

চতুর্থ অধ্যায়

কাজ, ক্ষমতা ও শক্তি

গুরুত্বপূর্ণ সৃজনশীল প্রশ্ন ও সমাধান

প্রশ্ন -১ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

40 kg ভরের একটি বালক এবং 60 kg ভরের একজন যুবক একটি ভবনের নিচতলা থেকে একসাথে দৌড় শুরু করে দৌড়ে একই সময়ে ছাদের একই জায়গায় পৌঁছলেন। দৌড়ের সময় উভয়ের বেগ ছিল 30m/min।

ক. ক্ষমতা কী?

খ. 50 J কাজ বলতে কী বুঝায়?

?

গ. যুবকের গতিশক্তি নির্ণয় কর।

ঘ. ছাদে উঠার ক্ষেত্রে দুইজনের ক্ষমতা সমান ছিল কিনা গাণিতিক যুক্তিসহ যাচাই কর।

১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কাজ সম্পাদনকারী কোনো ব্যক্তি বা উৎসের কাজ করার হারকে ক্ষমতা বলে।

খ. 50 J কাজ বলতে বোঝায় 1N বল প্রয়োগে বলের দিকে বলের প্রয়োগবিন্দুর 50m সরণ হলে যে কাজ সম্পাদিত হয়।

অথবা, 50N বল প্রয়োগে বলের দিকে বলের প্রয়োগ বিন্দুর 1m সরণ হলে যে কাজ সম্পাদিত হয়।

গ. এখানে,

যুবকের ভর, $m = 60 \text{ kg}$

যুবকের বেগ, $v = 30\text{m/min}$

$$= \frac{30}{60} \text{ m/s} = 0.5\text{ms}^{-1}$$

যুবকের গতিশক্তি, $E_k = ?$

আমরা জানি,

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

$$= \frac{1}{2} \times 60 \text{ kg} \times (0.5)^2 \text{ ms}^{-1} = 7.5 \text{ J}$$

অতএব, যুবকের গতিশক্তি 7.5 J।

ঘ. এখানে বালকের ভর 40 kg এবং যুবকের ভর 60 kg। কিন্তু তারা একই সময়ে দৌড় শুরু করে নির্দিষ্ট লক্ষ্যে একসাথে পৌঁছলেন, তাদের বেগও একই ছিল।

এখানে,

বালকের ভর, $m_1 = 40 \text{ kg}$

যুবকের ভর, $m_2 = 60 \text{ kg}$

ধরি, দুইজন যে ছাদে ওঠে তার উচ্চতা h এবং প্রয়োজনীয় সময় t ।

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

$$\therefore P_1 = \frac{m_1gh}{t} \dots\dots\dots (i)$$

এবং যুবকের ক্ষমতা, $P_2 = \frac{W_2}{t}$

$$\therefore P_2 = \frac{m_2gh}{t} \dots\dots\dots (ii)$$

(i) ও (ii) নং সমীকরণ ভাগ করে পাই, $\frac{P_1}{P_2} = \frac{m_1}{m_2}$

$$= \frac{40}{60} = \frac{2}{3}$$

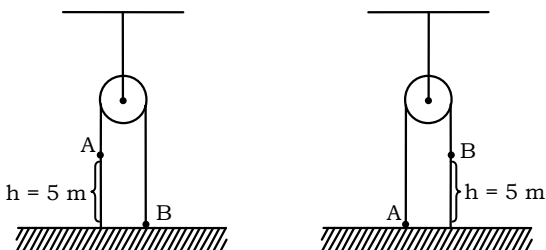
$$\therefore \frac{P_2}{P_1} = \frac{3}{2}$$

বা, $P_2 = \frac{3}{2} P_1$

উল্লিখিত গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যাচ্ছে, দুইজনের ক্ষমতা সমান নয়। বরং যুবকের ক্ষমতা বালকের ক্ষমতার $\frac{3}{2}$ গুণ।

প্রশ্ন -২ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

5 kg ভরবিশিষ্ট একটি বস্তুকে (m_A) এবং 2 kg ভরবিশিষ্ট বস্তুকে (m_B) একটি পুলি নিয়ে তার ওপর একটি দড়ি পরিয়ে ১নং চিত্রের মতো বুলানো হলো।



১নং চিত্র

২নং চিত্র

ক. বিভব শক্তির রাশিটি লেখ। ১

খ. উদ্দীপক চিত্রের আলোকে বিভব শক্তির
ব্যাখ্যা দাও। ২

গ. A বস্তুটির বিভব শক্তি নির্ণয়
কর। ৩

?

ঘ. B বস্তুর সর্বোচ্চ গতিশক্তি A বস্তুর
বিভব শক্তির পরিবর্তনের কত অংশ—
বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ২নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. বিভব শক্তি = বস্তুর ওজন $\times$ উচ্চতা

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

খ. বিভব শক্তির একটি উদাহরণ হলো কপিকলের বিভব শক্তি। ১নং চিত্রে দেখা যাচ্ছে কপিকলের ওপর দিয়ে যাওয়া একটি দড়ির দুই প্রান্তে A ও B বাঁধা আছে। ভারী বস্তু A ভূপৃষ্ঠ থেকে উপরে আছে এবং হালকা বস্তু B ভূপৃষ্ঠে আছে। এখন A বস্তু নিচে নামতে থাকলে B বস্তুকে উপরে ওঠাবে। ভূপৃষ্ঠ থেকে উপরে থাকার কারণে A বস্তুর মধ্যে কাজ করার এই যে সামর্থ্য আছে তাই A বস্তুর বিভব শক্তি।

গ. এখানে,

A বস্তুর ভর, $m_A = 5 \text{ kg}$

উচ্চতা, $h = 5 \text{ m}$

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

A বস্তুটির বিভব শক্তি, $E_p = ?$

আমরা জানি,

$$E_p = mgh$$

$$= 5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 5 \text{ m}$$

$$= 245 \text{ J}$$

$\therefore$ প্রদত্ত উচ্চতায় A বস্তুটির বিভব শক্তি 245 J।

ঘ. A বস্তুর বিভব শক্তির পরিবর্তন = $m_A gh = 245 \text{ J}$ [‘গ’ থেকে]

$$A \text{ বস্তুর ত্বরণ, } a_A = \frac{F}{m_A}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{m_A - m_B}{m_A} g \\
&= \left(1 - \frac{m_B}{m_A}\right) g \\
&= \left(1 - \frac{2 \text{ kg}}{5 \text{ kg}}\right) \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \\
&= 5.88 \text{ ms}^{-2}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\therefore B \text{ বস্তুর ত্বরণ, } a_B &= |A \text{ বস্তুর ত্বরণ } a_A| \\
&= 5.88 \text{ ms}^{-2}
\end{aligned}$$

B বস্তুটির অর্জিত সর্বোচ্চ

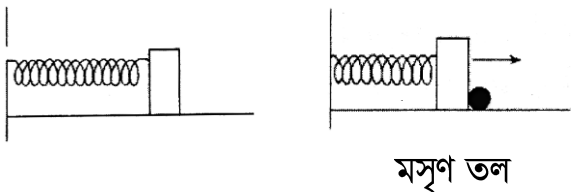
$$\begin{aligned}
\text{বেগ, } v &= \sqrt{u^2 + 2 a_B h} \\
&= \sqrt{0^2 + 2 \times 5.88 \text{ ms}^{-2} \times 5 \text{ m}} \\
&= \sqrt{58.8 \text{ m}^2 \text{s}^{-2}}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
B \text{ বস্তুটির সর্বোচ্চ গতিশক্তি} &= \frac{1}{2} m_B v^2 \\
&= \frac{1}{2} \times 2 \text{ kg} \times (\sqrt{58.8 \text{ m}^2 \text{s}^{-2}})^2 \\
&= 58.8 \text{ kgm}^2 \text{s}^{-2} \\
&= 58.8 \text{ J}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{সুতরাং } B \text{ বস্তুর সর্বোচ্চ গতিশক্তি এবং } A \text{ বস্তুটির বিভব শক্তির পরিবর্তনের অনুপাত} &= \frac{58.8 \text{ J}}{245 \text{ J}} \\
&= 0.24 \text{ J} \\
&= 24\%
\end{aligned}$$

প্রশ্ন -৩১ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

একটি স্প্রিং নিয়ে এর এক প্রান্ত একটি দৃঢ় অবলম্বনের সাথে আটকিয়ে অপর প্রান্তে একটি ব্লক সংযুক্ত করা হলো। এগুলোকে একটি মসৃণ তলের উপর স্থাপন করা হলো। এখন ব্লকটিতে বল প্রয়োগ করে স্প্রিংটিকে সংকুচিত করা হলো এবং ব্লকটির সামনে অন্য একটি বস্তু রাখা হলো (চিত্র অনুযায়ী)।



মসৃণ তল

সাম্যাবস্থায় থাকা উপরের স্প্রিংটিকে 40 N বল প্রয়োগে 1m পরিমাণ সংকুচিত করা হলো। এরপর সামনে 50gm ভরের একটি বল রাখা হলো।

- ক. $1J =$ কত? ১
- খ. স্প্রিং এর বিভব শক্তি ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. স্প্রিংটিকে সংকুচিত করতে কৃতকাজের
পরিমাণ নির্ণয়
কর। ৩

?

- ঘ. সংকুচিত স্প্রিংটিকে ছেড়ে দিলে
সামনে রাখা বলের সর্বোচ্চ বেগ কত
হবে? ৪

►◄ ৩নং প্রশ্নের উত্তর ►◄

ক. $1J = 1Nm$

- খ. সংকুচিত স্প্রিংটিকে ছেড়ে দিলে তার আগের শিথিল অবস্থানে ফিরে আসার সময় কাজ করতে পারল এবং এর সামনে রাখা বলটিকে সরাতে পারল। স্প্রিংটি এই যে তার স্বাভাবিক অবস্থা পরিবর্তনের জন্য কাজ করার সামর্থ্য লাভ করল সেটি তার বিভব শক্তি।

- গ. এখানে,

প্রযুক্ত বল, $F = 40\text{ N}$

এবং সরণ, $s = 1\text{ m}$

আমরা জানি, কৃতকাজ $W = \text{বল} \times \text{সরণ}$

$$= F \times s$$

$$= 40\text{ N} \times 1\text{ m}$$

$$= 40\text{ J}$$

অতএব, কৃতকাজের পরিমাণ 40 J ।

- ঘ. স্প্রিং সংকোচনে কৃতকাজ এর মধ্যে বিভব শক্তি হিসেবে সঞ্চিত থাকবে। স্প্রিংটিকে ছেড়ে দিলে এ শক্তি বলের গতিশক্তিতে পরিণত হবে।

সুতরাং বলের সর্বোচ্চ গতিশক্তি = কৃতকাজ = 40 J

বলের ভর, $m = 50\text{ gm} = 0.05\text{ kg}$

আমরা জানি,

সর্বোচ্চ গতিশক্তি, $\frac{1}{2}mv^2 = 40\text{ J}$

$$\text{বা, } v^2 = \frac{40\text{ J} \times 2}{m}$$

$$\text{বা, } v^2 = \frac{40 \text{ J} \times 2}{m}$$

$$\text{বা, } v^2 = \frac{40 \text{ kgm}^2\text{s}^{-2} \times 2}{0.05 \text{ kg}}$$

$$= 1600 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$$

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

সুতরাং বলটির সর্বোচ্চ বেগ হবে 40 ms^{-1} ।

প্রশ্ন -৪ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

নাফিজ ওয়েট মেশিনে তার ভর পেল 60 kg । সে তাদের ছয়তলা বাসার নিচতলা থেকে দৌড়ে ছাদের উপর উঠল। স্টপওয়াচের সাহায্যে সময় দেখল তার 30টি সিঁড়ি বেয়ে উঠতে 25s সময় লেগেছে এবং প্রতিটি সিঁড়ির উচ্চতা 15 cm ।

ক. $1W =$ কত? ১

খ. ক্ষমতার মাত্রা সমীকরণ ব্যাখ্যা কর। ২

গ. নাফিজের ওজন নির্ণয় কর। ৩

?

ঘ. নিচতলা হতে ছাদ পর্যন্ত উঠতে নাফিজ কত ক্ষমতা প্রয়োগ করে তা বের কর।

৪

▶◀ ৪নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

$$\text{ক. } 1W = 1\text{Js}^{-1}$$

$$\text{খ. ক্ষমতার মাত্রা} = \frac{\text{কাজ}}{\text{সময়}} \text{ এর মাত্রা}$$

$$\text{ক্ষমতা} = \frac{\text{কাজ}}{\text{সময়}} = \frac{\text{বল} \times \text{সরণ}}{\text{সময়}}$$

$$= \frac{\text{ভর} \times \text{ত্বরণ} \times \text{সরণ}}{\text{সময়}}$$

$$= \frac{\text{ভর} \times \text{সরণ} \times \text{সরণ}}{\text{সময়}^2 \times \text{সময়}}$$

$$= \frac{\text{ভর} \times \text{সরণ}^2}{\text{সময়}^3}$$

$$\therefore [P] = \frac{[M][L^2]}{[T^3]} = [ML^2T^{-3}]$$

গ. দেওয়া আছে,

নাফিজের ভর, $m = 60 \text{ kg}$

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

সুতরাং নাফিজের ওজন, $W = mg$

$$= 60 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$= 588 \text{ N}$$

ঘ. ছাদ পর্যন্ত উঠতে সময়, $t = 25 \text{ s}$

মোট অতিক্রান্ত উচ্চতা, $h = 15 \text{ cm} \times 30 = 450 \text{ cm} = 4.5 \text{ m}$

সুতরাং ছাদ পর্যন্ত উঠতে কৃতকাজ = mgh

$$= mg \times h$$

$$= 588 \text{ N} \times 4.5 \text{ m} \text{ [‘গ’ থেকে]}$$

$$= 2646 \text{ J}$$

$$\therefore \text{ছাদ পর্যন্ত উঠতে প্রযুক্ত ক্ষমতা, } P = \frac{W}{t}$$

$$= \frac{2646 \text{ J}}{25 \text{ s}}$$

$$= 105.84 \text{ W}$$

অতএব, নাফিজ নিচতলা হতে ছাদ পর্যন্ত উঠতে 105.84 W ক্ষমতা প্রয়োগ করে।

প্রশ্ন -৫৮ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

শিহাব ও শাকিল দুই বন্ধু নিম্নলিখিত উপায়ে 30টি সিঁড়ি বেয়ে ছাদে ওঠে। প্রতিটি সিঁড়ির উচ্চতা 15 cm। শিহাব ও শাকিলের ভর যথাক্রমে 65 kg এবং 70 kg।

পাঠ	দৌড়ের প্রকৃতি	ছাদে ওঠার সময় (সেকেন্ড)	
		শিহাব	শাকিল
1	জোরে দৌড়ে	15	12
2	আস্তে দৌড়ে	20	18
3	জোরে হেঁটে	22	20
4	স্বাভাবিকভাবে হেঁটে	25	23

5	আস্বে হেঁটে	35	32
---	-------------	----	----

ক. তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্রের প্রধান উপাদান
কী? ১

খ. অভিকর্ষজ বিভব শক্তি এর উচ্চতার
ওপর কীরূপে নির্ভর করে ব্যাখ্যা কর। ২

গ. কে বেশি ক্ষমতা প্রয়োগ করে গাণিতিক
যুক্তিতে
দেখাও। ৩

ঘ. শিহাব ও শাকিলের মধ্যে কার গড়
ক্ষমতা বেশি— বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ৫নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্রের প্রধান উপাদান হলো কয়লা।

