

১. 2 kg ভরের একটি পাথরকে 30 m উঁচু হতে মুক্তভাবে ছেড়ে দেয়া হলো। পাথরটি একটি স্প্রিং এর উপর পড়ল। স্প্রিং এর ধ্রুবক  $10^5 \text{ Jm}^{-2}$ ।

[রাজশাহী বোর্ড-২০২৪]

- (ক) কাজ কাকে বলে?  
(খ) মাটির নিচে তেল, গ্যাস আছে কি-না তা কিভাবে শনাক্ত করা যায়? ব্যাখ্যা কর।  
(গ) স্প্রিংটি কতটুকু সংকুচিত হবে? নির্ণয় কর।  
(ঘ) পাথরটি ছেড়ে দেয়ার পূর্ব মুহূর্তে মোট যান্ত্রিক শক্তি এবং 2 s পর মোট যান্ত্রিক শক্তি সমান হবে কি-না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

## ১ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) কোনো বস্তুর ওপর প্রযুক্ত বল এবং বলের দিকে বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্বের গুণফলকে কাজ বলা হয়।  
(খ) মাটির নিচে গ্যাস বা তেল আছে কিনা তা দেখার জন্য সিসমিক সার্ভে করা হয়। এটি করার জন্য মাটির খানিকটা নিচে ছোট বিস্ফোরণ করা হয়, বিস্ফোরণের শব্দ মাটির নিচে বিভিন্ন স্তরে আঘাত করে প্রতিফলিত হয়ে উপরে ফিরে আসে। জিওফোন নামে বিশেষ এক ধরনের সিরিভারে সেই প্রতিফলিত তরঙ্গকে ধারণ করা হয়। সমস্ত তথ্য বিশ্লেষণ করে মাটির নিচের নিখুঁত ত্রিমাত্রিক ছবি বের করে কোথায় গ্যাস বা কোথায় তেল আছে তা বের করে নেওয়া হয়। শব্দের উৎসটি কোথায় আছে এবং জিওফোন কোথায় আছে দুটিই জানা থাকার কারণে উৎস থেকে জিওফোনে শব্দ আসতে কতটুকু সময় লেগেছে তা জানতে পারলেই বিভিন্ন স্তরের দ্রুত নিখুঁতভাবে বের করা যায়।

- (গ) এখানে, পাথরের ভর,  $m = 2 \text{ kg}$

উচ্চতা,  $h = 30 \text{ m}$ অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$ স্প্রিং এর ধ্রুবক,  $k = 10^5 \text{ Jm}^{-2}$ স্প্রিং এর সংকোচন,  $x = ?$ এখন,  $h$  উচ্চতায় হতে বস্তুটি পতিত হতে কৃত কাজ + স্প্রিং এর উপর পতিত হওয়ার পর  $x$  সংকোচনের জন্য কৃতকাজ = স্প্রিং এর বিভব শক্তি

$$\text{বা, } mgh + mgx = \frac{1}{2} kx^2$$

$$2 \times 9.8 \times 30 + 2 \times 9.8 \times x = 0.5 \times 10^5 \times x^2$$

$$588 + 19.6x = 50000x^2$$

$$50000x^2 - 19.6x - 588 = 0$$

সমীকরণ সমাধান করে  $x = 0.1086 \text{ m}$  বা  $10.866 \text{ cm}$ অতএব, স্প্রিংটি  $10.844 \text{ cm}$  সংকুচিত হবে।

- (ঘ) এখানে, পাথরটির ভর,  $m = 2 \text{ kg}$

পাথরটির উচ্চতা,  $h = 30 \text{ m}$ অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$ 

পাথরটি ছেড়ে দেওয়ার পূর্ব মুহূর্তে:

পাথরটির বেগ,  $v = 0$ 

∴ পাথরটির বিভবশক্তি,

$$E_{p1} = mgh$$

$$= 2. \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 30 \text{ m} = 588 \text{ J}$$

এবং পাথরটির গতিশক্তি,

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

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

∴ পাথরটি ছেড়ে দেওয়ার পূর্ব মুহূর্তে মোট যান্ত্রিক শক্তি,

$$E_1 = E_{p1} + E_{k1}$$

$$= 588 \text{ J} + 0 = 588 \text{ J}$$

পাথরটি ছেড়ে দেওয়ার 2 s পর:

পাথরটির বেগ  $v'$  হলে,

$$v' = u + gt$$

$$= 0 + 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 2 \text{ s} = 19.6 \text{ ms}^{-1}$$

এবং 2 s এ পাথরটির সরণ  $s$  হলে,

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

$$= 0 \times t + \frac{1}{2} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times (2 \text{ s})^2$$

$$= 0 + 19.6 \text{ m} = 19.6 \text{ m}$$

∴ এ অবস্থানে পাথরটির বিভবশক্তি,

$$E_{p2} = mg(h - s)$$

$$= 2 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times (30 - 19.6) \text{ m}$$

$$= 203.84 \text{ J}$$

এবং পাথরটির গতিশক্তি,

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

$$= \frac{1}{2} \times 2 \text{ kg} \times (19.6 \text{ ms}^{-1})^2 = 384.16 \text{ J}$$

∴ 2 s পর পাথরটির মোট যান্ত্রিক শক্তি,

$$E_2 = E_{p2} + E_{k2}$$

$$= 203.84 \text{ J} + 384.16 \text{ J}$$

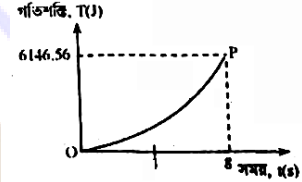
$$= 588 \text{ J}$$

এখানে,  $E_1 = E_2$ 

অর্থাৎ উভয় অবস্থানে মোট যান্ত্রিক শক্তি সমান।

সুতরাং পাথরটি ছেড়ে দেওয়ার পূর্ব মুহূর্তে মোট যান্ত্রিক শক্তি এবং 2 s পর মোট যান্ত্রিক শক্তি সমান হবে।

২. নিচের লেখচিত্রটি লক্ষ করে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



লেখচিত্রে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর ভর 2 kg।

P বিন্দুর মান ভূমি স্পর্শের মুহূর্তে গতিশক্তি নির্দেশ করে।

[যশোর বোর্ড-২০২৪]

- (ক) ভরবেগ কাকে বলে?

- (খ) এক ওয়াট-সেকেন্ডকে এক জুল বলা যায়-ব্যাখ্যা কর।

- (গ) বস্তুটির ভূমি স্পর্শের মুহূর্তে বেগ নির্ণয় কর।

- (ঘ) উদ্দীপকের তথ্য শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতিকে সমর্থন করে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

## ২ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) কোনো বস্তুর ভর ও বেগের গুণফলকে ভরবেগ বলে।

- (খ) আমরা জানি,  $P = \frac{W}{t}$  বা,  $W = Pt$

এখন, ক্ষমতার SI একক ওয়াট, সময়ের SI একক সেকেন্ড এবং কাজের SI একক হলো জুল। সুতরাং উপরের সমীকরণে  $P = 1 \text{ W}$  এবং  $t = 1 \text{ s}$  বসালে  $W$  এর যে মান পাওয়া যায় তাই 1 জুল।

$$\therefore W = 1 \text{ W} \times 1 \text{ s} = 1 \text{ Ws} = 1 \text{ J}$$

এ কারণে এক ওয়াট-সেকেন্ডকে এক জুল বলা যায়।

- (গ) এখানে, বস্তুর ভর,  $m = 2 \text{ kg}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$ ভূমি স্পর্শের মুহূর্তে গতিশক্তি,  $T = 6146.56 \text{ J}$ সময়,  $t = 8 \text{ s}$ ভূমি স্পর্শের মুহূর্তে বেগ,  $v = ?$ 

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } v^2 = \frac{2T}{m} = \sqrt{\frac{2T}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 6146.56}{2 \text{ kg}}}$$

$$\therefore v = 78.4 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, উদ্দীপকের বস্তুটির ভূমি স্পর্শের মুহূর্তে বেগ  $78.4 \text{ ms}^{-1}$ ।

- (ঘ) এখানে বস্তুর ভর,  $m = 2 \text{ kg}$

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

ভূমি স্পর্শের মুহূর্তে বেগ,  $v = 78.4 \text{ ms}^{-1}$  [‘গ’ হতে]

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

4 s পরে বেগ,  $v_1 = ?$

এখন,

$$v_1 = u + gt_1$$

$$= 0 \text{ ms}^{-1} + 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 4 \text{ s} = 39.2 \text{ ms}^{-1}$$

ধরি, বস্তুটি ভূমি থেকে  $h$  উচ্চতায় ছিল,

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

$$= 0 + \frac{1}{2} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times (8 \text{ s})^2 = 313.6 \text{ m}$$

4 s এ বস্তুটির অতিক্রান্ত উচ্চতা  $x$  হলে,

$$x = ut_1 + \frac{1}{2}gt_1^2$$

$$= 0 + \frac{1}{2} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times (4 \text{ s})^2$$

$$= 78.4 \text{ m}$$

আবার,  $h$  উচ্চতায় গতিশক্তি,

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

$$= \frac{1}{2} \times 2 \text{ kg} \times (0 \text{ ms}^{-1})^2 = 0 \text{ J}$$

$h$  উচ্চতায় বিভবশক্তি,

$$U_1 = mgh$$

$$= 2 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 313.6 \text{ m}$$

$$= 6146.56 \text{ J}$$

$\therefore h$  উচ্চতায় মোট শক্তি,

$$E_1 = T_1 + U_1$$

$$= 0 \text{ J} + 6146.56 \text{ J}$$

$$= 6146.56 \text{ J}$$

আবার, 4 s পরে গতিশক্তি,

$$T_2 = \frac{1}{2}mv_1^2$$

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

$$= 1536.64 \text{ J}$$

4 s পরে বিভবশক্তি,

$$U_2 = mg(h - x)$$

$$= 2 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times (313.6 - 78.4)$$

$$= 4609.92 \text{ J}$$

$\therefore$  4 s পরে মোট শক্তি,

$$E_2 = T_2 + U_2$$

$$= 1536.64 \text{ J} + 4609.92 \text{ J}$$

$$= 6146.56 \text{ J}$$

আবার, ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে গতিশক্তি,

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

$$= \frac{1}{2} \times 2 \text{ kg} \times (78.4 \text{ ms}^{-1})^2 = 6146.56 \text{ J}$$

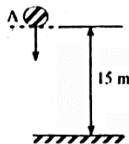
ভূমি স্পর্শের মুহূর্তে বিভবশক্তি,  $U_3 = mg \times 0 = 0 \text{ J}$

$\therefore$  ভূমি স্পর্শের মুহূর্তে মোট শক্তি,  $E_3 = T_3 + U_3 = 6146.56 \text{ J}$

উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যায়,  $E_1 = E_2 = E_3$

অতএব, উদ্দীপকের তথ্য শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতিকে সমর্থন করে।

৩. নিচের চিত্রটি লক্ষ করে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



A অবস্থান থেকে একটি বস্তুকে মুক্তভাবে পড়তে দেওয়া হলো।

[কুমিল্লা বোর্ড-২০২৪]

(ক) ওয়াট কাকে বলে?

(খ) পড়ন্ত বস্তুর বিভবশক্তি হ্রাস পায় কেন?

(গ) বস্তুটি কত বেগে ভূমিকে আঘাত করবে? নির্ণয় কর।

(ঘ) পড়ন্ত অবস্থায় বস্তুটির কোন অবস্থানে বিভবশক্তি যান্ত্রিক শক্তির অর্ধেক হবে- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

### ৩ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) এক সেকেন্ডে এক জুল কাজ করার ক্ষমতাকে এক ওয়াট বা ওয়াট বলে।

(খ) পড়ন্ত বস্তু যত নিচে নামতে থাকে এর বেগ তত বৃদ্ধি পেতে থাকে ফলে এর গতিশক্তিও বাড়তে থাকে। কিন্তু শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি অনুসারে মোট যান্ত্রিক শক্তি ধ্রুব থাকে। এ কারণে গতিশক্তি যতটুকু বাড়ে বিভবশক্তি ঠিক ততটুকু হ্রাস পায়। এক্ষেত্রে মূল বিভবশক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয় যার ফলে বিভবশক্তি হ্রাস পায়।

(গ) এখানে, বস্তুর আদিবেগ,  $u = 0 \text{ ms}^{-1}$

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

উচ্চতা,  $h = 15 \text{ m}$

বস্তুর শেষবেগ,  $v = ?$

$$\text{আমরা জানি, } v^2 = u^2 + 2gh$$

$$\text{বা, } v^2 = (0 \text{ ms}^{-1})^2 + 2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 15 \text{ m}$$

$$\therefore v = 7\sqrt{6} \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, উদ্দীপকের বস্তুটি  $7\sqrt{6} \text{ ms}^{-1}$  বেগে ভূমিতে আঘাত করবে।

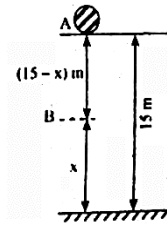
(ঘ) এখানে, বস্তুর আদিবেগ,  $u = 0 \text{ ms}^{-1}$

বস্তুর ভর,  $m$

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

উচ্চতা,  $h = 15 \text{ m}$

B অবস্থানে বেগ,  $v_x = ?$



ধরি, ভূমি থেকে  $x$  উচ্চতায় বস্তুটির বিভবশক্তি যান্ত্রিক শক্তির অর্ধেক হবে।

$$\text{প্রশ্নমতে, } mgx = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{2}mv_x^2 + mgx \right)$$

$$\text{বা, } 2gx = \frac{1}{2} \times \{u^2 + 2g(15 - x)\} + gx$$

$$\text{বা, } gx = g(15 - x)$$

$$\text{বা, } 2x = 15$$

$$\therefore x = 7.5 \text{ m}$$

অতএব, উদ্দীপকের বস্তুটির পড়ন্ত অবস্থায় ভূমি থেকে 7.5 m উচ্চতায় বিভবশক্তি যান্ত্রিক শক্তির অর্ধেক হবে।

8. 735 W কার্যকর ক্ষমতার একটি মোটর 9 m উঁচু দালানের ছাদে 1000 লিটার পানির ট্যাংক পূর্ণ করতে 2 মিনিট 12 সেকেন্ড চালানো হয়। 1470 W কার্যকর ক্ষমতার ২য় মোটর 15 m উঁচু দালানের ছাদে 3000 লিটার পানির ট্যাংক পূর্ণ করতে 5 মিনিট 12 সেকেন্ড চালানো হয়। উভয় ট্যাংক পূর্ণ হয়ে পানি পড়ে যায়।

[সিলেট বোর্ড-২০২৪]

(ক) শক্তির সংজ্ঞা দাও।

(খ) জীবাশ্ম জ্বালানির বিকল্প জ্বালানি অনুসন্ধান জরুরী কেন? ব্যাখ্যা কর।

(গ) 1ম ট্যাংক পানিপূর্ণ অবস্থায় পানির বিভব শক্তি নির্ণয় কর।

(ঘ) উভয় মোটর দ্বারা উঠানো অতিরিক্ত পানির পরিমাণ সমান হবে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

### 8 নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) বস্তুর কাজ করার সামর্থ্যকে শক্তি বলে।

(খ) জীবাশ্ম জ্বালানি হচ্ছে অনবায়নযোগ্য জ্বালানি। শক্তির চাহিদা দিন দিন বৃদ্ধির কারণে এ জীবাশ্ম জ্বালানির উৎসগুলো দ্রুত ফুরিয়ে আসছে। এ উৎসগুলো দ্রুত

ফুরিয়ে গেলে শক্তির অভাব প্রকট হবে যা বর্তমান সময়ের সাথে অসামঞ্জস্য।  
এজন্য জীবশাশ্রু জ্বালানির বিকল্প জ্বালানি অনুসন্ধান করা জরুরি।

- (গ) এখানে, দালানের ছাদের উচ্চতা,  $h = 9 \text{ m}$   
পানির আয়তন,  $V = 10001, = 1 \text{ m}^3$   
পানির ঘনত্ব,  $\rho = 1000 \text{ kgm}^{-3}$   
 $\therefore$  পানির ভর,  $m = \rho V = 10(k) \times 1 \text{ kg} = 1000 \text{ kg}$   
অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$   
পানি পূর্ণ অবস্থায় পানির বিভবশক্তি,  $E_p = ?$   
আমরা জানি,  
 $F_p = mgh$

$$= 1(100) \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 9 \text{ m} = 882(k) \text{ J}$$

অতএব, ১ম ট্যাংক পানিপূর্ণ অবস্থায় পানির বিভবশক্তি ৮৮২০০ J.

- (ঘ) ১ম মোটরের ক্ষেত্রে:

ট্যাংকটির সর্বোচ্চ ধারণক্ষমতা,  $m = 1000 \text{ kg}$  [‘গ’ হতে]

মোটরের ক্ষমতা,  $P_1 = 735 \text{ W}$

মোটর চালানো সময়,  $t_1 = 2 \text{ min } 12 \text{ sec} = 132 \text{ sec}$

দালানের ছাদের উচ্চতা,  $h_1 = 9 \text{ m}$

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

এখন, ১ম মোটর কর্তৃক উত্তোলিত মোট পানির ভর  $m_1$  হলে,

$$P_1 = \frac{m_1 g h_1}{t_1}$$

$$\text{বা, } m_1 = \frac{P_1 t_1}{g h_1} = \frac{735 \text{ W} \times 132 \text{ s}}{9.8 \text{ ms}^{-2} \times 9 \text{ m}} = 1100 \text{ kg}$$

$\therefore$  ১ম মোটর দ্বারা উঠানো অতিরিক্ত পানির ভর,

$$\Delta m_1 = m_1 - m = 1100 \text{ kg} - 1000 \text{ kg} = 100 \text{ kg}$$

২য় মোটরের ক্ষেত্রে,

ট্যাংকটির সর্বোচ্চ ধারণ ক্ষমতা,

$$m' = 3000 \text{ L}$$

$$= 3000 \text{ kg} \quad [\because \rho = 1 \text{ kg/L}]$$

মোটরের কার্যকর ক্ষমতা,  $P_2 = 1470 \text{ W}$

মোটর চালানো সময়,  $t_2 = 5 \text{ min } 12 \text{ sec} = 312 \text{ sec}$

দালানের ছাদের উচ্চতা,  $h_2 = 15 \text{ m}$

$\therefore$  ২য় মোটর কর্তৃক উত্তোলিত মোট পানির ভর  $m_2$  হলে,

$$P_2 = \frac{m_2 g h_2}{t_2}$$

$$\text{বা, } m_2 = \frac{P_2 t_2}{g h_2} = \frac{1470 \text{ W} \times 312 \text{ s}}{9.8 \text{ ms}^{-2} \times 15 \text{ m}} = 3120 \text{ kg}$$

$\therefore$  ২য় মোটর দ্বারা উঠানো অতিরিক্ত পানির ভর,

$$\Delta m_2 = m_2 - m' = 3120 \text{ kg} - 3000 \text{ kg} = 120 \text{ kg}$$

এখানে,  $\Delta m_1 \neq \Delta m_2$

অর্থাৎ অতিরিক্ত পানির ভর একই নয়।

সুতরাং, উভয় মোটর দ্বারা উঠানো অতিরিক্ত পানির পরিমাণ সমান হবে না।

৫. দুইটি তড়িৎ মোটর দ্বারা ৩০ মিটার উঁচু বাড়ির ছাদে যথাক্রমে ৮০০ লিটার ও ১২০০ লিটার পানি ৩০ sec এ তুলতে পারে। ১ম মোটরের ক্ষমতা ২০ kW ২য় মোটরের কর্মদক্ষতা ৭৮.৪%।

[বরিশাল বোর্ড-২০২৪]

(ক) বিভবশক্তি কাকে বলে?

(খ) ভরবেগ এবং গতিশক্তির মধ্যে সম্পর্ক ব্যাখ্যা কর।

(গ) প্রথম মোটরের কর্মদক্ষতা নির্ণয় কর।

(ঘ) ২য় মোটরের শক্তির রূপান্তর প্রক্রিয়া ক্ষমতা নির্ণয়ের মাধ্যমে বিশ্লেষণ কর।

#### ৫ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) স্থাবরিক অবস্থান বা অবস্থান থেকে পরিবর্তন করে কোনো বস্তুকে অন্য কোনো অবস্থান বা অবস্থায় আনলে বস্তু কাজ করার যে সামর্থ্য অর্জন করে তাকে স্থিতিশক্তি বা বিভবশক্তি বলে।

(খ) আমরা জানি,

$$v^2 = u^2 + 2as$$

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

কাজ-শক্তি উপপাদ্য অনুসারে, গতিশক্তি,

$$T = W = mas$$

$$\therefore T = \frac{mv^2}{2} [\because as = \frac{v^2}{2}]$$

আবার, ভরবেগ,

$$p = mv$$

$$\text{বা, } p^2 = m^2 v^2$$

$$\text{বা, } \frac{p^2}{2m} = \frac{mv^2}{2}$$

$$\text{সুতরাং } T = \frac{p^2}{2m}$$

এখন, বস্তুর ভর ধ্রুবক, তাই  $T \propto p^2$ । অর্থাৎ গতিশক্তি বস্তুর ভরবেগের বর্গের সমানুপাতিক।

- (গ) এখানে, প্রথম মোটরের ক্ষেত্রে,

উচ্চতা,  $h = 30 \text{ m}$

পানির ভর,  $m = 800$  লিটার =  $800 \text{ kg}$

সময়,  $t = 30 \text{ s}$

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

লভ্য কার্যকর ক্ষমতা,  $P' = ?$

আমরা জানি,

$$P' = \frac{mgh}{t}$$

$$= \frac{800 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 30 \text{ m}}{30 \text{ s}} = 7840 \text{ W}$$

প্রদত্ত ক্ষমতা,  $P = 20 \text{ kW} = 20000 \text{ W}$

কর্মদক্ষতা,  $\eta = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \eta = \frac{P'}{P} \times 100\% = \frac{7840 \text{ W}}{20000 \text{ W}} \times 100\% = 39.2\%$$

অতএব, প্রথম মোটরের কর্মদক্ষতা ৩৯.২%।

- (ঘ) দ্বিতীয় মোটরের ক্ষেত্রে,

উচ্চতা,  $h = 30 \text{ m}$

ভর,  $m = 1200$  লিটার =  $1200 \text{ kg}$

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

সময়,  $t = 30 \text{ s}$

লভ্য কার্যকর ক্ষমতা,  $P'_2 = ?$

আমরা জানি,

$$P'_2 = \frac{mgh}{t}$$

$$= \frac{1200 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 30 \text{ m}}{30 \text{ s}} = 11760 \text{ W} = \frac{11760 \text{ J}}{1 \text{ s}}$$

অর্থাৎ, মোটরটির ১ s এ লভ্য কার্যকর শক্তি ১১৭৬০ J.

কর্মদক্ষতা,  $\eta = 78.4\% = 0.784$

প্রদত্ত ক্ষমতা  $P_2$  হলে,

$$\eta = \frac{P'_2}{P_2}$$

$$\text{বা, } P_2 = \frac{P'_2}{\eta} = \frac{11760 \text{ W}}{0.784} = 15000 \text{ W} = \frac{15000 \text{ J}}{1 \text{ s}}$$

অর্থাৎ মোটরটিতে প্রতি সেকেন্ডে ১৫০০০ J শক্তি সরবরাহ করা হয়।

মোটরটির শক্তির আলোকে কর্মদক্ষতা,

$$\eta = \frac{11760 \text{ J}}{15000 \text{ J}} \times 100\% = 78.4\%$$

মোটরটির অপচয়কৃত শক্তি,

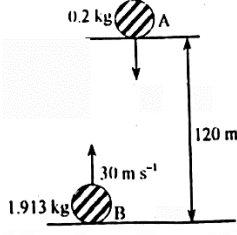
$$E = 15000 \text{ J} - 11760 \text{ J} = 3240 \text{ J}$$

অপচয় কর্মদক্ষতা,

$$\eta' = \frac{3240 \text{ J}}{15000 \text{ J}} \times 100\% = 21.6\%$$

উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যায় যে, মোটরটিতে ১৫০০০ J শক্তি প্রয়োগ করলে সেখান থেকে ১১৭৬০ J শক্তি পাওয়া যায় যেখানে কর্মদক্ষতা ৭৮.৪% এবং অবশিষ্ট শক্তি, শব্দ শক্তি বা অন্যান্য শক্তিতে রূপান্তরিত হয় যার পরিমাণ ৩২৪০ J এবং অপচয়কৃত কর্মদক্ষতা ২১.৬%।

৬. A বস্তুকে যে সময়ে পড়তে দেয়া হলো ঠিক একই সময় B বস্তুকে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো। কোনো এক সময় তারা পরস্পরকে অতিক্রম করে।



[দিনাজপুর বোর্ড-২০২৪]

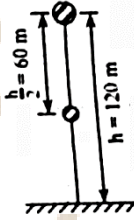
- (ক) তাৎক্ষণিক দ্রুতি কাকে বলে?  
 (খ) ভাঙা রাস্তার চেয়ে পিচঢালা পথে গাড়ি চালানো বেশি সুবিধা-ব্যখ্যা কর।  
 (গ) অর্ধ উচ্চতায় A বস্তুর বেগ নির্ণয় কর।  
 (ঘ) পরস্পরকে অতিক্রমের সময় A ও B বস্তুর শক্তি সমান হবে কিনা বিশ্লেষণ কর।

## ৬ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) গতিশীল কোনো বস্তুর কোনো একটি বিশেষ মুহূর্তে দ্রুতিকে তাৎক্ষণিক দ্রুতি বলে।

- (খ) ভাঙা রাস্তার সাথে গাড়ির টায়ারের ঘর্ষণ বল অধিক থাকে বলে গাড়িকে চালাতে হলে অধিক বলের প্রয়োজন হয় কিন্তু পিচঢালা রাস্তা ভাঙা রাস্তার তুলনায় অনেক মসৃণ থাকে ফলে গাড়ির টায়ারের সাথে পিচঢালা রাস্তার ঘর্ষণ বল কিছুটা কম থাকে ফলে গাড়ি চালানো সহজ হয়। এ ছাড়া রাস্তার বিভিন্ন স্থানে তীক্ষ্ণ ইট বা পাথরের জন্য গাড়ির টায়ারের ক্ষতি সাধিত হয়। একারণে, ভাঙা রাস্তার চেয়ে পিচঢালা পথে গাড়ি চালানো বেশি সুবিধা।

- (গ) এখানে, A বস্তুর আদিবেগ,  $u = 0 \text{ ms}^{-1}$   
 অর্ধ উচ্চতায় সরণ,  $s = \frac{h}{2} = \frac{120\text{m}}{2} = 60\text{m}$   
 অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$   
 অর্ধ উচ্চতায় বেগ,  $v = ?$



আমরা জানি,

$$v^2 = u^2 + 2gs$$

$$\text{বা, } v^2 = (0)^2 + 2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 60\text{m}$$

$$\text{বা, } v = \sqrt{1176 \text{ m}^2\text{s}^{-2}}$$

$$\therefore v = 34.29 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, অর্ধ উচ্চতায় A বস্তুর বেগ  $34.29 \text{ ms}^{-1}$ ।

- (ঘ) মনে করি,  $t$  সময় পর ভূমি হতে  $x$  উচ্চতায় A ও B বস্তুদ্বয় পরস্পরকে অতিক্রম করবে।

তাহলে, A বস্তুর ক্ষেত্রে,

$$s_A = u_A t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$\text{বা, } (120 - x) = 0 + \frac{1}{2} \times 9.8 \times t^2$$

$$\text{বা, } x = 120 - 4.9t^2 \dots \dots \dots (1)$$

এখানে,

A বস্তুর আদিবেগ,

$$u_A = 0$$

অভিকর্ষজ ত্বরণ,

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

A বস্তুর ভর,

$$m_A = 0.2 \text{ kg}$$

আবার, B বস্তুর ক্ষেত্রে,

$$s_B = u_B t - \frac{1}{2} g t^2$$

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

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

এখানে,

B বস্তুর আদিবেগ,

$$u_B = 0$$

B বস্তুর ভর,

$$m_B = 1.913 \text{ kg}$$

- (1) ও (2) নং হতে পাই,

$$120 - 4.9.t^2 = 30t - 4.9t^2$$

$$\text{বা, } 30t = 120$$

$$\therefore t = \frac{120}{30} = 4\text{s}$$

এখন (1) নং হতে পাই,

$$x = 120 - 4.9 \times (4)^2 = 41.6\text{m}$$

x উচ্চতায় A বস্তুর বেগ  $v_A$  হলে,

$$v_A = u_A + gt.$$

$$= 0 + 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 4\text{s} = 39.2 \text{ ms}^{-1}$$

এবং B বস্তুর বেগ,

$$v_B = u_B - gt$$

$$= 30 \text{ ms}^{-1} - 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 4\text{s}$$

$$= -9.2 \text{ ms}^{-1} \text{ [ঋণাত্মক চিহ্ন বেগের বিপরীত দিক নির্দেশ করে]}$$

 $\therefore$  x উচ্চতায় A বস্তুর শক্তি,

$$E_A = E_{pA} + E_{kA}$$

$$= m_A g x + \frac{1}{2} m_A v_A^2$$

$$= 0.2\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} \times 41.6\text{m} + \frac{1}{2} \times 0.2\text{kg} \times (39.2\text{ms}^{-1})^2$$

$$= 81.536\text{J} + 153.664\text{J} = 235.2\text{J}$$

এবং x উচ্চতায় B বস্তুর শক্তি,

$$E_B = E_{pB} + E_{kB}$$

$$= m_B g x + \frac{1}{2} m_B v_B^2$$

$$= 1.913 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 41.6\text{m}$$

$$+ \frac{1}{2} \times 1.913 \text{ kg} \times (-9.2 \text{ ms}^{-1})^2$$

$$= 779.89 \text{ J} + 80.96 \text{ J} = 860.85 \text{ J}$$

এখানে,  $E_A \neq E_B$ 

সুতরাং পরস্পরকে অতিক্রমের সময় A ও B বস্তুর শক্তি সমান হবে না।

৭. 735 W কার্যকর ক্ষমতার একটি মোটর 9 m উঁচু দালানের ছাদে 1000 লিটার পানির ট্যাংক পূর্ণ করতে 2 মিনিট 12 সেকেন্ড চালানো হয়। 1470 W কার্যকর ক্ষমতার ২য় মোটর 15 m উঁচু দালানের ছাদে 3000 লিটার পানির ট্যাংক পূর্ণ করতে 5 মিনিট 12 সেকেন্ড চালানো হয়। উভয় ট্যাংক পূর্ণ হয়ে পানি পড়ে যায়।

[ময়মনসিংহ বোর্ড-২০২৪]

- (ক) সাম্য বলের সংখ্যা দাও।

- (খ) কর্দমাক্ত রাস্তায় আমরা পিছলে যাই কেন? বুঝিয়ে লিখ।

- (গ) 1ম ট্যাংক পানি পূর্ণ অবস্থায় পানির বিভবশক্তি নির্ণয় কর।

- (ঘ) উভয় মোটর দ্বারা উঠানো অতিরিক্ত পানির পরিমাণ সমান হবে কি? গাণিতিক ভাবে বিশ্লেষণ কর।

## ৭ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লব্ধি শূন্য হয় অর্থাৎ বস্তুটি সাম্যাবস্থায় থাকে, তবে ঐ বলগুলোকে সাম্য বল বলে।

- (খ) রাস্তায় হাঁটার সময় রাস্তা ও পায়ের তলার মধ্যে যে ঘর্ষণ বল তৈরি হয় তার জন্য আমরা চলতে পারি। কিন্তু রাস্তা কাদায়ুক্ত অর্থাৎ কর্দমাক্ত হলে রাস্তা ও পায়ের তলার মধ্যকার ঘর্ষণ বল হ্রাস পায়। এর ফলে কর্দমাক্ত রাস্তায় আমরা পিছলে যাই।

- (গ) এখানে, দালানের ছাদের উচ্চতা,  $h = 9 \text{ m}$

$$\text{পানির আয়তন, } V = 1000\text{L} = 1\text{m}^3$$

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

$$\therefore \text{পানির ভর, } m = \rho V = 1000 \times 1 \text{ kg} = 1000\text{kg}$$

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

$$\text{পানি পূর্ণ অবস্থায় পানির বিভবশক্তি, } E_p = ?$$

আমরা জানি,

$$F_p = mgh$$

$$= 1(100)\text{kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 9\text{m} = 882\text{(kJ)}$$



অতএব, ১ম ট্যাংক পানিপূর্ণ অবস্থায় পানির বিভবশক্তি 88200 J.

(ঘ) ১ম মোটরের ক্ষেত্রে:

ট্যাংকটির সর্বোচ্চ ধারণক্ষমতা,  $m = 1000 \text{ kg}$  [‘গ’ হতে]

মোটরের ক্ষমতা,  $P_1 = 735 \text{ W}$

মোটর চালানো সময়,  $t_1 = 2 \text{ min } 12 \text{ sec} = 132 \text{ sec}$

দালানের ছাদের উচ্চতা,  $h_1 = 9 \text{ m}$

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

এখন, ১ম মোটর কর্তৃক উত্তোলিত মোট পানির ভর  $m_1$  হলে,

$$P_1 = \frac{m_1 p h_1}{t_1}$$

$$\text{বা, } m_1 = \frac{P_1 t_1}{g h_1} = \frac{735 \text{ W} \times 132 \text{ s}}{9.8 \text{ ms}^{-2} \times 9 \text{ m}} = 1100 \text{ kg}$$

∴ ১ম মোটর দ্বারা উঠানো অতিরিক্ত পানির ভর,

$$\Delta m_1 = m_1 - m = 1100 \text{ kg} - 1000 \text{ kg} = 100 \text{ kg}$$

২য় মোটরের ক্ষেত্রে,

ট্যাংকটির সর্বোচ্চ ধারণ ক্ষমতা,

$$m' = 3000 \text{ L}$$

$$= 3000 \text{ kg} \quad [\because \rho = 1 \text{ kg/L}]$$

মোটরের কার্যকর ক্ষমতা,  $P_2 = 1470 \text{ W}$

মোটর চালানো সময়,  $t_2 = 5 \text{ min } 12 \text{ sec} = 312 \text{ sec}$

দালানের ছাদের উচ্চতা,  $h_2 = 15 \text{ m}$

∴ ২য় মোটর কর্তৃক উত্তোলিত মোট পানির ভর  $m_2$  হলে,

$$P_2 = \frac{m_2 g h_2}{t_2}$$

$$\text{বা, } m_2 = \frac{P_2 t_2}{g h_2} = \frac{1470 \text{ W} \times 312 \text{ s}}{9.8 \text{ ms}^{-2} \times 15 \text{ m}} = 3120 \text{ kg}$$

∴ ২য় মোটর দ্বারা উঠানো অতিরিক্ত পানির ভর,

$$\Delta m_2 = m_2 - m' = 3120 \text{ kg} - 3000 \text{ kg} = 120 \text{ kg}$$

এখানে,  $\Delta m_1 \neq \Delta m_2$

অর্থাৎ অতিরিক্ত পানির ভর একই নয়।

সুতরাং, উভয় মোটর দ্বারা উঠানো অতিরিক্ত পানির পরিমাণ সমান হবে না।

৮. উদ্দীপক: দুটি তড়িৎ মোটর সংশ্লিষ্ট তথ্য নিচের ছকে উপস্থাপন করা হলো:

তড়িৎ মোটর এর ক্ষমতা	সাপ্লাই ট্যাংকে উঠানো পানির ভর (kg)	ভূমি হতে ট্যাংকের উচ্চতা (m)	কার্যকর সময় (s)	অভিকর্ষজ ত্বরণ ( $\text{ms}^{-2}$ )
P (2.5 kW)	2000	20	210	9.8
Q (2.4 kW)	2100	15	180	9.8

[ঢাকা বোর্ড-২০২৩]

(ক) কন্ট্রোল রড কাকে বলে?

