

মূল বইয়ের অতিরিক্ত অংশ

চতুর্থ অধ্যায়: কাজ, ক্ষমতা ও শক্তি



পরীক্ষায় কমন পেতে আরও প্রশ্নোত্তর

প্রশ্ন ১ একটি 1.5 HP ক্ষমতার ইঞ্জিন দ্বারা 20 m উচ্চতায় অবস্থিত 2000 লিটার ধারণ ক্ষমতাসম্পন্ন ট্যাংক 30 মিনিটে পূর্ণ করতে পারে। 2 HP ক্ষমতার একটি ইঞ্জিন দ্বারা 3000 kg ইট ঐ উচ্চতায় 25 মিনিটে তুলতে পারে।

◀ শিখনফল-২ ও ১২/টা. বো. ২০১৬/

- ক. পীড়ন কাকে বলে? ১
খ. বিভবশক্তি বলতে কী বুঝায়? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. প্রথম ইঞ্জিন দ্বারা কৃত কাজ নির্ণয় কর। ৩
ঘ. ইঞ্জিনদ্বয়ের কর্মক্ষমতার অনুপাত গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বস্তুর ভিতর একক ক্ষেত্রফলে লম্বভাবে উদ্ভূত বিকৃতি প্রতিরোধকারী বলকে পীড়ন বলে।

খ স্বাভাবিক অবস্থা বা অবস্থান থেকে পরিবর্তন করে কোনো বস্তুকে অন্য কোনো অবস্থা বা অবস্থানে আনলে বস্তু কাজ করার যে সামর্থ্য অর্জন করে তাকে বিভবশক্তি বলে। বিভব শক্তিকে V দ্বারা প্রকাশ করা হয়। বিভব শক্তি বিভিন্ন প্রকারের হয়। যেমন: যান্ত্রিক, অভিকর্ষজ, স্থিতিস্থাপক, তাড়িত চৌম্বক প্রভৃতি। উদাহরণস্বরূপ: পৃথিবী পৃষ্ঠ থেকে m ভরের কোনো বস্তু h উচ্চতায় অবস্থান করলে উক্ত বস্তুর মধ্যে সঞ্চিত অভিকর্ষজ বিভবশক্তি, $V = mgh$ ।

গ উদ্দীপক হতে পাই,

১ম ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে, উচ্চতা, $h = 20m$

পানির ভর, $m = 2000$ লিটার পানির ভর = 2000kg

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

কৃতকাজ, $W = ?$

আমরা জানি,

$$W = mgh \\ = 2000 \times 9.8 \times 20 = 3.92 \times 10^5 \text{ J (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

১ম ইঞ্জিনের কার্যকর সময়, $t_1 = 30$ মিনিট

$$= 30 \times 60 \text{ s} = 1800\text{s}$$

১ম ইঞ্জিনের ক্ষমতা, $P_1' = 1.5 \text{ HP}$

‘গ’ অংশ হতে পাই, ১ম ইঞ্জিন দ্বারা কৃতকাজ,

$$W = 3.92 \times 10^5 \text{ J}$$

১ম ইঞ্জিনের কার্যকর ক্ষমতা,

$$P_1 = \frac{W}{t_1} = \frac{3.92 \times 10^5 \text{ J}}{1800 \text{ s}} \\ = 217.78 \text{ W} \\ = 0.29 \text{ HP}$$

$$\therefore \text{১ম ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা, } \eta_1 = \frac{P_1}{P_1'} \times 100\% = \frac{0.29}{1.5} \times 100\% \\ = 19.33\%$$

২য় ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে,

ক্ষমতা, $P_2' = 2 \text{ HP}$

ইটের ভর, $m = 3000 \text{ kg}$

উচ্চতা, $h = 20 \text{ m}$

সময়, $t_2 = 25 \times 60 = 1500 \text{ s}$

\therefore ২য় ইঞ্জিনের কার্যকর ক্ষমতা P_2 হলে,

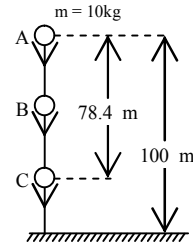
$$P_2 = \frac{mgh}{t_2} = \frac{3000 \times 9.8 \times 20}{1500} \\ = 392 \text{ W} = 0.525 \text{ HP}$$

$$\therefore \text{২য় ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা, } \eta_2 = \frac{P_2}{P_2'} \times 100\% = \frac{0.525}{2} \times 100\% \\ = 26.25\%$$

$$\therefore \frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{19.33\%}{26.25\%} = 0.736$$

অতএব, ইঞ্জিনদ্বয়ের কর্মদক্ষতার অনুপাত, $0.736 : 1$ ।

প্রশ্ন ২



চিত্রে বস্তুটি A বিন্দু হতে ভূমির দিকে পড়ছে। ◀ শিখনফল-৬/রা. বো. -২০১৬/

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

২ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ কোনো বস্তুকে ভূ-পৃষ্ঠ থেকে উপরে তোলা হলে তার মধ্যে বিভব শক্তি জমা হয়। বস্তুটিকে উপরে তোলার জন্য অভিকর্ষের বিরুদ্ধে যে পরিমাণ কাজ করতে হয়, বস্তুটির মধ্যে ঠিক সেই পরিমাণ বিভব শক্তি জমা হয়। এখন, বস্তুর ভর যতো বেশি হবে তার ওজন ততো বেশি হবে। ফলে বস্তুটিকে উপরে তোলার জন্য অভিকর্ষের বিরুদ্ধে বেশি পরিমাণ কাজ করতে হবে এবং বস্তুটির মধ্যে বেশি বিভব শক্তি জমা হবে। আবার, উচ্চতা বেশি হলেও বেশি পরিমাণ কাজ করতে হবে। ফলে বেশি বিভব শক্তি বস্তুটির মধ্যে জমা হবে। বিপরীতক্রমে, ভর ও উচ্চতা কম হলে কম কাজ করতে হবে। ফলে কম বিভবশক্তি বস্তুটির মধ্যে জমা হবে। সুতরাং বিভব শক্তি বস্তুর ভর এবং ভূ-পৃষ্ঠ থেকে বস্তুটির অবস্থানের উচ্চতা এই দুটি বিষয়ের উপর নির্ভর করে।

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

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

A থেকে C বিন্দুর দূরত্ব, $h = 78.4 \text{ m}$

A থেকে C বিন্দুতে আসতে প্রয়োজনীয় সময়, $t = ?$

আমরা জানি,

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

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

$$\text{বা, } 4.9t^2 = 78.4$$

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

$$\text{বা, } t^2 = 16$$

$$\therefore t = 4\text{s (Ans.)}$$

ঘ A বিন্দুতে বস্তুর বিভবশক্তি, $V_1 = mgh$

$$= 10 \times 9.8 \times 100$$

$$= 9800 \text{ J}$$

A বিন্দুতে বস্তুর বেগ শূন্য।

$$\therefore \text{A বিন্দুতে বস্তুর গতিশক্তি, } T_1 = \frac{1}{2} \times m \times (0)^2 = 0 \text{ J}$$

$$\therefore \text{A বিন্দুতে মোট শক্তি, } E_1 = V_1 + T_1$$

$$= 9800 + 0$$

$$= 9800 \text{ J}$$

$$\text{C বিন্দুতে বিভবশক্তি, } V_2 = mg(100 - 78.4)$$

$$= 10 \times 9.8 \times 21.6$$

$$= 2116.8 \text{ J}$$

$$\text{C বিন্দুতে গতিশক্তি, } T_2 = \frac{1}{2}mv^2$$

$$= \frac{1}{2}m(u^2 + 2g \times 78.4)$$

$$= \frac{1}{2} \times 10(0 + 2 \times 9.8 \times 78.4)$$

$$= \frac{1}{2} \times 10 \times 2 \times 9.8 \times 78.4$$

$$= 7683.2 \text{ J}$$

$$\therefore \text{C বিন্দুতে মোট শক্তি, } E_2 = V_2 + T_2$$

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

$$= 9800\text{J}$$

গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যাচ্ছে, $E_1 = E_2$

সুতরাং, "A ও C বিন্দুতে বস্তুটির মোট শক্তির পরিমাণ অপরিবর্তনীয়"—
উক্তিটি যথার্থ।

প্রশ্ন ৩ জনি ও রনির ভর যথাক্রমে 40kg ও 50kg। প্রতিটি 20cm
উঁচু 20টি সিঁড়ি অতিক্রম করতে জনি ও রনি সময় নেয় যথাক্রমে 10s
এবং 18s। [অভিকর্ষজ ত্বরণ $g = 9.81\text{ms}^{-2}$]

◀ শিখনফল-২ ও ১১ / দি. বো. -২০১৬/

- ক. কর্মদক্ষতা কাকে বলে? ১
- খ. জীবাশ্ম জ্বালানির বিকল্প জ্বালানি অনুসন্ধান জরুরি কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. জনির কৃতকাজ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. রনির কৃতকাজ বেশি হলেও জনির ক্ষমতা বেশি—
গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ মানুষের শক্তির চাহিদা দিন দিন বাড়ছে। পৃথিবীর বর্তমান ভৌত অবস্থায় নতুন করে জীবাশ্ম জ্বালানি বৃদ্ধি করা সম্ভব নয়। ফলে ক্রম বর্ধমান চাহিদার যোগান দিতে গিয়ে জীবাশ্ম জ্বালানি একদিন শেষ হয়ে যাবে। ফলে বিকল্প উৎসের দিকে ঝুঁকছে মানুষ। যেমন, সৌরশক্তি। যতদিন পৃথিবী সূর্যের আলো পেতে থাকবে ততদিন সৌরশক্তি থাকবে। একারণে জীবাশ্ম জ্বালানির বিকল্প জ্বালানি অনুসন্ধান জরুরি।

গ দেওয়া আছে,

জনির ভর, $m = 40 \text{ kg}$

সিঁড়ির মোট উচ্চতা, $h = 20 \times 20 \text{ cm}$

$$= 400\text{cm} = 4\text{m}$$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.81 \text{ ms}^{-2}$

জনির কৃতকাজ, $W = ?$

আমরা জানি, $W = mgh$

$$= 40 \times 9.81 \times 4$$

$$= 1569.6 \text{ J (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে,

রনির ভর, $m = 50\text{kg}$

সিঁড়ির মোট উচ্চতা, $h = 4\text{m}$ [‘গ’ হতে]

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.81\text{ms}^{-2}$

সিঁড়ি অতিক্রম করতে জনির সময়, $t = 10\text{s}$

সিঁড়ি অতিক্রম করতে রনির সময়, $t_1 = 18\text{s}$

‘গ’ অংশ হতে পাই, জনির কৃতকাজ, $W = 1569.6\text{J}$

রনির কৃতকাজ, $W_1 = mgh$

$$= 50 \times 9.81 \times 4$$

$$= 1962\text{J}$$

$$\text{জনির ক্ষমতা, } P = \frac{W}{t} = \frac{1569.6}{10} = 156.96 \text{ watt}$$

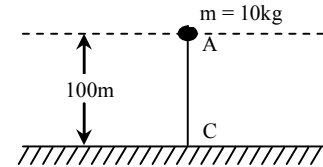
$$\text{রনির ক্ষমতা, } P_1 = \frac{W_1}{t_1} = \frac{1962}{18} = 109 \text{ watt}$$

গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখা যায়,

$$W_1 > W \text{ কিন্তু } P > P_1$$

অতএব, রনির কৃতকাজ বেশি হলেও জনির ক্ষমতা বেশি।

প্রশ্ন ৪



◀ শিখনফল-৩ / চি. বো. ২০১৬/

- ক. কাজ কাকে বলে? ১
- খ. বলের বিরুদ্ধে কাজ বলতে কী বুঝায়? ২
- গ. A বিন্দু থেকে বস্তুটিকে ছেড়ে দিলে এটি কত বেগে C বিন্দুতে
নেমে আসবে? ৩
- ঘ. ভূপৃষ্ঠ থেকে কত উচ্চতায় বিভব শক্তি ও গতি শক্তি সমান
হবে— গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল এবং বলের দিকে বস্তুর সরণের গুণফলকে কাজ বলে।

খ যদি বল প্রয়োগের ফলে বস্তু বলের বিপরীত দিকে সরে যায় তাহলে প্রযুক্ত বল ও অতিক্রান্ত দূরত্বের গুণফলকে বলের বিরুদ্ধে কাজ বলে। একটি ডাস্টার যদি মেঝে থেকে টেবিলের উপর উঠানো হয় তাহলে অভিকর্ষ বল যে দিকে ক্রিয়া করে সরণ তার বিপরীত দিকে হয়। এক্ষেত্রে অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কাজ হয়।

গ উদ্দীপক হতে পাই, আদিবেগ, $u = 0 \text{ ms}^{-1}$

উচ্চতা, $h = 100 \text{ m}$

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

ভূমিতে আঘাত করার সময় বেগ, $v = ?$

আমরা জানি,

$$v^2 = u^2 + 2gh = 0 + 2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 100 \text{ m} = 1960 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$$

$\therefore v = \sqrt{1960 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}} = 44.27 \text{ m s}^{-1}$ (Ans.)

ঘ মনে করি,

ভূ-পৃষ্ঠ থেকে x উচ্চতায় B বিন্দুতে বিভব শক্তি ও গতিশক্তি সমান হবে।

B বিন্দুতে বিভব শক্তি, $V = mgx$

এবং গতিশক্তি, $T = \frac{1}{2}mv^2$

$$= \frac{1}{2}m \{u^2 + 2g(100 - x)\}$$

$$= \frac{1}{2}m \times 2g(100 - x)$$

$$= mg(100 - x)$$

প্রশ্নমতে,

$$V = T$$

বা, $mgx = mg(100 - x)$

বা, $x = 100 - x$

বা, $x + x = 100$

বা, $2x = 100$

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

অতএব, ভূ-পৃষ্ঠ হতে 50 m উচ্চতায় বিভব শক্তি ও গতিশক্তি সমান হবে।

প্রশ্ন ৫ 150 kW এর একটি তড়িৎ মোটর 1000kg পানি 0.5 মিনিটে 300m উঁচু ছাদে উঠাতে পারে। ◀শিখনফল-১২/সি. বো. ২০১৬/

- ক. বিভব শক্তি কাকে বলে? ১
- খ. অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ ও অনুপ্রস্থ তরঙ্গের মধ্যে পার্থক্য লিখ। ২
- গ. মোটরটির কর্মদক্ষতা নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. কর্মদক্ষতা 75% হলে উল্লিখিত সময়ে মোটরটির ব্যয়িত শক্তির পরিমাণ গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ ও অনুপ্রস্থ তরঙ্গের পার্থক্য:

অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ	অনুপ্রস্থ তরঙ্গ
i. যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমান্তরালে অগ্রসর হয়, তা-ই অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।	i. যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমকোণে অগ্রসর হয়, তা-ই অনুপ্রস্থ তরঙ্গ।
ii. সংকোচন ও প্রসারণের মাধ্যমে তরঙ্গ সংশ্লিষ্ট হয়।	ii. মাধ্যমে তরঙ্গশীর্ষ ও তরঙ্গপাদ উৎপন্ন করে সংশ্লিষ্ট হয়।
iii. একটি সংকোচন ও একটি প্রসারণ নিয়ে তরঙ্গদৈর্ঘ্য গঠিত।	iii. একটি তরঙ্গশীর্ষ ও একটি তরঙ্গপাদ নিয়ে তরঙ্গদৈর্ঘ্য গঠিত।

গ [বি.দ্র. বোর্ড প্রশ্নে প্রদত্ত ক্ষমতার মান 15 kW দেওয়া আছে যা কার্যকর/লভ্য ক্ষমতার চেয়ে কম, তাই প্রদত্ত ক্ষমতা 150 kW ধরে সমাধান করা হলো]

ছাদে পানি উঠাতে লভ্য

কার্যকর শক্তি E হলে,

$$V = \text{পানির বিভবশক্তি} = mgh$$

$$= 1000 \times 9.8 \times 300$$

$$= 2940000 \text{ J}$$

\therefore লভ্য কার্যকর ক্ষমতা,

$$P_0 = \frac{\text{লভ্য কার্যকর শক্তি}}{\text{সময়}}$$

$$= \frac{V}{t} = \frac{2940000}{30}$$

$$= 98000 \text{ W}$$

এখানে,

মোটরের প্রদত্ত ক্ষমতা,

$$P_i = 150 \text{ kW}$$

$$= 150000 \text{ W}$$

পানির ভর, $m = 1000 \text{ kg}$

ছাদের উচ্চতা, $h = 300 \text{ m}$

উত্তোলনের সময়, $t = 0.5 \text{ min}$

$$= 0.5 \times 60 \text{ s}$$

$$= 30 \text{ s}$$

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

মোটরের কর্মদক্ষতা, $\eta = ?$

সুতরাং মোটরটির কর্মদক্ষতা,

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

$$= \frac{P_0}{P_i} \times 100\% = \frac{98000}{150000} \times 100\%$$

$$= 65.33\% \text{ (Ans.)}$$

ঘ 'গ' নং হতে পাই, মোটরটির লভ্য কার্যকর ক্ষমতা,

$$P_0 = 98000 \text{ W}$$

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, কর্মদক্ষতা, $\eta = 75\% = 0.75$

