

SSC Physics

অধ্যয়নভিত্তিক কন্টেন্ট

অধ্যায়-৪: কাজ, ক্ষমতা ও শক্তি

প্রয়োজনীয় তথ্য:

সূত্রাবলি	প্রতীক পরিচিতি
▶ বল প্রয়োগে কৃতকাজের পরিমাণ, $W = Fs$	$F =$ প্রযুক্ত বল $s =$ বস্তুর সরণ
▶ ক্ষমতা, $P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t}$	$W =$ উৎস কর্তৃক কৃতকাজ $t =$ সময়
▶ বিভব শক্তি, $E_p = mgh$	$m =$ ভর $h =$ উচ্চতা $g =$ অভিকর্ষজ ত্বরণ
▶ গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$	$m =$ ভর $v =$ বেগ
▶ যন্ত্রের কর্মদক্ষতা, $\eta = \frac{\text{লভ্য কার্যকর শক্তি}}{\text{মোট প্রদত্ত শক্তি}} \times 100\%$	

- **কাজ (Work) :** কোনো বস্তুর ওপর প্রযুক্ত বল এবং বলের দিকে বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্বের গুণফল দ্বারা কাজ পরিমাপ করা হয়। একে W দ্বারা প্রকাশ করা হয়।
কাজ একটি স্কেলার বা অদিক রাশি। কাজের একক হলো জুল (J) এবং এর মাত্রা = $[ML^2 T^{-2}]$ ।
- **জুল (Joule) :** কোনো বস্তুর ওপর এক নিউটন (N) বল প্রয়োগের ফলে যদি বলের দিকে বলের প্রয়োগবিন্দু থেকে বস্তুর এক মিটার (m) সরণ হয় তবে সম্পন্ন কাজের পরিমাণকে এক জুল (J) বলে।
 $\therefore 1J = 1N \times 1m = 1Nm$
- **বলের দ্বারা কাজ বা ধনাত্মক কাজ (Positive Work) :** যদি বল প্রয়োগের ফলে বস্তু বলের দিকে সরে যায় তাহলে সেই কাজকে ধনাত্মক কাজ বা বলের দ্বারা কাজ বলে।
ব্যাখ্যা : একটি ডাস্টার টেবিলের ওপর থেকে মাটিতে ফেলে দিলে ডাস্টারটি অভিকর্ষ বলের প্রভাবে নিচের দিকে পড়বে। এক্ষেত্রে অভিকর্ষ বলের দ্বারা কাজ হয়েছে বোঝায়।
- **বলের বিরুদ্ধে কাজ বা ঋণাত্মক কাজ (Negative Work) :** যদি বল প্রয়োগের ফলে বস্তু বলের বিপরীত দিকে সরে যায় তাহলে সেই কাজকে ঋণাত্মক কাজ বা বলের বিরুদ্ধে কাজ বলে।
ব্যাখ্যা : একটি ডাস্টার যদি মেঝে থেকে টেবিলের ওপর ওঠানো হয়, তাহলে অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কাজ হবে বা অভিকর্ষ বলের জন্য ঋণাত্মক কাজ হবে। কেননা এক্ষেত্রে অভিকর্ষ বল যে দিকে ক্রিয়া করে সরণ তার বিপরীত দিকে হয়।
- **শক্তি (Energy) :** কোনো ব্যক্তি বা উৎসের কাজ করার সামর্থ্যকে শক্তি বলে। শক্তি হলো স্কেলার বা অদিক রাশি। শক্তির একক হলো জুল। একে E দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এর মাত্রা $[E] = [ML^2 T^{-2}]$ । শক্তি ও কাজের একক ও মাত্রা অভিন্ন।
অতএব, কৃতকাজ = ব্যয়িত শক্তি।
- **গতিশক্তি (Kinetic Energy) :** কোনো গতিশীল বস্তু তার গতির জন্য কাজ করার যে সামর্থ্য লাভ করে তাকে গতিশক্তি বলে। চলন্ত পাখা, চলন্ত গাড়ি ইত্যাদি গতিশক্তির উদাহরণ।
- **বিভব শক্তি (Potential Energy) :** স্বাভাবিক অবস্থান বা অবস্থা থেকে পরিবর্তন করে কোনো বস্তুকে অন্য কোনো অবস্থান বা অবস্থায় আনলে বস্তু কাজ করার যে সামর্থ্য অর্জন করে তাকে বিভব শক্তি বলে।
- **অভিকর্ষজ বিভব শক্তি (Gravitational Potential Energy) :** অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কাজ করে কোনো বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তন করলে বস্তু কাজ করার যে সামর্থ্য লাভ করে তাকে অভিকর্ষজ বিভব শক্তি বলে। বিভব শক্তিকে E_p দ্বারা প্রকাশ করা হয়। গাণিতিকভাবে, $E_p = mgh$
- **কিলোওয়াট-ঘণ্টা (KWh) :** সাধারণত বিদ্যুৎ শক্তির হিসাবনিকাশের সময় কিলোওয়াট-ঘণ্টা (KWh) এককটি ব্যবহৃত হয়।
এক কিলোওয়াট ক্ষমতাসম্পন্ন কোনো যন্ত্র এক ঘণ্টা কাজ করলে যে শক্তি ব্যয় হয় তাকে এক কিলোওয়াট-ঘণ্টা বা 1KWh বলে।
আমরা জানি, $1 \text{ KWh} = 1000 \text{ Wh}$
 $= 1000 \text{ Js}^{-1} \times 3600 \text{ s}$
 $= 1000 \text{ Js}^{-1} \times (60 \times 60) \text{ s}$
 $= 3.6 \times 10^6 \text{ J}$