খ. আমরা জানি,

অভিকর্ষজ বিভব শক্তি, $E_p = mgh$

= ভর $\times$ অভিকর্ষজ ত্বরণ $\times$ উচ্চতা

নির্দিষ্ট স্থানে নির্দিষ্ট ভরের বস্তুর জন্য mg রাশিটি ধ্রুবক, সুতরাং এক্ষেত্রে, $E_p \propto h$; সুতরাং ভূপৃষ্ঠ হতে
যত উপরে ওঠা যায় অভিকর্ষজ বিভব শক্তির পরিমাণ তত বাড়তে থাকে।

গ. দুজনই যখন জোরে দৌড়ে ছাদে ওঠে, তখন তারা সর্বোচ্চ ক্ষমতা প্রয়োগ করে।

মোট অতিক্রান্ত উচ্চতা, $h = 30 \times 15 \text{ cm}$

= 450 cm

= 4.5 m

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

শিহাবের ভর, $m_1 = 65 \text{ kg}$

শাকিলের ভর, $m_2 = 70 \text{ kg}$

জোরে দৌড়ে ওঠার ক্ষেত্রে তারা সময় নেয় যথাক্রমে,

$t_1 = 15 \text{ s}$ এবং $t_2 = 12 \text{ s}$

শিহাবের ক্ষেত্রে, $P_1 = \frac{m_1 gh}{t_1}$

$$= \frac{65 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 4.5 \text{ m}}{15 \text{ s}}$$

$$= 191.1 \text{ W}$$

শাকিল ক্ষেত্রে, $P_2 = \frac{m_2gh}{t_2}$

$$= \frac{70 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 4.5 \text{ m}}{12 \text{ s}}$$

$$= 257.25 \text{ W}$$

যেহেতু $P_2 > P_1$, সুতরাং শাকিল বেশি ক্ষমতা প্রয়োগ করে।

ঘ. শিহাব এবং শাকিল প্রত্যেকে 4.5 m উচ্চতা মোট পাঁচবার অতিক্রম করে। সুতরাং প্রত্যেকে মোট উচ্চতা অতিক্রম করে,

$$h' = 4.5 \text{ m} \times 5 = 22.5 \text{ m}$$

এই দূরত্ব অতিক্রমে শিহাবের মোট সময় লাগে,

$$t'_1 = (15 + 20 + 22 + 25 + 35)\text{s} = 117 \text{ s}$$

এবং শাকিলের মোট সময় লাগে,

$$t'_2 = (12 + 18 + 20 + 23 + 32)\text{s} = 105 \text{ s}$$

সুতরাং শিহাবের প্রযুক্ত গড় ক্ষমতা, $P'_1 = \frac{m_1gh'}{t'_1}$

$$= \frac{65 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 22.5 \text{ m}}{117 \text{ s}}$$

$$= 122.5 \text{ W}$$

এবং শাকিলের প্রযুক্ত গড় ক্ষমতা, $P'_2 = \frac{m_2gh'}{t'_2}$

$$= \frac{70 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 22.5 \text{ m}}{105 \text{ s}}$$

$$= 147 \text{ W}$$

সুতরাং শিহাব এবং শাকিলের গড় ক্ষমতার মধ্যে শাকিলের গড় ক্ষমতা বেশি।

নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

0.5 kg ভরের একটি বস্তুকে 88 ms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে ছোড়া হলো। এটি নির্দিষ্ট উচ্চতায় উঠে আবার পড়ন্ত বস্তুর ন্যায় মুক্তভাবে ভূমিতে পতিত হলো।

ক. শক্তির রূপান্তর কী? ১

খ. গতিশক্তি ও ভরবেগের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন কর। ২

গ. বস্তুটি ছুড়ে মারার 3 s পর গতিশক্তি কত হবে? ৩

ঘ. দেখাও যে, ভূমি হতে 40 মিটার উপরে বস্তুটির যান্ত্রিক শক্তি ভূমিকে স্পর্শ করার মুহূর্তের গতিশক্তির সমান। ৪

৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. শক্তির একরূপ থেকে অন্যরূপে পরিবর্তন হওয়াকে শক্তির রূপান্তর বলে।

খ. নির্দিষ্ট ভরের কোনো একটি বস্তুর গতিশক্তি তার ভরবেগের সমানুপাতিক।

মনে করি, m ভরের একটি বস্তুর বেগ v, গতিশক্তি E_k এবং ভরবেগ P হলে,

$$P = mv \dots\dots\dots(i)$$

$$\text{এবং } E_k = \frac{1}{2} mv^2 \dots\dots\dots(ii)$$

(ii) নং সমীকরণ থেকে পাই,

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2$$
$$= \frac{1}{2} \frac{(mv^2) m}{m} = \frac{1}{2} \frac{(mv)^2}{m}$$

$$\therefore E_k = \frac{1}{2} \frac{P^2}{m} \quad [(i) \text{ নং থেকে}]$$

এটিই গতিশক্তি ও ভরবেগের মধ্যে সম্পর্ক।

গ. দেওয়া আছে,

আদিবেগ, $u = 88 \text{ ms}^{-1}$

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

সময়, $t = 3 \text{ s}$

বেগ, $v = ?$

আমরা জানি, $v = u - gt$ [উর্ধ্বমুখী বলে]

$$= 88 \text{ ms}^{-1} - 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 3 \text{ s}$$

$$= 88 \text{ ms}^{-1} - 29.4 \text{ ms}^{-1}$$

$$= 58.6 \text{ ms}^{-1}$$

আবার,

বস্তুর ভর, $m = 0.5 \text{ kg}$

বস্তুর বেগ, $v = 58.6 \text{ ms}^{-1}$

গতিশক্তি, $E_k = ?$

আমরা জানি, $E_k = \frac{1}{2} mv^2$

$$= \frac{1}{2} \times 0.5 \text{ kg} \times (58.6 \text{ ms}^{-1})^2$$

$$= 858.49 \text{ J}$$

অতএব, বস্তুটি ছুড়ে মারার 3s পর গতিশক্তি হবে 858.49 J

ঘ. দেওয়া আছে,

আদিবেগ, $u = 88 \text{ ms}^{-1}$

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

উচ্চতা, $h = 40 \text{ m}$

ভর, $m = 0.5 \text{ kg}$

আমরা জানি,

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

$$= (88 \text{ ms}^{-1})^2 - 2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 40 \text{ m}$$

$$= 7744 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2} - 784 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$$

$$\therefore v^2 = 6960 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$$

$\therefore$ ভূমি থেকে 40 m উপরে বস্তুটির গতিশক্তি,

$$\begin{aligned} E_k &= \frac{1}{2} mv^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 0.5 \text{ kg} \times 6960 \text{ m}^2\text{s}^{-2} \\ &= 1740 \text{ J} \end{aligned}$$

$\therefore$ ভূমি থেকে 40 m উপরের বস্তুটির বিভব শক্তি,

$$\begin{aligned} E_p &= mgh \\ &= 0.5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 40 \text{ m} \\ &= 196 \text{ J} \end{aligned}$$

$\therefore$ ভূমি থেকে 40 m উপরে বস্তুটির যান্ত্রিক শক্তি,

$$\begin{aligned} E &= E_k + E_p \\ &= 1740 \text{ J} + 196 \text{ J} \\ &= 1936 \text{ J} \end{aligned}$$

আমরা জানি, কোনো বস্তুকে যে বেগে ভূমি থেকে খাড়া উপরে নিক্ষেপ করা হয় তা একই বেগে ভূমিতে আঘাত করে।

$\therefore$ ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে বস্তুটির গতিশক্তি,

$$\begin{aligned} E_k &= \frac{1}{2} mv^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 0.5 \text{ kg} \times (88 \text{ ms}^{-1})^2 \\ &= 1936 \text{ J} \end{aligned}$$

$\therefore$ ভূমি থেকে 40 m উপরে বস্তুটির যান্ত্রিক শক্তি ভূমিকে স্পর্শ করার মুহূর্তে গতিশক্তির সমান।

(দেখানো হলো)

 নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

রফিক ভূপৃষ্ঠ থেকে 0.5 kg ভরের একটি ডাস্টার 5 সেকেন্ডে 15 m উপরে তুলল। আবার শরিফ একই ভরের আরেকটি বস্তুকে উপর থেকে নিচে ফেলল। সাধারণভাবে উভয় ক্ষেত্রেই কাজ হয়েছে।

কিন্তু পদার্থবিজ্ঞানের ভাষায় কাজ, বল ও সরণের সাথে সংশ্লিষ্ট। উপরের কাজ দুটির মান একই হতে পারে কিন্তু প্রকৃতি আলাদা।

ক. কাজের মাত্রা লেখ। ১

খ. বলের দ্বারা কাজ ও বলের বিরুদ্ধে
কাজের মধ্যে পার্থক্য ব্যাখ্যা কর। ২

গ. প্রদত্ত তথ্যানুসারে ক্ষমতা নির্ণয়
কর। ৩

?

ঘ. 'দৈনন্দিন জীবনে কাজ' এবং
পদার্থবিজ্ঞানের ভাষায় কাজ-এর মধ্যে
সম্পর্ক বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ৭নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. কাজের মাত্রা, $[W] = [ML^2T^{-2}]$ ।

খ. বলের দ্বারা কাজ : কোনো বস্তুর উপর বল প্রয়োগের ফলে যদি বস্তুটি বলের দিকে সরে যায় তাহলে সেই কাজকে বলের দ্বারা কাজ বলে।

যেমন : একটি বস্তুকে উপর থেকে নিচে ফেলা হলো। বস্তুটি অভিকর্ষ বলের দিকে নিচে পড়বে। এক্ষেত্রে অভিকর্ষ বলের দ্বারা কাজ করা বোঝায় বা অভিকর্ষ বলের দ্বারা ধনাত্মক কাজ হয়েছে বোঝায়।

ঋণাত্মক কাজ : কোনো বস্তুর উপর বল প্রয়োগের ফলে যদি বস্তুটি বলের বিপরীত দিকে সরে যায় তাহলে সে কাজকে বলের বিরুদ্ধে কাজ বলে।

যেমন : একটি বস্তুকে ভূপৃষ্ঠ থেকে উপরে তোলা হলো। এক্ষেত্রে অভিকর্ষ বলের জন্য ঋণাত্মক কাজ করা হলো। কারণ এখানে অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কাজ করা হয়েছে।

গ. এখানে,

ডাস্টারের ভর, $m = 0.5\text{kg}$

সময়, $t = 5\text{s}$

উচ্চতা, $h = 1.5\text{m}$

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

$\therefore$ ক্ষমতা, $P = ?$

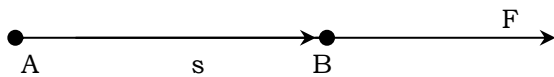
আমরা জানি,

$$\begin{aligned} P &= \frac{W}{t} \\ &= \frac{mgh}{t} \\ &= \frac{0.5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 1.5 \text{ m}}{5 \text{ s}} \\ &= 1.47 \text{ W} \end{aligned}$$

নির্ণেয় ক্ষমতা 1.47 W ।

ঘ. দৈনন্দিন জীবনে কোনো কিছু করাকে আমরা কাজ বলে থাকি। যেমন : গাড়ি চালানো, মাথায় বোঝা বহন করা, শিক্ষকের পাঠ দান প্রভৃতি। কিন্তু পদার্থবিজ্ঞানে কাজ বলতে বল এবং সরণ সংক্রান্ত অবস্থাকে বোঝানো হয়। কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগ করলে যদি বলের দিকে বস্তুর কিছু সরণ ঘটে তাহলে কেবল কাজ হয়। কিন্তু প্রযুক্ত বল যতই হোক না কেন, বস্তুর কোনো সরণ না হলে কোনো কাজই করা হবে না।

পদার্থবিজ্ঞানের ভাষায় এক ব্যক্তি একটি ভারী পাথর খণ্ডকে সরানোর জন্য বল প্রয়োগ করে পরিশ্রান্ত হওয়া সত্ত্বেও যদি সরাতে না পারে তবে ঐ ব্যক্তি কোনো কাজ করেছে তা বলা যাবে না। আবার দ্বিতীয় কোনো ব্যক্তি যদি পাথর খণ্ডটিকে সরাতে পারে তবে দ্বিতীয় ব্যক্তি কাজ করেছে বলা যাবে। অর্থাৎ কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগের ফলে যদি বস্তুর সরণ ঘটে, তাহলে বল এবং বলের দিকে বস্তুর সরণের গুণফলকে কাজ বলে।



ধরা যাক, A বিন্দুতে অবস্থিত কোনো বস্তুর উপর AB বরাবর F বল প্রয়োগ করা হলো। এতে বস্তুটি AB বরাবরই s দূরত্ব অতিক্রম করে B বিন্দুতে পৌঁছল, তাহলে F বল দ্বারা কাজ সম্পন্ন হবে।

কাজ = বল $\times$ বলের দিকে অতিক্রান্ত দূরত্ব।

$$\therefore W = Fs$$

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

10g ভরের কোনো বস্তুকে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করার
পতিত হলো।

10 সেকেন্ড পর মাটিতে

ক. প্রাকৃতিক গ্যাসের প্রধান উপাদান কী? ১

খ. নিউক্লীয় শক্তি ব্যবহারের সুবিধাগুলো

কী কী? ২

গ. নিক্ষেপের 3 সেকেন্ড পর বস্তুটির

গতিশক্তি নির্ণয়

?