ধরা যাক, মোটরটির প্রদত্ত ক্ষমতা = P_i

তাহলে, $\eta = \frac{P_0}{P_i}$

বা, $P_i = \frac{P_0}{\eta}$

$$= \frac{98000}{0.75} = 130666.67 \text{ W}$$

যেহেতু, মোটরটি $t = 30 \text{ s}$ সময়ে উক্ত কাজ করে তাই,

মোটরটির ব্যয়িত শক্তি = মোট প্রদত্ত শক্তি, $E_i = \text{প্রদত্ত ক্ষমতা} \times \text{সময়}$

$$= P_i \times t$$

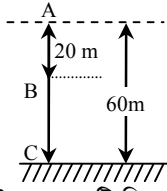
$$= 130666.67 \times 30$$

$$= 3920000 \text{ J}$$

$$= 3920 \text{ kJ}$$

অর্থাৎ, কর্মদক্ষতা 75% হলে উল্লিখিত সময়ে মোটরটির ব্যয়িত শক্তির পরিমাণ হবে 3920 kJ।

প্রশ্ন ৬



একটি 60m উচ্চতা বিশিষ্ট ভবনে 10টি সিমেন্টের বস্তা কারণে লিফটে উঠানোর সময় 60m উচ্চতায় লিফটের তার ছিঁড়ে মুক্তভাবে নিচে পড়তে থাকল। শুধু কারণে লিফটের ভর 50kg। ◀শিখনফল-৬ ও ১০/য. বো. ২০১৬/

- ক. গতিশক্তি কাকে বলে? ১
খ. বল প্রয়োগ করলে সকল ক্ষেত্রে কাজ সমান হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. উদ্দীপকের সিমেন্টের বস্তাসহ কারণে লিফটের মোট ভর 550kg হলে B পয়েন্টে মোট শক্তি কত? ৩
ঘ. B পয়েন্টে নামার সময় দুইটি সিমেন্টের বস্তা কারণে লিফট থেকে ছিটকে আলাদা হলে B পয়েন্টে কারণে লিফটসহ সিমেন্টের বস্তার মোট শক্তির শতকরা কত পরিবর্তন হবে গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ আমরা জানি, কাজ = বল × বলের দিকে অতিক্রান্ত দূরত্ব (সরণ)। যদি বস্তুর ওপর বল প্রয়োগের ফলে সরণ শূন্য হয় তবে কৃতকাজ শূন্য হবে। আবার বল প্রয়োগে বস্তুর সরণ বলের বিপরীত হলে কৃতকাজ ঋণাত্মক কিন্তু বলের দিকে সরণ ঘটলে কৃতকাজ ধনাত্মক। তাই বল প্রয়োগে সকল ক্ষেত্রে কৃতকাজ সমান হয় না।

গ 10 বস্তা সিমেন্টসহ লিফটের ভর, $m = 550 \text{ kg}$

A বিন্দুর উচ্চতা, $h = 60 \text{ m}$

সুতরাং A বিন্দুতে 10 বস্তা সিমেন্টসহ লিফটের বিভব শক্তি,

$$V_A = mgh = 550 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 60 \text{ m} = 323400 \text{ J}$$

A বিন্দুতে লিফটটি স্থির ছিল সুতরাং গতিশক্তি, $T_A = 0$

সুতরাং A বিন্দুতে 10 বস্তা সিমেন্টসহ লিফটের মোট শক্তি,

$$E_A = V_A + T_A = 323400 \text{ J}$$

B বিন্দুতে লিফটের বিভব শক্তি ও গতিশক্তি উভয়ই থাকবে কিন্তু শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি অনুসারে মোট শক্তি একই থাকবে। সুতরাং B বিন্দুতে 10 বস্তা সিমেন্টসহ লিফটের মোট শক্তি হবে, $E_B = 323400 \text{ J}$ (Ans.)

ঘ B বিন্দুতে 10 বস্তা সিমেন্টসহ লিফটের মোট শক্তি হবে, $E_B = 323400 \text{ J}$ [‘গ’ হতে পাই]

10 বস্তা সিমেন্ট + লিফটের ভর = 550 kg

লিফটের ভর = 50 kg

সুতরাং 10 বস্তা সিমেন্টের ভর = 500 kg

1 বস্তা সিমেন্টের ভর = 50 kg

8 বস্তা সিমেন্টের ভর = 400 kg

8 বস্তা সিমেন্টসহ লিফটের ভর, $m = 400 \text{ kg} + 50 \text{ kg} = 450 \text{ kg}$

8 বস্তা সিমেন্টসহ B বিন্দুতে লিফটের মোট শক্তি = 8 বস্তা সিমেন্টসহ

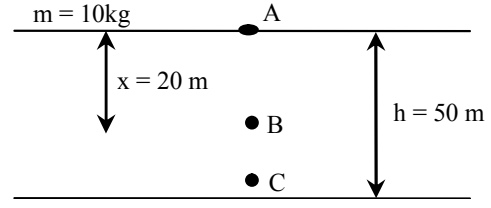
A বিন্দুতে লিফটের বিভব শক্তি

$$= 450 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 60 \text{ m} = 264600 \text{ J}$$

সুতরাং শক্তির পরিবর্তন = $323400 \text{ J} - 264600 \text{ J} = 58800 \text{ J}$

সুতরাং শক্তির শতকরা পরিবর্তন = $\frac{58800 \text{ J}}{323400 \text{ J}} \times 100\% = 18.18\%$

প্রশ্ন ৭ নিচের ছবিটি লক্ষ করো এবং সংশ্লিষ্ট প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



◀শিখনফল-৩ ও ৬/য. বো. ২০১৬/

- ক. ওজনহীনতা কী? ১
খ. বল ও ত্বরণের সম্পর্ক ব্যাখ্যা কর। ২
গ. ভূমি থেকে কত উচ্চতায় গতিশক্তি বিভবশক্তির দ্বিগুণ হবে? ৩
ঘ. চিত্র হতে দেখাও যে, A, B এবং C বিন্দুতে মোট শক্তি সংরক্ষিত থাকে। ৪

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তলের ওপর রক্ষিত বা দণ্ডায়মান বস্তু বা ব্যক্তির ওজন যখন সম্পূর্ণ বা আংশিকভাবে ঐ তল দ্বারা নাকচ হয়, কখন অনুভূত বলকে ঐ বস্তু বা ব্যক্তি নিজের ‘ওজন’ মনে করে। কোনো কারণে এই প্রতিক্রিয়া বল পাওয়া না গেলে তখন যে অনুভূতি হয় তাকে ওজনহীনতা বলে।

খ নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্র থেকে আমরা জানি, বল = ভর × ত্বরণ অর্থাৎ নির্দিষ্ট ভরের কোনো বস্তুর জন্য ত্বরণ বলের সমানুপাতিক। বল বাড়লে ত্বরণ বাড়বে, বল কমলে ত্বরণ কমবে। বস্তুর উপর প্রযুক্ত বলের মান শূন্য হলে ত্বরণ শূন্য হবে অর্থাৎ বস্তুটি সমবেগে চলবে বা থেমে যাবে।

গ h উচ্চতায় বিভব শক্তি mgh এবং গতিশক্তি শূন্য। সুতরাং মোট শক্তি mgh। ধরা যাক, ভূমি থেকে y উচ্চতায় গতিশক্তি বিভব শক্তির দ্বিগুণ হবে। y উচ্চতায় বিভব শক্তি mgy এবং গতিশক্তি T হলে শক্তির নিত্যতার নীতি থেকে পাই,

$$mgy + T = mgh$$

$$T = mgh - mgy$$

শর্তানুসারে, $mgh - mgy = 2 \text{ mgy}$

$$\text{বা, } 3 \text{ mgy} = mgh$$

$$\therefore y = \frac{h}{3} = \frac{50 \text{ m}}{3} = 16.67 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ A বিন্দুতে গতিশক্তি, $V_A = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} m (0)^2 = 0 \text{ J}$

এবং বিভবশক্তি, $T_A = mgh = 10 \times 9.8 \times 50 = 4900 \text{ J}$

∴ A বিন্দুতে মোট শক্তি, $E_A = V_A + T_A = (0 + 4900) \text{ J} = 4900 \text{ J}$

B বিন্দুতে গতিশক্তি, $T_B = \frac{1}{2} mv^2$

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

$$= \frac{1}{2} \times 10 \times (0 + 2 \times 9.8 \times 20)$$

$$= 5 \times 2 \times 9.8 \times 20$$

$$= 1960 \text{ J}$$

এবং বিভবশক্তি, $V_B = mg(h - x)$

$$= 10 \times 9.8 (50 - 20)$$

$$= 10 \times 9.8 \times 30$$

$$= 2940 \text{ J}$$

$$\begin{aligned} \therefore B \text{ বিন্দুতে মোট শক্তি, } E_B &= V_B + T_B \\ &= (1960 + 2940) \text{ J} \\ &= 4900 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C \text{ বিন্দুতে গতিশক্তি, } T_C &= \frac{1}{2} m v^2 \\ &= \frac{1}{2} m (u^2 + 2gh) = \frac{1}{2} m (0 + 2 \times 9.8 \times 50) \\ &= \frac{1}{2} \times 10 \times 2 \times 9.8 \times 50 = 4900 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\text{এবং বিভবশক্তি, } V_C = mg \times 0 = 0 \text{ J}$$

$$\begin{aligned} \therefore C \text{ বিন্দুতে মোট শক্তি, } E_C &= T_C + V_C \\ &= (4900 + 0) = 4900 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\therefore E_A = E_B = E_C$$

অতএব, A, B ও C বিন্দুতে মোট শক্তি সংরক্ষিত থাকে।

প্রশ্ন ▶ ৮ M ভরের দুইটি গাড়ি যথাক্রমে 6 ms^{-1} এবং 9 ms^{-1} বেগে যাত্রা শুরু করে একই সময়ে গন্তব্যস্থানে পৌঁছাল। গাড়ি দুইটির ত্বরণ যথাক্রমে 5 ms^{-2} এবং 3 ms^{-2} ।

◀ শিখনফল-৩ / রা. বো. -২০১৫/

- ক. তাড়িত চৌম্বক বল কী? ১
- খ. স্থির অবস্থা থেকে কোনো বস্তু নিচের দিকে পড়তে থাকলে বেগের পরিবর্তনের কারণ ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. গাড়ি দুইটি কত সময়ে গন্তব্যস্থানে পৌঁছাল? ৩
- ঘ. গাড়ি দুইটির গতিশক্তির কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিক যুক্তির সাহায্যে তোমার মতামত বিশ্লেষণ কর। ৪

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক দুটি তড়িৎ চার্জ, দুটি চুম্বক মেরু, একটি গতিশীল আধান ও একটি চুম্বক অথবা দুটি গতিশীল আধানের মধ্যে ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বা বিকর্ষণধর্মী মৌলিক বলই তাড়িত চৌম্বক বল।

খ স্থির অবস্থা হতে কোনো বস্তু অভিকর্ষ বলের প্রভাবে নিচের দিকে পড়তে থাকলে বস্তুটির ওপর অভিকর্ষজ ত্বরণ $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$ ক্রিয়া করে। অর্থাৎ বস্তুটির বেগ প্রতি সেকেন্ডে 9.8 ms^{-1} পরিমাণ বৃদ্ধি পেতে থাকে। তাই বলা যায়, স্থির অবস্থা থেকে কোনো বস্তু নিচের দিকে পড়তে থাকলে অভিকর্ষ বলের প্রভাবে বস্তুটির বেগের পরিবর্তন হয়।

গ এখানে, গাড়ি দুইটির ভর = M

$$1\text{ম গাড়ির আদিবেগ, } u_1 = 6 \text{ ms}^{-1}$$

$$2\text{য় গাড়ির আদিবেগ, } u_2 = 9 \text{ ms}^{-1}$$

$$1\text{ম গাড়ির ত্বরণ, } a_1 = 5 \text{ ms}^{-2}$$

$$2\text{য় গাড়ির ত্বরণ, } a_2 = 3 \text{ ms}^{-2}$$

মনে করি,

গাড়ি দুইটি t সেকেন্ড সময়ে s মিটার দূরত্বের গন্তব্যস্থানে পৌঁছালো।

1ম গাড়ির ক্ষেত্রে,

$$s = u_1 t + \frac{1}{2} a_1 t^2$$

$$\text{বা, } s = 6t + \frac{1}{2} \times 5 \times t^2 \dots\dots(i)$$

2য় গাড়ির ক্ষেত্রে,

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

$$\text{বা, } s = 9t + \frac{1}{2} \times 3 \times t^2 \dots\dots(ii)$$

(i) ও (ii) তুলনা করে,

$$6t + \frac{5}{2} t^2 = 9t + \frac{3}{2} t^2$$

$$\text{বা, } 6 + \frac{5}{2} t = 9 + \frac{3}{2} t \quad [\because t = 0 \text{ সময়ে তারা যাত্রা করেছিল}]$$

$$\text{বা, } \frac{5}{2} t - \frac{3}{2} t = 9 - 6$$

$$\text{বা, } \frac{5-3}{2} t = 3$$

$$\text{বা, } t = 3$$

$$\therefore t = 3\text{s}$$

\therefore গাড়ি দুইটি 3s পর গন্তব্যস্থানে পৌঁছাল। (Ans.)

ঘ “গ” নং হতে পাই,

অতিক্রান্ত সময়, $t = 3\text{s}$

$$\begin{aligned} 3\text{s পর 1ম গাড়ির বেগ, } v_1 \text{ হলে, } v_1 &= u_1 + a_1 t \\ &= 6 \text{ ms}^{-1} + (5 \text{ ms}^{-2} \times 3\text{s}) \\ &= 21 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3\text{s পর 2য় গাড়ির বেগ, } v_2 \text{ হলে, } v_2 &= u_2 + a_2 t \\ &= 9 \text{ ms}^{-1} + (3 \text{ ms}^{-2} \times 3\text{s}) \\ &= 18 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore 1\text{ম গাড়ির গতিশক্তির পরিবর্তন} &= \frac{1}{2} M (v_1^2 - u_1^2) \\ &= \frac{1}{2} M \{(21 \text{ ms}^{-1})^2 - (6 \text{ ms}^{-1})^2\} \\ &= \frac{1}{2} M (441 \text{ m}^2 \text{s}^{-2} - 36 \text{ m}^2 \text{s}^{-2}) \\ &= \left(\frac{1}{2} M \times 405 \right) \text{ J} \\ &= 202.5 M \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore 2\text{য় গাড়ির গতিশক্তির পরিবর্তন,} &= \frac{1}{2} M (v_2^2 - u_2^2) \\ &= \frac{1}{2} M \{(18 \text{ ms}^{-1})^2 - (9 \text{ ms}^{-1})^2\} \\ &= \frac{1}{2} M (324 \text{ m}^2 \text{s}^{-2} - 81 \text{ m}^2 \text{s}^{-2}) \\ &= \left(\frac{1}{2} M \times 243 \right) \text{ J} \\ &= 121.5 M \text{ J} < 202.5 M \text{ J} \end{aligned}$$

2য় গাড়ির তুলনায় 1ম গাড়ির গতিশক্তির পরিবর্তন বেশি হবে।

প্রশ্ন ▶ ৯ ভূমি থেকে 10m উঁচুতে থাকা 0.25kg ভরের একটি আম বৃত্তচ্যুত করার জন্য একটি ছেলে 12ms⁻¹ বেগে একটি টিল ছুড়লো।

◀ শিখনফল-৩ / তা. বো. ২০১৫/

- ক. ঘর্ষণ কাকে বলে? ১
- খ. জড়তা বলতে কী বুঝায়? ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. বুলন্ত অবস্থায় আমটির বিভব শক্তি নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. ছেলেটির পক্ষে আমটি বৃত্তচ্যুত করা সম্ভব হবে কি? গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি বস্তু যখন অন্য একটি বস্তুর সংস্পর্শে থেকে একের উপর দিয়ে অপরটি চলতে চেষ্টা করে বা চলতে থাকে তখন বস্তুদ্বয়ের স্পর্শতলে গতির বিরুদ্ধে একটি বাধার উৎপত্তি হয়, এ বাধাকে ঘর্ষণ বলে।

খ প্রত্যেক বস্তুই স্থিতি বা গতির যে অবস্থায় আছে, সে অবস্থায়ই থাকতে চায়। কোনো বস্তু যদি স্থির থাকে, তবে এটি স্থিরই থাকতে চায়। আবার বস্তু গতিশীল থাকলে এটি একই দিকে সমদ্রুতিতে গতিশীল থাকতে চায়। বস্তুর নিজস্ব অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা ধর্ম তা-ই হলো জড়তা। উদাহরণস্বরূপ: একটি স্থির বাস হঠাৎ চলতে শুরু করলে বাসে বসা যাত্রীর শরীরের উপরের অংশ পিছনের দিকে ঝুঁকে পড়ে স্থিতি জড়তার কারণে। আবার চলন্ত বাসটি হঠাৎ ব্রেক কষলে যাত্রীর উপরের অংশ সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ে গতি জড়তার কারণে। সুতরাং জড়তার কারণে বস্তু বা ব্যক্তি যে অবস্থায় আছে চিরকাল সে অবস্থায় থাকতে চায় বা সে অবস্থা বজায় রাখতে চায়।

গ

আমরা জানি,
 $E_p = mgh$
 $= 0.25 \times 9.8 \times 10$
 $= 24.5 \text{ J (Ans.)}$

এখানে,
 আমের ভর, $m = 0.25 \text{ kg}$
 ভূমি হতে আমের উচ্চতা, $h = 10 \text{ m}$
 অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$
 আমের বিভব শক্তি, $E_p = ?$

ঘ ঢিলের আদি বেগ, $u = 12 \text{ ms}^{-1}$
 সর্বোচ্চ উচ্চতায় বেগ, $v = 0 \text{ ms}^{-1}$
 ঢিলটি ভূমি হতে সর্বোচ্চ h উচ্চতায় উঠলে,
 $v^2 = 0^2 = u^2 - 2gh$