□ **শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি (Principle of Conservation of Energy) :** শক্তির সৃষ্টি বা বিনাশ নেই, শক্তি কেবল একরূপ থেকে অপর এক বা একাধিক রূপে পরিবর্তিত হতে পারে। মহাবিশ্বের মোট শক্তির পরিমাণ নির্দিষ্ট ও অপরিবর্তনীয়।

□ **বমতা (Power) :** কাজ সম্পাদনকারী কোনো ব্যক্তি বা উৎসের কাজ করার হারকে ক্ষমতা বলে। অর্থাৎ, একক সময়ে ব্যক্তি বা উৎস দ্বারা সম্পাদিত কাজের পরিমাণই হলো ক্ষমতা।

ব্যাখ্যা : কোনো ব্যক্তি বা উৎস t সময়ে W পরিমাণ কাজ সম্পাদন করলে ক্ষমতা, $P = \frac{W}{t}$

ক্ষমতার দিক নেই, কাজেই ক্ষমতা একটি স্কেলার রাশি। এর একক ওয়াট (Watt) এবং মাত্রা $[P] = [ML^2T^{-3}]$

ওয়াট (Watt) : এক সেকেন্ডে এক জুল কাজ করা বা শক্তি রূপান্তরের হারকে এক ওয়াট বলে।

$$\therefore 1W = \frac{1J}{1s} = 1Js^{-1} = 1Nms^{-1}$$

□ **কর্মদক্ষতা (Efficiency) :** কোনো যন্ত্রে যতটুকু শক্তি পাওয়া যায় তাকে কার্যকর শক্তি বলে। আর যন্ত্রের কর্মদক্ষতা বলতে যন্ত্র থেকে মোট যে কার্যকর শক্তি পাওয়া যায় এবং মোট যে শক্তি দেয়া হয়েছে তার অনুপাতকে বোঝায়। কর্মদক্ষতাকে সাধারণত η (গ্রিক শব্দ-ইটা) দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

ব্যাখ্যা : কোনো ইঞ্জিনকে চালানোর জন্য পেট্রলের মোট রাসায়নিক শক্তি E_1 এবং ইঞ্জিন হতে প্রাপ্ত গতিশক্তি বা কার্যকর শক্তি E_0 হলে, কর্মদক্ষতা,

