উচ্চতা কত? ৩
ঘ. PQ বস্তুর এই বিবর্ধনের কী অবাস্তব বিম্ব পাওয়া সম্ভব? ৪
গাণিতিক বিশ্লেষণ কর।

৬নং প্রশ্নের উত্তর

মেরু বিন্দু ব্যতীত আয়নার প্রতিফলক পৃষ্ঠের উপরস্থ যেকোনো বিন্দু ও বক্রতার কেন্দ্রের মধ্যদিয়ে অতিক্রমকারী সরলরেখা গৌণ অক্ষ।

বাস্তব ও অবাস্তব বিম্বের পার্থক্য নিম্নরূপ :

বাস্তব বিম্ব	অবাস্তব বিম্ব
১। কোনো বিন্দু থেকে নিঃসৃত আলোক রশ্মিগুচ্ছ প্রতিফলন বা প্রতিসরণের পর দ্বিতীয় কোনো বিন্দুতে মিলিত হলে বাস্তব বিম্ব গঠিত হয়।	১। কোনো বিন্দু থেকে নিঃসৃত আলোক রশ্মিগুচ্ছ প্রতিফলন বা প্রতিসরণের পর দ্বিতীয় কোনো বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হলে দ্বিতীয় বিন্দুতে অবাস্তব বিম্ব গঠিত হয়।
২। চোখে দেখা যায় এবং পর্দায়ও ফেলা যায়।	২। চোখে দেখা যায় কিন্তু পর্দায় ফেলা যায় না।
৩। অবতল আয়না ও উত্তল লেন্সে উৎপন্ন হয়।	৩। সব রকম আয়না ও লেন্সে উৎপন্ন হয়।

গ এখানে, বস্তুর উচ্চতা, $l = 5 \text{ cm}$

ফোকাস দূরত্ব, $f = 10 \text{ cm}$

বস্তুর দূরত্ব, $u = \left(\frac{3}{4} \times 20\right) \text{ cm} = 15 \text{ cm}$

এখন বস্তুর দূরত্ব v হলে,

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

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

$$\text{বা, } \frac{1}{v} = \frac{1}{10} - \frac{1}{15} = \frac{1}{30}$$

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

$$\text{আবার, রৈখিক বিবর্ধন, } |m| = \left|\frac{v}{u}\right| = \left|\frac{30}{15}\right| = 2$$

এখন বিশ্বের উচ্চতা l' হলে,

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

$$\text{বা, } 2 = \frac{l'}{5}$$

$$\therefore l' = 10 \text{ cm}$$

অতএব, বিশ্বের উচ্চতা 10 cm.

ঘ এখানে, বিবর্ধন, $m = 2$ [‘গ’ নং থেকে প্রাপ্ত]

এক্ষেত্রে বিশ্বের দৈর্ঘ্য, $l' = 10 \text{ cm}$

ফোকাস দূরত্ব, $f = 10 \text{ cm}$

ধরি, বস্তুটিকে u' দূরত্বে স্থাপন করলে এই বিবর্ধনের অবাস্তব বিশ্ব পাওয়া যাবে।

এক্ষেত্রে বিশ্বের দূরত্ব v হলে,

$$m = \frac{-v}{u}$$

$$\text{বা, } 2 = -\frac{v}{u}$$

$$\text{বা, } v = -2u \text{ [বিশ্ব অবাস্তব বলে দূরত্ব ঋণাত্মক]}$$

$$\text{এখন, } \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{-2u} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\text{বা, } \frac{-1+2}{2u} = \frac{1}{f}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2u} = \frac{1}{10}$$

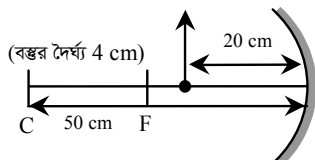
$$\text{বা, } 2u = 10$$

$$\therefore u = 5$$

অতএব, বস্তুটিকে আয়নার মেরু থেকে 5 cm সামনে অর্থাৎ মেরু ও প্রধান ফোকাসের মধ্যবিন্দুতে স্থাপন করলে ঐ বিবর্ধনের অবাস্তব বিশ্ব পাওয়া যাবে।

সৃজনশীল প্রশ্ন ৭

নিচের চিত্রটি লক্ষ্য কর :



