

নিমার্ণ শ্রমিক রহিম ভূমি হতে 15 মিটার উপরে একসাথে 20টি ইট 2 মিনিটে ওঠাতে পারে। কিন্তু বারেকের একই উচ্চতায় 20টি ওঠাতে 3 মিনিট সময় লাগে। প্রতিটি ইটের ওজন 1 নিউটন।

- (ক) এক অশ্বক্ষমতায় কত ওয়াট?
 (খ) উপরের ঘটনায় কীভাবে কাজ হচ্ছে ব্যাখ্যা করো।
 (গ) বারেকের কাজের হিসাব করো।
 (ঘ) রহিম ও বারেকের মধ্যে কার ক্ষমতা বেশি বলে তুমি মনে করো। গাণিতিক যুক্তি দাও।

উত্তর (ক)

এক অশ্বক্ষমতায় 746 ওয়াট।

উত্তর (খ)

বল প্রয়োগের ফলে কোনো বস্তুর স্থান পরিবর্তনের ঘটনাই হলো কাজ। ওপরের ঘটনায় বারেক ও রহিম দুজনেই কিছু পরিমাণ ইট নিয়ে ভূমি হতে কিছু দূর ওপরে ওঠে। অর্থাৎ বল প্রয়োগের মাধ্যমে ইটকে কিছু দূরত্ব ওপরে ওঠাতে হয়। উপরের ঘটনায় এভাবেই কাজ হচ্ছে।

উত্তর (গ)

আমরা জানি, $W = FS$

এখানে, $S = 15$ মিটার

$F = 20$ টি ইটের ওজন $= 20 \times 1$ নিউটন।

$= 20$ নিউটন

সুতরাং, বারেকের সম্পাদিত কাজ $W = 20 \times 15$ জুল

$= 300$ জুল

উত্তর (ঘ)

একক সময়ে কাজ করার পরিমাণকে ক্ষমতা বলা হয়।

আমরা জানি, $P = \frac{W}{t}$ এবং $W = FS$

এখানে,

রহিম ও বারেক উভয়ের প্রযুক্ত বল $F = 20$ টি ইটের ওজন

$= 20 \times 1$ নিউটন

$= 20$ নিউটন

এবং রহিম ও বারেক উভয়ের সরণ $S = 15$ মিটার

সুতরাং,

রহিম ও বারেক উভয়ের দ্বারা সম্পাদিত কাজ $W = 20 \times 15$ জুল

$= 300$ জুল

রহিমের 300 জুল কাজ করতে সময় লাগে 2 মিনিট

$= 2 \times 60$ সেকেন্ড

$= 120$ সেকেন্ড

$$\therefore \text{রহিমের ক্ষমতা } P = \frac{300 \text{ জুল}}{120 \text{ সেকেন্ড}} = 2.5 \text{ ওয়াট}$$

$$\begin{aligned} \text{সমপরিমাণ এ কাজ সম্পাদান করতে বারেকের সময় লাগে } & 3 \text{ মিনিট} \\ & = 3 \times 60 \text{ সেকেন্ড} \\ & = 180 \text{ সেকেন্ড} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{বারেকের ক্ষমতা } P = \frac{300 \text{ জুল}}{180 \text{ সেকেন্ড}} = 1.67 \text{ ওয়াট}$$

দেখা যাচ্ছে রহিমের ক্ষমতা 2.50 ওয়াট এবং বারেকের ক্ষমতা 1.67 ওয়াট। অর্থাৎ রহিমের ক্ষমতা বারেক অপেক্ষা বেশি।

সৃজনশীল প্রশ্নের উত্তর ♦ ০২

বিদ্যালয়ের বার্ষিক ক্রীড়া প্রতিযোগিতায় 100m দৌড়ে নাজমা প্রথম হন। সে তার নিকটতম প্রতিদ্বন্দ্বী ইতিকে 2s ব্যবধানে পরাজিত করে। ইতি 12s দৌড় শেষ করে। নাজমা ও ইতির ভর যথাক্রমে 50kg ও 45kg।

- | | |
|---|---|
| (ক) গতিশক্তি বলতে কী বুঝ? | ১ |
| (খ) দৌড়ের আগে ও পরে নাজমার শক্তির রূপান্তর ব্যাখ্যা করো। | ২ |
| (গ) দৌড় শেষ হওয়ার পূর্ব মূহূর্তে নাজমার গতিশক্তি কত? | ৩ |
| (ঘ) নাজমা ও ইতির গতিশক্তির তুলনা করো। | ৪ |

উত্তর (ক)

কোনো গতিশীল বস্তু তার গতির জন্য কাজ করার যে সামর্থ্য লাভ করে তাকে গতিশক্তি বলে। যদি কোনো m ভরের বস্তুর বেগ v হয়, তবে ঐ বস্তুর গতিশক্তি $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

উত্তর (খ)

দৌড় শুরু করার পূর্বে নাজমার মধ্যে রাসায়নিক শক্তি সঞ্চিত থাকে। দৌড় শুরু করার পর এই রাসায়নিক শক্তি গতি শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। বাতাসের ঘর্ষণ জনিত বাধা অতিক্রম করতে নাজমার কিছু শক্তি ক্ষয় হবে যা বাতাসের অণুগুলোতে গতিশক্তির সঞ্চয় করবে। দৌড় শেষে নাজমার গতিশক্তি তাপশক্তিতে রূপান্তরিত হবে যার ফলে সে ঘেমে যাবে।