$$\eta = \frac{E_0}{E_1}$$

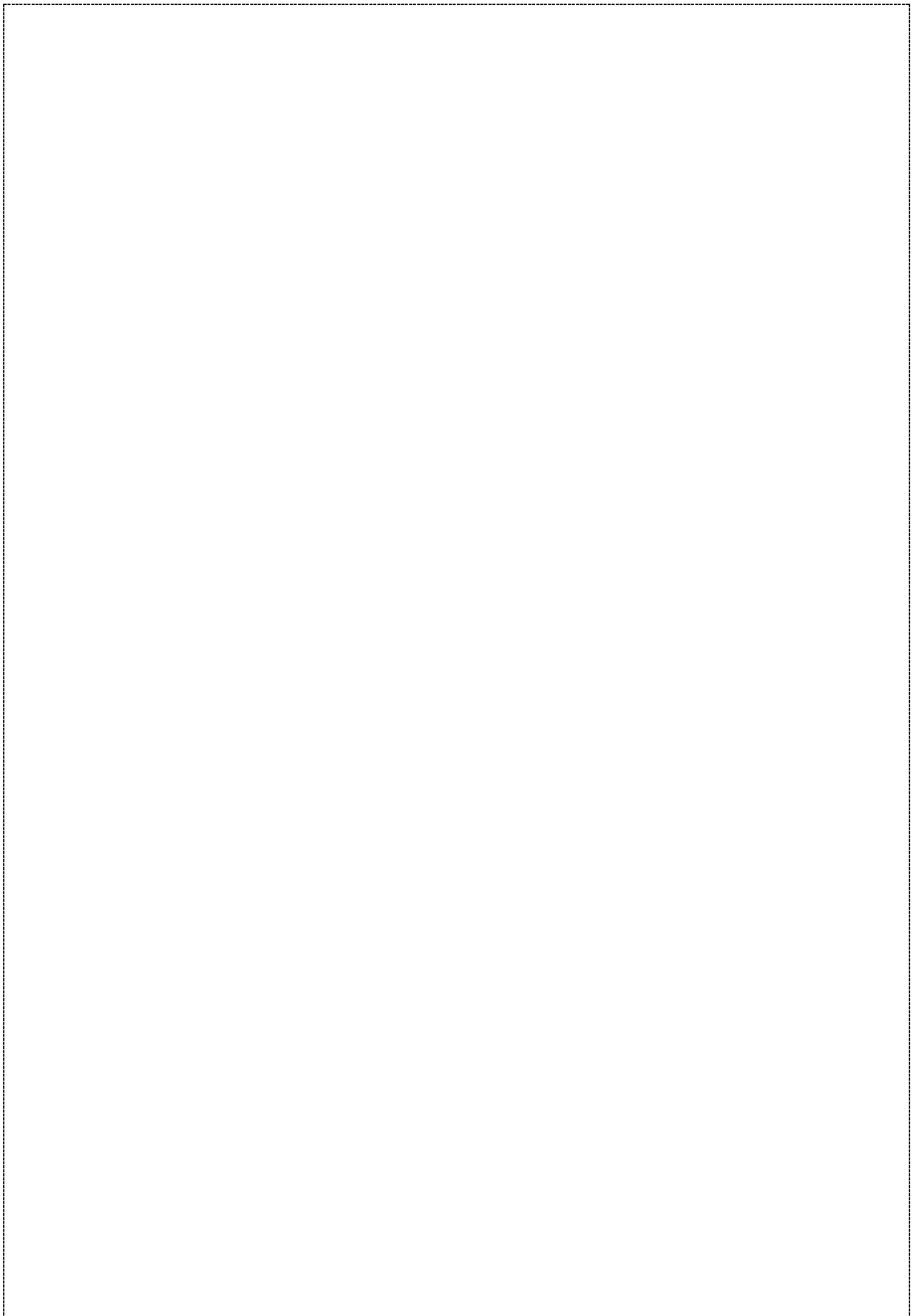
কর্মদক্ষতার কোনো একক নেই। কর্মদক্ষতাকে শতকরায় প্রকাশ করা হয়ে থাকে।

$$\therefore \eta = \frac{E_0}{E_1} \times 100\%$$

□ **কোনো যন্ত্রের কর্মদক্ষতা 90%-এর অর্থ :** কোনো যন্ত্রের কর্মদক্ষতা 90% বলতে আমরা বুঝি, যদি এই যন্ত্রে 100 J শক্তি দেওয়া হয়, তাহলে সে যন্ত্র থেকে লভ্য কার্যকর শক্তি 90 J পাওয়া যাবে।

□ **অশ্ববমতা (Horse Power) :** অনেক সময় ইঞ্জিনের ক্ষমতাকে প্রকাশ করার জন্য অশ্বক্ষমতা (H.P) নামের একটি একক ব্যবহার করা হয়। $1 H.P = 746W$

□ **বৈদ্যুতিক পাওয়ার স্টেশনের বমতা 200 মেগাওয়াট-এর অর্থ :** কোনো বৈদ্যুতিক পাওয়ার স্টেশনের ক্ষমতা 200 মেগাওয়াট বলতে বোঝায় ঐ পাওয়ার স্টেশনটি প্রতি সেকেন্ডে 200,000,000 জুল তড়িৎ শক্তি সরবরাহ করছে।



MCQ 2015 to 20

১. একটি বস্তুতে টানটান করে রাখলে এর মধ্যে কোন শক্তি জমা থাকে?

২০

ক. গতিশক্তি
গ. তাপশক্তি

খ. বিভব শক্তি
ঘ. রাসায়নিক শক্তি

ঢা বো

খ

২. সৌরশক্তি দিয়ে কি তৈরি করা যায় ?