(খ) দীর্ঘ লাফ দেওয়ার পূর্বে কিছুদূর দৌড়ে আসতে হয়ে কেন? ব্যাখ্যা করো।

(গ) উদ্দীপকের ‘P’ দ্বারা উঠানো পানির বিভব শক্তি নির্ণয় করো।

(ঘ) উদ্দীপকের ‘Q’ অপেক্ষা ‘P’ ই শ্রেয়-কর্মদক্ষতা বিবেচনায় মতামত ব্যক্ত করো।

#### ৮ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় নির্গত নিউট্রনকে শোষণ করে বিক্রিয়াকে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য নিউক্লিয়ার রি-অ্যাক্টরে যে বিশেষ ধরণের রড ব্যবহার করা হয় তাকে কন্ট্রোল রড বলে।

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

(গ) তড়িৎ মোটর, P এর ক্ষেত্রে,  
আমরা জানি,

এখানে,  
পানির ভর,

$$V = mgh$$

$$= 2000 \times 9.8 \times 20$$

$$\therefore V = 3.92 \times 10^5 \text{ J} \quad (\text{Ans.})$$

$$m = 2000 \text{ kg}$$

$$\text{উচ্চতা, } h = 20 \text{ m}$$

$$\text{অভিকর্ষজ ত্বরণ,}$$

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

$$\text{বিভব শক্তি, } V = ?$$

(ঘ) তড়িৎ মোটর, P এর ক্ষেত্রে,  
আমরা জানি,

$$\text{কার্যকর ক্ষমতা, } P_p = \frac{mgh}{t}$$

$$= \frac{2000 \times 9.8 \times 20}{210}$$

$$= 1866.67 \text{ W} = 1.87 \text{ kW}$$

সুতরাং কর্মদক্ষতা,

$$n_p = \frac{\text{কার্যকর ক্ষমতা } (P_p)}{\text{প্রদত্ত ক্ষমতা } (P'_p)}$$

$$\text{বা, } n_p = \frac{1.87}{2.5} \times 100\%$$

$$\therefore n_p = 74.8\%$$

তড়িৎ মোটর Q এর ক্ষেত্রে—

কার্যকর ক্ষমতা,

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

$$= \frac{2100 \times 9.8 \times 15}{180}$$

$$= 1.715 \text{ kW}$$

∴ কর্মদক্ষতা,

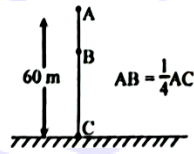
$$n_Q = \frac{\text{কার্যকর ক্ষমতা } (P_Q)}{\text{প্রদত্ত ক্ষমতা } (P'_Q)}$$

$$= \frac{1.75}{2.4} \times 100\%$$

$$\therefore n_Q = 71.46\%$$

গাণিতিক ব্যাখ্যা থেকে দেখা যায় যে, P মোটরের কর্মদক্ষতা (74.8%) Q মোটরের কর্মদক্ষতার (71.46%) চেয়ে বেশি। অতএব ‘Q’ অপেক্ষা ‘P’ ই শ্রেয়।

৯.



চিত্রে বস্তুটিকে A অবস্থান থেকে মুক্তভাবে ছেড়ে দেয়া হল। বস্তুর ভর  $m = 5 \text{ kg}$ ।

[ময়মনসিংহ বোর্ড-২০২৩]

(ক) বিভব শক্তি কাকে বলে?

(খ) নিউক্লিয়ার শক্তিকে অনবায়নযোগ্য শক্তি বলা হয় কেন?

(গ) ভূমি থেকে A বিন্দুতে বস্তুটি উঠাতে যদি 2 মিনিট সময় লাগে তবে কত ক্ষমতা প্রয়োগ করা হয়েছিল নির্ণয় করো।

(ঘ) B এবং C বিন্দুতে শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি অনুসৃত হয়েছিল কি-না গাণিতিকভাবে মূল্যায়ন করো।

#### ৯ 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) যে শক্তি বা জ্বালানি নবায়ন করা যায় না এবং ব্যবহারের সঙ্গে সঙ্গে এর মজুত কমতে থাকে এবং সঞ্চয় সীমিত হলে এক সময় নিঃশেষ হয়ে যায়, সেই ধরণের শক্তিকে অনবায়নযোগ্য শক্তি বলে।

নিউক্লিয়ার শক্তির জ্বালানি হচ্ছে ইউরেনিয়াম। প্রকৃতিতে এর পরিমাণ খুব কম, মাত্র 0.7%। এর অর্ধায়ু 704 মিলিয়ন বছর এবং ব্যবহারের ফলে এটি একদিন ফুরিয়ে যাবে, যা নবায়ন করা সম্ভব নয়। তাই নিউক্লিয়ার শক্তিকে অনবায়নযোগ্য শক্তি বলা হয়।

(গ) আমরা জানি,

কৃতকাজ,

$$W = mgh$$

$$\therefore \text{প্রয়োগকৃত ক্ষমতা, } P = \frac{W}{t}$$

$$= \frac{mgh}{t} = \frac{5 \times 9.8 \times 60}{120}$$

$$= 24.5W \quad (\text{Ans.})$$

এখানে,

বস্তুর ভর,  $m = 5 \text{ kg}$ 

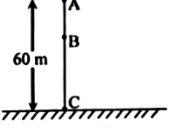
A বস্তুর উচ্চতা,

$$h = 60 \text{ m}$$

সময়,  $t = 2 \text{ মিনিট}$ 

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

(ঘ)

চিত্র থেকে,  $AC = 60 \text{ m}$ 

$$AB = \frac{1}{4} AC = \frac{1}{4} \times 60 = 15 \text{ m}$$

$$\therefore BC = 60 - 15 = 45 \text{ m}$$

ভর,  $m = 5 \text{ kg}$ 

B বিন্দুর ক্ষেত্রে,

বিভবশক্তি,

$$V_B = mgh = 5 \times 9.8 \times 45$$

$$= 2205 \text{ J}$$

এখানে,

উচ্চতা,

$$h = BC = 45 \text{ m}$$

$$m = 5 \text{ kg}$$

$$\text{সরণ, } s = AB = 15 \text{ m}$$

বস্তুটি A থেকে B তে নেমে আসায় B বিন্দুতে বেগ  $v_B$  হলে,

$$v_B^2 = u^2 + 2gs$$

$$\text{বা, } v_B^2 = 0 + 2g \times 15$$

$$\text{বা, } v_B^2 = 2g \times 15$$

$$\therefore B \text{ বিন্দুতে গতিশক্তি,}$$

$$T_B = \frac{1}{2} mv_B^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 2g \times 15$$

$$= 5 \times 9.8 \times 15 = 735 \text{ J}$$

$$\therefore B \text{ বিন্দুতে মোট শক্তি,}$$

$$E_B = V_B + T_B$$

$$= (2205 + 735) \text{ J} = 2940 \text{ J}$$

C বিন্দুর ক্ষেত্রে,

বিভবশক্তি,

$$V_C = mgh$$

$$= mg \times 0 = 0 \text{ J}$$

বস্তুটি A থেকে C তে আসায় C

বিন্দুতে বেগ  $v_C$  হলে,

$$v_C^2 = u^2 + 2gs$$

$$\text{বা, } v_C^2 = 0 + 2g \times 60$$

$$\text{বা, } v_C^2 = 2g \times 60$$

$$\therefore C \text{ বিন্দুতে গতিশক্তি,}$$

$$T_C = \frac{1}{2} mv_C^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 2g \times 60$$

$$= 5 \times 9.8 \times 60$$

$$\therefore C \text{ বিন্দুতে মোট শক্তি,}$$

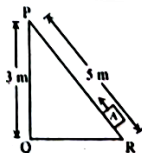
$$E_C = T_C + V_C = (2940 + 0) \text{ J}$$

$$= 2940 \text{ J}$$

দেখা যাচ্ছে,  $E_B = E_C$ 

সুতরাং বলা যায় B ও C বিন্দুতে শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি অনুসৃত হয়েছিল।

১০.



ব্লক A এর ওজন 100 N এবং ব্লকটিকে 100 N বল দ্বারা 5 m দৈর্ঘ্যের ঢাল বরাবর টানা হয়।

[রাজশাহী বোর্ড-২০২৩]

(ক) কর্মদক্ষতা কাকে বলে?

(খ) কাঁধে ঝুলানো স্কুল ব্যাগের মোটা বেল্ট চিকন বেল্টের তুলনায় আরামদায়ক কেন? ব্যাখ্যা করো।

(গ) ঢাল বরাবর ব্লক A কে R বিন্দু থেকে P বিন্দুতে সরানো হলে বল দ্বারা কৃতকাজ এবং P বিন্দুতে বস্তুটির বিভবশক্তির পার্থক্য কত হবে?

(ঘ) ব্লকটি P বিন্দু হতে মুক্তভাবে পড়তে থাকলে ভূমি হতে কত উচ্চতায় বিভব শক্তি গতিশক্তির  $\frac{1}{3}$  হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

## ১০ নং প্রশ্নের উত্তর

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

(খ) কাঁধে ঝুলানো স্কুল ব্যাগের একটি নির্দিষ্ট ওজন থাকে। অর্থাৎ এটি কাঁধে নির্দিষ্ট পরিমাণ বল প্রয়োগ করে। যদি ব্যাগের বেল্ট চিকন হয়, তাহলে এর কম ক্ষেত্রফলের ওপর বেশি বল প্রয়োগ হয় অর্থাৎ চাপ বেশি অনুভূত হয়। আর যদি বেল্ট মোটা হয় তাহলে অপেক্ষাকৃত অধিক ক্ষেত্রফলের ওপর ঐ একই পরিমাণ বল প্রযুক্ত হয় অর্থাৎ তুলনামূলকভাবে কম চাপ অনুভূত হয়। তাই কাঁধে ঝুলানো স্কুল ব্যাগের মোটা বেল্ট চিকন বেল্টের তুলনায় আরামদায়ক।

(গ) R বিন্দু থেকে P বিন্দুতে সরানোর ফলে, বল দ্বারা কৃতকাজ

$$W = Fs$$

$$= 100 \times 5 = 500 \text{ J}$$

এখানে,

$$\text{ব্লক A এর ওজন, } mg = 100 \text{ N}$$

$$\text{ব্লকটির ওপর বল,}$$

$$F = 100 \text{ N}$$

$$P \text{ ও } R \text{ এর মধ্যবর্তী সরণ,}$$

$$s = 5 \text{ m}$$

$$P \text{ বিন্দুর উচ্চতা, } h = 3 \text{ m}$$

P বিন্দুতে বিভবশক্তি,

$$E_p = mgh$$

$$= 100 \times 3$$

$$= 300 \text{ J}$$

$$\therefore \text{কৃতকাজ ও বিভবশক্তির পার্থক্য} = (500 - 300) = 200 \text{ J. (Ans.)}$$

(ঘ) ধরি,

ভূমি হতে  $x$  উচ্চতায় বিভব শক্তি

$$g \text{ তিশক্তির } \frac{1}{3} \text{ হবে।}$$

এখানে,

$$P \text{ বিন্দুর ভূমি হতে উচ্চতা, } h = 3 \text{ m}$$

$$x \text{ উচ্চতায় ব্লকটির বিভব শক্তি, } V = mgx$$

$$x \text{ উচ্চতায় ব্লকটির গতিশক্তি, } T = \text{মোট শক্তি} - \text{বিভব শক্তি}$$

$$= mgh - mgx = mg(h - x)$$

প্রশ্নমতে,

$$V = T \times \frac{1}{3}$$

$$\text{বা, } mgx = \frac{1}{3} mg(h - x)$$

$$\text{বা, } 3x = h - x$$

$$\text{বা, } 4x = h$$

$$\text{বা, } x = \frac{h}{4} = \frac{3}{4} = 0.75 \text{ m}$$

অর্থাৎ ব্লকটি P বিন্দু হতে মুক্তভাবে পড়তে থাকলে ভূমি হতে 0.75 m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির  $\frac{1}{3}$  হবে।১১. 10 kg ভরের একটি বস্তু 30m উঁচু হতে বিনা বাধায়  $20 \text{ ms}^{-1}$  বেগে একটি স্প্রিং এর উপর পরায় স্প্রিংটি সংকুচিত হলো। সংকুচিত অবস্থায় স্প্রিং এর দৈর্ঘ্য 10 cm এবং স্প্রিং ধ্রুবক  $10^5 \text{ Jm}^{-2}$ ।

[দিনাজপুর বোর্ড-২০২৩]

(ক) বিভব শক্তি কাকে বলে?

(খ) তালগাছ থেকে তাল পড়ার সময় শক্তির রূপান্তর ঘটে- ব্যাখ্যা করো।

(গ) স্প্রিংটি কতটুকু সংকুচিত হবে?

(ঘ) পতনের পূর্বে বস্তুর যান্ত্রিক শক্তি ও সংকুচিত স্প্রিংয়ের উপর বস্তুর যান্ত্রিক শক্তি সমান হবে কি-না? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো।

## ১১ নং প্রশ্নের উত্তর

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

(খ) তালগাছ থেকে তাল পড়ার সময় বিভব শক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয়। তালগাছে তাল ভূমি হতে বেশ কিছুটা উপরে থাকে। আর ভূমি থেকে উচ্চতায় থাকার জন্য এর মধ্যে বিভব শক্তি সঞ্চিত থাকে। যখন তাল পড়ে তখন এই স্থিতিশক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয় অর্থাৎ তাল যত নিচে পড়তে থাকে, তার বিভব শক্তি তত কমতে থাকে এবং গতিশক্তি তত বাড়তে থাকে। ফলে, মাটি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে এর সমস্ত বিভবশক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

(গ) আমরা জানি,

স্প্রিং কর্তৃক কৃতকাজ = বস্তুর গতিশক্তির পরিবর্তন

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

$$mgx \dots \dots (i)$$

$$0.5 \times 10^5 \times x^2 = 0.5 \times 10 \times (20)^2 + 10 \times 9.8 \times x$$

সমাধান করে  $x = 0.201 \text{ m}$

(Ans.)

$$\therefore x = 0.2 \text{ m} \quad (\text{Ans.})$$

(ঘ) 30 m উচ্চতায় বস্তুটির

$$\text{যান্ত্রিক শক্তি, } E_1 = \text{স্থিতিশক্তি} + \text{গতিশক্তি}$$

$$= mgh + 0$$

$$= 10 \times 9.8 \times 30 = 2940 \text{ J}$$

সংকুচিত স্প্রিংয়ের উপর বস্তুটির যান্ত্রিক শক্তি,

$$E_2 = \text{স্প্রিং কর্তৃক কৃতকাজ} + \text{স্থিতিশক্তি}$$

$$= \frac{1}{2} kx^2 + mgh$$

$$= \frac{1}{2} \times 10^5 \times (0.2)^2 + 10 \times 9.8 \times 0.1$$

$$= 2009.8 \text{ J}$$

$$\text{সুতরাং, } E_1 \neq E_2$$

$\therefore$  পতনের পূর্বে বস্তুটির যান্ত্রিক শক্তি ও সংকুচিত স্প্রিংয়ের উপর বস্তুটির যান্ত্রিক শক্তি সমান হবে না।

১২. দৃশ্যকল্প-১: জনি 0.5 kg ভরের একটি ঢিল 15 m উপর থেকে ছেড়ে দিল। ঢিলটি মাটিতে পড়ার পর জহির ঐ ঢিলটিকে উপরে ছুড়ে দিল জনির কাছে। জনির কাছে পৌঁছানোর পর ঢিলটির বেগ শূন্য হয়ে গেল এবং জনি ঢিলটিকে ধরে ফেললো।

দৃশ্যকল্প-২: ৫ শম ভরের একটি বস্তুকে 10 m/sec বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো।

[কুমিল্লা বোর্ড-২০২৩]

(ক) স্থিতিস্থাপক সীমা কাকে বলে?

(খ) নিউক্লিয়ার চেইন রি-অ্যাকশন একটি স্বতঃস্ফূর্ত প্রক্রিয়া- ব্যাখ্যা করো।

(গ) দৃশ্যকল্প-২ এর বস্তুটি নিক্ষেপের কতক্ষণ পর ভূমিতে ফিরে আসবে? নির্ণয় করো।

(ঘ) “ঢিলটি মাটিতে পড়তে অভিকর্ষ বল দ্বারা যে কাজ সম্পন্ন হয়েছে, জহিরের ঢিলটি জনির কাছে পাঠাতে সেই পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হয়েছে”-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

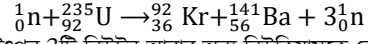
#### ১২ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) কোনো বস্তুতে সর্বাধিক যে পরিমাণ বল প্রয়োগ করলে বস্তুটি সম্পূর্ণভাবে স্থিতিস্থাপক থাকে অর্থাৎ বস্তুটি পরিপূর্ণভাবে আগের অবস্থায় ফিরে আসে, সেই বলকে স্থিতিস্থাপক সীমা বলে।

(খ) নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায়  $E = mc^2$  সূত্রের মাধ্যমে ভরকে শক্তিতে রূপান্তরিত করা হয়। এই বিক্রিয়ায়  $^{235}\text{U}$  নিউক্লিয়াসকে 1টি নিউট্রন দ্বারা আঘাত করা হয়।

$\text{U}^{235}$  পুরোপুরি অস্থিতিশীল হয়ে যায় এবং  $\text{Kr}^{92}$ ,  $\text{Ba}^{141}$  2টি ছোট

নিউক্লিয়াসে ভাগ হয়ে যায় ও আরো 3টা নিউট্রন বের হয়ে আসে। যার বিক্রিয়াটি হল:



উৎপন্ন 3টি নিউট্রন আবার অন্য নিউক্লিয়াসকে ভেঙে দেয় এবং এভাবে বিক্রিয়াতে চলতেই থাকে। এজন্য একে চেইন রি-অ্যাকশন বলে। এই নিউক্লিয়ার চেইন রি-অ্যাকশন একটি স্বতঃস্ফূর্ত প্রক্রিয়া। অর্থাৎ নিজে নিজেই চলতে থাকে ও তাপ, চাপ দ্বারা প্রভাবিত করা যায় না।

(গ) ধরি, দৃশ্যকল্প-২ এর বস্তুটি নিক্ষেপের T সেকেন্ড সময় পর ভূমিতে ফিরে আসে।

এক্ষেত্রে, সরণ  $h = 0$  হয়,

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

$$\text{বা, } 0 = uT - \frac{1}{2} gT^2$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} gT^2 = uT$$

$$\text{বা, } T = \frac{2u}{g}$$

$$\text{বা, } T = \frac{2 \times 10}{9.8}$$

$$\therefore T = 2.04 \text{ s} \quad (\text{Ans.})$$

(ঘ) ঢিলটি মাটিতে পড়তে অভিকর্ষ বল দ্বারা কৃতকাজ,

$$W_1 = \text{ঢিলের বিভব শক্তি}$$

$$= mgh$$

$$= 0.5 \times 9.8 \times 15 = 73.5 \text{ J}$$

ঢিলটি মাটিতে পড়ার পর জহির ঐ ঢিলটিকে u বেগে জনির কাছে ছুড়ে মারলে,

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

$$\text{বা, } (0)^2 = u^2 - 2 \times 9.8 \times 15$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } u = 17.146 \text{ ms}^{-1}$$

এখানে,

সরণ,  $h = 0$

বেগ,  $\mu = 10 \text{ ms}^{-1}$

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

এখানে,

সরণ,  $h = 0$

বেগ,  $\mu = 10 \text{ ms}^{-1}$

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

এখানে,

সরণ,  $h = 0$

বেগ,  $\mu = 10 \text{ ms}^{-1}$

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

এখানে,

সরণ,  $h = 0$

বেগ,  $\mu = 10 \text{ ms}^{-1}$

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

এখানে,

সরণ,  $h = 0$

বেগ,  $\mu = 10 \text{ ms}^{-1}$

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

এখানে,

সরণ,  $h = 0$

বেগ,  $\mu = 10 \text{ ms}^{-1}$

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

এখানে,

সরণ,  $h = 0$

বেগ,  $\mu = 10 \text{ ms}^{-1}$

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

এখানে,

সরণ,  $h = 0$

বেগ,  $\mu = 10 \text{ ms}^{-1}$

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

এখানে,

সরণ,  $h = 0$

বেগ,  $\mu = 10 \text{ ms}^{-1}$

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

এখানে,

সরণ,  $h = 0$

বেগ,  $\mu = 10 \text{ ms}^{-1}$

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

এখানে,

সরণ,  $h = 0$

বেগ,  $\mu = 10 \text{ ms}^{-1}$

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

এখানে,

সরণ,  $h = 0$

বেগ,  $\mu = 10 \text{ ms}^{-1}$

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

এখানে,

সরণ,  $h = 0$

বেগ,  $\mu = 10 \text{ ms}^{-1}$

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

$$\text{বা, } 2 \times 9.8 \times h_{\max} = (9.8)^2$$

$$\text{বা, } h_{\max} = \frac{(9.8)^2}{2 \times 9.8}$$

$$\therefore h_{\max} = 4.9 \text{ m (Ans.)}$$

(ঘ) মনে করি,

ভূমি হতে  $x$  m উচ্চতায় বস্তুটির বিভবশক্তি  
গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।

এখন, ভূমি থেকে  $x$  m উচ্চতায় বিভব শক্তি  
 $V = mgx$

আবার,  $x$  m উচ্চতায় বেগ  $v$  হলে গতিশক্তি  $T = \frac{1}{2}mv^2$

এখানে,

$$v^2 = u^2 - 2gx$$

$$v^2 = 9.8^2 - 2gx = 96.04 - 2gx$$

$$\therefore T = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(96.04 - 2gx) = m(48.02 - gx)$$

$$\text{প্রশ্নমতে, } V = \frac{1}{7}T$$

$$\text{বা, } mgx = \frac{1}{7}m(48.02 - gx)$$

$$\text{বা, } 7gx = 48.02 - gx$$

$$\text{বা, } 8gx = 48.02$$

$$\text{বা, } x = \frac{48.02}{8 \times 9.8} = 0.6125 \text{ m}$$

$\therefore$  ভূমি হতে 0.6125 m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।

১৪. 55 kg ভরের একজন শিক্ষার্থী স্থির অবস্থা থেকে সুসম ত্বরণে 200m দূরত্ব অতিক্রম করতে সময় নেয় 20 s।

[চট্টগ্রাম বোর্ড-২০২৩]

(ক) পড়ন্ত বস্তুর তৃতীয় সূত্র বিবৃত করো।

(খ) গাড়ি ব্রেক করার পরও একটু সামনে গিয়ে থামে কেন? ব্যাখ্যা করো।

(গ) উদ্দীপকের দূরত্ব অতিক্রম করার মুহূর্তে শিক্ষার্থীর গতিশক্তি নির্ণয় করো।

(ঘ) শিক্ষার্থীর প্রথম এক-চতুর্থাংশ সময়ের অতিক্রান্ত দূরত্ব শেষের এক-চতুর্থাংশ সময়ের অতিক্রান্ত দূরত্বের কত গুণ হবে? গাণিতিক মূল্যায়ন করো।

#### ১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

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

(খ) চলন্ত গাড়িকে থামানোর জন্য যখন ব্রেক প্রয়োগ করা হয়, তখন চাকায় বেশি ঘর্ষণ বল সৃষ্টি হয়। এই ঘর্ষণ বলের প্রভাবে গাড়িতে মন্দন সৃষ্টি হ়েছে। মন্দন গাড়ির বেগ কমায়। যত বেশি মন্দন সৃষ্টি ট করা হবে, গাড়ি ততো তাড়াতাড়ি থামবে। ব্রেক করার সাথে সাথে গাড়ি থামে না কারণ গাড়ি গতিশীল থাকায় গাড়ির গতি জড়তার জন্য গাড়ি কিছুটা সামনে এগিয়ে যায়। এজন্য ব্রেক করার পরও গাড়ি একটু সামনে গিয়ে থামে।

(গ) শিক্ষার্থীর সুসম ত্বরণ  $a$  হলে,

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

$$\text{বা, } 200 = 0 \times 20 + \frac{1}{2} \times a \times 20^2$$

$$\text{বা, } 200a = 200$$

$$\text{বা, } a = 1 \text{ ms}^{-2}$$

$$\begin{aligned} u &= 9.8 \text{ ms}^{-1} \\ \text{সর্বোচ্চ উচ্চতায় শেষবেগ,} \\ v &= 0 \text{ ms}^{-1} \\ \text{অভিকর্ষজ ত্বরণ,} \\ g &= 9.8 \text{ ms}^{-2} \\ \text{সর্বোচ্চ উচ্চতা,} \\ h_{\max} &=? \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{দেওয়া আছে,} \\ \text{ভর, } m &= 500 \text{ g} \\ \text{আদিবেগ,} \\ u &= 9.8 \text{ ms}^{-1} \\ \text{অভিকর্ষজ ত্বরণ,} \\ g &= 9.8 \text{ ms}^{-2} \end{aligned}$$

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

$$v^2 = u^2 - 2gx$$

$$v^2 = 9.8^2 - 2gx = 96.04 - 2gx$$

$$\therefore T = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(96.04 - 2gx) = m(48.02 - gx)$$

$$\text{প্রশ্নমতে, } V = \frac{1}{7}T$$

$$\text{বা, } mgx = \frac{1}{7}m(48.02 - gx)$$

$$\text{বা, } 7gx = 48.02 - gx$$

$$\text{বা, } 8gx = 48.02$$

$$\text{বা, } x = \frac{48.02}{8 \times 9.8} = 0.6125 \text{ m}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে } 0.6125 \text{ m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক সপ্তমাংশ হবে।}$$

$\therefore$  200 m দূরত্ব অতিক্রম করার মুহূর্তে শিক্ষার্থীর গতিশক্তি,

$$T = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 55 \times 20^2$$

$$= 11000 \text{ J (Ans.)}$$

(ঘ) প্রথম এক চতুর্থাংশ সময়ে অর্থাৎ

১ম 5 s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,

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

$$= 0 \times 5 + \frac{1}{2} \times 1 \times 5^2$$

$$= 12.5 \text{ m}$$

এখানে,

আদিবেগ,

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

এক চতুর্থাংশ সময়,

$$t = \frac{20}{4} = 5 \text{ s}$$

ত্বরণ,  $a = 1 \text{ ms}^{-2}$

(গ হতে)

শেষ এক চতুর্থাংশ সময় হচ্ছে 16 s থেকে 20 s। এক্ষেত্রে আদিবেগ হবে 15 s পর প্রাপ্ত বেগ।

এখন, 15 s পর শিক্ষার্থীর বেগ

$$v = u + at = 0 + 1 \times 15 = 15 \text{ ms}^{-1}$$

$\therefore$  শেষের এক চতুর্থাংশ সময়ে অর্থাৎ শেষ 5 সেকেন্ডে এ অতিক্রান্ত দূরত্ব

$$s_2 = vt + \frac{1}{2}at^2$$

$$= 15 \times 5 + \frac{1}{2} \times 1 \times 5^2 = 75 + 12.5 = 87.5 \text{ m}$$

$$\therefore \frac{s_1}{s_2} = \frac{12.5}{87.5} = \frac{1}{7}$$

$$\therefore s_1 = \frac{1}{7}s_2$$

অর্থাৎ প্রথম এক চতুর্থাংশ অতিক্রান্ত দূরত্ব শেষের এক চতুর্থাংশে অতিক্রান্ত দূরত্বের  $\frac{1}{7}$  গুণ।

১৫. 60 kg ভরের একজন ব্যক্তি 110 kg ভরের একটি মোটর সাইকেল চালিয়ে যাচ্ছে। মোটর সাইকেলটির অতিক্রান্ত দূরত্ব-সময় সারণি নিম্নরূপঃ

দূরত্ব (m)	8	16	24	48	80	144	112	64
সময় (s)	4	8	12	16	20	24	28	32

[সিলেট বোর্ড-২০২৩]

(ক) কাজ কাকে বলে?

(খ) চলন্ত ফ্যানের সুইচ হঠাৎ বন্ধ করার পর ফ্যানের গতি কোন ধরনের গতি? ব্যাখ্যা করো।

(গ) 12 sec এ মোটর সাইকেলটির গতিশক্তি নির্ণয় করো।

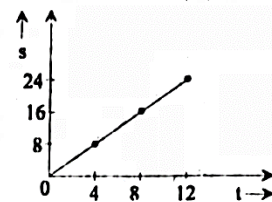
(ঘ) সারণি ব্যবহার করে বেগ-সময়ের লেখচিত্র অংকন করো।

#### ১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগে যদি বস্তুর সরণ ঘটে, তাহলে বল এবং বলের দিকে বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্বের গুণফলকে কাজ বলে।

(খ) চলন্ত অবস্থায় ফ্যানের গতিকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলা যায় কারণ এই অবস্থায় ফ্যানের পাখা নির্দিষ্ট সময়ে পর পর একটি নির্দিষ্ট বিন্দু দিয়ে একইভাবে অতিক্রম করে। কিন্তু সুইচ অফ করে দিলে ফ্যানের গতি ধীরে ধীরে কমতে থাকে এবং পাখার প্রতিটা ঘূর্ণনা সম্পন্ন করতে ক্রমেই বেশি সময় লাগে। এ কারণে সেটি আর পর্যায়বৃত্ত গতি থাকে না। এমতাবস্থায় এই গতিকে ঘূর্ণন গতি বলা যায়।

(গ) ১ম ১২ সেকেন্ড পর্যন্ত মোটরসাইকেলটির দূরত্ব-সময় লেখচিত্র নিম্নরূপঃ



গ্রাফ থেকে দেখা যায় ১ম 12 s এ সময়ের সাথে দূরত্ব একই হারে বৃদ্ধি পায়, অর্থাৎ মোটরসাইকেল সমবেগে চলে।



$$v = \frac{s}{t}$$

$$= \frac{24}{12} = 2 \text{ ms}^{-1}$$

∴ 12 s এ মোটরসাইকেলের বেগ,

$$v = 2 \text{ ms}^{-1}$$

∴ গতিশক্তি,

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

$$= \frac{1}{2} \times 170 \times 2^2$$

$$= 340 \text{ J (Ans)}$$

এখানে,  
সময়,  $t = 12 \text{ s}$   
দূরত্ব,  $s = 24 \text{ m}$

এখানে,  
আরোহীসহ মোটরসাইকেলের মোট ভর,  
 $m = (60 + 110) \text{ kg}$   
 $= 170 \text{ kg}$   
বেগ,  $v = 2 \text{ ms}^{-1}$

(ঘ) 4 s হতে 12 s অবধি বেগ ধ্রুবক।

(গ) হতে পাই, সমবেগ,  $v = 2 \text{ ms}^{-1}$

16 s থেকে 20 s সময়ে,

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } 24 = 2 \times 4 + \frac{1}{2}a \times (4)^2$$

$$\text{বা, } a = 2 \text{ ms}^{-2}$$

∴ 16 তম সেকেন্ডে বেগ,

$$v = u + at$$

$$= 2 + 2 \times 4 = 10 \text{ ms}^{-1}$$

12 s থেকে 16 s সময়ে,

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

$$\text{বা, } 32 = 10 \times 4 +$$

$$\frac{1}{2}a \times (4)^2$$

$$\text{বা, } a = -1 \text{ ms}^{-2}$$

∴ 20 তম সেকেন্ডে বেগ,

$$v = u + at$$

$$= 10 + (-1) \times 4 = 6 \text{ ms}^{-1}$$

20 s থেকে 24 s সময়ে,

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } 64 = 6 \times 4 + \frac{1}{2}a \times (4)^2$$

$$\text{বা, } a = 5 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{বা, } a = 5 \text{ ms}^{-2}$$

∴ 24 তম সেকেন্ডে বেগ,

$$v = u + at$$

$$= 6 + 5 \times 4 = 26 \text{ ms}^{-1}$$

24 s থেকে 28 s সময়ে,

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } -32 = 26 \times 4 +$$

$$\frac{1}{2}a \times (4)^2$$

$$\text{বা, } a = -17 \text{ ms}^{-2}$$

সুতরাং, 28 তম সেকেন্ডে বেগ,

$$v = u + at$$

$$\text{বা, } v = 26 + (-17) \times 4$$

$$\text{বা, } v = -42 \text{ ms}^{-1}$$

28 s থেকে 32 s সময়ে,

আমরা জানি,

এখানে,  
আদিবেগ,  $u = 2 \text{ ms}^{-1}$   
সময়,  $t = 16 - 12 = 4 \text{ s}$   
দূরত্ব,  $s = 48 - 24 = 24 \text{ m}$

এখানে,  
আদিবেগ,  $u = 10 \text{ ms}^{-1}$   
সময়,  $t = 4 \text{ s}$   
দূরত্ব,  $s = 80 - 48 = 32 \text{ m}$

এখানে,  
আদিবেগ,  $u = 6 \text{ ms}^{-1}$   
সময়,  $t = 4 \text{ s}$   
দূরত্ব,  $s = 144 - 80 = 64 \text{ m}$

এখানে,  
আদিবেগ,  $u = 6 \text{ ms}^{-1}$   
সময়,  $t = 4 \text{ s}$   
দূরত্ব,  $s = 112 - 144 = 64 \text{ m}$   
ত্বরণ,  $a = ?$

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

$$\text{বা, } -48 = (-42) \times 4 +$$

$$\frac{1}{2}a \times (4)^2$$

$$\text{বা, } a = 15 \text{ ms}^{-2}$$

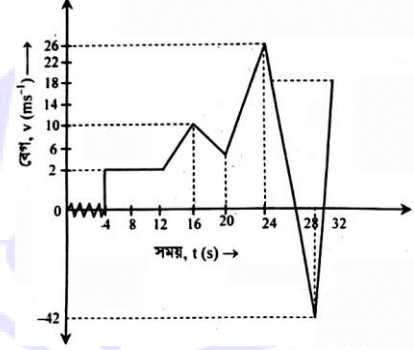
এখানে,  
আদিবেগ,  $u = 6 \text{ ms}^{-1}$   
সময়,  $t = 4 \text{ s}$   
দূরত্ব,  $s = 64 - 112 = -48 \text{ m}$   
ত্বরণ,  $a = ?$

সুতরাং, 32 তম সেকেন্ডে বেগ,

$$v = u + at$$

$$\text{বা, } v = -42 + (15) \times (4) = 18 \text{ ms}^{-1}$$

বেগ-সময় লেখচিত্র নিম্নরূপ:



১৬. জনৈক ব্যক্তি একটি পাম্প স্থাপন করেছেন। যেটি 2 মিনিটে 100 m গভীর নলকূপ থেকে 1500 লিটার পানি উত্তোলন করতে পারে। পাম্পটির কর্মদক্ষতা 70%।

[যশোর বোর্ড-২০২৩]

(ক) নিউক্লিয় বিক্রিয়া কী?

