



PHYSICS

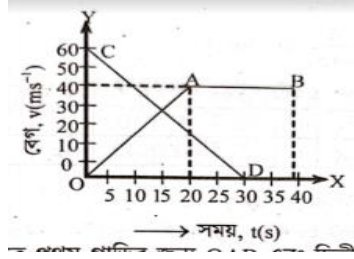
YEAR 2020

10 MINUTE
SCHOOL

DHAKA BOARD

বেগ সময় লেখচিত্রে প্রথম গাড়ির জন্য OAB এবং দ্বিতীয় গাড়ির জন্য CD রেখা পাওয়া গেল।

[ঢাকা বোর্ড ২০২০ || প্রশ্ন নং ৮]



ক. পর্যায়বৃত্ত গতি কাকে বলে?

খ. ভিন্ন ভরের দুটি বস্তুর উপর একই পরিমাণ বল প্রয়োগ করলে তাদের অতিক্রান্ত দূরত্ব সমান হয় না কেন?

গ. প্রথম গাড়ির ত্বরণ নির্ণয় করো।

ঘ. 30 s-এ কোন গাড়িটি বেশি দূরত্ব অতিক্রম করবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

উত্তর

(ক) কোনো বস্তুর গতি যদি এমন হয় যে, তা গতিপথের কোনো বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পর পর একই দিক থেকে একইভাবে অতিক্রম করে তবে এরূপ গতিকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলে।

(খ) বিভিন্ন ভরের দুটি বস্তুর উপর একই পরিমাণ বল প্রয়োগ করলে তাদের অতিক্রান্ত দূরত্ব সমান হয় না।

কারণ তাদের ভর ভিন্ন হওয়ায় $F = ma$ বা, $a = \frac{F}{m}$ সূত্রানুসারে সৃষ্ট ত্বরণও ভিন্ন হবে। আবার, অতিক্রান্ত দূরত্ব যেহেতু ত্বরণের উপর নির্ভরশীল, সুতরাং দুটি বস্তুর ত্বরণ ভিন্ন হলে নির্দিষ্ট সময়ান্তে এদের অতিক্রান্ত দূরত্বও ভিন্ন হবে।

(গ) ১ম ২০ s এ প্রথম গাড়ির ত্বরণ,

$$a = \frac{v-u}{t}$$

$$\text{বা, } a = \frac{40-0}{20}$$

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

এখানে,

প্রথম গাড়ির গতির OA অংশের জন্য,

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

$$\text{শেষবেগ, } v = 40 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{সময়কাল, } t = 20 \text{ s}$$

$$\text{ত্বরণ, } a = ?$$

পরবর্তী ২০s প্রথম গাড়িটি সমবেগে চলে। তাই এ সময়কালে গাড়িটির ত্বরণ শূন্য।

(ঘ) 'গ' হতে প্রাপ্ত ১ম গাড়ির ১ম ২০s এ ত্বরণ

$$a_1 = 20 \text{ ms}^{-2}$$

\therefore ১ম ২০s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s_1 = ut + \frac{1}{2}a_1t^2$$

$$= 0 \times 20 + \frac{1}{2} \times 2 \times 20^2$$

$$\therefore s_1 = 400 \text{ m}$$

পরবর্তী ১০s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s_2 = vt_2 = 40 \times 10 = 400 \text{ m}$$

\therefore ৩০s এ ১ম গাড়ির অতিক্রান্ত মোট দূরত্ব,

$$s = s_1 + s_2 = 400 + 400 = 800 \text{ m}$$

এখানে,

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

$$20\text{s পর বেগ, } v = 40 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{সময়, } t_1 = 20 \text{ s}$$

$$t_2 = 10\text{s}$$

এখানে,

$$\text{আদিবেগ, } u_2 = 60 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{শেষ বেগ, } v_2 = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{সময়, } t = 30\text{s}$$

$$\text{ত্বরণ, } a_2 = ?$$

$$\text{অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s' = ?$$

২য় গাড়িটির ক্ষেত্রে,

$$\text{ত্বরণ, } a_2 = \frac{v_2 - u_2}{t}$$

$$\text{বা, } a_2 = \frac{0 - 60}{30}$$

$$\therefore a_2 = -2ms^{-2}$$

আমরা জানি,

$$s' = u_2t + \frac{1}{2}a_2t^2$$

$$\text{বা, } s' = 60 \times 30 + \frac{1}{2} \times (-2) \times 30^2$$

$$\therefore s' = 900m > 800m$$

সুতরাং 30s এ ২য় গাড়িটি বেশি দূরত্ব অতিক্রম করবে।

দৃশ্য-১: একটি যন্ত্রের সাহায্যে 500kg পানি 5 মিনিটে 50m উচ্চতায় উঠানো হলো। যন্ত্রটির কর্মদক্ষতা 45%।

দৃশ্য-২: 4kg ভরের একটি বস্তুকে 40 ms^{-1} বেগে খাড়া উপরে নিক্ষেপ করা হলো। [$g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$]

[ঢাকা বোর্ড ২০২০ || প্রশ্ন ৬]

ক) সুষম ত্বরণ কাকে বলে?

খ) বায়োমাসকে নবায়নযোগ্য শক্তির উৎস বলার কারণ ব্যাখ্যা করো।

গ) দৃশ্য-২ থেকে কত উচ্চতায় বস্তুর বিভবশক্তি গতিশক্তির দিগুণ হবে?

ঘ) দৃশ্য-১ থেকে যন্ত্রটির কর্মদক্ষতা 10% বেশি হলে ব্যয়িত শক্তির কী পরিমাণ পরিবর্তন হবে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

উত্তর

(ক) কোনো বস্তুর বেগ যদি নির্দিষ্ট দিকে সবসময় একই হারে বাড়তে থাকে তবে এর ত্বরণকে সুষম ত্বরণ বলে।

(খ) বায়োমাসকে নবায়নযোগ্য শক্তির উৎস বলা হয় কারণ পৃথিবীতে মানবসভ্যতা যতদিন থাকবে, ততদিন বায়োমাস স্বয়ংক্রিয়ভাবে অনবরত উৎপাদিত হতে থাকবে। বায়োমাস বলতে বোঝায় গাছ-গাছালী, জ্বালানি কাঠ, কাঠের বর্জ্য, শস্য, ধানের তুষ ও কুঁড়া, লতা-পাতা, পশুপাখির মল, পৌর বর্জ্য ইত্যাদি। পৃথিবীর একটা বড় অংশের মানুষের কাছে তেল, গ্যাস, বিদ্যুৎ নেই; তাদের দৈনন্দিন জীবন কাটে লাকড়ি, খুড়কুটো জ্বালিয়ে। এই দরিদ্র মানুষগুলোর ব্যবহারিক শক্তি পৃথিবীর পুরো শক্তির একটা বড় অংশ। যদিও শুকনো গাছ পুড়িয়ে ফেললে সেটা শেষ হয়ে যায়। তারপরও বায়োমাসকে নবায়নযোগ্য শক্তির উৎস বলার কারণ এগুলো হতে নতুন করে আবার গাছপালা জন্মানো যায়। তেল, গ্যাস বা কয়লার মতো এটি পৃথিবী থেকে চিরদিনের জন্য অদৃশ্য হয়ে যাবে না।