উত্তর (গ)

$$\text{আমরা জানি, } v = \frac{s}{t} \text{ এবং } E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

দেওয়া আছে, নাজমার অতিক্রান্ত দূরত্ব $S = 100m$

$$\text{দৌড় সম্পন্ন করতে নাজমার সময় লেগেছে } t = (12 - 2)s = 10s$$

$$\text{নাজমার ভর } m = 50kg$$

$$\text{নাজমার গতি শক্তি, } E_k = ?$$

নাজমা v বেগে দৌড়ে প্রথম হলে,

$$\text{বেগ } v = \frac{100m}{10s} = 10ms^{-1}$$

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

$$= \frac{1}{2} \times 50kg(10ms^{-1})^2$$

$$= 2500 J (Ans)$$

উত্তর (ঘ)

আমরা জানি, $V = \frac{s}{t}$ এবং $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

দেওয়া আছে,

নাজমার অতিক্রান্ত দূরত্ব $S = 100m$

দৌড় সম্পন্ন করতে নাজমার সময় লেগেছে $t = (12 - 2)s = 10s$

নাজমার ভর $m = 50kg$

বের করতে হবে, নাজমার গতি শক্তি, $E_k = ?$

ধরি, ইতির বেগ = v'

$$\therefore v' = \frac{100m}{10s} = 8.3333ms^{-1}$$

$$\begin{aligned} \text{এবং গতি শক্তি } E_k' &= \frac{1}{2} \times 45kg \times (8.3333ms^{-1})^2 \\ &= 1526.5J \end{aligned}$$

নাজমা ও ইতির গতি শক্তির অনুপাত

$$E_k : E_k' = 2500 : 1526.5 = 1.6 : 1$$

\therefore নাজমার গতি শক্তি ইতির গতি শক্তির 1.6 গুণ।

সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর –০৩

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

- | | |
|--|---|
| (ক) ক্ষমতা কি? | ১ |
| (খ) 50J কাজ বলতে কী বুঝায়? | ২ |
| (গ) যুবকের গতিশক্তি নির্ণয় কর। | ৩ |
| (ঘ) ছাদে উঠার ক্ষেত্রে দুজনার ক্ষমতা সমান ছিল কিনা গাণিতিক যুক্তসহ যাচাই কর। | ৪ |

উত্তর (ক)

উত্তর : কাজ সম্পাদনকারী কোনো ব্যক্তি বা উাসের কাজ করার হারকে ক্ষমতা বলে।

উত্তর (খ)

(খ) 50J কাজ বলতে কী বুঝায়?

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

উত্তর (গ)

(গ) যুবকের গতিশক্তি নির্ণয় কর।

উত্তর : আমরা জানি,

$$\text{গতিশক্তি, } E = \frac{1}{2} m_2 v^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 60 \times 0.5^2 J = 7.5J$$

অতএব যুবকটির গতিশক্তি 7.5J।

এখানে,

$$m = \text{যুবকের ভর} = 60kg$$

$$v = \text{যুবকের বেগ} = 30m \text{ min}^{-1}$$

$$= \frac{30}{60} ms^{-1} = 0.5ms^{-1}$$

$E = \text{যুবকের গতিশক্তি} = ?$

উত্তর (ঘ)

উত্তর : আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \text{ক্ষমতা } P &= \frac{W}{t} \\ &= \frac{mgh}{t} \\ &= mgv \end{aligned}$$

এখানে,
 $W = \text{কৃতকাজ} = \text{বল} \times \text{সরণ}$
 $= \text{ভর} \times \text{অভিকর্ষজ ত্বরণ} \times \text{সরণ}$
 মনে করি, উচ্চতা = hm
 $\therefore W = mgh$

আবার, বেগ $v = \frac{\text{দূরত্ব}}{\text{সময়}} = \frac{h}{t}$

উদ্দীপকে, বালকের ক্ষমতা P এবং যুবকের ক্ষমতা P_2 হলে,

$$\begin{aligned} P_1 &= m_1gv \\ &= 40 \times 9.8 \times 0.5W \\ &= 196W \end{aligned}$$

এবং

$$\begin{aligned} P_1 &= m_1gv \\ &= 60 \times 9.8 \times 0.5W \\ &= 294W \end{aligned}$$

এখানে,
 $m_1 = \text{বালকের ভর} = 40\text{kg}$
 $v = \text{বালকের বেগ} = 30\text{m min}^{-1}$
 $= \frac{30}{60} \text{ms}^{-1} = 0.5\text{ms}^{-1}$
 $m_2 = \text{যুবকের ভর} = 60\text{kg}$
 $v = \text{যুবকের বেগ} = 0.5\text{ms}^{-1}$

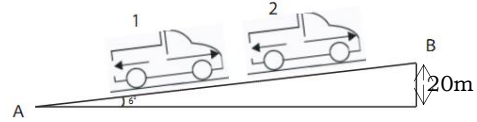
অর্থাৎ, যুবকের ক্ষমতা $P_1 >$ বালকের ক্ষমতা P_2

যেহেতু উভয়ের বেগ একই, তাই যার ভর বেশি তার ক্ষমতা বেশি হবে। যেহেতু যুবকের ভর বেশি তাই তার ক্ষমতা বেশি হয়েছে।

সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর-৪

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং সংশ্লিষ্ট প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

চিত্রে (1) ও (2) নং গাড়িটি ঢাল বেয়ে অবস্থানে পৌঁছাতে সময় নেয় যথাক্রমে 24s এবং 12s. (1) ও (2) নং গাড়িটির ভর যথাক্রমে 5000kg এবং 2000kg.