(খ) উন্নয়ন কার্যক্রমের সাথে শক্তির ব্যবহারের ঘনিষ্ঠ সম্পর্ক রয়েছে কি? ব্যাখ্যা করো।

(গ) পাম্পটির লভ্য শক্তি নির্ণয় করো।

(ঘ) যদি পাম্পটির কর্মদক্ষতা 60% হয় সেক্ষেত্রে 1500 লিটার পানি একই উচ্চতায় উত্তোলনের জন্য অতিরিক্ত কত সময় লাগবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

#### ১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) যে বিক্রিয়ায় মৌলের নিউক্লিয়াসের পরিবর্তন ঘটে ও ভিন্ন নিউক্লিয়াস বিশিষ্ট নতুন মৌল উৎপন্ন হয়, তাকে নিউক্লিয় বিক্রিয়া বলে। স্বদেশের উন্নয়নের সাথে শক্তির ব্যবহারের ঘনিষ্ঠ সম্পর্ক রয়েছে। কোনো দেশ কতটুকু উন্নত সেটি বোঝার প্রথম মাপকাঠি হলো সেই দেশের শক্তির ব্যবহার।

(খ) শিক্ষাক্ষেত্রে যেমন প্রয়োজনীয় বিদ্যুৎশক্তি দরকার হয়, তেমন কৃষিক্ষেত্রে পানি সেচের জন্য পাম্প চালাতে বিদ্যুৎ শক্তি বা জ্বালানির প্রয়োজন। স্বাস্থ্যসেবা নিশ্চিত করতে এবং বিশুদ্ধ পানি সরবরাহ করতে শক্তির প্রয়োজনীয়তা রয়েছে। এছাড়াও দেশের যোগাযোগ ব্যবস্থা, শিল্প, কলকারখানা এবং অবকাঠামো গড়ে তোলার জন্য শক্তির প্রয়োজনীয়তা রয়েছে। সুতরাং দেখা যাচ্ছে, কৃষি, শিক্ষা, চিকিৎসা, শিল্পসহ সকল ধরনের উন্নয়ন কার্যক্রম শক্তির ব্যবহার অপরিহার্য।

(গ) আমরা জানি,

$$W = mgh$$

$$\text{বা, } W = 1500 \times 9.8 \times 100$$

$$\therefore W = 1470000 \text{ J (Ans.)}$$

এখানে,

1500 লিটার পানির ভর,

$$m = 1500 \text{ kg}$$

$$[\therefore 1 \text{ L পানির ভর} = 1 \text{ kg}]$$

$$\text{গভীরতা, } h = 100 \text{ m}$$

$$\text{অভিকর্ষজ ত্বরণ,}$$

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

$$\text{পাম্পটির লভ্যশক্তি, } W = ?$$

(ঘ) প্রদত্ত ক্ষমতা,

$$P_{in} = \frac{mgh}{\eta t}$$

$$= \frac{1500 \times 9.8 \times 100}{0.7 \times 120}$$

$$= 17500 \text{ W}$$

এখানে,

$$\text{কর্মদক্ষতা, } \eta = 0.7$$

$$\text{সময়, } t = 2 \text{ min} = 120 \text{ s}$$

আমরা জানি,

$$P'_{out} = P_{in} \times \eta'$$

$$= 17500 \times 0.6 \text{ W}$$

$$= 10500 \text{ W}$$

ইঞ্জিনের দক্ষতা 60% করা  
হলে,  $\eta' = 60\% = 0.6$   
কার্যকর ক্ষমতা,  
 $P'_{out} = ?$

$$\text{আবার, } P'_{out} = \frac{mgh}{t'}$$

$$\therefore t' = \frac{mgh}{P'_{out}} = \frac{1500 \times 9.8 \times 100}{10500} = 140 \text{ s}$$

যা পূর্বের তুলনায়,  $t' - t = 140 - 120 \text{ s} = 20 \text{ s}$  বেশি।

অতএব, ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা যদি 60% হতো তাহলে 1500 L পানি একই উচ্চতায় তুলতে অতিরিক্ত 20 s সময় লাগবে।

১৭. 3 kg ভরের একটি বস্তু ভূ-পৃষ্ঠ হতে 20m উপরে আছে। নিচে ফেলে দিলে এটি ভূ-পৃষ্ঠকে  $19 \text{ ms}^{-1}$  বেগে আঘাত করে।

[বরিশাল বোর্ড-২০২৩]

(ক) নিউটনের গতির ২য় সূত্রটি লেখ।

(খ) শক্ত মাটিতে হাঁটা সহজ কিন্তু খুরঝরে বালুর উপর হাঁটা কঠিন ব্যাখ্যা করো।

(গ) পতনের সময় বস্তুটির উপর বাতাসের বাধাজনিত ঘর্ষণ বল কত? নির্ণয় করো।

(ঘ) উদ্দীপকের বস্তুটি উপর থেকে মুক্তভাবে পড়ার সময় এবং ভূ-পৃষ্ঠে আঘাত করার পর শক্তির রূপান্তর প্রক্রিয়া বিশদভাবে ব্যাখ্যা করো।

#### ১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) “কোনো বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার বস্তুর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং বল যেদিকে ক্রিয়া করে বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনও সেদিকে ঘটে।

(খ) আমরা নিউটনের তৃতীয় সূত্র কাজে লাগিয়ে হাঁটা। আমরা যখন হাঁটা তখন পা দিয়ে মাটিতে ধাক্কা দিই অর্থাৎ বল প্রয়োগ করি। তখন মাটিও আমাদের উপর সমান ও বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে যার দরুণ আমরা হাঁটতে পারি। শক্ত মাটির উপর আমরা খুব সহজেই বল প্রয়োগ করতে পারি তাই সহজেই হাঁটতে পারি।

কিন্তু খুরঝরে বালুর উপর হাঁটা কঠিন। কারণ বালুর উপর বল প্রয়োগ করলে বালু সরে যায়। তাই নিউটনের তৃতীয় সূত্রানুযায়ী বিপরীতমুখী বলটাও ঠিকভাবে পাওয়া যায় না। এ কারণে শক্ত মাটিতে হাঁটা সহজ কিন্তু খুরঝরে বালুর উপর হাঁটা কঠিন।

(গ) বস্তুর উপর কার্যকরী ত্বরণ,  $a$  হলে,

$$v^2 = u^2 + 2ah$$

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

$$= \frac{19^2 - 0^2}{2 \times 20} = 9.025 \text{ ms}^{-2}$$

এখানে,

বস্তুর ভর,  $m = 3 \text{ kg}$

উচ্চতা,  $h = 20 \text{ m}$

আদিবেগ,  $u = 0 \text{ ms}^{-1}$

শেষবেগ,  $v = 19 \text{ ms}^{-1}$

বাতাসের বাধাজনিত ঘর্ষণ বল,

$f = ?$

বস্তুর ওজন,  $W$  এবং বস্তুর উপর কার্যকরী বল  $F$  হলে,

$$F = W - F$$

$$\text{বা, } f = W - F$$

$$= mg - ma = m(g - a) = 3(9.8 - 9.025)$$

$$= 3 \times 0.775 = 2.325 \text{ N}$$

$$\therefore \text{বাতাসের ঘর্ষণজনিত বল } 2.325 \text{ N (Ans.)}$$

(ঘ) শক্তির নিত্যতা সূত্র থেকে আমরা জানি, শক্তি সৃষ্টি বা ধ্বংস করা যায় না। শক্তি কেবল এক রূপ থেকে অন্য রূপে পরিবর্তন করা যায়। মহাবিশ্বের মোট শক্তির পরিমাণ নির্দিষ্ট ও অপরিবর্তনীয়।

উদ্দীপকের বস্তুটি উপর থেকে মুক্তভাবে পড়ার সময় আমরা শক্তির রূপান্তর প্রক্রিয়া দেখতে পাই। সর্বোচ্চ উচ্চতায় বস্তু স্থিরাবস্থায় থাকায় গতিশক্তি শূন্য। অর্থাৎ বস্তুটি যখন ভূপৃষ্ঠ থেকে 20 m উপরে ছিলো তখন এর মোট শক্তিই বিভব শক্তি।

$$\therefore V = mgh$$

$$= 3 \times 9.8 \times 20 = 588 \text{ J}$$

এখানে,

ভর,  $m = 3 \text{ kg}$

উচ্চতা,  $h = 20 \text{ m}$

ভূ-পৃষ্ঠকে আঘাত করার সময় বেগ,

$$v = 19 \text{ ms}^{-1}$$

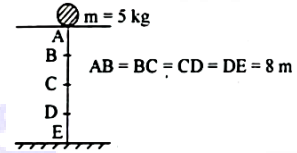
বস্তুটি যত নিচের দিকে নাম, উচ্চতা  $h$  কমায়ে তার বিভবশক্তি কমতে থাকে। কিন্তু বেগ বাড়তে থাকায় গতিশক্তি বাড়তে থাকে। যাতে মোট যান্ত্রিক সর্বদা ধ্রুব থাকে।

$$\text{বস্তুটি ভূপৃষ্ঠকে আঘাত করার সময় গতিশক্তি, } T = \frac{1}{2}mv^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 3 \times (19)^2 = 541.5 \text{ J}$$

দেখা যাচ্ছে, গতিশক্তি সঞ্চিত বিভবশক্তির থেকে কম। কারণ অবশিষ্ট শক্তি বাতাসের বাধা বা ঘর্ষণের বিরুদ্ধে কাজ করায় ব্যয়িত হয়েছে। মাটিতে স্পর্শ করার পর বস্তুটি যখন থেমে যায় তখন তার ভেতরে গতিশক্তি ও বিভবশক্তি থাকে না। কারণ বস্তুটি মেঝেকে আঘাত করার সময় শব্দ এবং তাপ উৎপন্ন হয় অর্থাৎ গতিশক্তিকে শব্দ বা তাপ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে যায়।

১৮.



[বরিশাল বোর্ড-২০২৩]

(ক) প্রবর্তা কাকে বলে?

(খ) শক্তি থাকলেই কি সবসময় সেই শক্তি ব্যবহার করা যায়? ব্যাখ্যা কর।

(গ) D বিন্দুতে বস্তুটির গতিশক্তি নির্ণয় করো।

(ঘ) বস্তুটি মুক্তভাবে পড়তে থাকলে A, B, C, D ও E বিন্দুতে বস্তুটির বিভবশক্তি বনাম উচ্চতা লেখচিত্র অঙ্কন করে বিভবশক্তির পরিবর্তন ব্যাখ্যা করো।

#### ১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) স্থির তরল বা বায়বীয় পদার্থে আংশিক বা সম্পূর্ণভাবে নিমজ্জিত কোনো বস্তুর উপর তরল বা বায়বীয় পদার্থ লম্বভাবে যে উর্ধ্বমুখী বল প্রয়োগ করে তাকে প্রবর্তা বলে।

(খ) শক্তি থাকলেই সব সময় সেই শক্তি ব্যবহার করা যায় না। পৃথিবীর সমুদ্রে বিশাল পরিমাণ তাপশক্তি রয়েছে, কিন্তু সেই শক্তি আমরা ব্যবহার করতে পারিনা।

(ঘর্ষিঝড় মাঝে মাঝে সেই শক্তি ব্যবহার করে নগর/লোকালয় ধ্বংস করে দেয়)।

আবার যখনই কোনো শক্তিকে একটি রূপ থেকে অন্য রূপে রূপান্তর করা হয় তখন এই শক্তির খানিকটা হলেও অপচয় হয়। মূলত এই অপচয় হওয়া শক্তি তাপশক্তি রূপে পরিবেশে মিশে যায়। এবং সেটা আমরা ব্যবহার করার জন্য ফিরে পাই না। তাই শক্তি থাকলেই সবসময় তা ব্যবহার করা যায় না।

(গ) এখানে, A বিন্দু থেকে D বিন্দুতে গেলে বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$AD = AB + BC + CD = 8 + 8 + 8 = 24 \text{ m}$$

D বিন্দুতে বস্তুর বেগ  $v$  হলে,

$$v^2 = u^2 + 2gs$$

$$\text{বা, } v^2 = 0 + 2g \times AD = 2gAD$$

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

$$= \frac{1}{2}m(2gAD)$$

$$= mgAD$$

$$= 5 \times 9.8 \times 24$$

$$= 1176 \text{ J (Ans.)}$$

এখানে,

আদিবেগ,

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

বস্তুর সরণ,

$$AD = s = 24 \text{ m}$$

ভর,  $m = 5 \text{ kg}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ,

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

(ঘ) বস্তুর মোট উচ্চতা,

$$AE = AB + BC + CD + DE$$

$$= 8 + 8 + 8 + 8 = 32 \text{ m}$$

আমরা জানি,

$$\text{বিভবশক্তি, } V = mgh$$

$$A \text{ বিন্দুর উচ্চতা, } h_A = AE = 32 \text{ m}$$

$$A \text{ বিন্দুতে বিভবশক্তি, } V_A = mgh_A$$

$$= 5 \times 9.8 \times 32 = 1568 \text{ J}$$

$$B \text{ বিন্দুর উচ্চতা, } h_B = BE = BC + CD + DE = 3 \times 8 = 24 \text{ m}$$

$$B \text{ বিন্দুতে বিভবশক্তি, } V_B = mgh_B = 5 \times 9.8 \times 24 = 1176 \text{ J}$$

$$C \text{ বিন্দুর উচ্চতা, } h_C = CE = CD + DE = 2 \times 8 = 16 \text{ m}$$

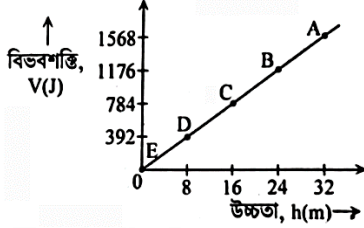
$$C \text{ বিন্দুতে বিভবশক্তি, } V_C = mgh_C = 5 \times 9.8 \times 16 = 784 \text{ J}$$

এখানে,

বস্তুর ভর,  $m = 5 \text{ kg}$

$$AB=BC=CD=DE=8 \text{ m}$$

D বিন্দুর উচ্চতা,  $V_D = mgh_D = 5 \times 9.8 \times 8 = 392J$   
D বিন্দুতে বিভবশক্তি,  $V_D = mgh_D = 5 \times 9.8 \times 8 = 392J$   
E বিন্দুর উচ্চতা,  $h_E = 0$ , E বিন্দুর বিভবশক্তি,  $V_E = 0J$   
লেখচিত্র নিম্নরূপ:



লেখচিত্র থেকে দেখা যায়, A বিন্দুতে উচ্চতা বেশি হওয়ায় বিভবশক্তি সর্বোচ্চ।  
A থেকে যত নিচের দিকে যাওয়া যায়, উচ্চতা তত কমতে থাকে, ফলে বিভবশক্তি কমতে থাকে। E বিন্দুতে উচ্চতা শূন্য হওয়ায় বিভবশক্তি শূন্য হয়।  
এই কারণে লেখচিত্র মূল বিন্দুগামী সরলরেখা হয়।

১৯. 10 kW ক্ষমতার একটি ইঞ্জিন 2000 kg পানি 3 মিনিটে 90 m উচ্চতায় উঠাতে পারে।

[ঢাকা বোর্ড-২০২২]

- (ক) ভূ-তাপীয় শক্তি কী?  
(খ) পরিবেশের উপর জলবিদ্যুৎ কেন্দ্রের প্রভাব ব্যাখ্যা করো।  
(গ) ইঞ্জিনটির কর্মদক্ষতা কত?  
(ঘ) ইঞ্জিনটির সাহায্যে উক্ত সময়ে ঐ পরিমাণ পানিকে 120 m উচ্চতায় উঠানোর জন্য ক্ষমতার কীরূপ পরিবর্তন করতে হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও।

#### ১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) ভূ-অভ্যন্তরের তাপকে কাজে লাগিয়ে যে শক্তি পাওয়া যায় তাই ভূ-তাপীয় শক্তি।  
(খ) জলবিদ্যুৎ কেন্দ্রে পানির বিভব শক্তিকে কাজে লাগিয়ে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয়।  
নদীর পানিকে বাঁধ দিয়ে আটকালে এর উচ্চতা বৃদ্ধি পায়। ফলে এর মধ্যে বিভবশক্তি জমা হয়, যা পরবর্তীতে বিদ্যুৎশক্তি উৎপাদনের কাজে ব্যবহার করা হয়।  
জলবিদ্যুৎ নবায়নযোগ্য শক্তি হলেও পরিবেশের উপর এর প্রভাব রয়েছে। নদীতে যখন বাঁধ দেওয়া হয় তখন একদিকে বিস্তীর্ণ অঞ্চল প্রাণিত হয়ে পরিবেশের ক্ষতি হয়, অন্যদিকে পানির প্রবাহ কমে যাবার কারণে বাঁধের পরবর্তী এলাকায় তীব্র খরার সৃষ্টি হতে পারে। তাই বলা যায়, জলবিদ্যুৎ পরিবেশের উপর বিরূপ প্রতিক্রিয়া সৃষ্টি করতে পারে।

- (গ) আমরা জানি,  
মোট প্রদত্ত শক্তি =  $P \times t$   
 $= (10000 \times 180)J$   
 $= 1.8 \times 10^6 J$   
লভ্য কার্যকর শক্তি =  $mgh$   
 $= 2000 \times 9.8 \times 90$   
 $= 1.764 \times 10^6 J$   
এখানে,  
ক্ষমতা,  
 $P = 10kW = 10000W$   
সময়,  
 $t = 3min = 3 \times 60s = 180s$   
উচ্চতা,  $h = 90 m$   
ভর,  $m = 2000 kg$   
কর্মদক্ষতা,  $\eta = ?$

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

$$= \frac{1.764 \times 10^6}{1.8 \times 10^6} \times 100\% = 0.98 \times 100\%$$

$$= 98\% \quad (\text{Ans.})$$

- (ঘ) আমরা জানি,  
 $P_{out} = \frac{mgh}{t}$   
 $= \frac{2000 \times 9.8 \times 120}{180}$   
 $= 13066.667W$   
এখানে,  
পানির ভর,  $m = 2000 kg$   
সময়,  $t = 3 min$   
 $= (3 \times 60) s = 180s$   
উচ্চতা,  $h = 120 m$   
লভ্য কার্যকর ক্ষমতা,  $P_{out} = ?$

যদি ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা একই থাকে | এখানে,

তাহলে,

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

$$\text{বা, } 0.98 = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

$$\text{বা, } P_{in} = \frac{P_{out}}{0.98} = \frac{13066.667}{0.98}$$

$$= 13333.33W$$

$$= 13.33kW$$

ইঞ্জিনের ক্ষমতা বৃদ্ধি করতে হবে  $(13.33 - 10)kW = 3.33kW$   
সুতরাং, ইঞ্জিনের ক্ষমতা 3.33 kW বৃদ্ধি করতে হবে।

২০. দৃশ্যকল্প-১: 49% কর্মক্ষমতার মোটর দিয়ে 10m গভীর কুয়া থেকে 20 is সময়ে 100 kg পানি উঠানো যায়।

দৃশ্যকল্প-২: একটা ভারী বস্তুকে 100 m/s বেগে খাড়া উপরের দিকে ছুঁড়ে দেওয়া হলো।

[ময়মনসিংহ বোর্ড-২০২২]

- (ক) যান্ত্রিক শক্তি কাকে বলে?  
(খ) “একই কাজে ব্যয়িত সময়ের সাথে ক্ষমতার সম্পর্ক ব্যস্তানুপাতিক” -ব্যাখ্যা করো।  
(গ) দৃশ্যকল্প-১ এ উল্লিখিত মোটরটির ক্ষমতা নির্ণয় করো।  
(ঘ) কত উচ্চতায় দৃশ্যকল্প-২ এ উল্লিখিত বস্তুর বিভবশক্তি এবং গতিশক্তি সমান হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

#### ২০ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) কোনো বস্তুর অবস্থান বা গতির কারণে তার মধ্যে যে শক্তির সঞ্চয় হয় তাকে যান্ত্রিক শক্তি বলে।  
(খ) একক সময়ে কোনো ব্যক্তি বা উৎস দ্বারা সম্পাদিত কাজের পরিমাণই ক্ষমতা।  
অর্থাৎ কোনো যন্ত্র বা ব্যক্তি যদি t সময়ে W পরিমাণ কাজ সম্পাদন করে তাহলে ক্ষমতা,  
 $P = \frac{W}{t}$   
এখন, কাজের পরিমাণ যদি দ্রুত থাকে তাহলে দেখা যায়,  $P \propto \frac{1}{t}$   
সুতরাং, একই কাজ সম্পন্ন করতে কোনো ব্যক্তি যা যন্ত্রের যত সময় বেশি লাগবে তার ক্ষমতা তত কম। তাই দেখা যাচ্ছে যে, একই কাজে ব্যয়িত সময়ের সাথে ক্ষমতার সম্পর্ক ব্যস্তানুপাতিক।

- (গ) আমরা জানি,  
 $W = mgh$   
বা,  $W = 100 \times 9.8 \times 10$   
 $\therefore W = 9800J$   
কার্যকর ক্ষমতা,  
 $P' = \frac{W}{t}$   
বা,  $P' = \frac{9800}{20}$   
 $\therefore P' = 490W$   
এখানে,  
গভীরতা,  $h = 10 m$   
সময়,  $t = 20 s$   
পানির ভর,  $m = 100 kg$   
কর্মদক্ষতা,  
 $\eta = 49\% = 0.49$   
কৃতকাজ,  $W = ?$   
কার্যকর ক্ষমতা,  $P' = ?$   
প্রদত্ত ক্ষমতা,  $P = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \eta = \frac{P'}{P} \text{ বা, } P = \frac{P'}{\eta} = \frac{490}{0.49} = 1000W \quad (\text{Ans.})$$

- (ঘ) মনে করি, ভূমি থেকে x m উচ্চতায় বস্তুর বিভবশক্তি গতিশক্তির সমান হবে।  
এখন,  
ভূমি থেকে x m উচ্চতায় বিভবশক্তি,  
 $V = mgx$

$$\text{এখানে,}$$

$$\text{ভর} = m kg$$

$$\text{আদিবেগ,}$$

$$u = 100 ms^{-1}$$

$$\text{অভিকর্ষজ ত্বরণ,}$$

$$g = 9.8 ms^{-2}$$

আবার, x m উচ্চতায় বেগ v হলে

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

$$\text{কিন্তু, } v^2 = u^2 - 2gx = (100)^2 - 2gx = 10000 - 2gx$$

$$\therefore T = \frac{1}{2}m(10000 - 2gx) = m(5000 - gx)$$

প্রশ্নমতে,  $V = T$

$$\text{বা, } mgx = m(5000 - gx)$$

$$\text{বা, } gx = 5000 - gx$$

$$\text{বা, } 2gx = 5000$$

$$\therefore x = \frac{5000}{2 \times 9.8} = \frac{5000}{19.6} = 255.1 \text{ m}$$

অর্থাৎ 255.1 m উচ্চতায় বস্তুটির বিভবশক্তি গতিশক্তির সমান হবে।

২১. একজন প্লেয়ার 450 gm ভরের একটি ফুটবলকে  $24 \text{ ms}^{-1}$  বেগে কিক করে 48 m দূরের আরেকজন প্লেয়ারকে দিল। সে ফুটবলটি ধরে 8m দূরের গোলবারের কর্ণারের দিকে  $9 \text{ ms}^{-1}$  বেগে মাঠের উপর দিয়ে গড়িয়ে দেয়। গতি ঘর্ষণ সহগ  $\frac{30}{49}$ ।

[রাজশাহী বোর্ড-২০২২]

(ক) স্থিতি জড়তা কাকে বলে?

(খ) প্যারাসুট আরোহী মাটিতে নিরাপদে নামে কীভাবে- ব্যাখ্যা করো।

(গ) উদ্দীপকের আলোকে কর্ণার কিকের মুহূর্তে ফুটবলের গতিশক্তি নির্ণয় করো।

(ঘ) উদ্দীপকের আলোকে গোল হওয়া সম্ভব কিনা- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

#### ২১ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) স্থির বস্তুর চিরকাল স্থিতি অবস্থা বায় রাখতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা ধর্ম তাকে স্থিতি জড়তা বলে।

(খ) প্যারাসুট আরোহী যখন প্যারাসুটের সাহায্যে নিচে নামতে থাকে তখন তার ওজন খাড়া নিচের দিকে কাজ করে এবং প্যারাসুট ও বাতাসের মধ্যকার প্রবাহী ঘর্ষণ বল গতির বিপরীতে কাজ করে। ফলে গতি কম হয় এবং নিয়ন্ত্রণের মধ্যে থাকে। বাতাসের এই ঘর্ষণের কারণে প্যারাসুট আরোহী প্যারাসুটের সাহায্যে নিরাপদে নামতে পারে।

(গ) আমরা জানি,

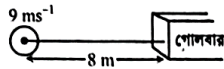
$$\text{গতিশক্তি, } T = \frac{1}{2}mv^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.45 \times (9)^2$$

$$= 18.225 \text{ J (Ans.)}$$

এখানে,  
ফুটবলের ভর,  
 $m = 450 \text{ gm} = 0.45 \text{ kg}$   
বেগ,  $v = 9 \text{ ms}^{-1}$   
গতিশক্তি,  $T = ?$

(ঘ)



ফুটবলের উপর ক্রিয়ারত ঘর্ষণ বল  $F$  হলে,

$$F = \mu W$$

$$= \mu \times mg$$

$$= \frac{30}{49} \times 0.45 \times 9.8$$

$$= 2.7 \text{ N}$$

এখানে,  
ফুটবলের ভর,  
 $m = 450 \text{ gm} = 0.45 \text{ kg}$   
গতি ঘর্ষণ সহগ  
 $\mu = \frac{30}{49}$   
 $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

প্রযুক্ত ঘর্ষণ বলের জন্য ফুটবলের মন্দন  $a$  হলে,

$$F = ma \text{ বা, } a = \frac{F}{m} = \frac{2.7}{0.45} = 6 \text{ ms}^{-2}$$

ফুটবলটি  $s$  দূরত্ব অতিক্রম করে থামলে,

$$v^2 = u^2 - 2as$$

$$\text{বা, } 0^2 = 9^2 - 2 \times 6 \times s$$

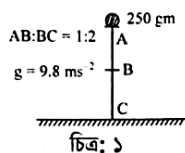
$$\text{বা, } 12s = 9^2$$

$$\therefore s = \frac{81}{12} = 6.75 \text{ m} < 8 \text{ m}$$

এখানে,  
আদিবেগ,  $u = 9 \text{ ms}^{-1}$   
মন্দন,  $a = 6 \text{ ms}^{-2}$   
শেষবেগ,  $v = 0 \text{ ms}^{-1}$   
দূরত্ব,  $s = ?$

$\therefore$  দেখা যাচ্ছে ফুটবলটি গোলবারে যাওয়ার আগেই থেমে যাবে। উদ্দীপকের আলোকে গোল হওয়া সম্ভব না।

২২.



চিত্র: ১

বস্তুটি মুক্তভাবে ছেড়ে দিলে B বিন্দুতে আসতে 10 sec সময় লাগে।

[রাজশাহী বোর্ড-২০২২]

(ক) কর্মদক্ষতা কাকে বলে?

(খ) রান্না করার তেল নবায়নযোগ্য শক্তির উৎস-ব্যাখ্যা করো।

(গ) বস্তুটিকে C বিন্দু থেকে A তে নিতে কৃতকাজের পরিমাণ নির্ণয় করো।

(ঘ) A, B ও C বিন্দুতে বস্তুটির মোট শক্তি ধ্রুব থাকে-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

#### ২২ নং প্রশ্নের উত্তর

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

(খ) যে শক্তিকে নবায়ন করা যায়, অর্থাৎ যে শক্তির ফুরিয়ে যাওয়ার কোনো আশঙ্কা নেই, তাকে নবায়নযোগ্য শক্তি বলে।

রান্নার তেল বিভিন্ন উদ্ভিদ যেমন পাম গাছ, সয়াবিন, জলপাই, সরিষা ইত্যাদি থেকে সংগ্রহ করা হয়। রান্নার তেল ডিজেলের পরিবর্তে ব্যবহার করা যায়। যোহেতু এ সকল উদ্ভিদ ফুরিয়ে যাওয়ার কোনো আশঙ্কা নেই, তাই রান্নার তেল ও কখনো শেষ হয়ে যাবে না। এ কারণে রান্না করার তেল নবায়নযোগ্য শক্তি উৎস।

(গ) বস্তুটির উচ্চতা  $AB = x$  হলে,

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

$$\text{বা, } x = \frac{1}{2}gt^2$$

$$\text{বা, } x = \frac{1}{2} \times 9.8 \times 10^2$$

$$\therefore x = 490 \text{ m}$$

$$\text{আবার, } AB:BC = 1:2$$

$$\text{বা, } \frac{AB}{BC} = \frac{1}{2}$$

$$\text{বা, } BC = 2AB = 2 \times 490 = 980 \text{ m}$$

$$\therefore AC = h = AB + BC = 490 + 980 = 1470 \text{ m}$$

বস্তুটিকে C বিন্দু থেকে A বিন্দুতে নিতে কৃতকাজের পরিমাণ

= A বিন্দুতে বস্তুর বিভব শক্তি

$$\therefore V = mgh$$

$$= 0.25 \times 9.8 \times 1470$$

$$= 3601.5 \text{ J}$$

এখানে,  
আদিবেগ,  $u = 0$   
সময়,  $t = 10 \text{ s}$   
 $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$   
উচ্চতা,  $x = ?$

এখানে,  
ভর,  $m = 250 \text{ gm} = 0.25 \text{ kg}$   
 $h = 1470 \text{ m}$   
বিভব শক্তি,  $V = ?$

সুতরাং, বস্তুটিকে C বিন্দু থেকে

$$A \text{ বিন্দুতে নিতে কৃতকাজ, } W = 3601.5 \text{ J (Ans.)}$$

(ঘ) 'গ' হতে পাই,

$$AB = 490 \text{ m}, BC = 980 \text{ m}$$

$$\text{এবং } AC = 1470 \text{ m}$$

A বিন্দুর জন্য:

A বিন্দুতে বস্তুটি স্থির থাকে সুতরাং এর সময় শক্তি স্থিতি শক্তি।

স্থিতি শক্তি,

$$V_A = mgh$$

$$= 0.25 \times 9.8 \times 1470 = 3601.5 \text{ J}$$

$$\text{গতিশক্তি, } T_A = 0 \text{ J}$$

সুতরাং, A বিন্দুতে মোট শক্তি,

$$E_A = V_A + T_A$$

$$= 3601.5 \text{ J}$$

B বিন্দুর জন্য:

B বিন্দুতে পৌঁছাতে বস্তুটির  $t = 10 \text{ sec}$  সময় লাগে

সুতরাং, B বিন্দুতে বেগ,

$$v = u + gt = gt$$

$$= 9.8 \times 10 = 98 \text{ ms}^{-1} \quad [\because u = 0 \text{ ms}^{-1}]$$

গতিশক্তি,

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

$$= \frac{1}{2} \times 0.25 \times 98^2 = 1200.5 \text{ J}$$

এখানে,  
 $v_t = 98 \text{ ms}^{-1}$   
 $h = BC = 980 \text{ m}$



স্থিতিশক্তি,

$$V_B = mgh$$

$$= 0.25 \times 9.8 \times 980 = 2401J$$

সুতরাং, B বিন্দুতে মোট শক্তি,  $E_B = V_B + T_B = 3601.5J$ 

C বিন্দুর জন্য:

বস্তুটি মুক্তভাবে AC পথে C বিন্দুতে পড়ে। সুতরাং C বিন্দুতে তার সমস্ত শক্তিই গতিশক্তিতে পরিণত হয়।

C বিন্দুতে বেগ,

$$v = \sqrt{2gh} = 169.74 \text{ ms}^{-1}$$

C বিন্দুতে গতিশক্তি,

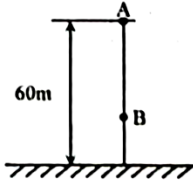
$$T_C = \frac{1}{2}mv^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.25 \times (169.74)^2 = 3601.5J$$

স্থিতিশক্তি,  $V_C = 0J$ সুতরাং C বিন্দুতে মোট শক্তি,  $E_C = V_C + T_C = 3601.5J$ A, B ও C তিন বিন্দুতেই,  $E_A = E_B = E_C$ 

অতএব, A, B ও C বিন্দুতে বস্তুটির মোট শক্তি ধ্রুব থাকে যা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা হলো।

২৩.

2 kg ভরের একটি পাথরকে A বিন্দু হতে মুক্তভাবে পড়তে দেয়া হলো। পাথরটি  $29.4 \text{ ms}^{-1}$  বেগে B বিন্দুকে অতিক্রম করে এবং এক সময় ভূমি স্পর্শ করে।

(দিনাজপুর বোর্ড-২০২২)

(ক) কর্মদক্ষতা কাকে বলে?

(খ) নিষ্কিন্তু বস্তুর বেগ ক্রমাগত হ্রাস পায় কেন? ব্যাখ্যা করো।

(গ) A ও B বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় করো।

(ঘ) চিত্রের A বিন্দুতে বিভব শক্তি B বিন্দুতে যান্ত্রিক শক্তির সমান কি-না গাণিতিক যুক্ত দাও।

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

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

(খ) উপরে নিষ্কিন্তু বস্তুর বেগ ক্রমাগত হ্রাস পায় অভিকর্ষ বলের কারণে। নিষ্কিন্তু বস্তুর বেগের বিপরীত দিকে অভিকর্ষজ ত্বরণ কাজ করে, ফলে মন্দনের সৃষ্টি হয়, অর্থাৎ প্রতি সেকেন্ডে বস্তুটির বেগ সুখম হারে কমতে থাকে। অভিকর্ষজ ত্বরণের মান  $9.8 \text{ ms}^{-2}$ , অর্থাৎ নিষ্কিন্তু বস্তুর বেগ  $9.8 \text{ ms}^{-1}$  হারে কমতে থাকে।

(গ) আমরা জানি,

$$v^2 = u^2 + 2gs$$

$$\text{বা, } (29.4)^2 = 0 + 2 \times 9.8 \times s$$

$$\text{বা, } s = \frac{(29.4)^2}{2 \times 9.8}$$

$$\therefore s = 44.1 \text{ m}$$

(Ans.)

বস্তুটির আদিবেগ,

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

শেষবেগ,

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

অভিকর্ষজ ত্বরণ,

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

A ও B এর মধ্যবর্তী দূরত্ব,  $s = ?$ 

$$\therefore s = 44.1 \text{ m} \quad (\text{Ans.})$$

(ঘ) বস্তুটি যখন A বিন্দুতে,

তখন উচ্চতা,  $h = 60 \text{ m}$ বেগ,  $u = 0 \text{ ms}^{-1}$ 

A বিন্দুতে বস্তুর বিভব শক্তি,

$$V_A = mgh = 2 \times 9.8 \times 60 = 1176J$$

আবার, B বিন্দুতে বস্তুর গতিশক্তি ও বিভব শক্তি দুই-ই ছিল।

অতিক্রান্ত দূরত্ব,  $s = AB = 44.1 \text{ m}$  [g হতে]এক্ষেত্রে, উচ্চতা,  $h_1 = 60 - 44.1 = 15.9 \text{ m}$ 

B বিন্দুতে গতিশক্তি,

$$T_B = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times m(u^2 + 2gs)$$

$$= \frac{1}{2} \times 2 \times (0 + 2 \times 9.8 \times 44.1) = 864.36J$$

এবং B বিন্দুতে বস্তুর বিভবশক্তি,

$$V_B = mgh_1 = 2 \times 9.8 \times 15.9 = 311.64$$

 $\therefore$  B বিন্দুর যান্ত্রিক শক্তি,

$$E_B = T_B + V_B = 864.36 + 311.64 = 1176J$$

সুতরাং গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যায়,  $V_A = E_B$  অর্থাৎ A বিন্দুতে বিভব শক্তি B বিন্দুতে যান্ত্রিক শক্তির সমান।২৪. 400 gm ভরের একটি বস্তু M-কে 100m উঁচু দালানের ছাদ থেকে ফেলে দেওয়া হলো। একই সময় 200 gm ভরের অপর একটি বস্তু N-কে  $20 \text{ ms}^{-1}$  বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো।

(কুমিল্লা বোর্ড-২০২২)

(ক) কাজ কাকে বলে?

(খ) জিওথার্মাল নবায়নযোগ্য শক্তি কেন? ব্যাখ্যা করো।

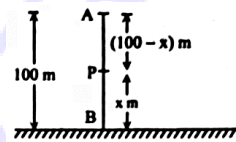
(গ) ভূমি থেকে কত উচ্চতায় M বস্তুর গতিশক্তি ও বিভব শক্তি সমান হবে?

(ঘ) 'N' বস্তুর ক্ষেত্রে নিক্ষেপের মুহূর্তে এবং নিক্ষেপের 2 sec পর মোট শক্তির পরিমাণ অপরিবর্তিত থাকে- গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা করো।

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগে যদি বস্তুটির সরণ ঘটে, তাহলে বল এবং বলের দিকে বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্বের গুণফলকে কাজ বলে।

(খ) জিওথার্মাল বা ভূ-তাপীয় শক্তি হলো তাপ বা বাষ্প যা ভূ-অভ্যন্তর থেকে পাওয়া যায়। ভূ-অভ্যন্তরের গভীরে তাপের পরিমাণ এত বেশি যে তা শিলাখণ্ডকে গলিয়ে ফেলতে পারে। এ গলিত শিলাকে ম্যাগমা বলে। ভূতাত্ত্বিক পরিবর্তনের ফলে কখনো কখনো এই ম্যাগমা উপরে উঠে আসে, যা ভূ-পৃষ্ঠের খানিক নিচে জমা হয়। এ সকল জায়গা হট স্পট (Hot spot) নামে পরিচিত। ভূ-গর্ভস্থ পানি এ হট স্পটের সংস্পর্শে এসে বাষ্পে পরিণত হয়। এই বাষ্প ভূ-গর্ভে আটকা পড়ে যায়। হট স্পটের উপর গর্ত করে পাইপ ঢুকিয়ে উচ্চ চাপে এই বাষ্পকে বের করে আনা যায় যা দিয়ে টার্বাইন ঘুরিয়ে বিদ্যুৎ উৎপাদন সম্ভব। জিওথার্মাল পৃথিবীর অভ্যন্তর থেকে প্রাপ্ত হয় এবং যতদিন পৃথিবীর অস্তিত্ব থাকবে ততদিন এটি থাকবে। তাই জিওথার্মাল নবায়নযোগ্য শক্তি।

(গ) মনে করি, ভূমি থেকে  $x \text{ m}$  উচ্চতায় P বিন্দুতে M বস্তুর গতিশক্তি ও বিভবশক্তি সমান হবে।

P বিন্দুতে M বস্তুর বিভবশক্তি,

$$V = mg \times PB$$

$$= mgx$$

এবং গতিশক্তি,  $T = \frac{1}{2}mv^2$ 

$$\text{কিন্তু, } v^2 = u^2 + 2g(AP)$$

এখানে, বস্তুর আদিবেগ,  $u = 0$ এবং সরণ,  $AP = (100 - x)m$ 

$$\therefore v^2 = 0 + 2g(100 - x) = 2g(100 - x)$$

$$\therefore T = \frac{1}{2}m\{2g(100 - x)\} = mg(100 - x)$$

প্রশ্নমতে,  $T = V$ 

$$\text{বা, } mg(100 - x) = mgx$$

$$\text{বা, } 100 - x = x$$

$$\therefore 2x = 100$$

$$\therefore x = \frac{100}{2} = 50 \text{ m}$$

 $\therefore$  ভূমি থেকে 50 m উচ্চতায় M বস্তুর গতিশক্তি ও বিভব শক্তি সমান।

(ঘ) নিক্ষেপের মুহূর্তে,

N বস্তুর বিভবশক্তি,  
 $V_1 = mgh$   
 $= 0.2 \times 9.8 \times 0$   
 [যেহেতু বস্তু ভূমিতে তাই  $h = 0$ ]  
 $= 0 \text{ J}$

গতিশক্তি,  $T_1 = \frac{1}{2}mu^2$   
 $= \frac{1}{2} \times 0.2 \times (20)^2 = 40 \text{ J}$

∴ মোট শক্তি,  
 $E_1 = V_1 + T_1$   
 $= 0 \text{ J} + 40 \text{ J} = 40 \text{ J}$

নিষ্ক্ষেপের 2 s পরে,

B বস্তুর উচ্চতা,

$h = ut - \frac{1}{2}gt^2$   
 $= 20 \times 2 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times 2^2 = 20.4 \text{ m}$

∴ বিভবশক্তি,  
 $V_2 = mgh$   
 $= 0.2 \times 9.8 \times 20.4$   
 $= 39.984 \text{ J}$

2 s পরে বেগ,  
 $v = u - gt$   
 $= 20 - 9.8 \times 2 = 0.4 \text{ ms}^{-1}$   
 ∴ 2 s পরে গতিশক্তি,

$T_2 = \frac{1}{2}mv^2$   
 $= \frac{1}{2} \times 0.2 \times (0.4)^2 = 0.016 \text{ J}$

∴ মোট শক্তি,  
 $E_2 = V_2 + T_2$   
 $= 39.984 + 0.016 = 40 \text{ J}$

∴  $E_1 = E_2$

∴ N বস্তুর ক্ষেত্রে নিষ্ক্ষেপের মুহূর্তে ও নিষ্ক্ষেপের 2 s পরে মোট শক্তির পরিমাণ অপরিবর্তিত থাকবে।

২৫. 1500 জুল শক্তিসম্পন্ন দুটি বৈদ্যুতিক মটর একই সাথে কাজ করছে। একটি মোটর 15 kg ভরের বস্তুকে 8 m উপরে তুলছে। অন্যটি 12 kg ভরের বস্তুকে 10 m উপরে তুলছে। [ $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$ ]

[চট্টগ্রাম বোর্ড-২০২২]

(ক) শক্তির নিত্যতা কী?