(গ) মনে করি, ভূমি থেকে xm উচ্চতায় বস্তুটির বিভবশক্তি গতিশক্তির দ্বিগুণ হবে।

এখন,

xm উচ্চতায় বিভবশক্তি,

$$V = mgx J$$

আবার, xm উচ্চতায় বেগ v হলে,

$$\text{গতিশক্তি, } T = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{কিন্তু, } v^2 = u^2 - 2gx$$

$$= (40)^2 - 2gx$$

$$= 1600 - 2gx$$

$$\therefore T = \frac{1}{2}m(1600 - 2gx) = m(800 - gx)$$

এখানে,

$$\text{ভর, } m = 4kg$$

$$\text{আদিবেগ, } u = 40ms^{-1}$$

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

প্রশ্নমতে, $V = 2 \times T$

$$\text{বা, } mgx = 2 \times m(800 - gx)$$

$$\text{বা, } gx = 1600 - 2gx$$

$$\text{বা, } 3gx = 1600$$

$$\therefore x = \frac{1600}{3g}$$

$$= \frac{166}{3 \times 9.8} = 54.42 \text{ m} \quad (\text{Ans})$$



(ঘ) ব্যয়িত শক্তি বলতে এখানে মোট প্রদত্ত শক্তি (E_{in}) বুঝানো হয়েছে। লভ্য কার্যকর শক্তিকে E_{out} এবং কর্মদক্ষতাকে η দ্বারা প্রকাশ করা হয়। ধরি, কর্মদক্ষতা বাড়ানোর পূর্বে এবং পরে ব্যয়িত শক্তি যথাক্রমে E_{in} ও E'_{in} । তদুপরি, এই দুই ক্ষেত্রে কর্মদক্ষতা যথাক্রমে η ও η' । উভয়ক্ষেত্রে লভ্য কার্যকর শক্তি (E_{out}) ধ্রুব বা অপরিবর্তিত থাকে।

\therefore কর্মদক্ষতার $\eta = \frac{E_{out}}{E_{in}}$ সূত্র হতে পাই,

$$\frac{\eta}{\eta'} = \frac{E'_{in}}{E_{in}} \text{ বা, } E'_{in} = E_{in} \times \frac{\eta}{\eta'}$$

$$\therefore \text{ব্যয়িত শক্তির পরিবর্তন} = E_{in} - E'_{in} = \frac{E_{out}}{\eta} - \frac{E_{out}}{\eta'}$$

$$\begin{aligned} &= E_{out} \left(\frac{1}{\eta} - \frac{1}{\eta'} \right) = mgh \left(\frac{1}{\eta} - \frac{1}{\eta'} \right) \\ &= 500 \times 9.8 \times 50 \times \left(\frac{1}{45\%} - \frac{1}{45\%+10\%} \right) \\ &= 98990 J \end{aligned}$$

সুতরাং গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা গেল, দৃশ্য-১ এর যন্ত্রটির কর্মদক্ষতা 10% বেশি হলে ব্যয়িত শক্তি 98990 J পরিমাণ হ্রাস পাবে, অর্থাৎ 98990 J পরিমাণ শক্তির সাশ্রয় ঘটবে। একারণেই বেশি কর্মদক্ষতাসম্পন্ন যন্ত্র ব্যবহার করা সুবিধাজনক।

CUMILLA BOARD

প্রশ্ন ২: নিচের একটি গাড়ির বেগ ও সময়ের তালিকা দেওয়া হলোঃ

[কুমিল্লা বোর্ড ২০২০ || প্রশ্ন নং ১]

সময় $t(s)$	0	2	4	6	8	10	12	14
বেগ $v(ms^{-1})$	0	5	12	12	12	8	4	2

ক) ভরবেগ কাকে বলে?

খ) বালুতে হাঁটা কষ্টকর কেন?

গ) গাড়িটি প্রথম ৪s-এ কত দূরত্ব অতিক্রম করবে তা নির্ণয় করো।

ঘ) উপরের তালিকা থেকে গাড়িটির বেগ বনাম সময় লেখ অঙ্কন করে এর গতিবেগের পরিবর্তন বিশ্লেষণ করো।

উত্তর

(ক) কোনো বস্তুর ভর এবং বেগের গুণফলকে ভরবেগ বলে।

(খ) আমরা হাঁটার সময় পিছনের দিকে মাটিতে বল প্রয়োগ করি, তখন মাটিও আমাদের শরীরে সমান মানের ও বিপরীত মুখী বল প্রয়োগ করে। এই প্রতিক্রিয়া বলের সাহায্যেই আমাদের ত্বরণ হয়, অর্থাৎ আমরা হাঁটতে পারি। কিন্তু বালুতে হাঁটার সময় বালু সরে যায়, ফলে প্রতিক্রিয়া বল ঠিকমত পাওয়া যায় না বা প্রতিক্রিয়া বল কম হয়। ফলে তখন আমাদের ত্বরণ কম হয় তথা হাঁটতে কষ্ট হয়।

(গ) প্রথম 2s এ ত্বরণ,

$$a_1 = \frac{v_2 - u}{2}$$

$$\text{বা, } a_1 = \frac{5 - 0}{2}$$

$$\therefore a_1 = 2.5 \text{ ms}^{-2}$$

প্রথম 2s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s_1 = ut_1 + \frac{1}{2}a_1t_1^2$$

$$\text{বা, } s_1 = 0 \times 2 + \frac{1}{2} \times 2.5 \times 2^2$$

$$\therefore s_1 = 5 \text{ m}$$

$$t = 2 \text{ s হতে } t = 4 \text{ s সময় ব্যবধানে ত্বরণ, } a_2 = \frac{v_4 - v_2}{4 - 2}$$