২০

ক. জলবিদ্যুৎ
গ. তাপ বিদ্যুৎ কেন্দ্র

খ. নিউক্লিয়ার বিদ্যুৎ কেন্দ্র
ঘ. বিদ্যুৎ

ঘ

৩. ক্ষমতার মাত্রা কোনটি ?

২০

ক. MLT^{-2}
গ. MLT^{-1}

খ. ML^2T^{-3}
ঘ. ML^2T^{-2}

রা বো

খ

৪. ৭০ কেজি ভরের এক ব্যক্তি ২০০ মি. উঁচু পাহাড়ে আহরোন করলে তিনি কি পরিমাণ কাজ করবে ?

[য বো ২০]

ক. 1.37×10^5

খ. 1.37×10^{-5}

গ. 1.372×10^3 ঘ. 1.372×10^{-3}

ক

৫. নিচের কোনটি অনবায়ন যোগ্য শক্তি ?

[চ বো ২০]

ক. নিউক্লিয়ার শক্তি
গ. সৌরশক্তি

খ. বায়োমাস
ঘ. বায়ু শক্তি

ক

৬. ৫০০ কেজি ভরের একটি বস্তু ২০ মি/সে বেগে চলছে। বস্তুটিতে ০.৫ মি/সে^২ মন্দন সৃষ্টি করলে ১০ সে. পর এর গতিশক্তি কত হবে ?

চ বো

২০

ক. $5.625 \times 10^4 j$
গ. $1.125 \times 10^5 j$

খ. $1 \times 10^5 j$
ঘ. $1.5625 \times 10^5 j$

ক

০৭. কাজের মাত্রা কোনটি ?

[সি বো]

২০

ক. MLT^{-2}
গ. MLT^{-1}

খ. ML^2T^{-2}
ঘ. ML^2T^{-3}

খ

০৮. একক ভরের একটি বস্তুর বেগ এক একক হলে ঐ বস্তুর গতিশক্তি কত একক ?

ব বো

২০

ক. ১/৪
গ. ১

খ. ১/২
ঘ. ২

খ

০৯. নিচের কোনটি কোনটি বল ও বেগের গুণফল?

[ব বো ২০]

ক. কাজ
গ. ক্ষমতা

খ. শক্তি
ঘ. ভরবেগ

গ

১০. বাংলাদেশের কোথায় নিউক্লিয়ার বিদ্যুৎ কেন্দ্র তৈরি হবে ?

[দি বো]

২০

ক. সুন্দরবন
গ. রূপপুর

খ. রামপাল
ঘ. বিজয়নগর

গ

১১. কোন বস্তুর নির্দিষ্ট উচ্চতায় বিভবশক্তি কিরূপ ?

[য বো ২০]

ক. বস্তুর বেগের সমানুপাতিক

খ. ভরের বর্গের সমানুপাতিক

গ. ভরের ব্যস্তানুপাতিক

ঘ. ভরের সমানুপাতিক

ঘ

১২. শক্তির সবচেয়ে সাধারণ রূপ নিচের কোনটি?

[ঢা বো ১৯]

ক. তাপ শক্তি
গ. তড়িৎ শক্তি

খ. শব্দ শক্তি
ঘ. যান্ত্রিক শক্তি

ঘ

১৩. কয়লার চালিত তাপ বিদ্যুৎ কেন্দ্র কোন ধরনের ধোঁয়া নির্গত হয়?

[কু বো ১৯]

ক. কার্বন
গ. সালফার

খ. ফসফরাস
ঘ. থোরিয়াম

গ

১৪. শক্তির মাত্রা কোনটি ?

[চ বো]

১৯

ক. MLT^{-2}
গ. MLT^{-1}

খ. ML^2T^{-2}
ঘ. ML^2T^{-3}

খ

১৫. নিশাত মজুমদার ১০ কেজি মালামাল নিয়ে ৮৫০ মি উঁচু একটি পাহাড়ে আহরোন করলেন। তার নিজের ভর ৫৫ কেজি। তার দ্বারা কৃতকাজের পরিমাপ কত ?

[ব বো]

১৯

ক. $5.4 \times 10^5 j$
গ. $5.5 \times 10^4 j$

খ. $4.6 \times 10^5 j$
ঘ. $8.3 \times 10^4 j$

ক

১৬. কোন রাশিটির যুগলের মাত্রা ভিন্ন ?