কর। ৩

ঘ. সর্বোচ্চ উচ্চতা থেকে পড়ার 4

সেকেন্ড পর বস্তুর বিভব শক্তি ও

গতিশক্তির কী তারতম্য হবে –

গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

▶৬ চনং প্রশ্নের উত্তর ▶৬

ক. প্রাকৃতিক গ্যাসের প্রধান উপাদান মিথেন।

খ. নিউক্লীয় শক্তি ব্যবহারের সুবিধাগুলো হলো–

i. কম ব্যয়ে শক্তি উৎপাদন করা যায়।

ii. স্বল্প জ্বালানি ব্যয়ে বেশি বিদ্যুৎ উৎপাদন করা যায়।

iii. অন্যান্য শক্তির উৎস ফুরিয়ে গেলেও পারমাণবিক শক্তির উৎস নিঃশেষিত হওয়ার সম্ভাবনা কম।

গ. দেওয়া আছে,

বস্তুর ভর, $m = 10 \text{ g} = 0.01 \text{ kg}$

সময়, $t = 3 \text{ s}$

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

নিষ্ক্ষেপের 3 s পর বস্তুটির গতিশক্তি, $E_k = ?$

বস্তুটি যেহেতু 10 s বিচরণ করে সেহেতু 5 s হবে তার উৎক্ষেপণ কাল এবং 5 s হবে পতন কাল।

উৎক্ষেপণের সময় বস্তুর শেষবেগ, $v = 0$

আমরা জানি,

$$v = u - gt$$

$$\text{বা, } 0 = u - 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 5 \text{ s}$$

$$\therefore u = 49 \text{ ms}^{-1}$$

3 s পর বস্তুর শেষবেগ v হলে,

$$v = u - gt$$

$$= 49 \text{ ms}^{-1} - 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 3 \text{ s}$$

$$= 49 \text{ ms}^{-1} - 29.4 \text{ ms}^{-1}$$

$$= 19.6 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore \text{বস্তুর গতিশক্তি, } E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.01 \text{ kg} \times (19.6 \text{ ms}^{-1})^2$$

$$= 1.92 \text{ J}$$

সুতরাং, নিষ্ক্ষেপের 3 s পর বস্তুটির গতিশক্তি হবে 1.92 J।

ঘ. ‘গ’ নং হতে পাই, বস্তুর আদিবেগ, $u = 49 \text{ ms}^{-1}$

$$\text{বস্তুর শেষবেগ, } v = 0$$

$$\text{সর্বোচ্চ উচ্চতা} = h$$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } u^2 = 2gh$$

$$\therefore h = \frac{v^2}{2g}$$

$$= \frac{(49 \text{ ms}^{-1})^2}{2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2}}$$

$$= 122.5 \text{ m}$$

সর্বোচ্চ উচ্চতা থেকে পড়ার 4 s পর বস্তুর বেগ v' হলে,

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

$$= 0 + 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 4 \text{ s} [\because \text{আদিবেগ, } u' = 0]$$

$$= 39.2 \text{ ms}^{-1}$$

সর্বোচ্চ উচ্চতা থেকে পড়ার 4 s পর বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব h' হলে,

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

$$\text{বা, } (39.2 \text{ ms}^{-1})^2 = 0^2 + 2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times h'$$

$$\text{বা, } h' = \frac{1536.64}{19.6} \text{ m}$$

$$\therefore h' = 78.4 \text{ m}$$

$\therefore$ ভূমি থেকে 4 s পর বস্তুর উচ্চতা,

$$h'' = h - h'$$

$$= (122.5 - 78.4) \text{ m}$$

$$= 44.1 \text{ m}$$

$\therefore 44.1 \text{ m}$ উচ্চতায় বস্তুর বিভব শক্তি E_p হলে,

$$E_p = mgh''$$

$$= 0.01 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 44.1 \text{ m}$$

$$= 4.32 \text{ J}$$

বস্তুর গতিশক্তি, E_k হলে

$$E_k = \frac{1}{2} mv'^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.01 \text{ kg} \times (39.2 \text{ ms}^{-1})^2$$

$$= 7.68 \text{ J}$$

∴ গতিশক্তি ও বিভব শক্তির মধ্যে তারতম্য

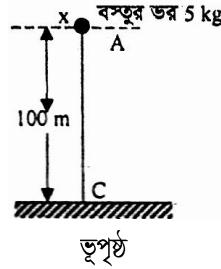
$$= E_k - E_p$$

$$= (7.68 - 4.32) \text{ J}$$

$$= 3.36 \text{ J}$$

সুতরাং সর্বোচ্চ থেকে পড়ার 4s পর বস্তুর বিভব শক্তি ও গতিশক্তির তারতম্য হবে 3.36 J।

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



x বস্তুকে মুক্তভাবে পড়তে দিলে বিভব শক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হতে থাকবে।

ক. হটস্পট কী? ১

খ. জীবাশ্ম শক্তি বলতে কী বোঝ? ২

গ. A বিন্দু থেকে x বস্তুকে ছেড়ে দিলে

এটি কত বেগে C বিন্দুকে আঘাত

করবে? ৩

?

ঘ. ভূপৃষ্ঠ থেকে কত উচ্চতায় বিভব শক্তি

ও গতিশক্তি সমান হবে গাণিতিক

বিশ্লেষণ কর। ৪

▶ ৯নং প্রশ্নের উত্তর ▶

ক. ভূতাত্ত্বিক পরিবর্তনের ফলে ম্যাগমা ভূপৃষ্ঠের খানিক নিচে যে জায়গায় জমা হয় তাকে হটস্পট বলে।

খ. পৃথিবী সৃষ্টির পর থেকে বিভিন্ন সময়ে প্রাকৃতিক বিপর্যয়ের কারণে গাছপালা, জীবজন্তু প্রভৃতি মাটি চাপা পড়ে কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় আকারে জমা হয় যা আমরা জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করি। এসব জ্বালানিকেই জীবাশ্ম শক্তি বলে।

যেমন : কয়লা, খনিজ তেল, প্রাকৃতিক গ্যাস ইত্যাদি।

গ. এখানে, x বস্তুর আদিবেগ, $u = 0$

অতিক্রান্ত দূরত্ব, $h = 100 \text{ m}$

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

মনে করি, C বিন্দুতে আঘাত করার সময় বস্তুটির বেগ, v

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } v^2 = 0 + 2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 100 \text{ m}$$

$$\text{বা, } v^2 = 1960 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$$

$$\text{বা, } v = \sqrt{1960} \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore v = 44.27 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, A বিন্দু থেকে x বস্তুকে ছেড়ে দিলে এটি 44.27 ms^{-1} বেগে C বিন্দুকে আঘাত করবে।

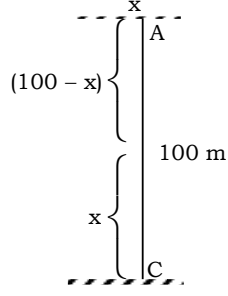
ঘ. মনে করি, ভূপৃষ্ঠ থেকে x উচ্চতায় বিভব শক্তি ও গতিশক্তি সমান হবে। x উচ্চতায় গতিশক্তি এবং বিভব শক্তি যথাক্রমে E_k এবং E_p

x উচ্চতায় বস্তুটির বিভব শক্তি, $E_p = mgx$

আবার, $(100 - x)$ উচ্চতায় পৌঁছতে x বস্তুটির বেগ,

$$v^2 = u^2 + 2g(100 - x) [\because A \text{ অবস্থানে বেগ, } u = 0]$$

$$\text{বা, } v^2 = 0 + 2g(100 - x)$$



$$\text{বা, } v^2 = 2g(100 - x)$$

$$= mg(100 - x)$$

এখন, বিভব শক্তি ও গতিশক্তি সমান হলে,

$$E_k = E_p$$

$$\text{বা, } mg(100 - x) = mgx$$

$$\text{বা, } 100 - x = x$$

$$\text{বা, } 2x = 100$$

$$\text{বা, } x = \frac{100}{2}$$

$$\therefore x = 50 \text{ m}$$

অতএব, ভূপৃষ্ঠ হতে 50 m উচ্চতায় বিভব শক্তি ও গতিশক্তি সমান হবে।

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

40kg ভরের এক বালক 250 g ভরের একটি বস্তু নিয়ে প্রতিটি 20 cm উচ্চতায় 20 টি সিঁড়ি 12s-এ অতিক্রম করল। বালকটি ঐ উচ্চতা থেকে বস্তুটিকে জানালা দিয়ে বাইরে ফেলে দিল। ভূপৃষ্ঠ থেকে বলটির উচ্চতা সিঁড়ির মোট উচ্চতার সমান।

- ক. গতিশক্তি কিসের উপর নির্ভর করে? ১
- খ. সৌরকোষের ব্যবহারগুলো উল্লেখ কর। ২
- গ. বালকটির ক্ষমতা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বস্তুটি ফেলে দেয়ার পর যখন ভূপৃষ্ঠ থেকে 3m উপরে ছিল তখন সেটি শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি মেনে চলেছে কিনা গাণিতিক যুক্তি দাও। 8

▶ ১০নং প্রশ্নের উত্তর ▶

ক. গতিশক্তি বস্তুর ভর ও বেগের উপর নির্ভর করে।

খ. সৌরকোষের ব্যবহারগুলো নিচে উল্লেখ করা হলো :

- কৃত্রিম উপগ্রহকে নিজ কক্ষপথে ঘোরার জন্য প্রয়োজনীয় তড়িৎশক্তি সরবরাহ করতে এ কোষ ব্যবহার করা হয়।
- বিভিন্ন ইলেকট্রনিক যন্ত্রপাতি সৌরকোষের সাহায্যে চালানো যায়। যেমন : ক্যালকুলেটর, রেডিও, ঘড়ি ইত্যাদি।
- সৌরকোষের সাহায্যে বাসাবাড়ি বা অফিসে বিদ্যুৎ সরবরাহ সম্ভব হচ্ছে।

গ. দেওয়া আছে,

বালকের ভর, $m_1 = 40 \text{ kg}$

বস্তুর ভর, $m_2 = 250\text{g} = 0.25 \text{ kg}$

মোট ভর, $m = m_1 + m_2$

$$= 40 \text{ kg} + 0.25 \text{ kg}$$

$$= 40.25 \text{ kg}$$

উচ্চতা, $h = 20 \text{ cm} \times 20$

$$= 400 \text{ cm}$$

$$= 4\text{m}$$

সময়, $t = 12 \text{ s}$

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

ক্ষমতা $P = ?$

$$\begin{aligned}
 \text{আমরা জানি, } P &= \frac{W}{t} \\
 &= \frac{mgh}{t} \\
 &= \frac{40.25 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 4 \text{ m}}{12\text{s}} \\
 &= \frac{1577.8\text{J}}{12\text{s}} \\
 &= 131.48 \text{ W}
 \end{aligned}$$

অতএব, বালকটির ক্ষমতা 131.48 W।

ঘ. দেওয়া আছে,

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

মোট উচ্চতা, $h = 4\text{m}$

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

বস্তুর উচ্চতা, $x = 3\text{m}$

বস্তুটির বিভব শক্তি, $= E_p$

বস্তুটির গতিশক্তি, $= E_k$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned}
 E_p &= mgx \\
 &= 0.25 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 3\text{m} \\
 &= 7.35 \text{ J}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{আবার, } E_k &= \frac{1}{2} mv^2 \\
 &= \frac{1}{2} m \{u^2 + 2g(h - x)\} \\
 &= \frac{1}{2} m \{ 0 + 2g (h - x) \} [\because u = 0] \\
 &= \frac{1}{2} m \times 2g (h - x)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= mg(h - x) \\
 &= 0.25 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} (4\text{m} - 3\text{m}) \\
 &= 0.25 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 1\text{m} \\
 &= 2.45 \text{ J}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \therefore \text{মোট শক্তি, } E &= E_p + E_k \\
 &= 7.35 \text{ J} + 2.45 \text{ J} \\
 &= 9.8 \text{ J}
 \end{aligned}$$

আবার, 4m উচ্চতায় বস্তুটির মোট শক্তি,

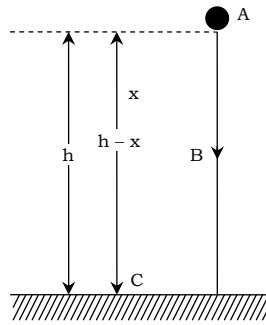
$$\begin{aligned}
 W &= mgh \\
 &= 0.25 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 4\text{m} \\
 &= 9.8 \text{ J}
 \end{aligned}$$

উপরিউক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যাচ্ছে যে, $E = W$

সুতরাং বস্তুটি শক্তির নিত্যতা সূত্র মেনে চলেছে।

নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

5 kg ভরের একটি বস্তুকে A বিন্দু থেকে মুক্তভাবে পড়তে দেয়া হলো। এখানে $h = 30 \text{ m}$ এবং $x = 10 \text{ m}$ ।



ক. অলিয়াম শব্দের অর্থ কী? ১

খ. দেখাও যে, নির্দিষ্ট ভরের গতিশক্তি

?

তার বেগের বর্গের সমানুপাতিক। ২

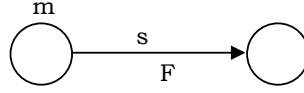
গ. ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে বস্তুটির বেগ
নির্ণয় কর। ৩

ঘ. A, B ও C বিন্দুতে মোট শক্তি নির্ণয়
করে দেখাও যে, বস্তুটি শক্তির
সংরক্ষণশীলতা নীতি মেনে চলে। 8

► ১১নং প্রশ্নের উত্তর ►

ক. অলিয়াম শব্দের অর্থ তেল।

খ. মনে করি, m ভরের একটি স্থির বস্তুর উপর F বল প্রয়োগ করায় বস্তুটি v বেগে প্রাপ্ত হলো।
এ সময় বস্তুটি বলের দিকে s দূরত্ব অতিক্রম করে। বস্তুটিকে এই বেগে দিতে কৃতকাজই বস্তুর
গতিশক্তি।



$\therefore$ গতিশক্তি = কৃতকাজ

$$= \text{বল} \times \text{সরণ}$$

$$= F \times s$$

$$\text{বা, } E_k = mas \quad [\because F = ma]$$

$$\text{কিন্তু, } v^2 = u + 2as$$

$$\text{বা, } as = \frac{v^2}{2} \quad [\because \text{আদিবেগ, } u = 0]$$

$$\therefore E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

$$\therefore E_k \propto v^2 \quad [\because \frac{1}{2} m \text{ ধ্রুবক}]$$

অর্থাৎ নির্দিষ্ট ভরের গতিশক্তি তার বেগের বর্গের সমানুপাতিক।

(দেখানো হলো)

গ. দেওয়া আছে,

$$\text{আদিবেগ, } u = 0$$

$$\text{উচ্চতা, } h = 30 \text{ m}$$

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

$$\text{ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে বস্তুটির বেগ, } v = ?$$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned}v^2 &= u^2 + 2gh \\&= 0^2 + 2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 30 \text{ m} \\&= 588 \text{ m}^2\text{s}^{-2} \\ \therefore v &= 24.25 \text{ ms}^{-1}\end{aligned}$$

অতএব, ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে বস্তুটির বেগ 24.25 ms^{-1} ।

ঘ. নিচে A, B ও C স্থানে গতিশক্তি ও বিভব শক্তি অর্থাৎ মোট শক্তির পরিমাণ গাণিতিকভাবে নির্ণয় করে দেখানো হলো :

A বিন্দুতে মোট শক্তির পরিমাণ :

উদ্দীপক হতে পাই,

বস্তুর ভর, $m = 5 \text{ kg}$

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

A বিন্দুতে বস্তুটির বেগ $= 0$

$\therefore$ A বিন্দুতে বস্তুটির গতিশক্তি $= 0$

ভূমি হতে A বিন্দুর উচ্চতা $= 30 \text{ m}$

A বিন্দুতে বস্তুটির বিভব শক্তি $= mgh = 5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 30 \text{ m}$
 $= 1470 \text{ J}$

B বিন্দুতে মোট শক্তির পরিমাণ :

এখানে, আদিবেগ, $u = 0$

A বিন্দু হতে B বিন্দুর উচ্চতা, $x = 10 \text{ m}$

B বিন্দুতে বস্তুর বেগ,

$$v^2 = u^2 + 2gx$$

$$\text{বা, } v^2 = 0 + 2 \times 9.8$$

$$\text{ms}^{-2} \times 10 \text{ m}$$

$$\therefore v^2 = 196 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$$

$$\text{B বিন্দুতে বস্তুটির গতিশক্তি} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 5 \text{ kg} \times 196 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$$

$$= 490 \text{ J}$$

আবার, ভূমি হতে B বিন্দুর উচ্চতা, $(h - x) = (30 - 10) \text{ m} = 20 \text{ m}$

B বিন্দুতে বস্তুটির বিভব শক্তি $= (5 \times 9.8 \times 20) \text{ J} = 980 \text{ J}$