$$= \frac{12 - 5}{2}$$

$$= 3.5 \text{ ms}^{-2}$$

$$\therefore \text{এ সময় ব্যবধানে সরণ, } s_2 = v_2t + \frac{1}{2}a_2t_2^2$$

$$= 5 \times 2 + \frac{1}{2} \times 3.5 \times 2^2$$

$$= 17 \text{ m}$$

$t = 4 \text{ s}$ হতে $t = 8 \text{ s}$ সময় ব্যবধানে সমবেগে চলায় গাড়িটির সরণ,

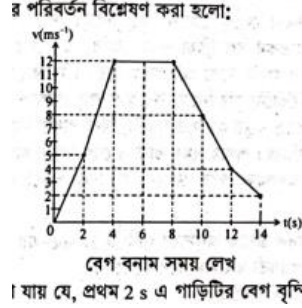
$$s_3 = v_4 \times t_3 = 12 \times (8 - 4) = 48 \text{ m}$$

$$\therefore \text{প্রথম } 8 \text{ s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s = s_1 + s_2 + s_3$$

$$= 5 + 17 + 48$$

$$= 70 \text{ m (Ans)}$$

(ঘ) প্রদত্ত ছক থেকে গাড়িটির বেগ বনাম সময় লেখ অংকন করে নিম্নে এর গতিবেগের পরিবর্তন বিশ্লেষণ করা হলো:



চিত্র হতে দেখা যায় যে, প্রথম 2s এ গাড়িটির বেগ বৃদ্ধি পেয়েছে এবং এসময়

$$\text{গড় ত্বরণ} = \frac{5-0}{2} = 2.5 \text{ ms}^{-2}$$

$t = 2s$ হতে $t = 4s$ সময় ব্যবধানেও গাড়িটির বেগ বৃদ্ধি পেয়েছে, তবে এসময়

$$\text{গড় ত্বরণ} = \frac{12-5}{2} = 3.5 \text{ ms}^{-2} \quad t = 4s \text{ হতে}$$

$t = 8s$ পর্যন্ত গাড়িটি সমবেগে চলে। পরবর্তীতে আবার বেগ হ্রাস পেতে থাকে। $t = 8s$ হতে

$$t = 12s \text{ পর্যন্ত } \frac{12-4}{2} = 2 \text{ ms}^{-2} \text{ মন্দনে চলে। } t = 12s \text{ হতে } t = 14s \text{ পর্যন্ত বেগ আরো হ্রাস}$$

$$\text{পায় এবং এ সময় ব্যবধানে গাড়িটি } \frac{4-2}{2} = 1 \text{ ms}^{-2} \text{ মন্দনে চলে শেষে } 2 \text{ ms}^{-1} \text{ বেগ প্রাপ্ত হয়।}$$

JESSORE BOARD

প্রশ্ন ১: রাস্তায় গতিশীল একটি গাড়ির বিভিন্ন সময়ের বেগ দেওয়া হলোঃ

[যশোর বোর্ড ২০২০ || প্রশ্ন নং ২]

সময় (সেকেন্ড)	0	2	4	6	8	10	12
বেগ (মিটার/সেকেন্ড)	14	12	10	8	6	4	2

ক) ত্বরণ কাকে বলে?

খ) ঘড়ির কাঁটার গতি একটি পর্যায়বৃত্ত গতি কিন্তু স্পন্দন গতি নয় কেন?

গ) গাড়িটি ১ম ১০ সেকেন্ডে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে নির্ণয় করো।

ঘ) উদ্দীপকের তথ্যের ভিত্তিতে বেগ-সময় লেখচিত্রের মাধ্যমে বেগের পরিবর্তনের হার বিশ্লেষণ করো।

উত্তর

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

(খ) 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 বক্ররখা হয়, কিন্তু ঘড়ির কাঁটার গতিপথ বৃত্তাকার যা বদ্ধ বক্ররখা। অতএব বলা যায় যে, ঘড়ির কাঁটার গতি পর্যায়বৃত্ত গতি হলেও স্পন্দন গতি নয়।

(গ) আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \text{ত্বরণ, } a &= \frac{v-u}{t} \\ &= \frac{4-14}{10} \\ &= -1 \text{ ms}^{-2} \end{aligned}$$

এখানে,

$$\text{আদিবেগ, } u = 14 \text{ ms}^{-1}$$

$$t = 10 \text{ s পর বেগ, } v = 4 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{ত্বরণ, } a = ?$$

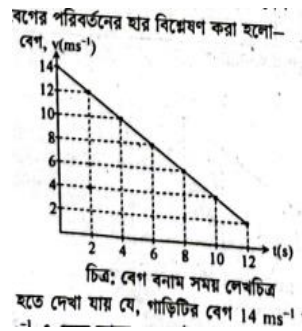
$$\text{অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s = ?$$

আবার, অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

$$\text{বা, } s = 14 \times 10 + \frac{1}{2} \times (-1) \times 10^2$$

$$\therefore s = 90 \text{ m (Ans)}$$

(ঘ) উদ্দীপকের তথ্যের ভিত্তিতে নিম্নে অভিক্ষিত বেগ-সময় লেখচিত্রের মাধ্যমে বেগের পরিবর্তনের হার বিশ্লেষণ করা হলো-



লেখচিত্র হতে দেখা যায় যে, গাড়িটির বেগ 14 ms^{-1} হতে কমে 12 s পর 2 ms^{-1} এ নেমে আসে এবং এই বেগ সুসমভাবে হ্রাস পায়, অর্থাৎ গাড়িটি সমমন্দনে চলে। এ সময়

$$\text{গাড়িটির ত্বরণ, } a = \frac{v-u}{t} = \frac{2-14}{12} = -1 \text{ ms}^{-2}$$

সুতরাং, গাড়িটির বেগ হ্রাসের হার তথা মন্দন 1 ms^{-2} ।

RAJSHAHI BOARD

প্রশ্ন ৩: একটি গতিশীল গাড়ীর গতিকালে ভিন্ন ভিন্ন সময়ের জন্য বেগের মান নিচের ছকে দেওয়া হলো:

[রাজশাহী বোর্ড ২০২০ || প্রশ্ন নং ১]

বেগ (ms^{-1})	2	4	6	6	7	8
সময় (s)	0	5	10	15	20	25

- ক) পর্যায়বৃত্ত গতি কাকে বলে?
- খ) “স্পন্দন গতি এক ধরনের পর্যায়বৃত্ত গতি”- ব্যাখ্যা কর?
- গ) 15 তম সেকেন্ডে গাড়িটির অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় করো।
- ঘ) গাড়িটির গতিবেগের বেগ সময় লেখ অংকন করে বিশ্লেষণ করো।

উত্তর

(ক) কোনো বস্তুর গতি যদি এমন হয় যে, তা গতিপথের কোনো বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পর পর একই দিক থেকে একইভাবে অতিক্রম করে তবে এরূপ গতিকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলে।