(খ) বায়োমাসকে নবায়নযোগ্য শক্তির উৎস বলার কারণ ব্যাখ্যা করো।

(গ) ১ম মোটরটির কর্মদক্ষতা নির্ণয় করো।

(ঘ) মোটর দুইটির শক্তির রূপান্তর প্রক্রিয়া শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতির আলোকে ব্যাখ্যা করো।

#### ২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

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

(খ) বায়োমাস বলতে বোঝায় গাছ-গাছালি, জ্বালানি কাঠ, কাঠের বর্জ্য, শস্য, ধানের তুষ ও কঁড়া, লতা-পাতা, পশুপাখির মল, পৌর বর্জ্য ইত্যাদি। বায়োমাসকে নবায়নযোগ্য জ্বালানি বলা হয় কারণ পৃথিবীতে মানবসভ্যতা যতদিন থাকবে, ততদিন বায়োমাস স্বয়ংক্রিয়ভাবে অনবরত উৎপাদিত হতে থাকবে।

পৃথিবীর একটা বড় অংশের মানুষের কাছে তেল, গ্যাস, বিদ্যুৎ নেই। তাদের দৈনন্দিন জীবন কাটে লাকড়ি, খড়কুটো জ্বালিয়ে। এই দরিদ্র মানুষগুলোর ব্যবহারিক শক্তি পৃথিবীর পুরো শক্তির একটা বড় অংশ। যদিও শুকনো গাছ পুড়িয়ে ফেললে সেটা শেষ হয়ে যায়। তারপরও বায়োমাসকে নবায়নযোগ্য জ্বালানি

এখানে,  
 N বস্তুর ভর,  
 $m = 200 \text{ gm}$   
 $= \frac{200}{1000} \text{ kg} = 0.2 \text{ kg}$   
 আদিবেগ,  $u = 20 \text{ ms}^{-1}$   
 অভিকর্ষজ ত্বরণ,  
 $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

বলার কারণ, নতুন করে আবার গাছপালা জন্মানো যায়। তেল, গ্যাস বা কয়লার মতো এটি পৃথিবী থেকে চিরদিনের জন্য অদৃশ্য হয়ে যাবে না।

(গ) মোটরটির কৃতকাজ,

$W_{\text{out}} = mgh$   
 $= 15 \times 9.8 \times 8 = 1176 \text{ J}$   
 ∴ ১ম মোটরটির কর্মদক্ষতা,  
 $\eta = \frac{W_{\text{out}}}{W_{\text{in}}} \times 100\%$   
 $= \frac{1176}{1500} \times 100\% = 78.4\%$   
 (Ans.)

এখানে,  
 ১ম মোটরটির শক্তি,  
 $W_{\text{in}} = 1500 \text{ J}$   
 মোটর কতৃক উত্তোলিত ভর,  
 $m = 15 \text{ kg}$   
 উচ্চতা,  $h = 8 \text{ m}$   
 অভিকর্ষজ ত্বরণ,  
 $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

(ঘ) প্রথম মোটরের ক্ষেত্রে শক্তির সংরক্ষণশীলতা:

‘গ’ নং হতে পাই, প্রথম মোটরের কার্যকর শক্তি,  $W_1 = 1176 \text{ J}$

আবার, মোটরে প্রদত্ত শক্তি,  $W = 1500 \text{ J}$

সুতরাং, মোটরটির অপচয়কৃত শক্তি,

$= W - W_1$

$= 1500 - 1176 = 324 \text{ J}$

অতএব, শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি অনুসারে প্রথম মোটরে প্রথম মোটরে প্রদত্ত 1500 J বৈদ্যুতিক শক্তির মধ্যে 1176 J শক্তি বস্তু উত্তোলনের জন্য কৃতকাজ তথা বিভবশক্তিতে রূপান্তরিত হয় এবং বাকি 324 J শক্তির অপচয় ঘটে।

২য় মোটরের ক্ষেত্রে শক্তির সংরক্ষণশীলতা:

এখানে,

দ্বিতীয় মোটরের কার্যকর শক্তি,

$w_2 = 10 \text{ m}$

উচ্চতায় বস্তুটির বিভবশক্তি

$= m_2gh_2$

$= 12 \times 9.8 \times 10 = 1176 \text{ J}$

সুতরাং, মোটরটির অপচয়কৃত শক্তি,

$= W - W_2$

$= 1500 - 1176 = 324 \text{ J}$

অতএব, শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি অনুসারে দ্বিতীয় মোটরে প্রদত্ত 1500 J বৈদ্যুতিক শক্তির মধ্যে 1176 J শক্তি বস্তু উত্তোলনের জন্য কৃতকাজ তথা বিভবশক্তিতে রূপান্তরিত হয় এবং বাকি 324 J শক্তির অপচয় ঘটে। তাই অপচয়কৃত শক্তি ও কার্যকর শক্তির যোগফল প্রদত্ত মোট শক্তির সমান, যা শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি মেনে চলে।

২৬. 800 g ভরের একটি বস্তুকে 200 m/s বেগে খাড়া উপরের দিকে নিষ্ক্ষেপ করা হলো। [বাতাসের বাধা উপেক্ষণীয়]

[চট্টগ্রাম বোর্ড-২০২২]

(ক) আবর্ত ঘর্ষণ কাকে বলে?

(খ) ঘর্ষণ বল কেন উৎপন্ন হয়?

(গ) কত উচ্চতায় বস্তুটির বিভবশক্তি ও গতিশক্তি সমান হবে?

(ঘ) নিষ্ক্ষেপের 20s পর এবং পড়ন্ত অবস্থায় 30s পর মোট শক্তির পরিমাণ অপরিবর্তিত থাকবে কি? কারণ বিশ্লেষণ করো।

#### ২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

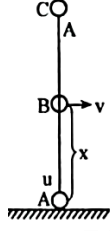
(ক) একটি বস্তু অপর একটি তলের উপর দিয়ে গড়িয়ে চলার সময় গতির বিরুদ্ধে যে ঘর্ষণ ক্রিয়া করে তাকে আবর্ত ঘর্ষণ বলে।

(খ) খ আপাত দৃষ্টিতে কোনো বস্তুর তলকে মসৃণ মনে হলেও প্রকৃতপক্ষে এর উপর উঁচু নিচু অনেক খাঁজ থাকে। যখন একটি বস্তু অন্য একটি বস্তুর উপর দিয়ে গতিশীল হয় তখন উভয় বস্তুর স্পর্শতলের এ খাঁজগুলো একটির ভিতর আরেকটি ঢুকে যায় অর্থাৎ খাঁজগুলো পরস্পর আটকে যায়। এ উঁচু নিচু খাঁজ যত বেশি হবে এবং গভীর হবে অর্থাৎ তল যত বেশি অমসৃণ হবে একটির ভিতর দিয়ে অপরটি তত বেশি ঢুকে যাবে বা আটকে যাবে। এই ঢুকে যাওয়া বা আটকে যাওয়ার কারণে বস্তুদ্বয়ের স্পর্শতলে গতির বিরুদ্ধে ঘর্ষণ বল উৎপন্ন হয়।

(গ) এখানে, নিষ্ক্ষেপণ বেগ,  $u = 200 \text{ ms}^{-1}$

বস্তুর ভর,  $m = 800 \text{ g} = \frac{800}{1000} \text{ kg} = 0.8 \text{ kg}$

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



ধরি, ভূপৃষ্ঠ হতে  $x$  উচ্চতায় B বিন্দুতে বিভব শক্তি এবং গতিশক্তি সমান হবে।

B বিন্দুতে বিভবশক্তি,  $V = mgx$

B বিন্দুতে বস্তুর বেগ  $v$  হলে,

আমরা পাই,  $v^2 = u^2 - 2gx$

এবং গতিশক্তি,  $T = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(u^2 - 2gx)$

প্রশ্নমতে,  $V = T$

বা,  $mgx = \frac{1}{2}m(u^2 - 2gx)$

বা,  $2gx = u^2 - 2gx$  [m দ্বারা ভাগ করে]

বা,  $4gx = u^2$

বা,  $x = \frac{u^2}{4g} = \frac{(200\text{ms}^{-1})^2}{4 \times 9.8\text{ms}^{-2}} = 1020.408163\text{m}$

∴ ভূপৃষ্ঠ হতে 1020.408163 m উচ্চতায় বস্তুটির বিভবশক্তি ও গতিশক্তি সমান হবে।

(ঘ) এখানে, বস্তুর ভর,  $m = 800\text{g} = 0.8\text{kg}$

নিষ্ক্ষেপণ বেগ,  $u = 200\text{ms}^{-1}$

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

সময়,  $t_1 = 20\text{s}$

$t_1 = 20\text{s}$  এ বস্তুর উচ্চতা,

$h_1 = ut_1 - \frac{1}{2}gt_1^2$ ,

$= 200\text{ms}^{-1} \times 20 - \frac{1}{2} \times 9.8\text{ms}^{-2} \times (20\text{s})^2 = 2040\text{m}$

∴  $h_1$  উচ্চতায় বিভবশক্তি,

$V_1 = mgh_1$

$= 0.8\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} \times 2040\text{m}$

$= 15993.6\text{J}$

নিষ্ক্ষেপের  $t_1 = 20\text{s}$  পর বেগ,

$v_1 = u - gt_1$

$= 200\text{ms}^{-1} - 9.8\text{ms}^{-2} \times 20\text{s} = 4\text{ms}^{-1}$

∴ নিষ্ক্ষেপের 20 s পর গতিশক্তি,

$T_1 = \frac{1}{2}mv_1^2$

$= \frac{1}{2} \times 0.8\text{kg} \times (4\text{ms}^{-1})^2$

$= 6.4\text{J}$

∴ 20 s পর মোট শক্তি,

$E_1 = V_1 + T_1$

$= 15993.6\text{J} + 6.4\text{J} = 16000\text{J}$

আবার পড়ন্ত অবস্থায় নিষ্ক্ষেপের  $t_2 = 30\text{s}$  পর উচ্চতা  $h_2$  হলে,

$h_2 = ut_2 - \frac{1}{2}gt_2^2$

$= 200\text{ms}^{-1} \times 30\text{s} - \frac{1}{2} \times 9.8\text{ms}^{-2} \times (30\text{s})^2$

$= 1590\text{m}$

∴ 30 s পর বিভবশক্তি,

$V_2 = mgh_2$

$= 0.8\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} \times 1590\text{m}$

$= 12465.6\text{J}$

এবং  $t_2 = 30\text{s}$  পর বেগ  $v_2$  হলে,

$v_2 = u - gt_2$

$= 200\text{ms}^{-1} - 9.8\text{ms}^{-2} \times 30\text{s} = -94\text{ms}^{-1}$

∴ 30 s পর গতিশক্তি,

$T_2 = \frac{1}{2}mv_2^2$

$= \frac{1}{2} \times 0.8\text{kg} \times (-94\text{ms}^{-1})^2$

$= 3534.4\text{J}$

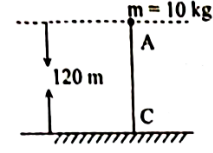
∴ 30 s পর মোট শক্তি,

$E_2 = V_2 + T_2$

$= 12465.6\text{J} + 3534.4\text{J} = 16000\text{J}$

∴ নিষ্ক্ষেপের 20 s পর ও পড়ন্ত অবস্থায় 30 s পর বস্তুটির মোট শক্তি। সুতরাং বস্তুর মোট শক্তির পরিমাণ অপরিবর্তিত থাকবে।

২৭.



[সিলেট বোর্ড-২০২২]

(ক) বিভব শক্তি কাকে বলে?

(খ) নিউক্লিয়ার রি-অ্যাকটরে কন্ট্রোল রড ব্যবহার করা হয় কেন?

(গ) A বিন্দু থেকে বস্তুটিকে মুক্তভাবে পড়তে দিলে এটি কত বেগে C বিন্দুতে আঘাত করবে?

(ঘ) ভূ-পৃষ্ঠ থেকে কত উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির দ্বিগুণ হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও।

২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

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

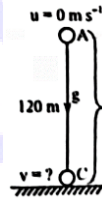
(খ) নিউক্লিয়ার রি-অ্যাক্টরে প্রচুর পরিমাণ নিউট্রন তৈরি হয়। এই নিউট্রনগুলো পরবর্তীতে আরও নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া ঘটায়। সুতরাং কোনোভাবে যদি উৎপন্ন নিউট্রনগুলো নিয়ন্ত্রণ করা যায় তবে নিউক্লিয়ার রি-অ্যাক্টরও নিয়ন্ত্রণ করা যায়। নিউক্লিয়ার রি-অ্যাক্টরে ক্যাডমিয়াম দণ্ড ব্যবহার করলে এটি নিউট্রন শোষণের মাধ্যমে নিউক্লিয়ার রি-অ্যাকশন নিয়ন্ত্রণ করে ফলে নিউক্লিয়ার রি-অ্যাক্টর নিয়ন্ত্রিত হয়।

(গ) এখানে, A বিন্দুতে আদিবেগ,  $u = 0\text{ms}^{-1}$

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

A বিন্দুর উচ্চতা,  $h = 120\text{m}$

C বিন্দুতে বেগ,  $v = ?$



আমরা জানি,

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

$= 0^2 + 2gh$

বা,  $v = \sqrt{2gh}$

$= \sqrt{(2 \times 9.8\text{ms}^{-2} \times 120\text{m})}$

$= 48.4974\text{ms}^{-1}$

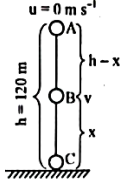
∴ A বিন্দু হতে বস্তুকে মুক্তভাবে ছেড়ে দিলে বস্তুটি  $48.4974\text{ms}^{-1}$  বেগে আঘাত করবে।

(ঘ) এখানে, A বিন্দুতে বস্তুর বেগ,  $u = 0\text{ms}^{-1}$

A বিন্দুর উচ্চতা,  $h = 120\text{m}$

বস্তুর ভর,  $m = 10\text{kg}$

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



মনে করি ভূপৃষ্ঠ হতে  $x$  m উচ্চতায় B বিন্দুতে বিভব শক্তি গতিশক্তির দ্বিগুণ হবে।

∴ B বিন্দুতে বিভবশক্তি,  $V = mgh$

B বিন্দুতে বস্তুর বেগ  $v$  হলে আমরা পাই,

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

$$= 0^2 + 2g(h - x) = 2g(h - x)$$

∴ B বিন্দুতে গতিশক্তি,

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

$$= \frac{1}{2}m \times 2g(h - x) [\because v^2 = 2g(h - x)]$$

$$= mg(h - x)$$

শর্তমতে,  $V = 2T$

$$\text{বা, } mgh = 2 \times mg(h - x)$$

$$\text{বা, } x = 2h - 2x \text{ [mg দ্বারা ভাগ করে]}$$

$$\text{বা, } 3x = 2h$$

$$\text{বা, } x = \frac{2h}{3} = \frac{2 \times 120 \text{ m}}{3} = 80 \text{ m}$$

∴ ভূপৃষ্ঠ হতে 80 m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির দ্বিগুণ হবে।

২৮. 5kw ক্ষমতার একটি ট্রেন 4 মিনিটে 15 মিটার উঁচুতে 1500 kg ভরের একটি বস্তুকে তুলতে পারে। অপর পক্ষে 2kw ক্ষমতার অন্য একটি ট্রেন 20 মিটার উঁচুতে 1000 kg ভরের বস্তু 5 মিনিটে তুলতে পারে। (আলোর বেগ  $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ) [ $g = 9.81 \text{ ms}^{-2}$ ]

[যশোর বোর্ড-]

(ক) গতিশক্তি কাকে বলে?

(খ) কাজ ও শক্তির একক অভিন্ন কেন? ব্যাখ্যা করো।

(গ) প্রথম বস্তুর ভরকে শক্তি রূপান্তর করা হলে কত জুল শক্তি পাওয়া যাবে নির্ণয় করো।

(ঘ) কোন ট্রেনটি ব্যবহার করা লাভজনক, কর্মদক্ষতার আলোকে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

#### ২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

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

(খ) কোনো বস্তুর কাজ করার সামর্থ্যই হচ্ছে শক্তি। কাজ করা মানে শক্তিকে এক অবস্থা থেকে অন্য অবস্থায় রূপান্তরিত করা। এক্ষেত্রে কৃতকাজ ও রূপান্তরিত শক্তির পরিমাণ সমান। এর অর্থ হচ্ছে বস্তুটি সর্বমোট যে পরিমাণ কাজ করতে পারে তাই হচ্ছে এর শক্তি। যেহেতু কোনো বস্তুর শক্তির পরিমাপ করা হয় তার দ্বারা সম্পন্ন কাজের পরিমাণ দ্বারা, সুতরাং কাজ ও শক্তির একক একই এবং তা হলো জুল (J)।

(গ) আমরা জানি,

$$E = mc^2$$

$$\text{বা, } E = 1500 \times (3 \times 10^8)^2$$

$$= 1.35 \times 10^{20} \text{ J} \text{ (Ans.)}$$

(ঘ) প্রথম ট্রেনের কার্যকর ক্ষমতা,

$$P_1 = \frac{W_1}{t_1} = \frac{m_1gh_1}{t_1}$$

$$= \frac{1500 \times 9.8 \times 15}{240}$$

$$= 918.75 \text{ W}$$

∴ প্রথম ট্রেনের কর্মদক্ষতা,

এখানে,

বস্তুটির ভর,  $m = 1500 \text{ kg}$

প্রাপ্ত শক্তি,  $E = ?$

এখানে,

প্রথম ট্রেনের ক্ষমতা,

$$P_1' = 5 \text{ kW} = 5000 \text{ W}$$

প্রথম ট্রেনের ক্ষেত্রে উচ্চতা

$$h_1' = 15 \text{ m}$$

প্রয়োজনীয় সময়,

$$t_1 = 4 \text{ min} =$$

$$4 \times 60 = 240 \text{ s}$$

$$\eta_1 = \frac{P_1}{P_1'} \times 100\%$$

$$= \frac{918.75}{5000} \times 100\% = 18.375\%$$

দ্বিতীয় ট্রেনের কার্যকর ক্ষমতা,

$$P_2 = \frac{m_2gh_2}{t_2}$$

$$= \frac{1000 \times 9.8 \times 20}{300}$$

$$= 653.33 \text{ W}$$

∴ দ্বিতীয় ট্রেনের কর্মদক্ষতা,

$$\eta_2 = \frac{P_2}{P_2'} \times 100\% = \frac{653.33}{2000} \times 100\% = 32.67\%$$

∵  $\eta_2 > \eta_1$ । সুতরাং দ্বিতীয় ট্রেনটি ব্যবহার করা লাভজনক।

২৯. 4000 kg ভরবিশিষ্ট একটি খালি ট্রাক  $20 \text{ ms}^{-1}$  বেগে ইটবোঝাই 13000 kg ভরের একটি স্থির ট্রাকের সাথে সংঘর্ষ ঘটে। এতে খালি ট্রাকটিই বেশি ক্ষতিগ্রস্ত হয়।

[বরিশাল বোর্ড-২০২২]

(ক) জড়তা কাকে বলে?

(খ) মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে ক্রমাগত বেগ বৃদ্ধি পায় কেন? ব্যাখ্যা করো।

(গ) খালি ট্রাকটি কত শক্তিতে স্থির ট্রাককে আঘাত করে?

(ঘ) খালি ট্রাকটি বেশি ক্ষতিগ্রস্ত হবার কারণ গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো।

#### ২৯ 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) মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর বেগ একই থাকে না। মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর উপর অভিকর্ষ বল কাজ করে। অভিকর্ষ বলের প্রভাবে পড়ন্ত বস্তুর বেগ প্রতি সেকেন্ডে  $9.8 \text{ ms}^{-1}$  করে বৃদ্ধি পেতে থাকে, যাকে আমরা অভিকর্ষ ত্বরণ বলে থাকি। অর্থাৎ অভিকর্ষ বলের প্রভাবের কারণেই পড়ন্ত বস্তুর ত্বরণ ঘটে অর্থাৎ ক্রমাগত বেগ বৃদ্ধি পেতে থাকে।

(গ) আমরা জানি,

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

$$= \frac{1}{2} \times 4000 \times 20^2$$

$$= 8 \times 10^5 \text{ J}$$

(ঘ) যেহেতু প্রশ্নে সংঘর্ষের পরে গাড়ি দুটির বেগ বলা নেই।

সুতরাং,

ধরে নেই সংঘর্ষের পরে গাড়ি দুটি

মিলিত হয়ে একসাথে চলবে। তাহলে,

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

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

$$= \frac{4000 \times 20 + 13000 \times 0}{4000 + 13000}$$

$$= 4.71 \text{ ms}^{-1}$$

এখানে,

খালি ট্রাকের ভর,

$$m = 4000 \text{ kg}$$

খালি ট্রাকের বেগ,

$$v = 20 \text{ ms}^{-1}$$

এখানে,

খালি ট্রাকের আদি বেগ,

$$u_1 = 20 \text{ ms}^{-1}$$

খালি ট্রাকের ভর,

$$m_1 = 4000 \text{ kg}$$

ইট বোঝাই ট্রাকের আদিবেগ,

$$u_2 = 0 \text{ ms}^{-1}$$

ইট বোঝাই ট্রাকের ভর,

$$m_2 = 13000 \text{ kg}$$

এবং সংঘর্ষের পর তাদের মিলিত

বেগ  $v = ?$

এক্ষেত্রে দেখা যাচ্ছে,

সংঘর্ষের পর খালি ট্রাকটির বেগ  $20 \text{ ms}^{-1}$  থেকে কমে,  $4.71 \text{ ms}^{-1}$  হবে, এক্ষেত্রে বেগ হ্রাস পাবে

$$\Delta v = 20 - 4.71 = 15.29 \text{ ms}^{-1}$$

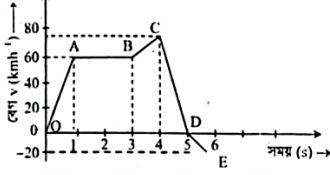
এবং ইটবোঝাই ট্রাকটি  $0 \text{ ms}^{-1}$  থেকে  $4.71 \text{ ms}^{-1}$  বেগ প্রাপ্ত হবে।

অর্থাৎ দেখা যাচ্ছে খালি ট্রাকটির বেগ পূর্বের তুলনায় প্রায় 3 গুণ হ্রাস পেয়েছে। ফলে খালি ট্রাকটি দুমড়ে মুচড়ে যাওয়ার সম্ভাবনা আছে।



কিন্তু ইট বোঝাই ট্রাকটি  $0 \text{ ms}^{-1}$  থেকে  $4.71 \text{ ms}^{-1}$  বেগ প্রাপ্ত হয়েছে।  
খালি ট্রাকটির বেগের পরিবর্তন ইট বোঝাই ট্রাকের তুলনায় বেশি হওয়ায় এটি তুলনামূলক বেশি ক্ষতিগ্রস্ত হবে।

৩০. দৃশ্যপট-১:



400 kg ভরের একটি গাড়ির বেগ-সময় লেখচিত্র।

দৃশ্যপট-২:  $49 \text{ ms}^{-1}$  বেগে একটি বস্তু ভূমি থেকে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হল।

[ঢাকা বোর্ড-২০২১]

- (ক) শক্তির নিত্যতার সূত্রটি লেখ।  
(খ) কোনো যন্ত্রের কর্মদক্ষতা 100% এর বেশি হতে পারে কী? ব্যাখ্যা করো।  
(গ) দৃশ্যপট-২ অনুসারে কত উচ্চতায় বস্তুর গতিশক্তি বিভব শক্তির এক-চতুর্থাংশ হবে নির্ণয় করো।  
(ঘ) উদ্দীপকের লেখচিত্রে বিভিন্ন অংশে গাড়ির কৃতকাজ বিশ্লেষণ করো।

#### ৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) শক্তির সৃষ্টি বা বিনাশ নেই, শক্তি কেবল একরূপ থেকে অপর এক বা একাধিক রূপে পরিবর্তিত হতে পারে। মহাবিশ্বের মোট শক্তির পরিমাণ নির্দিষ্ট ও অপরিবর্তনীয়।  
(খ) বাস্তব ক্ষেত্রে কর্মদক্ষতা কখনোই 100% বা এর চেয়ে বেশি হতে পারে না। কারণ কোনো যন্ত্রে মোট যে শক্তি প্রদান করা হয় তার কিছু অংশই কার্যকর শক্তিতে রূপান্তরিত হয়, আর বাকি অংশ অন্যভাবে ব্যয়িত হয় বা শক্তির অপচয় ঘটে। তাই কর্মদক্ষতা কখনোই 1 এর বেশি হতে পারবে না। অর্থাৎ 100% বা এর চেয়ে বেশি হতে পারবে না।  
(গ) আমরা জানি,

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

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

$$\text{বিভব শক্তি, } V = mgh$$

এখানে,  
আদিবেগ,  $u = 49 \text{ ms}^{-1}$   
অভিকর্ষজ ত্বরণ,  
 $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$   
উচ্চতা,  $h = ?$   
 $h$  উচ্চতায় বেগ,  $v = ?$

প্রশ্নমতে,  $T = \frac{1}{4}V$   
বা,  $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{4}mgh$   
বা,  $v^2 = \frac{1}{2}gh$   
বা,  $u^2 - 2gh = \frac{1}{2} \times 9.8 \times h$   
বা,  $49^2 - 2 \times 9.8 \times h = 4.9h$   
বা,  $2401 - 19.6h = 4.9h$   
বা,  $4.9h + 19.6h = 2401$   
বা,  $24.5h = 2401$  বা,  $h = \frac{2401}{24.5}$   
 $\therefore h = 98\text{m}$

অতএব, 98 m উচ্চতায় বস্তুর গতিশক্তি বিভবশক্তির এক চতুর্থাংশ হবে।

- (ঘ) আমরা জানি,  
কৃতকাজ = গতিশক্তির পরিবর্তন  
উদ্দীপকের বিভিন্ন অংশে গাড়ির কৃতকাজ বিশ্লেষণ করা হলো:

OA অংশে কৃতকাজ,  
 $W_{OA} = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mu^2$   
বা,  $W_{OA} = \frac{1}{2} \times 400 \times (16.67)^2$   
 $\frac{1}{2} \times 400 \times 0^2$   
 $\therefore W_{OA} = 55577.78\text{J}$

এখানে,  
গাড়ির ভর,  $m = 400 \text{ kg}$   
আদিবেগ,  $u = 0 \text{ ms}^{-1}$   
শেষবেগ,  
 $v_1 = 60 \text{ kmh}^{-1}$   
 $= \frac{60 \times 1000}{60 \times 60} \text{ ms}^{-1}$   
 $= 16.67 \text{ ms}^{-1}$

কৃতকাজ,  $W_{OA} = ?$

AB অংশে বেগের পরিবর্তন না হওয়ায় কৃতকাজ,  $W_{AB} = 0$

BC অংশে কৃতকাজ,

$$W_{BC} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

বা,  $W_{BC} = \frac{1}{2} \times 400 \times 22.22^2$   
 $-\frac{1}{2} \times 400 \times 16.67^2$   
 $\therefore W_{BC} = 43167.9\text{J}$

CD অংশে কৃতকাজ,

$$W_{CD} = \frac{1}{2}mv_3^2 - \frac{1}{2}mv_2^2$$

বা,  $W_{CD} = \frac{1}{2} \times 400 \times 0^2$   
 $-\frac{1}{2} \times 400 \times 22.22^2$   
 $\therefore W_{CD} = -98745.68\text{J}$

DE অংশে কৃতকাজ,

$$W_{DE} = \frac{1}{2}mv_4^2 - \frac{1}{2}mv_3^2$$

বা,  $W_{DE} = \frac{1}{2} \times 400 \times (-5.55)^2$   
 $-\frac{1}{2} \times 400 \times 0^2$   
 $\therefore W_{DE} = 6160.5\text{J}$

এখানে,  
আদিবেগ,  
 $v_1 = 16.67 \text{ ms}^{-1}$   
শেষবেগ,  $v_2 = 80 \text{ kmh}^{-1}$   
 $= \frac{80 \times 1000}{60 \times 60} \text{ ms}^{-1}$   
 $= 22.22 \text{ ms}^{-1}$   
কৃতকাজ,  $W_{BC} = ?$   
এখানে,  
আদিবেগ,  
 $v_2 = 22.22 \text{ ms}^{-1}$   
শেষবেগ,  $v_3 = 0 \text{ ms}^{-1}$   
কৃতকাজ,  $W_{CD} = ?$

এখানে,  
আদিবেগ,  
 $v_3 = 0 \text{ ms}^{-1}$   
শেষবেগ,  
 $v_4 = -20 \text{ kmh}^{-1}$   
 $= \frac{-20 \times 1000}{60 \times 60} \text{ ms}^{-1}$   
 $= -5.55 \text{ ms}^{-1}$   
কৃতকাজ,  $W_{DE} = ?$

অতএব, চিত্রের OA এবং BC অংশে বেগের মান বৃদ্ধি পাওয়ায় গাড়ির কৃতকাজ ধনাত্মক এবং CD এবং DE অংশে বেগের মান হ্রাস পায় ফলে কৃতকাজ ঋণাত্মক এবং AB অংশে বেগের মান ধ্রুব থাকায় কৃতকাজ শূন্য।

৩১. শামীম 10 kg ভরের একটি বস্তুকে 20 m উচ্চতায় নিক্ষেপ করার জন্য একটি স্প্রিং সংগ্রহ করেছে। স্প্রিংটির উপর 800 J কাজ করায় তা 8 cm সংকুচিত হয়। কিন্তু স্প্রিংটি বস্তুটিকে ঐ উচ্চতায় নিতে পারল না। শামীম তখন স্প্রিংটিকে আরও সংকুচিত করল যেন বস্তুটিকে ঐ উচ্চতায় নিক্ষেপ করতে পারে।

[ঢাকা বোর্ড-২০২১]

- (ক) যান্ত্রিক শক্তি কাকে বলে?  
(খ) 'শুধু শক্তি থেকে শক্তি পাওয়া যায় না, ভর থেকেও শক্তি পাওয়া যেতে পারে'-ব্যাখ্যা করো।  
(গ) স্প্রিংটির উপর কৃতকাজ যদি বস্তুর উপর করা হয় তবে বস্তুটি ভূমির সমান্তরালে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে নির্ণয় করো।  
(ঘ) স্প্রিংটিকে কতটুকু সংকুচিত করলে শামীম বস্তুটিকে ঐ উচ্চতায় নিক্ষেপ করতে পারবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও।

#### ৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) কোন বস্তুর অবস্থা কিংবা অবস্থানের পরিবর্তন বা গতির কারণে তার মধ্যে যে শক্তি নিহিত থাকে বা যে শক্তি লাভ করে তাকে যান্ত্রিক শক্তি বলে।  
(খ) 'শুধু শক্তি থেকে শক্তি পাওয়া যায় না, ভর থেকেও শক্তি পাওয়া যেতে পারে'-উক্তিটি যথার্থ।  
বিজ্ঞানী আইনস্টাইনের থিওরি অর রিলেটিভিটিতে বলা হয়েছে যে, বস্তুর ভর আর শক্তি একই ব্যাপার এবং ভর m কে যদি শক্তিতে রূপান্তর করা যায় তাহলে সেই শক্তি E এবং এর পরিমাণ হচ্ছে  $E = mc^2$ , যেখানে c হচ্ছে আলোর বেগ। আলোর বেগ অনেক বেশি এবং এর বর্গ করলে আরো বেশি হয়ে যায়, যার অর্থ অল্প একটু ভরকে শক্তিতে রূপান্তর করতে পারলেই অনেক পরিমাণ শক্তি পাওয়া যাবে। নিউক্লিয়ার শক্তিকেন্দ্রেও এই ব্যাপারটিকে কাজে লাগিয়েই বিদ্যুৎ উৎপন্ন করা হয়।

- (গ) আমরা জানি,  
 $W = Fs$   
বা,  $s = \frac{W}{F}$   
বা,  $s = \frac{800}{20}$   
 $\therefore s = 40\text{m}$  (Ans.)

এখানে,  
কৃতকাজ,  $W = 800 \text{ J}$   
প্রযুক্ত বল,  $F = 20 \text{ N}$   
অতিক্রান্ত দূরত্ব,  $s = ?$

(ঘ) আমরা জানি,

$$W = \frac{1}{2} kx^2$$

$$\text{বা, } k = \frac{2W}{x^2}$$

$$\text{বা, } k = \frac{2 \times 800}{(0.08)^2}$$

$$\therefore k = 2.5 \times 10^5 \text{ Nm}^{-1}$$

এখানে,

$$\text{কৃতকাজ, } W = 800 \text{ J}$$

স্প্রিংয়ের সংকোচন,

$$x = 8 \text{ cm}$$

$$= \frac{8}{100} \text{ m} = 0.08 \text{ m}$$

স্প্রিং ফ্রিক,  $k = ?$ 

বস্তুটিকে ঐ উচ্চতায় নিক্ষেপ করতে হলে, স্প্রিংয়ে সঞ্চিত শক্তি ঐ উচ্চতায় বিভব শক্তির সমান হতে হবে।

$$\text{অর্থাৎ } \frac{1}{2} kx'^2 = mgh$$

$$\text{বা, } x'^2 = \frac{2mgh}{k}$$

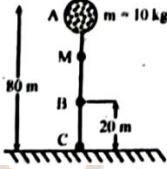
$$\text{বা, } x' = \sqrt{\frac{2mgh}{k}}$$

$$\text{বা, } x' = \sqrt{\frac{2 \times 10 \times 9.8 \times 20}{2.5 \times 10^5}}$$

$$\therefore x' = 0.125 \text{ m} = 12.5 \text{ cm}$$

অতএব, স্প্রিংটিকে 12.5 cm সংকুচিত করলে শামীম বস্তুটিকে ঐ উচ্চতায় নিক্ষেপ করতে পারবে।

৩২.



M বিন্দুতে বস্তুর গতিশক্তি 180 J

[ময়মনসিংহ বোর্ড-২০২১]

(ক) কর্মদক্ষতা কাকে বলে?

(খ) বায়োমাসকে নবায়নযোগ্য জ্বালানী বলা হয় কেন?