- | | |
|---|---|
| (ক) শক্তি কী রাশি? | ১ |
| (খ) বস্তুর উপর কিভাবে বিভব শক্তি নির্ভর করে? | ২ |
| (গ) বিভব শক্তির বিবেচনায় (1) নং গাড়িটির ক্ষমতা বের কর। | ৩ |
| (ঘ) গাড়ি দুইটির ক্ষমতার তুলনা করলে কোন গাড়িটির ক্ষমতা বেশি - বিশ্লেষণ কর। | ৪ |

উত্তর (ক)

শক্তি স্কেলার রাশি।

উত্তর (খ)

কোনো বস্তুর উপর উচ্চতা যত বেশি হবে বিভবশক্তি তত বেশি হবে। m ভরের কোনো বস্তু ভূ-পৃষ্ঠ থেকে উচ্চতায় থাকলে বিভবশক্তি $= E = mgh$

সুতরাং ভূপৃষ্ঠ থেকে বস্তুর উচ্চতা বৃদ্ধির সাথে বিভব শক্তি E_p বৃদ্ধি পাবে।

উত্তর (গ)

আমরা জানি, ক্ষমতা $p = \frac{\text{কাজ}}{\text{সময়}} \therefore p = \frac{W}{t}$

এখানে, (1) নং গাড়ির ক্ষেত্রে দেওয়া আছে ভর $m = 5000\text{kg}$

প্রয়োজনীয় সময় $t = 24\text{sec}$

ভূপৃষ্ঠ থেকে উচ্চতা $h = 20\text{m}$

জানি কাজ, $W = mgh$

$$= 5000 \times 9.8 \times 20J$$

$$= 980000J$$

$$\text{সুতরাং ক্ষমতা } p = \frac{980000}{24} W$$

$$= 40833.33W$$

অতএব, গাড়িটির ক্ষমতা = 40833.33W.

উত্তর (ঘ)

উত্তর: আমরা জানি, ক্ষমতা $p = \frac{\text{কাজ}}{\text{সময়}}$

$$1 \text{ নং গাড়ির ভর } m_1 = 5000kg$$

$$1 \text{ নং গাড়ির প্রয়োজনীয় সময় } t_1 = 24s$$

$$2 \text{ নং গাড়ির ভর } m_2 = 2000kg$$

$$2 \text{ নং গাড়ির প্রয়োজনীয় সময় } t_2 = 12s$$

A হতে B পর্যন্ত উল্লম্ব সরণ বা উচ্চতা $h = 20m$

$$1 \text{ নং গাড়ির ক্ষমতা } p_1 = \frac{W_1}{t_1} = \frac{m_1gh}{t_1}$$

$$p_1 = \frac{5000 \times 9.8ms^{-2} \times 20J}{12s}$$

$$\therefore p_1 = 40833.33 W$$

$$2 \text{ নং গাড়ির ক্ষমতা } p_2 = \frac{W_2}{t_2} = \frac{m_2gh}{t_2}$$

$$p_2 = \frac{2000 \times 9.8ms^{-2} \times 20J}{24s}$$

$$\therefore p_2 = 32666.66 W$$

আমরা জানি, কম সময়ে যে যন্ত্র নির্দিষ্ট কাজ সম্পন্ন করতে পারে তার ক্ষমতা বেশি। 2নং গাড়ি 1নং গাড়ির অর্ধেক সময়ে B বিন্দুতে পৌঁছে যায়। সুতরাং সময়েল বিবেচনায় 2 নং গাড়ির ক্ষমতা বেশি হওয়া উচিত ছিল। কিন্তু ফলাফল থেকে দেখা যায় 1 নং গাড়ির ক্ষমতা বেশি কারণ 1 নং গাড়ির ভর 2 নং গাড়ির ভরের দ্বিগুণেরও বেশি হওয়ায় 1 নং গাড়ি 2 নং গাড়ির চেয়ে দ্বিগুণেরও বেশি কাজ করে। ফলে 1 নং গাড়ির ক্ষমতা বেশি।

সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর -৫

2.5kg ভরের একটি বস্তুকে 9.8ms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে ছুড়ে মারা হল। এটি সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠে আবার মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর ন্যায় মাটিতে পতিত হল।

(ক) ওজনহীনতা বলতে কি বুঝ?

১

(খ) পৃথিবীর কেন্দ্রে বস্তুর ওজন শূন্য হয় কেন?

২

(গ) বস্তুটি ছুড়ে মারার 5s পর বস্তুটির গতিশক্তি কত হবে?