(খ) কোনো বস্তুর গতি যদি এমন হয় যে, তা গতিপথের যেকোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পর পর একই দিক থেকে অতিক্রম করে তবে এরূপ গতিকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলে। আবার, পর্যায়বৃত্ত গতি সম্পন্ন কোনো বস্তুকণা যদি এর গতিপথের অর্ধেক সময় একদিকে চলে এবং বাকি অর্ধেক সময় তার বিপরীত দিকে চলে তবে তাকে স্পন্দন গতি বলে। অর্থাৎ পর্যায়বৃত্ত গতিসম্পন্ন বস্তু যদি পর্যায়কালের অর্ধেক সময় একদিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় তার বিপরীত দিকে চলে, তবে এরূপ সরলরৈখিক পর্যায়বৃত্ত গতিই হবে স্পন্দন গতি। সুতরাং স্পন্দন গতি এক ধরনের পর্যায়বৃত্ত গতি।

(গ) গাড়িটি 10s হতে 15s পর্যন্ত সমবেগে চলে।

∴ 15 তম সেকেন্ডেও গাড়িটি সমবেগে চলে, যার মান, $v = 6ms^{-1}$

15 তম সেকেন্ডে গাড়িটির অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s = vt \quad \text{[সমবেগের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য সূত্র]}$$

$$\text{বা, } s = 6 \times 1$$

$$\therefore s = 6m \quad \text{(Ans)}$$

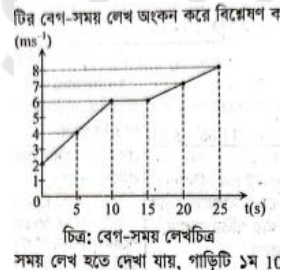
এখানে,

সমবেগ, $v = 6ms^{-1}$

সময়, $t = 1s$

অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = ?$

(ঘ) নিম্নে গাড়িটির বেগ-সময় লেখ অংকন করে বিশ্লেষণ করা হলো:



গাড়িটির বেগ-সময় লেখ হতে দেখা যায়, গাড়িটি ১ম 10s সমত্বরণে চলে এবং এই ত্বরণের মান,

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{6-2}{10} = 0.4 ms^{-2}$$

পরবর্তী 5s গাড়িটি $6ms^{-1}$ সমবেগে চলে। 15s থেকে 25s পর্যন্ত গাড়িটি আবার সমত্বরণে চলে।

এক্ষেত্রে ত্বরণের মান,

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{8-6}{25-15} = 0.2 ms^{-2}।$$

DINAJPUR BOARD

প্রশ্ন ২: 300gm ভরের একটি বস্তু A-কে 196m উঁচু দালানের ছাদ থেকে বেগে দেওয়া হলো। একই সময়ে 200gm ভরের অপর একটি বস্তু B-কে 30 ms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো।

[দিনাজপুর বোর্ড ২০২০ || প্রশ্ন ১]

ক) সরণ কাকে বলে?

খ) গতিশক্তি কখনোই ঋণাত্মক হতে পারে না- ব্যাখ্যা করো।

গ) ভূমি থেকে কত উচ্চতায় A বস্তুর গতিশক্তি ও বিভবশক্তি সমান হবে?

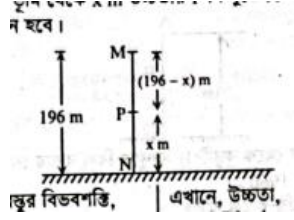
ঘ) 'B' বস্তুর ক্ষেত্রে "নিষ্ক্ষেপের মুহূর্তে এবং নিষ্ক্ষেপের 2sec পর মোট শক্তির পরিমাণ অপরিবর্তিত থাকবে"- গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর

(ক) নির্দিষ্ট দিকে কোনো বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনকে সরণ বলে।

(খ) ভর m ও বেগ v হলে গতিশক্তি, $T = \frac{1}{2}mv^2$ এ সমীকরণে ভর m সর্বদা ধনাত্মক এবং বেগ v ধনাত্মক বা ঋণাত্মক যাই হোক না কেন, বেগের বর্গ অবশ্যই ধনাত্মক হবে। ফলে গতিশক্তি কখনোই ঋণাত্মক হতে পারবে না।

(গ) মনে করি, ভূমি থেকে x m উচ্চতায় P বিন্দুতে A বস্তুর গতিশক্তি ও বিভবশক্তি সমান হবে।



P বিন্দুতে A বস্তুর বিভবশক্তি,

$$V = mg \times PN$$

$$= mgx \text{ J}$$

এবং গতিশক্তি, $T = \frac{1}{2} mv^2$

কিন্তু, $v^2 = u^2 + 2g(MP)$

এখানে, বস্তুর আদিবেগ, $u = 0$

এবং সরণ, $MP = (196 - x)m$

$$\therefore v^2 = 0 + 2g(196 - x)$$

$$\therefore T = \frac{1}{2} m\{2g(196 - x)\}$$

$$= mg(196 - x) \text{ J}$$

প্রশ্নমতে, $T = V$

$$\text{বা, } mg(196 - x) = mgx$$

$$\text{বা, } 196 - x = x$$

$$\text{বা, } 2x = 196$$

$$\therefore x = \frac{196}{2} = 98 \text{ m}$$

ভূমি থেকে 98m উচ্চতায় A বস্তুর গতিশক্তি ও বিভবশক্তি সমান। (Ans)

এখানে,

উচ্চতা, $MN = h = 196 \text{ m}$

$PN = x \text{ m}$

$MP = (196 - x) \text{ m}$

A বস্তুর ভর, $m = 500 \text{ gm}$
 $= 0.5 \text{ kg}$

(ঘ) নিক্ষেপের মুহূর্তে,

B বস্তুর বিভবশক্তি,

$$V_1 = mgh$$

$$= 0.2 \times 9.8 \times 0 \text{ [যেহেতু বস্তু ভূমিতে তাই } h = 0]$$

$$= 0 J$$

এখানে, B বস্তুর ভর

$$m = 200gm$$

$$= \frac{200}{1000} kg$$

$$= 0.2 kg$$

আদিবেগ, $u = 30ms^{-1}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 ms^{-2}$

গতিশক্তি, $T_1 = \frac{1}{2}mv^2$

$$= \frac{1}{2} \times 0.2 \times (30)^2 = 90 J$$

\therefore মোট শক্তি, $E_1 = V_1 + T_1$

$$= 0j + 90 J = 90 J$$

নিক্ষেপের 2s পরে,

B বস্তুর উচ্চতা, $h = ut - \frac{1}{2}gt^2$

$$= 30 \times 2 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times 2^2$$

$$= 40.4m$$

\therefore বিভবশক্তি, $V_2 = mgh$

$$= 0.2 \times 9.8 \times 40.4$$

$$= 79.184J$$

2s পরে বেগ, $v = u - gt$

$$= 30 - 9.8 \times 2$$

$$= 10.4 ms^{-1}$$

এখানে,

আদিবেগ, $u = 30ms^{-1}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 ms^{-2}$