(গ) M অবস্থানে বস্তুটির বেগ নির্ণয় করো।

(ঘ) A অবস্থান থেকে বস্তুটিকে মুক্তভাবে ছেড়ে দিলে B ও C বিন্দুতে বস্তুটির বিভব শক্তি ও গতিশক্তির পরিবর্তনকে গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও।

## ৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

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

(খ) বায়োমাস বলতে বোঝায় গাছ-গাছালি, জ্বালানী কাঠ, কাঠের বর্জ্য, শস্য, ধানের তুষ ও কুঁড়া, লতা-পাতা, পশুপাখির মল, পৌর বর্জ্য ইত্যাদি। বায়োমাসকে নবায়নযোগ্য জ্বালানী বলা হয় কারণ পৃথিবীতে মানবসভ্যতা যতদিন থাকবে, ততদিন বায়োমাস স্বয়ংক্রিয়ভাবে অনবরত উৎপাদিত হতে থাকবে।

পৃথিবীর একটা বড় অংশের মানুষের কাছে তেল, গ্যাস, বিদ্যুৎ নেই। মানুষগুলোর ব্যবহারিক শক্তি পৃথিবীর পুরো শক্তির একটা বড় অংশ। যদিও শুকনো গাছ পুড়িয়ে ফেললে সেটা শেষ হয়ে যায়। তারপরও বায়োমাসকে নবায়নযোগ্য জ্বালানী বলার কারণ, নতুন করে আবার গাছপালা জন্মানো যায়। তেল, গ্যাস বা কয়লার মতো এটি পৃথিবী থেকে চিরদিনের জন্য অদৃশ্য হয়ে যাবে না।

(গ) আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } v^2 = \frac{2T}{m}$$

$$\text{বা, } v = \sqrt{\frac{2T}{m}}$$

$$\text{বা, } v = \sqrt{\frac{2 \times 180}{10}}$$

$$\therefore v = 6 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore M \text{ অবস্থায় বস্তুটির বেগ } v = 6 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

(ঘ) A বিন্দুতে বিভবশক্তি,

$$V_A = mgh_A$$

এখানে,

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

$$\text{গতিশক্তি, } T = 180 \text{ J}$$

$$\text{বেগ, } v = ?$$

$$\text{বা, } V_A = 10 \times 9.8 \times 80$$

$$\therefore V_A = 7840 \text{ J}$$

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

$$A \text{ বিন্দুর উচ্চতা,}$$

$$h_A = 80 \text{ m}$$

$$B \text{ বিন্দুর উচ্চতা,}$$

$$h_B = 20 \text{ m}$$

$$A \text{ বিন্দুতে বেগ,}$$

$$v_A = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{অভিকর্ষজ ত্বরণ,}$$

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

A বিন্দুতে গতিশক্তি,

$$T_A = \frac{1}{2} mv_A^2$$

$$\text{বা, } T_A = \frac{1}{2} \times 10 \times 0^2 = 0 \text{ J}$$

B বিন্দুতে বিভবশক্তি,

$$V_B = mgh_B$$

$$\text{বা, } V_B = 10 \times 9.8 \times 20$$

$$\therefore V_B = 1960 \text{ J}$$

B বিন্দুতে বেগ  $v_B$  হলে,

$$v_B^2 = v_A^2 + 2gh_{AB}$$

$$\text{বা, } v_B^2 = 0^2 + 2 \times 9.8 \times (80 - 20)$$

$$\therefore v_B^2 = 1176 \text{ ms}^{-1}$$

B বিন্দুতে গতিশক্তি,

$$T_B = \frac{1}{2} mv_B^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 1176$$

$$\therefore T_B = 5880 \text{ J}$$

C বিন্দু ভূমিতে হওয়ায়, বিভব শক্তি,  $V_C = 0 \text{ J}$ C বিন্দুতে বেগ,  $v_C$  হলে,

$$v_C^2 = v_A^2 + 2gh_A \text{ বা, } v_C^2 = 0^2 + 2 \times 9.8 \times 80$$

$$\therefore v_C^2 = 1568 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore C \text{ বিন্দুতে গতিশক্তি, } T_C = \frac{1}{2} mv_C^2$$

$$\text{বা, } T_C = \frac{1}{2} \times 10 \times 1568$$

$$\therefore T_C = 7840 \text{ J}$$

A অবস্থানে বস্তুর বিভবশক্তি সর্বোচ্চ যা 7840 J। B অবস্থানে তা কমে 1960 J এবং C অবস্থানে শূন্য হয়। অপরদিকে, A অবস্থানে গতিশক্তি সর্বনিম্ন যা শূন্য এবং B অবস্থানে তা বেড়ে 5880 J এবং C অবস্থানে গিয়ে সর্বোচ্চ গতিশক্তি 7840 J প্রাপ্ত হয়।

অর্থাৎ A অবস্থান হতে বস্তুটিকে মুক্তভাবে ছেড়ে দিলে B ও C বিন্দুতে গতিশক্তি এবং বিভব শক্তির মান পরিবর্তিত হবে।

৩৩. শামীম 10 kg ভরের একটি বস্তুকে 20 m উচ্চতায় নিক্ষেপ করার জন্য একটি স্প্রিং সংগ্রহ করেছে। স্প্রিংটির উপর 800J কাজ করায় তা 4 cm সংকুচিত হলো। কিন্তু স্প্রিংটি বস্তুটিকে ঐ উচ্চতায় নিতে পারল না। তখন শামীম স্প্রিংটিকে আরো সংকুচিত করল যেন বস্তুটিকে ঐ উচ্চতায় নিক্ষেপ করতে পারে।

[ময়মনসিংহ বোর্ড-২০২১]

(ক) শক্তির নিত্যতা সূত্রটি লিখো।

(খ) ভরবেগ এবং গতিশক্তির মধ্যে সম্পর্ক ব্যাখ্যা করো।

(গ) স্প্রিংটির উপর কৃতকাজ যদি বস্তুর উপর করা হয় তবে বস্তুটি ভূমির সমান্তরালে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে তা নির্ণয় করো। [বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল 20N]

(ঘ) স্প্রিংটিকে কতটুকু সংকুচিত করলে শামীম বস্তুটিকে ঐ উচ্চতায় নিক্ষেপ করতে পারবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও।

## ৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

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

(খ) 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।

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

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

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

(গ) আমরা জানি,

$$W = Fs$$

$$\text{বা, } s = \frac{W}{F}$$

$$\text{বা, } s = \frac{800}{20}$$

$$\therefore s = 40\text{m (Ans.)}$$

(ঘ) আমরা জানি,

$$W = \frac{1}{2}kx^2$$

$$\text{বা, } k = \frac{2W}{x^2}$$

$$\text{বা, } k = \frac{2 \times 800}{(0.08)^2}$$

$$\therefore k = 2.5 \times 10^5 \text{ Nm}^{-1}$$

এখানে,

$$\text{কৃতকাজ, } W = 800 \text{ J}$$

$$\text{প্রযুক্ত বল, } F = 20 \text{ N}$$

$$\text{অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s = ?$$

এখানে,

$$\text{কৃতকাজ, } W = 800 \text{ J}$$

$$\text{স্প্রিংয়ের সংকোচন,}$$

$$x = 8 \text{ cm}$$

$$= \frac{8}{100} \text{ m} = 0.08 \text{ m}$$

$$\text{স্প্রিং ধ্রুবক, } k = ?$$

বস্তুটিকে ঐ উচ্চতায় নিক্ষেপ করতে হলে, স্প্রিংয়ে সঞ্চিত শক্তি ঐ উচ্চতায় বিভব শক্তির সমান হতে হবে।

$$\text{অর্থাৎ } \frac{1}{2}kx'^2 = mgh$$

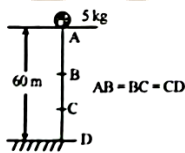
$$\text{বা, } x'^2 = \frac{2mgh}{k}$$

$$\text{বা, } x' = \sqrt{\frac{2mgh}{k}}$$

$$\text{বা, } x' = \sqrt{\frac{2 \times 10 \times 9.8 \times 20}{2.5 \times 10^5}}$$

$$\therefore x' = 0.125 \text{ m} = 12.5 \text{ cm}$$

অতএব, স্প্রিংটিকে 12.5 cm সংকুচিত করলে শামীম বস্তুটিকে ঐ উচ্চতায় নিক্ষেপ করতে পারবে।



উপরের চিত্রে 5 kg ভরের একটি বস্তু A বিন্দু থেকে মুক্তভাবে ভূমিতে পড়ছে।

[রাজশাহী বোর্ড-২০২১]

(ক) কর্মদক্ষতা কাকে বলে?

(খ) নিউক্লিয়ার শক্তিকে অনবায়নযোগ্য শক্তি বলা হয় কেন?

(গ) 3 সেকেন্ড পর বস্তুটি ভূমি থেকে কত উচ্চতায় থাকবে?

(ঘ) A, B এবং C বিন্দুতে মোট শক্তি সমান হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও।

#### ৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

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

(খ) যে শক্তি বা জ্বালানি নবায়ন করা যায় না এবং ব্যবহারের সঙ্গে সঙ্গে এর মজুত কমতে থাকে এবং সঞ্চয় সীমিত হলে একসময় নিঃশেষ হয়ে যায়, সেই ধরণের শক্তিকে অনবায়নযোগ্য শক্তি।

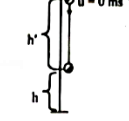
নিউক্লিয়ার শক্তির জ্বালানি হচ্ছে ইউরেনিয়াম। এছাড়াও তেল, গ্যাস, কয়লা বা ইউরেনিয়াম ব্যবহারের ফলে ধীরে ধীরে এর মজুত কমে যাচ্ছে। ধারণা করা হয় বড় জোড় দুইশত বছর এর মাঝে এসব জ্বালানী শেষ হয়ে যাবে যাদের নবায়ন সম্ভব নয়। তাই নিউক্লিয়ার শক্তিকে অনবায়নযোগ্য শক্তি বলা হয়।

(গ) আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } h' = 0 + \frac{1}{2} \times 9.8 \times 3^2$$

$$\therefore h' = 44.1 \text{ m}$$



$\therefore$  ভূমি থেকে উচ্চতা,

$$h = 60 - h'$$

$$\text{বা, } h = (60 - 44.1) \text{ m}$$

$$\therefore h = 15.9 \text{ m (Ans.)}$$

(ঘ) A বিন্দুর ক্ষেত্রে,

বিভব শক্তি,

$$V_A = mgh$$

$$= (5 \times 9.8 \times 60)$$

$$= 2940 \text{ J}$$

গতিশক্তি,

$$T_A = \frac{1}{2}mv_A^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 5 \times 0^2 = 0 \text{ J}$$

$$\text{A বিন্দুতে মোট শক্তি, } E_A = V_A + T_A = 2940 + 0 = 2940 \text{ J}$$

আবার,

B বিন্দুর ক্ষেত্রে,

বিভবশক্তি,

$$V_B = mgh$$

$$= (5 \times 9.8 \times 40)$$

$$= 1960 \text{ J}$$

এখানে,

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

$$\text{সময়, } t = 3 \text{ sec}$$

$$\text{অতিক্রান্ত দূরত্ব, } h' = ?$$

$$\text{অভিকর্ষজ ত্বরণ,}$$

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

এখানে,

A বিন্দুতে

$$\text{উচ্চতা, } h = AD = 60 \text{ m}$$

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

$$\text{বস্তুর ভর, } m = 5 \text{ kg}$$

এখানে,

B বিন্দুতে,

উচ্চতা,

$$h = BD = \frac{2}{3} \times 60 \text{ m}$$

$$= 40 \text{ m}$$

$$\therefore AB = (60 - 40) \text{ m}$$

$$= 20 \text{ m}$$

$$\text{ভর, } m = 5 \text{ kg}$$

$$\text{B বিন্দুতে বেগ } v_B \text{ হলে, } v_B^2 = u^2 + 2g(AB)$$

$$\text{বা, } v_B^2 = 2g \times AB = 2 \times 9.8 \times 20$$

$$\therefore v_B = \sqrt{392} = 14\sqrt{2} \text{ ms}^{-1}$$

গতিশক্তি,

$$T_B = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times (14\sqrt{2})^2$$

$$\therefore T_B = 980 \text{ J}$$

$$\text{B বিন্দুতে মোট শক্তি, } E_B = V_B + T_B = 1960 + 980$$

$$\therefore E_B = 2940 \text{ J}$$

আবার, C বিন্দুর ক্ষেত্রে,

বিভবশক্তি,

$$V_C = mgh$$

$$= (5 \times 9.8 \times 20)$$

$$= 980 \text{ J}$$

এখানে,

C বিন্দুতে

উচ্চতা,

$$h = CD = \frac{1}{3} \times 60 \text{ m} = 20 \text{ m}$$

$$AC = (60 - 20) \text{ m} = 40 \text{ m}$$

$$\text{ভর, } m = 5 \text{ kg}$$

$$\text{C বিন্দুতে বেগ } v_C \text{ হলে, } v_C^2 = u^2 + 2g(AC)$$

$$\text{বা, } v_C^2 = 2g(AC) = 2 \times 9.8 \times 40$$

$$\therefore v_C = \sqrt{784} = 28 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore \text{গতিশক্তি, } T_C = \frac{1}{2}mv_C^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times (28)^2$$

$$\therefore T_C = 1960 \text{ J}$$

$$\therefore \text{C বিন্দুতে মোট শক্তি, } E_C = V_C + T_C = 980 + 1960$$

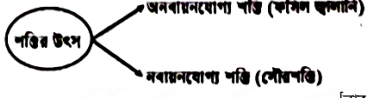
$$\therefore E_C = 2940 \text{ J}$$

$$\therefore E_A = E_B = E_C$$

সুতরাং, A, B এবং C বিন্দুতে মোট শক্তি সমান হবে অর্থাৎ শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি বজায় থাকবে।

৩৫. দৃশ্যকল্প- 2 kg ভরের একটি বস্তুকে 30 m/s বেগে উপরের দিকে ছুড়ে দিলে এটি একটি নির্দিষ্ট উচ্চতায় উঠে। বস্তুটির পুরো গতিশক্তি বিভব শক্তিতে রূপান্তরিত হবে।

দৃশ্যকল্প-২:



[রাজশাহী বোর্ড-২০২১]

- (ক) কন্ট্রোল রড কাকে বলে?
- (খ) কাজ ঋণাত্মক হয় কেন? ব্যাখ্যা করো।
- (গ) দৃশ্যকল্প-১ এ কত উচ্চতায় উদ্দীপকের বস্তুটির পুরো গতিশক্তি বিভবশক্তিতে রূপান্তরিত হয়?
- (ঘ) দৃশ্যকল্প-২ এ উল্লিখিত শক্তির রূপান্তর ব্যাখ্যাপূর্বক পরিবেশের উপর শক্তির বিরূপ প্রভাব সম্পর্কে তোমার মতামত ব্যক্ত করো।

#### ৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় নির্গত নিউট্রনকে শোষণ করে বিক্রিয়াকে নিয়ন্ত্রণ করার জন্য নিউক্লিয়ার রি-অ্যাক্টরে যে বিশেষ ধরনের রড ব্যবহার করা হয় তাকে কন্ট্রোল রড বলে।

(খ) বল প্রয়োগে বস্তুর সরণ ঘটলে সেই বল এবং সরণের গুণফলকে কাজ বলা হয়। যদি কোনো বস্তুর উপর বল প্রয়োগে বস্তুর বলের বিপরীত দিকে সরণ ঘটে তখন তাকে ঋণাত্মক কাজ বা বলের বিরুদ্ধে কাজ বলা হয়। খাড়া উর্ধ্বমুখী নিক্ষিপ্ত বস্তুর উপর কৃতকাজ ঋণাত্মক বা অভিকর্ষের বিরুদ্ধে কাজ। এছাড়াও ঋণাত্মক কাজ বলতে বস্তু থেকে শক্তি সরিয়ে নেওয়াকেও বুঝানো হয়।

(গ) কোনো বস্তুকে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে সর্বোচ্চ উচ্চতায় বস্তুটির পুরো গতিশক্তি বিভব শক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

সর্বোচ্চ উচ্চতা,  $h_{\max}$  হলে  
আমরা জানি,  
$$h_{\max} = \frac{v^2}{2g}$$

এখানে,  
আদিবেগ,  $v = 30 \text{ ms}^{-1}$   
অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$   
উচ্চতা,  $h_{\max} = ?$

$$= \frac{(30)^2}{2 \times 9.8} = 45.92 \text{ m (Ans.)}$$

(ঘ) উদ্দীপকে শক্তির উৎস হিসেবে অনবায়নযোগ্য শক্তি (ফসিল জ্বালানি) ও নবায়নযোগ্য শক্তি (সৌরশক্তি) দেখানো হয়েছে।

অনবায়নযোগ্য শক্তি হিসেবে ফসিল জ্বালানি বা তেল, গ্যাস বা কয়লাকে বুঝানো যেতে পারে। লক্ষ্য-কোটি বছর আগে গাছপালা মাটির নিচে চাপা পড়ে এরূপ ধারণ করেছে। মাটির নিচে থেকে কয়লা, তেল, গ্যাস উত্তোলন করার পর সেগুলিকে পরিশোধন করে পেট্রোল, ডিজেল বা কেরোসিনে রূপান্তর করা হয়। মাটির নিচে মিথেন গ্যাস ( $\text{CH}_4$ ) ও সাথে অন্যান্য গ্যাস ও জলীয়বাষ্প মিশ্রিত অবস্থায় পাওয়া যায়। এদেরকে আলাদা করে ব্যবহার উপযোগী করে তোলা হয়। এ ধরনের শক্তির মজুদ ব্যবহারের সাথে সাথে ধীরে কমে যাচ্ছে এবং একসময় নিঃশেষ হয়ে যাবে। তাই এদেরকে অনবায়নযোগ্য শক্তি হিসেবে বিবেচনা করা হয়।

অপরদিকে সূর্য থেকে পাওয়া আলো তাপ থেকে প্রতি বর্গ কিলোমিটারে প্রায় হাজার মেগাওয়াট শক্তি পাওয়া যায় যা প্রায় নিউক্লিয়ার শক্তিকেবন্দে সমান। সূর্যের এ আলোক ও তাপ শক্তিকে রূপান্তর করে বিদ্যুৎশক্তি উৎপন্ন হচ্ছে সোলার প্যানেলের সাহায্যে। এ ধরনের শক্তি ব্যবহারের সাথে সাথে শেষ হয়ে যাওয়ার কোন ভয় নেই, যা আমরা নবায়নযোগ্য শক্তি হিসেবে জেনেছি।

তবে এই শক্তির রূপান্তরে পরিবেশের উপর বিরূপ প্রভাব লক্ষ্যণীয়। ফসিল জ্বালানী বা তেল, গ্যাস এবং কয়লা পুড়িয়ে যখন তাপশক্তি তৈরী করা হয় তখন  $\text{CO}_2$  গ্যাস তৈরী হয় যা একটি গ্রিনহাউস গ্যাস। ফলে বৈশ্বিক উষ্ণতা ধীরে ধীরে বেড়ে চলেছে। নিম্নাঞ্চল প্রাণিত হওয়া ও কৃষিজমি লবণাক্ত হওয়ার সম্ভাবনা বেড়ে যাচ্ছে। এছাড়াও নিউক্লিয়ার বিদ্যুৎকেন্দ্র হতে  $\text{CO}_2$  নিঃসরণ, তেজস্ক্রিয় বর্জ্য নিঃসরণ-এসব পরিবেশকে ঝুঁকিপূর্ণ করে তুলছে।

তবে তুলনামূলকভাবে পরিবেশের উপর নবায়নযোগ্য শক্তির বিরূপ প্রভাব কম হলেও জলবিদ্যুতের জন্য নদীতে বাঁধ দেওয়া বিস্তীর্ণ অঞ্চল প্রাণিত করে 'পরিবেশের ক্ষতি' হচ্ছে। অপরদিকে বাধের পরবর্তী এলাকায় তীব্র খরার সৃষ্টি হওয়ার সম্ভাবনা তৈরী হচ্ছে।

প্রাকৃতিক এ শক্তিগুলিকে আমাদের যথাযথ উত্তম উপায়ে ব্যবহার করতে হবে যাতে পরিবেশের উপর এদের বিরূপ প্রভাব কমানো সম্ভব হয়।

৩৬. 500 gm ভরের একটি আম 10 m উচ্চতায় একটি আম গাছে ঝুলছে। আমটি বৃত্তচ্যুত হয়ে 3 m অতিক্রম করার পর কোনো স্থানে আটকে গেল।

[দিনাজপুর বোর্ড-২০২১]

(ক) ক্ষমতা কাকে বলে?

(খ) বায়োগ্যাসকে নবায়নযোগ্য শক্তির উৎস বলার কারণ ব্যাখ্যা করো।

(গ) আটকে পড়া অবস্থায় আমটির বিভব শক্তি নির্ণয় করো।

(ঘ) আমটি বৃত্তচ্যুত হয়ে মুক্তভাবে ভূ-পৃষ্ঠে পড়লে শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতিকে সমর্থন করে কিনা? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো।

#### ৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) একক সময়ে কোনো ব্যক্তি বা উৎস দ্বারা সম্পাদিত কাজের পরিমাণকে ক্ষমতা বলে।

(খ) বায়োগ্যাস হলো পচনশীল জৈব বস্তু থেকে উৎপাদিত গ্যাস। গোবর, পশু-পাখি ও মানুষের বর্জ্য, আবর্জনা ও অন্যান্য পচনশীল পদার্থ বাতাসের অনুপস্থিতিতে পঁচানোর মাধ্যমে বায়োগ্যাস তৈরি করা হয়। বায়োগ্যাস ফুরিয়ে যাওয়ার কোন আশঙ্কা নেই, কারণ পচনশীল জৈব পদার্থ থেকে এটি সবসময় উৎপাদন করা সম্ভব। এই গ্যাস আমরা প্রাকৃতিক গ্যাসের বিকল্প হিসেবে প্রাত্যহিক বিভিন্ন কাজে যেমন- রান্নার কাজে এমনকি বিদ্যুৎ উৎপাদনের কাজেও ব্যবহার করতে পারি। বায়োগ্যাস পৃথিবী থেকে চিরতরে নিঃশেষ হয়ে যাবে না। তাই এটিকে নবায়নযোগ্য শক্তির উৎস বলা হয়।

(গ) আমরা জানি,

বিভব শক্তি,

$$V = mgh$$

$$\text{বা, } V = 0.5 \times 9.8 \times 7$$

$$\therefore V = 34.3 \text{ J (Ans.)}$$

এখানে,

আমের ভর,

$$m = 500 \text{ gm} = \frac{500}{1000} \text{ kg}$$

$$= 0.5 \text{ kg}$$

ভূমি হতে আমের উচ্চতা,

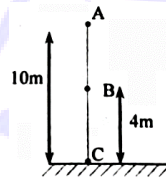
$$h = (10-3) \text{ m} = 7 \text{ m}$$

অভিকর্ষজ ত্বরণ,

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

বিভব শক্তি,  $V = ?$

(ঘ) ধরি, আমটির উচ্চতা,  $AC = h = 10 \text{ m}$ , আমটি A বিন্দু হতে মুক্তভাবে নিচে পড়ছে।



দেওয়া আছে, আমের ভর,  $m = 500 \text{ gm} = 0.5 \text{ kg}$

A বিন্দুতে আমের বিভব শক্তি,

$$V_A = mgh = 0.5 \times 9.8 \times 10$$

$$= 49 \text{ J}$$

A বিন্দুতে আমের বেগ,  $v_A = 0 \text{ ms}^{-1}$  এবং গতিশক্তি,

$$T_A = \frac{1}{2} mv_A^2 = 0 \text{ J}$$

$$\therefore \text{A বিন্দুতে আমের শক্তি, } E_A = V_A + T_A = 49 + 0 = 49 \text{ J}$$

ধরি, আমটির চলার পথে B একটি বিন্দু যার উচ্চতা,  $BC = 4 \text{ m}$

B বিন্দুতে বিভব শক্তি,

$$V_B = mg \times BC = 0.5 \times 9.8 \times 4 = 19.6 \text{ J}$$

B বিন্দুতে আমের বেগ  $v_B$  হলে,

$$v_B^2 = u^2 + 2gs$$

$$\text{বা, } v_B^2 = 0 + 2g \times AB$$

$$[\text{আমের সরণ, } s = AB = AC - BC = (10 - 4) = 6 \text{ m}]$$

$\therefore$  B বিন্দুতে গতিশক্তি,

$$T_B = \frac{1}{2} mv_B^2 = \frac{1}{2} m \times (2g \times AB) = mg \times AB$$

$$= 0.5 \times 9.8 \times 6 = 29.4 \text{ J}$$



B বিন্দুতে মোট শক্তি,  $E_B = T_B + V_B = (29.4 + 19.6)J = 49J$

আবার, C বিন্দুটি ভূ পৃষ্ঠে হওয়ায় উচ্চতা,  $h = 0 m$

তাই C বিন্দুতে বিভব শক্তি,  $V_C = 0 J$

C বিন্দুতে বেগ  $v_C$  হলে,

$$v_C^2 = u^2 + 2gs$$

$$\text{বা, } v_C^2 = 0 + 2g \times AC \text{ [আমের সরণ, } s = AC = 10 m]$$

$\therefore$  C বিন্দুতে গতিশক্তি,

$$T_C = \frac{1}{2}mv_C^2 = \frac{1}{2}m[2g \times AC]$$

$$= mgAC$$

$$= 0.5 \times 9.8 \times 10 = 49J$$

$\therefore$  C বিন্দুতে মোট শক্তি,  $E_C = V_C + T_C = 0 + 49 = 49J$

দেখা যাচ্ছে,  $E_A = E_B = E_C$

$\therefore$  আমটি বৃত্তচ্যুত হয়ে মুক্তভাবে ভূপৃষ্ঠে পড়লে শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতিকে সমর্থন করে।

৩৭. একটি তড়িৎ মোটর 20 m গভীর থেকে 2 মিনিটে 1500 লিটার পানি তুলতে পারে। তড়িৎ মোটরের কর্মদক্ষতা 60%।

[দিনাজপুর বোর্ড-২০২১]

(ক) এক জুল কাকে বলে?

(খ) নিউক্লিয় শিকল বিক্রিয়া চিত্র একে ব্যাখ্যা করো।

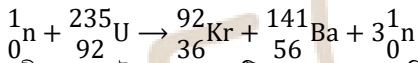
(গ) তড়িৎ মোটরের কার্যকর ক্ষমতা নির্ণয় করো।

(ঘ) তড়িৎ মোটরের কর্মদক্ষতা 15% বৃদ্ধি করলে 1.5 মিনিটে সমপরিমাণ পানি তোলা সম্ভব কিনা তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

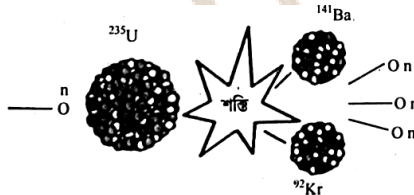
#### ৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর

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

(খ) নিউক্লিয় বিক্রিয়ায় ইউরেনিয়াম 235 একটি ইলেকট্রন গ্রহণ করে অস্থিতিশীল হয়ে যায় এবং  $Kr^{92}$  ও  $Ba^{141}$  দুটো ছোট নিউক্লিয়াসে ভাগ হয়ে যায়। যার সমীকরণ:



সমীকরণের দুই পাশে ভরকণার কারণে প্রচুর শক্তি উৎপন্ন হয় এবং নিউট্রন তিনটি প্রচণ্ড শক্তিতে বের হয়ে আসে। যা অন্য ইউরেনিয়ামকে আঘাত করে আরো নিউট্রন বের করে এবং শক্তি উৎপন্ন হয়। এভাবে চলতেই থাকে। তাই এ প্রক্রিয়াকে শিকল বিক্রিয়া বা চেইন রিয়াকশন বলে।



(গ) আমরা জানি,

$$W = mgh$$

$$\text{বা, } W = 1500 \times 9.8 \times 20$$

$$\therefore W = 294000J$$

কার্যকর ক্ষমতা,

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

$$\text{বা, } P' = \frac{294000}{120}$$

$$\therefore P' = 2450W \text{ (Ans.)}$$

এখানে,

গভীরতা,  $h = 20m$

সময়,  $t = 2 \text{ min}$

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

পানির আয়তন,  $V = 1500 \text{ L}$

পানির ঘনত্ব,

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

$$= \frac{1000kg}{1000L} = 1kg/L$$

পানির ভর,

$$m = \rho V = 1kg/L \times 1500L$$

$$= 1500kg$$

কৃতকাজ,  $W = ?$

কার্যকর ক্ষমতা,  $P' = ?$

$$\eta = \frac{P'}{P} \times 100$$

$$\text{বা, } 60 = \frac{2450}{P} \times 100$$

$$\text{বা, } P = \frac{2450}{60} \times 100$$

এখানে,

'গ' হতে প্রাপ্ত কৃতকাজ,

$$W = 294000 J$$

এবং কার্যকর ক্ষমতা,

$$P' = 2450W$$

প্রাথমিক কর্মদক্ষতা,

$$\eta_1 = 60\%$$

মোটরের ক্ষমতা,  $P = ?$

$$\therefore P = 4083.33W$$

কর্মদক্ষতা 15% বৃদ্ধি করে প্রাপ্ত কর্মদক্ষতা,

$$\eta_2 = 60\% + 15\% = 75\%$$

বর্তমান কার্যকর ক্ষমতা  $P'_2$  হলে,

$$\eta_2 = \frac{P'_2}{P} \times 100$$

$$\text{বা, } 75 = \frac{P'_2}{4083.33} \times 100$$

$$\text{বা, } P'_2 = \frac{75 \times 4083.33}{100}$$

$$\therefore P'_2 = 3062.5W$$

বর্তমান কার্যকর ক্ষমতায় পানি তুলতে সময়,

$$t = \frac{W}{P'_2} = \frac{294000}{3062.5}$$

$$\therefore t = 96s > 90s \text{ বা, } 1.5 \text{ মিনিট}$$

অতএব, তড়িৎ মোটরের ক্ষমতা 15% বৃদ্ধি করে 1.5 min এ সমপরিমাণ পানি তোলা সম্ভব নয়। বেশি সময় লাগবে।

৩৮. 30 m উঁচু একটি দালানের ছাদের উপর বসে থাকা অবস্থায় হঠাৎ রিফাতের হাত থেকে একটি বল নিচে পড়ে গেল। একই সময় ভূমি থেকে সাদিক  $10 \text{ ms}^{-1}$  বেগে একটি 0.2 gm ভরের পাথর, বল বরাবর উপরের দিকে ছুঁড়ে দিল।

[কুমিল্লা বোর্ড-২০২১]

(ক) কর্মদক্ষতা কাকে বলে?

(খ) উপরের দিকে নিষ্ফল বস্তুর বেগ সুষম নয়- ব্যাখ্যা করো।

(গ) সর্বোচ্চ উচ্চতায় পাথরটির বিভবশক্তি কত নির্ণয় করো।

(ঘ) ভূমি স্পর্শ করার পূর্বে পাথর ও বলের মধ্যে কোনো সংঘর্ষ হবে কিনা- গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো।

#### ৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর

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

(খ) যদি কোনো গতিশীল বস্তুর বেগের মান ও দিক সময়ের সাথে অপরিবর্তিত থাকে, তবে তার বেগকে সুষম বেগ বলে। খাড়া উপরের দিকে নিষ্ফল বস্তুর বেগ সুষম নয়। কারণ বেগের মান অভিকর্ষজ ত্বরণ  $g$  এর প্রভাবে সময়ের সাথে কমতে থাকে যদিও বেগের দিক একই থাকে। এটি নিষ্ফল বস্তুর বেগের সমীকরণ,  $v = u - gt$  থেকেও বোঝা যায়। আদিবেগ  $u = 30 \text{ ms}^{-1}$  হলে,

$$1s \text{ পরে বেগ, } v_1 = 30 - 9.8 \times 1 = 20.2 \text{ ms}^{-1}$$

$$2s \text{ পরে বেগ, } v_2 = 30 - 9.8 \times 2 = 10.4 \text{ ms}^{-1}$$

সুতরাং, এক্ষেত্রে বস্তুর বেগ কমতে থাকে অর্থাৎ সুষম থাকে না।

(গ) ধরি, পাথরটির ভূমি থেকে সর্বোচ্চ উচ্চতা  $H$  m

আমরা জানি,

$$H = \frac{u^2}{2g} = \frac{(10)^2}{2 \times 9.8}$$

$$\therefore H = 5.1m$$

এখন, বিভবশক্তি,

$$V = mgH$$

$$= 2 \times 10^{-4} \times 9.8 \times 5.1$$

$$= 9.996 \times 10^{-3}J$$

$$= 0.00996J$$

$$= 0.01J \text{ (Ans.)}$$

এখানে,

$$\text{আদিবেগ, } u = 10 \text{ ms}^{-1}$$

অভিকর্ষজ ত্বরণ,

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

এখানে,

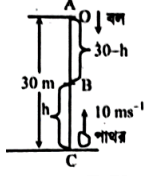
$$\text{ভর, } m = 0.2 \text{ gm}$$

$$= \frac{0.2}{1000} \text{ kg} = 2 \times 10^{-4} \text{ kg}$$

$$\text{উচ্চতা, } h = 5.1 \text{ m}$$

(ঘ) আমরা জানি,

- (ঘ) ধরি, ভীম হতে  $h$  m উচ্চতায়  $t$  s সময় পর B বিন্দুতে পাথর ও বলের মধ্যে সংঘর্ষ হবে অর্থাৎ পাথর ও বল একত্রে ধাক্কা খাবে।



পাথরের ক্ষেত্রে,  $t$  s এ সরণ,  $BC = h$  হলে, আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } h = 10t - \frac{1}{2}gt^2 \dots \dots \dots (1)$$

এখানে,  
আদিবেগ,  
 $u = 10 \text{ ms}^{-1}$   
সরণ,  $BC = h$  m  
 $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

বলের ক্ষেত্রে,  $t$  s এ সরণ  $AB = 30 - h = x$  হলে,

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

$$\text{বা, } 30 - h = 0 \times t + \frac{1}{2}gt^2$$

এখানে,  
আদিবেগ,  $u = 0 \text{ ms}^{-1}$   
 $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

$$\text{বা, } 30 - h = \frac{1}{2}gt^2 \dots \dots \dots (2)$$

(1) ও (2) নং সমীকরণ যোগ করে পাই,

$$30 = 10t$$

$$\therefore t = \frac{30}{10} = 3 \text{ s}$$

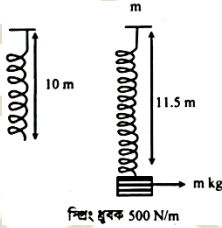
(1) এ মান বসিয়ে,

$$h = 10 \times 3 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times 3^2 = -14.1 \text{ m.}$$

যেহেতু  $h$  ঋণাত্মক, সুতরাং বল ও পাথর ভূমির উপরে মিলিত হবে না।

অর্থাৎ ভূমি স্পর্শ করার পূর্বে পাথর ও বলের মধ্যে কোনো সংঘর্ষ হবে না।

৩৯.



[কুমিল্লা বোর্ড-২০২১]

(ক) গতিশক্তি কাকে বলে?

(খ) বায়োমাসকে নবায়নযোগ্য শক্তির উৎস বলা হয় কেন?