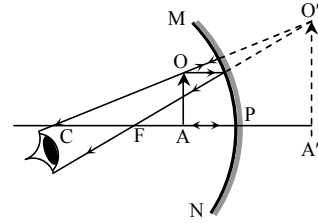
- ক. লেন্সের আলোক কেন্দ্র কাকে বলে? ১
খ. বস্তু উজ্জ্বল বা অনুজ্জ্বল দেখায় কেন? ২
গ. রশ্মি চিত্র এঁকে বিশ্বের অবস্থান ও প্রকৃতি দেখাও। ৩
ঘ. বস্তুটির প্রতিবিশ্বের দৈর্ঘ্য 20 cm হবে কি-না— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক লেন্সের মধ্যে প্রধান অক্ষের উপর অবস্থিত একটি নির্দিষ্ট বিন্দু, যার মধ্যদিয়ে কোনো রশ্মি অতিক্রম করলে প্রতিসরণের পর লেন্সের অপর পৃষ্ঠ থেকে নির্গত হওয়ার সময় আপতিত রশ্মির সমান্তরালভাবে নির্গত হয়, একে আলোক কেন্দ্র বলে।

খ যদি একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোকরশ্মি কোনো মসৃণ তলে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ বা অভিসারী বা অপসারী রশ্মিগুচ্ছ পরিণত হয় তবে এ ধরনের প্রতিফলনকে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন বলে। ব্যাণ্ড প্রতিফলনের ক্ষেত্রে প্রতিফলনের পর প্রাপ্ত রশ্মিগুচ্ছ সমান্তরাল বা অভিসারী বা অপসারী ধরনের হয় না। নিয়মিত প্রতিফলনের ফলে বস্তুকে উজ্জ্বল দেখায়, অপরদিকে ব্যাণ্ড প্রতিফলনের ফলে বস্তুকে অনুজ্জ্বল দেখায়।

গ বস্তুটি প্রধান ফোকাস ও মেরুর মাঝে অবস্থিত। নিচে রশ্মিচিত্রের সাহায্যে বিশ্লেষণ করা হলো—



AO লক্ষ্যবস্তুটি প্রধান ফোকাস (F) এবং মেরু (P) এর মাঝে অবস্থিত। O হতে একটি আলোকরশ্মি প্রধান অক্ষ বরাবর আয়নায় আপতিত হয়ে প্রধান ফোকাস (F) দিয়ে প্রতিফলিত হয়। O হতে আরেকটি রশ্মি বক্রতার কেন্দ্র (C) দিয়ে গমন করে। এ রশ্মি দুটি প্রকৃতপক্ষে মিলিত হয় না। কিন্তু রশ্মি দুটিকে পেছনের দিকে বর্ধিত করলে এরা আয়নার পেছনে O' বিন্দুতে মিলিত হয়। O' হতে প্রধান অক্ষের উপর A'O' লম্বই হলো AO লক্ষ্যবস্তুর অবাস্তব বিশ্ব। অর্থাৎ, বিশ্বের অবস্থান আয়নার পিছনে এবং প্রকৃতি অবাস্তব।

ঘ আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } \frac{1}{v} = \frac{1}{25 \text{ cm}} - \frac{1}{20 \text{ cm}}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v} = \frac{20 - 25}{25 \times 20} \text{ cm}$$

$$\therefore v = -100 \text{ cm}$$

যেহেতু v ঋণাত্মক অতএব বিশ্বটি অবাস্তব।

$$\therefore \text{বিবর্ধন } m \text{ হলে, } m = -\frac{v}{u} = -\frac{(-100 \text{ cm})}{20 \text{ cm}} = 5$$

$$\text{আবার, } m = \frac{l'}{l}$$

$$u, l_1 = ml = 5 \times 4 \text{ cm} = 20 \text{ cm}$$

অতএব, প্রতিবিশ্বের দৈর্ঘ্য 20 cm হবে।

উদ্দীপক হতে পাই,

$$\text{ফোকাস দূরত্ব, } f = \frac{50}{2} \text{ cm} = 25 \text{ cm}$$

$$\text{লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, } u = 20 \text{ cm}$$

$$\text{প্রতিবিশ্বের দূরত্ব, } v = ?$$

এখানে,

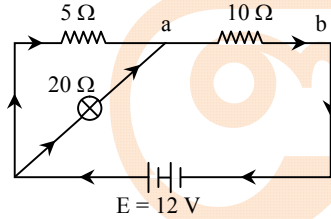
$$\text{বস্তুর দৈর্ঘ্য, } l = 4 \text{ cm}$$