৩

(ঘ) দেখাও যে, ভূমি থেকে 100s উপরে বস্তুটির যান্ত্রিক শক্তি এবং ভূমিতে আঘাত করার সময় গতিশক্তি সমান হবে। ৪

উত্তর (খ)

উত্তর : কোনো ব্যক্তির ওপর যদি তার ওজনের সমান ও বিপরীতমুখী কোনো প্রতিক্রিয়া বল ক্রিয়া না করে তবে ঐ ব্যক্তি নিজেকে ওজনহীন মনে করবেন। এরূপ অনুভূতিকে ওজনহীনতা বলে।

উত্তর (খ)

উত্তর : গাণিতিক হিসাব থেকে দেখানো যায় যে, ভূপৃষ্ঠে থেকে যত নিচে যাওয়া যায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ততই কমতে থাকে। এর ফলে পৃথিবীর যত অভ্যন্তরে যাওয়া যায় বস্তুর ওজন তত কমতে থাকে। পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান শূন্য। সুতরাং পৃথিবীর কেন্দ্রে যদি কোনো বস্তুটি নিয়ে যাওয়া যায়, তাহলে বস্তুর ওজন পৃথিবীর কোনো আকর্ষণ থাকবে না, অর্থাৎ বস্তুর ওজন শূন্য হবে।

উত্তর (গ)

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \text{গতিশক্তি } E_k &= \frac{1}{2} mv^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 2.5\text{kg} \times (49)^2 \\ &\text{ms}^{-1} \\ &= 3001.25\text{J} \end{aligned}$$

∴ বস্তুটি ছুড়ে মারার 5s পর বস্তুটির গতিশক্তি 3001.25J হবে।

এখানে,

$$\begin{aligned} \text{সময়, } t &= 5 \text{ s} \\ \text{বস্তুর ভর, } m &= 2.5 \text{ kg} \\ \text{আদিবেগ, } u &= 9.8 \text{ ms}^{-1} \\ \text{শেষবেগ, } v &= u - gt \\ &= 98 - 9.8 \times 5 \\ &= 49\text{ms}^{-1} \end{aligned}$$

উত্তর (ঘ)

ভূমি থেকে 100 উপরে বস্তুটির যান্ত্রিক শক্তি = বিভবশক্তি + গতিশক্তি

$$\text{বিভব শক্তি} = mgh$$

$$= 2.5 \text{ kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} \times 100\text{m}$$

$$= 2450\text{J}$$

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

$$= \frac{1}{2} m(u^2 - 2gh)$$

$$= \frac{1}{2} \times 2.5 \text{ kg} (98^2 \text{m}^2\text{s}^{-2} - 2 \times 9.8 \text{ms}^{-2} \times 100\text{m})$$

$$= 9555\text{J}$$

$$\therefore \text{যান্ত্রিক শক্তি} = (2450 + 955)\text{J}$$

$$= 12005\text{J}$$

$$\text{ভূমিতে আঘাত করার সময়, বস্তুটির গতিশক্তি } E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

$$\text{এখানে, } v^2 = u^2 + 2gH \dots\dots (i)$$

$$\text{আমরা পাই, } u = 0$$

$$\text{এবং } H = \frac{u^2}{2g}$$

নং হতে পাই

$$\therefore v^2 = 2g \times \frac{u^2}{2g}$$

$$= u^2$$

$$= 98^2$$

$$= 9604 \text{ms}^{-1}$$

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

$$= \frac{1}{2} \times 2.5 \times 9604$$

$$= 12005J$$

∴ 100m উচ্চতায় যান্ত্রিক শক্তি = ভূমিতে আঘাত করার সময়ের গতিশক্তি। (দেখানো হলো)

জ্ঞানমূলক প্রশ্নের উত্তরঃ

১। কাজ কাকে বলে?

উত্তর : কোন বস্তুর উপর বল প্রয়োগে যদি বস্তুটির সরণ ঘটে, তাহলে বল এবং বলের দিক বলের প্রয়োগ বিন্দুর সরণের উপাংশের গুণফলকে কাজ বলে।

২। ক্ষমতা কাকে বলে?

উত্তর : কাজ সম্পাদনকারীর কোন ব্যক্তি বা উৎস (যেমন ডায়নামো, ইঞ্জিন বা অন্য কোন যন্ত্র) এর কাজ করার হারকে ক্ষমতা বলে।

অর্থাৎ একক সময়ে ব্যক্তি বা উৎসটি দ্বারা সম্পাদিত কাজের পরিমাণই হচ্ছে ক্ষমতা।

৩। ওয়াট কি?

উত্তর : ওয়াট হল ক্ষমতার আন্তর্জাতিক একক।

সংজ্ঞা: এক সেকেন্ডে এক জুল (J) কাজ করার ক্ষমতাকে এক ওয়াট (W) বলে।

৪। শক্তি কাকে বলে?

উত্তর : কোন ব্যক্তি, বস্তু বা পদার্থের কাজ করার সামর্থ্যকে শক্তি বলে।

একে সাধারণত E দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

৫। কিলোওয়াট ঘণ্টা কাকে বলে?

উত্তর : এক কিলোওয়াট ক্ষমতা সম্পন্ন কোন যন্ত্র এক ঘণ্টা কাজ করলে যে শক্তি ব্যয় হয় তাকে এক কিলোওয়াট ঘণ্টা বা 1KWh বলে।

৬। বিভব শক্তি কাকে বলে?

উত্তর : স্বাভাবিক অবস্থান বা অবস্থা থেকে পরিবর্তন করে কোন বস্তুকে অন্য কোন অবস্থান বা অবস্থায় আনলে বস্তু কাজ করার যে সামর্থ্য অর্জন করে তাকে বিভব শক্তি বা সৈতিক শক্তি বলে।

৭। জুল কাকে বলে?