বা, $u^2 = 2gh$
 $\therefore h = \frac{u^2}{2g} = \frac{(12 \text{ ms}^{-1})^2}{2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2}}$

$= 7.347 \text{ m} < 10 \text{ m}$ (ভূমি হতে আমের উচ্চতা)

সুতরাং ছেলেটির পক্ষে আমটি বৃত্তচ্যুত করা সম্ভব হবে না।

প্রশ্ন ১০ 100m গভীর কুয়া থেকে একটি পাম্পের সাহায্যে প্রতি মিনিটে 1500 লিটার পানি উত্তোলন করা হয়। পাম্পের কর্মদক্ষতা 70%।

◀শিখনফল-১১ ও ১২/সি. বো. ২০১৫/

- ক. প্লবতা কাকে বলে? ১
- খ. কোনো বস্তু তরলে ভাসা বা ডোবার কারণ বুঝিয়ে দাও। ২
- গ. পাম্পের ক্ষমতা নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. পাম্পের কর্মদক্ষতা 60% হলে 1500 লিটার পানি তুলতে পূর্বাপেক্ষা কত বেশি সময় লাগবে? গাণিতিকভাবে উপস্থাপন কর। ৪

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ মনে করি, কোনো বস্তুর ওজন (W) এবং তরলে সম্পূর্ণরূপে ডুবলে (স্বতঃপ্রণোদিত হয়ে বা জোর করে) এর ওপর উপরের দিকে W_1 পরিমাণ লম্বি বল বা প্লবতা ক্রিয়া করে।

$W > W_1$ হলে বস্তুটি তরলে ডুবে যাবে, এক্ষেত্রে বস্তুটির গড় ঘনত্ব তরলের ঘনত্ব অপেক্ষা বেশি। $W = W_1$ হলে বস্তুটি সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় তরলে ডুবে থাকবে। এক্ষেত্রে বস্তুটির গড় ঘনত্ব তরলের ঘনত্বের সমান। আবার $W < W_1$ হলে বস্তুটি সম্পূর্ণ ডুববে না অর্থাৎ আংশিক নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসবে। এক্ষেত্রে বস্তুটির গড় ঘনত্ব তরলের ঘনত্ব অপেক্ষা কম। সুতরাং কোনো বস্তু তরলে ভাসা বা ডোবা নির্ভর করে মূলত তরলের সাপেক্ষে বস্তুটির আপেক্ষিক ঘনত্বের ওপর।

গ দেওয়া আছে,

পানির ভর, $m = 1500 \text{ L}$ পানির ভর
 $= 1500 \text{ kg}$ [$\because 1 \text{ L পানি} = 1 \text{ kg}$]

গভীরতা, $h = 100 \text{ m}$

সময়কাল, $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ sec}$

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

পাম্পের কর্মদক্ষতা, $\eta = 70\% = 0.7\%$

বের করতে হবে, পাম্পের কার্যকর ক্ষমতা, $P = ?$

আমরা জানি, $P = \frac{mgh}{t} = \frac{1500 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 100 \text{ m}}{60 \text{ sec}}$
 $= 24500 \text{ watt}$

পাম্পের মোট ক্ষমতা, P_{in} হলে, $P_{in} = \frac{P}{\eta}$
 $= \frac{24500}{0.7} = 35000 \text{ W (Ans.)}$

ঘ 'গ' হতে পাই, পাম্পের মোট ক্ষমতা, $P_{in} = 35000 \text{ W}$

পাম্পের পরিবর্তিত কর্মদক্ষতা, $\eta' = 60\% = 0.6$ হলে পরিবর্তিত কার্যকর ক্ষমতা, $P' = P_{in} \eta' = 35000 \text{ watt} \times 0.6$
 $= 21000 \text{ watt}$

এক্ষেত্রে একই পরিমাণ (1500kg) পানি তুলতে t' পরিমাণ সময় লাগলে, $P' = \frac{mgh}{t'}$

$\therefore t' = \frac{mgh}{P'} = \frac{1500 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 100 \text{ m}}{2100 \text{ watt}}$
 $= 70 \text{ sec}$

সুতরাং পূর্বাপেক্ষা বেশি সময় লাগবে $= t' - t = 70 \text{ sec} - 60 \text{ sec}$
 $= 10 \text{ sec}$

প্রশ্ন ১১ 2kW ক্ষমতার একটি বৈদ্যুতিক মোটর 2 মিনিটে 10 মিটার উঁচুতে অবস্থিত 1000 কেজি পানি ধারণক্ষমতার একটি শূন্য পানির ট্যাংকি পূর্ণ করতে পারে। অন্যদিকে 5kW ক্ষমতার অন্য একটি বৈদ্যুতিক মোটর একই সময়ে 15 মিটার উঁচুতে অবস্থিত 1500kg পানি ধারণ ক্ষমতার পানির ট্যাংকি পূর্ণ করতে পারে।

◀শিখনফল-৩ ও ১১/সি. বো. -২০১৫/

- ক. বল কাকে বলে? ১
- খ. একটি মাইক্রোবাস ও একটি ট্রাকের মধ্যে কোনটির জড়তা বেশি এবং কেন? ২
- গ. 10 মিটার উঁচু ট্যাংকির পানির বিভব শক্তি নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. কোন মোটরটি ব্যবহার করা বেশি লাভজনক হবে? গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বল একটি বাহ্যিক কারণ যা কোনো একটি বস্তুর গতি বা স্থিতি অবস্থার পরিবর্তন ঘটায় বা ঘটাতে চায়।

খ একটি মাইক্রোবাস ও একটি ট্রাকের মধ্যে ট্রাকের জড়তা বেশি। কারণ প্রত্যেক জড় পদার্থই তার নিজের স্থির বা গতিশীল অবস্থা অক্ষুণ্ণ রাখার চেষ্টা করে এবং এটি বস্তুর ভরের সাথে পরিবর্তিত হয়। ভর বেশি হলে জড়তা বেশি হয়। যেহেতু একটি ট্রাকের ভর মাইক্রোবাসের চেয়ে বেশি, সুতরাং ট্রাকের জড়তা বেশি হবে।

গ আমরা জানি,

অভিকর্ষজ
বিভব শক্তি, $V = mgh$
 $= (1000 \times 9.8 \times 10) \text{ J}$
 $= 98000 \text{ J}$
সুতরাং, ট্যাংকির পানির বিভব
শক্তি 98000J. (Ans.)

এখানে,
উচ্চতা, $h = 10 \text{ m}$
পানির ভর, $m = 1000 \text{ kg}$
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$
ট্যাংকির পানির বিভব শক্তি, $V = ?$

ঘ

১ম মোটর কর্তৃক কৃতকাজ,
 $W_1 = mgh$
 $= 1000 \times 9.8 \times 10 \text{ J}$
 $= 98000 \text{ J}$

এখানে,
 $m = 1000 \text{ kg}$
 $h = 10 \text{ m}$
 $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$
 $t_1 = 2 \text{ min} = 120 \text{ s}$
১ম মোটরের প্রদত্ত ক্ষমতা, $P_1' = 2 \text{ kW}$
২য় মোটরের প্রদত্ত ক্ষমতা, $P_2' = 5 \text{ kW}$

∴ সুতরাং মোট লভ্যক্ষমতা, $P_1 = \frac{W_1}{t} = \frac{98000 \text{ J}}{120 \text{ s}} = 816.67 \text{ W}$

∴ ১ম মোটরের কর্মদক্ষতা, $\eta_1 = \frac{\text{লভ্য ক্ষমতা}}{\text{মোটরের প্রদত্ত ক্ষমতা}} \times 100\%$
 $= \frac{816.67 \text{ W}}{2 \text{ kW}} \times 100\%$
 $= \frac{816.67 \text{ W}}{2000 \text{ W}} \times 100\%$
 $= 40.83\%$

আবার, ২য় মোটর কর্তৃক কৃতকাজ,

$W_2 = mgh$
 $= 1500 \times 9.8 \times 15$
 $= 220500 \text{ J}$
 $= 2.21 \times 10^5 \text{ J}$

এখানে,
 $m = 1500 \text{ kg}$
 $h = 15 \text{ m}$
 $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$
 $t_1 = 2 \text{ min}$
 $= 120 \text{ s}$

∴ ২য় মোটর কর্তৃক লভ্য ক্ষমতা, $P_2 = \frac{W_2}{t_1} = \frac{2.21 \times 10^5 \text{ J}}{120 \text{ s}}$
 $= 1837.5 \text{ W} = 1.84 \text{ kW}$

∴ ২য় মোটরের কর্মদক্ষতা, $\eta_2 = \frac{\text{মোট লভ্য ক্ষমতা}}{\text{মোট প্রদত্ত ক্ষমতা}} \times 100\%$
 $= \frac{1.84 \text{ kW}}{5 \text{ kW}} \times 100\% = 36.75\%$

∴ ১ম মোটরের ব্যয়িত শক্তি, $W_1' = P_1' t_1$
 $= \frac{P_1}{\eta_1} t_1$
 $= \frac{mgh}{\eta_1 t_1} t_1$
 $= \frac{mgh}{\eta_1}$

২য় মোটর কর্তৃক ঐ একই পরিমাণ পানি ($m = 1000 \text{ kg}$) একই উচ্চতায় ($h = 10 \text{ m}$) তুলতে t_2 সময় লাগলে ব্যয়িত শক্তি,

$W_2' = P_2' t_2$
 $= \frac{P_2}{\eta_2} t_2$
 $= \frac{mgh}{\eta_2 t_2} t_2$
 $= \frac{mgh}{\eta_2}$

∴ ব্যয়িত শক্তি $\propto \frac{1}{\text{কর্মদক্ষতা}}$

যেহেতু ১ম মোটরের কর্মদক্ষতা ২য় মোটরের কর্মদক্ষতা অপেক্ষা বেশি, সুতরাং ১ম মোটর ব্যবহার লাভজনক হবে।

প্রশ্ন ▶ ১২ 50 m উঁচু একটি স্থাপনার উপর 20kg ভরের একটি বস্তু A অবস্থান থেকে 5 ms^{-1} বেগে চলছে। বস্তুর উপর বেগের অভিমুখে বল প্রয়োগ করায় 5 sec পর B অবস্থানে 30 ms^{-1} বেগে প্রাপ্ত হয়।

◀ শিখনফল-৬ / য. বো. ২০১৫/

- ক. সাম্য বল কী? ১
খ. বল প্রয়োগ করলে সকল ক্ষেত্রে কাজ সম্পন্ন হয় না কেন?—
ব্যাখ্যা করো। ২
গ. বস্তুর উপর প্রযুক্ত বলের মান কত? ৩
ঘ. A ও B অবস্থানে বস্তুটির মোট শক্তির কোনোরূপ তারতম্য হবে কি? গাণিতিক যুক্তির সাহায্যে মতামত দাও। ৪

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর ওপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লক্ষি শূন্য হয় অর্থাৎ বস্তুর কোনো ত্বরণ না হয়, তখন বলা হয় বস্তুগুলো সাম্যাবস্থায় আছে। যে বলগুলো এই সাম্যাবস্থা সৃষ্টি করে তাদেরকে সাম্য বল বলে।

খ কোনো বস্তুর ওপর F বল প্রয়োগের ফলে বলের দিকের সাথে θ কোণে s সরণ ঘটলে কৃতকাজ, $W = F \cos \theta$
 $F \neq 0$ হওয়া সত্ত্বেও $W = 0$ হতে পারে যদি $s = 0$ অথবা $\cos \theta = 0$ অর্থাৎ $\theta = 90^\circ$ হয়। অর্থাৎ বল প্রয়োগ করা সত্ত্বেও বস্তুর যদি সরণ না ঘটে অথবা সরণ ঘটলেও যদি তা বলের লম্বদিকে ঘটে তবে কৃতকাজ শূন্য হয়। সুতরাং বল প্রয়োগ করলে সকল ক্ষেত্রে কাজ সম্পন্ন হয় না।

গ দেওয়া আছে, আদি বেগ, $u = 5 \text{ ms}^{-1}$
শেষ বেগ, $v = 30 \text{ ms}^{-1}$
সময়কাল, $t = 5 \text{ sec}$
বস্তুর ভর, $m = 20 \text{ kg}$

বের করতে হবে, প্রযুক্ত বলের মান, $F = ?$

আমরা জানি, ত্বরণ a হলে,

$F = ma = m \cdot \frac{v - u}{t} = 20 \text{ kg} \times \frac{30 \text{ ms}^{-1} - 5 \text{ ms}^{-1}}{5 \text{ sec}} = 100 \text{ N (Ans.)}$

ঘ A ও B অবস্থানে বস্তুটির মহাকর্ষীয় বিভবশক্তি,

$V = mgh = 20 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 50 \text{ m} = 9800 \text{ J}$

A অবস্থানে বস্তুটির গতিশক্তি, $T_1 = \frac{1}{2} m u^2$

$= \frac{1}{2} \times 20 \text{ kg} \times (5 \text{ ms}^{-1})^2$

$= 250 \text{ J}$

এবং B অবস্থানে বস্তুটির গতিশক্তি, $T_2 = \frac{1}{2} m v^2$

$= \frac{1}{2} \times 20 \text{ kg} \times (30 \text{ ms}^{-1})^2$

$= 9000 \text{ J}$

∴ A অবস্থানে বস্তুটির মোট যান্ত্রিক শক্তি, $E_1 = V + T_1$

$= 9800 \text{ J} + 250 \text{ J} = 10050 \text{ J}$

এবং B অবস্থানে বস্তুটির মোট যান্ত্রিক শক্তি, $E_2 = V + T_2$

$$= 9800 \text{ J} + 9000 \text{ J} = 18800 \text{ J}$$

যেহেতু $10050 \text{ J} \neq 18800 \text{ J}$

অর্থাৎ $E_1 \neq E_2$

সুতরাং A ও B অবস্থানে বস্তুটির মোট শক্তির তারতম্য ঘটবে।

প্রশ্ন ▶ ১৩ উচ্চ পারমাণবিক সংখ্যা বিশিষ্ট বিভিন্ন মৌলের বিশেষ ভাঙনে একাধিক মৌল তৈরি হয় এবং প্রচুর শক্তি পাওয়া যায়। এটি হলো নিউক্লিয় ঘটনা। উদাহরণস্বরূপ: একটি ইউরেনিয়াম পরমাণুকে একটি নিউট্রন দ্বারা আঘাত করলে প্রচুর শক্তি পাওয়া যায়। ◀ শিখনফল-১

- ক. কন্ট্রোল রড কাকে বলে? ১
- খ. ভর ও শক্তির সম্পর্ক কী? ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. উদ্দীপকের আলোচিত পদার্থের 1gm থেকে কী পরিমাণ শক্তি পাওয়া যাবে? ৩
- ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত ঘটনাটিতে কী ঘটবে বিক্রিয়া সহকারে আলোচনা করো। ৪

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বোরন বা ক্যাডমিয়ামের নিউক্লিয় বিক্রিয়া বন্ধ হবার পর বাড়তি নিউট্রনকে শোষণ করার জন্য বোরন বা ক্যাডমিয়ামের তৈরি এক ধরনের বিশেষ দণ্ড নিউক্লিয়ার রি-অ্যাক্টর থাকে, এগুলোকে কন্ট্রোল রড বলে।

খ বিজ্ঞানী আইনস্টাইনের খিওরী অব রিলেটিভিটি অনুসারে, ভরকে শক্তিতে রূপান্তরিত করা যায়। যদি m ভরের বস্তুকে শক্তিতে রূপান্তর করা হয় তাহলে প্রাপ্ত শক্তি হবে $E = mc^2$ । যেখানে, $c =$ শূন্যস্থানে আলোর বেগ। আলোর বেগ ($3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$) বিশাল, সেটাকে বর্গ করলে আরো বিশাল হয়, অর্থাৎ অল্প একটু ভরকে শক্তিতে রূপান্তর করলে বিশাল শক্তি পাওয়া যায়।

নিউক্লিয়ার শক্তিকে উচ্চ ভরবিশিষ্ট বিভিন্ন পরমাণুকে বিভিন্ন কণা দ্বারা আঘাত করার মাধ্যমে বিপুল পরিমাণ শক্তি এরূপে আহরিত করা যায়।

গ

আমরা জানি,

$$E = mc^2 \\ = 1 \times 10^{-3} \times (3 \times 10^8)^2 \\ = 9 \times 10^{13} \text{ J}$$

এখানে,

$$\text{ভর, } m = 1 \text{ gm} = 1 \times 10^{-3} \text{ kg} \\ \text{আলোর বেগ, } c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

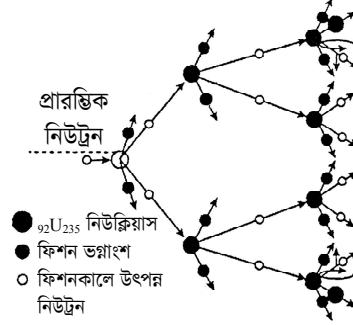
∴ 1gm থেকে $9 \times 10^{13} \text{ J}$ শক্তি পাওয়া যাবে। (Ans.)