$$\text{প্রতিবিশ্বের দৈর্ঘ্য, } l' = ?$$

অধ্যায় ১১ চল বিদ্যুৎ

পাঠ্য সূত্র : বিদ্যুৎ প্রবাহ

সৃজনশীল প্রশ্ন ১



- তুল্যরোধ কাকে বলে?
- তামার আপেক্ষিক রোধ $1.68 \times 10^{-8} \Omega \text{m}$ বলতে কী বোঝায়? ব্যাখ্যা কর।
- বৈদ্যুতিক বাতির মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের মান নির্ণয় কর।
- যদি বৈদ্যুতিক বাতির ২য় প্রান্ত 'a' বিন্দুর পরিবর্তে 'b' বিন্দুর সাথে যুক্ত করা হয়, তাহলে কী বাতির উজ্জ্বলতা বৃদ্ধি পাবে? তোমার মতামতের সপক্ষে গাণিতিক যথার্থতা যাচাই কর।

[রা. বো. '২০]

১নং প্রশ্নের উত্তর

ক) রোধের কোনো সন্নিবেশের পরিবর্তে যে একটি মাত্র রোধ ব্যবহার করলে বর্তনীর প্রবাহমাত্রা ও বিভব পার্থক্যের কোনো পরিবর্তন হয় না, তাকে ঐ সন্নিবেশের তুল্যরোধ বলে।

খ) কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর রোধকে ঐ তাপমাত্রায় এর উপাদানের আপেক্ষিক রোধ বলে। তামার আপেক্ষিক রোধ $1.68 \times 10^{-8} \Omega \text{m}$ বলতে বোঝায় ১ m দৈর্ঘ্য ও 1 m^2 প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট তামার তারের রোধ হবে $1.68 \times 10^{-8} \Omega$ ।

গ) এখানে, রোধ, $R_1 = 5 \Omega$

$$R_2 = 20 \Omega$$

$$R_3 = 10 \Omega$$

তড়িচ্চালক শক্তি, $E = 12 \text{ V}$

R_1 ও R_2 সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত।

এদের তুল্যরোধ R_p হলে,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{5 \Omega} + \frac{1}{20 \Omega} = \frac{1}{4 \Omega}$$

$$\therefore R_p = 4 \Omega$$

আবার, R_p ও R_3 শ্রেণি সমবায়ে সংযুক্ত, এদের তুল্যরোধ R_s হলে,

$$R_s = R_p + R_3 = 4 \Omega + 10 \Omega = 14 \Omega$$

$$\therefore \text{বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ, } I = \frac{E}{R_s} = \frac{12 \text{ V}}{14 \Omega} = \frac{6}{7} \text{ A}$$

$\therefore R_1$ ও R_2 -এর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য,

$$V = IR_p = \frac{6}{7} \text{ A} \times 4 \Omega = \frac{24}{7} \text{ V}$$

$$\therefore R_2\text{-এর মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহ, } I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{\frac{24}{7} \text{ V}}{20 \Omega} = \frac{6}{20 \Omega} = \frac{3}{10} \text{ A} = 0.1714 \text{ A}$$

অতএব, বৈদ্যুতিক বাতির মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহের মান 0.1714 A।

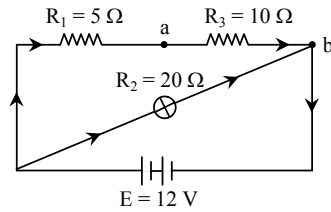
ঘ) বৈদ্যুতিক বাতিটি a বিন্দুতে সংযুক্ত অবস্থায় এর মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহ, $I_2 = \frac{6}{35} \text{ A}$ [গ নং থেকে প্রাপ্ত]

এক্ষেত্রে, বাতিটির ক্ষমতা, $P_2 = I_2^2 R_2$

$$= \left(\frac{6}{35} \text{ A} \right)^2 \times 20 \Omega = 0.5878 \text{ W}$$

এখন, বাতিটিকে b বিন্দুতে সংযুক্ত করলে R_1 ও R_3 শ্রেণি সমবায়ে সংযুক্ত হবে। এদের তুল্যরোধ R_s' হলে,

$$R_s' = R_1 + R_3 = 5 \Omega + 10 \Omega = 15 \Omega$$



আবার, R_s' ও R_2 সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত, এদের তুল্যরোধ R_p' হলে,

$$\frac{1}{R_p'} = \frac{1}{R_s'} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{15 \Omega} + \frac{1}{20 \Omega} = \frac{7}{60 \Omega}$$

$$\therefore R_p' = \frac{60}{7} \Omega$$

$$\text{এক্ষেত্রে, বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহ, } I' = \frac{E}{R_p'} = \frac{12 \text{ V}}{\frac{60}{7} \Omega} = \frac{7}{5} \text{ A}$$

$$\text{আবার, } R_2\text{-এর মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহ, } I_2' = \frac{E}{R_2} = \frac{12 \text{ V}}{20 \Omega} = \frac{3}{5} \text{ A}$$