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

৮। গতিশক্তি কী?

উত্তর : কোনো গতিশীল বস্তু তার গতির জন্য কাজ করার যে সামর্থ্য লাভ করে তাকে গতিশক্তি বলে। যদি কোনো m ভরের

বস্তুর বেগ v হয়, তবে ঐ বস্তুর গতিশক্তি $E_k = \frac{1}{2} mv^2$

৯। **1kWh** সমান কত জুল?

উত্তর :

1kWh সমান $3.6 \times 10^6 J$

১০। এক অশ্বক্ষমতা সমান কত ওয়াট?

উত্তর : এক অশ্বক্ষমতা সমান 746 ওয়াট।

অনুধাবনমূলক প্রশ্নের উত্তরঃ

১। কাজের মাত্রা ও একক নির্ণয় কর?

উত্তর : কাজের মাত্রা নির্ণয়

কাজের সংজ্ঞানুযায়ী, কাজ = বল \times বলের দিক সরণের উপাংশ। অর্থাৎ কাজ = বল \times সরণ

= ভর \times ত্বরণ \times সরণ [\because নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্রানুযায়ী, বল = ভর \times ত্বরণ]

= ভর $\times \frac{\text{বেগের পরিবর্তন}}{\text{সময়}} \times \text{সরণ}$

= ভর $\times \frac{\text{সরণ}}{\text{সময়} \times \text{সময়}} \times \text{সরণ} \left[\because \text{বেগ} = \frac{\text{সরণ}}{\text{সময়}} \right]$

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

\therefore কাজের মাত্রা [W] = $\frac{\text{ভরের মাত্রা} \times (\text{সরণের মাত্রা})^2}{(\text{সময়ের মাত্রা})^2}$

= $\left[\frac{ML^2}{T^2} \right] = [ML^2T^{-2}]$

কাজের একক নির্ণয় :

যেহেতু, কাজ = বল \times সরণ

\therefore কাজের একক = বলের একক \times সরণের একক

= নিউটন (N) \times মিটার (m) = Nm

কাজের আন্তর্জাতিক একক জুল (J)।

অর্থাৎ, 1 J = 1 Nm

২। **100J** কাজ বলতে কি বোঝায়?

উত্তর : 100J কাজ বলতে বোঝায়

(i) 1N বল প্রয়োগের দ্বারা বলের দিকে বলের প্রয়োগ বিন্দুকে 100m সরতে যে কাজ করা হয় তা।

(ii) 100N বল প্রয়োগের দ্বারা বলের দিকে বলের প্রয়োগ বিন্দুকে 1m সরতে যে কাজ করা হয় তা।

৩। কোন গাড়ির গতি শক্তি 5×10^6 জুল বলতে কি বুঝ?

উত্তর : কোন গাড়ির গতি শক্তি 5×10^6 J এর অর্থ

(১) গাড়িটিকে বাহির থেকে বল প্রয়োগ করে থামাতে হলে, থেমে যাওয়ার আগের মুহূর্ত পর্যন্ত গাড়িটি ঐ বলের বিরুদ্ধে 5×10^6 J পরিমাণ কাজ করতে পারে।

(২) গাড়িটি একটি নির্দিষ্ট বেগে থাকলে গতির জন্য 5×10^6 J কাজ করতে পারে।

৪। কর্মদক্ষতা বলতে কি বুঝ?

উত্তর : কোন যন্ত্রের কর্মদক্ষতা বলতে যন্ত্র থেকে মোট যে কার্যকর শক্তি পাওয়া যায় এবং মোট মোট যে শক্তি দেওয়া হয়েছে তার অনুপাতকে বোঝায়।

কর্মদক্ষতাকে সাধারণত η (গ্রীক ইটা) দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