ঘ একটি ইউরেনিয়াম পরমাণুকে একটি নিউট্রন দ্বারা আঘাত করলে চেইন বিক্রিয়া শুরু হয়। চেইন বিক্রিয়া হলো এমন একটি প্রক্রিয়া যা একবার শুরু হলে তাকে চালানোর জন্য অন্য কোনো অতিরিক্ত উৎস বা শক্তির প্রয়োজন হয় না, আপনা আপনি চলতে থাকে।

একটি ইউরেনিয়াম $^{235}_{92}\text{U}$ পরমাণুর নিউক্লিয়াসকে উচ্চ শক্তি সম্পন্ন নিউট্রন দ্বারা আঘাত করলে ফিশনের ফলে দুটি নিউক্লিয়াস উৎপন্ন হবে এবং সঙ্গে সঙ্গে তিনটি নিউট্রন সৃষ্টি হবে।

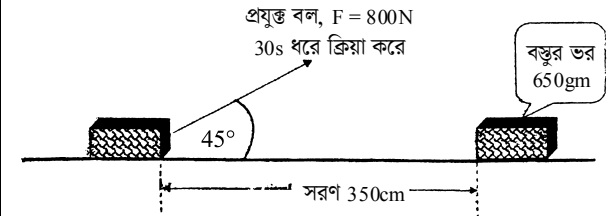
ফলে এই তিনটি নিউট্রন আরও তিনটি ইউরেনিয়াম নিউক্লিয়াসে ফিশন ঘটাবে, ফলে এবার পাওয়া যাবে নয়টি নিউট্রন। এই নয়টি নিউট্রন আরও নয়টি নিউক্লিয়াসে ফিশন ঘটিয়ে সৃষ্টি হবে সাতাশটি নিউট্রন। ইউরেনিয়াম শেষ না হওয়া পর্যন্ত এই প্রক্রিয়া চলতে থাকবে। এই প্রক্রিয়াকে বলা হয়

চেইন বিক্রিয়া। অনিয়ন্ত্রিত চেইন বিক্রিয়ায় এক সেকেন্ডের লক্ষ ভাগের একভাগ সময়ের মধ্যে ফিশন বিক্রিয়া হাজার গুণ বৃদ্ধি পেতে পারে। প্রতিটি ফিশনেই বিপুল পরিমাণ শক্তি নির্গত হয়।



এই বিক্রিয়াকে নিয়ন্ত্রণ করে মুক্ত বিশাল পরিমাণ শক্তি হতে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা যায়।

প্রশ্ন ▶ ১৪



◀ শিখনফল-২ ও ৩

- ক. বিভব শক্তি কাকে বলে? ১
- খ. একটি বস্তুর কৃতকাজ 60 J বলতে কী বুঝায়? ২
- গ. উদ্দীপকে প্রযুক্ত বল দ্বারা কৃত কাজ নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. একই সময় ধরে একই পরিমাণ বল যদি অনুভূমিকের সাথে 60° কোণে প্রয়োগ করা হয়, তাহলে বস্তুটির গতিশক্তির কোনো পরিবর্তন হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ একটি বস্তুর কৃতকাজ 60J বলতে বুঝায়, 1N বল প্রয়োগে বলের দিকে বস্তুর সরণ হয় 60m বা 60N। বল প্রয়োগে বস্তুর বলের দিকে সরণ হয় 1m অথবা বল ও সরণের উপাংশের গুণফল 60 N-m হয়।

গ এখানে,

$$\text{প্রযুক্ত বল, } F = 800 \text{ N}$$

$$\text{অনুভূমিকের সাথে উৎপন্ন কোণ, } \theta = 45^\circ$$

$$\text{অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s = 350 \text{ cm} = 3.5 \text{ m}$$

$$\text{কৃতকাজ, } W = ?$$

বলটির সরণের দিকের উপাংশ দ্বারা কাজ সম্পন্ন হয়।

$$\therefore \text{বলটির সরণের দিকে উপাংশ, } F_x = F \cos 45^\circ \\ = (800 \times \cos 45^\circ) \text{ N} \\ = 565.69 \text{ N}$$

তাহলে, কৃতকাজ, $W = F_x \times s$

$$= 565.69 \text{ N} \times 3.5 \text{ m}$$

$$= 1979.915 \text{ J (Ans.)}$$

যা এখানে,

$$\text{প্রযুক্ত বল, } F = 800 \text{ N}$$

$$\text{বস্তুটির ভর, } m = 650 \text{ gm} = 0.65 \text{ kg}$$

$$\text{অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s = 3.5 \text{ m}$$

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

অনুভূমিকের সাথে উৎপন্ন কোণ, $\theta_1 = 45^\circ$ হলে অনুভূমিক বরাবর বস্তুটির উপর ক্রিয়ারত বল, $F_{x1} = F \cos \theta_1$

এক্ষেত্রে, বস্তুটির ত্বরণ a_1 ও শেষ বেগ v_1 হলে,

$$F_{x1} = ma_1$$

$$\text{বা, } a_1 = \frac{F_{x1}}{m} = \frac{F \cos \theta_1}{m}$$

$$= \frac{800 \text{ N} \times \cos 45^\circ}{0.65 \text{ kg}}$$

$$= 870.28 \text{ ms}^{-2}$$

$$\therefore \text{এক্ষেত্রে বস্তুটির গতিশক্তি, } T_1 = \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} m (u^2 + 2a_1s)$$

$$[\because v^2 = u^2 + 2as]$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.65 \times [0 + 2 \times 870.28 \times 3.5]$$

$$= 1979.89 \text{ J}$$

$$\approx 1980 \text{ J}$$

আবার, অনুভূমিকের সাথে উৎপন্ন কোণ, $\theta_2 = 60^\circ$ হলে বস্তুটির উপর অনুভূমিক বরাবর ক্রিয়ারত বল, $F_{x2} = F \cos \theta_2$

এক্ষেত্রে, বস্তুটির ত্বরণ a_2 ও শেষ বেগ v_2 হলে,

$$F_{x2} = ma_2$$

$$\text{বা, } a_2 = \frac{F_{x2}}{m} = \frac{F \cos \theta_2}{m}$$

$$= \frac{800 \text{ N} \times \cos 60^\circ}{0.65}$$

$$= 615.38 \text{ ms}^{-2}$$

$$\therefore \text{এক্ষেত্রে বস্তুটির গতিশক্তি, } T_2 = \frac{1}{2} m v_2^2$$

$$= \frac{1}{2} m (u^2 + 2a_2s)$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.65 \times [0 + 2 \times 615.38 \times 3.5]$$

$$= 1399.92 \text{ J}$$

$$\approx 1400 \text{ J}$$

যেহেতু $E_1 \neq E_2$, সেহেতু একই সময় ধরে একই পরিমাণ বল যদি অনুভূমিকের সাথে 45° কোণের পরিবর্তে 60° কোণে প্রয়োগ করা হয় তাহলে বস্তুটির গতিশক্তির পরিবর্তন ঘটবে।

প্রশ্ন ▶ ১৫ রফিক আজিমপুরের একটি ফ্ল্যাট বাসার পঞ্চম তলায় বাবা-মায়ের সাথে থাকে। তার বাসা থেকে 25 cm উঁচু 50টি সোপান পাড়ি দিয়ে নিচে নামতে সময় লাগে 1 মিনিট। কিন্তু একই পথে নিচ থেকে তার বাসায় যেতে 1 মিনিট 10 সেকেন্ড সময় লাগে। সে লক্ষ্য করলো, নামা অপেক্ষা উঠতে তার সময় লাগে বেশি। রফিকের ভর 50 kg।

◀ শিখনফল-২ ও ১১

- ক. কাজের S.I একক কী? ১
- খ. কোনো যন্ত্রের ক্ষমতা 100W বলতে কী বোঝ? ২
- গ. পঞ্চম তলা থেকে নিচে নামতে রফিকের কৃতকাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. রফিকের উঠা-নামার ক্ষেত্রে ক্ষমতার তারতম্য হয় কি? উত্তরের সপক্ষে যুক্তি দেখাও। ৪

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কাজের S.I একক জুল।

খ কোনো যন্ত্র একক সময়ে যে কাজ সম্পন্ন করে তা-ই উক্ত যন্ত্রের ক্ষমতা। সুতরাং কোনো যন্ত্রের ক্ষমতা 100W বলতে বোঝায় যে, যন্ত্রটি প্রতি সেকেন্ডে 100J কাজ সম্পন্ন করে।

গ উপর থেকে নিচে নামতে হলে রফিককে 25 cm উঁচু 50 টি সোপান পাড়ি দিতে হয় অর্থাৎ তাকে 12.5 m দূরত্ব অতিক্রম করতে হয়।

উদ্দীপকের তথ্য হতে পাই,

প্রতিটি সোপানের উচ্চতা, 25 cm = 0.25 m

$$\therefore \text{অতিক্রান্ত দূরত্ব, } x = (0.25 \times 50) \text{ m} = 12.5 \text{ m}$$

আমরা জানি,

$$W = mgx$$

$$= 50 \times 9.8 \times 12.5$$

$$= 6125 \text{ J}$$

এখানে,

$$\text{ভর, } m = 50 \text{ kg}$$

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

$$\text{কৃতকাজ, } W = ?$$

অতএব, পঞ্চম তলা থেকে নিচে নামতে রফিকের কৃতকাজের পরিমাণ 6125 J।

(Ans.)

ঘ রফিকের উঠা-নামার ক্ষেত্রে অভিকর্ষ বলের প্রভাবে ক্ষমতার তারতম্য হয়। উঠা-নামার সময় সরণের মান একই হওয়ায় সময়ের ভিন্নতার জন্য কাজের পরিমাণে পার্থক্য পরিলক্ষিত হয় না, এজন্য উঠা-নামার সময় ক্ষমতার তারতম্য ঘটে।

উপর থেকে রফিক যখন নিচে নামে তখন তার দ্বারা কৃতকাজের পরিমাণ 6125 J অর্থাৎ তার 6125 J শক্তি ব্যয় হয়ে থাকে। এক্ষেত্রে সে নিচে নামতে সময় নেয় 1 মিনিট।

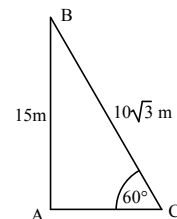
$$\text{সুতরাং রফিকের ক্ষমতা, } P_1 = \frac{6125 \text{ J}}{60 \text{ s}} = 102.08 \text{ W}$$

এরপর রফিক যখন উপরে ওঠে তখন তার 1 মিনিট 10 সেকেন্ড অর্থাৎ 70 সেকেন্ড সময় লাগে।

$$\text{সুতরাং এক্ষেত্রে রফিকের ক্ষমতা, } P_2 = \frac{6125 \text{ J}}{70 \text{ s}} = 87.5 \text{ W}$$

উপরের আলোচনা থেকে প্রতীয়মান হয় যে, P_1 এবং P_2 একই ব্যক্তির ক্ষমতা হওয়া সত্ত্বেও মানের তারতম্য পরিলক্ষিত হয়। এখানে, রফিক যখন উপর থেকে নিচে নামছিল তখন অভিকর্ষ বল নিচের দিকে ক্রিয়াশীল ছিল, যা তাকে নিচে নামতে সহায়তা করছিল, ফলে তার সময় কম লেগেছিল। অপরদিকে রফিক যখন উপরে উঠেছিল তখন অভিকর্ষ বল তার বিরুদ্ধে কাজ করছিল, ফলে তার সময় বেশি লেগেছিল। সুতরাং অভিকর্ষ বলের জন্য সময়ের তারতম্য হয়। আর সময়ের তারতম্যের দরুন রফিকের ক্ষমতার তারতম্য হয়।

প্রশ্ন ▶ ১৬



হেলানো তলের পাশে 12kg ভরের একটি বস্তু রাখা আছে।

◀ শিখনফল-২ ও ১১

- ক. ওজন কী? ১
খ. ভর ও ওজনের দুইটি পার্থক্য লিখ। ২
গ. হেলানো তল CB বরাবর বস্তুটি তুলতে কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩
ঘ. বস্তুটিকে কোনো যন্ত্রের সাহায্যে A হতে B বিন্দুতে উঠাতে 8sec সময় লাগলে যন্ত্রের ক্ষমতা কত? ৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুকে পৃথিবী যে বল দ্বারা তার কেন্দ্রের দিকে আকর্ষণ করে তাকে বস্তুর ওজন বলে।

খ ভর ও ওজনের মধ্যে দুইটি পার্থক্য নিম্নরূপ:

পার্থক্যের বিষয়	বস্তুর ভর	বস্তুর ওজন
১. বস্তুর ভৌত অবস্থা	ভর হলো বস্তুর মধ্যকার মোট পদার্থের পরিমাণ।	ওজন হল বস্তুর উপর পৃথিবীর আকর্ষণ বল।
২. পরিবর্তন	বস্তুর ভর একটি ধ্রুব রাশি। এর কোনো পরিবর্তন হয় না।	বস্তুর ওজন স্থানভেদে পরিবর্তিত হয়।

গ হেলানো তল CB বরাবর বস্তুটিকে তুলতে এর ওজনের বিরুদ্ধে কাজ করতে হবে।

$$\begin{aligned} \text{বস্তুর ভর, } m &= 12\text{kg} \\ \text{অভিকর্ষজ ত্বরণ, } g &= 9.8\text{ms}^{-2} \\ \text{প্রযুক্ত বল, } F &= \text{বস্তুর ওজন} = mg \\ &= 12\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} \\ &= 117.6\text{kgms}^{-2} = 117.6\text{N} \end{aligned}$$

বলের দিকে সরণের উপাংশ, $x = 15\text{m}$ (চিত্রানুযায়ী)

সুতরাং, সম্পাদিত কাজ, $W = \text{বল} \times \text{সরণ} = F \times x = 117.6\text{N} \times 15\text{m} = 1764\text{J}$

∴ হেলানো তল CB বরাবর বস্তুটি তুলতে 1764J কাজ করতে হবে। (Ans.)

ঘ এখানে, সম্পন্ন কাজ, $W = 1764\text{J}$ [‘গ’ হতে পাই]

যন্ত্র কর্তৃক A হতে B বিন্দুতে বস্তুটিকে ওঠাতে প্রয়োজনীয় সময়, $t = 8\text{s}$.

$$\text{আমরা জানি, ক্ষমতা, } P = \frac{\text{কাজ, } W}{\text{সময়, } t} = \frac{1764\text{J}}{8\text{s}} = 220.5\text{Js}^{-1} = 220.5\text{W}$$

সুতরাং যন্ত্রটির ক্ষমতা 220.5W.

প্রশ্ন ▶ ১৭ 1.5 kg ভরের একটি বস্তুকে 720 ms⁻¹ বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো।

◀ শিখনফল-৩

- ক. কর্মদক্ষতা কী? ১
খ. 100 N বল বলতে কী বুঝায়? ব্যাখ্যা করো। ২
গ. 20 sec পর বস্তুটির গতিশক্তি নির্ণয় করো। ৩
ঘ. দেখাও যে, ভূমি থেকে 180 m উচ্চতায় বস্তুটির যান্ত্রিক শক্তি ভূমিতে আঘাত করার মুহূর্তের গতিশক্তির সমান। ৪

১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ 50 N বলতে বোঝায়—

- (i) যে বল 1 kg ভরের বস্তুর উপর প্রযুক্ত হয়ে 50 ms⁻² ত্বরণ সৃষ্টি করে।
(ii) যে বল 50 kg ভরের বস্তুর উপর প্রযুক্ত হয়ে 1 ms⁻² ত্বরণ সৃষ্টি করে।

গ আমরা জানি,
 $v = u - gt = 720 - 9.8 \times 20$
 $= 524 \text{ms}^{-1}$

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

$$\text{বা, } T = \frac{1}{2} \times 1.5 \times (524)^2$$

$$\therefore T = 205932 \text{ J (Ans.)}$$

এখানে,

বস্তুর ভর, $m = 1.5 \text{kg}$

আদিবেগ, $u = 720 \text{m/s}$

সময়, $t = 20 \text{s}$

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

গতিশক্তি, $T = ?$

ঘ আমরা জানি,
 $v^2 = u^2 - 2gh$
 $= (720)^2 - 2 \times 9.8 \times 180$
 $= 514872 \text{m}^2\text{s}^{-2}$

180 m উচ্চতায় গতিশক্তি,

$$T_1 = \frac{1}{2}mv^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 1.5 \times 514872$$

$$= 386154 \text{ J}$$

180 m উচ্চতায় বিভবশক্তি, $V_1 = mgh$

$$= 1.5 \times 9.8 \times 180 = 2646 \text{ J}$$

∴ ভূমি থেকে 180 m উচ্চতায় মোট যান্ত্রিক শক্তি,

$$E = T_1 + V_1$$

$$= 386154 + 2646 = 388800 \text{ J}$$

আবার, সর্বোচ্চ উচ্চতা, h_{max} হলে,

$$v^2 = u^2 - 2gh_{\text{max}}$$

$$\text{বা, } 0 = u^2 - 2gh_{\text{max}}$$

$$\text{বা, } h_{\text{max}} = \frac{u^2}{2g} = \frac{(720)^2}{2 \times 9.8} = 26448.98 \text{ m}$$

ভূমিতে আঘাত করার পূর্ব মুহূর্তে বেগ v_m হলে,

$$v_m^2 = 2gh_m = 2 \times 9.8 \times 26448.98 \text{m}^2\text{s}^{-2}$$

$$= 518400 \text{m}^2\text{s}^{-2}$$

∴ ভূমিতে আঘাত করার পূর্ব মুহূর্তে গতিশক্তি,

$$T_2 = \frac{1}{2}mv_m^2 = \frac{1}{2} \times 1.5 \times 518400 = 388800 \text{ J}$$

লক্ষ্য করি, $E = T_2$

সুতরাং ভূমি থেকে 180m উচ্চতায় বস্তুটির যান্ত্রিক শক্তি ভূমিতে আঘাত করার পূর্ব মুহূর্তের গতিশক্তির সমান।

প্রশ্ন ▶ ১৮ একদিন বিকেলে বকুল ও মুকুল তাদের বাড়ীর বারান্দায় ঘর্ষণহীন পাকা মেঝেতে মার্বেল খেলছিল। মুকুল 2ms⁻¹ বেগে তার মার্বেলটি গড়িয়ে দিল। মুকুলের মার্বেলটি নির্দিষ্ট মার্বেলটিকে আঘাত করলো এবং মুকুলের মার্বেলটি আঘাত করার সঙ্গে সঙ্গে থেমে গেল এবং নির্দিষ্ট মার্বেলটি সরল পথে গতিশীল হলো।

ঘটনাটি ব্যাখ্যা করার জন্য মুকুল বললো, এখানে শক্তি এক মার্বেল থেকে অন্য মার্বেলে স্থানান্তর হয়েছে। বকুল বললো, মার্বেলের ভর সমান হওয়ায় এমন হয়েছে।

◀ শিখনফল-৩

- ক. কাজ কী? ১
খ. যান্ত্রিক শক্তি কত প্রকার - ব্যাখ্যা কর। ২
গ. মুকুলের মার্বেলের ভর 0.01kg হলে এর গতিশক্তি কত? ৩
ঘ. উদ্দীপকে মুকুল ও বকুলের সিদ্ধান্তের যথার্থতা বিশ্লেষণ কর। ৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর উপর বল প্রয়োগে যদি বস্তুটির সরণ ঘটে, তবে বলের মান এবং বলের দিকে সরণের উপাংশের মানের গুণফলকে কাজ বলে।
সুতরাং, কাজ = বল \times বলের দিকে অতিক্রান্ত দূরত্ব।

খ যান্ত্রিক শক্তি দুই প্রকার, যথা: গতি শক্তি ও বিভব শক্তি।
কোনো গতিশীল বস্তু তার গতির জন্য কাজ করার যে সামর্থ্য অর্জন করে তাকে এর গতিশক্তি বলে, গতিশক্তিকে $\frac{1}{2} mv^2$ সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

অপরদিকে, স্থানান্তরিত অবস্থা বা অবস্থান পরিবর্তনের কারণে বস্তু কাজ করার যে সামর্থ্য অর্জন করে তাকে এর বিভব শক্তি বলে। অভিকর্ষজ বিভব শক্তিকে mgh সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

গ মার্বেলের ভর $m = 0.01\text{kg}$ এবং $v = 2\text{ms}^{-1}$
আমরা জানি, গতি শক্তি, $T = \frac{1}{2} mv^2$

মান বসালে, গতি শক্তি, $T = \frac{1}{2} \times 0.01 \times 2^2\text{J} = 0.02\text{J}$

সুতরাং মুকুলের মার্বেলের গতি শক্তি, $T = 0.02\text{J}$ (Ans.)