(গ)  $m$  এর মান নির্ণয় করো।

(ঘ) উল্লেখিত স্প্রিং এ পূর্বের তুলনায় দ্বিগুণ ভর বুলিয়ে দিলে কৃতকাজের কী রূপ পরিবর্তন ঘটবে তার গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও।

#### ৩৯ নং প্রশ্নের উত্তর

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

(খ) বায়োমাসকে নবায়নযোগ্য শক্তির উৎস বলা হয় কারণ পৃথিবীতে মানবসভ্যতা যতদিন থাকবে, ততদিন বায়োমাস স্বয়ংক্রিয়ভাবে অনবরত উৎপাদিত হতে থাকবে। বায়োমাস বলতে বোঝায় গাছ-গাছালী, জ্বালানি, কাঠ, কাঠের বর্জ্য, শস্য, ধানের তুষ ও কুঁড়া, লতা-পাতা, পশুপাখির মল, পৌর বর্জ্য ইত্যাদি।

পৃথিবীর একটি বড় অংশের মানুষের কাছে তেল, গ্যাস, বিদ্যুৎ নেই; তাদের দৈনন্দিন জীবন কাটে লাকড়ি, খড়কুটো জ্বালিয়ে। এই দরিদ্র মানুষগুলোর ব্যবহারিক শক্তি পৃথিবীর পুরো শক্তির একটা বড় অংশ। যদিও শুকনো গাছ পুড়িয়ে ফেললে সেটা শেষ হয়ে যায়। তারপরও বায়োমাসকে নবায়নযোগ্য শক্তির উৎস বলার কারণ, নতুন করে আবার গাছপালা জন্মানো যায়। তেল, গ্যাস বা কয়লার মতো এটি পৃথিবী থেকে চিরদিনের জন্য অদৃশ্য হয়ে যাবে না।

(গ) আমরা জানি,

স্প্রিং এর ক্ষেত্রে,

এখানে,

প্রযুক্ত বল  $F$  হলে,  $F = kx$

$$\text{বা, } mg = kx$$

$$\text{বা, } m = \frac{kx}{g}$$

$$= \frac{500 \times 1.5}{9.8} = 76.53 \text{ kg} \quad (\text{Ans.})$$

স্প্রিং এর প্রসারণ,

$$x = (11.5 - 10) \text{ m}$$

$$= 1.5 \text{ m}$$

স্প্রিং ধ্রুবক,

$$k = 500 \text{ N/m}$$

বস্তুর ভর,  $m = ?$

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

- (ঘ) স্প্রিং এ  $m$  ভর বুলিয়ে দিলে যদি  $x$  m সংকোচন বা প্রসারণ ঘটে তাহলে কৃতকাজ = স্প্রিং এর বিভবশক্তি

$$V = \frac{1}{2}kx^2 \text{ যেখানে, } k = \text{স্প্রিং ধ্রুবক।}$$

উদ্দীপকে  $m$  kg ভর বুলিয়ে দেওয়ায় কৃতকাজ  $V_1$  হলে,

$$V_1 = \frac{1}{2}kx^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 500 \times (1.5)^2 = 562.5 \text{ J}$$

এখানে,

প্রসারণ,

$$x = (11.5 - 10) \text{ m}$$

$$= 1.5 \text{ m}$$

স্প্রিং ধ্রুবক,

$$k = 500 \text{ Nm}^{-1}$$

এখন, ভর পূর্বের তুলনায় দ্বিগুণ বুলিয়ে দিলে ( $m' = 2m$ ) হলে প্রসারণ  $x'$  হলে,

$$m'g = kx'$$

$$\text{বা, } x' = \frac{m'g}{k} = \frac{2mg}{k} = 2x$$

$$\therefore x' = 2 \times 1.5 \text{ m} = 3 \text{ m}$$

এখন, কৃতকাজ  $V_2$  হলে,

$$V_2 = \frac{1}{2}kx'^2$$

$$= \frac{1}{2} \times (500) \times 3^2 = 2250 \text{ J}$$

$$\left[ \begin{array}{l} mg = kx \\ \text{ev} \\ x = \frac{mg}{k} \end{array} \right]$$

এখানে,

প্রসারণ,  $x' = 3 \text{ m}$

স্প্রিং ধ্রুবক,

$$k = 500 \text{ Nm}^{-1}$$

$$\text{এখন, } \frac{V_2}{V_1} = \frac{2250}{562.5} = \frac{4}{1}$$

$$\therefore V_2 : V_1 = 4 : 1$$

দেখা যাচ্ছে, স্প্রিং এ পূর্বের তুলনায় দ্বিগুণ ভর বুলিয়ে দিলে কৃতকাজ বাড়বে এবং তা পূর্বের তুলনায় ৪ গুণ হবে এবং পূর্বের তুলনায়  $(2250 - 562.5)$  বা,  $1687.5 \text{ J}$  বৃদ্ধি পাবে।

৪০. একজন ব্যাটসম্যান  $250 \text{ gm}$  ভরের একটি বলকে ব্যাট দিয়ে আঘাত করায় বলটি  $40.5 \text{ J}$  শক্তি লাভ করে খাড়া উপরের দিকে উঠে গেল। মুহূর্তে একজন ফিল্ডার  $40 \text{ m}$  দূর থেকে  $10 \text{ ms}^{-1}$  বেগে দৌড়ে এসে বলটি ধরার চেষ্টা করল।

[চট্টগ্রাম বোর্ড-২০২১]

(ক) ঘূর্ণন গতি কাকে বলে?

(খ) দোলনা একপ্রান্তে টেনে ছেড়ে দিলে অপর প্রান্তে পৌঁছানো পর্যন্ত শক্তির রূপান্তর ব্যাখ্যা করো।

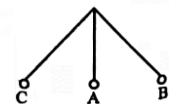
(গ) উপরের দিকে উঠার মুহূর্তে বলটির বেগ নির্ণয় করো।

(ঘ) ব্যাটসম্যানকে আউট করা সম্ভব হয়েছে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

#### ৪০ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) কোনো নির্দিষ্ট বিন্দু বা রেখাকে কেন্দ্র করে ঘূর্ণায়মান কোনো বস্তুর গতিকে ঘূর্ণন গতি বলে।

(খ) দোলনা এক প্রান্তে টেনে ছেড়ে দিলে বিভব শক্তি ও গতিশক্তির পারস্পরিক রূপান্তর ঘটে।



একটি দোলনাকে সাম্যাবস্থা A থেকে B পর্যন্ত টানতে যে কাজ করতে হয় তা দোলনার মধ্যে বিভব শক্তি হিসেবে জমা থাকে। এজন্য B বিন্দুতে বিভবশক্তি সর্বোচ্চ, গতিশক্তি শূন্য। B থেকে দোলনাকে ছেড়ে দিলে দোলনটি সাম্যাবস্থায় A বিন্দুতে আসে। তখন এর বিভবশক্তি শূন্য, গতিশক্তি সর্বোচ্চ। অর্থাৎ B বিন্দুতে বিভবশক্তি সম্পূর্ণ A বিন্দুতে গতিশক্তিতে রূপান্তর হয়েছে। এখন A থেকে গতি

জড়তার জন্য দোলনা B এর অপর প্রান্ত C (বিন্দুর) অবস্থানে পৌছায়। C বিন্দুতে বিভবশক্তি সর্বোচ্চ, গতিশক্তি শূন্য। অর্থাৎ A বিন্দুতে গতিশক্তি C বিন্দুতে বিভবশক্তিতে পরিণত হয়। এভাবেই শক্তির রূপান্তর ঘটে।

(গ) উপরের দিকে উঠার মুহূর্তে বলটির প্রাপ্ত শক্তি এর গতিশক্তি।

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } v^2 = \frac{2T}{m}$$

এখানে,

$$\text{গতিশক্তি, } T = 40.5\text{J}$$

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

$$\text{বেগ, } v = ?$$

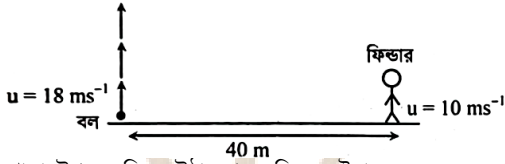
$$\therefore v = \sqrt{\frac{2T}{m}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 40.5}{0.25}}$$

$$= 18\text{ms}^{-1}$$

$\therefore$  উপরের দিকে উঠার মুহূর্তে বলটির বেগ  $18\text{ms}^{-1}$  (Ans.)

(ঘ) 'গ' থেকে পাই, বলটির খাড়া উপরের দিকে উঠার মুহূর্তে বেগ,  $u = 18\text{ms}^{-1}$



বলটি খাড়া উপরের দিকে উঠার পর ভূমিতে পৌছাতে যে সময় লাগে ফিল্ডার যদি তার আগে যেখানে পৌছে যায় তাহলে সে বলটি ধরতে পারবে।

বলটি ভূমিতে পৌছানোর সময় T s হলে,

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

$$\text{বা, } 0 = uT - \frac{1}{2}gT^2$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2}gT^2 = uT$$

এখানে,

$$\text{ভূমিতে আসার সরণ, } h = 0$$

আদিবেগ,

$$u = 18\text{ms}^{-1}g = 9.8\text{ms}^{-1}$$

$$\text{সময়, } t = ?$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2}gT = u$$

$$\text{বা, } T = \frac{2u}{g} = \frac{2 \times 18}{9.8}$$

$$\therefore T = 3.67\text{s}$$

ফিল্ডারের বলের কাছে পৌছানোর সময় t হলে,

$$s = vt$$

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

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

অর্থাৎ  $T < t$

দেখা যাচ্ছে, ফিল্ডার বলের কাছে পৌছানোর আগেই বলটি ভূমিতে পড়ে যাবে।

অর্থাৎ ফিল্ডার বলটি ক্যাচ ধরতে পারবে না। সুতরাং ব্যাটসম্যানকে আউট করা সম্ভব হয়নি।

৪১.

সময় (s)	0	1	2	3	4
বেগ (ms <sup>-1</sup> )	0	5	10	15	20

উপরের সারণিতে একটি গাড়ির বিভিন্ন সময়ে বেগ দেওয়া হলো।

[চট্টগ্রাম বোর্ড-২০২১]

(ক) পড়ন্ত বস্তুর প্রথম সূত্রটি লিখ।

(খ) উচ্চতা বাড়িয়ে কোনো নির্দিষ্ট বস্তুকে ছেড়ে দিলে পূর্বের চেয়ে বেশি জোরে ভূমিতে আঘাত করবে-ব্যাখ্যা করো।

(গ) গাড়িটির উপর কৃতকাজ নির্ণয় করো।

(ঘ) সারণির সাহায্যে সরণ-সময় লেখচিত্র অঙ্কন করে গাড়িটির গতিবেগ বিশ্লেষণ করো।

৪১ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) স্থির অবস্থান ও একই উচ্চতা থেকে বিনা বাধায় পড়ন্ত সকল বস্তু সমান সময়ে সমান পথ অতিক্রম করে।

(খ) উচ্চতা বাড়ানো হলে বিভবশক্তি বৃদ্ধি পায়। এখন উচ্চতা বাড়িয়ে কোনো নির্দিষ্ট বস্তুকে ছেড়ে দিলে তার বর্ধিত বিভবশক্তির জন্য ভূমিতে আঘাত করার সময় গতিশক্তিও বেড়ে যায়। এই বর্ধিত গতিশক্তির জন্য পূর্বের চেয়ে বেশি জোরে ভূমিতে আঘাত করে।

আমরা জানি, m ভরের কোনো বস্তুর ভূমি থেকে উচ্চতা h হলে, বিভবশক্তি

$$V = mgh \text{ এবং তার বেগ } v \text{ হলে গতিশক্তি } T = \frac{1}{2}mv^2, \text{ এখন শক্তির}$$

$$\text{সংরক্ষণশীলতা নীতি অনুযায়ী, } \frac{1}{2}mv^2 = mgh \text{ বা, } v^2 = 2gh$$

$$\text{এখন } g \text{ যেহেতু ধ্রুবক } \therefore v^2 \propto h \text{ বা } v \propto \sqrt{h}$$

সুতরাং দেখা যাচ্ছে, ভূমিতে আঘাত করার সময়ে বেগ উচ্চতার বর্গমূলের সমানুপাতিক। এজন্য উচ্চতা বেশি হলে পূর্বের চেয়ে বেশি জোরে ভূমিতে আঘাত করবে।

(গ) সারণি থেকে পাই, গাড়িটির বেগ সময়ের সাথে বৃদ্ধি পাচ্ছে অর্থাৎ এটি সমত্বরণে গতিশীল।

গাড়িটির অতিক্রান্ত দূরত্ব s হলে,

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

$$= \left(\frac{0+20}{2}\right) \times 4$$

$$= 10 \times 4$$

$$= 40\text{m}$$

এখানে,

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

$$\text{শেষবেগ, } v = 20\text{ms}^{-1}$$

$$\text{সময়, } t = 4\text{s}$$

$$\text{দূরত্ব, } s = ?$$

$$\text{ত্বরণ, } a = ?$$

গাড়িটির ত্বরণ a হলে,

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

$$= \frac{20-0}{4} = 5\text{ms}^{-2}$$

গাড়ির ভর m kg হলে,

কৃতকাজ,

$$W = Fs$$

$$= mas = (m \times 5 \times 40)\text{J}$$

$$= 200\text{mJ} \text{ (Ans)}$$

(ঘ) প্রদত্ত সারণি থেকে পাই,

$$\text{আদিবেগ, } u = 0 \text{ যখন, } t' = 0\text{s}$$

$$t = 1\text{ s পর } v = 5\text{ms}^{-1} \text{ হলে } 1\text{ s এ সরণ}$$

$$s_1 = \left(\frac{u+v}{2}\right)_1$$

$$= \left(\frac{0+5}{2}\right) \times 1 = 2.5\text{m}$$

$$t = 2\text{ s পর } v = 5\text{ms}^{-1} \text{ হলে } 2\text{ s এ সরণ}$$

$$s_2 = \left(\frac{0+10}{2}\right) \times 2$$

$$= 10\text{m}$$

$$t = 3\text{ s পর } v = 5\text{ms}^{-1} \text{ হলে } 3\text{ s এ সরণ}$$

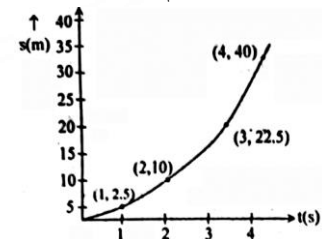
$$s_3 = \left(\frac{0+15}{2}\right) \times 3 = 22.5\text{m}$$

$$t = 4\text{ s পর } v = 5\text{ms}^{-1} \text{ হলে } 4\text{ s এ সরণ}$$

$$s_4 = \left(\frac{0+20}{2}\right) \times 4$$

$$= 40\text{m}$$

গাড়িটির সরণ সময় লেখচিত্র হবে নিম্নরূপ:

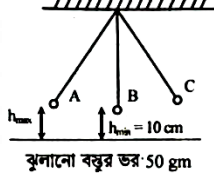


সুতরাং, দেখা যাচ্ছে, গাড়িটির সরণ-সময় লেখচিত্র একটি পরাবৃত্তাকার বক্ররেখা। অর্থাৎ গাড়িটি সমত্বরণে গতিশীল এবং প্রতিমুহুর্তে বেগের মান বৃদ্ধি পাচ্ছে। উদ্দীপকের সারণি থেকে পাই, ত্বরণ  $a = \frac{5-0}{1} = 5 \text{ ms}^{-1}$  [এখানে,  $u = 0$ ;  $v = 5 \text{ ms}^{-1}$  to 1]

∴ অর্থাৎ গাড়িটি সমত্বরণে গতিশীল।

সুতরাং প্রদত্ত সারণি থেকে বলা যায় গাড়িটির গতিবেগ প্রতি সেকেন্ডে  $5 \text{ ms}^{-1}$  হারে বৃদ্ধি পায়।

৪২.



[চট্টগ্রাম বোর্ড-২০২১]

(ক) যান্ত্রিক শক্তি কাকে বলে?

(খ) কোনো নির্দিষ্ট স্থিৎকে যত বেশি সংকুচিত করতে চাও তত বেশি শক্তির প্রয়োজন-ব্যাখ্যা করো।

(গ) B অবস্থানে বস্তুর গতিশক্তি নির্ণয় করো।

(ঘ) A, B, C বিন্দুতে বস্তুর বেগের তুলনা করো।

৪২ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) কোন বস্তুর অবস্থা কিংবা অবস্থানের পরিবর্তন বা গতির কারণে তার মধ্যে যে শক্তি নিহিত থাকে বা যে শক্তি লাভ করে তাকে যান্ত্রিক শক্তি বলে।

(খ) স্থিৎকে বেশি সংকুচিত করলে এর মধ্যে বেশি বিভবশক্তি জমা হয় কারণ তত বেশি কাজ করতে হয়।

স্থিৎ ধ্রুবক  $k$  হলে এবং একে  $x$ ম সংকুচিত করলে বিভবশক্তি,

$$V = \frac{1}{2} kx^2$$

যেহেতু  $k$  ধ্রুবক, ∴ বিভবশক্তি,  $V \propto x^2$

অর্থাৎ বিভবশক্তি, সাম্যাবস্থান থেকে স্থিৎ এর সরণের বর্গের সমানুপাতিক।

স্থিৎকে সাম্যাবস্থান থেকে যত সংকুচিত করা হয়, স্থিৎ এর প্রত্যায়নী বলের বিরুদ্ধে তত বেশি কাজ করতে হয়। এজন্য স্থিৎ এর মধ্যে সঞ্চিত বিভব শক্তিও বেশি হয়।

(গ) এখানে, A ও C অবস্থানটি সরল দোলকের বিস্তার অবস্থা। তাই এখানে গতিশক্তি শূন্য। শুধু বিভবশক্তি বিদ্যমান।

কিন্তু B অবস্থানটি সরল দোলকের সাম্যাবস্থান, তাই এখানে বিভবশক্তি ও গতিশক্তি উভয়ই থাকবে।

A অবস্থানে বিভবশক্তি,  $V_A = mgh_{\max}$

B অবস্থানে বিভবশক্তি,  $V_B = mgh_{\min}$

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

∴ শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি অনুযায়ী,

A বিন্দুতে মোট শক্তি = B বিন্দুতে মোট শক্তি

বা,  $V_A = V_B + T_B$

বা,  $mgh_{\max} = mgh_{\min} + T_B$

বা,  $mg(h_{\max} - h_{\min}) = T_B$

∴  $T_B = mg(h_{\max} - h_{\min})$

$$= 0.05 \times 9.8(h_{\max} - 0.1)$$

$$= 0.49(h_{\max} - 0.1) \text{ (Ans)}$$

এখানে,

ভর,

$$m = 50 \text{ gm} = 0.05 \text{ kg}$$

$$h_{\min} = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$$

(ঘ) 'গ' থেকে পাই, B বিন্দুতে বস্তুর গতিশক্তি,

$$T_B = 0.49(h_{\max} - 0.1)$$

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

B বিন্দুতে  $v_B$  হলে,

$$\frac{1}{2} mv_B^2 = 0.49(h_{\max} - 0.1)$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} \times 0.05 \times v_B^2 = 0.49(h_{\max} - 0.1)$$

$$\text{বা, } v_B^2 = \frac{0.49 \times 2}{0.05} (h_{\max} - 0.1)$$

$$\text{বা, } v_B^2 = 19.6(h_{\max} - 0.1)$$

$$\therefore v_B = \sqrt{19.6(h_{\max} - 0.1)} \text{ ms}^{-1}$$

যেহেতু A ও C বিন্দুতে বস্তুটি বিস্তার অবস্থানে আছে; এজন্য A ও C বিন্দুতে এর গতিশক্তি শূন্য এবং বেগও শূন্য। সুতরাং  $v_A = 0 \text{ ms}^{-1}$  এবং  $v_C = 0 \text{ ms}^{-1}$ ।

সুতরাং, B বিন্দুতে বেগ সবচেয়ে বেশি এবং A ও C বিন্দুতে বেগ শূন্য।

$$\therefore v_B > v_A = v_C = 0$$

৪৩. 1 kW ক্ষমতা ও 70% কর্মদক্ষতাবিশিষ্ট একটি মোটর 30 m উচ্চতায় পানি উত্তোলন করতে ব্যবহৃত হয়। অপর দিকে 2 kW ক্ষমতাবিশিষ্ট একটি মোটর 2 মিনিটে 1000 kg ভরের পানি 10 m উচ্চতায় উঠাতে সক্ষম।

[সিলেট বোর্ড-২০২১]

(ক) গতিশক্তি কাকে বলে?

(খ) একটি বৈদ্যুতিক পাওয়ার স্টেশনের ক্ষমতা 200 MW বলতে কী বোঝায়? ব্যাখ্যা করো।

(গ) প্রথম মোটরটি 5 মিনিটে কতটুকু পানি উত্তোলন করতে পারে?

(ঘ) পানি উত্তোলনের কাজে তুমি কোন মোটরটি নির্বাচন করবে? - তোমার মতামত দাও।

৪৩ নং প্রশ্নের উত্তর

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

(খ) কোনো বৈদ্যুতিক পাওয়ার স্টেশনের ক্ষমতা 200 MW বলতে বোঝায় ঐ পাওয়ার স্টেশনটি প্রতি সেকেন্ডে  $2 \times 10^8$  জুল তড়িৎ শক্তি সরবরাহ করে।

(গ) আমরা জানি,

মোটরটির কার্যকর ক্ষমতা,

$$P' = \eta P$$

$$\text{আবার, } P' = \frac{mgh}{1}$$

$$\therefore \frac{mgh}{1} = \eta P$$

$$\text{বা, } m = \frac{t \times \eta P}{gh} = \frac{300 \times 0.7 \times 1000}{9.8 \times 30}$$

এখানে,

১ম মোটরের ক্ষেত্রে, প্রদত্ত

ক্ষমতা,

$$P = 1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$$

$$\text{কর্মদক্ষতা, } \eta = 70\% = 0.7$$

$$\text{উচ্চতা, } h = 30 \text{ m}$$

$$\text{সময়, } t = 5 \text{ min}$$

$$= (5 \times 60) \text{ s} = 300 \text{ s}$$

$$\text{পানির ভর, } m = ?$$

$$\therefore m = 714.29 \text{ kg} \text{ (Ans.)}$$

(ঘ) ২য় মোটরের কার্যকর ক্ষমতা,

$$P'_2 = \frac{mgh}{1}$$

$$= \frac{1000 \times 9.8 \times 10}{120}$$

$$= 816.67 \text{ W}$$

এখানে,

১ম মোটরের কর্মদক্ষতা,

$$\eta_1 = 70\%$$

২য় মোটরে প্রদত্ত ক্ষমতা,

$$P_2 = 2 \text{ kW} = 2000 \text{ W}$$

$$\text{উচ্চতা, } h = 10 \text{ m}$$

$$\text{সময়, } t = 2 \text{ min}$$

$$= (2 \times 60) \text{ s} = 120 \text{ s}$$

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

∴ ২য় মোটরের কর্মদক্ষতা,

$$\eta_2 = \frac{P_2}{P} \times 100\%$$

$$= \frac{816.67}{2000} \times 100\% = 40.83\%$$

যেহেতু  $\eta_1 > \eta_2$ , তাই ১ম মোটরে শক্তির অপচয় কম হবে।

অতএব, পানি উত্তোলনের কাজে আমি ১ম মোটরটি নির্বাচন করবো।

৪৪. চিত্র দেখো এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাওঃ



[সিলেট বোর্ড-২০২১]



- (ক) নবায়নযোগ্য শক্তি কাকে বলে?  
 (খ) ভর ও শক্তির সম্পর্ক ব্যাখ্যা করো।  
 (গ) উপরে বর্ণিত শক্তি কীভাবে নির্গত হয়-বর্ণনা করো।  
 (ঘ) বর্ণিত শক্তি ব্যবহারের ক্ষতিকর প্রভাব এবং কীভাবে আমরা সেগুলো থেকে নিরাপদ থাকতে পারি? বর্ণনা করো।

## ৪৪ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যেসব শক্তিকে নবায়ন করা যায় অর্থাৎ পুনরায় ব্যবহার করা যায় এবং ফুরিয়ে যাওয়ার আশঙ্কা থাকে না, তাকে নবায়নযোগ্য শক্তি বলে।  
 (খ) নিউক্লিয় বিক্রিয়ায় পদার্থ তথা ভর শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। অবশ্য নিউক্লিয় বিক্রিয়ায় মোট ভরের কেবল একটি ক্ষুদ্রাংশ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। পদার্থ শক্তিতে রূপান্তরিত হলে যদি E পরিমাণ শক্তি পাওয়া যায়, তাহলে  $E = mc^2$  এখানে, m হচ্ছে শক্তিতে রূপান্তরিত ভর এবং c হচ্ছে আলোর বেগ যা  $3 \times 10^8 \text{ms}^{-1}$  এর সমান।  
 (গ) উদ্দীপকে যে শক্তির কথা বলা হয়েছে, তা হল নিউক্লিয় শক্তি। নিউক্লিয় শক্তি প্রধানত বস্তুর ভরকে শক্তিতে রূপান্তরের উদাহরণ। যদি স শম ভরের কোন বস্তুকে সম্পূর্ণরূপে শক্তিকে রূপান্তর করা হয়, তাহলে প্রাপ্ত শক্তির পরিমাণ,  $E = mc^2$  নিউক্লিয় শক্তিকে কেন্দ্রে যে জ্বালানি ব্যবহার করা হয়, তা হল ইউরেনিয়াম  $^{235}_{92}\text{U}$ ।  
 এই ইউরেনিয়াম খুব সহজে টি নিউট্রনকে গৃহণ করে অস্থিতিশীল হয়ে যায়, এটা তখন  $^{92}_{36}\text{Kr}$  এবং  $^{141}_{56}\text{Ba}$  এই দুটো ছোট নিউক্লিয়াস এবং আরও ৩টি নিউট্রন বের হয়। একে নিউক্লিয় ফিশন বলে।  

$$1\text{n} + {}^{235}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{92}_{36}\text{Kr} + {}^{141}_{56}\text{Ba} + 3\text{n} + \text{শক্তি}$$
  
 এই ৩ টি নিউট্রন আরও ২টি ইউরেনিয়াম এর সাথে নিউক্লিয় ফিশন বিক্রিয়া করে। এভাবে এটি চেইন আকারে চলতে থাকে। একে চেইন- রিঅ্যাকশন বলে। এভাবে বিপুল পরিমাণ শক্তি প্রায় (200 MeV) নির্গত হয়।  
 (ঘ) উদ্দীপকে বর্ণিত শক্তি হল নিউক্লিয় শক্তি। এই নিউক্লিয় বিক্রিয়া থেকে যেমন প্রচুর শক্তি পাওয়া যায়, তেমনি এটা নিয়ন্ত্রণ করতে না পারলে অনেক ক্ষতির কারণ হয়ে দাঁড়ায়।  
 নিউক্লিয় বা পারমাণবিক বিদ্যুৎ কেন্দ্রের সুবিধার পাশাপাশি অনেক অসুবিধা রয়েছে। নিউক্লিয় জ্বালানির বর্জ্য অতিমাত্রায় তেজস্ক্রিয়। এই বর্জ্যকে নিরাপদে পরিণত করতে হাজার হাজার বছর ধরে সংরক্ষণ করতে হয়। এছাড়া নিউক্লিয় চূচীতে উচ্চ তাপমাত্রা ও চাপ তৈরি হয়। তাই একে এমন পদার্থ দিয়ে তৈরি করতে হবে যেন তা সহ্য করতে পারে। নতুবা সোভিয়েত ইউনিয়নের (বর্তমান ইউক্রেন) চেরনোবিল ও জাপানের ফুকুশিমার মত দুর্ঘটনা ঘটতে পারে।  
 এ দুর্ঘটনা থেকে নিরাপদ থাকার জন্য সাবধানতা দরকার। নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ার পর যে বাড়তি নিউট্রন বের হয় সেগুলো কোনোভাবে অন্য কোথাও শোষণ করতে পারলেই নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া বন্ধ হয়ে যায়। নিউট্রনকে শোষণ করার জন্য নিউক্লিয়ার রি-অ্যাক্টরের কন্ট্রোল রড থাকে যা দিয়ে নিউট্রনের পরিমাণ নিয়ন্ত্রণ করা যায়। তাই দ্রুত কাজ করতে সক্ষম এমন কন্ট্রোল রড বসাতে হবে চুরি বহনকারী অবকাঠামো দৃঢ়ভাবে নির্মাণ করতে হবে।  
 ৪৫. একজন বিমানযাত্রী ভূ-পৃষ্ঠ থেকে 220 m উচুতে থাকাকালীন সময়ে 6 kg ভরের একটি পাথর ছেড়ে দিল। এতে পাথরটি সরাসরি ভূ-পৃষ্ঠে পতিত হল।

[যশোর বোর্ড-২০২১]

- (ক) যান্ত্রিক শক্তি কাকে বলে?  
 (খ) চলন্ত সিঁড়ি দিয়ে উপরে উঠা কী ধরনের কাজ? ব্যাখ্যা করো।  
 (গ) ভূ-পৃষ্ঠ থেকে কত উচ্চতায় পাথরের গতিশক্তি বিভব শক্তির এক-পঞ্চমাংশ হবে?  
 (ঘ) ভূ-পৃষ্ঠ থেকে 40m উচ্চতায় এবং বিমান থেকে পাথর ফেলে দেওয়ার 5 s পর মোট শক্তির কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও।

## ৪৫ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) কোনো বস্তুর অবস্থা কিংবা অবস্থানের পরিবর্তন বা গতির কারণে তার মধ্যে যে শক্তি নিহিত থাকে তাকেই যান্ত্রিক শক্তি বলে।  
 (খ) আমরা জানি, কাজ = বল × বলের দিকে সরণের উপাংশ। একারণে একই বল প্রয়োগের ফলে একই পরিমাণ সরণ বলের সাপেক্ষে বিভিন্ন দিকে হলে কাজ

বিভিন্ন হবে। যেমন, ঋ বল প্রয়োগের ফলে বলের দিকে সরণ s হলে, কাজ W = Fs।

এখন চলন্ত সিঁড়ি দিয়ে উপরে উঠার ক্ষেত্রে সিঁড়ির প্রয়োগকৃত বলে সাপেক্ষে এটি ধনাত্মক কাজ করে। কারণ চলন্ত সিঁড়ি দিয়ে উপরে উঠার ক্ষেত্রে আমরা কোনো বল প্রয়োগ করি না। এক্ষেত্রে সিঁড়ি অভিকর্ষ বলের বিপরীতে বল প্রয়োগ করে এবং আমাদের সরণও অভিকর্ষ বলের বিপরীতে ঘটে। আর বল প্রয়োগের দিকে সরণ ঘটে বলে এটি ধনাত্মক কাজ হিসেবে বিবেচিত হবে।

অন্যদিকে চলন্ত সিঁড়িতে উপরের দিকে উঠার সময় গতিশক্তি বজায় থাকে এবং একই সাথে উচ্চতায় উঠার জন্য অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কৃতকাজ সম্পন্ন হয়।

(গ) ধরি,

ভূমি থেকে h উচ্চতায় গতিশক্তি

বিভবশক্তির  $\frac{1}{5}$  অংশ হবে।h উচ্চতায় বিভবশক্তি,  $V = mgh$ h উচ্চতায় গতিশক্তি,  $T = \frac{1}{2}mv^2$  $= \frac{1}{2}m(u^2 + 2gAB)$  $= \frac{1}{2}m(2gAB)$  $= mg \times (220 - h)$ 

শর্তমতে,

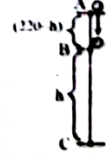
 $A \times \frac{5}{1} = 1$ বা,  $mg(220 - h) = \frac{1}{5} \times mgh$ বা,  $220 - h = \frac{1}{5}h$ বা,  $1100 - 5h = h$ বা,  $6h = 1100$ বা,  $h = \frac{1100}{6}$  $\therefore h = 183.33\text{m}$  (Ans.)

(ঘ) ভূমি থেকে 40 m উচ্চতায়,

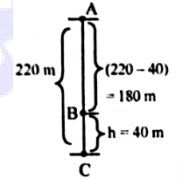
বিভবশক্তি,  $V_B = mgh$ বা,  $V_B = (6 \times 9.8 \times 40)$  $\therefore V_B = 2352\text{J}$ গতিশক্তি,  $T_B = \frac{1}{2}mv^2$ বা,  $T_B = \frac{1}{2}m(u^2 + 2g \times AB)$ বা,  $T_B = \frac{1}{2}m \times 2g \times AB$ বা,  $T_B = mg \times AB$ বা,  $T_B = (6 \times 9.8 \times 180)$  $\therefore T_B = 10584\text{J}$  $\therefore$  ভূমি হতে 40 m উচ্চতায় মোট শক্তি, $E_B = V_B + T_B$ বা,  $E_B = 2352 + 10584$  $\therefore E_B = 12936\text{J}$ 

আবার,

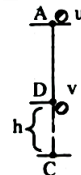
বিমান থেকে পাথর ফেলার 5 sec পর,

 $v = u + gt$ বা,  $v = gt$ বা,  $v = (9.8 \times 5)$  $\therefore v = 49\text{ms}^{-1}$ আবার,  $AD = s = ut + \frac{1}{2}gt^2$ বা,  $AD = \frac{1}{2}gt^2$ 

এখানে,

 $AB = (220 - h)$ অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = 9.8\text{ms}^{-2}$ আদিবেগ,  $u = 0\text{ms}^{-1}$ 

এখানে,

ভর,  $m = 6\text{ kg}$ অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = 9.8\text{ms}^{-2}$ উচ্চতা,  $h = 40\text{ m}$  $AB = 180\text{m}$ আদিবেগ,  $u = 0\text{ms}^{-1}$ 

এখানে,

আদিবেগ,  $u = 0\text{ms}^{-1}$ সময়,  $t = 5\text{ sec}$ 5 sec পর প্রাপ্তবেগ,  $v = ?$ ভূমি হতে উচ্চতা,  $h = ?$

$$\text{বা, } AD = \frac{1}{2} \times 9.8 \times 5^2$$

$$\therefore AD = 122.5\text{m}$$

$$\therefore \text{ভূমি হতে উচ্চতা, } h = 220 - AD$$

$$\text{বা, } h = 220 - 122.5 = 97.5\text{m}$$

$$\therefore 5 \text{ sec পর,}$$

$$\text{প্রাপ্ত গতিশক্তি,}$$

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

$$\text{বা, } T_D = \frac{1}{2} \times 6 \times (49)^2$$

$$\therefore T_D = 7203\text{J}$$

$$\text{বিভবশক্তি, } V_D = mgh$$

$$\text{বা, } V_D = (6 \times 9.8 \times 97.5)$$

$$\therefore V_D = 5733\text{J}$$

$$\therefore \text{বিমান থেকে ফেলার 5 sec পর মোট শক্তি, } E_D = V_D + T_D$$

$$\text{বা, } E_D = (5733 + 7203)\text{J}$$

$$\therefore E_D = 12936\text{J}$$

$$\therefore E_B = E_D$$

সুতরাং, মোট শক্তি অপরিবর্তিত থাকবে অর্থাৎ শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি বজায় থাকবে।

৪৬. 10 kW ও 8 kW ক্ষমতার দুটি তড়িৎ মোটর 28 m উঁচু বাড়ির ছাদে যথাক্রমে 400 kg রড ও 1000 লিটার পানি 30 s এ তুলতে পারে।

[বরিশাল বোর্ড-২০২১]

(ক) বিভব শক্তি কাকে বলে?

(খ) বায়োমাসকে নবায়নযোগ্য জ্বালানি বলা হয় কেন? ব্যাখ্যা করো।

(গ) ১ম মোটর দ্বারা কৃতকাজ বের করো।

(ঘ) মোটর দুটির মধ্যে কোনটির কর্মদক্ষতা বেশি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

#### ৪৬ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) কোনো বস্তুকে স্থানান্তরিত অবস্থা বা অবস্থান থেকে পরিবর্তন করে অন্য কোনো অবস্থা বা অবস্থানে আনলে বস্তু কাজ করার যে সামর্থ্য অর্জন করে তাকে ঐ বস্তুর বিভব শক্তি বলে।

(খ) বায়োমাসকে নবায়নযোগ্য শক্তির উৎস বলা হয় কারণ পৃথিবীতে মানবসভ্যতা যতদিন থাকবে, ততদিন বায়োমাস স্বয়ংক্রিয়ভাবে অনবরত উৎপাদিত হতে থাকবে। বায়োমাস বলতে বোঝায় গাছ-গাছালী, জ্বালানি কাঠ, কাঠের বর্জ্য, শস্য, ধানের ভুস ও কুঁড়া, লতা-পাতা, পশুপাখির মল, পৌর বর্জ্য ইত্যাদি।

পৃথিবীর একটা বড় অংশের মানুষের কাছে তেল, গ্যাস, বিদ্যুৎ নেই; তাদের দৈনন্দিন জীবন কাটে লাকড়ি, খুড়কুটো জ্বালিয়ে। এই দরিদ্র মানুষগুলোর ব্যবহারিক শক্তি পৃথিবীর পুরো শক্তির একটা বড় অংশ। যদিও শুকনো গাছ পুড়িয়ে ফেললে সেটা শেষ হয়ে যায়। তারপরও বায়োমাসকে নবায়নযোগ্য শক্তির উৎস বলার কারণ, নতুন করে আবার গাছপালা জন্মানো যায়। তেল, গ্যাস বা কয়লার মতো এটি পৃথিবী থেকে চিরদিনের জন্য অদৃশ্য হয়ে যাবে না।

(গ) আমরা জানি,

$$W = mgh$$

$$\text{বা, } W = 400 \times 9.8 \times 20$$

$$\therefore W = 78400\text{J} \quad (\text{Ans.})$$

এখানে,

$$\text{ভর, } m = 400 \text{ kg}$$

$$\text{উচ্চতা, } h = 20 \text{ m}$$

$$\text{অভিকর্ষজ ত্বরণ,}$$

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

$$\text{কৃতকাজ, } W = ?$$

(ঘ) 'গ' হতে পাই, ১ম মোটর দ্বারা কৃতকাজ,  $W_1 = 78400\text{J}$

$\therefore$  ১ম মোটরের লভ্য কার্যকর ক্ষমতা,

$$P_{\text{out}_1} = \frac{W_1}{t}$$

$$= \frac{78400}{30}$$

$$= 2613.33\text{W}$$

$\therefore$  ১ম মোটরের কর্মদক্ষতা,

এখানে,

$$\text{সময়, } t = 30 \text{ s}$$

এখানে,

$$\eta_1 = \frac{P_{\text{out}_1}}{P_{\text{in}_1}} \times 100\%$$

$$= \frac{2613.33}{10000} \times 100\%$$

$$= 26.1333\%$$

আবার, ২য় মোটরের লভ্য কার্যকর ক্ষমতা,

$$P_{\text{out}_2} = \frac{W_2}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{1000 \times 9.8 \times 20}{30} = 6533.33\text{W}$$

$\therefore$  ২য় মোটরের কর্মদক্ষতা,

$$\eta_2 = \frac{P_{\text{out}_2}}{P_{\text{in}_2}} \times 100\%$$

$$= \frac{6533.33}{8000} \times 100\%$$

$$= 81.667\%$$

দেখা যাচ্ছে,  $\eta_2 > \eta_1$

$\therefore$  ২য় মোটরের কর্মদক্ষতা বেশি।

৪৭. সুমন 10 kg ভরের একটি বস্তুকে 20 m উচ্চতায় নিক্ষেপ করার জন্য একটি স্প্রিং সংগ্রহ করেছে। স্প্রিংটির উপর 800 J কাজ করায় 8cm সংকুচিত হলো, কিন্তু স্প্রিংটি বস্তুটিকে ঐ উচ্চতায় নিতে পারলো না। তখন স্প্রিংটিকে আরো সংকুচিত করল যেন বস্তুটিকে ঐ উচ্চতায় নিক্ষেপ করতে পারে।

[বরিশাল বোর্ড-২০২১]

(ক) কর্মদক্ষতা কাকে বলে?