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

একক: এর কোন একক নেই। কর্মদক্ষতাকে সাধারণত শতকরা হিসেবে প্রকাশ করা হয়ে থাকে।

প্র্যাকটিস অংশঃ জ্ঞান (ক) ও অনুধাবনমূলক (খ) প্রশ্নঃ

১. কাজ কী? ব্যাখ্যা কর।
২. কাজের রাশিমালা প্রতিপাদন কর।
৩. কাজের মাত্রা সমীকরণ বের কর।
৪. জুল,বলের দ্বারা কাজ ও বলের বিরুদ্ধে কাজ কী?
৫. অভিকর্ষ বলের প্রভাবে কাজ ও অভিকর্ষের বিরুদ্ধে কাজ কী?
৬. শক্তি কী? ব্যাখ্যা কর।
৭. শক্তি ছাড়া কোন কিছু চলতে পারে না কেন?
৮. শক্তির প্রধান প্রধান উৎস গুলোর নাম লিখ এবং বিবরণ দাও।
৯. শক্তির বিভিন্ন রূপগুলির নাম লিখ।
১০. গতিশক্তি কী? ব্যাখ্যা কর।
১১. প্রমাণ কর যে, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$
১২. গতিশক্তি বস্তুর ভর ও গতির উপর নির্ভরশীল কেন?
১৩. বিভবশক্তি কী? ব্যাখ্যা কর।
১৪. স্প্রিং এর ক্ষেত্রে বিভবশক্তি ব্যাখ্যা কর।
১৫. প্রমাণ কর যে, $E_p = mgh$
১৬. বিভবশক্তি বস্তুর ভর ও উচ্চতার উপর নির্ভরশীল কেন?
১৭. কয়লা কী? এটি কীভাবে পাওয়া যায়? এর ব্যবহার লিখ।
১৮. খনিজ তেল কী? এটি কীভাবে পাওয়া যায়? এর ব্যবহার লিখ।
১৯. প্রাকৃতিক গ্যাস কী? এর ব্যবহার লিখ।
২০. সৌরকোষের ব্যবহার লিখ।
২১. জলবিদ্যুৎ কী? কীভাবে জলবিদ্যুৎ তৈরি করা হয়?
২২. বায়ুকল কী? বায়ুপ্রবাহ কী কাজে লাগে?
২৩. ম্যাগমা ও হটস্পট কী?
২৪. বায়োম্যাগ ও বায়ুগ্যাস কী? কীভাবে বায়ুগ্যাস উৎপাদন করা যায়?
২৫. ফিশন বিক্রিয়া কী?
২৬. নিউক্লিয় বিক্রিয়ায় এক টন ইউরেনিয়াম থেকে কত শক্তি পাওয়া যায়?
২৭. নবায়নযোগ্য শক্তি বলতে কী বুঝ? এর সুবিধাগুলো লিখ।
২৮. নবায়নযোগ্য শক্তির সামাজিক প্রভাব ও সুবিধা লিখ।
২৯. শক্তির সংরক্ষনশীলতা নীতি ব্যাখ্যা কর।
৩০. শক্তির রূপান্তর ব্যাখ্যা কর।
৩১. ক্ষমতা কী? ব্যাখ্যা কর।
৩২. ক্ষমতার মাত্রা সমীকরণ বের কর।
৩৩. ওয়াট কী? এক কিলোওয়াট কী?
৩৪. কোন বাম্বের গায়ে 60W লিখা থাকলে কী বোঝায়?
৩৫. কর্মদক্ষতা কী? ব্যাখ্যা কর।
৩৬. লভ্য কার্যকর শক্তি কী?
৩৭. পার্থক্য কর : শক্তি ও ক্ষমতা।
৩৮. 70Kg ভরের এক ব্যক্তি 200m উঁচু পাহাড়ে আরোহন করলে তিনি কত কাজ করবেন?[$1.372 \times 10^5 j$]
৩৯. 70Kg ভরের এক ব্যক্তির গতিশক্তি 1715 j হলে তার বেগ কত?[$7ms^{-1}$]
৪০. একটি বস্তুর ভর 6kg। একে ভূপৃষ্ঠ থেকে 20m উচ্চতায় তুললে বিভবশক্তি কত হবে? [1176 j]

৪১. 70Kg ভরের এক ব্যক্তি প্রতিটি 25cm উঁচু 30টি সিড়ি 15s এ উঠতে পারেন। তার ক্ষমতা কত?
[343.35w]
৪২. 35kg ভরের একটি বালক 20cm উঁচু 20 টি সোপান 5s-এ উঠতে পারে। সে কত ক্ষমতা প্রয়োগ করল?
[274.68w]
৪৩. একটি 50N ওজনের বস্তুকে 5m উচ্চতায় উঠানোর জন্য একটি বৈদ্যুতিক মোটর ব্যবহার করা হলো। এটি 65 j তরিশক্তি ব্যবহার করে।
(ক) মোটরকর্তৃক অপচয়কৃত শক্তির পরিমাণ কত? [50 j]
(খ) মোটরের কর্মদক্ষতাকত? [76.92%]