সময়, $t = 2s$

ভর, $m = 200g = 0.2kg$

$$2s \text{ পরে গতিশক্তি, } T_2 = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.2 \times (10.4)^2$$
$$= 10.816 \text{ J}$$

$$\therefore \text{ মোট শক্তি, } E_2 = V_2 + T_2$$
$$= 79.184 + 10.816$$
$$= 90 \text{ J}$$

$$\therefore E_1 = E_2$$

\therefore B বস্তুর ক্ষেত্রে নিষ্ক্ষেপের মুহূর্তে ও নিষ্ক্ষেপের 2s পরে মোট শক্তির পরিমাণ অপরিবর্তিত থাকবে।

MYMENSHIGH BOARD

প্রশ্ন ৫: দৃশ্যকল্প-১: স্লাইড ক্যালিপার্স দ্বারা একটি দন্ডের দৈর্ঘ্য পরিমাপে প্রধান স্কেল পাঠ 4.2cm ও দন্ডের দৈর্ঘ্য 4.25cm। বস্তুটির ভার্ণিয়ারের ভাগ সংখ্যা 20 ও প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগের মান 1mm।

দৃশ্যকল্প-২: একটি গতিশীল গাড়ি সংশ্লিষ্ট তথ্য নিচের সারণিতে উপস্থাপন করা হলোঃ

সময় (সেকেন্ড)	0	12	24	36	48	60
দূরত্ব (মিটার)	0	6	12	18	24	30

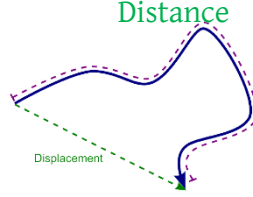
[ময়মনসিংহ বোর্ড ২০২০ || প্রশ্ন নং ১]

- ক) ভার্ণিয়ার ধ্রুবক কাকে বলে?
- খ) গতিশীল বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব থাকলেও সরণ নাও থাকতে পারে- ব্যাখ্যা কর?
- গ) দৃশ্যকল্প-১ এর আলোকে ভার্ণিয়ার সমপাতন নির্ণয় করো।
- ঘ) দৃশ্যকল্প-২ অনুযায়ী দূরত্ব- সময় লেখচিত্র অংকন কর এবং প্রাপ্ত লেখচিত্র X অক্ষের সাথে 45° কোণে আনত কিনা বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।

উত্তর

- (ক) প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগের চেয়ে ভার্ণিয়ার স্কেলের একভাগ কতটুকু ছোট তার পরিমাণকে ভার্ণিয়ার ধ্রুবক বলা হয়।

(খ) গতিশীল বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব থাকলেও সরণ নাও থাকতে পারেঃ



দূরত্ব স্কেলার রাশি কিন্তু সরণ একটি ভেক্টর রাশি। বস্তু যদি ঘুরেফিরে একই অবস্থানে পুনরায় চলে আসে তখন আদি অবস্থানকে ভেক্টরের পাদবিন্দু এবং শেষ অবস্থানকে ভেক্টরের শীর্ষবিন্দু বিবেচনা করলে দেখা যাবে, ভেক্টরের বাহু দৈর্ঘ্যহীন হয়ে পড়েছে। যেহেতু ভেক্টর এর মান তার বাহুর দৈর্ঘ্য দিয়ে সংজ্ঞায়িত সেহেতু এই ক্ষেত্রে ভেক্টর তথা সরণের মান শূন্য হবে। অপরদিকে দূরত্ব থাকলেও সরণ নাও থাকতে পারে।

10 MINUTE
SCHOOL

(গ) ভার্ণিয়ার ধ্রুবক, $VC = \frac{s}{n} = \frac{0.1}{20} = 0.005 \text{ cm}$

আমরা জানি,

$$\text{প্রাপ্ত দৈর্ঘ্য} = \text{প্রধান স্কেল পাঠ} + \text{ভার্ণিয়ার সমপাতন} \times VC$$

$$\Rightarrow \text{প্রাপ্ত দৈর্ঘ্য} - \text{প্রধান স্কেল পাঠ} = \text{ভার্ণিয়ার সমপাতন} \times VC$$

$$\therefore \text{ভার্ণিয়ার সমপাতন} = \frac{\text{প্রাপ্ত দৈর্ঘ্য} - \text{প্রধান স্কেল পাঠ}}{VC}$$

$$= \frac{4.25 - 4.2}{0.005}$$

$$= 10$$

$$\therefore \text{ভার্ণিয়ার সমপাতন} = 10$$

এখানে,

ভার্ণিয়ার স্কেলের ভাগ সংখ্যা,

$$n = 20$$

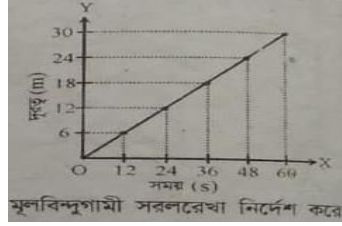
প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম 1 ভাগের

দৈর্ঘ্য = ?

$$\text{দণ্ডের প্রাপ্ত দৈর্ঘ্য,} = 4.25 \text{ cm}$$

$$\text{প্রধান স্কেল পাঠ,} = 4.2 \text{ cm}$$

(ঘ) উদ্দীপকের তথ্যের আলোকে সময় ও দূরত্বের মান সমূহ বসিয়ে লেখচিত্র পাওয়া যায়। এক্ষেত্রে X অক্ষ সময় ও Y অক্ষ দূরত্ব নির্দেশ করে।



লেখচিত্রটি একটি মূলবিন্দুগামী সরলরেখা নির্দেশ করে। এই সরলরেখার ঢাল, $m = \frac{6-0}{12-0} = \frac{1}{2}$

আমরা জানি,

কোনো সরলরেখা X অক্ষের ধনাত্মক দিকের সাথে যে সূক্ষ্মকোণ করে তার tangent কে ঢাল (m) বলে।

লেখচিত্রটি হতে প্রাপ্ত ঢাল, $m = \frac{1}{2}$

লেখচিত্রটির সরলরেখা যদি X অক্ষের ধনাত্মক দিকের সাথে θ কোণ করে তবে, $m = \tan \theta = \frac{1}{2}$

$$\therefore \theta = \tan^{-1} \left(\frac{1}{2} \right) = 26.57^\circ$$

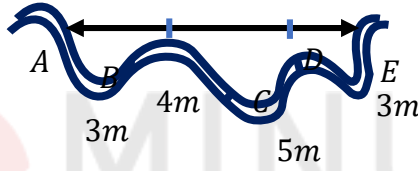
সুতরাং, প্রাপ্ত লেখচিত্র X অক্ষের সাথে 45° কোণে আনত নয়।