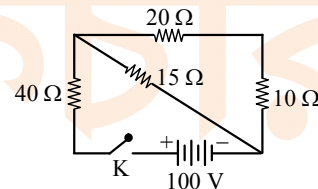
$$\therefore R_2\text{-এর ক্ষমতা, } P_2' = I_2'^2 R_2 = \left(\frac{3}{5} \text{ A} \right)^2 \times 20 \Omega = 7.2 \text{ W}$$

এখানে, $P_2' > P_2$

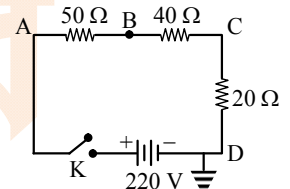
অতএব, বৈদ্যুতিক বাতির ২য় প্রান্ত 'a' বিন্দুর পরিবর্তে 'b' বিন্দুর সাথে সংযুক্ত করা হলে বাতির উজ্জ্বলতা বৃদ্ধি পাবে।

পাঠ্য সূত্র : বিভব পার্থক্য এবং তড়িৎ প্রবাহ এর মধ্যে সম্পর্ক

সৃজনশীল প্রশ্ন ২



চিত্র : বর্তনী R



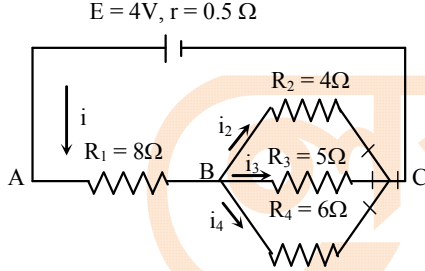
চিত্র : বর্তনী Q

- পরিবর্তী রোধক বা রিওস্টেট কাকে বলে?
- বিভব পার্থক্য প্রব থাকলে পরিবাহীর রোধ বাড়লে তড়িৎ প্রবাহের ক্ষেত্রে কি ঘটবে ব্যাখ্যা কর।
- R-বর্তনীর প্রবাহমাত্রা বের কর।
- Q বর্তনীতে A, B, C, D বিন্দুর বিভব বের কর এবং D এর পরিবর্তে C কে ভূ-সংযুক্ত করলে B বিন্দুর বিভবের কি পরিবর্তন ঘটবে—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, রংপুর]

পাঠ সূত্র : বর্তনী বা সার্কিট

সৃজনশীল প্রশ্ন ৪



- ক. তড়িচ্চালক শক্তি কী? ১
খ. চিকন তার অপেক্ষা মোটা তারের মধ্য দিয়ে বেশি তড়িৎ প্রবাহিত হয়—ব্যাখ্যা কর। ২
গ. উদ্দীপক হতে i এর মান নির্ণয় কর। ৩
ঘ. প্রতিটি রোধের মধ্য দিয়ে সমপরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হয় কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

[কুমিল্লা ক্যাডেট কলেজ, কুমিল্লা]

৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য বজায় রাখতে তড়িৎকোষ যে তড়িৎ বল সরবরাহ করে সেটিই কোষের তড়িচ্চালক শক্তি।

খ. রোধের প্রস্থচ্ছেদের সূত্রানুযায়ী নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট উপাদানের পরিবাহকের দৈর্ঘ্য অপরিবর্তিত থাকলে পরিবাহকের রোধ এর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

অর্থাৎ, $R \propto \frac{1}{A}$; যখন L ধ্রুব থাকে।

এই সূত্রমতে তার যতো মোটা হবে, তার রোধ ততো কম হবে এবং তড়িৎ প্রবাহ ততো বেশি হবে। তার যদি সরু হয় তবে রোধের মান ব্যস্তানুপাতে বাড়বে। এ কারণে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একই উপাদানের চিকন তার অপেক্ষা মোটা তারের মধ্য দিয়ে বেশি তড়িৎ প্রবাহিত হয়।