ঘ ধরি, মুকুলের মার্বেলের ভর = m_1 , বেগ = v_1 এবং মেঝেতে থাকা মার্বেলের ভর = m_2 , বেগ = v_2

আঘাতের পূর্বে মুকুলের মার্বেলের গতি শক্তি $T = \frac{1}{2} m_1 v_1^2$

বিভব শক্তি, $V = 0$

এবং মেঝেতে থাকা মার্বেলের গতি শক্তি, $T = 0$, বিভব শক্তি, $V = 0$

আঘাতের পর মুকুলের মার্বেলের গতি শক্তি, $T = 0$,

বিভব শক্তি, $V = 0$

এবং মেঝেতে থাকা মার্বেলের গতি শক্তি, $T = \frac{1}{2} m_2 v_2^2$, বিভব শক্তি, $V = 0$

আদি অবস্থায় মোট শক্তি = $\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + 0$

এবং শেষ অবস্থায় মোট শক্তি = $0 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$

শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি অনুসারে,

আদি অবস্থায় মোট শক্তি = শেষ অবস্থায় মোট শক্তি।

অতএব, $\frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \dots\dots\dots (i)$

এটিই হলো মুকুলের বক্তব্য।

আবার (i) নং সমীকরণ থেকে লেখা যায়, $m_1 v_1^2 = m_2 v_2^2$

$$\text{বা, } \frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2^2}{v_1^2}$$

যদি, বকুলের বক্তব্য সত্য হতে হয়,

অর্থাৎ $m_1 = m_2$ হতে হয়, তবে $v_1 = v_2$ হতে হবে।

সুতরাং, যদি মেঝেতে থাকা মার্বেলের বেগ, ধাক্কা খাওয়ার পর মুকুলের মার্বেলের বেগের সমান হয় তবেই মার্বেলের ভর দুটি সমান হবে।

অতএব, বলা যায়, বিশেষ শর্ত সাপেক্ষে বকুলের বক্তব্য সত্য।

প্রশ্ন ১৯ 250m উচ্চতাবিশিষ্ট একটি জলপ্রপাত বিবেচনা কর যার শীর্ষদেশের ও তলদেশের পানির তাপমাত্রা যথাক্রমে 8°C ও 8.5°C ।

◀ শিখনফল-৩

ক. বিভব শক্তি কাকে বলে? ১

খ. জল প্রপাতের শীর্ষদেশ ও তলদেশের তাপমাত্রা ভিন্ন হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। ২

গ. যদি জলপ্রপাতের শীর্ষদেশ থেকে 10kg ভরের পানি নিচের দিকে পতিত হয় তবে তলদেশ থেকে যখন পানি 150m উঁচুতে থাকে তখন এ পানির বিভব শক্তি ও গতিশক্তি কত হবে? তা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. তলদেশ থেকে কত উচ্চতায় পানির গতিশক্তি এর বিভব শক্তির এক তৃতীয়াংশ হবে? ৪

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্থানান্তরিত অবস্থা বা অবস্থান থেকে পরিবর্তন করে কোনো বস্তুকে অন্য কোনো অবস্থায় বা অবস্থানে নেয়া হলে বস্তুতে যে পরিমাণ শক্তি জমা হয় তাকে বিভবশক্তি বলে।

খ জলপ্রপাতের শীর্ষদেশে পানির সমগ্র শক্তিই স্থিতিশক্তি হিসেবে জমা থাকে। অন্যদিকে পানি জলপ্রপাতের তলদেশে পতনকালে সমগ্র বিভবশক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয়। গতিশক্তির কিছু অংশ পানি অণুগুলোর কম্পন শক্তিতে পরিণত হয় যা উষ্ণ তাপমাত্রা নির্দেশ করে। এ কারণেই জলপ্রপাতের শীর্ষদেশ ও তলদেশের তাপমাত্রা ভিন্ন হয়।

গ এখানে,

জলপ্রপাতের তলদেশ থেকে উচ্চতা, $h = 150\text{m}$

পানির ভর, $m = 10\text{kg}$

শীর্ষদেশ থেকে দূরত্ব, $x = (250\text{m} - 150\text{m}) = 100\text{m}$

সুতরাং, বিভব শক্তি, $V = mgh$

$$= 10\text{ kg} \times 9.8\text{ ms}^{-2} \times 150\text{ m}$$

$$= 14,700\text{J (Ans.)}$$

গতিশক্তি, $T = \frac{1}{2} mv^2$

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

$T = mgx$

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

$$= 9800\text{ (Ans.)}$$

ঘ ধরি,

তলদেশ থেকে h উচ্চতায় এবং শীর্ষদেশ থেকে $(250 - h)$ নিচে গতিশক্তি হবে এর বিভব শক্তির এক-তৃতীয়াংশ।

সুতরাং $T = \frac{1}{3} V$ [$T =$ গতিশক্তি, $V =$ বিভবশক্তি]

$$\text{বা, } \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{3} mgh$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} m \{(u^2 + 2g(250 - h))\} = \frac{1}{3} mgh$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} m \times 2g(250 - h) = \frac{1}{3} mgh$$

$$\text{বা, } 250 - h = \frac{1}{3} h$$

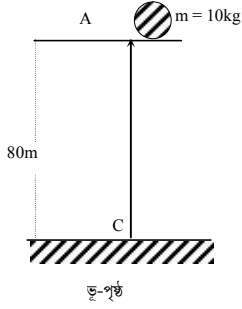
$$\text{বা, } 250 = \left(\frac{1}{3} + 1\right) h$$

$$\text{বা, } 250 = \frac{4}{3} h$$

$$\text{বা, } h = \frac{3 \times 250}{4} = 187.5\text{ m}$$

জলপ্রপাতের তলদেশ থেকে 187.5m উচ্চতায় পানির গতিশক্তি বিভবশক্তির এক-তৃতীয়াংশ হবে।

প্রশ্ন ২০



- ক. কাজের মাত্রা কী? ১
- খ. দেখাও যে, $T = \frac{p^2}{2m}$ ২
- গ. A বিন্দু থেকে বস্তুটিকে ছেড়ে দিলে এটি কত বেগে ভূপৃষ্ঠকে আঘাত করবে? ৩
- ঘ. ভূপৃষ্ঠ থেকে কত উচ্চতায় বিভব শক্তি গতিশক্তির সমান হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কাজের মাত্রা হলো $[W] = ML^2T^{-2}$

খ আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } T = \frac{m^2v^2}{2m}$$

আবার,

$$\text{ভরবেগ, } p = mv$$

$$\text{অতএব, } T = \frac{p^2}{2m} \text{ (দেখানো হলো)}$$

গ

A বিন্দুতে বস্তুর বিভব শক্তি,

$$V = mgh$$

$$= 10 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 80 \text{ m}$$

$$= 7840 \text{ J}$$

ভূপৃষ্ঠে গতিশক্তি = A বিন্দুতে বিভবশক্তি

$$\text{বা, } \frac{1}{2}mv^2 = 7840 \text{ J}$$

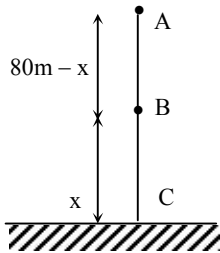
$$\text{বা, } v^2 = \frac{7840 \text{ J}}{m} \times 2$$

$$\text{বা, } v^2 = \frac{15680 \text{ J}}{10 \text{ kg}}$$

$$\text{বা, } v^2 = 1568$$

$$\therefore v = 39.60 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ



ধরি, ভূপৃষ্ঠ থেকে x উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির সমান হবে।

$$x \text{ উচ্চতায় গতিশক্তি} = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\text{বিভবশক্তি} = mgx$$

$$\text{প্রশ্নমতে, } \frac{1}{2}mv^2 = mgx$$

$$\text{বা, } v^2 = 2gx$$

$$\text{বা, } 0^2 + 2g(80m - x) = 2gx$$

$$\text{বা } 2 \times 80 - 2x = 2x$$

$$\text{বা, } 160 = 2x + 2x$$

$$\text{বা, } 4x = 160$$

$$\text{বা, } x = \frac{160}{4} = 40 \text{ m}$$

40m উচ্চতায় গতিশক্তি বিভবশক্তির সমান হবে। (Ans.)

প্রশ্ন ২১ 400kg এবং 500kg ভরের দুইটি বাস গাড়ি যথাক্রমে 70kmh⁻¹ এবং 60kmh⁻¹ বেগে টাজাইল থেকে ঢাকার উদ্দেশ্যে সমবেগে যাত্রা শুরু করল।

শিখনফল-৪

- ক. ভেক্টর রাশি কাকে বলে? ১
- খ. সমবেগে চলমান বস্তুর ত্বরণ থাকে না কেন? ২
- গ. দ্বিতীয় গাড়িটির গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. টাজাইল থেকে ঢাকার দূরত্ব 100km হলে কোন গাড়িটি আগে ঢাকা পৌঁছবে – গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল রাশি সম্পূর্ণরূপে প্রকাশ করার জন্য মান ও দিক উভয়ের প্রয়োজন হয় তাদেরকে ভেক্টর রাশি বলে।

খ আমরা জানি, কোনো গতিশীল বস্তুর বেগের পরিবর্তনের হারকে ত্বরণ বলে। সমবেগে গতিশীল কোনো বস্তু নির্দিষ্ট দিকে সবসময় একই বেগে চলতে থাকে। তার গতিপথে বেগের পরিবর্তন হয় না বলে সমবেগে চলমান বস্তুর ত্বরণ থাকে না।

গ এখানে, ২য় গাড়ির বেগ, $v_2 = 60 \text{ kmh}^{-1}$

$$= \frac{60 \times 1000 \text{ ms}^{-1}}{3600}$$

$$= 16.67 \text{ ms}^{-1}$$

২য় গাড়ির ভর, $m_2 = 500 \text{ kg}$

$$\text{সুতরাং, ২য় গাড়ির গতিশক্তি} = \frac{1}{2}m_2v_2^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 500 \text{ kg} \times (16.67 \text{ ms}^{-1})^2$$

$$= 69444.44 \text{ J (Ans.)}$$

ঘ এখানে, টাজাইল থেকে ঢাকার দূরত্ব $s = 100 \text{ km}$

$$= 100 \times 10^3 \text{ m}$$

১ম গাড়ির বেগ, $v_1 = 70 \text{ kmh}^{-1}$

$$= \frac{70 \times 1000}{3600} \text{ ms}^{-1}$$

$$= 19.44 \text{ ms}^{-1}$$

১ম গাড়ির ক্ষেত্রে, $s = v_1t_1$

$$\text{বা, } 100 \times 10^3 \text{ m} = 19.44 \text{ ms}^{-1} \times t_1$$

$$\text{বা, } t_1 = 5144.03 \text{ sec}$$

২য় গাড়ির ক্ষেত্রে, $s = v_2t_2$

$$\text{বা, } 100 \times 10^3 \text{ m} = 16.67 \text{ ms}^{-1} \times t_2$$

$$\text{বা, } t_2 = 5998.80 \text{ sec}$$

সুতরাং গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যাচ্ছে যে, ১ম গাড়ি আগে পৌঁছাবে।

প্রশ্ন ▶ ২২ কাঠ ও গাছের পাতা পুড়িয়ে তাপশক্তি সৃষ্টি, জলস্রোত ও বায়ুপ্রবাহ থেকে যন্ত্রশক্তি উৎপন্ন করা ছিল সভ্যতার প্রাথমিক স্তর। শিল্প বিপ্লব বাষ্পীয় ও ইঞ্জিনের ব্যবহার মানুষকে যন্ত্রপাতি চালাতে শেখাল। যন্ত্রপাতি চালাতে জ্বালানী প্রয়োজন। জ্বালানী হিসাবে আমরা কয়লা, খনিজ তেল ও প্রাকৃতিক গ্যাসকেই ব্যবহার করি। এগুলোকে শক্তির অনবায়নযোগ্য উৎস হিসাব ধরা হয়। পৃথিবীতে যত শক্তি আছে তার প্রায় সবটাই সূর্য থেকে আসা।

◀ শিখনফল-৫ ও ৮

- ক. কোথায় নিউক্লীয় শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর করা হয়? ১
খ. কয়লা, খনিজ তেল ও প্রাকৃতিক গ্যাসকে জীবাশ্ম জ্বালানী বলা হয় কেন— ব্যাখ্যা কর। ২
গ. উপরের নবায়নযোগ্য শক্তি উৎস কীভাবে বিদ্যুৎ উৎপাদনে ব্যবহার করা যায়? ৩
ঘ. তোমার মতে উপরোক্ত অনবায়নযোগ্য শক্তি উৎসগুলোর স্থলে সৌরশক্তিকে কীভাবে সরাসরি ব্যবহার করা যায়— আলোচনা কর। ৪

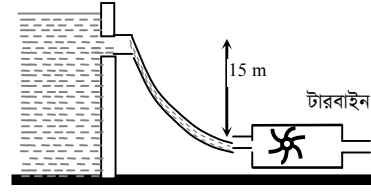
২২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নিউক্লীয় সাবমেরিনে নিউক্লীয় শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর করা হয়।
খ জীবদেহের অর্থাৎ প্রাণীদেহ এবং উদ্ভিদদেহের অংশবিশেষ মাটির নিচে চাপা পড়ে লক্ষ লক্ষ বছর ধরে জৈবিক প্রক্রিয়ার মাধ্যমে রূপান্তরিত হয়ে কয়লা, খনিজ তেল এবং প্রাকৃতিক গ্যাসে পরিণত হয়। তাই এগুলোকে জীবাশ্ম জ্বালানী বলা হয়। এক্ষেত্রে মাটির পুরু স্তরের চাপ জনিত শক্তি এবং গলিত লাভা বা ম্যাগমার তাপশক্তি রূপান্তরিত হয়ে ঐ সকল জ্বালানীসমূহের রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়েছে।

গ পানি নবায়নযোগ্য শক্তির অন্যতম উৎস। পানির স্রোত ও জোয়ার-ভাটাকে ব্যবহার করে শক্তি উপাদান করা যায়। প্রবাহিত পানির স্রোতে বিভিন্ন ধরনের শক্তি আছে যেমন গতিশক্তি ও বিভব শক্তি। পানির প্রবাহ বা স্রোতকে কাজে লাগিয়ে যে তড়িৎ বা বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয় তাকে বলা হয় জলবিদ্যুৎ। পৃথিবীর বিভিন্ন দেশের জলবিদ্যুৎ প্রকল্পে জলবিদ্যুৎ উৎপাদনের জন্য বিভব শক্তি ব্যবহার করা হয়। প্রবাহিত পানির স্রোতকে ব্যবহার করে বিদ্যুৎ উৎপাদনের প্রক্রিয়াটি সহজ। পানির স্রোতের সাহায্যে একটি টার্বাইন ঘোরানো হয়। এই টার্বাইনের ঘূর্ণন থেকেই এখানে যান্ত্রিক শক্তি ও চৌম্বকশক্তির সমন্বয় ঘটানো হয়। প্রবাহিত পানির স্রোত থেকে যান্ত্রিক শক্তি সংগ্রহ করে চৌম্বক শক্তির সমন্বয়ে তড়িৎ উৎপাদন করা হয় বলে এ ধরনের তড়িতের নাম জলবিদ্যুৎ।

ঘ আমরা কয়লা, খনিজ তেল ও প্রাকৃতিক গ্যাস প্রধানত জ্বালানী হিসাবে অথবা বিদ্যুৎ উৎপাদনে ব্যবহার করি। এর বিকল্প হিসাবে সৌরশক্তি ব্যবহার করলে লেন্সের সাহায্যে সূর্য রশ্মিকে ফোকাস করে আগুন জ্বালানো যায়। সূর্য কিরণকে ধাতব চাকতির সাহায্যে ফোকাস করে বা প্রতিফলিত করে সৌর চুল্লি তৈরির মাধ্যমে রান্না করা যায়। এছাড়া সৌর শক্তির সাহায্যে বয়লারে বাষ্প তৈরি করে তার দ্বারা তড়িৎ উৎপাদনের জন্যে টার্বাইন ঘোরানো যায়। এ ছাড়া বর্তমানে বিদ্যুৎ উৎপাদনের জন্যে সৌর কোষ ব্যবহার করে খোলার প্যানেল তৈরি করে এর মাধ্যমে সঞ্চারক কোষকে চার্জিত করা যায় যা থেকে পরবর্তীতে বিদ্যুৎ সরবরাহ পাওয়া যায়। এছাড়া ছোট ছোট ইলেকট্রনিক যন্ত্রপাতি যেমন পকেট ক্যালকুলেটর, পকেট রেডিও ইলেকট্রনিক ঘড়ি ইত্যাদি সরাসরি সৌরশক্তির সাহায্যে চালান যায়। এছাড়া কৃত্রিম উপগ্রহে তড়িৎ শক্তি সরবরাহের জন্যে এই কোষ ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্ন ▶ ২৩



চিত্রে একটি জল বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্রে পানিকে একটি মোটা পাইপের মাধ্যমে নিচে অবস্থিত টার্বাইনের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত করে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয়। এ কেন্দ্রের বিদ্যুৎ উৎপাদন ক্ষমতা 100MW.