$\therefore$ B বিন্দুতে বস্তুর মোট শক্তি $= (980 + 490) \text{ J} = 1470 \text{ J}$

C বিন্দুতে মোট শক্তি পরিমাণ :

C বিন্দুতে স্পর্শ করার মুহূর্তে বস্তুটির বেগ,

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

$$= 0^2 + 2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 30 \text{ m} = 588 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$$

$\therefore$ C বিন্দুতে বস্তুটির মোট গতিশক্তি,

$$= \frac{1}{2} mv^2 = \left(\frac{1}{2} \times 5 \times 588 \right) \text{ J}$$

$$= 1470 \text{ J}$$

আবার, ভূমি হতে C বিন্দুর উচ্চতা $= 0$

$\therefore$ C বিন্দুতে বিভব শক্তি $= 0$

সুতরাং C বিন্দুতে মোট শক্তি $= (1470 + 0) \text{ J} = 1470 \text{ J}$

উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যায় যে, A, B ও C বিন্দুতে মোট শক্তির পরিমাণ সমান।

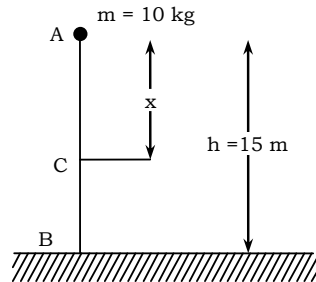
অর্থাৎ বস্তুটি শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি মেনে চলে।

(দেখানো হলো)

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

m ভরবিশিষ্ট বস্তুকে অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কাজ করে ভূমি থেকে h উচ্চতায় A বিন্দুতে ওঠানো হলো।

সেখান থেকে বস্তুটি x দূরত্বে নামানোর ফলে C বিন্দুতে এসে গতিশক্তি এবং স্থিতিশক্তি সমান হয়ে যায়।



ক. তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্রের প্রধান উপাদান
কী? ১

খ. দেখাও যে, $E_k = \frac{p^2}{2m}$ । ২

গ. বস্তুকে B থেকে A তে আনতে 6 s
লাগলে ক্ষমতা
কত? ৩

ঘ. উদ্দীপক অনুসারে প্রমাণ কর যে, $x =$
 $\frac{h}{2}$ । ৪

▶ ১২নং প্রশ্নের উত্তর ▶

ক. তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্রের প্রধান উপাদান কয়লা।

খ. কাজ-শক্তি উপপাদ্য অনুসারে, $E_k = W = mas$

আবার, $v^2 = u^2 + 2as$

বা, $as = \frac{v^2}{2}$ [$\because$ আদিবেগ, $u = 0$]

$\therefore E_k = \frac{mv^2}{2}$ (i)

আমরা জানি, ভরবেগ, $p = mv$

বা, $p^2 = m^2v^2$(ii)

সমীকরণ (i) ও (ii) নং হতে পাই,

$E_k = \frac{p^2}{2m}$ । (দেখানো হলো)

গ. দেওয়া আছে,

উচ্চতা, $h = 15$ m

বস্তুর ভর, $m = 10$ kg

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

সময়, $t = 6 \text{ s}$

ক্ষমতা, $P = ?$

আমরা জানি, $P = \frac{W}{t}$

$$\begin{aligned}\text{বা, } P &= \frac{mgh}{t} \\ &= \frac{10 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 15 \text{ m}}{6 \text{ s}} \\ &= 245 \text{ W}\end{aligned}$$

সুতরাং, ক্ষমতা 245 W।

ঘ. উদ্দীপক অনুসারে, $m = 10 \text{ kg}$ ভরের বস্তুটি h উচ্চতায় A বিন্দুতে স্থির অবস্থায় রাখা আছে।

তাই A অবস্থানে বস্তুটির সমস্ত শক্তিই বিভব শক্তি। আবার অভিকর্ষের প্রভাবে বস্তুটি যত ভূমির দিকে পড়তে থাকে এর বেগ তত বৃদ্ধি পাবে অর্থাৎ বিভব শক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হবে।

ধরি, h উচ্চতা থেকে $x \text{ m}$ নিচে এর গতিশক্তি বিভব শক্তির সমান হবে।

ধরি, C বিন্দুতে বেগ v ।

$$\therefore (h - x) \text{ উচ্চতায় বিভব শক্তি, } E_1 = mg(h - x) \dots\dots\dots (i)$$

এবং $x \text{ m}$ নিচে বস্তুর গতিশক্তি,

$$E_2 = \frac{1}{2} mv^2 \dots\dots\dots (ii)$$

$$\text{এখানে, } v^2 = u^2 + 2gh$$

$$\text{বা, } v^2 = 0 + 2g.x \quad [\because \text{আদিবেগ, } u = 0]$$

$$\therefore v^2 = 2gx$$

v^2 -এর মান সমীকরণ (ii) -এ বসিয়ে,

$$E_2 = \frac{1}{2} m.2gx = mgx$$

প্রশ্নমতে, $E_1 = E_2$

$$\text{বা, } mgh - mgx = mgx$$

$$\text{বা, } mgh = 2mgx$$

$$\therefore x = \frac{h}{2} \text{ (প্রমাণিত হলো)}$$

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



তুমি একটা কাঠের ব্লকের সাথে একটি স্প্রিং বেঁধে স্প্রিংয়ের অন্য প্রান্ত একটি দৃঢ় অবলম্বনের সাথে আটকাও। কাঠের ব্লকটি একটি মসৃণ তলের ওপর রেখে স্প্রিংকে চাপ দিয়ে দৃঢ় অবলম্বনের দিকে সংকুচিত কর। তারপর ব্লকটিকে ছেড়ে দাও। কী দেখলে? দেখা গেল ব্লকের পেছনে রাখা একটি পিংপং বল তার চিহ্নিত দিকে সরে যাচ্ছে অর্থাৎ স্প্রিংটি কাজ করছে।

ক. অভিকর্ষজ বিভব শক্তি কাকে বলে? ১

খ. স্প্রিংটি কোন শক্তির বলে কাজ করছে

তা ব্যাখ্যা কর। ২

গ. দৌড়বিদের গতিশক্তির রাশিমালা নির্ণয়

কর। ৩

?

ঘ. পিংপং বলটি কোন শক্তির জন্য

ডানদিকে সরে যাচ্ছে— শক্তিটির

তাৎপর্য বিশ্লেষণ কর। ৪

১৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কাজ করে কোনো বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তন করলে বস্তু কাজ করার যে সামর্থ্য লাভ করে তাকে অভিকর্ষজ বিভব শক্তি বলে।

খ. স্প্রিংটি বিভব শক্তির বলে কাজ সম্পন্ন করছে। স্বাভাবিক অবস্থান বা অবস্থা থেকে পরিবর্তন করে কোনো বস্তুকে অন্য কোনো অবস্থান বা অবস্থায় আনলে বস্তু কাজ করার যে সামর্থ্য লাভ করে তাকে

বিভব শক্তি বলে। এক্ষেত্রে স্প্রিংটিকে বল প্রয়োগ করে সংকুচিত করে ছেড়ে দিলে স্প্রিংটি তার আগের অবস্থায় আসার সময় কাজ করতে পারে। স্প্রিংটি তার স্বাভাবিক অবস্থা পরিবর্তনের জন্য কাজ করার যে সামর্থ্য লাভ করল সেটিই তার বিভব শক্তি।

গ. মনে করি, m ভরবিশিষ্ট একজন দৌড়বিদ v বেগে s দূরত্ব অতিক্রম করল। এ সময় তার ওপর প্রযুক্ত বলের পরিমাণ F । এক্ষেত্রে দৌড়বিদের v বেগ প্রাপ্ত হতে কৃতকাজই হচ্ছে দৌড়বিদের গতিশক্তি।

$$\therefore \text{গতিশক্তি} = \text{কৃতকাজ}$$

$$= \text{বল} \times \text{সরণ}$$

$$= F \times s$$

$$\text{বা, } E_k = mas \quad \dots\dots\dots(i)$$

$$\text{আবার, } v^2 = u^2 + 2as$$

$$\text{বা, } v^2 = 2as \quad [\because u = 0]$$

$$\therefore a s = \frac{v^2}{2} \quad \dots\dots\dots(ii)$$

সমীকরণ নং (i) ও (ii) থেকে পাই;

$$\therefore E_k = m \cdot \frac{v^2}{2}$$

$$\therefore E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

$$\text{অতএব, দৌড়বিদের গতিশক্তি} = \frac{1}{2} \times \text{দৌড়বিদের ভর} \times (\text{বেগ})^2।$$

ঘ. চিত্রে কাঠের ব্লকটিকে একটি স্প্রিংয়ের এক প্রান্তের সাথে সংযুক্ত করে অপর প্রান্ত একটি দৃঢ় অবস্থানের সাথে আটকানো আছে। এখন কাঠের ব্লকটিতে বল প্রয়োগের মাধ্যমে স্প্রিংটিকে সংকুচিত করে বাম দিকে নিয়ে ছেড়ে দিলে স্প্রিংটি তার আগের অবস্থায় অর্থাৎ ডান দিকে আসার জন্য কিছু কাজ করার শক্তি অর্জন করে। ফলে তার গতিপথে অন্য কোনো বস্তু যেমন— পিংপং বল পড়লে তাকে সে ডানদিকে সরাতে পারবে। স্প্রিংটি তার স্বাভাবিক অবস্থা পরিবর্তন হেতু এই যে কাজ করার সামর্থ্য লাভ করল সেটি তার বিভব শক্তি অর্থাৎ বিভব শক্তির জন্যই পিংপং বলটি

ডানদিকে সরে যাবে। স্বাভাবিক অবস্থান বা অবস্থা পরিবর্তন করে অন্য কোনো অবস্থান বা অবস্থায় আনলে বস্তু কাজ করার যে সামর্থ্য অর্জন করে তাকে বিভব শক্তি বলে। স্বাভাবিক অবস্থা বা অবস্থান থেকে পরিবর্তন করে কোনো বস্তুকে অন্য অবস্থা বা অবস্থানে আনতে যদি কোনো বলের বিরুদ্ধে কোনো কাজ করা হয় তখন বস্তুটি ঐ পরিমাণ কাজ করার সামর্থ্য লাভ করে। পরবর্তীতে বস্তুটি আবার স্বাভাবিক অবস্থা বা অবস্থানে আসতে ঐ পরিমাণ কাজ করতে পারে। বস্তু এই যে কাজ করার সামর্থ্য লাভ করল তাই বস্তুর মধ্যে শক্তি হিসেবে সঞ্চিত থাকবে। শক্তির এই রূপকেই বলা হয় বিভব শক্তি।

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

জহির ও কবিরের ভর যথাক্রমে 40 kg ও 50 kg। 20 cm উঁচু 20টি সিঁড়ি অতিক্রম করতে জহির ও কবির সময় নেয় যথাক্রমে 10 s এবং 18 s। [অভিকর্ষজ ত্বরণ $g = 9.81 \text{ ms}^{-2}$]

ক. কর্মদক্ষতা কাকে বলে? ১

খ. জীবাশ্ম জ্বালানির বিকল্প জ্বালানি
অনুসন্ধান জরুরি কেন? ২

গ. জহিরের কৃতকাজ নির্ণয়
কর। ৩

ঘ. কবিরের কৃতকাজ বেশি হলেও
জহিরের ক্ষমতা বেশি— উক্তিটি
গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো যন্ত্রে মোট যে কার্যকর শক্তি পাওয়া যায় এবং মোট যে শক্তি দেওয়া হয় তার অনুপাতকে ঐ যন্ত্রের কর্মদক্ষতা বলে।

খ. শক্তি চাহিদা বৃদ্ধির কারণ মানুষের আধুনিক জীবন ব্যবস্থা আর এ চাহিদার সিংহভাগই মেটায় জীবাশ্ম জ্বালানি। তাই জীবাশ্ম জ্বালানির উপর চাপ কমানোর জন্য এর বিকল্প জ্বালানি অনুসন্ধান করা জরুরি।

গ. এখানে,

$$\text{উচ্চতা, } h = (20 \times 20) \text{ cm}$$

$$= 400 \text{ cm}$$

$$= 4 \text{ m}$$

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

$$\text{জহিরের ত্বরণ, } m = 40 \text{ kg}$$

$$\text{কৃতকাজ, } W = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } W = mgh$$

$$= 40 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 4 \text{ m}$$

$$= 1568 \text{ J}$$

অতএব, জহিরের কৃতকাজ 1568 J।

ঘ. উদ্দীপক অনুসারে, কবিরের ভর, $m_1 = 50 \text{ kg}$

$$\text{উচ্চতা, } h_1 = h = 4 \text{ m}$$

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

$$\text{কবিরের প্রয়োজনীয় সময়, } t_1 = 18 \text{ s}$$

$$\text{কবিরের কৃতকাজ, } W_1 = m_1gh_1$$

$$= 50 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 4 \text{ m}$$

$$= 1960 \text{ J}$$

$$\therefore \text{কবিরের ক্ষমতা, } P_1 = \frac{W_1}{t_1} = \frac{1960 \text{ J}}{18 \text{ s}} = 108.89 \text{ W}$$

$$\text{‘গ’ থেকে পাই, জহিরের কৃতকাজ, } W = 1568 \text{ J}$$

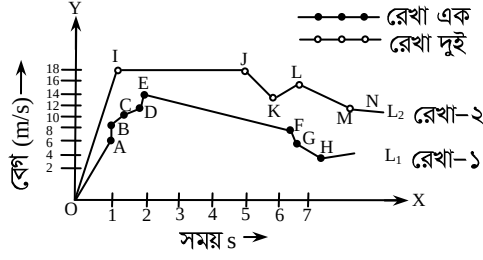
$$\text{জহিরের প্রয়োজনীয় সময়, } t = 10 \text{ s}$$

$$\therefore \text{জহিরের ক্ষমতা, } P = \frac{W}{t} = \frac{1568 \text{ J}}{10 \text{ s}} = 156.8 \text{ W}$$

$$\text{এখানে, } W_1 > W \text{ এবং } P > P_1$$

অর্থাৎ, কবিরের কৃতকাজ বেশি, কিন্তু জহিরের ক্ষমতা বেশি।

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. সকল সচল বস্তুই কোন শক্তির

অধিকারী? ১

খ. নিউক্লীয় শক্তি ব্যাখ্যা কর। ২

? গ. বস্তুর ভর 5 kg হলে সুষম বেগ অংশে
গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩

ঘ. E বিন্দুতে গতিশক্তি নির্ণয় কর, ইহা

কি পূর্বের শক্তির চেয়ে বেশি?

গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

▶ ১৫নং প্রশ্নের উত্তর ▶

ক. সকল সচল বস্তুই গতিশক্তির অধিকারী।

খ. নিউক্লীয় বিক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তি হলো নিউক্লীয় শক্তি। এ শক্তি ব্যবহার করে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা যায়। যে নিউক্লীয় বিক্রিয়ায় প্রাপ্ত শক্তিকে বিদ্যুৎ উৎপাদনে ব্যবহার করা হয় সেই বিক্রিয়াকে নিউক্লীয় ফিশন বলে। এতে ইউরেনিয়ামের সাথে নির্দিষ্ট শক্তির নিউট্রনের বিক্রিয়া ঘটানো হয়। এ বিক্রিয়া নিউক্লীয় চুল্লিতে ঘটানো হয়।

গ. উদ্দীপক থেকে পাই,

বস্তুর ভর, $m = 5 \text{ kg}$

সুষম বেগ অংশে বেগ, $v = 18 \text{ ms}^{-1}$

গতিশক্তি, $E_k = ?$

আমরা জানি,

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

$$= \frac{1}{2} \times 5 \text{ kg} \times (18 \text{ ms}^{-1})^2$$

$$= 810 \text{ J}$$

অতএব, সুষম বেগ অংশে গতিশক্তি 810 J।

ঘ. লেখচিত্র থেকে পাই, E বিন্দুতে বেগ, $v_1 = 14 \text{ ms}^{-1}$

ভর, $m = 5 \text{ kg}$

$$\therefore \text{E বিন্দুতে গতিশক্তি, } E_{k1} = \frac{1}{2} mv_1^2$$

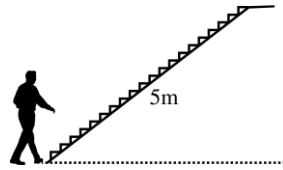
$$= \frac{1}{2} \times 5 \text{ kg} \times (14 \text{ ms}^{-1})^2 = 490 \text{ J}$$

পূর্বের গতিশক্তি, $E_k = 810 \text{ J}$

এখানে, $E_{k1} < E_k$ অর্থাৎ এটি পূর্বের গতিশক্তির চেয়ে কম।

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

চিত্রে সিঁড়ি বেয়ে 50 kg ভরের একজন লোক ছাদে উঠছে।



ক. ক্ষমতা কাকে বলে?

১

খ. লোকটি যখন ছাদে উঠবে তখন শক্তি

কীভাবে পরিবর্তিত হবে ব্যাখ্যা কর। ২

?

গ. লোকটির ছাদে উঠতে প্রয়োজনীয় শক্তি

নির্ণয়

কর।

৩

ঘ. ঐ ব্যক্তির প্রতি মিটার উঠতে 10s

সময় লাগলে ছাদে উঠতে তাকে কত

ক্ষমতা প্রয়োগ করতে হবে? 8

► ১৬নং প্রশ্নের উত্তর ►

ক. কাজ সম্পাদনকারী কোনো ব্যক্তি বা উৎসের কাজ করার হারকে ক্ষমতা বলে।

খ. শক্তির সৃষ্টি বা বিনাশ নেই। শক্তি শুধু একরূপ থেকে অন্য এক বা একাধিকরূপে রূপান্তরিত হতে পারে। সেক্ষেত্রে লোকটির মধ্যে সঞ্চিত শক্তিই বিভব শক্তি। ছাদে ওঠার সময় লোকটি নির্দিষ্ট দূরত্ব অতিক্রম করবে। এর ফলে গতির সৃষ্টি হবে এবং লোকটির মধ্যে সঞ্চিত বিভব শক্তি ধীরে ধীরে গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হবে।

গ. এখানে,

লোকটির ভর, $m = 50 \text{ kg}$

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

উচ্চতা, $h = 5 \text{ m}$

আমরা জানি, শক্তি, $E = mgh$

$$= 50 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 5 \text{ m}$$

$$= 2450 \text{ J}$$

$$= 2.45 \text{ kJ}$$

অতএব, লোকটির ছাদে উঠতে প্রয়োজনীয় শক্তি 2.45 kJ।

ঘ. উদ্দীপক হতে পাই, লোকটির ভর, $m = 50 \text{ kg}$

সিঁড়ির উচ্চতা, $h = 5 \text{ m}$

সময়, $t = 5 \times 10 \text{ s} = 50 \text{ s}$

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

ক্ষমতা, $P = ?$

আমরা জানি, $P = \frac{mgh}{t}$

$$= \frac{50 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 5 \text{ m}}{50 \text{ s}}$$

$$= 49 \text{ W}$$

অতএব, সিঁড়ি বেয়ে ছাদে উঠতে ঐ ব্যক্তিকে 49 W ক্ষমতা প্রয়োগ করতে হবে।

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

10 KW এবং 5.88 KW ক্ষমতার দুটি ইঞ্জিন দিয়ে একটি 30 m উঁচু বাড়ির ছাদে যথাক্রমে 200 kg ও 1000 লিটার পানি 1 মিনিটে তুলতে পারে।

ক. লভ্য কার্যকর শক্তি কী? ১

খ. কোনো বস্তুর বিভব শক্তি 50 J বলতে

কী বোঝায়? ২

? গ. প্রথম ইঞ্জিনটির লভ্য কার্যকর ক্ষমতা
কত? ৩

ঘ. ইঞ্জিন দুটির মধ্যে কোনটির
কর্মদক্ষতা বেশি-বিশ্লেষণ কর। ৪

▶ ১৭ নং প্রশ্নের উত্তর ▶

ক. কোনো ইঞ্জিন থেকে যে পরিমাণ শক্তি পাওয়া যায় বা যে পরিমাণ শক্তি কাজে লাগানো যায় তাকে লভ্য কার্যকর শক্তি বলে।

খ. কোনো বস্তুর বিভব শক্তি 50 J বলতে বোঝায়—

50 N বল প্রয়োগের ফলে বলের প্রয়োগ বিন্দুর বিপরীতে 1m সরাসরে 50 J শক্তির প্রয়োজন।
অথবা,

1 N বল প্রয়োগের ফলে বলের প্রয়োগ বিন্দুর বিপরীতে 50 m সরাসরে 50 J শক্তির প্রয়োজন।

গ. দেওয়া আছে,

প্রথম ইঞ্জিনের ক্ষমতা, $P_1 = 10 \text{ KW}$

উচ্চতা, $h = 30 \text{ m}$

পানির ভর, $m_1 = 200 \text{ kg}$

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

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

প্রথম ইঞ্জিনের লভ্য কার্যকর ক্ষমতা, $P_1' = ?$

$$\begin{aligned}
\text{আমরা জানি, } P_1' &= \frac{\text{লভ্য কার্যকর শক্তি}}{\text{সময়}} \\
&= \frac{\text{ইঞ্জিন দ্বারা কৃতকাজ}}{\text{সময়}} \\
&= \frac{m_1gh}{t} \\
&= \frac{200 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 30 \text{ m}}{60 \text{ s}} \\
&= 980 \text{ W} = 0.98 \text{ KW}
\end{aligned}$$

অতএব, প্রথম ইঞ্জিনটির লভ্য কার্যকর ক্ষমতা 0.98 KW।

ঘ. দ্বিতীয় ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে,

$$\text{ক্ষমতা, } P_2 = 5.88 \text{ KW}$$

$$\text{উচ্চতা, } h = 30 \text{ m}$$

$$\text{পানির ভর, } m_2 = 1000 \text{ kg}$$

$$\text{অভিকর্ষজ ত্বরণ, } g = 9.8 \text{ ms}^{-1}$$

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

দ্বিতীয় ইঞ্জিনের লভ্য কার্যকর ক্ষমতা,

$$\begin{aligned}
P_2' &= \frac{\text{লভ্য কার্যকর শক্তি}}{\text{সময়}} \\
&= \frac{\text{ইঞ্জিন দ্বারা কৃতকাজ}}{\text{সময়}} \\
&= \frac{m_2gh}{t} \\
&= \frac{1000 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-1} \times 30 \text{ m}}{60 \text{ s}} \\
&= 4900 \text{ W} \\
&= 4.9 \text{ KW}
\end{aligned}$$

$$\text{প্রথম ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা, } \eta_1 = \frac{P_1'}{P_1} \times 100\%$$

$$= \frac{0.98 \text{ KW}}{10 \text{ KW}} \times 100\% \text{ [‘গ’ থেকে]}$$

$$= 9.8\%$$

এবং দ্বিতীয় ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা, $\eta_2 = \frac{P_2'}{P_1} \times 100\%$

$$= \frac{4.9 \text{ KW}}{5.88 \text{ KW}} \times 100\%$$

$$= 83.33\%$$

এখানে, $\eta_2 > \eta_1$

অতএব, দ্বিতীয় ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা বেশি।

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

30 m উচ্চতাবিশিষ্ট একটি বিল্ডিংয়ের ছাদে রাখা ট্যাংককে পানিতে পরিপূর্ণ করতে 29.4×10^4 J শক্তির প্রয়োজন। ট্যাংকটি পূর্ণ করতে 60% ও 70% যান্ত্রিক কর্মদক্ষতাসম্পন্ন A ও B দুটি তড়িৎ মোটর ব্যবহার করা হয় এবং A ও B মোটর দুটিকে 420000 J তড়িৎ শক্তির সাহায্যে চালানো হয়।

- ক. কোথায় নিউক্লীয় শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর করা হয়? ১
- খ. কর্মদক্ষতা কি কখনো 100% বা এর চেয়ে বেশি হতে পারে? ব্যাখ্যা কর। ২
- ?** গ. ট্যাংকটি পূর্ণ করতে কত পরিমাণ পানির প্রয়োজন? ৩
- ঘ. উদ্দীপকে কোন মোটরটি ট্যাংকিতে পানি তুলতে পারবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

▶ ১৮নং প্রশ্নের উত্তর ▶

ক. নিউক্লীয় সাবমেরিনে নিউক্লীয় শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর করা হয়।

খ. কর্মদক্ষতা কখনোই 100% বা এর চেয়ে বেশি হতে পারে না। কারণ, কোনো যন্ত্রে মোট যে শক্তি প্রদান করা হয় তার কিছু অংশ কার্যকর শক্তিতে পরিণত হয় এবং বাকি অংশ বিভিন্নভাবে ব্যয় হয়। তাই কর্মদক্ষতা কখনোই 100% বা এর চেয়ে বেশি হতে পারে না।

গ. উদ্দীপক হতে,

উচ্চতা, $h = 30 \text{ m}$

কৃতকাজ, $W = 29.4 \times 10^4 \text{ J}$

পানির ভর, $m = ?$

আমরা জানি,

$$W = mgh$$

$$\text{বা, } m = \frac{W}{gh}$$

$$= \frac{29.4 \times 10^4 \text{ J}}{9.8 \text{ ms}^{-2} \times 30 \text{ m}}$$

$$= 1000 \text{ kg বা } 1000 \text{ L}$$

সুতরাং ট্যাংকটি পূর্ণ করতে 1000 L পানির প্রয়োজন।

ঘ. A ও B মোটর দুটির মধ্যে কোনটি ট্যাংকিতে পানি তুলতে পারবে তা নিচে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা হলো :

উদ্দীপক অনুসারে,

A মোটরটির কর্মদক্ষতা, $\eta_A = 60\% = 0.6$

B মোটরটির কর্মদক্ষতা, $\eta_B = 70\% = 0.7$

মোটর দুটিতে প্রদত্ত শক্তি, $E = 420000 \text{ J}$

ট্যাংকিকে পানিতে পরিপূর্ণ করতে প্রয়োজনীয় শক্তি, $E' = 29.4 \times 10^4 \text{ J}$

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

$$\therefore A \text{ মোটরের জন্য, } \eta_A = \frac{E_A}{E}$$

$$\text{বা, } E_A = \eta_A \times E$$

$$= 0.6 \times 420000 \text{ J}$$

$$= 252000 \text{ J}$$

$$= 25.2 \times 10^4 \text{ J}$$

আবার B মোটরের জন্য, $\eta_A = \frac{E_B}{E}$

$$\text{বা, } E_B = \eta_B \times E$$

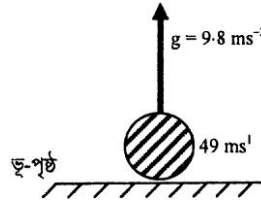
$$= 0.7 \times 420000 \text{ J}$$

$$= 294000 \text{ J} = 29.4 \times 10^4 \text{ J}$$

যেহেতু $E' > E_A$ সেহেতু A মোটরটি ট্যাংকিতে পানি তুলতে পারবে না কিন্তু $E' = E_B$ হওয়ায় B মোটরটি ট্যাংকিতে পানি তুলতে পারবে।

অতএব উপরের আলোচনা হতে বলা যায় B মোটরটি ট্যাংকিতে পানি তুলতে পারবে।

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. বায়ুকল কী? ১

খ. শক্তি ও কাজের একক অভিনু কেন?
ব্যাখ্যা কর। ২

গ. সর্বোচ্চ উচ্চতায় বস্তুটির বিভব শক্তি
কত হবে নির্ণয় কর। ৩

? ঘ. উদ্দীপকের বস্তুটি সর্বোচ্চ উচ্চতা
থেকে যখন অভিকর্ষের প্রভাবে
মুক্তভাবে পড়তে থাকলে ভূপৃষ্ঠ থেকে
কত উচ্চতায় বস্তুটির বিভব শক্তি
গতিশক্তির এক-চতুর্থাংশ হবে
গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

►◄ ১৯নং প্রশ্নের উত্তর ►◄

- ক. বায়ু প্রবাহজনিত গতিশক্তিকে যান্ত্রিক বা বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরের যন্ত্রই হলো বায়ুকল।
খ. কাজ করতে শক্তির প্রয়োজন। কোনো কাজ করলে সমপরিমাণ শক্তির রূপান্তর ঘটে। সম্পন্ন কাজের দ্বারাই শক্তি পরিমাপ করা হয়। তাই কাজ ও শক্তির একক অভিন্ন।

গ. এখানে,

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

ভূমি স্পর্শ করার পূর্বমুহূর্তে বস্তুটির বেগ, $v = 49 \text{ ms}^{-1}$

বস্তুটির বিভব শক্তি, $E_p = ?$

উদ্দীপকের চিত্র হতে পাই,

বস্তুটির বিভব শক্তি $= mgh$

আবার, ভূপৃষ্ঠ স্পর্শ করার পূর্বমুহূর্তে বস্তুটির গতিশক্তিই বিভব শক্তি।

$$\therefore m_1gh = \frac{1}{2} m_1v^2$$

$$\text{বা, } 2gh = v^2$$

$$\text{বা, } h = \frac{v^2}{2g}$$

$$= \frac{(49 \text{ ms}^{-1})^2}{2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2}}$$

$$= \frac{2401}{19.6} \text{ m} = 122.5 \text{ m}$$

$$\therefore \text{বস্তুটির বিভব শক্তি, } E_p = m_1gh$$

$$= m_1 \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 122.5 \text{ m} = 1200.5 m_1 \text{ J}$$

অতএব, সর্বোচ্চ উচ্চতায় বস্তুটির বিভব শক্তি $1200.5 m_1 \text{ J}$ ।

ঘ. ধরি, ভূপৃষ্ঠ হতে x উচ্চতায় A বিন্দুতে বস্তুটির বিভব শক্তি গতিশক্তির এক-চতুর্থাংশ হবে।

এখানে উচ্চতা, $h = 122.5 \text{ m}$

এখন, A বিন্দুতে বস্তুটির বেগ

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

$$\text{বা, } v^2 = 0^2 + 2g (122.5 - x)$$

$$\text{বা, } v^2 = 2g (122.5 - x)$$

$$\therefore A \text{ বিন্দুতে বস্তুটির গতিশক্তি} = \frac{1}{2} m_1 v^2$$

$$= \frac{1}{2} \times m_1 \times 2g (122.5 - x)$$

$$= m_1 g (122.5 - x)$$

$$\text{আবার, } A \text{ বিন্দুতে বস্তুটির বিভব শক্তি} = m_1 g x$$

$$\text{শর্তমতে, বিভব শক্তি} = \frac{1}{4} \times \text{গতিশক্তি}$$

$$\text{বা, } m_1 g x = \frac{1}{4} \times m_1 g (122.5 - x)$$

$$\text{বা, } 4x = 122.5 - x$$

$$\text{বা, } 4x + x = 122.5$$

$$\text{বা, } 5x = 122.5$$

$$\text{বা, } x = \frac{122.5}{5}$$

$$\therefore x = 24.5 \text{ m}$$

অতএব, ভূপৃষ্ঠ হতে 24.5 m উচ্চতায় বস্তুটির বিভব শক্তি গতিশক্তির এক-চতুর্থাংশ হবে।