(খ) ভরবেগ এবং গতিশক্তির মধ্যে সম্পর্ক ব্যাখ্যা করো।

(গ) স্প্রিংটির উপর কৃতকাজ যদি বস্তুর উপর করা হয় তবে বস্তুটি ভূমির সমান্তরালে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে নির্ণয় করো।

(ঘ) স্প্রিংটিকে কতটুকু সংকুচিত করলে সুমন বস্তুটিকে ঐ উচ্চতায় নিক্ষেপ করতে পারবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও।

#### ৪৭ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

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

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

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

এটিই ভরবেগের সাথে গতিশক্তির সম্পর্ক।

(গ) আমরা জানি,

$$W = Fs$$

$$\text{বা, } s = \frac{W}{F}$$

$$\text{বা, } s = \frac{800}{20}$$

$$\therefore s = 40\text{m} \quad (\text{Ans.})$$

এখানে,

$$\text{কৃতকাজ, } W = 800 \text{ J}$$

$$\text{প্রযুক্ত বল, } F = 20 \text{ N}$$

$$\text{অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s = ?$$

(ঘ) আমরা জানি,

$$W = \frac{1}{2}kx^2$$

$$\text{বা, } k = \frac{2W}{x^2}$$

$$\text{বা, } k = \frac{2 \times 800}{(0.08)^2}$$

$$\therefore k = 2.5 \times 10^5 \text{Nm}^{-1}$$

এখানে,

$$\text{কৃতকাজ, } W = 800 \text{ J}$$

$$\text{স্প্রিংয়ের সংকোচন,}$$

$$x = 8 \text{ cm}$$

$$= \frac{8}{100} \text{ m} = 0.08\text{m}$$

$$\text{স্প্রিং ধ্রুবক, } k = ?$$

বস্তুটিকে ঐ উচ্চতায় নিক্ষেপ করতে হলে, পৃথিব্যে সঞ্চিত শক্তি ঐ উচ্চতায় বিভব শক্তির সমান হতে হবে।

$$\text{অর্থাৎ } \frac{1}{2} kx'^2 = mgh$$

$$\text{বা, } x'^2 = \frac{2mgh}{k}$$

$$\text{বা, } x' = \sqrt{\frac{2mgh}{k}}$$

$$\text{বা, } x' = \sqrt{\frac{2 \times 10 \times 9.8 \times 20}{2.5 \times 10^5}}$$

$$\therefore x' = 0.125\text{m} = 12.5\text{cm}$$

অতএব, পৃথিব্যটিকে 12.5 cm সংকুচিত করলে শামীম বস্তুটিকে ঐ উচ্চতায় নিক্ষেপ করতে পারবে।

8৮. একজন বালক 2 kg ভরের একটি বস্তুকে  $9.8 \text{ ms}^{-1}$  বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠে বস্তুটি ভূ-পৃষ্ঠে পতিত হয়।

[বরিশাল বোর্ড-০২১]

(ক) গড় দ্রুতি কাকে বলে?

(খ) “সরণ বস্তুর গতিপথের উপর নির্ভর করে না” - ব্যাখ্যা করো।

(গ) উদ্দীপকের বস্তুটি সর্বোচ্চ কত উচ্চতায় উঠবে?

(ঘ) ঐ বস্তুটিকে উদ্দীপকের অর্ধেক আদিবেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে শক্তির নিত্যতার সূত্রের আলোকে উদ্দীপকের ঘটনাটি ব্যাখ্যা করো।

#### ৪৮ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) অসম দ্রুতিতে চলমান কোন বস্তুর নির্দিষ্ট সময় ব্যবধানে অতিক্রান্ত মোট দূরত্বকে ঐ সময় দিয়ে ভাগ করলে যে রাশি পাওয়া যায়, তাকে ঐ সময় পরিসরে বস্তুটির গড় দ্রুতি বলে।

- (খ) নির্দিষ্ট দিকে অবস্থান পরিবর্তনের হারই সরণ। সরণ হলো একটি ভেক্টর রাশি। এর মান ও দিক রয়েছে। আদি অবস্থান ও শেষ অবস্থানের মধ্যবর্তী সরলরেখিক দূরত্বই হলো সরণ। সরল বা আঁকাবাঁকা যে পথেই যাওয়া হোক না কেন সরণে মান একই হয়। তাই, সরণ বস্তুর গতিপথের উপর নির্ভর করে না।

- (গ) আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } 0^2 = (9.8)^2 - 2 \times 9.8 \times h_{\max}$$

$$\text{বা, } 2 \times 9.8 \times h_{\max} = (9.8)^2$$

$$\text{বা, } h_{\max} = \frac{(9.8)^2}{2 \times 9.8}$$

$$\therefore h_{\max} = 4.9\text{m} \quad (\text{Ans.})$$

দেওয়া আছে,

আদিবেগ,

$$u = 9.8 \text{ ms}^{-1}$$

সর্বোচ্চ উচ্চতায় শেষবেগ,

$$v = 0 \text{ ms}^{-1}$$

অভিকর্ষজ ত্বরণ,

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

সর্বোচ্চ উচ্চতা,

$$h_{\max} = ?$$

- (ঘ) নিক্ষেপের সময় ভূপৃষ্ঠে বস্তুটির গতিশক্তি,

$$T_0 = \frac{1}{2} mu^2$$

$$\text{বা, } T_0 = \frac{1}{2} \times 2 \times (4.9)^2$$

$$\therefore T_0 = 24.01\text{J}$$

এখানে,

বস্তুর ভর,  $m = 2 \text{ kg}$

আদিবেগ,

$$u = \frac{9.8}{2} \text{ ms}^{-1} = 4.9 \text{ ms}^{-1}$$

অভিকর্ষজ ত্বরণ,

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

সর্বোচ্চ উচ্চতায় বেগ,

$$v = 0 \text{ ms}^{-1}$$

সর্বোচ্চ উচ্চতা,  $h_{\max} = ?$

ভূ পৃষ্ঠে বিভবশক্তি শূন্য হওয়ায় নিক্ষেপের পূর্বে মোটশক্তি,  $E_0 = 24.01\text{J}$

খাড়া উপরের দিকে নিক্ষিপ্ত বস্তুর ক্ষেত্রে,  $v^2 = u^2 - 2gh$

$$\text{বা, } 0^2 = (4.9)^2 - 2 \times 9.8 \times h$$

$$\text{বা, } 2 \times 9.8 \times h = (4.9)^2$$

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

$$\therefore h = 1.225\text{m}$$

সর্বোচ্চ উচ্চতায় বিভবশক্তি,  $V_h = mgh$

$$\text{বা, } V_h = 2 \times 9.8 \times 1.225$$

$$\therefore V_h = 24.01\text{J}$$

সর্বোচ্চ উচ্চতায় বেগ শূন্য হওয়ায় গতিশক্তি শূন্য।

সর্বোচ্চ উচ্চতায় মোট শক্তি,  $E_h = 24.01\text{J} = E_0$

অর্থাৎ খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপের পর বস্তুটির মোট শক্তি অপরিবর্তিত থাকে তথা শক্তির নিত্যতা মেনে চলে।

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

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

[ঢাকা বোর্ড-২০২০]

(ক) সুসম ত্বরণ কাকে বলে?

(খ) বায়োমাসকে নবায়নযোগ্য শক্তির উৎস বলার কারণ ব্যাখ্যা করো।

(গ) দৃশ্য-২ থেকে কত উচ্চতায় বস্তুটির বিভবশক্তি গতিশক্তির দ্বিগুণ হবে?

(ঘ) দৃশ্য-১ থেকে যন্ত্রটির কর্মদক্ষতা ১০% বেশি হলে ব্যয়িত শক্তির কী পরিমাণ পরিবর্তন হবে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

#### ৪৯ নং প্রশ্নের উত্তর

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

- (খ) বায়োমাস বলতে বোঝায় গাছ-গাছালি, জ্বালানি কাঠ, কাঠের বর্জ্য, শস্য, ধানের তুষ ও কুঁড়া, লতা-পাতা, পশুপাখির মল, পৌর বর্জ্য ইত্যাদি। বায়োমাসকে নবায়নযোগ্য জ্বালানি বলা হয় কারণ পৃথিবীতে মানবসভ্যতা যতদিন থাকবে, ততদিন বায়োমাস স্বয়ংক্রিয়ভাবে অনবরত উৎপাদিত হতে থাকবে।

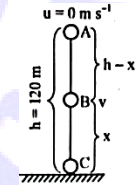
- পৃথিবীর একটা বড় অংশের মানুষের কাছে তেল, গ্যাস, বিদ্যুৎ নেই। তাদের দৈনন্দিন জীবন কাটে লাকড়ি, খড়কুটো জ্বালিয়ে। এই দরিদ্র মানুষগুলোর ব্যবহারিক শক্তি পৃথিবীর পুরো শক্তির একটা বড় অংশ। যদিও শুকনো গাছ পুড়িয়ে ফেললে সেটা শেষ হয়ে যায়। তারপরও বায়োমাসকে নবায়নযোগ্য জ্বালানি বলার কারণ, নতুন করে আবার গাছপালা জন্মানো যায়। তেল, গ্যাস বা কয়লার মতো এটি পৃথিবী থেকে চিরদিনের জন্য অদৃশ্য হয়ে যাবে না।

- (গ) এখানে, A বিন্দুতে বস্তুর বেগ,  $u = 0 \text{ ms}^{-1}$

A বিন্দুর উচ্চতা,  $h = 120\text{m}$

বস্তুর ভর,  $m = 10 \text{ kg}$

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



মনে করি ভূপৃষ্ঠ হতে  $x \text{ m}$  উচ্চতায় B বিন্দুতে বিভব শক্তি গতিশক্তির দ্বিগুণ হবে।

$\therefore$  B বিন্দুতে বিভবশক্তি,  $V = mgx$

B বিন্দুতে বস্তুর বেগ  $v$  হলে আমরা পাই,

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

$$= 0^2 + 2g(h - x) = 2g(h - x)$$

$\therefore$  B বিন্দুতে গতিশক্তি,

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

$$= \frac{1}{2} m \times 2g(h - x) [\because v^2 = 2g(h - x)]$$

$$= mg(h - x)$$

শর্তমতে,  $V = 2 T$

$$\text{বা, } mgx = 2 \times mg(h - x)$$

$$\text{বা, } x = 2h - 2x \quad [mg \text{ দ্বারা ভাগ করে}]$$

$$\text{বা, } 3x = 2h$$

$$\text{বা, } x = \frac{2h}{3} = \frac{2 \times 120\text{m}}{3} = 80\text{m}$$

$\therefore$  ভূপৃষ্ঠ হতে 80 m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির দ্বিগুণ হবে।

- (ঘ) কৃতকাজই হচ্ছে একটি যন্ত্রের ব্যয়িত শক্তি।

দৃশ্য-১ এর যন্ত্রটির

$$= mgh$$

$$= 500 \times 9.8 \times 50$$

$$= 245000J.$$

আমরা জানি,

$$\text{কর্মদক্ষতা, } \eta = \frac{\text{কৃতকাজ}}{\text{প্রদত্ত শক্তি}} = \frac{W_{\text{out}}}{W_{\text{in}}}$$

$$\therefore \text{প্রদত্ত শক্তি} = \frac{W_{\text{out}}}{\eta}$$

$$= \frac{245000}{0.45}$$

$$= 544444.44 \text{ J}$$

প্রশ্নানুসারে, কর্মদক্ষতা 10% বেশি হলে যন্ত্রটির,

ব্যয়িত শক্তি বা কৃতকাজ = প্রদত্ত শক্তি  $\times \eta'$

$$= 544444.44 \times 0.55 = 299444.442J$$

$\therefore$  ব্যয়িত শক্তি বৃদ্ধি পায়

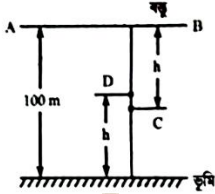
$$= (299444.442 - 245000)J$$

$$= 54444.44J$$

সুতরাং, যন্ত্রটির কর্মদক্ষতা 10% বেশি হলে ব্যয়িত শক্তি 54444.44 J পরিমাণ বৃদ্ধি পাবে।

৫০. দৃশ্যকল্প-১: একটি বস্তুকে খাড়া উপরের দিকে  $20 \text{ ms}^{-1}$  বেগে ছোঁড়া হলো। স্থানটির অভিকর্ষজ ত্বরণ  $9.8 \text{ ms}^{-2}$ ।

দৃশ্যকল্প-২:



চিত্রের বস্তুটির ভর 50g এবং বস্তুটিকে মুক্তভাবে পড়তে দেওয়া হলো। C বিন্দুতে বস্তুটির গতিশক্তি বিভবশক্তির দ্বিগুণ।

[ময়মনসিংহ বোর্ড-২০২০]

(ক) প্রবাহী ঘর্ষণ কাকে বলে?

(খ) জুতার তলায় খাঁজকাটা থাকে কেন?

(গ) দৃশ্যকল্প-১ এর বস্তুটি সর্বোচ্চ উঠতে কত সময় নিবে? নির্ণয় করো।

(ঘ) দৃশ্যকল্প-২ এর ক্ষেত্রে বস্তুটির মোট শক্তি C ও D বিন্দুতে একই থাকে- বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত ব্যক্ত করো।

৫০ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) কোনো বস্তু প্রবাহী পদার্থের মধ্যে গতিশীল হলে, যে ঘর্ষণ ক্রিয়া করে তাকে প্রবাহী ঘর্ষণ বলে।

(খ) হাঁটার জন্য ঘর্ষণ খুবই প্রয়োজন। জুতা পায় হাঁটার সময় জুতার খাঁজগুলো রাস্তাকে আঁকড়ে ধরে রাখে এবং প্রয়োজনীয় ঘর্ষণ বলের যোগান দেয়। জুতা ও রাস্তার মধ্যবর্তী ঘর্ষণ বৃদ্ধি করার উদ্দেশ্যেই জুতার নিচে খাঁজকাটা থাকে।

(গ) আমরা জানি,

কোনো বস্তুকে খাড়া উপরের দিকে

নিষ্ক্ষেপের ক্ষেত্রে,

$$v = u - gt$$

$$\text{বা, } gt = u - v$$

$$\text{বা, } t = \frac{u-v}{g}$$

$$\text{বা, } t = \frac{20-0}{9.8}$$

$$\therefore t = 2.04s(\text{Ans.})$$

(ঘ) C বিন্দুতে বিভবশক্তি,

এখানে,

পানির ভর,  $m = 500 \text{ kg}$

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

উচ্চতা,  $h = 50 \text{ m}$

কর্মদক্ষতা,

$$\eta = 45\% = 0.45$$

পরিবর্তিত কর্মদক্ষতা,

$$\eta' = (45 + 10)\%$$

$$= 55\% = 0.55$$

$$V_c = mg(H - h)$$

C বিন্দুতে বেগের বর্গ,

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

$$= 0^2 + 2gh,$$

$$\therefore v = \sqrt{2gh}$$

C বিন্দুতে গতিশক্তি,

$$T_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m \times 2gh$$

$$= mgh$$

প্রশ্নমতে,  $T_c = 2V_c$

$$\text{বা, } mgh = 2 \times mg(H - h)$$

$$\text{বা, } h = 2H - 2h$$

$$\text{বা, } 3h = 2H$$

$$\text{বা, } h = \frac{2}{3} \times 100$$

$$\therefore h = 66.67 \text{ m}$$

$\therefore$  C বিন্দুতে মোট শক্তি,

$$E_c = V_c + T_c$$

$$= mg(H - h) + mgh = mgH$$

$$= 0.05 \times 9.8 \times 100 = 49J$$

D বিন্দুতে বিভব শক্তি,

$$V_D = mgh$$

$$= 0.05 \times 9.8 \times 66.67 = 32.668J$$

D বিন্দুতে বেগের বর্গ,

$$v_D^2 = u^2 + 2g(H - h)$$

$$= 0^2 + 2 \times 9.8 \times (100 - 66.67)$$

$$= 653.27 \text{ ms}^{-2}$$

$\therefore$  D বিন্দুতে গতিশক্তি,

$$T_D = \frac{1}{2}mv_D^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.05 \times 653.27 = 16.332J$$

$\therefore$  D বিন্দুতে মোট শক্তি,

$$E_D = V_D + T_D$$

$$= 32.668 + 16.332 = 49J = E_c$$

সুতরাং, দৃশ্যকল্প ২ এর ক্ষেত্রে বস্তুটির মোট শক্তি C ও D বিন্দুতে একই থাকে।

৫১. 500 gm ভরের একটি বস্তু A-কে 196m উঁচু দালানের ছাদ থেকে ফেলে দেওয়া হলো। একই সময়ে 200 gm ভরের অপর একটি বস্তু B-কে  $30 \text{ ms}^{-1}$  বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো।

[দিনাজপুর বোর্ড-২০২০]

(ক) সরণ কাকে বলে?

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

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

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

৫১ নং প্রশ্নের উত্তর

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

(খ) ভর  $m$  ও বেগ  $v$  হলে গতিশক্তি,  $T = \frac{1}{2}mv^2$

এ সমীকরণে ভর  $m$  সর্বদা ধনাত্মক এবং বেগ  $v$  ধনাত্মক বা ঋণাত্মক যাই হোক না কেন, বেগের বর্গ অবশ্যই ধনাত্মক হবে। ফলে গতিশক্তি কখনোই ঋণাত্মক হতে পারবে না।

(গ) মনে করি, ভূমি থেকে  $x \text{ m}$  উচ্চতায় বস্তুটির বিভবশক্তি গতিশক্তির সমান হবে।

এখন,

ভূমি থেকে  $x \text{ m}$  উচ্চতায় বিভবশক্তি,

$$V = mgx$$

এখানে,

$$\text{ভর} = m \text{ kg}$$

আদিবেগ,

$$u = 100 \text{ ms}^{-1}$$

অভিকর্ষজ ত্বরণ,



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

আবার,  $x$  m উচ্চতায় বেগ  $v$  হলে

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

$$\text{কিন্তু, } v^2 = u^2 - 2gx = (100)^2 - 2gx = 10000 - 2gx$$

$$\therefore T = \frac{1}{2}m(10000 - 2gx) = m(5000 - gx)$$

$$\text{প্রশ্নমতে, } V = T$$

$$\text{বা, } mgx = m(5000 - gx)$$

$$\text{বা, } gx = 5000 - gx$$

$$\text{বা, } 2gx = 5000$$

$$\therefore x = \frac{5000}{2 \times 9.8} = \frac{5000}{19.6} = 255.1 \text{ m}$$

অর্থাৎ 255.1 m উচ্চতায় বস্তুটির বিভবশক্তি গতিশক্তির সমান হবে।

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

(ঘ) নিক্ষেপের মুহূর্তে,

N বস্তুর বিভবশক্তি,

$$V_1 = mgh$$

$$= 0.2 \times 9.8 \times 0$$

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

$$= 0 \text{ J}$$

$$\text{গতিশক্তি, } T_1 = \frac{1}{2}mu^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.2 \times (20)^2 = 40 \text{ J}$$

$\therefore$  মোট শক্তি,

$$E_1 = V_1 + T_1$$

$$= 0 \text{ J} + 40 \text{ J} = 40 \text{ J}$$

নিক্ষেপের 2 s পরে,

B বস্তুর উচ্চতা,

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

$$= 20 \times 2 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times 2^2 = 20.4 \text{ m}$$

$\therefore$  বিভবশক্তি,

$$V_2 = mgh$$

$$= 0.2 \times 9.8 \times 20.4$$

$$= 39.984 \text{ J}$$

2 s পরে বেগ,

$$v = u - gt$$

$$= 20 - 9.8 \times 2 = 0.4 \text{ ms}^{-1}$$

$\therefore$  2 s পরে গতিশক্তি,

$$T_2 = \frac{1}{2}mv^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.2 \times (0.4)^2 = 0.016 \text{ J}$$

$\therefore$  মোট শক্তি,

$$E_2 = V_2 + T_2$$

$$= 39.984 + 0.016 = 40 \text{ J}$$

$$\therefore E_1 = E_2$$

$\therefore$  N বস্তুর ক্ষেত্রে নিক্ষেপের মুহূর্তে ও নিক্ষেপের 2 s পরে মোট শক্তির পরিমাণ অপরিবর্তিত থাকবে।

B বস্তুর ক্ষেত্রে নিক্ষেপের মুহূর্তে ও নিক্ষেপের 2s পরে মোট শক্তির পরিমাণ অপরিবর্তিত থাকবে।

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

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

(ক) বায়োমাস শক্তি কাকে বলে?

(খ) ভরবেগ ও গতিশক্তির মধ্যে সম্পর্ক ব্যাখ্যা করো।

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

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

#### ৫২ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

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

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

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

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

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

এটিই ভরবেগের সাথে গতিশক্তির সম্পর্ক।

(গ) মনে করি, ভূমি থেকে  $x$  m উচ্চতায় বস্তুটির বিভবশক্তি গতিশক্তির সমান হবে। এখন,

ভূমি থেকে  $x$  m উচ্চতায় বিভবশক্তি,

$$V = mgx$$

এখানে,

$$\text{ভর} = m \text{ kg}$$

আদিবেগ,

$$u = 100 \text{ ms}^{-1}$$

অভিকর্ষজ ত্বরণ,

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

আবার,  $x$  m উচ্চতায় বেগ  $v$  হলে

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

$$\text{কিন্তু, } v^2 = u^2 - 2gx = (100)^2 - 2gx = 10000 - 2gx$$

$$\therefore T = \frac{1}{2}m(10000 - 2gx) = m(5000 - gx)$$

প্রশ্নমতে,  $V = T$

$$\text{বা, } mgx = m(5000 - gx)$$

$$\text{বা, } gx = 5000 - gx$$

$$\text{বা, } 2gx = 5000$$

$$\therefore x = \frac{5000}{2 \times 9.8} = \frac{5000}{19.6} = 255.1 \text{ m}$$

অর্থাৎ 255.1 m উচ্চতায় বস্তুটির বিভবশক্তি গতিশক্তির সমান হবে।

(ঘ) মোটরটির লভ্য কার্যকর ক্ষমতা,

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

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

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

$$= 980 \text{ W}$$

এখানে,

মোটরের মোট প্রদত্ত ক্ষমতা,

$$P_{\text{in}} = 2 \text{ kW}$$

$$= 2000 \text{ W}$$

সময়,  $t = 20 \text{ s}$

ভর,  $m = 100 \text{ kg}$

উচ্চতা,  $h = 20 \text{ m}$

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

$\therefore$  মোটরটির কর্মদক্ষতা,

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

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

$t = 20 \text{ s}$  সময়কালে মোটরটিতে মোট প্রদত্ত শক্তি,

$$W_{\text{in}} = P_{\text{in}} \times t$$

$$= 2000 \times 20$$

$$= 40000 \text{ J}$$

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

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

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

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

$$\therefore \text{শক্তির অপচয়} = 0.51 \times \text{মোট প্রদত্ত শক্তি}$$

$$= 0.51 \times 40000 = 20400 \text{ J}$$

শক্তির এই অপচয় প্রধানত নিম্নোক্ত তিনটি কারণে হয়ে থাকে:

- ঘর্ষণঃ যেহেতু মোটর একটি ঘূর্ণায়মান বস্তু, তাই এর বিভিন্ন অংশের মধ্যে ঘর্ষণের দরুণ শক্তির অপচয় ঘটে।
- শক্তির রূপান্তরঃ মোটরটিতে তড়িৎ অথবা রাসায়নিক শক্তি হতে যান্ত্রিক শক্তি উৎপন্ন হয়। শক্তির এরূপ রূপান্তরের ফলে কিছু শক্তির অপচয় ঘটে।
- কুণ্ডলীতে শক্তিক্ষয়ঃ মোটরটি যদি চার্জিত হয়ে থাকে, তবে এর কুণ্ডলীসমূহের রোধন দরুণ কিছু পরিমাণ শক্তির অপচয় ঘটে।

৫৩. 7.80 gm/cc ঘনত্বের একটি গোলকের ব্যাস, স্লাইড ক্যালিপার্স দিয়ে পরিমাপ করতে গিয়ে প্রধান স্কেল পাঠ পাওয়া গেল 5 cm। ভার্নিয়ার সমপাতন 9 এবং ভার্নিয়ার স্কেলটির 20টি দাগের সাথে প্রধান স্কেলের 19 দাগ মিলে যায়। প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগ 1 mm। গোলকটিকে ভূমি হতে 50 m উচ্চতায় নিয়ে স্থির অবস্থান হতে ছেড়ে দেওয়া হলো।

[যশোর বোর্ড-২০২০]

- অসাম্য কাকে বলে?
- বস্তুর ভর পরিবর্তন হয় না কিন্তু ওজনের পরিবর্তন হয়-ব্যাখ্যা করো।
- গোলকটির ব্যাসার্ধ নির্ণয় করো।
- ভূমি হতে 15 m উচ্চতায় গতিশক্তি ও বিভব শক্তির মধ্যে কোনটির পরিমাণ বেশি এবং গাণিতিক বিশ্লেষণ করো।

#### ৫৪ নং প্রশ্নের উত্তর

- কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়ায় একাধিক বলের লব্ধি যদি শূন্য না হয় অর্থাৎ যদি কোনো নির্দিষ্ট দিকে বস্তুটির ত্বরণ থাকে তবে উক্ত বলগুলোকে অসাম্য বল বলে।
- ভর হচ্ছে কোনো বস্তুর ভেতর মোট পদার্থের পরিমাণ, যা পৃথিবীর যেকোনো স্থানে একই থাকে। অপরদিকে ওজন,  $W = mg$  অর্থাৎ ভর এবং অভিকর্ষজ ত্বরণের গুণফল হলো ওজন। বস্তুর ভর স্থির থাকলেও অবস্থান সাপেক্ষে অভিকর্ষজ ত্বরণের পরিবর্তন হয়। যেমন, মেরু অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান বিষুবীয় অঞ্চল অপেক্ষা বেশি। ফলে মেরু অঞ্চলে বস্তুর ভর একই থাকলেও সেখানে ওজন বিষুবীয় অঞ্চল অপেক্ষা বেশি হবে। তাই বলা যায়, বস্তুর ভরের পরিবর্তন না হলেও ওজনের পরিবর্তন হয়।

- আমরা জানি,  
গোলকের ব্যাস,  
 $d = M + V \times VC$   
 $= 5 + 9 \times 0.005$   
 $= 5.045 \text{ cm}$   
 $\therefore$  গোলকের ব্যাসার্ধ,  
 $r = \frac{d}{2} = \frac{5.045}{2}$   
 $= 2.5225 \text{ cm (Ans.)}$

এখানে,  
প্রধান স্কেল পাঠ,  $M = 5 \text{ cm}$   
ভার্নিয়ার সমপাতন,  $V = 9$   
ভার্নিয়ার প্রবক,  
 $VC = \left(1 - \frac{19}{20}\right) \text{ mm}$   
 $= 0.05 \text{ mm}$   
 $= 0.005 \text{ cm}$   
গোলকের ব্যাস,  $d = ?$

- 'গ' হতে প্রাপ্ত,  
গোলকের ব্যাসার্ধ,  
 $r = 2.5225 \text{ cm}$   
 $\therefore$  গোলকের আয়তন,  
 $V = \frac{4}{3} \pi r^3$   
 $= \frac{4}{3} \pi \times (2.5225)^3 = 67.23 \text{ cm}^3$   
 $\therefore$  গোলকের ভর,  
 $m = V\rho$   
 $= 67.23 \times 7.8 = 524.4 \text{ gm} = 0.5244 \text{ kg}$   
15 m উচ্চতায় বিভবশক্তি,

এখানে,  
বস্তুর ঘনত্ব,  
 $\rho = 7.80 \text{ gm/cc}$   
আদি উচ্চতা,  $h = 50 \text{ m}$   
অভিকর্ষজ ত্বরণ,  
 $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

$$V = mgh_{15} = 0.5244 \times 9.8 \times 15 = 77.0868 \text{ J}$$

15 m উচ্চতায় বেগ  $v$  হলে,

$$v^2 = u^2 + 2g(h - 15)$$

$$\text{বা, } v^2 = 0^2 + 2 \times 9.8 \times (50 - 15)$$

$$\text{বা, } v = \sqrt{686}$$

$$\therefore v = 7\sqrt{14} \text{ ms}^{-1}$$

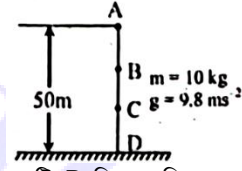
$\therefore$  15 m উচ্চতায় গতিশক্তি,

$$T = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.5244 \times (7\sqrt{14})^2$$

$$= 179.87 \text{ J} > 77.0868 \text{ J}$$

$\therefore$  ভূমি হতে 15 m উচ্চতায় গতিশক্তি ও বিভবশক্তির মধ্যে গতিশক্তির পরিমাণ বেশি হবে।

৫৪.



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

[বরিশাল বোর্ড-২০২০]

- বিভব শক্তি কাকে বলে?
- লভ্য কার্যকর শক্তি কর্মদক্ষতার ওপর নির্ভর করে কেন? ব্যাখ্যা কর।
- A থেকে B অবস্থানে বস্তুটির দূরত্ব নির্ণয় করো।
- যদি  $AC = 25$  হয় তবে A, C ও D বিন্দুতে শক্তির রূপান্তর প্রক্রিয়াটি শক্তির নিত্যতার সূত্র অনুসরণ করে-ব্যাখ্যা করো।

#### ৫৪ নং প্রশ্নের উত্তর

- স্বাভাবিক অবস্থান বা অবস্থা থেকে পরিবর্তন করে কোনো বস্তুকে অন্য কোনো অবস্থান বা অবস্থায় আনলে বস্তুটি কাজ করার যে সামর্থ্য অর্জন করে তাকে এর বিভব শক্তি বলে।
- কর্মদক্ষতা হলো কোনো যন্ত্র মোট গৃহীত শক্তির কত অংশ কাজে রূপান্তরিত করতে পারে তার শতকরা পরিমাণ। অর্থাৎ কোনো যন্ত্রের কর্মদক্ষতা যত বেশি সেটি তার দ্বারা শোষিত শক্তির তত বেশি অংশ কাজে রূপান্তরিত করতে পারে। আমরা জানি, কর্মদক্ষতা,  
 $\eta = \frac{W_{out}}{W_{in}} = \frac{P_{out}}{P_{in}}$   
বা,  $W_{out} = W_{in} \times \eta$   
সুতরাং  $\eta$  বেশি হলে  $W_{out}$  বেশি হবে।  
এ কারণেই লভ্য কার্যকর শক্তি কর্মদক্ষতার ওপর নির্ভর করে।

- ধরি,  
B অবস্থানের উচ্চতা,  $h$   
B অবস্থান বস্তুটির বিভব শক্তি,  
 $V_B = mgh - T_B$   
বা,  $V_B = 10 \times 9.8 \times 50 - 1960$   
বা,  $V_B = 2940 \text{ J}$

এখানে,  
A অবস্থানের উচ্চতা,  
 $H = 50 \text{ m}$   
অভিকর্ষজ ত্বরণ,  
 $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$   
বস্তুর ভর,  
 $m = 10 \text{ kg}$   
B অবস্থানে গতিশক্তি,  
 $T_B = 1960 \text{ J}$

- বা,  $mgh = 2940 \text{ J}$   
বা,  $h = \frac{2940}{10 \times 9.8}$   
 $\therefore h = 30 \text{ m}$   
 $\therefore$  A থেকে B অবস্থানে বস্তুটির দূরত্ব,  
 $= H - h = 50 - 30$   
 $= 20 \text{ m}$  (Ans.)

- A বিন্দুর ক্ষেত্রে,

বিভব শক্তি,

$$V_A = mgh$$

$$= (5 \times 9.8 \times 60)$$

$$= 2940J$$

গতিশক্তি,

$$T_A = \frac{1}{2}mv_A^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 5 \times 0^2 = 0J$$

$$A \text{ বিন্দুতে মোট শক্তি, } E_A = V_A + T_A = 2940 + 0 = 2940J$$

আবার,

B বিন্দুর ক্ষেত্রে,

বিভবশক্তি,

$$V_B = mgh$$

$$= (5 \times 9.8 \times 40)$$

$$= 1960J$$

$$B \text{ বিন্দুতে বেগ } v_B \text{ হলে, } v_B^2 = u^2 + 2g(AB)$$

$$\text{বা, } v_B^2 = 2g \times AB = 2 \times 9.8 \times 20$$

$$\therefore v_B = \sqrt{392} = 14\sqrt{2}ms^{-1}$$

গতিশক্তি,

$$T_B = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times (14\sqrt{2})^2$$

$$\therefore T_B = 980J$$

$$B \text{ বিন্দুতে মোট শক্তি, } E_B = V_B + T_B = 1960 + 980$$

$$\therefore E_B = 2940J$$

আবার, C বিন্দুর ক্ষেত্রে,

বিভবশক্তি,

$$V_C = mgh$$

$$= (5 \times 9.8 \times 20)$$

$$= 980J$$

$$C \text{ বিন্দুতে বেগ } v_C \text{ হলে, } v_C^2 = u^2 + 2g(AC)$$

$$\text{বা, } v_C^2 = 2g(AC) = 2 \times 9.8 \times 40$$

$$\therefore v_C = \sqrt{784} = 28ms^{-1}$$

$$\therefore \text{গতিশক্তি, } T_C = \frac{1}{2}mv_C^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times (28)^2$$

$$\therefore T_C = 1960J$$

$$\therefore C \text{ বিন্দুতে মোট শক্তি, } E_C = V_C + T_C = 980 + 1960$$

$$\therefore E_C = 2940J$$

$$\therefore E_A = E_B = E_C$$

সুতরাং, A, B এবং C বিন্দুতে মোট শক্তি সমান হবে অর্থাৎ শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি বজায় থাকবে।

৫৫. 40 kg ভরের রনি স্থির অবস্থান থেকে  $01.4 ms^{-2}$  সুসম ত্বরণে স্কুলের উদ্দেশ্যে রওনা হয়ে 70 s এ স্কুলে পৌছায়। রনির বড় ভাই জনির ভর 50 kg এবং তাদের বাড়ির ছাদের উচ্চতা 20 m।

[ঢাকা বোর্ড-২০১৯]

(ক) কর্মদক্ষতা কাকে বলে?

(খ) একই উচ্চতার ছাদ থেকে ফেলে দেওয়া একই ভরের 1টি খোলা কাগজের তুলনায় 1টি মোচড়ানো কাগজ ভূমিতে আগে পৌছায় কেন?