CHITTAGONG BOARD

প্রশ্ন ৬: তথ্য-১: একটি গাড়ির চলার সময় ও অতিক্রান্ত দূরত্ব নিয়ে উপস্থাপন করা হলো-

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

তথ্য-২: একটি সাইকেল চলার গতিপথ ও সময় নিম্নরূপ-



AB = BC = CD = DE = 1km এবং AE = 3km

[চট্টগ্রাম বোর্ড ২০২০ || প্রশ্ন নং ১]

- ক) পড়ন্ত বস্তুর তৃতীয় সূত্রটি বিবৃত করো?
- খ) কম্পনশীল সুর শলাকার গতিকে স্পন্দন গতি বলা হয় কেন?
- গ) তথ্য-২ এর আলোকে সাইকেলটির গড় বেগ এবং গড় দ্রুতির পার্থক্য নির্ণয় করো।
- ঘ) তথ্য-১ অনুযায়ী বেগ-সময় লেখচিত্র অংকন করে তার প্রকৃতি বিশ্লেষণ করো।

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) আমরা জানি, পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তু যদি পর্যায়কালের অর্ধেক সময় কোনো নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় একই পথে তার বিপরীত দিকে চলে তবে এর গতিকে স্পন্দন গতি বলে। কম্পনের সময় সুরশলাকার যেকোনো বাহু কম্পনের পর্যায়কালের অর্ধেক সময় যদিকে গমন করে বাকি অর্ধেক সময় তার বিপরীত দিকে গমন করে। ফলে স্পন্দন গতির সংজ্ঞানুসারে, কম্পনশীল সুরশলাকার গতি স্পন্দন গতি।

(গ) আমরা জানি,

$$\text{গড় বেগ} = \frac{s}{t}$$

$$= \frac{3000}{900}$$

$$= 3.33 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{এবং গড় দ্রুতি} = \frac{d}{t}$$

$$= \frac{4000}{900}$$

$$= 4.44 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore \text{গড় বেগ এবং গড় দ্রুতির পার্থক্য} = 4.44 - 3.33 = 1.11 \text{ ms}^{-1}$$

(Ans)

এখানে,

অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$d = AB + BC + CD + DE$$

$$= 1 + 1 + 1 + 1 = 4 \text{ km}$$

$$= 4000 \text{ m}$$

$$\text{সরণ, } s = AE = 3 \text{ km} = 3000 \text{ m}$$

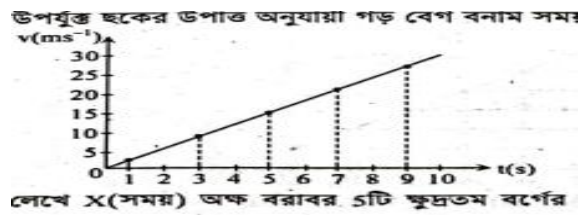
$$\text{সময়, } t = 3 + 4 + 5 + 3 = 15 \text{ min}$$

$$= 15 \text{ min}$$

(ঘ) তথ্য-১ অনুযায়ী গড়বেগ বনাম সময় ছক নিম্নরূপ: সকল উপাত্ত S.I. এককে

সময়/মুহূর্ত (t)	সময় ব্যবধান (Δt)	তাৎক্ষণিক সরণ/অবস্থান (s)	সরণের পরিবর্তন (Δs)	গড় বেগ $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$
0	0	0	0	—
2	2 - 0 = 2	6	6 - 0 = 6	3
4	4 - 2 = 2	24	24 - 6 = 18	9
6	6 - 4 = 2	54	54 - 24 = 30	15
8	8 - 6 = 2	96	96 - 54 = 42	21
10	10 - 8 = 2	150	150 - 96 = 54	27

উপর্যুক্ত ছকের উপাত্ত অনুযায়ী গড় বেগ বনাম সময় লেখ নিম্নরূপ:



$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{9 - 3}{3 - 1} = \frac{15 - 9}{5 - 3} = \frac{21 - 15}{7 - 5} = \frac{27 - 21}{9 - 7} = 3\text{ms}^{-2}$$

দৃশ্যকল্প-১: 588W ক্ষমতার একজন লোক 300g ভরের একটি ক্রিকেট বলকে 40 m/s বেগে উপরের দিকে ছুড়ে দিলেন।

দৃশ্যকল্প-২: 2kW ক্ষমতার একটি মোটর 20s এ 100kg ভরের একটি বস্তুকে 20m উচ্চতায় তুলতে পারে।

[চট্টগ্রাম বোর্ড ২০২০ || প্রশ্ন ৩]

ক) বায়োমাস শক্তি কাকে বলে?

খ) ভরবেগ এবং গতিশক্তির মধ্যে সম্পর্ক ব্যাখ্যা করো।

গ) দৃশ্যকল্প-১ এ কত উচ্চতায় ক্রিকেট বলটির বিভবশক্তি ও গতিশক্তি সমান হবে?

ঘ) দৃশ্যকল্প-২ এ মোটরের কর্মদক্ষতা নির্ণয়ের মাধ্যমে শক্তি অপচয়ের পরিমাণ ও প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা করো।

উত্তর

(ক) যেসব জৈব পদার্থকে শক্তিতে রূপান্তরিত করা যায় তাদেরকে বায়োমাস শক্তি বলে।

(খ) বস্তুর ভর ও বেগের গুণফলকে ভরবেগ বলে। বস্তুর ভর m বেগ v হলে ভরবেগ, $p = mv$ ।

অপরদিকে কোনো গতিশীল বস্তু তার গতির দরুন কাজ করার যে সামর্থ্য লাভ করে তাকে গতিশক্তি বলে।

আমরা জানি, গতিশক্তি, $T = \frac{1}{2}mv^2$

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

[লব ও হরকে m দ্বারা গুণ করে]

$$= \frac{(mv)^2}{2m}$$

$$\therefore T = \frac{p^2}{2m}$$

এটিই ভরবেগের সাথে গতিশক্তির সম্পর্ক।

(গ) মনে করি, ভূমি থেকে x m উচ্চতায় বলটির বিভবশক্তি ও গতিশক্তি সমান হবে।

এখন, x m উচ্চতায়

বিভবশক্তি, $V = mgx$ J

x m উচ্চতায় বেগ v হলে,

গতিশক্তি, $T = \frac{1}{2}mv^2$

কিন্তু, $v^2 = u^2 - 2gx$

$$= (40)^2 - 2gx = 1600 - 2gx$$

$$\therefore T = \frac{1}{2}m(1600 - 2gx)$$

$$= m((800 - gx))$$

প্রশ্নমতে, $V = T$

$$\text{বা, } mgx = m(800 - gx)$$

$$\text{বা, } gx = 800 - gx$$

$$\text{বা, } 2gx = 800$$

$$\text{বা, } x = \frac{800}{2g} = \frac{800}{2 \times 9.8}$$

$$x = 40.816m \text{ (Ans)}$$

এখানে,

বলের ভর, $m = 300g = 0.3kg$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8ms^{-2}$