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

3.5 kg ভরের একটি বস্তুকে ভূমি থেকে 18 ms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো।

ক. পেট্রোলিয়াম থেকে কী কী বস্তু পাওয়া

যায়? ১

খ. কখন কাজ শূন্য ও সর্বোচ্চ হয় ব্যাখ্যা

কর। ২

গ. উদ্দীপকের বস্তু দ্বারা সর্বোচ্চ উচ্চতায়
উঠতে কৃত কাজের পরিমাণ নির্ণয়
কর। ৩

ঘ. পড়ন্ত অবস্থায় বস্তুটির 3 এবং 4
সেকেন্ডের গতিশক্তির পরিবর্তন
বিশ্লেষণ কর। 8

▶◀ ২০নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. পেট্রোলিয়াম থেকে টেরিলিন, পলিয়েস্টার ও ক্যাশমিলন ইত্যাদি বস্ত্র পাওয়া যায়।

খ. কোনো বস্তুর উপর বল প্রয়োগে যদি বস্তুটির সরণ ঘটে, তাহলে বল এবং বলের দিকে বলের প্রয়োগ
বিন্দুর সরণের উপাংশের গুণফলকে কাজ বলে।

$$\therefore \text{কাজ } W = Fs \cos \theta \text{----- (i)}$$

(i) নং সমীকরণ হতে দেখা যায় কাজের পরিমাণ $\cos \theta$ এর উপর নির্ভর করে। অর্থাৎ $\cos \theta$
এর মান যখন সর্বোচ্চ হবে তখন কাজের পরিমাণ সর্বনিম্ন হবে। আমরা জানি, $\cos \theta$ এর সর্বোচ্চ
মান হয় 0° তে এবং শূন্য মান হয় 90° তে।

সুতরাং বলা যায় θ এর মান 90° হলে কাজ শূন্য এবং θ এর মান 0° হলে কাজ সর্বোচ্চ হয়।

গ. উদ্দীপক থেকে পাই,

$$\text{বস্তুটির ভর, } m = 3.5 \text{ kg}$$

$$\text{আদিবেগ, } u = 18 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{সর্বোচ্চ উচ্চতায় বেগ, } v = 0$$

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

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } 0 = u^2 - 2gh$$

$$\text{বা, } h = \frac{u^2}{2g}$$

$$\text{বা, } h = \frac{(18 \text{ ms}^{-1})^2}{2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2}}$$

$$\therefore h = 16.53 \text{ m}$$

এখন, সর্বোচ্চ উচ্চতায় বস্তুটির কৃতকাজ, W হলে,

আমরা জানি, $W = mgh$

$$\text{বা, } W = 3.5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 16.53 \text{ m}$$

$$\therefore W = 567 \text{ J}$$

অতএব, সর্বোচ্চ উচ্চতায় বস্তুটির কৃতকাজের পরিমাণ 567 J।

ঘ. পড়ন্ত অবস্থায় বস্তুটির আদিবেগ, $u = 0$

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

বস্তুটির ভর, $m = 3.5 \text{ kg}$

আবার, ৩য় সেকেন্ডে অর্থাৎ $t_1 = 3 \text{ s}$ সময়ে বস্তুটির বেগ v_1 হলে,

$$v_1 = u + gt_1$$

$$\text{বা, } v_1 = 0 + 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 3 \text{ s}$$

$$\therefore v_1 = 29.4 \text{ ms}^{-1}$$

৩য় সেকেন্ডে বস্তুটির গতিশক্তি,

$$E_{k1} = \frac{1}{2} mv_1^2$$

$$\text{বা, } E_{k1} = \frac{1}{2} \times 3.5 \text{ kg} \times (29.4 \text{ ms}^{-1})^2$$

$$\therefore E_{k1} = 1512.63 \text{ J}$$

এখন, চতুর্থ সেকেন্ডে অর্থাৎ $t = 4 \text{ s}$ সময়ে বস্তুটির বেগ v হলে,

$$v = u + gt$$

$$\text{বা, } v = 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 4 \text{ s}$$

$$\therefore v = 39.2 \text{ ms}^{-1}$$

$\therefore$ চতুর্থ সেকেন্ডে বস্তুটির গতিশক্তি

$$E_{k2} = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{বা, } E_{k2} = \frac{1}{2} \times 3.5 \text{ kg} \times (39.2 \text{ ms}^{-1})^2$$

$$\text{বা, } E_{k2} = 2689.12 \text{ J}$$

$$\begin{aligned} \text{অতএব, গতিশক্তির পরিবর্তন} &= E_{k2} - E_{k1} \\ &= (2689.12 - 1512.63) \text{ J} \\ &= 1176.49 \text{ J} \end{aligned}$$

অতএব, পড়ন্ত অবস্থায় বস্তুটির ৩য় ও ৪র্থ সেকেন্ডে গতিশক্তির পরিবর্তন 1176.49 J।

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

রুমি তার ছোট বোনকে ট্রলিতে নিয়ে সামনের বালা ধরে না টেনে পিছনে থেকে ঠেলছে। 20 নিউটন বল প্রয়োগে মাত্র 50 মিটার যেতেই সে হাঁপিয়ে উঠল। ফেরার পথে তাই সে সামনের বালা ধরে টেনে আনতে শুরু করল। সে অনুভব করল কষ্টটা কম হচ্ছে। সে বুঝল ট্রলি ঠেলার চেয়ে টানাই ভালো।

- ক. তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্রের প্রধান উপাদান
কী? ১
- খ. ভর হতে নিউক্লীয় শক্তির উৎপাদন
সমীকরণসহ ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. রুমি ট্রলি ঠেলতে কী পরিমাণ কাজ
সম্পন্ন করেছে? ৩
- ঘ. ঘটনার সাপেক্ষে রুমির বিষয়টির
সঠিকতা বিশ্লেষণ কর। ৪

▶ ২১নং প্রশ্নের উত্তর ▶

ক. তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্রের প্রধান উপাদান হলো কয়লা।

খ. নিউক্লীয় বিক্রিয়ায় সাধারণত পদার্থ তথা ভর শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। যদিও নিউক্লীয় বিক্রিয়ায় মোট ভরের একটি ক্ষুদ্র অংশ শক্তিতে রূপান্তর হয়।

পদার্থ শক্তিতে রূপান্তরিত হলে যদি E পরিমাণ শক্তি পাওয়া যায়, তাহলে $E = mc^2$

এখানে, m = শক্তিতে রূপান্তরিত ভর

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

গ. উদ্দীপক হতে পাই,

$$\text{বল, } F = 20 \text{ N}$$

$$\text{সরণ, } s = 50 \text{ m}$$

$$\text{কাজের পরিমাণ } W = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } W = Fs$$

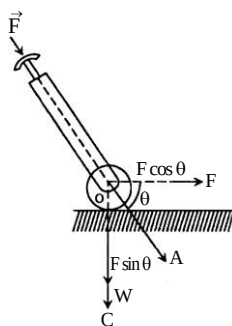
$$= 20 \text{ N} \times 50 \text{ m}$$

$$= 1000 \text{ J}$$

সুতরাং, রুমি ট্রলি ঠেলতে 1000 J কাজ সম্পন্ন করেছে।

ঘ. রুমির বোঝার বিষয়টি হলো ট্রলি ঠেলার চেয়ে টানা সহজ। এর সঠিকতা নিচে বিশ্লেষণ করা হলো :

ঠেলার ক্ষেত্রে : ধরি ট্রলির ওজন $\vec{W}$ ট্রলির হাতলের উপর প্রযুক্ত বল $= \vec{F}$. $\vec{F}$ বল ট্রলির O বিন্দুতে অনুভূমিকের সাথে θ কোণে ক্রিয়াশীল। O বিন্দুতে এ বল দুটি লম্ব উপাংশে বিভক্ত হয়ে যায়।



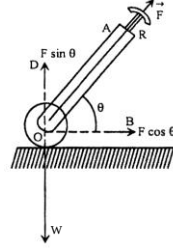
বলের অনুভূমিক উপাংশ $= F \cos \theta$, এর দিক OB বরাবর সামনের দিকে এবং উল্লম্ব উপাংশ $F \sin \theta$, এর দিক OC বরাবর নিচের দিকে ক্রিয়াশীল যা ট্রলির ওজন বৃদ্ধি করে।

সুতরাং ট্রলির মোট ওজন হয় $(W + F \sin \theta)$ । ফলে ট্রলির প্রকৃত ওজনের চেয়ে ভারী হয়ে যায় বলে ঘর্ষণ বলের মানও বেড়ে যায়। তাই ট্রলি ঠেলা কষ্টকর হয়।

$$\text{টানার ক্ষেত্রে : ধরি, ট্রলির ওজন} = \vec{W}$$

$$\text{ট্রলির হাতলের উপর প্রযুক্ত বল} = \vec{F}$$

$\vec{F}$ বল O বিন্দুতে অনুভূমিক রেখা OB-এর সাথে θ কোণে ক্রিয়াশীল। $\vec{F}$ বল দুটি লম্ব উপাংশে বিভাজিত হয়ে যায়।



অনুভূমিক উপাংশ = $F \cos \theta$, এর ক্রিয়ায় ট্রলিটি সামনের দিকে এগিয়ে যাবে এবং উল্লম্ব উপাংশ = $F \sin \theta$, এর ক্রিয়া OD বরাবর উপরের দিকে হওয়ায় ট্রলির মোট ওজন হ্রাস পায়। ফলে ট্রলির ওজন হয় $(W - F \sin \theta)$ । ফলে টানার ক্ষেত্রে ট্রলি হালকা অনুভূত হয় এবং ঘর্ষণ বলও হ্রাস পায়। ফলে ট্রলি টানা সহজতর হয়।

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

50 kg ভরের একটি বস্তুকে 30 m উচ্চতায় ওঠাতে দুটি ভিন্ন ভিন্ন মোটর ব্যবহার করা হয়। প্রথম মোটর 5000 J এবং দ্বিতীয় মোটর 5200 J বিদ্যুৎ শক্তি ব্যবহার করে।

- ক. শক্তি কাকে বলে? ১
- খ. সকল সচল বস্তুই গতিশক্তির
অধিকারী-ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. বস্তুটিকে মুক্তভাবে পড়তে দিলে ভূমি
স্পর্শ করার মুহূর্তে এর গতিশক্তি নির্ণয়
কর। ৩
- ঘ. গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মোটর
দুটির কর্ম দক্ষতার তুলনা কর। ৪

▶ ২২নং প্রশ্নের উত্তর ▶

ক. কোনো বস্তুর কাজ করার সামর্থ্যকে শক্তি বলে।

খ. কোনো স্থির বস্তুতে বেগের সঞ্চার করা হলে অথবা গতিশীল বস্তুর বেগ বৃদ্ধি করা হলে বস্তুতে ত্বরণ সৃষ্টি হয়। আর এজন্য বল প্রয়োগ করতে হয়। ফলে বস্তুর ওপর কাজ করা হয়। এতে বস্তুটি কাজ

করার সামর্থ্য লাভ করে এবং এ কাজ বস্তুতে গতিশক্তি হিসেবে জমা হয়। এ কারণে আমরা বলতে পারি, সকল সচল বস্তুই গতিশক্তির অধিকারী।

গ. উল্লিখিত উদ্দীপকে

উচ্চতা, $h = 30 \text{ m}$

বস্তুটির ভর, $m = 50 \text{ kg}$

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

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

আমরা জানি,

$$\begin{aligned}v^2 &= u^2 + 2gh \\&= 0^2 + 2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 30 \text{ m} \\&= 588 \text{ m}^2\text{s}^{-2}\end{aligned}$$

$\therefore$ ভূমি স্পর্শ করার পূর্বমুহূর্তে বস্তুটির গতিশক্তি,

$$\begin{aligned}E_k &= \frac{1}{2}mv^2 \\&= \frac{1}{2} \times 50 \text{ kg} \times 588 \text{ m}^2\text{s}^{-2} \\&= 14700 \text{ J}\end{aligned}$$

অতএব, ভূমি স্পর্শ করার পূর্বমুহূর্তে বস্তুটির গতিশক্তি 14700 J।

$$\begin{aligned}\text{ঘ. এখানে, লভ্য কার্যকর শক্তি} &= mgh \\&= 50 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 30 \text{ m} \\&= 14700 \text{ J}\end{aligned}$$

১ম মোটরের ক্ষেত্রে,

মোট প্রদত্ত শক্তি = 5000 J

২য় মোটরের মোট প্রদত্ত শক্তি = 5200 J

১ম মোটরের ক্ষেত্রে,

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

$$= \frac{14700 \text{ J}}{5000 \text{ J}} = 2.94$$

আবার,

২য় মোটরের ক্ষেত্রে,

$$\begin{aligned} \text{কর্মদক্ষতা, } \eta_2 &= \frac{14700 \text{ J}}{5200 \text{ J}} \\ &= 2.83 \end{aligned}$$

অতএব, ১ম মোটরের কর্মদক্ষতা ২য় মোটরের কর্মদক্ষতা হতে কম হবে।

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

একটি যন্ত্রের ক্ষমতা 5 kW। এর সাহায্যে 10 m উচ্চতায় 2000 লিটার আয়তনের একটি ট্যাংকে পানি তোলা হয়।

- ক. বায়ুপ্রবাহের প্রধান কারণ কী? ১
- খ. কোনো যন্ত্রের ক্ষমতা 15 W বলতে কী বোঝ? ২
- গ. যন্ত্রটি দ্বারা ট্যাংকটি পূর্ণ করতে কত সময় লাগে? ৩
- ঘ. একই ক্ষমতার 60% কর্মদক্ষতা সম্পন্ন অপর একটি যন্ত্র দ্বারা ট্যাংকটি পূর্ণ করতে সময়ের কী রকম ব্যবধান হতে পারে— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

২৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. বায়ুপ্রবাহের প্রধান কারণ হলো পৃথিবীপৃষ্ঠের মাত্রার পার্থক্য।

খ. কোনো যন্ত্রের ক্ষমতা 15 W বলতে বোঝায় যন্ত্রটি দ্বারা প্রতি সেকেন্ডে 15 জুল কাজ করা যায়। অর্থাৎ যন্ত্রটি 1 সেকেন্ডে 15 জুল শক্তি খরচ করে।

গ. উদ্দীপক থেকে পাই,

যন্ত্রটির ক্ষমতা, $P = 5 \text{ kW}$
 $= 5000 \text{ W}$

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

উচ্চতা, $h = 10 \text{ m}$

পানির ভর, $m = 2000 \text{ লিটার}$
 $= 2000 \text{ kg}$

প্রয়োজনীয় সময়, $t = ?$

আমরা জানি, $P = \frac{mgh}{t}$

বা, $Pt = mgh$

বা, $t = \frac{mgh}{P}$

বা, $t = \frac{2000 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 10 \text{ m}}{5000 \text{ W}}$