গ. এখানে, তড়িচ্চালক শক্তি, $E = 4V$

অভ্যন্তরীণ রোধ, $r = 0.5 \Omega$

রোধ, $R_1 = 8 \Omega$

$R_2 = 4 \Omega$

$R_3 = 5 \Omega, R_4 = 6 \Omega$

তড়িৎ প্রবাহ, $i = ?$

বর্তনীতে R_2, R_3, R_4 রোধগুলো সমান্তরালে এবং তার সাথে R_1 রোধটি শ্রেণিতে যুক্ত

R_2, R_3, R_4 এর তুল্যরোধ R_p হলে,

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{4 \Omega} + \frac{1}{5 \Omega} + \frac{1}{6 \Omega}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{37}{60} \Omega$$

$$\therefore R_p = \frac{60}{37} \Omega$$

বর্তনীর তুল্যরোধ R_{eq} হলে, $R_{eq} = R_1 + R_p$

$$= \left(8 + \frac{60}{37} \right) \Omega$$

$$= \frac{356}{37} \Omega$$

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } i &= \frac{E}{R_{eq} + r} \\ &= \frac{4V}{\frac{356}{37} \Omega + 0.5 \Omega} = 0.3952 A \end{aligned}$$

সুতরাং, উদ্দীপকে i এর মান $0.3952 A$ ।

ঘ. এখানে, 'গ' হতে, $R_p = \frac{60}{37} \Omega$

এবং $i = 0.3952 A$

চিত্র হতে A এবং B বিন্দুর বিভব পার্থক্য,

$$V_{AB} = iR_p = 0.3952 A \times \frac{60}{37} \Omega = 0.641 V$$

$$\therefore i_2 = \frac{V_{AB}}{R_2} = \frac{0.641 V}{4 \Omega} = 0.16025 A$$

$$i_3 = \frac{V_{AB}}{R_3} = \frac{0.641 V}{5 \Omega} = 0.1282 A$$

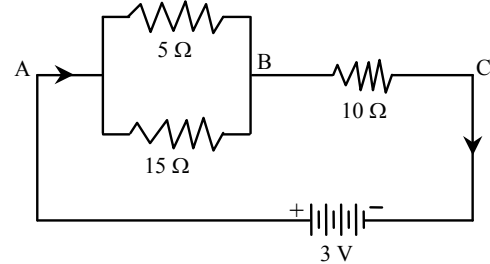
$$i_4 = \frac{V_{AB}}{R_4} = \frac{0.641 V}{6 \Omega} = 0.1068 A$$

অর্থাৎ, $i \neq i_2 \neq i_3 \neq i_4$

সুতরাং, বর্তনীর প্রতিটি রোধের মধ্যদিয়ে সমমানের তড়িৎ প্রবাহিত হবে না।

পাঠ সূত্র : বর্তনীতে তুল্য রোধ

সৃজনশীল প্রশ্ন ৫



B ও C বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য $2.2 V$ ।

- ক. তড়িচ্চালক শক্তি কাকে বলে? ১
খ. তামার আপেক্ষিক রোধ $1.5 \times 10^{-4} \Omega m$ বলতে কী বুঝ? ২
গ. 10Ω রোধের মধ্য দিয়ে কী পরিমাণ তড়িৎ প্রবাহিত হবে? ৩
ঘ. রোধক তিনটি বর্তনীতে কীভাবে সংযোগ করলে তুল্যরোধ 7.5Ω হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[কু. বো. '১৬]

৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য বজায় রাখতে তড়িৎকোষ যে তড়িৎ বল সরবরাহ করে সেটিকে কোষের তড়িচ্চালক শক্তি বলে।

খ. কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর রোধকে ঐ তাপমাত্রায় এর উপাদানের আপেক্ষিক রোধ বলে। তামার আপেক্ষিক রোধ $1.5 \times 10^{-4} \Omega m$ বলতে বোঝায় $1 m$ দৈর্ঘ্য ও $1 m^2$ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট রূপার তারের রোধ হবে $1.5 \times 10^{-4} \Omega$ ।

গ. ধরি, প্রবাহিত তড়িৎের পরিমাণ I ,

B ও C বিন্দুর বিভব পার্থক্য, $V = 2.2 Volt$

রোধ, $R = 10 \Omega$

আমরা জানি, $V = IR$

$$\text{বা, } I = \frac{V}{R}$$

$$\text{বা, } I = \frac{2.2 \text{ V}}{10 \Omega}$$

$$\text{বা, } I = 0.22 \text{ A}$$

অতএব, 10Ω রোধের মধ্য দিয়ে 0.22 A তড়িৎ প্রবাহিত হবে।

❖ রোধক তিনটিকে নিচের বর্তনীর ন্যায় সংযুক্ত করলে তুল্যরোধ 7.5Ω হবে।

বর্তনীতে 5Ω এবং 10Ω শ্রেণি সমবায়ে সংযুক্ত। এদের তুল্যরোধ

$$R_S \text{ হলে } R_S = 5 \Omega + 10 \Omega = 15 \Omega$$

R_S এবং 15Ω রোধগুলো বর্তনীতে সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত।