(গ) রনির যাত্রাছান থেকে স্কুলের দূরত্ব নির্ণয় কর।

(ঘ) রনির কৃতকাজের সমপরিমাণ কাজ করে জনি 10 kg ভরের বস্ত্র নিয়ে ছাদে পৌছাতে পারবে কি না? মতামত দাও।

৫৫ নং প্রশ্নের উত্তর

এখানে,

A বিন্দুতে

$$\text{উচ্চতা, } h = AD = 60 m$$

$$\text{বেগ, } v_A = 0 ms^{-1}$$

$$\text{বস্ত্র ভর, } m = 5 kg$$

এখানে,

B বিন্দুতে,

উচ্চতা,

$$h = BD = \frac{2}{3} \times 60m$$

$$= 40m$$

$$\therefore AB = (60 - 40)m$$

$$= 20m$$

$$\text{ভর, } m = 5 kg$$

(ক) কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগে যদি বস্তুটির সরণ ঘটে, তাহলে বল এবং বলের দিকে বলের প্রয়োগ বিন্দুর সরণের উপাংশের গুণফলকে কাজ বলে।

(খ) আমরা জানি, ভর  $m$  ও বেগ  $v$  হলে গতিশক্তি,  $T = \frac{1}{2}mv^2$

এ সমীকরণে ভর  $m$  সর্বদা ধনাত্মক এবং বেগ  $v$  ধনাত্মক বা ঋণাত্মক যাই হোক না কেন, বেগের বর্গ অবশ্যই ধনাত্মক হবে। ফলে গতিশক্তি কখনোই ঋণাত্মক হতে পারে না।

(গ) আমরা জানি,

$$\text{মোট প্রদত্ত শক্তি} = P \times t$$

$$= (10000 \times 180)J$$

$$= 1.8 \times 10^6J$$

$$\text{লভ্য কার্যকর শক্তি} = mgh$$

$$= 2000 \times 9.8 \times 90$$

$$= 1.764 \times 10^6J$$

এখানে,

ক্ষমতা,

$$P = 10kW = 10000W$$

সময়,

$$t = 3min = 3 \times 60s = 180s$$

$$\text{উচ্চতা, } h = 90 m$$

$$\text{ভর, } m = 2000 kg$$

$$\text{কর্মদক্ষতা, } \eta = ?$$

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

$$= \frac{1.764 \times 10^6}{1.8 \times 10^6} \times 100\% = 0.98 \times 100\%$$

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

(ঘ) আমরা জানি,

ব্যয়িত শক্তি,

$$E = mgh$$

$$= 1000 \times 9.8 \times 30$$

$$= 2.94 \times 10^5J$$

কর্মদক্ষতা পরিবর্তনের ফলে

নতুন ব্যয়িত শক্তি  $E'$  হবে

$$E' = \eta P \times t$$

$$= 0.75 \times 15000 \times 30$$

$$= 3.375 \times 10^5J$$

$$\text{সুতরাং, } \frac{E'}{E} = \frac{3.375 \times 10^5}{2.94 \times 10^5}$$

$$\text{বা, } E' = 1.148E$$

সুতরাং, ব্যয়িত শক্তি পূর্বের 1.148 গুণ হবে।

৫৬. 20 kg ভরের একটি বস্তুকে ভূমি হতে 40 m উচ্চ স্থান থেকে মুক্তভাবে ছেড়ে দেওয়া হলো।

[রাজশাহী বোর্ড-২০১৯]

(ক) কর্মদক্ষতা কাকে বলে?

(খ) শক্তি ও কাজের একক অভিন্ন কেন? ব্যাখ্যা কর।

(গ) ভূমি হতে কত উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক-তৃতীয়াংশ হবে নির্ণয় কর।

(ঘ) সর্বোচ্চ উচ্চতার এবং পতনের 2 sec পর শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি অনুসৃত হবে কি না? যুক্তি দ্বারা তোমার মতামত বিশ্লেষণ কর।

৫৬ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) কোনো যন্ত্রের কার্যকর ক্ষমতা এবং ঐ যন্ত্রের মোট প্রদত্ত ক্ষমতার অনুপাতকে কর্মদক্ষতা বলে।

(খ) কোনো বস্তুর কাজ করার সামর্থ্যই হচ্ছে শক্তি। কাজ করা মানে শক্তিকে এক অবস্থা থেকে অন্য অবস্থায় রূপান্তরিত করা। এক্ষেত্রে কৃতকাজ ও রূপান্তরিত শক্তির পরিমাণ সমান। এর অর্থ হচ্ছে বস্তুটি সর্বমোট যে পরিমাণ কাজ করতে পারে তাই হচ্ছে শক্তি। যেহেতু কোনো বস্তুর শক্তির পরিমাপ করা হয় তার দ্বারা সম্পন্ন কাজের পরিমাণ থেকে, সুতরাং কাজ ও শক্তির একক একই এবং তা হলো জুল (J)।

(গ) ধরি, ভূমি হতে  $h$  উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক-তৃতীয়াংশ হবে

$$\text{অর্থাৎ, } V = \frac{1}{3}T$$

$$\text{বা, } T = 3V$$

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

$$\text{বা, } \frac{1}{2}v^2 = 3gh$$

$$\text{বা, } v^2 = 6gh$$

$$\text{বা, } 2g(40 - h) = 6gh [\because v^2 = 2g(40 - h)]$$

$$\text{বা, } 40 - h = 3h$$

$$\text{বা, } 4h = 40$$

$$\therefore h = 10\text{m}$$

অতএব, ভূমি হতে 10 m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক-তৃতীয়াংশ হবে।

(ঘ) এখানে, ভর,  $m = 20\text{kg}$

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

$$\text{সর্বোচ্চ উচ্চতায় গতিশক্তি, } T = 0$$

$$\text{সর্বোচ্চ বিভব শক্তি,}$$

$$V = mg \times 40\text{m}$$

$$= 20\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} \times 40\text{m} = 7840\text{J}$$

$$\therefore \text{সর্বোচ্চ উচ্চতায় মোট শক্তি,}$$

$$E = T + V$$

$$= 0 + 7840\text{J} = 7840\text{J}$$

$$\text{পতনের } 2\text{ s পর বেগ, } v = gt = 9.8\text{ms}^{-2} \times 2\text{s} = 19.6\text{ms}^{-1}$$

$$2\text{ s পর গতিশক্তি,}$$

$$T' = \frac{1}{2}mv^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 20\text{kg} \times (19.6\text{ms}^{-1})^2 = 3841.6\text{J}$$

$$\text{পতনের } 2\text{ s পর অতিক্রান্ত দূরত্ব,}$$

$$x = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 9.8\text{ms}^{-2} \times (2\text{s})^2\text{m} = 19.6\text{m}$$

$$\therefore 2\text{ s পর বিভবশক্তি,}$$

$$V = mg(40 - x)$$

$$= 20\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} \times (40 - 19.6)\text{m}$$

$$\therefore V' = 3998.4\text{J}$$

$$\therefore \text{পতনের } 2\text{ s পর মোট শক্তি,}$$

$$E' = V' + T'$$

$$= 3998.4\text{J} + 3841.6\text{J} = 7840\text{J}$$

$$\text{উপরোক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যাচ্ছে যে, } E = E'$$

অতএব, সর্বোচ্চ উচ্চতায় এবং পতনের 2 sec পর শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি অনুসৃত হবে।

[বি.দ্র. পতনকালের পরিবর্তে পতনের 2 s পর ধরে সমাধান করা হয়েছে।]

৫৭. তিনটি মোটরের কর্মদক্ষতা যথাক্রমে 35%, 40% এবং 45%। তাদের প্রত্যেকটির ক্ষমতা 0.5 kW। 1ম মোটরের সাহায্যে ভূপৃষ্ঠ হতে 20 m উচ্চতায় রাখা ট্যাংকে পানি তুলতে 5 মিনিট সময় লাগে।

[যশোর বোর্ড-২০১৯]

(ক) গতিশক্তি কাকে বলে?

(খ) গতিশীল বস্তুর অর্জিত গতিশক্তি বেগের সাথে কীভাবে সম্পর্কিত? ব্যাখ্যা কর।

(গ) ট্যাংকটি পূর্ণ অবস্থায় পানির অর্জিত বিভবশক্তি নির্ণয় কর।

(ঘ) তিনটি মোটর দিয়ে পৃথকভাবে ট্যাংকটি পূর্ণ করলে, কৃতকাজের কোনো পরিবর্তন হবে কি? যৌক্তিক মতামত দাও।

#### ৫৭ নং প্রশ্নের উত্তর

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

(খ) m ভরের কোনো বস্তুর উপর F বল প্রয়োগ করার ফলে বস্তুর সরণ যদি s হয় তবে, গতিশক্তি = কৃতকাজ =  $F \times s$

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

$$\text{কিন্তু } v^2 = u^2 + 2as [\because u = 0]$$

$$\text{বা, } as = \frac{v^2}{2}$$

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

$$\text{অর্থাৎ গতিশক্তি, } = \frac{1}{2} \times \text{ভর} \times (\text{বেগ})$$

এটাই গতিশক্তি এবং বেগের মধ্যে সম্পর্ক।

(গ) এখানে,

$$1\text{ম মোটরের কর্মদক্ষতা, } \eta = 35\% = 0.35$$

$$\text{ক্ষমতা, } P = 0.5\text{kW} = 500\text{W}$$

$$\text{ট্যাংকের উচ্চতা, } h = 20\text{m}$$

$$\text{প্রয়োজনীয় সময়, } t = 5\text{min} = 300\text{s}$$

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

$$1\text{ম মোটরের কার্যকর ক্ষমতা } P' \text{ হলে,}$$

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

$$\text{বা, } P' = \eta P = 0.35 \times 500\text{W} = 175\text{W}$$

$$\text{ট্যাংকের পানির ভর} = m \text{ kg (ধরি)}$$

$$\text{পানির অর্জিত বিভবশক্তি, } V = mgh = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } P' = \frac{mgh}{t}$$

$$\text{বা, } mgh = P't$$

$$\text{বা, } V = 175\text{W} \times 300\text{s} = 52500\text{J}$$

অতএব, ট্যাংকটি পূর্ণ অবস্থায় পানির অর্জিত বিভবশক্তি 52500 J।

(ঘ) এখানে, তিনটি মোটরের কর্মদক্ষতা যথাক্রমে,

$$\eta_1 = 35\% = 0.35, \eta_2 = 40\% = 0.4 \quad \text{এবং} \quad \eta_3 = 45\% = 0.45$$

$$\text{মোটরগুলোর ক্ষমতা, } P = 0.5\text{kW} = 500\text{W}$$

$$\text{ট্যাংকে পানির ভর } m \text{ হলে,}$$

$$mgh = 52500 \text{ [গ নং থেকে প্রাপ্ত]}$$

$$\text{বা, } m = \frac{52500}{gh} = \frac{52500\text{J}}{9.8\text{ms}^{-2} \times 20\text{m}} = \frac{1875}{7} \text{kg}$$

$$\therefore \text{ট্যাংকে পানি উঠাতে কৃতকাজ } W \text{ হলে, } W = mgh = 52500\text{J}$$

এখন, ট্যাংকটি পূর্ণ করতে মোটরত্রয়ের প্রয়োজনীয় সময় যথাক্রমে,  $t_1, t_2$  ও  $t_3$

এবং কার্যকর ক্ষমতা যথাক্রমে  $P'_1, P'_2$  ও  $P'_3$  হলে,

$$t_1 = 5 \text{ মিনিট [প্রদত্ত]}$$

$$\text{আবার, } P'_2 t_2 = W$$

$$\text{বা, } \eta_2 P t_2 = W$$

$$\text{বা, } t_2 = \frac{W}{\eta_2 P} = \frac{52500\text{J}}{0.45 \times 500\text{W}} = 262.5\text{s} = 4.375 \text{ মিনিট}$$

$$\text{আবার, } P'_3 t_3 = W$$

$$\text{বা, } \eta_3 P t_3 = W$$

$$\text{বা, } t_3 = \frac{W}{\eta_3 P} = \frac{52500\text{J}}{0.45 \times 500\text{W}} = 233.33\text{s} = 3.89 \text{ মিনিট}$$

$$\text{এখানে, } t_1 \neq t_2 \neq t_3$$

অতএব, তিনটি মোটর দিয়ে পৃথকভাবে ট্যাংকটি পূর্ণ করলে কৃতকাজের কোনো পরিবর্তন হবে না। তবে তিনটি মোটরের জন্য প্রয়োজনীয় সময় পৃথক হবে।

৫৮. রহিমের ভর 40 kg ও করিমের ভর 80 kg। তারা উভয়েই নির্দিষ্ট অবস্থান থেকে 200 m দৌড় প্রতিযোগিতা শুরু করলে যথাক্রমে 100 sec ও 200 sec এর গন্তব্যে পৌছায়। প্রতিযোগিতা শেষে তাদের বিজ্ঞান শিক্ষক বলেন, 'তোমাদের দু'জনের ক্ষমতা ভিন্ন হলেও, কৃতকাজ সমান হয়েছে'।

[কুমিল্লা বোর্ড-২০১৯]

(ক) কর্মদক্ষতা কাকে বলে?

(খ) লভ্য কার্যকর শক্তি কর্মদক্ষতার উপর নির্ভর করে কেন? ব্যাখ্যা কর।

(গ) 1ম বালকের কর্মদক্ষতা 40% হলে, ক্ষমতা কত হবে নির্ণয় কর।

(ঘ) বিজ্ঞান শিক্ষকের উক্তিটির যৌক্তিক কারণ ছিল কি? তোমার মতামত দাও।

#### ৫৮ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) কোনো যন্ত্রের কার্যকর ক্ষমতা এবং ঐ যন্ত্রের মোট প্রদত্ত ক্ষমতার অনুপাতকে কর্মদক্ষতা বলে।

(খ) কর্মদক্ষতা হচ্ছে কোনো যন্ত্রের মোট গৃহিত শক্তির কত অংশ কাজে রূপান্তরিত করতে পারে তার শতকরা পরিমাণ। অর্থাৎ কোনো যন্ত্রের কর্মদক্ষতা যত বেশি সেটি তার দ্বারা শোষিত শক্তির তত বেশি অংশ কাজে রূপান্তরিত করতে সক্ষম। আবার কর্মদক্ষতা যত কম সেটি তার দ্বারা গৃহিত শক্তির তত কম অংশ কাজে



রূপান্তরিত করতে পারবে। অতএব, উপরোক্ত আলোচনা থেকে স্পষ্ট প্রতিয়মান-  
লভ্য কার্যকর শক্তি কর্মদক্ষতার উপর নির্ভর করে।

(গ) ১ম বালকের ত্বরণ,  $a_1$  হলে,

$$s = \frac{1}{2} a_1 t_1^2 \quad \left| \begin{array}{l} \text{এখানে,} \\ \text{অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s = 200\text{m} \\ \text{সময়, } t_1 = 100\text{s} \\ \text{ভর, } m_1 = 40\text{kg} \end{array} \right.$$

$$\text{বা, } a_1 = \frac{2s}{t_1^2} = \frac{2 \times 200\text{m}}{(100\text{s})^2}$$

$$= 0.04\text{ms}^{-2}$$

$$\therefore \text{প্রথম বালকের কার্যকর ক্ষমতা, } P_1 = \frac{m_1 a_1 s}{t_1}$$

$$= \frac{40\text{kg} \times 0.04\text{ms}^{-2} \times 200\text{m}}{100\text{s}} = 3.2\text{W}$$

$$\therefore \text{১ম বালকের ক্ষমতা, } P_1 = \frac{P_1}{\eta_1} = \frac{3.2}{0.4} \text{W} = 8\text{W}$$

(ঘ) 'গ' হতে পাই, ১ম বালকের ত্বরণ,  $a_1 = 0.04\text{ms}^{-2}$

এবং ১ম বালকের কার্যকর ক্ষমতা,  $P_1 = 3.2\text{W}$

$\therefore$  ১ম বালকের কৃতকাজ,

$$W_1 = m_1 a_1 s$$

$$= 40\text{kg} \times 0.04\text{ms}^{-2} \times 200\text{m} = 320\text{J}$$

২য় বালকের ক্ষেত্রে:

$$\text{ত্বরণ } a_2 \text{ হলে,} \quad \left| \begin{array}{l} \text{এখানে,} \\ \text{অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s = 200\text{m} \\ \text{সময়, } t_2 = 200\text{s} \\ \text{ভর, } m_2 = 80\text{kg} \end{array} \right.$$

$$s = \frac{1}{2} a_2 t_2^2$$

$$\text{বা, } a_2 = \frac{2s}{t_2^2} = \frac{2 \times 200\text{m}}{(200\text{s})^2}$$

$$= 0.01\text{ms}^{-2}$$

২য় বালকের কৃতকাজ,

$$W_2 = m_2 a_2 s$$

$$= 80\text{kg} \times 0.01\text{ms}^{-2} \times 200\text{m}$$

$$= 160\text{J}$$

$$\therefore \text{২য় বালকের কার্যকর ক্ষমতা, } P_2 = \frac{W_2}{t_2} = \frac{160\text{J}}{200\text{s}} = 0.8\text{W}$$

উপরোক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যাচ্ছে যে,  $W_1 \neq W_2$  এবং  $P_1 \neq P_2$   
অর্থাৎ বালকদ্বয়ের ক্ষমতা ও কৃতকাজ কোনটিই সমান নয়।

অতএব, বিজ্ঞান শিক্ষকের উক্তির কোনো যৌক্তিক কারণ ছিল না।

৫৯. 1kW ক্ষমতার একটি ইঞ্জিন দ্বারা 100 kg পানি 5 m উচ্চতায় তুলতে 10 s সময় লাগে।

[চট্টগ্রাম বোর্ড-২০১৯]

(ক) সাম্য বল কাকে বলে?

(খ) দুটি বস্তুকে একই বল প্রয়োগ করলে বেগ সমান হয় না- ব্যাখ্যা কর।

(গ) সম্পূর্ণ পানি উত্তোলন করতে কৃতকাজের পরিমাণ নির্ণয় কর।

(ঘ) যদি সম্পূর্ণ পানি উত্তোলন করতে 2s সময় বেশি লাগে তবে কর্মদক্ষতার  
কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

৫৯ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লব্ধি শূন্য হয় অর্থাৎ  
বস্তুটি সাম্যাবস্থায় থাকে, তবে ঐ বলগুলোকে সাম্য বল বলে।

(খ) নিউনের ২য় সূত্রানুসারে, বল,  $F = ma = m \left( \frac{v-u}{t} \right)$

$$\text{বা, } F = \frac{mv}{t} \quad [\text{আদিবেগ, } u = 0]$$

$$\text{বা, } v = \frac{Ft}{m}$$

এই সমীকরণ হতে দেখা যায়, বস্তুর বেগ  $v$ , বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল ( $F$ ), বলের  
ক্রিয়াকালীন সময় ( $t$ ) এবং বস্তুর ভরের ( $m$ ) উপর নির্ভর করে। তাই ভিন্ন ভরের  
দুটি বস্তুর উপর সমান বল প্রয়োগ করলে বেগ সমান হবে না। আবার, একই  
ভরের দুটি বস্তুর উপর সমান সময় ধরে বল প্রয়োগ না করলেও বেগ সমান হয়  
না।

(গ) উদ্দীপক হতে, পানির ভর,  $m = 100\text{kg}$

উচ্চতা,  $h = 5\text{m}$

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

কৃতকাজ,  $W = ?$

আমরা জানি,

$$W = mgh = 100\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} \times 5\text{m}$$

$$\therefore W = 4.9 \times 10^3\text{J}$$

সুতরাং সম্পূর্ণ পানি উত্তোলন করতে কৃতকাজের পরিমাণ হবে  $4.9 \times 10^3\text{J}$ ।

(ঘ) 'গ' হতে পাই, কৃতকাজ,  $W = 4.9 \times 10^3\text{J}$

সময়,  $t_1 = 10\text{s}$

মোট ক্ষমতা,  $P' = 1\text{kW} = 1000\text{W}$

$$\text{১ম ক্ষেত্রে, কার্যকর ক্ষমতা, } P_1 = \frac{W}{t_1} = \frac{4.9 \times 10^3\text{J}}{10\text{s}} = 490\text{W}$$

$$\text{২য় ক্ষেত্রে, সময়, } t_2 = 10\text{s} + 2\text{s} = 12\text{s}$$

$$\text{কার্যকর ক্ষমতা, } P_2 = \frac{W}{t_2} = \frac{4.9 \times 10^3\text{J}}{12\text{s}} = 408.33\text{W}$$

১ম ক্ষেত্রে কর্মদক্ষতা,

$$\eta_1 = \frac{P_1}{P'} \times 100\%$$

$$= \frac{490\text{W}}{1000\text{W}} \times 100\% = 49\%$$

২য় ক্ষেত্রে কর্মদক্ষতা,

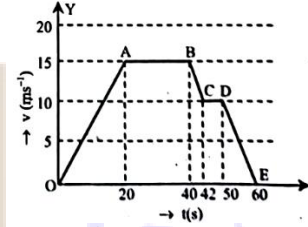
$$\eta_2 = \frac{P_2}{P'} \times 100\%$$

$$= \frac{408.33\text{W}}{1000\text{W}} \times 100\%$$

$$= 40.833\%$$

$$\therefore \text{কর্মদক্ষতা হ্রাস পাবে} = \eta_1 - \eta_2 = 49\% - 40.833\% = 8.167\%$$

৬০. একটি গাড়ির বেগ-সময় লেখচিত্র নির্দেশ করে:



গাড়ির ভর 2000 kg

[সিলেট বোর্ড-২০১৯]

(ক) প্রসঙ্গ কাঠামো কাকে বলে?

(খ) নির্দিষ্ট দিকে সমদ্রুতিতে একই দূরত্বে একটি প্রাইভেটকার ও একটি  
মালবাহী ট্রাক কোনটি থামানো কষ্টসাধ্য? ব্যাখ্যা কর।

(গ) উদ্দীপকের গাড়ির ১ম 15 সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর।

(ঘ) যদি উদ্দীপকের গ্রাফটির Y অক্ষ উচ্চতা (একক মিটারে) নির্দেশ করে  
তাহলে উচ্চতা বনাম সময় এবং বেগ বনাম সময় লেখচিত্রদ্বয় থেকে  
A, C, E বিন্দুতে বিভব ও গতিশক্তির তুলনা কর।

৬০ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) যে দৃঢ় বস্তুর সাপেক্ষে কোনো বস্তুর গতি বর্ণনা করা হয় তাকে প্রসঙ্গ কাঠামো  
বলে।

(খ) নির্দিষ্ট দিকে সমদ্রুতিতে চলমান একটি প্রাইভেট কার ও একটি মালবাহী ট্রাকের  
মধ্যে একই দূরত্বে মালবাহী ট্রাককে থামানো কষ্টসাধ্য। কারণ, গতিশীল প্রাইভেট  
কার অপেক্ষা মালবাহী ট্রাকের ভরবেগ বেশি, ফলে এর গতি জড়তাও বেশি।  
আমরা জানি, পদার্থের জড়তার পরিমাপ হলো ভর অর্থাৎ মালবাহী ট্রাককে  
থামাতেও বেশি বল প্রয়োগ করতে হবে। অর্থাৎ একই দূরত্বে মালবাহী ট্রাকটি  
থামানো বেশি কষ্টসাধ্য।

(গ) এখানে, ১ম 20 সেকেন্ডের ক্ষেত্রে,

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

$$\text{শেষবেগ, } v = 15\text{ms}^{-1}$$

$$\text{সময়, } t = 20\text{s}$$

$$\therefore \text{ত্বরণ, } a = \frac{v-u}{t} = \frac{15\text{ms}^{-1}-0\text{ms}^{-1}}{20\text{s}} = \frac{3}{4}\text{ms}^{-2}$$

এখন, ১ম 15 সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব  $s$  হলে,

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

এখানে,  
সময়,

$$= 0 \times 15s + \frac{1}{2} \times \frac{3}{4} \text{ms}^{-2} \times (15s)^2 \quad \left| \begin{array}{l} t_1 = 15s \\ \text{ত্বরণ, } a = \frac{3}{4} \text{ms}^{-2} \end{array} \right.$$

$$= 84.375 \text{m}$$

অতএব, উদ্দীপকের গাড়ির ১ম ১৫ সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব ৮৪.৩৭৫ m.

(ঘ) এখানে, গাড়ির ভর,  $m = 2000 \text{kg}$

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

এখন, উচ্চতা বনাম সময় লেখচিত্র ধরে পাই,

A, C, E বিন্দুর উচ্চতা যথাক্রমে,

$$h_A = 15 \text{m}, h_C = 10 \text{m} \text{ এবং } h_E = 0 \text{m}$$

$\therefore$  A বিন্দুতে বিভবশক্তি,

$$V_A = mgh_A$$

$$= 2000 \text{kg} \times 9.8 \text{ms}^{-2} \times 15 \text{m}$$

$$= 294000 \text{ J}$$

C বিন্দুতে বিভবশক্তি,

$$V_C = mgh_C$$

$$= 2000 \text{kg} \times 9.8 \text{ms}^{-2} \times 10 \text{m}$$

$$= 196000 \text{ J}$$

E বিন্দুতে বিভবশক্তি,

$$V_E = mgh_E$$

$$= 2000 \text{kg} \times 9.8 \text{ms}^{-2} \times 0 \text{m} = 0 \text{J}$$

আবার, বেগ বনাম সময় লেখচিত্র ধরে পাই,

A, C, E বিন্দুতে বেগ যথাক্রমে,

$$v_A = 15 \text{ms}^{-1}, v_C = 10 \text{ms}^{-1}$$

$$\text{এবং } v_E = 0 \text{ms}^{-1}$$

$\therefore$  A বিন্দুতে গতিশক্তি,

$$T_A = \frac{1}{2} mv_A^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 2000 \text{kg} \times (15 \text{ms}^{-1})^2$$

$$= 225000 \text{ J}$$

C বিন্দুতে গতিশক্তি,

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

$$= \frac{1}{2} \times 2000 \text{kg} \times (10 \text{ms}^{-1})^2$$

$$= 100000 \text{ J}$$

E বিন্দুতে গতিশক্তি,

$$T_E = \frac{1}{2} mv_E^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 2000 \text{kg} \times (0 \text{ms}^{-1})^2 = 0 \text{J}$$

এখানে,  $V_A > T_A$ ;  $V_C > T_C$ ;  $V_E = T_E$

অতএব, A ও C বিন্দুতে বিভবশক্তির মান গতিশক্তি অপেক্ষা বেশি হবে এবং E বিন্দুতে বিভবশক্তি ও গতিশক্তি উভয়ই শূন্য হবে।

৬১. ৮ kg ও ৪ kg ভরের দুইটি বস্তু একই সরলরেখা বরাবর চলছিল। উহাদের বেগ যথাক্রমে  $15 \text{ms}^{-1}$  ও  $10 \text{ms}^{-1}$  ছিল। কোনো এক সময় প্রথম বস্তুটি দ্বিতীয় বস্তুটিকে ধাক্কা দেয়। ফলে প্রথম বস্তুর বেগ  $10 \text{ms}^{-1}$  হয়।

[বরিশাল বোর্ড-২০১৯]

(ক) সাম্যবল কাকে বলে?

(খ) ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল সর্বদা ভিন্ন বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল-ব্যাখ্যা কর।

(গ) প্রথম বস্তুটির বলের ঘাত কত?

(ঘ) উদ্দীপকের ঘটনায় গতিশক্তি সংরক্ষিত হয় কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও।

#### ৬১ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লব্ধি শূন্য হয় অর্থাৎ বস্তু সাম্যাবস্থায় থাকে, তবে ঐ বলগুলোকে সাম্য বল বলে।

(খ) ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া সর্বদা ভিন্ন বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল। নিউটনের ৩য় সূত্রানুসারে, একটি বস্তু অপর একটি বস্তুর উপর বল প্রয়োগ করলে অপর বস্তুটিও ১ম বস্তুর উপর সমান ও বিপরীতমুখী বল প্রয়োগ করে। অর্থাৎ প্রত্যেকটি ক্রিয়ারই একটি সমান ও বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া আছে। যেমন, আমরা যখন হাটি তখন আমরা মাটির উপর

ক্রিয়াবল প্রয়োগ করি। মাটিও সমান ও বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া বল আমাদের উপর প্রয়োগ করে। মাটিও সমান ও বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া বল আমাদের উপর প্রয়োগ করে। ফলে আমরা হাটে পারি। অর্থাৎ ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া দুটি ভিন্ন বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল হয়।

(গ) এখানে, প্রথম বস্তুর ভর,  $m_1 = 8 \text{kg}$

$$\text{সংঘর্ষের পূর্বে ১ম বস্তুর বেগ, } u_1 = 15 \text{ms}^{-1}$$

$$\text{সংঘর্ষের পরে ১ম বস্তুর বেগ, } v_1 = 10 \text{ms}^{-1}$$

আমরা জানি, বলের ঘাত,  $j =$  ভর বেগের পরিবর্তন

$$= m_1(u_1 - v_1)$$

$$= 8 \text{kg}(15 \text{ms}^{-1} - 10 \text{ms}^{-1}) = 40 \text{kgms}^{-1}$$

অতএব, প্রথম বস্তুটির বলের ঘাত  $40 \text{kgms}^{-1}$

(ঘ) এখানে,

$$\text{১ম বস্তুর ভর, } m_1 = 8 \text{kg}; \text{ ২য় বস্তুর ভর, } m_2 = 4 \text{kg}$$

$$\text{সংঘর্ষের পূর্বে ১ম বস্তুর বেগ, } u_1 = 15 \text{ms}^{-1}$$

$$\text{সংঘর্ষের পর ১ম বস্তুর বেগ, } v_1 = 10 \text{ms}^{-1}$$

$$\text{সংঘর্ষের পূর্বে ২য় বস্তুর বেগ, } u_2 = 10 \text{ms}^{-1}$$

ধরি, সংঘর্ষের পর ২য় বস্তুর বেগ  $V_2$  হয়েছিল

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুসারে,

আমরা জানি,

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$\text{বা, } v_2 = \frac{m_1 u_1 + m_2 u_2 - m_1 v_1}{m_2} = \frac{8 \text{kg} \times 15 \text{ms}^{-1} + 4 \text{kg} \times 10 \text{ms}^{-1} - 8 \text{kg} \times 10 \text{ms}^{-1}}{4 \text{kg}}$$

$$\therefore v_2 = 20 \text{ms}^{-1}$$

সংঘর্ষের পূর্বে বস্তুদ্বয়ের গতিশক্তির সমষ্টি,

$$T = \frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 8 \text{kg} \times (15 \text{ms}^{-1})^2 + \frac{1}{2} \times 4 \text{kg} \times (10 \text{ms}^{-1})^2 = 1100 \text{J}$$

সংঘর্ষের পরে বস্তুদ্বয়ের গতিশক্তির সমষ্টি,

$$T' = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 8 \text{kg} \times (10 \text{ms}^{-1})^2 + \frac{1}{2} \times 4 \text{kg} \times (20 \text{ms}^{-1})^2$$

$$\therefore T' = 1200 \text{J}$$

উপরোক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যাচ্ছে যে,  $T \neq T'$  অর্থাৎ সংঘর্ষের পূর্বে ও পরে বস্তুদ্বয়ের গতিশক্তির সমষ্টি সমান নয়।

অতএব, উদ্দীপকের ঘটনায় গতিশক্তি সংরক্ষিত হয়নি।

৬২. ১.৯৬ kW ক্ষমতার ও ৫০% কর্মদক্ষতার একটি মোটর ১ মিনিটে ২০ মিটার উচ্চতায় পানি তুলতে সক্ষম। মোটরটির নষ্ট হওয়ায় সমপরিমাণ পানির ঐ উচ্চতায় উঠাতে ৪৮ kg ভরের কোনো ব্যক্তি ২০kg পানি ধারণ ক্ষমতা কোনো পাত্র নিয়ে ২ মিনিটে সমান উচ্চতায় ওঠে। পাত্রের ভর ২ kg।

[দিনাজপুর বোর্ড-২০১৯]

(ক) বিভবশক্তি কাকে বলে?

(খ) নিউক্লিয় বিক্রিয়া পরিবেশ বান্ধব নয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

(গ) সর্বোচ্চ উচ্চতায় পানি পূর্ণ পাত্রসহ ব্যক্তির বিভব শক্তি কত নির্ণয় কর।

(ঘ) সমপরিমাণ পানি একটি নতুন মোটর দিয়ে ৩০ s সময়ে তুলতে চাইলে মোটর দুটির কর্মদক্ষতার পরিবর্তন হবে কি না বিশ্লেষণ কর।

#### ৬২ নং প্রশ্নের উত্তর

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

(খ) নিউক্লিয় বিক্রিয়ায় প্রচুর পরিমাণ শক্তি উৎপন্ন হয়, সাথে আলফা, বিটা বা গামা প্রভৃতি তেজস্ক্রিয় রশ্মিও নির্গত হয়। এসব তেজস্ক্রিয় রশ্মি জীবদেহের জন্য অত্যন্ত ক্ষতিকর। এ কারণে নিউক্লিয় বিক্রিয়া পরিবেশ বান্ধব নয়।

(গ) এখানে, পানিপূর্ণ পাত্রসহ ব্যক্তির ভর,  $m = (48 + 20 + 2) \text{kg} = 70 \text{kg}$

$$\text{উচ্চতা, } h = 20 \text{m}$$

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

$\therefore$  বিভবশক্তি,

$$V = mgh = 70\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} \times 20\text{m} = 13720\text{J}$$

অতএব, সর্বোচ্চ উচ্চতায় পানিপূর্ণ পাত্রসহ ব্যক্তির বিভবশক্তি 13720 J।

(ঘ) এখানে, মোটরের ক্ষমতা,  $P' = 1.96\text{kW} = 1960\text{W}$

সময়,  $t = 1\text{min} = 60\text{s}$

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

কর্মদক্ষতা,  $\eta = 50\%$

মোটরটির কার্যকর ক্ষমতা,  $P = \eta P' = 0.5 \times 1960\text{W} = 980\text{W}$

আমরা জানি,  $P = \frac{mgh}{t}$

$$\text{বা, } m = \frac{Pt}{gh} = \frac{980\text{W} \times 60\text{s}}{9.8\text{ms}^{-2} \times 20\text{m}} = 300\text{kg}$$

নতুন মোটরের কার্যকর ক্ষমতা,

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

$$= \frac{300\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} \times 20\text{m}}{30\text{s}} = 1960\text{W}$$

এখন নতুন মোটরটির ক্ষমতা, 1.96 kW হলে, কর্মদক্ষতা,

$$\eta_2 = \frac{P_2}{1.96 \times 10^3} \times 100\%$$

$$= \frac{1960}{1960} \times 100\%$$

$$= 100\%$$

কর্মদক্ষতার পরিবর্তন,  $\Delta\eta = 100\% - 50\% = 50\%$

অতএব, সমপরিমাণ পানি একই ক্ষমতার একটি নতুন মোটর দিয়ে 30 s সময়ে তুলতে চাইলে নতুন মোটরটির কর্মদক্ষতা পূর্বের মোটর অপেক্ষা 50% বেশি হতে হবে।

৬৩. 250 g ভরের একটি বস্তুকে  $49\text{ms}^{-1}$  বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো।

[সকল বোর্ড-২০১৮]

(ক) কর্মদক্ষতা কাকে বলে?

(খ) ভূ-তাপীয় শক্তিকে কিভাবে ব্যবহারযোগ্য করা যায়? ব্যাখ্যা কর।

(গ) সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠতে বস্তুর কত সময় লাগবে?

(ঘ) দেখাও যে, নিক্ষেপের শুরুতে বস্তুর মোট শক্তি সর্বোচ্চ উচ্চতায় মোট শক্তির সমান।

#### ৬৩ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) কোনো যন্ত্রের কার্যকর ক্ষমতা এবং ঐ যন্ত্রে মোট প্রদত্ত ক্ষমতার অনুপাতকে কর্মদক্ষতা বলে।

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

(গ) ধরি, সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠতে প্রয়োজনীয় সময়,  $t$

উদ্দীপক হতে, আদিবেগ,  $u = 49\text{ms}^{-1}$

শেষবেগ,  $v = 0$

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

আমরা জানি,  $v = u + gt$

বা,  $0 = u + gt$

বা,  $gt = -u$

$$\text{বা, } t = \frac{-u}{g} = \frac{-49\text{ms}^{-1}}{-9.8\text{ms}^{-2}} = 5\text{s}$$

অতএব, সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠতে বস্তুর 5 s সময় লাগবে।

(ঘ) উদ্দীপক অনুসারে, বস্তুর ভর,  $m = 250\text{g} = 0.25\text{kg}$

আদিবেগ,  $u = 49\text{ms}^{-1}$

সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠতে প্রয়োজনীয় সময়,  $t = 5\text{s}$  [গ হতে]

সর্বোচ্চ উচ্চতা,  $h = ?$

নিক্ষেপের শুরুতে-

ধরি, ভূমি হতে বস্তুর উচ্চতা,  $h_1 = 0$

∴ বিভব শক্তি,  $V = mgh_1 = mg \times 0 = 0$

গতিশক্তি,

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

$$= \frac{1}{2} \times 0.25\text{kg} \times (49\text{ms}^{-1})^2 = 300.125\text{J}$$

∴ মোট শক্তি,  $E = V + T = 0 + 300.125\text{J} = 300.125\text{J}$

সর্বোচ্চ উচ্চতায়-

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

$$\text{বা, } 0^2 = u^2 + 2gh$$

$$\text{বা, } h = \frac{-u^2}{2g} = \frac{-(49\text{ms}^{-1})^2}{2(-9.8\text{ms}^{-2})} = 122.5\text{m}$$

বিভব শক্তি,

$$V' = mgh$$

$$= 0.25\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} \times 122.5\text{m} = 300.125\text{J}$$

সর্বোচ্চ উচ্চতায় শেষবেগ,  $v = 0$

∴ গতিশক্তি,  $T' = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m \times 0 = 0$

∴ মোট শক্তি,  $E' = V' + T' = 300.125\text{J} + 0 = 300.125\text{J}$

এখানে,  $E = E'$

অতএব, দেখা যাচ্ছে যে, নিক্ষেপের শুরুতে বস্তুর মোট শক্তি সর্বোচ্চ উচ্চতায় মোট শক্তির সমান।