বা, $t = 39.2 \text{ s}$

অতএব, যন্ত্রটি দ্বারা ট্যাংকটি পূর্ণ করতে 39.2 সেকেন্ড সময় লাগবে।

ঘ. আমরা জানি,

কর্মদক্ষতা, $\eta = \frac{\text{লভ্য কার্যকর ক্ষমতা}}{\text{মোট প্রদত্ত ক্ষমতা}}$

বা, $60\% = \frac{\text{লভ্য কার্যকর ক্ষমতা}}{5 \text{ kW}}$

বা, $\frac{60}{100} = \frac{\text{লভ্য কার্যকর ক্ষমতা}}{5 \text{ kW}}$

বা, $0.6 = \frac{\text{লভ্য কার্যকর ক্ষমতা}}{5 \text{ kW}}$

বা, লভ্য কার্যকর ক্ষমতা $= 3 \text{ kW}$

অর্থাৎ একই ক্ষমতার 60% কর্মদক্ষতাসম্পন্ন অপর একটি যন্ত্র ব্যবহার করলে তার কার্যকর ক্ষমতা হবে, $P_1 = 3 \text{ KW}$

উচ্চতা, $h = 10 \text{ m}$

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

পানির ভর, $m = 2000 \text{ kg}$

ট্যাংকটি পূর্ণ করতে নতুন যন্ত্রের t_1 সময় লাগলে,

$$t_1 = \frac{mgh}{P_1}$$

$$\text{বা, } t_1 = \frac{2000 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 10 \text{ m}}{3 \text{ kW}}$$

$$\text{বা, } t_1 = \frac{2000 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 10 \text{ m}}{(3 \times 1000) \text{ W}}$$

$$\therefore t_1 = 65.33 \text{ s}$$

‘গ’ নং থেকে পাই, পূর্বের যন্ত্রটি দ্বারা ট্যাংকটি পূর্ণ করতে সময় লাগে $t = 39.2 \text{ s}$

$$\text{এখন, } t_1 - t = (65.33 - 39.2) \text{ s} = 26.13 \text{ s}$$

অর্থাৎ একই ক্ষমতার 60% কর্মদক্ষতা সম্পন্ন অপর একটি যন্ত্র দ্বারা ট্যাংকটি পূর্ণ করতে সময় পূর্বের চেয়ে 26.13 সেকেন্ড বেশি লাগবে।

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

80% কর্মদক্ষতার একটি বৈদ্যুতিক মোটর 1000 লিটার পানি 30 m উঁচু একটি দালানের ছাদে 2 মিনিটে তুলতে পারে। [1 লিটার পানির ভর 1 kg]

ক. কোনো বস্তুর গতিশক্তি 500 J বলতে

কী বোঝায়? ১

খ. নবায়নযোগ্য শক্তি ব্যবহারের

সুবিধাগুলো লেখ। ২

গ. ইঞ্জিনটি প্রকৃত ক্ষমতা কত? ৩

ঘ. ইঞ্জিনটির কর্মদক্ষতা 85% হলে

উল্লিখিত পানির চেয়ে দ্বিগুণ পানি ঐ

উচ্চতায় তুলতে কত সময় লাগত তা
গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণের মাধ্যমে
নির্ণয় কর।

8

৷৷ ২৪ নং প্রশ্নের উত্তর ৷৷

ক. কোনো বস্তুর গতিশক্তি 500 J বলতে বোঝায় ঐ বস্তুর গতি থামাতে বা গতির দিক পরিবর্তন করতে
হলে 500 J কাজ করতে হবে।

খ. নবায়নযোগ্য শক্তি ব্যবহারের সুবিধাগুলো হলো :

১. এ শক্তির উৎস অফুরন্ত তাই শেষ হওয়ার কোনো আশঙ্কা নেই।
২. অনন্তকাল ধরে এ উৎস থেকে অবিরাম শক্তি পাওয়া যায়।
৩. এ শক্তি ব্যবহার করে বিদ্যুৎ শক্তি বা অন্য কোনো শক্তিতে রূপান্তরের সময় পরিবেশ দূষণ হয়
না।

গ. উদ্দীপক হতে পাই, পানির ভর, $m = 1000$ লিটার

$$= 1000 \text{ kg}$$

$$\text{উচ্চতা, } h = 30 \text{ m}$$

$$\text{সময়, } t = 2 \text{ min} = (2 \times 60) \text{ s} = 120 \text{ s}$$

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

ইঞ্জিনের লভ্য কার্যকর ক্ষমতা P হলে,

আমরা জানি,

$$P = \frac{mgh}{t}$$
$$= \frac{1000 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 30 \text{ m}}{120 \text{ s}} = 2450 \text{ W}$$

$$\therefore \text{ইঞ্জিনটির প্রকৃত ক্ষমতা} = \frac{2450 \times 100}{80} \text{ W}$$
$$= 3062.5 \text{ W}$$

অতএব, ইঞ্জিনটির প্রকৃত ক্ষমতা 3062.5 W।

ঘ. ইঞ্জিনটির প্রকৃত ক্ষমতা = 3062.5 W [‘গ’ হতে]

এখন, কর্মদক্ষতা 85% হলে,

$$\text{লভ্য কার্যকর ক্ষমতা, } P_1 = \frac{3062.5 \times 85}{100} \text{ W}$$

$$= 2603.125 \text{ W}$$

$$\text{পানির ভর, } m_1 = (1000 \times 2) \text{ kg}$$

$$= 2000 \text{ kg}$$

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

এখন, প্রয়োজনীয় সময় P_1 হলে,

$$P_1 = \frac{m_1 gh}{t_1}$$

$$\text{বা, } t_1 = \frac{m_1 gh}{P_1}$$

$$= \frac{2000 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 30 \text{ m}}{2603.125 \text{ W}}$$

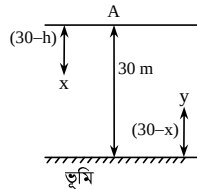
$$= 225.88 \text{ s}$$

$$= 3.765 \text{ min (প্রায়)}$$

অতএব, প্রয়োজনীয় সময় 3.765 মিনিট (প্রায়)।

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

50 KW ক্ষমতার একটি পানির পাম্প ভূমিতে অবস্থিত রিজার্ভার থেকে 30 m উচ্চতায় অবস্থিত ট্যাংকে পানি উত্তোলন করছে।



ক. কর্মদক্ষতা কী?

১

?

খ. একটি বৈদ্যুতিক মোটরের ক্ষমতা 8

kW বলতে কী বোঝ?

২

গ. ৪ মিনিটে পাম্পটি কী পরিমাণ পানি
উত্তোলন করবে? ৩

ঘ. উদ্দীপক অনুসারে দেখাও যে x ও y
উচ্চতায় মোট শক্তি সংরক্ষিত হয়। ৪

▶ ২৫নং প্রশ্নের উত্তর ▶

ক. কর্মদক্ষতা হলো মোট যে কার্যকর শক্তি পাওয়া যায় এবং মোট যে শক্তি দেওয়া হয়েছে তার
অনুপাত।

খ. কোনো বৈদ্যুতিক মোটরের ক্ষমতা ৪ kW বলতে বোঝায় বৈদ্যুতিক মোটরটি প্রতি সেকেন্ডে 8×10^3 J তড়িৎ শক্তি সরবরাহ করে।

গ. উদ্দীপক অনুসারে,

পাম্পের ক্ষমতা, $P = 50 \text{ kW} = 50000 \text{ W}$

সময়, $t = 8 \text{ min} = 8 \times 60 \text{ s} = 480 \text{ s}$

উচ্চতা, $h = 30 \text{ m}$

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

উত্তোলনকৃত পানির ভর, $m = ?$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } P = \frac{mgh}{t}$$

$$\text{বা, } mgh = Pt$$

$$\text{বা, } m = \frac{Pt}{gh}$$

$$= \frac{50000 \text{ W} \times 480 \text{ s}}{9.8 \text{ ms}^{-2} \times 30 \text{ m}}$$

$$\therefore m = 81632.65 \text{ kg}$$

অতএব, উত্তোলনকৃত পানির ভর ৪১৬৩২.৬৫ kg।

ঘ. উদ্দীপক অনুসারে x ও y উচ্চতায় যে মোট শক্তি সংরক্ষিত হয় তা নিচে দেখানো হলো :

মনে করি, m ভরের পানিকে অভিকর্ষের বিরুদ্ধে 30 মিটার উচ্চতায় A বিন্দুতে স্থির অবস্থায় ট্যাংকির মধ্যে রাখা হলো। A অবস্থানে পানির সমস্ত শক্তিই বিভব শক্তি। এখন পানিকে যদি অভিকর্ষের প্রভাবে মুক্তভাবে পড়তে দেওয়া হয় তাহলে পানিতে গতির সম্ভাব্য হবে। অভিকর্ষের প্রভাবে পানি যত ভূমির দিকে পড়বে বেগ তত বৃদ্ধি পাবে অর্থাৎ বিভব শক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হবে।

ধরি, A বিন্দুতে পানির বিভব শক্তি = 30 mg

A বিন্দুতে পানির গতিশক্তি = 0

$\therefore A$ বিন্দুতে পানির মোট শক্তি = 30 mg + 0 = 30 mg

আবার ধরি, পানি অভিকর্ষের প্রভাবে A বিন্দু থেকে h দূরত্ব পার হয়ে x বিন্দুতে পৌঁছল। x বিন্দুতে পানির বিভব শক্তি এবং গতিশক্তি উভয়ই থাকবে কেননা পানি ভূমি থেকে $(30 - h)$ উচ্চতায় গতিশীল রয়েছে।

এখন x বিন্দুতে পানির বিভব শক্তি, $mg(30 - h) = 30 mg - mgh$ এবং x বিন্দুতে পানির গতিশক্তি = $\frac{1}{2}mv^2$

পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে, $v^2 = u^2 + 2gh$

বা, $v^2 = 0 + 2gh$

$\therefore v^2 = 2gh$

$\therefore x$ বিন্দুতে গতিশক্তি = $\frac{1}{2} m \times 2gh = mgh$

সুতরাং, x বিন্দুতে মোট শক্তি = $30mg - mgh + mgh$

= 30 mg

= A বিন্দুতে মোট শক্তি

অনুরূপভাবে, y বিন্দুতে পানির বিভব শক্তি = $30 mg - mgx$

এবং গতিশক্তি = mgx

$\therefore y$ বিন্দুতে মোট শক্তি = $30 mg - mgx + mgx = 30 mg$

অতএব উপরের আলোচনা হতে দেখা যায় যে, x ও y বিন্দুতে শক্তি সংরক্ষিত হয়।

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

40 kg ভরের একজন ব্যক্তি 15 kg ভরের একটি বস্তুসহ প্রতিটি 20 cm উঁচু 25টি সিঁড়ি 10 s এ উঠতে পারেন।

ক. বায়ুকল কী? ১

খ. 40 জুল কাজ বলতে কী বোঝা? ২

গ. উক্ত ব্যক্তির ক্ষমতা নির্ণয় কর। ৩

?

ঘ. 25তম সিঁড়ি থেকে বস্তুটিকে মুক্তভাবে পড়তে দিলে ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে তার সমস্ত বিভবশক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয় কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

▶ ২৬নং প্রশ্নের উত্তর ▶

ক. বায়ু প্রবাহজনিত গতিশক্তিকে যান্ত্রিক বা বিদ্যুৎশক্তিতে রূপান্তর করার যন্ত্রই হলো বায়ুকল।

খ. 40 J কাজ বলতে বোঝায়—

40 N বল প্রয়োগের ফলে বলের দিকে বলের প্রয়োগবিন্দুকে

1 m সরাতে যে কাজ সম্পাদিত হয়।

অথবা, 1 N বল প্রয়োগের ফলে বলের দিকে বলের প্রয়োগবিন্দুকে

40 m সরাতে যে কাজ সম্পাদিত হয়।

গ. উদ্দীপকে হতে পাই, মোট ভর, $m = (40 + 15) \text{ kg} = 65 \text{ kg}$

উচ্চতা, $h = (20 \times 25) \text{ cm} = 500 \text{ cm} = 5 \text{ m}$

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

সময়, $t = 10 \text{ s}$

ক্ষমতা, $P = ?$

আমরা জানি, $P = \frac{mgh}{t}$

$$= \frac{65 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 5 \text{ m}}{10 \text{ s}}$$

$$= 318.5 \text{ W}$$

অতএব, উক্ত ব্যক্তির ক্ষমতা 318.5 W।

ঘ. ভূমি থেকে 25তম সিঁড়ির উচ্চতা, $h = 5 \text{ m}$ [গ নং থেকে]

$$\therefore \text{বস্তুটির ভর, } m = 15 \text{ kg}$$

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

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

$\therefore$ 25তম সিঁড়িতে থাকা অবস্থায় বস্তুটির বিভব শক্তি,

$$E_p = mgh$$

$$= 15 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 5 \text{ m}$$

$$= 735 \text{ J}$$

এখন, বস্তুটির মুক্তভাবে পড়ন্ত অবস্থায় ভূমি স্পর্শ করার পূর্বমুহূর্তে এর বেগ v হলে,

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

$$\text{বা, } v^2 = (0 \text{ ms}^{-1})^2 + 2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 5 \text{ m}$$

$$\therefore v^2 = 98 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$$

$\therefore$ ভূমি স্পর্শ করার পূর্বমুহূর্তে বস্তুটির গতিশক্তি

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

$$= \frac{1}{2} \times 15 \text{ kg} \times 98 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$$

$$= 735 \text{ J}$$

$$\text{এখানে, } E_p = E_k$$

অতএব, 25তম সিঁড়ি থেকে বস্তুটিকে মুক্তভাবে পড়তে দিলে ভূমি স্পর্শ করার পূর্বমুহূর্তে তার সমস্ত বিভব শক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হবে।

 নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

10 kW ক্ষমতার একটি ইঞ্জিন 1500 kg পানি 10 m উচ্চতায় 1 মিনিটে তুলতে পারে।

?