আদিবেগ, $u = 40ms^{-1}$

(ঘ) মোটরটির লভ্য কার্যকর ক্ষমতা,

$$\begin{aligned}P_{out} &= \frac{W}{t} \\&= \frac{mgh}{t} \\&= \frac{100 \times 9.8 \times 20}{20} \\&= 980 W\end{aligned}$$

এখানে,

মোটরের মোট প্রদত্ত ক্ষমতা, $P_{in} = 2kW = 2000 W$

সময়, $t = 20 s$

ভর, $m = 100 kg$

উচ্চতা, $h = 20 m$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8ms^{-2}$

$$\therefore \text{মোটরটির কর্মদক্ষতা, } \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$= \frac{980}{2000} \times 100\% = 49\%$$

$t = 20s$ সময়কালে মোটরটিতে মোট প্রদত্ত শক্তি, $W_{in} = P_{in} \times t$

$$= 2000 \times 20$$

$$= 40000 J$$

আবার, কর্মদক্ষতা, $\eta = \frac{\text{কার্যকর শক্তি}}{\text{মোট প্রদত্ত শক্তি}}$

$$= \left(\frac{\text{মোট প্রদত্ত শক্তি} - \text{শক্তির অপচয়}}{\text{মোট প্রদত্ত শক্তি}} \right) \times 100\%$$

$$\text{বা, } 0.49 = 1 - \frac{\text{শক্তির অপচয়}}{\text{মোট প্রদত্ত শক্তি}}$$

$$\text{বা, } \frac{\text{শক্তির অপচয়}}{\text{মোট প্রদত্ত শক্তি}} = 1 - 0.49 = 0.51$$

$$\begin{aligned}\therefore \text{শক্তির অপচয়} &= 0.51 \times \text{মোট প্রদত্ত শক্তি} \\ &= 0.51 \times 40000 \\ &= 20,400 J\end{aligned}$$

শক্তির এই অপচয় প্রধানত নিম্নোক্ত তিনটি কারণে হয়ে থাকে:

- i. **ঘর্ষণ:** যেহেতু মোটর একটি ঘূর্ণায়মান বস্তু, তাই এর বিভিন্ন অংশের মধ্যে ঘর্ষণের দরুন শক্তির অপচয় ঘটে।
- ii. **শক্তির রূপান্তর:** মোটরটিতে তড়িৎ অথবা রাসায়নিক শক্তি হতে যান্ত্রিক শক্তি উৎপন্ন হয়। শক্তির এরূপ রূপান্তরের ফলে কিছু শক্তির অপচয় ঘটে।
- iii. **কুণ্ডলীতে শক্তিক্ষয়:** মোটরটি যদি তাড়িত হয়ে থাকে, তবে এর কুণ্ডলীসমূহের রোধের দরুন কিছু পরিমাণ শক্তির অপচয় ঘটে।

প্রশ্ন-১২: গতিশক্তি এক প্রকার যান্ত্রিক শক্তি। রহিমের ভর 30kg এবং করিমের ভর 20kg একটি দৌড় প্রতিযোগিতায় রহিম 5 m/s এবং করিম 6 m/s বেগে দৌড়ায়। এ বেগ অর্জন করতে কৃতকাজই তাদের গতিশক্তি।

[চট্টগ্রাম বোর্ড ২০২০ || প্রশ্ন ২]

ক) নিউটনের দ্বিতীয় সূত্রটি লিখ?

খ) রহিমের গতিশক্তি ঋণাত্মক হতে পারে কি-না? ব্যাখ্যা কর।

গ) দৌড়ের সময় কার গতিশক্তি কম ছিল- নির্ণয় কর।

ঘ) যদি রহিম ও করিমের ভরবেগ সমান হতো তাহলে কার গতিশক্তি অপেক্ষাকৃত বেশি হতো? বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

(ক) নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্রটি হলো- বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার এর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং বল যদিকে ক্রিয়া করে বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনও সেদিকে ঘটে।

(খ) কোনো বস্তুর ভর, m এবং বেগ v হলে বস্তুর গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2} mv^2$ এই সমীকরণে ভর m সর্বদা ধনাত্মক এবং বেগ ধনাত্মক বা ঋণাত্মক যে কোনটিই হতে পারে। কিন্তু বেগের বর্গ সবসময়ই ধনাত্মক হবে।

তাই $\frac{1}{2}mv^2$ সবসময় ধনাত্মক। অতএব, রহিমের গতিশক্তি ঋণাত্মক হতে পারে না।

(গ) এখানে, রহিমের ভর, $m_1 = 30\text{kg}$

করিমের ভর, $m_2 = 20\text{kg}$

রহিমের বেগ, $v_1 = 5\text{ms}^{-1}$

করিমের বেগ, $v_2 = 6\text{ms}^{-1}$

$$\begin{aligned}\therefore \text{রহিমের গতিশক্তি, } E_{k1} &= \frac{1}{2} m_1 v_1^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 30\text{kg} \times (5\text{ms}^{-1})^2 \\ &= 375\text{J}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\therefore \text{করিমের গতিশক্তি, } E_{k2} &= \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 20\text{kg} \times (6\text{ms}^{-1})^2 \\ &= 360\text{J}\end{aligned}$$

এখানে, $E_{k2} < E_{k1}$

অতএব, দৌড়ের সময় করিমের গতিশক্তি কম ছিল।

(ঘ) এখানে, রহিমের ভর, $m_1 = 30\text{kg}$

করিমের ভর, $m_2 = 20\text{kg}$

এখন, রহিম ও করিমের বেগ যথাক্রমে v' ও v'' হলে,

রহিমের ভরবেগ = $m_1 v'$ এবং করিমের ভরবেগ = $m_2 v''$

প্রশ্নমতে, $m_1 v' = m_2 v''$

$$\begin{aligned}\therefore \text{রহিমের গতি শক্তি, } E_k' - \frac{1}{2} m_1 v^2 &= \frac{1}{2} \frac{(m_1 v')^2}{m_1} \\ &= \frac{(m_1 v')^2}{2m_1}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\therefore \text{করিমের গতি শক্তি, } E_k'' - \frac{1}{2} m_2 v''^2 &= \frac{1}{2} \frac{(m_2 v'')^2}{m_2} \\ &= \frac{(m_2 v'')^2}{2m_2}\end{aligned}$$

$$\text{এখন, } \frac{E_k'}{E_k''} = \frac{\frac{m_1 v'^2}{2m_1}}{\frac{(m_2 v'')^2}{2m_2}}$$