প্র্যাকটিস অংশঃ- সৃজনশীল রচনামূলক প্রশ্নঃ

১. আমাদের পরিচিত শক্তির উৎসগুলোর মধ্যে A. কয়লা, B. খনিজ তেল ও C. প্রাকৃতিক গ্যাস সবচেয়ে বেশি পরিচিত। এদেরকে আমরা জীবাশ্ম শক্তিও বলে থাকি। এদের ব্যবহার দিন দিন বৃদ্ধি পাচ্ছে।
(ক) এক ওয়াট কাকে বলে?
(খ) কাজ ও ক্ষমতার মধ্যে চারটি পার্থক্য লেখ।
(গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত A এর উৎপত্তি ও ব্যবহার বর্ণনা কর।
(ঘ) বর্তমান বিশ্বে B ও C এর গুরুত্ব বিশ্লেষণ কর।
২. মিশুর পুকুরে চারপাশের গাছ-গাছড়ার পাতা ও অন্যান্য ময়লা পড়ে পানি নষ্ট হয়ে যাওয়ায় একটি চাপকল বসানো হল। এখন চাপকল চাপতে কষ্ট হওয়ায় মিমুর মা ছাদে পানির ট্যাংক বসানোর প্রস্তাব করলেন। বাড়ির সবাই সানন্দে সেই প্রস্তাবে সাড়া দিল। মিশুর বাবা ট্যাংকের সাথে 1.5 kW এর একটি মোটর কিনে আনলেন এবং পানি ও বৈদ্যুতিক মিস্ত্রী এসে সব লাইন ঠিকমত বসিয়ে দিলেন। এখন মিশুরা ট্যাপ থেকে প্রয়োজনীয় পানি সংগ্রহ করে থাকে।
(ক) ওয়াট কী?
(খ) শক্তি ও ক্ষমতা মধ্যে পার্থক্য কী?
(গ) মিশুরদের মোটর দিয়ে প্রতি মিনিটে 3m উঁচুতে কত কিলোগ্রাম পানি উঠানো যাবে?
(ঘ) বাসাবাড়িতে পানি পাওয়ার জন্য চাপকল ও মোটরের মধ্যে কোনটি লাভজনক বলে তুমি মনে কর?
৩. আরিফ সাহেবের গ্রামে বিদ্যুৎ নেই। কিন্তু তিনি সৌরশক্তি ব্যবহার করে বিদ্যুতের চাহিদা মেটান। সৌরশক্তি ব্যবহার করে তিনি প্রতিদিন গড়ে ৫ ঘণ্টা করে 3টি 10 ওয়াটের বাল্ব, 2টি 20 ওয়াটের পাখা এবং একটি 100 ওয়াটের টেলিভিশন চালান। যার ফলে এলাকাতে বিদ্যুৎ না থাকলেও তার পরিবারের কোনো সমস্যা হচ্ছে না।
(ক) অনবায়নযোগ্য শক্তি কাকে বলে?
(খ) বলের দ্বারা কাজ বা ধনাত্মক কাজ বলতে কী বুঝ?
(গ) আরিফ সাহেব ডিসেম্বর মাসে কত ইউনিট বিদ্যুৎ ব্যবহার করেন?
(ঘ) আরিফ সাহেবের ব্যবহৃত শক্তির গুরুত্ব মূল্যায়ন কর।
৪. 40kg ভরের একটি বালক এবং 60kg ভরের একজন যুবক একটি ভবনের নীচতলা থেকে এক সাথে দৌড় শুরু করে দৌড়ে একই সময়ে ছাদের একই জায়গায় পৌঁছালেন। দৌড়ের সময় উভয়ের বেগ ছিল 30m/min
(ক) ক্ষমতা কী?
(খ) 50J কাজ বলতে কী বুঝায়?
(গ) যুবকের গতিশক্তি নির্ণয় কর?
(ঘ) ছাদে উঠার ক্ষেত্রে দুজনার ক্ষমতা সমান ছিল কিনা গাণিতিক যুক্তিসহ যাচাই কর।
৫. সেবার নিঝুমদের ছয় তলার বাড়ির ছাদে মুষলধারে প্রচণ্ড বৃষ্টি নামল। পানি নিষ্কাশনের কোনো ব্যবস্থা না থাকায় বৃষ্টি থেমে গেলে আধা মিটার পানির স্তর তৈরি হলো। সে সন্ধ্যায় পানি নিচে নামিয়ে এনে একটি টার্বাইন ঘুরিয়ে সংযুক্ত জেনারেটরে বিদ্যুৎ উৎপাদন করতে থাকলো। উল্লেখ্য যে, ছাদের ক্ষেত্রফল 100 বর্গমি এবং প্রতিটি তলার উচ্চতা 3 মিটার।

(ক) জলবিদ্যুৎ উৎপাদনে কোন শক্তিকে কাজে লাগানো হয়?

(খ) সৌরশক্তিকে নবায়নযোগ্য বলা হয় কেন?

(গ) টারবাইন এবং জেনারেটরে মোট কী পরিমাণ শক্তি প্রদত্ত হলো- নির্ণয় কর।

(ঘ) উক্ত বিদ্যুৎ উৎপাদন ব্যবস্থার কর্মদক্ষতা 70% হলে এর সাথে 24kW ক্ষমতার কোনো ইঞ্জিন সংযুক্ত করে চালনা করা সম্ভব কিনা তা গাণিতিক বিশ্লেষণ কর।

৬. সায়েমের ভর 50kg। সে তাদের পাঁচতলা বাড়ির নিচ তলা হতে ছাদ পর্যন্ত দৌড়ে উঠতে 30 সেকেন্ড সময় নেয়। প্রতি তলা উঠতে তাকে 22 টি সিঁড়ি অতিক্রম করতে হয় এবং প্রতিটি সিঁড়ির উচ্চতা 15cm।

(ক) ওয়াট কী?

(খ) বস্তুর অভিকর্ষজ বিভবশক্তি এর উচ্চতার উপর কীরূপে নির্ভর করে ব্যাখ্যা কর।

(গ) সায়েমের ওজন কত নির্ণয় কর।

(ঘ) নিচতলা হতে ছাদ পর্যন্ত উঠতে সায়েম কত ক্ষমতা প্রয়োগ করে তা বিশ্লেষণ কর।

৭. তুলি 10 Kg ভরের একটি স্থির বস্তুর উপর বল প্রয়োগ করায় বস্তুটি $2ms^{-1}$ বেগ প্রাপ্ত হয়ে বলের দিকে দূরত্ব অতিক্রম করে।

(ক) গতিশক্তি কি?

(খ) কোন বস্তুর গতিশক্তি 500J বলতে কি বুঝ?