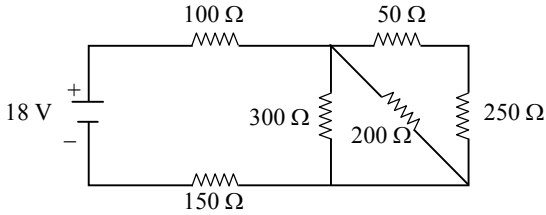
এদের তুল্যরোধ R_p হলে,

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_p} &= \frac{1}{R_S} + \frac{1}{15 \Omega} \\ &= \frac{1}{15 \Omega} + \frac{1}{15 \Omega} \\ &= \frac{1+1}{15 \Omega} \\ &= \frac{2}{15 \Omega} \end{aligned}$$

$$\text{বা, } R_p = \frac{15 \Omega}{2} = 7.5 \Omega.$$

অর্থাৎ 5Ω ও 10Ω রোধকে শ্রেণিতে সংযুক্ত করে 15Ω রোধের সাথে সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত করলে বর্তনীর তুল্যরোধ 7.5Ω হবে।

❖ সৃজনশীল প্রশ্ন ৬



ক. হারানো ভোল্ট কাকে বলে?

১

খ. তারের ব্যাসার্ধ বাড়াতে প্রবাহ বৃদ্ধি পায় কেন?

২

গ. বর্তনীটির তুল্যরোধ নির্ণয় কর।

৩

ঘ. উদ্দীপক অনুসারে 50Ω এবং 300Ω রোধদ্বয়ের মধ্যে বিভব নির্ণয় কর। এরা কি সমান অথবা না? বিশ্লেষণ কর।

৪

[ফৌজদারহাট ক্যাডেট কলেজ, চট্টগ্রাম]

❖ ৬নং প্রশ্নের উত্তর

❖ অভ্যন্তরীণ রোধের কারণে তড়িৎপ্রবাহ চলার সময় যে পরিমাণ শক্তি কোষের মধ্যে হারিয়ে যায় বা নষ্ট হয়ে যায় তাকে হারানো ভোল্ট বলে।

❖ রোধের প্রস্থচ্ছেদের সূত্রানুযায়ী নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট উপাদানের পরিবাহকের দৈর্ঘ্য অপরিবর্তিত থাকলে পরিবাহকের রোধ এর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

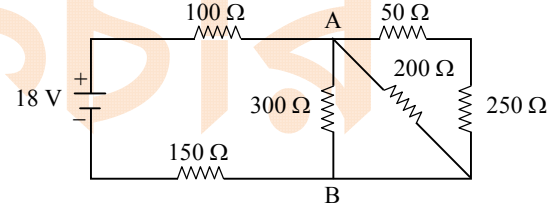
অর্থাৎ, $R \propto \frac{1}{A}$; যখন L ধ্রুব থাকে।

$$\text{বা, } R \propto \frac{1}{\pi r^2}$$

$$\text{বা, } R \propto \frac{1}{r^2}$$

এ সূত্রমতে তারের ব্যাসার্ধ যত বেশি হবে, তার রোধ ততো কম হবে এবং তড়িৎ প্রবাহ ততো বেশি হবে। তারের ব্যাসার্ধ যদি কম হয় তবে রোধের মান বাড়বে। এ কারণে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একই উপাদানের বেশি ব্যাসার্ধের তারের মধ্য দিয়ে কম ব্যাসার্ধের তারের চেয়ে বেশি তড়িৎ প্রবাহিত হয়।

❖ গ



চিত্রে বর্তনীর A ও B বিন্দুর মধ্যে তুল্যরোধ R_p হলে,

$$\begin{aligned} \frac{1}{R_p} &= \frac{1}{250 \Omega + 50 \Omega} + \frac{1}{200 \Omega} + \frac{1}{300 \Omega} \\ \text{বা, } \frac{1}{R_p} &= \frac{1}{300 \Omega} + \frac{1}{200 \Omega} + \frac{1}{300 \Omega} \end{aligned}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{2+3+2}{600 \Omega}$$

$$\text{বা, } R_p = \frac{600 \Omega}{7}$$

$$\therefore R_p = 85.71 \Omega$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{বর্তনীর তুল্যরোধ, } R_S &= 100 \Omega + R_p + 150 \Omega \\ &= 250 \Omega + 85.71 \Omega \\ &= 335.71 \Omega \end{aligned}$$