- ক. জলবিদ্যুৎ উৎপাদনে কোন শক্তিকে
কাজে লাগানো হয়? ১
- খ. ওঠানো পানির বিভব শক্তি কত হবে? ২
- গ. ইঞ্জিনের লভ্য কার্যকর ক্ষমতা কত
হবে? ৩
- ঘ. ইঞ্জিনের কার্যদক্ষতা বিশ্লেষণপূর্বক
প্রদত্ত ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা নির্ণয় কর।

৪

▶◀ ২৭নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. জলবিদ্যুৎ উৎপাদনে পানির বিভব শক্তিকে কাজে লাগানো হয়।

খ. উদ্দীপকে হতে পাই,

পানির ভর, $m = 1500 \text{ kg}$

উচ্চতা, $h = 10 \text{ m}$

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

বিভব শক্তি, $E_p = ?$

আমরা জানি, $E_p = mgh$

$$= 1500 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 10 \text{ m}$$

$$= 14.7 \times 10^4 \text{ J}$$

$\therefore$ ওঠানো পানির বিভব শক্তি $14.7 \times 10^4 \text{ J}$ ।

গ. ধরি, ইঞ্জিনটির লভ্য কার্যকর ক্ষমতা, P

এখানে, ইঞ্জিনের প্রয়োজনীয় সময়, $t = 1 \text{ মিনিট} = 60 \text{ s}$

$\therefore$ ইঞ্জিনটির লভ্য কার্যকর শক্তি $= mgh$

আমরা জানি, $P = \frac{mgh}{t}$

$$= \frac{14.7 \times 10^4 \text{ J}}{60 \text{ s}} \text{ [গ নং থেকে } mgh = 14.7 \times 10^4 \text{ J]}$$

$$= 2450W$$

অতএব, ইঞ্জিনটির লভ্য কার্যকর ক্ষমতা 2450 W।

ঘ. কোনো যন্ত্রের কর্মদক্ষতা বলতে বোঝায়, যন্ত্রে যে পরিমাণ শক্তি প্রদান করা হয় তার কত অংশ কার্যকর শক্তি হিসেবে পাওয়া যায়। সুতরাং, কর্মদক্ষতা বলতে মোট যে কার্যকর শক্তি পাওয়া যায় এবং মোট যে শক্তি দেওয়া হয়েছে তার অনুপাতকে বোঝায়। একে সাধারণত শতকরা হিসেবে প্রকাশ করা হয়।

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

আবার, কর্মদক্ষতাকে লভ্য কার্যকর ক্ষমতা ও মোট ক্ষমতার অনুপাতরূপেও প্রকাশ করা যায় অর্থাৎ,

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

এখানে, ইঞ্জিনটি মোট প্রদত্ত ক্ষমতা = 10 KW

$$= 10 \times 10^3 W$$

লভ্য কার্যকর ক্ষমতা = 2450 W

$$\therefore \text{ইঞ্জিনটির কর্মদক্ষতা, } \eta = \frac{2450}{10 \times 10^3} \times 100\%$$

$$= 24.5\%$$

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

বাবুল সাহেবের রিজার্ভ ট্যাংক থেকে ছাদের দূরত্ব 50 m। তিনি যে পাম্পটি চালান সেটি 1.5 মিনিটে 1600 লিটার পানি ওঠাতে পারে। পরে তিনি 22 kW ক্ষমতার পাম্প ব্যবহার করেন যা 75 সেকেন্ডেই ঐ পরিমাণ পানি ওঠাতে পারে। পরে আরেকটি 24 kW ক্ষমতার পাম্প কিনলেন যা ঐ সময়েই 1800 লিটার পানি ওঠাতে পারে।

- | | | |
|----------|---|---|
| ? | ক. কাজের মাত্রা সমীকরণ কী? | ১ |
| | খ. বস্তুর উপর কীভাবে বিভব শক্তি নির্ভর করে? | ২ |
| | গ. বাবুল সাহেবের প্রথম পাম্পের ক্ষমতা নির্ণয় কর। | ৩ |

ঘ. বাবুল সাহেবের ব্যবহারকৃত ২য় ও ৩য়
পাম্প দ্বারা একই সময়ে একই
উচ্চতায় উত্তোলনকৃত পানির পরিমাণ
ভিন্ন। কোন পাম্পটির ব্যবহার তার
জন্য সুবিধাজনক— গাণিতিক
বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। 8

৷ ২৮নং প্রশ্নের উত্তর ৷

ক. কাজের মাত্রা সমীকরণ হলো $[ML^2T^{-2}]$ ।

খ. কোনো বস্তুর উচ্চতা যত বেশি হবে ঐ বস্তুর বিভব শক্তিও তত বেশি হবে।

মনে করি, m ভরের কোনো বস্তু ভূপৃষ্ঠ থেকে h উচ্চতায় থাকলে বিভব শক্তি $E_p = mgh$ হবে।
সুতরাং ভূপৃষ্ঠ থেকে বস্তুর উচ্চতা বৃদ্ধির সাথে সাথে বিভব শক্তিও বৃদ্ধি পাবে।

গ. উদ্দীপক হতে পাই,

উচ্চতা, $h = 50 \text{ m}$

সময়, $t = 1.5 \text{ min} = (1.5 \times 60) = 90 \text{ s}$

পানির ভর, $m = 1600 \text{ litre}$

$= 1600 \text{ kg}$

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

বাবুল সাহেবের প্রথম পাম্পের ক্ষেত্রে,

ধরি, ১ম পাম্পের ক্ষমতা, P_1

$$P_1 = \frac{W}{t}$$

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

$$= \frac{1600 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 50 \text{ m}}{90 \text{ s}}$$

$$= 8711.11 \text{ W}$$

$$= 8.71 \text{ kW}$$

অতএব, বাবুল সাহেবের ১ম পাম্পের ক্ষমতা 8.71 kW।

ঘ. ২য় পাম্পটির ক্ষমতা, $P = 22 \text{ kW}$

পানির ভর, $m = 1600 \text{ litre} = 1600 \text{ kg}$

উচ্চতা, $h = 50 \text{ m}$

সময়, $t_2 = 75 \text{ s}$

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

বাবুল সাহেবের দ্বিতীয় পাম্পের ক্ষেত্রে,

২য় পাম্পটির লভ্য কার্যকর ক্ষমতা,

$$\begin{aligned} P_2 &= \frac{mgh}{t_2} \\ &= \frac{mgh}{t} \\ &= \frac{1600 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 50 \text{ m}}{75 \text{ s}} \\ &= 10453.33 \text{ W} \\ &= 10.45 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{কর্মদক্ষতা, } \eta_2 = \frac{\text{লভ্য কার্যকর ক্ষমতা}}{\text{মোট প্রাপ্ত ক্ষমতা}}$$

$$\text{বা, } \eta_2 = \frac{P_2}{P}$$

$$\text{বা, } \eta_2 = \frac{10.45 \text{ kW}}{22 \text{ kW}}$$

$$\text{বা, } \eta_2 = 0.475$$

$$\therefore \eta_2 = 47.5\%$$

৩য় পাম্পের ক্ষেত্রে,

ক্ষমতা, $P = 24 \text{ kW}$

পানির ভর, $m = 1800 \text{ L} = 1800 \text{ kg}$

উচ্চতা, $h = 50 \text{ m}$

সময়, $t_3 = 75 \text{ s}$

৩য় পাম্পটির লভ্য কার্যকর ক্ষমতা

$$P_3 = \frac{mgh}{t_3}$$

$$\text{বা, } P_3 = \frac{1800 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 50 \text{ m}}{75 \text{ s}}$$

$$= 11760 \text{ W}$$

$$= 11.76 \text{ kW}$$

$$\eta_3 = \frac{P_3}{P} \times 100\% = \frac{11.76 \text{ kW}}{24 \text{ kW}} \times 100\% = 49\%$$

যেহেতু $\eta_3 > \eta_2$ সেহেতু ৩য় পাম্পটি ব্যবহার করা বাবুল সাহেবের জন্য সুবিধাজনক।

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

60 m উচ্চতার একটি ছাদ হতে 500 g ভরের একটি বস্তুকে মুক্তভাবে নিচে পড়তে দেওয়া হলো। একই সময়ে একই সরলরেখায় ভূমি থেকে অপর একটি বস্তুকে 30 ms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো।

ক. নবায়নযোগ্য শক্তির প্রধান সুবিধা কী?

১

খ. শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতিটি ব্যাখ্যা কর।

২

গ. 20 m উচ্চতায় পড়ন্ত বস্তুর বিভব শক্তি এর গতিশক্তির কতগুণ হবে—
নির্ণয় কর।

৩

ঘ. বস্তুর কত সময় পর এবং কত উচ্চতায় মিলিত হবে— গাণিতিক বিশ্লেষণ কর।

৪

▶ ২৯নং প্রশ্নের উত্তর ▶

ক. নবায়নযোগ্য শক্তির প্রধান সুবিধা হচ্ছে— এ উৎস শেষ হয়ে যাওয়ার আশঙ্কা নেই।

খ. শক্তির সৃষ্টি বা বিনাশ নেই, শক্তি কেবল একরূপ থেকে অপর এক বা একাধিকরূপে পরিবর্তিত হতে পারে। মহাবিশ্বের মোট শক্তির পরিমাণ নির্দিষ্ট ও অপরিবর্তনীয়।

শক্তি একরূপ থেকে অন্যরূপে পরিবর্তিত হওয়ার ফলে শক্তির কোনো ক্ষয় হয় না। এক বস্তু যে পরিমাণ শক্তি হারায় অপর বস্তুটি ঠিক সেই পরিমাণ শক্তি লাভ করে। এতে শক্তি ভাঙারের কোনো তারতম্য ঘটে না। এটিই শক্তির সংরক্ষণশীলতা।

গ. ধরি, পড়ন্ত বস্তুর বিভব শক্তি, E_p এবং পড়ন্ত বস্তুর গতিশক্তি, E_k
উদ্দীপক হতে,

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

$$\text{বস্তুর প্রাথমিক উচ্চতা} = 60 \text{ m}$$

$$\text{ভূমি হতে পড়ন্ত বস্তুর দূরত্ব, } h_1 = 60 \text{ m} - 20 \text{ m} = 40 \text{ m}$$

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

$$\begin{aligned}\text{বস্তুর বিভব শক্তি, } E_p &= mgh \\ &= 0.5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 20 \text{ m} \\ &= 98 \text{ J}\end{aligned}$$

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

$$\text{আবার, } v^2 = u^2 + 2gh_1$$

$$\text{বা, } v^2 = 2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 40 \text{ m} \quad [\because \text{আদিবেগ, } u = 0]$$

$$\therefore v^2 = 784 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$$

$$\begin{aligned}\therefore \text{গতিশক্তি, } E_k &= \frac{1}{2} \times 0.5 \text{ kg} \times 784 \text{ m}^2\text{s}^{-2} \\ &= 196 \text{ J}\end{aligned}$$

$$\text{এখন, } \frac{E_k}{E_p} = \frac{196 \text{ J}}{98 \text{ J}}$$

$$\text{বা, } \frac{E_k}{E_p} = \frac{1}{2}$$

$$\therefore E_p = \frac{1}{2} E_k$$

অর্থাৎ, 20 m উচ্চতায় পড়ন্ত বস্তুর বিভব শক্তি এর গতিশক্তির অর্ধেক হবে।

ঘ. মনে করি, t সময় পর h উচ্চতায় পড়ন্ত বস্তু ও নিষ্কিণ্ড বস্তু মিলিত হবে।

পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে, আদিবেগ, $u = 0$

উচ্চতা, $h_2 = (60 - h) \text{ m}$

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

আমরা জানি,

$$h_2 = u_2t + \frac{1}{2}gt^2$$

$$\text{বা, } (60 - h)m = 0 + \frac{1}{2} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \cdot t^2$$

$$\text{বা, } 4.9 t^2 = (60 - h) \dots\dots\dots (i)$$

নিষ্কিণ্ড বস্তুর ক্ষেত্রে, আদিবেগ, $u_3 = 30 \text{ ms}^{-1}$

উচ্চতা, $h_3 = h \text{ m}$

$$\text{আমরা জানি, } h_3 = u_3t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$\text{বা, } h = 30 \text{ ms}^{-1} \times t - \frac{1}{2} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times t^2$$

$$\text{বা, } 4.9t^2 = 30t - h \dots\dots\dots(ii)$$

(i) নং ও (ii) নং সমীকরণ হতে পাই,

$$60 - h = 30t - h$$

$$\text{বা, } 60 - h + h = 30t$$

$$\text{বা, } 30t = 60$$

$$\therefore t = 2 \text{ s}$$

t এর মান (i) নং সমীকরণে বসিয়ে পাই,

$$4.9 \times (2)^2 = (60 - h)$$

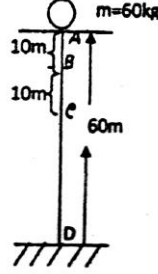
$$\text{বা, } 60 - h = 19.6$$

$$\text{বা, } h = 60 - 19.6$$

$$\therefore h = 40.4 \text{ m}$$

অতএব, উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে বলা যায়, নিক্ষেপের 2 s পর 40.4 m উচ্চতায় পড়ন্ত ও নিক্ষিপ্ত বস্তু মিলিত হবে।

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. নিউক্লীয় বিক্রিয়ায় এক টন ইউরেনিয়াম থেকে কী পরিমাণ শক্তি পাওয়া যায়? ১

খ. যান্ত্রিক শক্তিকে কীভাবে অন্য শক্তিতে রূপান্তর করা যায়? ২

? গ. C বিন্দুতে বস্তুটির গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩

ঘ. B বিন্দুতে বস্তুটির মোট শক্তি নির্ণয় কর। ৪

১৭ ৩০নং প্রশ্নের উত্তর ১৭

ক. নিউক্লীয় বিক্রিয়ায় এক টন ইউরেনিয়াম থেকে দশ লক্ষ টন কয়লা পুড়িয়ে পাওয়া শক্তির সমান শক্তি পাওয়া যায়।

খ. যান্ত্রিক শক্তিকে বিভিন্নভাবে অন্য শক্তিতে রূপান্তর করা যায়। যেমন : হাতে হাত ঘষলে তাপ উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে যান্ত্রিক শক্তি তাপ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। পানি যখন পাহাড় পর্বতের উপরে থাকে তখন তাতে বিভব শক্তি সঞ্চিত থাকে। এ পানি যখন ঝরনা বা নদীরূপে উপর থেকে নিচে নেমে

আসে তখন বিভব শক্তি গতিশক্তিতে পরিণত হয়। এ পানি প্রবাহের সাহায্যে চাকা ঘুরিয়ে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয়। এভাবে যান্ত্রিক শক্তি তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

গ. এখানে,

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

বস্তুর ভর, $m = 60 \text{ kg}$

A থেকে C এর দূরত্ব, $h = 10 \text{ m} + 10 \text{ m} = 20 \text{ m}$

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

এখন, C বিন্দুতে বস্তুটির বেগ v হলে,

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

$$\text{বা, } v^2 = 0 + 2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 20 \text{ m}$$

$$\therefore v^2 = 392 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$$

আবার, C বিন্দুতে বস্তুর গতিশক্তি,

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

$$= \frac{1}{2} \times 60 \text{ kg} \times 392 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$$

$$= 11760 \text{ J}$$

অতএব, C বিন্দুতে বস্তুটির গতিশক্তি 11760 J।

ঘ. এখানে, ভূমি থেকে B বিন্দুর উচ্চতা, $h = (60 - 10) \text{ m}$

$$= 50 \text{ m}$$

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

বস্তুর ভর, $m = 60 \text{ kg}$

$\therefore$ B বিন্দুতে বস্তুর বিভব শক্তি,

$$E_p = mgh$$

$$= 60 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 50 \text{ m}$$

$$= 29400 \text{ J}$$

আবার, B বিন্দুতে বস্তুটির বেগ v হলে,

$$v^2 = 0 + 2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 10 \text{ m}$$

$$\therefore v^2 = 196 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$$

এখন B বিন্দুতে বস্তুটির গতিশক্তি,

$$E_k = \frac{1}{2} \times 60 \text{ kg} \times 196 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$$

$$= 5880 \text{ J}$$

$\therefore$ B বিন্দুতে বস্তুটির মোট শক্তি

$$E = E_p + E_k$$

$$= 29400 \text{ J} + 5880 \text{ J}$$

$$= 35280 \text{ J}$$

অতএব, B বিন্দুতে বস্তুটির মোট শক্তি 35280 J।