◀ শিখনফল-৬ ও ৭

- ক. জলবিদ্যুৎ কী? ১
খ. শক্তির প্রচলিত উৎসসমূহের মধ্যে বেশির ভাগই অনবায়নযোগ্য-ব্যাখ্যা কর। ২
গ. পানির গতিশক্তি পুরোটাই বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হলে উক্ত MW বিদ্যুৎ উৎপাদন করতে প্রতি সে. এ কত ঘনমিটার পানি টার্বাইনের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত করতে হবে? ৩
ঘ. প্রদত্ত কেন্দ্রে বিদ্যুৎ উৎপাদন এবং উৎপাদিত বিদ্যুতের ব্যবহারে শক্তির রূপান্তর এবং সংরক্ষণ সম্পর্কে আলোচনা কর। ৪

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পানির প্রবাহ বা স্রোতকে কাজে লাগিয়ে যে তড়িৎ বা বিদ্যুৎ উৎপন্ন করা হয় তাকে বলা হয় জলবিদ্যুৎ।

খ শক্তির প্রচলিত উৎসসমূহের অধিকাংশই হলো জীবাশ্ম জ্বালানী। এগুলো একবার ব্যবহার করে ফেললে তাপ ও কার্বন-ডাই-অক্সাইড রূপে পরিবেশে মিশে যায় এবং পুনরায় ফেরত আনা সম্ভব নয়। এ জ্বালানীগুলো দূত ফুরিয়ে যায় এবং বারবার চক্রাকারে ব্যবহার করা যায় না বলে এগুলোকে অনবায়নযোগ্য বলা হয়।
লক্ষ করি, দৈনন্দিন জীবনে বিদ্যুৎ উৎপাদন ও যানবাহন চালনা হতে শুরু করে সর্বক্ষেত্রেই প্রধানত জীবাশ্ম জ্বালানী ব্যবহার করা হয়। সুতরাং শক্তির প্রচলিত উৎসসমূহের বেশির ভাগই অনবায়নযোগ্য।

গ এখানে,

উৎপন্ন বিদ্যুৎ উৎপাদন ক্ষমতা = 100 MW = 100×10^6 W।

অর্থাৎ, প্রতি সেকেন্ডে 100×10^6 J বিদ্যুৎ শক্তি উৎপন্ন হয়।

যদি পানির গতিশক্তির পুরোটাই বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয় তবে উৎপন্ন গতিশক্তিও হবে 100×10^6 J

15m উচ্চতায় অবস্থিত নির্দিষ্ট পরিমাণ পানির বিভবশক্তি যখন পুরোটাই গতিশক্তিতে পরিণত হয় তখন আমরা 100×10^6 J কাজ বা শক্তি পাই।

$$\text{তাহলে } mgh = 100 \times 10^6 \text{ J}$$

$$\text{বা, } m = \frac{100 \times 10^6 \text{ J}}{g \times h}$$

$$\text{বা, } m = \frac{100 \times 10^6 \text{ J}}{9.8 \text{ ms}^{-2} \times 15 \text{ m}}$$

$$\text{বা, } m = 680272 \text{ kg}$$

আমরা জানি,

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

$$\therefore \text{পানির আয়তন, } V = \frac{M}{\rho} = \frac{680272}{1000} \text{ m}^3 = 680.272 \text{ m}^3$$

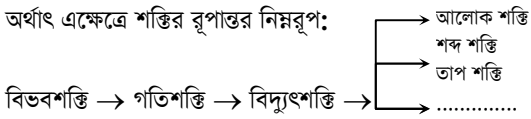
অর্থাৎ প্রতি সেকেন্ডে 680.272 ঘন মিটার পানি টারবাইনের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত করতে হবে। (Ans.)

ঘ শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি অনুযায়ী আমরা জানি, শক্তির সৃষ্টি বা বিনাশ নেই, শুধুমাত্র রূপান্তর সম্ভব।

উল্লিখিত কেন্দ্রে উৎপন্ন বিদ্যুৎ শক্তিও শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি মেনে উৎপাদিত ও রূপান্তরিত হয়।

নদীর মাঝখানে দেয়া বাঁধের কারণে পানি জমে পানির উচ্চতা বাড়তে থাকে বলে পানির মধ্যে বিভবশক্তি সঞ্চিত হয়। বিভবশক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে টারবাইনকে ঘুরায়। টারবাইনের ঘূর্ণন কাজে লাগিয়ে জেনারেটরের মাধ্যমে বিদ্যুৎ শক্তি উৎপন্ন করা হয়। উৎপন্ন বিদ্যুৎ শক্তির মাধ্যমে আমরা আলোক শক্তি, শব্দ শক্তি, তাপশক্তি ইত্যাদি পাই।

অর্থাৎ এক্ষেত্রে শক্তির রূপান্তর নিম্নরূপ:



এক্ষেত্রে শক্তির কেবল রূপান্তর হচ্ছে, কোনো প্রকার সৃষ্টি বা বিনাশ হচ্ছে না। সুতরাং সমগ্র প্রক্রিয়া শক্তির সংরক্ষণ সূত্র পুরোপুরি মেনে চলে।

প্রশ্ন ▶ ২৪ একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা 12 m এবং ব্যাস 4 m। 10 kW ক্ষমতা বিশিষ্ট একটি মোটর দ্বারা পানিপূর্ণ কুয়াটা 20 মিনিটে খালি করা যায়।

◀ শিখনফল-১১ ও ১২

- ক. জড়তা কাকে বলে? ১
- খ. বাহ্যিক বল কাজ না করলে বস্তুর ত্বরণ থাকে না— ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. কুয়াটিতে কী পরিমাণ পানি ধরবে? ৩
- ঘ. মোটরটির কর্মদক্ষতা কত হবে— গাণিতিকভাবে নির্ণয় কর। ৪

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সে অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সে অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে জড়তা বলে।

খ নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্র থেকে আমরা জানি,

$$\text{বল} = \text{ভর} \times \text{ত্বরণ}$$

অর্থাৎ নির্দিষ্ট ভরের কোন বস্তুর জন্য ত্বরণ বলের সমানুপাতিক। বাহ্যিক বল ক্রিয়া না করলে অর্থাৎ বল = 0 হলে, ত্বরণও শূন্য হবে, কারণ বস্তুর ভর কখনও শূন্য হতে পারে না। সুতরাং বাহ্যিক বল ক্রিয়া না করলে বস্তুর ত্বরণ থাকে না।

গ কুয়াভর্তি পানির আয়তন

$$V = \frac{1}{4} \pi d^2 l$$

$$= \frac{1}{4} \pi \times (4)^2 \times 12$$

$$= 150.797 \text{ m}^3$$

এখানে,
কুয়ার গভীরতা, $l = 12 \text{ m}$
কুয়ার ব্যাস, $d = 4 \text{ m}$
পানির ঘনত্ব, $\rho_w = 1000 \text{ kg m}^{-3}$
পানির ভর, $m = ?$

আবার,

$$\rho_w = \frac{m}{V}$$

$$\text{বা, } m = \rho_w V$$

$$= 1000 \times 150.797$$

$$\therefore m = 150797 \text{ kg (Ans.)}$$

ঘ আমরা জানি,

মোটরের কার্যকর ক্ষমতা,

$$P_{\text{out}} = \frac{mgh}{t}$$

$$= \frac{150797 \times 9.8 \times 6}{20 \times 60}$$

$$= 7389 \text{ W}$$

এখানে,

‘গ’ হতে প্রাপ্ত,

পানির ভর, $m = 150797 \text{ kg}$

পানি উত্তোলনের গড় উচ্চতা,

$$h = \frac{l}{2} = \frac{12}{2} \text{ m} = 6 \text{ m}$$

সময়কাল, $t = 20 \text{ min}$

$$= (20 \times 60) \text{ sec}$$

মোটরের প্রদত্ত ক্ষমতা,

$$P_{\text{in}} = 10 \text{ kW}$$

$$= 10000 \text{ W}$$

$$\therefore \text{মোটরের কর্মদক্ষতা} = \frac{\text{মোটরের কার্যকর ক্ষমতা}}{\text{মোটরের প্রদত্ত ক্ষমতা}} \times 100\%$$

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

$$= \frac{7389}{10000} \times 100\%$$

$$= 73.89\%$$

সুতরাং মোটরটির কর্মদক্ষতা 73.89% হবে।

প্রশ্ন ▶ ২৫ 8 m ব্যাস এবং 15 m উচ্চতা বিশিষ্ট একটি কূপে $\frac{2}{3}$ অংশ

পানি আছে। কূপটিকে পানিশূন্য করার জন্য 70% কর্মদক্ষতা সম্পন্ন 20 kW এর পাম্প ব্যবহৃত হচ্ছে।

◀ শিখনফল-১১

- ক. এক জুল কাজ কাকে বলে? ১
- খ. গতিশক্তি ও ভরবেগের মধ্যে বিদ্যমান সম্পর্ক নির্ণয় কর। ২
- গ. কূপের সম্পূর্ণ পানি শূন্য করতে কত সময় লাগবে? ৩
- ঘ. দেখাও যে, কূপের উপরের অর্ধেক পানি শুকাতে যে সময় লাগবে নিচের অর্ধেক পানি শুকাতে তার চেয়ে বেশি সময় লাগবে। ৪

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর উপর এক নিউটন বল প্রয়োগের ফলে যদি বস্তুর বলের দিকে এক মিটার সরণ হয় তবে সম্পন্ন কাজের পরিমাণকে এক জুল বলে।

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

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

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

$$= \frac{m \times m \times v^2}{2m} \text{ [লব ও হরকে } m \text{ দ্বারা গুণ করে]}$$

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

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

এটিই ভরবেগের সাথে গতিশক্তির সম্পর্ক।

গ কূপের পানির ভর,

$$\begin{aligned} m &= \rho V' \\ &= \rho \times \frac{2}{3} V \\ &= \frac{2}{3} \rho \times \pi r^2 h \\ &= \frac{2\pi r^2 h \rho}{3} \\ &= \frac{2\pi \times 4^2 \times 15 \times 1000}{3} \end{aligned}$$

আবার, $m = 502654.82 \text{ kg}$

পাম্পের কার্যকর ক্ষমতা,

$$\begin{aligned} P_{\text{out}} &= \eta \times P \\ &= 0.7 \times 20000 \\ &= 14000 \text{ W} \end{aligned}$$

আবার, $P_{\text{out}} = \frac{W}{t}$

$$\begin{aligned} \text{বা, } t &= \frac{W}{P_{\text{out}}} = \frac{mgh'}{P_{\text{out}}} \\ &= \frac{mg \times 2h}{P_{\text{out}} \times 3} \\ &= \frac{502654.82 \times 9.81 \times 2 \times 15}{14000 \times 3} \end{aligned}$$

$$\therefore t = 3522.17 \text{ s} = 58.7 \text{ minutes}$$

$$= 58 \text{ min } 42 \text{ sec (Ans.)}$$

ঘ কূপের উপরের অর্ধেক পানি তুলতে/শুকাতে প্রয়োজনীয় সময় নির্ণয়—

কূপের উপরের অর্ধেক পানির ভর,

$$\begin{aligned} m_1 &= \rho V' \\ &= \frac{1}{3} \pi r^2 h \rho \\ &= \frac{1}{3} \pi \times 4^2 \times 15 \times 10^3 \end{aligned}$$

$$\therefore m_1 = 251327.41 \text{ kg}$$

আবার, $P_{\text{out}} = \frac{W_1}{t_1}$

$$\begin{aligned} \text{বা, } t_1 &= \frac{W}{P_{\text{out}}} = \frac{m_1 gh'}{P_{\text{out}}} \\ &= \frac{m_1 gh}{P_{\text{out}} \times 2} \\ &= \frac{251327.41 \times 9.81 \times 15}{14000 \times 2} \end{aligned}$$

$$= 1320.82 \text{ s}$$

$$\therefore t_1 = 22.01 \text{ minutes}$$

এখানে,

$$\begin{aligned} \text{কূপের ব্যাসার্ধ, } r &= \frac{8}{2} \text{ m} \\ &= 4 \text{ m} \end{aligned}$$

কূপের গভীরতা, $h = 15 \text{ m}$

কূপের পানির ভর = m

কূপের আয়তন, $V = \pi r^2 h$

কূপের পানির আয়তন, $V' = \frac{2}{3} V$

পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000 \text{ kgm}^{-3}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.81 \text{ ms}^{-2}$

পাম্পের মোট প্রদত্ত ক্ষমতা,

$$P = 20 \text{ kW}$$

$$= 20000 \text{ W}$$

পাম্পের কর্মদক্ষতা, $\eta = 70\%$

$$= 0.7$$

পানি উত্তোলনের গড় উচ্চতা,

$$h' = \frac{\frac{h}{3} + h}{2} = \frac{2h}{3}$$

কূপটিকে পানি শূন্য করতে সময়, $t = ?$

কূপের নিচের অর্ধেক পানি তুলতে/শুকাতে প্রয়োজনীয় সময় নির্ণয়—

কূপের নিচের অর্ধেক পানির ভর, $m_2 = m_1$

$$\therefore m_2 = 251327.41 \text{ kg}$$

আবার,

$$P_{\text{out}} = \frac{W_2}{t_2}$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } t_2 &= \frac{W_2}{P_{\text{out}}} = \frac{mgh''}{P_{\text{out}}} \\ &= \frac{m_2 g \times 5h}{P_{\text{out}} \times 6} \end{aligned}$$

$$= \frac{251327.41 \times 5 \times 15 \times 9.81}{14000 \times 6}$$

$$= 2201.36 \text{ s}$$

$$\therefore t_2 = 36.69 \text{ minutes.}$$

$$= 36 \text{ min } 41 \text{ sec}$$

$$\therefore t_2 > t_1$$

সুতরাং, কূপের উপরের অর্ধেক পানি শুকাতে যে সময় লাগবে, নিচের অর্ধেক পানি শুকাতে তার চেয়ে বেশি সময় লাগবে।

প্রশ্ন ২৬ সামিয়া ও ফারিয়াদের উভয়ের পরিবারের সদস্য সংখ্যা 4।

উভয় পরিবারের বাসার ছাদের উচ্চতা নিচের রিজার্ভার থেকে 30m।

কোনো একদিন সামিয়ারা 2 kW এর পাম্পটি 2 মিনিট চালান এবং

ফারিয়ারা 1 kW এর পাম্পটি 3 মিনিট চালান। প্রত্যেক পরিবারই

দৈনিক 400 kg পানি ব্যবহার করে।

◀ শিখনফল-১১

ক. কর্মদক্ষতা কাকে বলে? ১

খ. কোনো ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা 40% বলতে কী বুঝায়? ২

গ. সামিয়াদের পাম্পটি 5 মিনিটে 2040.75 kg পানি 30m ওপরে তুলতে পারে। পাম্পটির লভ্য কার্যকর ক্ষমতা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. ঐদিন সামিয়াদের বাসায় পানির স্বল্পতা না হলেও ফারিয়াদের বাসায় পানির স্বল্পতা হয়েছে — গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মন্তব্য কর। ৪

২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক লভ্য কার্যকর ক্ষমতা ও মোট প্রদত্ত ক্ষমতার অনুপাতকে কর্মদক্ষতা বলে।

খ কোনো ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা 40% বলতে বুঝায়, ইঞ্জিনটিতে 100J শক্তি প্রদান করলে 40J কার্যকর শক্তি পাওয়া যায়। এবং বাকি 60% শক্তির অপচয় হয়।

গ

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} P_{\text{out}} &= \frac{mgh}{t} \\ &= \frac{2040.75 \times 9.8 \times 30}{300} \\ &= 1444.35 \text{ W (Ans.)} \end{aligned}$$