❖ 'গ' হতে পাই, বর্তনীর তুল্যরোধ, $R_S = 335.71 \Omega$

এখানে, কোষের তড়িচ্চালক শক্তি, $E = 18 \text{ V}$

\therefore বর্তনীর মোট তড়িৎ প্রবাহ,

$$\begin{aligned} I &= \frac{E}{R_S} \\ \text{বা, } I &= \frac{18 \text{ V}}{335.71 \Omega} \end{aligned}$$

$$\therefore I = 0.054 \text{ A}$$

'গ' এর চিত্রে, A ও B বিন্দুর মধ্যে বিভব পতন,

$$\begin{aligned} V_{AB} &= IR_p \\ \text{বা, } V_{AB} &= 0.054 \text{ A} \times 85.71 \Omega \\ \therefore V_{AB} &= 4.6 \text{ V} \end{aligned}$$

সুতরাং, 300Ω রোধের মধ্যে বিভব পতন, $V_{300 \Omega} = V_{AB} = 4.6 \text{ V}$

এখন, 50Ω ও 250Ω রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত

তড়িৎ প্রবাহ,

$$I' = \frac{V_{AB}}{50 \Omega + 250 \Omega}$$

$$\text{বা, } I' = \frac{4.6 \text{ V}}{300 \Omega}$$

$$\therefore I' = 0.015 \text{ A}$$

$\therefore 50 \Omega$ রোধের মধ্যে বিভব পতন,

$$V_{50 \Omega} = I' \times 50 \Omega$$

$$\text{বা, } V_{50 \Omega} = 0.015 \text{ A} \times 50 \Omega$$

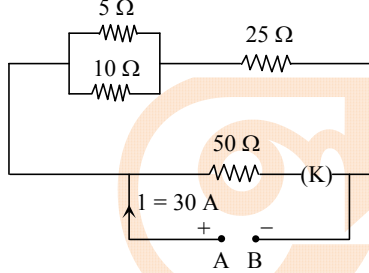
$$\therefore V_{50 \Omega} = 0.77 \text{ V}$$

উপরোক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যাচ্ছে, $V_{300 \Omega} \neq V_{50 \Omega}$

অতএব, 50Ω ও 300Ω রোধের মধ্যে বিভব পতন যথাক্রমে 0.77 V এবং 4.6 V ।

পাঠ সূত্র : তড়িৎ ক্ষমতা

সৃজনশীল প্রশ্ন ৭



- দ্বিমুখী সুইচের প্রতীক কী? ১
- তারের ব্যাসার্ধ বাড়লে প্রবাহ বৃদ্ধি পায় কেন? ২
- A ও B এর মধ্যকার বিভব পার্থক্য নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. বর্তনীটি দৈনিক 10 ঘণ্টা চললে বার্ষিক বিদ্যুৎ বিল কত হবে? ৪

[প্রতি ইউনিটের মূল্য 5 টাকা।]

[ইবনে তাইমিয়া স্কুল এন্ড কলেজ, কুমিল্লা]

৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. দ্বিমুখী সুইচের প্রতীক :

খ. রোধের প্রস্থচ্ছেদের সূত্রানুযায়ী নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট উপাদানের পরিবাহকের দৈর্ঘ্য অপরিবর্তিত থাকলে পরিবাহকের রোধ এর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

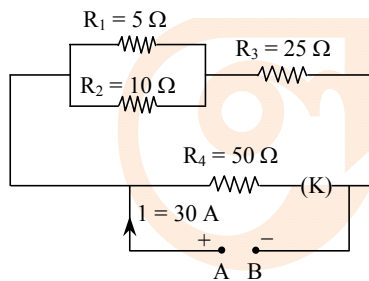
অর্থাৎ, $R \propto \frac{1}{A}$; যখন L ধ্রুব থাকে।

$$\text{বা, } R \propto \frac{1}{\pi r^2}$$

$$\text{বা, } R \propto \frac{1}{r^2}$$

এ সূত্রমতে তারের ব্যাসার্ধ যত বেশি হবে, তার রোধ ততো কম হবে এবং তড়িৎ প্রবাহ ততো বেশি হবে। তারের ব্যাসার্ধ যদি কম হয় তবে রোধের মান বাড়বে। এ কারণে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একই উপাদানের বেশি ব্যাসার্ধের তারের মধ্য দিয়ে কম ব্যাসার্ধের তারের চেয়ে বেশি তড়িৎ প্রবাহিত হয়।