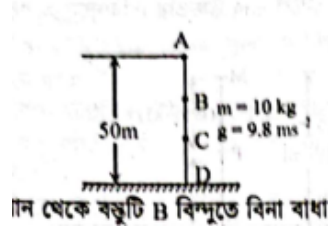
$$\text{বা, } \frac{E_k'}{E_k''} = \frac{(m_1 v')^2}{2m_1} \times \frac{2m_2}{(m_2 v'')^2}$$

$$\text{বা, } \frac{E_k'}{E_k''} = \frac{(m_1 v')^2}{m_1} \times \frac{m_2}{(m_1 v')^2} \quad [\text{যেহেতু, } m_1 v' = m_2 v'']$$

$$\text{বা, } \frac{E_k'}{E_k''} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{20\text{kg}}{30\text{kg}} = \frac{2}{3}$$

অতএব, রহিম ও করিমের ভরবেগ সমান হলে করিমের গতিশক্তি বেশি হতো।

BARISHAL BOARD



চিত্রে A অবস্থান থেকে বস্তুটি B বিন্দুতে বিনা বাধায় নেমে আসে এবং এর গতিশক্তি হয় 1960 J

[বরিশাল বোর্ড ২০২০]

ক. বিভব শক্তি কাকে বলে?

খ. লভ্য কার্যকর কর্মদক্ষতার ওপর নির্ভর করে কেন? ব্যাখ্যা কর।

গ. A থেকে B অবস্থানে বস্তুটির দূরত্ব নির্ণয় করো।

ঘ. যদি $AC = 25m$ হয় তবে A, C ও D বিন্দুতে শক্তির রূপান্তর প্রক্রিয়াটি শক্তির নিত্যতার সূত্র অনুসরণ করে— ব্যাখ্যা করো।

উত্তর

(ক) স্বাভাবিক অবস্থান বা অবস্থা থেকে পরিবর্তন করে কোনো বস্তুকে অন্য কোনো অবস্থান বা অবস্থায় আনলে বস্তুটি কাজ করার যে সামর্থ্য অর্জন করে তাকে এর বিভব শক্তি বলে।

(খ) কর্মদক্ষতা হলো কোনো যন্ত্র মোট গৃহীত শক্তির কত অংশ কাজে রূপান্তরিত করতে পারে তার শতকরা পরিমাণ। অর্থাৎ কোনো যন্ত্রের কর্মদক্ষতা যত বেশি সেটি তার দ্বারা শোষিত শক্তির তত বেশি অংশ কাজে রূপান্তরিত করতে পারে।

আমরা জানি, কর্মদক্ষতা

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

$$\text{বা, } W_{out} = W_{in} \times \eta$$

সুতরাং η বেশি হলে W_{out} বেশি হবে।

একারণেই লভ্য কার্যকর শক্তি কর্মদক্ষতার ওপর নির্ভর করে।

(গ) ধরি, B অবস্থানের উচ্চতা, h

B অবস্থান বস্তুটির বিভব শক্তি,

$$V_B = mgH - T_B$$

$$\text{বা, } V_B = 10 \times 9.8 \times 50 - 1960$$

$$\text{বা, } V_B = 2940J$$

$$\text{বা, } mgh = 2940J$$

$$\text{বা, } h = \frac{2940}{10 \times 9.8}$$

$$\therefore h = 30m$$

A থেকে B অবস্থানে বস্তুটির দূরত্ব $= H - h$

$$= 50 - 30$$

$$= 20m \text{ (Ans)}$$

এখানে, A অবস্থানের উচ্চতা, $H = 50m$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8ms^{-2}$

বস্তুর ভর, $m = 10kg$

B অবস্থানে গতিশক্তি, $T_B = 1960J$

(ঘ) A বিন্দুতে বস্তুর গতিশক্তি,

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

A বিন্দুতে বিভবশক্তি,

$$V_A = mgH$$
$$= 10 \times 9.8 \times 50$$
$$= 4900 J$$

A বিন্দুতে মোট শক্তি,

$$E_A = T_A + V_A$$
$$= 0 + 4900 = 4900 J$$

C বিন্দুতে বস্তুর বেগ, $v_c = \sqrt{2g(H - h_c)}$

$$= \sqrt{2 \times 9.8 \times (50 - 25)}$$

\therefore C বিন্দুতে বস্তুর গতিশক্তি, $T_c = \frac{1}{2}mv_c^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times (7\sqrt{10})^2$

$$= 2450 J$$

এবং বিভব শক্তি, $V_c = mgh_c = 10 \times 9.8 \times 25 = 2450 J$

\therefore C বিন্দুতে বস্তুটির মোট শক্তি, $E_c = T_c + V_c$

$$= 2450 + 2450$$

$$= 4900 J$$

এখানে, ভূমি হতে A বিন্দুর উচ্চতা, $H = 50m$

C বিন্দুর উচ্চতা, $h_c = H - AC$

$$= 50m - 25m = 25m$$

D বিন্দুর উচ্চতা, $h_v = 0$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8ms^{-2}$

বস্তুর ভর, $m = 10kg$

A বিন্দুতে বেগ, $u = 0$

$$\begin{aligned}\text{আবার, } D \text{ বিন্দুতে বস্তুটির বেগ } v_D \text{ হলে, } v_D^2 &= u^2 + 2gh \\ &= 0 + 2 \times 9.8 \times 50 \\ &= 980 \text{ m}^2\text{s}^{-2}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\therefore D \text{ বিন্দুতে গতিশক্তি, } T_D &= \frac{1}{2}mv_D^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 10 \times 980 \\ &= 4900 \text{ J}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{এবং বিভব শক্তি, } V_D &= mgh_D \\ &= 10 \times 9.8 \times 0 \\ &= 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\therefore D \text{ বিন্দুতে মোট শক্তি, } E_D &= T_D + V_D \\ &= 4900 + 0 = 4900 \text{ J}\end{aligned}$$

$$\text{দেখা যাচ্ছে যে, } E_A = E_C = E_D$$

সুতরাং A, C ও D বিন্দুতে শক্তির রূপান্তর প্রক্রিয়াটি শক্তির নিত্যতা অনুসরণ করে।