এখানে,

সময়কাল,

$$t = 5 \text{ min} = 5 \times 60 = 300 \text{ s}$$

উত্তোলিত পানির ভর,

$$m = 2040.75 \text{ kg}$$

উচ্চতা, $h = 30 \text{ m}$

লভ্য কার্যকর ক্ষমতা, $P_{\text{out}} = ?$

ঘ সামিয়াদের পাম্পটি 5 min-এ 30 m উচ্চতায় 2040.75 kg পানি তুলতে পারে।

$$\therefore 2 \text{ min-এ } 30 \text{ m উচ্চতায় } \frac{2040.75 \times 2}{5} \text{ kg}$$

$$= 816.3 \text{ kg পানি তুলতে পারে } > 400 \text{ kg}$$

ফরিয়াদের ক্ষেত্রে, পাম্পের ক্ষমতা, $P = 1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$

$$\text{সময়কাল, } t = 3 \times 60 = 180 \text{ s}$$

$$\text{উচ্চতা, } h = 30 \text{ m}$$

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

$$\therefore \text{ উত্তোলিত পানির ভর, } m = \frac{Pt}{gh} = \frac{1000 \times 180}{9.8 \times 30} = 612.24 \text{ kg} > 400 \text{ kg}$$

সুতরাং 'ঐদিন সামিয়াদের বাসায় পানির স্বল্পতা না হলেও ফরিয়াদের বাসায় পানির স্বল্পতা হয়েছে' — উক্তিটি সঠিক নয়। কারণ উভয় বাসাতে 400 kg অপেক্ষা বেশি পানি উত্তোলিত হয়েছে।

প্রশ্ন ▶ ২৭ 15kW এর একটি মোটরের কর্মদক্ষতা 75%। উক্ত মোটরের সাহায্যে কোনো ভূ-নিম্নস্থ ট্যাঙ্ক থেকে 100 কুইন্টাল পানি 2 মিনিটে ছাদের চৌবাচ্চায় উঠানো যায়।

◀ শিখনফল-১১ ও ১২

ক. শক্তির SI একক কী? ১

খ. তাপধারণ ক্ষমতা ও আপেক্ষিক তাপের মধ্যে পার্থক্য লিখ। ২

গ. উক্ত পানি তুলতে কত শক্তি খরচ হবে? ৩

ঘ. ছাদের উচ্চতা 15m হলে ঐ মোটর দ্বারা উক্ত সময়ে সমস্ত পানি তোলা সম্ভব কিনা— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক শক্তির SI একক জুল।

খ তাপধারণ ক্ষমতা ও আপেক্ষিক তাপের মধ্যে পার্থক্য নিম্নরূপ:

তাপধারণ ক্ষমতা	আপেক্ষিক তাপ
i. কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1K বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের দরকার হয় তাকে বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা বলে।	i. 1kg ভরের বস্তুর তাপমাত্রা 1K বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের দরকার হয় তাকে বস্তুর উপাদানের আপেক্ষিক তাপ বলে।
ii. তাপধারণ ক্ষমতার একক Jkg^{-1}	ii. আপেক্ষিক তাপের একক $\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$
iii. তাপধারণ ক্ষমতা বস্তুর উপাদানের ধর্ম নয়।	iii. আপেক্ষিক তাপ বস্তুর উপাদানের ধর্ম।

গ

উক্ত পানি তুলতে খরচকৃত শক্তি W হলে,

$$W = P' \times t$$

$$= 11.25 \times 10^3 \text{ W} \times 120 \text{ sec}$$

$$= 1.35 \times 10^6 \text{ J (Ans.)}$$

এখানে,

মোটরের প্রদত্ত ক্ষমতা,

$$P = 15 \text{ kW} = 15 \times 10^3 \text{ W}$$

$$\text{কর্মদক্ষতা, } \eta = 75\% = 0.75$$

$$\therefore \text{ লভ্যকার্যকর ক্ষমতা,}$$

$$P' = \eta \times P$$

$$= 0.75 \times 15 \times 10^3 \text{ W}$$

$$= 11.25 \times 10^3 \text{ W}$$

$$\text{সময়, } t = 2 \text{ মিনিট}$$

$$= 2 \times 60 \text{ sec} = 120 \text{ sec}$$

ঘ

ধরি,

ছাদে সমস্ত পানি তুলতে t সময় লাগে।

$$\therefore P' = \frac{W}{t}$$

$$\text{বা, } t = \frac{W}{P'}$$

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

$$= \frac{10^4 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 15 \text{ m}}{11.25 \times 10^3 \text{ W}}$$

$$= \frac{10^4 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 15 \text{ m}}{11.25 \times 10^3 \text{ W}}$$

$$= 130.66 \text{ sec}$$

$$= 2.18 \text{ মিনিট}$$

এখানে, দেখা যায় যে, সমস্ত পানি ছাদে তুলতে প্রয়োজনীয় সময় উদ্দীপকে উল্লেখিত সময় অপেক্ষা বেশি। অতএব, উদ্দীপকে উল্লেখিত সময়ে সমস্ত পানি ছাদে তোলা সম্ভব নয়।

প্রশ্ন ▶ ২৮ 20kW এবং 5.88kW ক্ষমতার দুটি ইঞ্জিন দিয়ে একটি 30m উঁচু বাড়ির ছাদে যথাক্রমে 2000kg ও 1000kg পানি 1 মিনিটে তুলতে পারে।

◀ শিখনফল-১১ ও ১২

ক. বলের ঘাত কাকে বলে? ১

খ. 50N বল বলতে কী বোঝায় ব্যাখ্যা করো। ২

গ. প্রথম ইঞ্জিনটি লভ্য কার্যকর ক্ষমতা কত? ৩

ঘ. ইঞ্জিন দুটির কোনটির কর্মদক্ষতা বেশি- বিশ্লেষণ করো। ৪

২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর উপর বিপুল পরিমাণ বল খুব কম সময়ের জন্য প্রযুক্ত হলে বল এবং বলের ক্রিয়াকালের গুণফলকে বলের ঘাত বলে।

খ আমরা জানি, বলের একক নিউটন এবং $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \times 1 \text{ ms}^{-2}$ । 1kg কোনো বস্তুর ওপর যে পরিমাণ বল প্রয়োগ করলে তার ত্বরণ 1 ms^{-2} হয় তাকে 1N বলে। অতএব, 50N বল বলতে ঐ পরিমাণ বলকে বোঝায় যা 50 kg ভরের কোনো বস্তুর ওপর প্রয়োগ করা হলে বস্তুর ত্বরণ হয় 1 ms^{-2} ।

গ

লভ্য কার্যকর ক্ষমতা,

$$P_{\text{out}} = \frac{m_1 gh}{t}$$

$$= \frac{2000 \times 9.8 \times 30}{60}$$

$$= 9800 \text{ W}$$

$$= 9.8 \text{ kW (Ans.)}$$

এখানে,

পাম্পের ক্ষমতা, $P_1 = 20 \text{ kW}$

$$= 20 \times 10^3 \text{ W}$$

সময়, $t = 1 \text{ মিনিট}$

$$= 60 \text{ s}$$

উচ্চতা, $h = 30 \text{ m}$.

পানির ভর, $m_1 = 2000 \text{ kg}$

লভ্য কার্যকর ক্ষমতা, $P_{\text{out}} = ?$

ঘ (গ) নং থেকে ১ম ইঞ্জিনের লভ্য কার্যকর ক্ষমতা, $P_{out1} = 9.8 \text{ kW}$
১ম ইঞ্জিনের কর্ম দক্ষতা,

$$\eta = \frac{P_{out1}}{P_{in1}} \times 100\%$$

$$= \frac{9.8}{20} \times 100\%$$

$$= 49\%$$

২য় ইঞ্জিনের লভ্য কার্যকর ক্ষমতা,

$$P_{out2} = \frac{m_2 gh}{t}$$

এখানে,
১ম ইঞ্জিনের প্রদত্ত ক্ষমতা,
 $P_{in1} = 20 \text{ kW}$
২য় ইঞ্জিনের প্রদত্ত ক্ষমতা,
 $P_{in2} = 5.88 \text{ kW}$
পানির ভর, $m_2 = 1000 \text{ kg}$
উচ্চতা, $h = 30 \text{ m}$
সময়, $t = 60 \text{ s}$

$$= \frac{1000 \times 9.8 \times 30}{60}$$

$$= 4900 \text{ W}$$

$$= 4.9 \text{ kW}$$

২য় ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা, $\eta_2 = \frac{P_{out2}}{P_{in2}} \times 100\%$

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

$$= 83.33\%$$

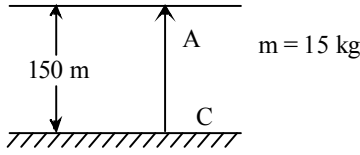
অর্থাৎ দেখা যাচ্ছে যে, ২য় ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা ১ম ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা থেকে বেশি।



সৃজনশীল প্রশ্নব্যাংক

▶ উত্তর সংকেতসহ প্রশ্ন

প্রশ্ন ▶ ২৯ নিচের চিত্রটি লক্ষ্য কর:



◀ শিখনফল-৩

- ক. বিভব শক্তি কাকে বলে? ১
- খ. বল প্রয়োগ করলে সকল ক্ষেত্রে কাজ সমান হয় না কেন? ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. A বিন্দু থেকে বস্তুটিকে ছেড়ে দিলে এটি কত বেগে C বিন্দুতে নেমে আসবে? ৩
- ঘ. ভূ-পৃষ্ঠ থেকে কত উচ্চতায় বিভব শক্তি ও গতিশক্তি সমান হবে — গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও? ৪

২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ কাজ = বল × বলের দিকে সরণের উপাংশ একারণে একই বল প্রয়োগের ফলে একই পরিমাণ সরণ বলের সাপেক্ষে বিভিন্ন দিকে হলে কাজ বিভিন্ন হবে। যেমন, F বল প্রয়োগের ফলে বলের দিকে সরণ s হলে, কাজ $W = Fs$ ।

আবার, সরণ যদি বলের সাথে θ কোণে হয় তবে কাজ হবে,
 $W = Fscos\theta$.

আবার, সরণ বলের সাথে 90° কোণে হলে, কাজ, $W = Fscos90^\circ = 0$ হয়।

অতএব, বল প্রয়োগ করলে সকল ক্ষেত্রে কাজ সমান হবে না।



সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতার দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

গ পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে অতিক্রান্ত দূরত্বের সাথে শেষবেগের সম্পর্ক কী?

ঘ বিভবশক্তি ও গতিশক্তি নির্ণয়ের সময় কোন ক্ষেত্রে দূরত্ব কী নিতে হয়?

প্রশ্ন ▶ ৩০ শফিক ও তুহিন একটি দৌড় প্রতিযোগিতায় অংশগ্রহণ করে। শফিকের ভর 50 kg এবং সে 8 m/s বেগে দৌড়ায়। তুহিনের ভর 40 kg এবং সে 7 m/s বেগে দৌড়ায়। এই বেগ অর্জন করতে কৃতকাজই তাদের গতিশক্তি।

◀ শিখনফল-৩

- ক. পেট্রো শব্দের অর্থ কী? ১
- খ. একটি বস্তু কীভাবে বিভব শক্তি অর্জন করে— ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. শফিক ও তুহিনের মধ্যে কার গতিশক্তি বেশি ছিল নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. শফিক ও তুহিনের উভয়ের ভর 60 kg হলে কার গতিশক্তি বেশি হবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পেট্রো শব্দের অর্থ পাথর।

খ কোনো বস্তু তার স্বাভাবিক অবস্থা বা অবস্থান হতে পরিবর্তিত অবস্থা বা অবস্থানে আসলে এটি বিভবশক্তি অর্জন করে। এখানে অবস্থার পরিবর্তন বলতে মূলত আকৃতিগত পরিবর্তন বুঝানো হয়েছে, যেমন: স্প্রিং এর সংকোচন। এছাড়া অবস্থানের পরিবর্তনের মাধ্যমেও বস্তু বিভবশক্তি অর্জন করতে পারে, যেমন, কোনো বস্তুকে ভূমি হতে নির্দিষ্ট উচ্চতায় তোলা হলে এটি অভিকর্ষজ বিভবশক্তি অর্জন করে।



সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতার দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

গ 50 kg ভরের একটি বালক 8 m/s বেগে দৌড়ালে তার গতিশক্তি কত?

ঘ 60 kg ভরের একজন বালক 7 m/s বেগে দৌড়ালে বালকটির গতিশক্তি কত?


প্রশ্ন ▶ ৩৩ পৃথিবীর বর্তমান অবস্থায় অনবায়নযোগ্য শক্তির বিপরীতে বিকল্প যে সকল উৎস ব্যবহারের দিকে মানুষ আকৃষ্ট হচ্ছে তার মধ্যে সৌরশক্তি, পানি প্রবাহ থেকে প্রাপ্ত শক্তি, জোয়ার-ভাটার শক্তি, ভূ-তাপীয় শক্তি, বায়ু শক্তি, বায়োমাস শক্তি ইত্যাদি উৎসগুলো প্রধান। এ উৎসগুলো প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে সূর্যের উপর নির্ভরশীল। যতদিন পৃথিবী সূর্যের আলো পেতে থাকবে ততদিন পর্যন্ত এ সকল উৎস থেকে শক্তির সরবরাহ পাওয়া সম্ভব হবে।

◀ শিখনফল-৭

- ক. একক সময়ে কৃতকাজের পরিমাণকে কী বলে? ১
খ. শব্দের উৎপত্তিগত দিক থেকে পেট্রোলিয়াম কী? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. উল্লিখিত শক্তিগুলো কোন ধরনের ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. শেযোক্ত শক্তিটি আমাদের জীবন যাত্রার সাথে কীভাবে সম্পৃক্ত তা আলোচনা কর। ৪

৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

- ক. একক সময়ে কৃতকাজের পরিমাণই হলো ক্ষমতা।
খ. পেট্রোলিয়াম একটি ল্যাটিন শব্দ। এটি তৈরি হয়েছে পেট্রো ও অলিয়াম মিলে। ল্যাটিন ভাষায় পেট্রো শব্দের অর্থ পাথর এবং অলিয়াম শব্দের অর্থ তেল। সুতরাং পেট্রোলিয়াম হল পাথরের মধ্যে সঞ্চিত তেল। টারশিয়ারি যুগে অর্থাৎ আজ থেকে পাঁচ ছয় কোটি বছর আগে সমুদ্রের তলদেশে পাললিক শিলার স্তরে স্তরে গাছপালা ও সামুদ্রিক প্রাণী ছাপা পড়ে রাসায়নিক পরিবর্তনের মাধ্যমে পেট্রোলিয়াম তৈরি হয়েছে।

 সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

- গ. নবায়নযোগ্য শক্তি উদাহরণ সহ ব্যাখ্যা কর।
ঘ. সূর্যের আলো পৃথিবীতে যতদিন পৌঁছবে ততদিন নবায়নযোগ্য শক্তি থাকবে— বিশ্লেষণ কর।

প্রশ্ন ▶ ৩৭ 100 kW এর একটি তড়িৎ মোটর 100 kg পানি 45 সেকেন্ডে 300 m উঁচু ছাদে তুলতে পারে।

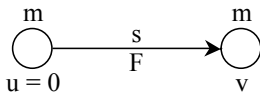
◀ শিখনফল-১২ / গভর্নমেন্ট ল্যাবরেটরি হাই স্কুল, ময়মনসিংহ/

- ক. সংরক্ষণশীল বল কাকে বলে? ১
খ. গতিশক্তির সাথে ভরবেগ কীভাবে সম্পর্কিত তা দেখাও। ২
গ. মোটরটির কর্মদক্ষতা কত? ৩
ঘ. মোটরটির কর্মদক্ষতা 90% হলে উল্লিখিত সময়ে মোটরটির ব্যয়িত শক্তির পরিমাণ গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো ক্ষেত্রে স্থাপিত একটি বস্তুকে যেকোনো পথে ঘুরিয়ে পুনরায় প্রাথমিক অবস্থায় আনলে যে বল দ্বারা এর কাজের পরিমাণ শূন্য হয়, সেই বলকে সংরক্ষণশীল বল বলে।

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



∴ গতিশক্তি = কৃতকাজ = বল × সরণ = Fs

বা, $E_k = mas$ [$F = ma$]

কিন্তু, $v^2 = u^2 + 2as$

বা, $as = \frac{1}{2}v^2$ [∴ আদিবেগ, $u = 0$]

∴ $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

আবার, আমরা জানি, ভরবেগ, $P = mv$

∴ $E_k = \frac{m^2v^2}{2m} = \frac{(mv)^2}{2m} = \frac{P^2}{2m}$ ।



সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

গ. উল্লিখিত মোটর হতে লব্ধ ক্ষমতা কত?

ঘ. কর্মদক্ষতার সাথে লব্ধ ও প্রযুক্ত শক্তির সম্পর্ক কী?