(গ) বস্তুটির গতিশক্তি নির্ণয় কর।

(ঘ) দেখাও যে বস্তুটির বেগ দ্বিগুন হলে তার গতিশক্তি চারগুন হবে।

৮. আরিফ তার বাড়ির 60m উচ্চতা বিশিষ্ট ছাদে গেল। সে ছাদ থেকে 1kg একটি বস্তুকে ফেলে দিল। সে পর্যবেক্ষণ করল যে পর্যন্ত বস্তু শক্তির নিত্যতা সূত্র মেনে চলে।

(ক) বিভব শক্তি কী?

(খ) বাড়ীর ছাদে বস্তুটির বিভব শক্তি কত?

(গ) কত উচ্চতায় বস্তুটির বিভব শক্তি এর গতিশক্তির দ্বিগুন?

(ঘ) গাণিতিকভাবে দেখাও যে, আরিফের পর্যবেক্ষণ সঠিক ছিল।

৯. নজরুল সাহেব দোকান থেকে 20kW ক্ষমতার একটি পানির পাম্প ইঞ্জিন ও 3000kg ধারণ ক্ষমতার একটি পানির ট্যাঙ্ক কিনে তার বাসার নিচ তলায় ইঞ্জিনটি এবং ভূমি থেকে 20 মিটার উঁচুতে ট্যাঙ্কটি স্থাপন করে দেখল 30 সেকেন্ডে ট্যাঙ্কটি পূর্ণ হয়ে গেছে।

(ক) ক্ষমতা কী?

(খ) ক্ষমতার মাত্রা সমীকরণ নির্ণয় কর।

(গ) ইঞ্জিনটির লভ্য কার্যকর ক্ষমতা নির্ণয় কর।

(ঘ) যদি ট্যাঙ্কটি পূর্ণ হতে 1 মিনিট সময় লাগে তবে পূর্বের কর্মদক্ষতার সাথে বর্তমান কর্মদক্ষতার তুলনা কর।

১০. কোনো রাস্তায় একটি ট্রাক $54 kmh^{-1}$ বেগে চলছিল। সেই সময়ে একই রাস্তায় একটি গাড়িও চলছিল। ট্রাক ও গাড়ির ভর যথাক্রমে 4000kg এবং 12000kg তাদের মধ্যে গতিশক্তি সঞ্চারিত হলো।

(ক) গতিশক্তি কি?

(খ) ট্রাকের গতিশক্তি 500j বলতে কি বুঝ?

(গ) গাড়িটি কত বেগে চললে গতিশক্তি ট্রাকটির গতিশক্তির সমান হবে?

(ঘ) প্রমাণ কর যে, স্থির ভরের কোনো গাড়ির গতিশক্তি এর বেগের বর্গের সমানুপাতিক।

১১. গতি শক্তি এক প্রকার যান্ত্রিক শক্তি। হিমেলের ভর 30kg আর ইমেলের ভর 20 kg। একটি দৌড় প্রতিযোগিতায় হিমেল 5m/s এবং ইমেল 6 m/s বেগে দৌড়ায়। এই বেগ অর্জন করতে কতকাজই তাদের গতিশক্তি।

(ক) শক্তি কাকে বলে?

(খ) হিমেলের গতি শক্তি ঋণাত্মক হতে পারে কী না ব্যাখ্যা কর।

(গ) দৌড়ের সময় কার গতি শক্তি কম ছিল নির্ণয় কর।

(ঘ) যদি হিমেল ও ইমেলের ভরবেগ সমান হত তাহলে কার গতিশক্তি অপেক্ষাকৃত বেশি হত বিশ্লেষণ কর।

১২. জনাব আলী সাহেব নবাবপুর ইউনিভার্সেল হার্ডওয়ার থেকে 20 kW ক্ষমতার ইঞ্জিন ও 3000 kg ধারণ ক্ষমতার একটি পানির ট্যাঙ্ক কিনে তার গাজীপুরের বাসায় নীচতলায় ইঞ্জিন এবং ভূমি হতে 10m উঁচু ছাদে ট্যাঙ্কটি স্থাপন করে দেখলেন 30 sec-এ ট্যাঙ্কটি পূর্ণ হয়ে গেছে।

(ক) ক্ষমতা কী ?

(খ) ক্ষমতার মাত্রা সমীকরণ নির্ণয় কর।

(গ) ইঞ্জিনটির লভ্য কার্যকর ক্ষমতা নির্ণয় কর।

(ঘ) যদি ট্যাঙ্কটি পূর্ণ হতে 1 মিনিট সময় লাগত হবে ইঞ্জিনটির পূর্বের কর্মদক্ষতার সাথে বর্তমান কর্মদক্ষতার তুলনা কর।

১৩. কোন কিছুর কাজ করার জন্যে শক্তির প্রয়োজন হয়। কাজ এবং শক্তির মধ্যে একটি সম্পর্ক নিহিত রয়েছে। আবার কোনো কিছুর ক্ষমতা নির্ভর করে তার কাজের পরিমাণের ওপর। রাজু ১০ সেকেন্ডে ১০০ জুল কাজ করতে পারে। অপরদিকে হারুন ১২ মিনিটে ৩০০০ জুল কাজ করতে পারে।

(ক) নিউটন কিসের একক?

(খ) শক্তি বেশি থাকলে ক্ষমতা বেশি হয় না কেন?

(গ) রাজুর ক্ষমতা নির্ণয় কর।

(ঘ) রাজু ও হারুনের মধ্যে কার ক্ষমতা বেশি এবং কত বেশি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।