গ. বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ, $I = 30 \text{ A}$



বর্তনীতে $R_1 \parallel R_2$ হওয়ায় এদের তুল্যরোধ R_p হলে,

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

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{1}{5 \Omega} + \frac{1}{10 \Omega}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_p} = \frac{2+1}{10 \Omega} = \frac{3}{10 \Omega}$$

$$\therefore R_p = \frac{10}{3} \Omega = 3.33 \Omega$$

আবার, R_p এবং R_3 শ্রেণিতে থাকায় এদের তুল্যরোধ R_s হলে,

$$R_s = R_p + R_3 = 3.33 \Omega + 25 \Omega = 28.33 \Omega$$

আবার, $R_s \parallel R_4$ হওয়ায় বর্তনীর তুল্যরোধ R_{p1} হলে,

$$\frac{1}{R_{p1}} = \frac{1}{R_s} + \frac{1}{R_4}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_{p1}} = \frac{1}{28.33 \Omega} + \frac{1}{50 \Omega}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{R_{p1}} = \frac{50 + 28.33}{(50 \times 28.33) \Omega}$$

$$\therefore R_{p1} = \frac{50 \times 28.33}{(50 + 28.33)} \Omega = 18.086 \Omega$$

A ও B এর বিভব পার্থক্য, $V = I R_{p1} = 30 \times 18.086 = 542.56 \text{ V}$

ঘ. 'গ' হতে পাই, তড়িৎ প্রবাহ, $I = 30 \text{ A}$

বিভব পার্থক্য, $V = 542.56 \text{ V}$

\therefore বর্তনীর ক্ষমতা, $P = VI = 542.56 \text{ V} \times 30 \text{ A} = 16276.8 \text{ W}$

\therefore বর্তনীর বার্ষিক ব্যয়িত শক্তি,

$$\begin{aligned} W &= Pt \\ &= 16276.8 \times 10 \times 365 \text{ Wh} \\ &= 59410320 \text{ Wh} \\ &= 59410.32 \text{ k Wh} \\ &= 59410.32 \text{ unit} \end{aligned}$$

1 unit বিদ্যুতের মূল্য 5 টাকা

\therefore 59410.32 unit বিদ্যুতের মূল্য (5×59410.32) টাকা
 $= 297051.6$ টাকা
 $= 297051$ টাকা (প্রায়)

\therefore বার্ষিক বিদ্যুৎ বিল 297051 টাকা (প্রায়)।

পাঠ সূত্র : বিদ্যুৎ পরিবহন

সৃজনশীল প্রশ্ন ৮ মোহনাদের বাসায় 60 W এর তিনটি বাল্ব শ্রেণি সমবায়ে এবং 75 W এর তিনটি ফ্যান অপর একটি সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত। বাল্বগুলো প্রতিদিন 8 ঘণ্টা এবং ফ্যানগুলো প্রতিদিন 12 ঘণ্টা ধরে চলে। April মাসের 10 তারিখ একটি বাল্ব কেটে গেল। 11 তারিখ থেকে সবকিছু আবার ঠিকমতো চলতে শুরু করল। (প্রতি ইউনিট বিদ্যুতের দাম 6.50 টাকা এবং ভ্যাট 15%)

- পরিবাহকত্ব কী? ১
- একটি তারকে টেনে লম্বা করলে এর রোধ বৃদ্ধি পায় কেন? ২
- April-10 তারিখে মোহনাদের বাসায় কত ইউনিট বিদ্যুৎ খরচ হয়েছিল? ৩
- April মাসে বাল্ব এর জন্য কত টাকা বিদ্যুৎ বিল আসবে? ৪

[ইস্পাহানী পাবলিক স্কুল ও কলেজ, কুমিল্লা]

৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. আপেক্ষিক রোধের বিপরীত রাশিই পরিবাহকত্ব।

খ. নির্দিষ্ট পরিবাহকের রোধ পরিবাহকের দৈর্ঘ্য এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের ওপর নির্ভর করে। দৈর্ঘ্য বেশি হলে রোধ বেশি হবে, আর কম হলে রোধ কম হবে। অন্যদিকে, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বেশি হলে রোধ কম হবে, আর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল কম হলে রোধ বেশি হবে। এখন তারটিকে টেনে সুসমভাবে লম্বা করা হলে এর রোধ দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির সাথে সাথে বৃদ্ধি পাবে। অন্যদিকে, তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলও কমে যাবে, ফলে রোধ বৃদ্ধি পাবে। অর্থাৎ, মোটা তারের তুলনায় চিকন তারের রোধ বেশি। এজন্যই তারকে টেনে সুসমভাবে লম্বা করলে এর রোধ বৃদ্ধি পাবে।