▶ অনুশীলনের জন্য আরও প্রশ্ন

প্রশ্ন ▶ ৩১ 35kg ভরের একটি বানর 30m উঁচু একটি নারিকেল গাছে 10s-এ উঠে 2kg ভরের একটি নারিকেল ছিড়ে ফেলে দিল।

◀ শিখনফল-৩ ও ১১

- ক. শক্তির মাত্রা লিখ। ১
খ. কাদাযুক্ত রাস্তায় আমরা পিছলে যাই কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. বানরটির ক্ষমতা নির্ণয় কর। ৩
ঘ. নারিকেলটি পড়ার সময় ভূমি থেকে কত উচ্চতায় এটির বিভব শক্তি গতি শক্তির তিনগুণ হবে? ৪

প্রশ্ন ▶ ৩২ একজন ভারোত্তলনকারী 200 kg ভরের একটি বস্তুকে মাটি হতে 190 cm উঁচুতে উঠিয়ে স্থির অবস্থানে রাখে। এ সময় সে F উর্ধ্বমুখী বল প্রয়োগ করে এবং বস্তুটির ওজন W নিচের দিকে ক্রিয়া করে।

◀ শিখনফল-৬ ও ১১

- ক. কাজের মাত্রা লিখ। ১
খ. W দ্বারা কৃতকাজ কি ধনাত্মক না ঋণাত্মক ব্যাখ্যা কর। ২
গ. F দ্বারা বল প্রয়োগের ক্ষেত্রে বস্তুটি সমবেগে উপরে উঠলে কৃতকাজ কত নির্ণয় কর। ৩
ঘ. বস্তুটি যদি $5ms^{-2}$ সমত্বরণে উক্ত উল্লম্ব দূরত্ব অতিক্রম করে তবে কৃতকাজের কোনো পরিবর্তন হবে কি-না? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

প্রশ্ন ▶ ৩৪ একটি পানি তোলা পাম্প প্রতি মিনিটে 1800kg পানি 20m উঁচু দালানের ছাঁদে তুলতে পারে, যার কর্মদক্ষতা 60%।

◀ শিখনফল-১১ ও ১২ / ভিকারুননিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা/

- ক. 1N কাকে বলে? ১
খ. পঁচাত্তর পানির কল যা ঘুরিয়ে খুলতে হয়, সাবানযুক্ত ভেজা হাতে তা খোলা কষ্টকর কেন? ২
গ. পাম্পটির মোট ক্ষমতা নির্ণয় কর। ৩
ঘ. যদি পাম্পটির কর্মদক্ষতা 70% হতো তাহলে ঐ একই পরিমাণ পানি একই উচ্চতায় তুলতে সময়ের ব্যবধান কত হতো— গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

প্রশ্ন ▶ ৩৫ 300m গভীর একটি কুয়া থেকে ইঞ্জিনের সাহায্যে প্রতি মিনিটে 1500 kg পানি উত্তোলন করা হয়। ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা 70%।

◀ শিখনফল-১১ ও ১২

- ক. শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতিটি বিবৃত কর। ১
খ. শক্তি ও ক্ষমতার মধ্যে দুটি পার্থক্য লিখ। ২
গ. ইঞ্জিনের মোট প্রদত্ত ক্ষমতা (HP) এককে নির্ণয় কর। ৩
ঘ. একই ক্ষমতার কিন্তু 60% কর্মদক্ষতার একটি ইঞ্জিন দ্বারা সমপরিমাণ পানি কুয়া থেকে তুলতে কত সময় লাগবে? ৪



নিজেকে যাচাই করি

পদার্থবিজ্ঞান

বিষয় কোড :

১	৩	৬
---	---	---

মান-২৫

সময়: ২৫ মিনিট

সৃজনশীল বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

১. তথ্যগুলো লক্ষ কর—
i. ক্ষমতার মাত্রা ML^2T^{-3}
ii. 10 W সমান 0.0521 hp
iii. 10 MeV সমান $1.6 \times 10^{-12} \text{ J}$
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii
২. কোন রাশিগুলোর একক একই?
i. কাজ
ii. ক্ষমতা
iii. শক্তি
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) ii ও iii
গ) i ও iii ঘ) i, ii ও iii
৩. সংরক্ষণশীল বল হলো—
i. তড়িৎ বল ii. স্প্রিং বল
iii. চৌম্বক বল
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii
৪. জেনারেটরের ক্ষেত্রে—
i. তড়িৎ শক্তি → যান্ত্রিক শক্তি
ii. যান্ত্রিক শক্তি → তড়িৎ শক্তি
iii. যান্ত্রিক শক্তি → পরিবর্তী প্রবাহ
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i খ) ii
গ) i ও ii ঘ) ii ও iii
৫. কোন দেশ জোয়ার ভাটা থেকে বিদ্যুৎ উৎপন্ন করে?
ক) ফ্রান্স খ) জার্মানী
গ) USA ঘ) UK
৬. কোন বস্তুর বেগ 4 গুণ করা হলে এর গতিশক্তি কতটুকু বাড়াবে?
ক) 1500% খ) 1600%
গ) 1400% ঘ) 1300%
৭. সকল চলমান বস্তুতে কোনটি বিদ্যমান?
ক) তাপ শক্তি খ) শব্দ শক্তি
গ) গতি শক্তি ঘ) বিভব শক্তি
৮. রেডিওর প্রেরক যন্ত্রে শক্তির রূপান্তর কীরূপ হয়?
ক) তড়িৎ শক্তি → যান্ত্রিক শক্তি
খ) তড়িৎ শক্তি → শব্দ শক্তি
গ) শব্দ শক্তি → তড়িৎ শক্তি
ঘ) যান্ত্রিক শক্তি → তড়িৎ শক্তি
৯. কোন যন্ত্র যান্ত্রিক শক্তিকে তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত করে?
ক) মোটর
খ) জেনারেটর
গ) ট্রান্সফরমার
ঘ) চার্জার

১০. একটি নির্দিষ্ট শক্তির নিউট্রন কোনো ইউরেনিয়াম নিউক্লিয়াসকে আঘাত করলে কী পরিমাণ শক্তি নির্গত হবে?
ক) 200 MeV খ) 200 J
গ) 200 eV ঘ) $3.2 \times 10^{11} \text{ J}$
১১. বায়োগ্যাসে গোবর ও পানির মিশ্রণের অনুপাত কত?
ক) 1 : 2 খ) 2 : 1
গ) 2 : 3 ঘ) 3 : 2
১২. 100g ভরের সমতুল্য শক্তি কত eV হবে?
ক) 1.44×10^{-3} খ) 9×10^{15}
গ) 9×10^{18} ঘ) 5.62×10^{34}
১৩. নিচের কোনটি থেকে অ্যামোনিয়া উৎপাদিত হয়?
ক) কয়লা
খ) প্রাকৃতিক গ্যাস
গ) পেট্রোলিয়াম
ঘ) বায়োগ্যাস
১৪. নিচের কোন ঘটনার ক্ষেত্রে কাজ সম্পাদিত হয়?
ক) রিমা জোরে দেয়াল ঠেলছে
খ) কুমার বই নিয়ে দাড়িয়ে আছে
গ) তপন হেঁটে পাঠশালায় যাচ্ছে
ঘ) সুমি গাছে হেলান দিয়ে দাড়িয়ে আছে
১৫. শক্তির প্রধান উৎস—
ক) গ্যাস খ) খনিজ তেল
গ) সূর্য ঘ) গাছ
১৬. নিচের কোনটি পেট্রোলিয়াম থেকে উদ্ভাবিত কৃত্রিম বুনন?
ক) পেট্রোল
খ) পিচ
গ) টেরিলিন
ঘ) টেট্রন
১৭. ক্ষমতার একক কোনটি?
ক) জুল
খ) সেকেন্ড
গ) জুল/সেকেন্ড^২
ঘ) জুল/সেকেন্ড
১৮. পারমাণবিক সাবমেরিনে নিউক্লিয় শক্তি কোন শক্তিতে রূপান্তরিত হয়?
ক) বিদ্যুৎ শক্তি
খ) যান্ত্রিক শক্তি
গ) চৌম্বক শক্তি
ঘ) রাসায়নিক শক্তি
১৯. একটি 5kg ভরের বস্তু ভূমি থেকে 5m তুলে আবার ভূমিতে আনলে ভূমিতে মোট শক্তি কত হবে?
ক) 0J
খ) 245J
গ) 490J
ঘ) 980J

২০. m ভরের একটি বস্তু r ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট একটি বৃত্তাকার পথ সম্পূর্ণ ঘুরে আসলে কাজ কত হবে?
ক) mv খ) mvr
গ) mv^2/r ঘ) 0

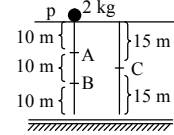
২১. নিচের কোনটি গতিশক্তির রাশিমালা?
ক) $E_K = mv^2$
খ) $E_K = \frac{1}{2} mv^2$
গ) $E_K = \frac{1}{3} mv^2$
ঘ) $E_K = \frac{1}{2} mv^3$

নিচের উদ্দীপকটি পড়ে ২২ ও ২৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

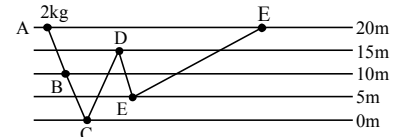
50 g ভরের একটি বস্তুকে ভূ-পৃষ্ঠ হতে 60m উঁচুতে A বিন্দুতে স্থির অবস্থায় রাখা হলো। $[g=9.8 \text{ ms}^{-2}]$

২২. A বিন্দুতে বস্তুটির বিভব শক্তি কত?
ক) 19.4 J খ) 29.4 J
গ) 39.4J ঘ) 49.4J

২৩. বস্তুটি অভিকর্ষের টানে মুক্তভাবে পড়তে থাকলে ভূ-পৃষ্ঠ হতে কত উচ্চতায় গতিশক্তি বিভব শক্তির 3 গুণ হবে?
ক) 5m খ) 10m
গ) 15m ঘ) 20m



নিচের চিত্র থেকে ২৪ ও ২৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



২৪. C অবস্থান থেকে D অবস্থানে উঠতে বস্তু কর্তৃক কৃতকাজ কত?
ক) 392J
খ) 196J
গ) 294J
ঘ) 30J

২৫. C বিন্দুতে গতিশক্তি B অবস্থানের গতিশক্তির তুলনায়—
ক) দ্বিগুণ
খ) অর্ধেক
গ) চারগুণ
ঘ) সমান

পদার্থবিজ্ঞান

বিষয় কোড :

১	৩	৬
---	---	---

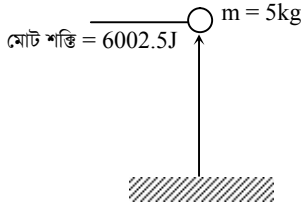
সময়: ২ ঘণ্টা ৩৫ মিনিট

সৃজনশীল রচনামূলক প্রশ্ন

মান-৫০

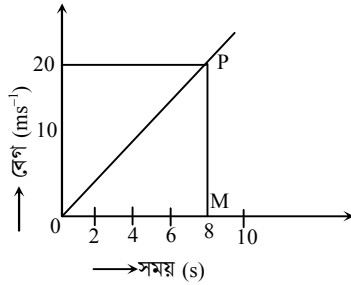
- ১.▶ দশম শ্রেণির ছাত্রী সবিতা 1m উঁচু একটি দ্বিতল টেবিলে পড়াশোনা করছে। টেবিলের উপরি পৃষ্ঠ হতে 50cm উঁচু টেবিলে সংযুক্ত বুক সেলফে তার বইগুলো রাখা আছে। বইগুলোর ভর 20 kg।
- ক. বুক সেলফে রাখা বইগুলোর বিদ্যমান শক্তির সংজ্ঞা দাও। ১
- খ. টেবিলের সাপেক্ষে বইগুলোর বিভবশক্তি 15J বলতে কী বোঝায়? ২
- গ. বইগুলো বুকসেলফ থেকে খাড়াভাবে নিচে পড়লে ভূ-পৃষ্ঠে পৌঁছানোর পূর্ব মুহূর্তে বইগুলোর গতিশক্তি নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. টেবিলের বুকসেলফে বিদ্যমান বইগুলোতে টেবিলের সাপেক্ষে এবং ভূ-পৃষ্ঠের সাপেক্ষে বিভবশক্তির তারতম্য হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

২.▶



- ক. কাজ কাকে বলে? ১
- খ. নবায়নযোগ্য শক্তি ব্যবহারের সুবিধা উল্লেখ কর। ২
- গ. উদ্ভীপকের বস্তুটিকে কত বেগে নিষ্ক্ষেপ করা হয়েছিল? ৩
- ঘ. 32.5m উচ্চতায় নেমে আসার পর বস্তুটির বিভব শক্তি ও গতিশক্তি নির্ণয় পূর্বক দেখাও যে, মোট শক্তি ধ্রুবক। ৪

৩.▶



উপরের চিত্রে 100 kg ভরের একটি বস্তুর গতি প্রদর্শিত হলো।

- ক. নিউক্লীয় ফিশন কী? ১
- খ. কৃতকাজের পরিমাণ ভিন্ন হলে ক্ষমতা কি একই হতে পারে? ২
- গ. লেখচিত্র অনুসারে সোজা রাস্তায় স্থির অবস্থান থেকে চলমান বস্তুটি 125 m দূরে রাস্তার পাশে দাঁড়ানো এক ব্যক্তিকে কত বেগে অতিক্রম করবে? ৩
- ঘ. চিত্র অনুসারে প্রথম ৪ s-এ বস্তু কর্তৃক কৃতকাজ ও গতিশক্তি পৃথকভাবে নির্ণয় করে দেখাও যে, বস্তু কর্তৃক কৃতকাজই এর গতিশক্তি। ৪

- ৪.▶ একটি m kg ভরের বস্তুকে v বেগে খাড়া উপরের দিকে নিষ্ক্ষেপ করা হল। বস্তুটি সর্বোচ্চ h উচ্চতায় উঠতে পারে।

- ক. ক্ষমতা কী? ১
- খ. 'কোনো যন্ত্রের দক্ষতা 40%' -এর মানে কী? ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. কোথায় বস্তুটির গতিশক্তি ওই অবস্থার বিভবশক্তির এক-তৃতীয়াংশ? গাণিতিকভাবে দেখাও। ৩
- ঘ. বস্তুটি যদি সর্বোচ্চ 200 m উচ্চতায় উঠে তবে বস্তুটি শক্তির সংরক্ষণশীলতা মেনে চলবে কি? প্রমাণ করো। ৪
- ৫.▶ 60 kg ভরের এক বালক 20m লম্বা একটি নারিকেল গাছে উঠল নারিকেল পাড়ার জন্য।
- ক. যান্ত্রিক শক্তি কাকে বলে? ১
- খ. কর্মদক্ষতা ও শক্তির মধ্যে সম্পর্ক লিখ। ২
- গ. গাছে উঠার পর বালকের বিভব শক্তি নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. 20 kg ভরের এক কাঁদি নারিকেল কেটে 500J গতিশক্তিতে ছেড়ে দেওয়া হলে, ভূমি স্পর্শ করার পূর্বমুহূর্তে নারিকেলের কাঁদির বেগ কত? ৪

- ৬.▶ 40kg ভরের একটি বালক এবং 60kg ভরের একজন যুবক একটি ভবনের নিচতলা থেকে এক সাথে দৌড় শুরু করে দৌড়ে একই সময়ে ছাদের একই জায়গায় পৌঁছালেন। দৌড়ের সময় উভয়ের বেগ ছিল 30 m/min।

- ক. এক জুল কাকে বলে? ১
- খ. 50J কাজ বলতে কী বোঝায়? ২
- গ. যুবকের গতিশক্তি নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. ছাদে ওঠার ক্ষেত্রে দুইজনের ক্ষমতা সমান ছিল কিনা গাণিতিক যুক্তিসহ যাচাই করো। ৪

- ৭.▶ শুভদের বাসায় ব্যবহৃত মোটর মিনিটে 5.5×10^5 kg পানি 100m উপরে উঠাতে পারে। মোটরটির দক্ষতা 70%। অপরদিকে তার নানা বাড়িতে 100m গভীর একটি কুয়া থেকে মোটরের সাহায্যে প্রতি মিনিটে 1000 kg পানি উঠানো হয়। দ্বিতীয় মোটরটি 980.02 kJ ডিউং শক্তি ব্যবহার করে।

- ক. গতিশক্তি কাকে বলে? ১
- খ. "গতিশীল গাড়ীতে ব্রেক কষলে গাড়ি কিছূদূর গিয়ে থেমে যায়।" এটি কোন ধরনের কাজ? ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. দ্বিতীয় মোটর কর্তৃক অপচয়কৃত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. যদি দ্বিতীয় মোটরটির ক্ষমতা 42% নষ্ট হয় তবে মোটর দুটির মধ্যে কোনটির কার্যকরী ক্ষমতা বেশি? গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

- ৮.▶ একটি আবাসিক এলাকায় পানি সরবরাহের জন্য দুটি টাওয়ারে দুটি ট্যাংক T_1 ও T_2 স্থাপন করা হয়েছে। T_1 ও T_2 ট্যাংক দুটি ভূমি থেকে যথাক্রমে 20m ও 50m উপরে রাখা আছে। T_1 ট্যাংকটি পূর্ণ করতে 5HP ক্ষমতার একটি পাম্পের 5 মিনিট সময় লাগে। T_2 ট্যাংকটি পূর্ণ করতে 7HP ক্ষমতার একটি পাম্পের 6 মিনিট সময় লাগে।

- ক. অভিকর্ষজ বিভব শক্তি কাকে বলে? ১
- খ. মহাকর্ষ বল একটি অস্পর্শ বল— ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. 0.40kg ভরের একটি বস্তু T_2 ট্যাংক রাখা ছাদ থেকে ফেলে দিলে ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে এর গতিশক্তি কত হবে? ৩
- ঘ. ট্যাংক দুটির মধ্যে কোনটির আকার বড় গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

সৃজনশীল বহুনির্বাচনি

মডেল প্রশ্নপত্রের উত্তর

১	ঘ	২	ঘ	৩	ঘ	৪	ঘ	৫	ক	৬	ঘ	৭	ঘ	৮	ঘ	৯	ঘ	১০	ক	১১	গ	১২	ক	১৩	ঘ
১৪	গ	১৫	ক	১৬	ক	১৭	ঘ	১৮	ঘ	১৯	গ	২০	ঘ	২১	গ	২২	ঘ	২৩	ক	২৪	ক	২৫	খ		