[ব বো]

১৯

ক. দ্রুতি ও বেগ
গ. কাজ ও ক্ষমতা

খ. ত্বরণ ও মন্দন
ঘ. বল ও ওজন

গ

১৭. বায়োগ্যাস উৎপাদনে গোবোর ও পানির মিশ্রনের অনুপাত হলো?

[দি বো ১৯]

ক. ১ঃ২
গ. ২ঃ৩

খ. ২ঃ১
ঘ. ৪ঃ৫

ক

১৮. একটি মোটর ২ কেজি ভরের বস্তু ৫ মিটার উচ্চতায় উত্তোলন করতে মোট ১০৭ জুল শক্তি ব্যয় করেছে। মোটরটির মোট কত শক্তি অপচয় হয়েছে ?

[ঢা বো ১৭]

ক. ৬ জুল
গ. ১০ জুল

খ. ৯ জুল
ঘ. ৪৯ জুল

ঘ

১৯. নবায়নযোগ্য শক্তির উৎস

[য বো]

২০

I. জোয়ার ভাটা
II. বায়োগ্যাস
III. সমুদ্রশোত

নিচের কোনটি সঠিক ?

ক. i ও ii

খ. iii

গ. ii ও iii

ঘ. i, ii ও iii

ক

২০. নিচের কোনগুলো নবায়নযোগ্য শক্তি ?

[সি বো ২০]

- I. কয়লা, প্রাকৃতিক গ্যাস, তেল
 II. আলোকশক্তি, বায়ুশক্তি, ভূ-তাপীয় শক্তি
 III. সমুদ্রের জোয়ারভাটা, বায়োমাস

নিচের কোনটি সঠিক ?

ক. *i* ও *ii* খ. *i* ও *iii*

গ. *ii* ও *iii* ঘ. *i, ii* ও *iii*

গ

২১. কোন যন্ত্র দ্বারা ৫ কেজি ভরের একটি বস্তুকে ২ মিনিটে ১৫ মিটার উচ্চতায় উঠান হলো

রা বো

১৯

- I. অভিকর্ষ বলের দ্বারা কৃতকাজ ধনাত্মক
 II. বস্তুর বিভব পৃষ্ঠের পরিবর্তন ৭৫ জুল
 III. যন্ত্রের কার্যকর ক্ষমতা ৬.১২৫ ওয়াট

নিচের কোনটি সঠিক ?

ক. *i* ও *ii* খ. *iii*

গ. *ii* ও *iii* ঘ. *i, ii* ও *iii*

গ

২২. কাজের একক

১৯

- I. একটি লব্ধ একক
 II. kgm^2s^{-2}
 III. joule

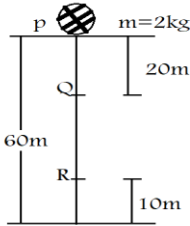
নিচের কোনটি সঠিক ?

ক. *i* ও *ii* খ. *i* ও *iii*

গ. *ii* ও *iii* ঘ. *i, ii* ও *iii*

গ

নিচের তথ্যের আলোকে ২৩ ও ২৪ নং প্রশ্নের উত্তর দাও: **কু বো ২০**



২৩. *P* অবস্থায় বস্তুটির বিভব শক্তি কত ?

ক. ৫৮৮ জুল খ. ৭৮৪ জুল

গ. ৯৮০ জুল ঘ. ১১৭৬ জুল

গ

২৪. উক্ত চিত্রের ক্ষেত্রে

- I. *Q* বিন্দুতে, গতিশক্তি - বিভব শক্তি = ০
 II. *P* বিন্দুতে, বিভব শক্তি = ৬ × *R* বিন্দুর বিভব শক্তি
 III. *PR* অংশে গতিশক্তি পরিবর্তন < *RS* অংশে গতিশক্তির পরিবর্তন

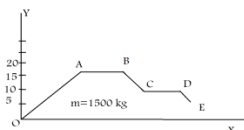
নিচের কোনটি সঠিক ?

ক. *i* ও *ii* খ. *ii*

গ. *ii* ও *iii* ঘ. *i, ii* ও *iii*

গ

উদ্দীপকের আলোকে ২৫ ও ২৬ নং প্রশ্নের উত্তর দেও : **সি বো ২০**



২৫. লেখচিত্রের কোন অংশে বেগ সময়ের সমানুপাতিক ভাবে বৃদ্ধি পাচ্ছে ?

ক. *OA*

খ. *AB*

গ. *CD*

ঘ. *DE*

ক

২৬. সর্বোচ্চ গতিশক্তি কত ?

ক. $3.38 \times 10^5 J$

খ. $3.38 \times 10^4 J$

গ. $1.69 \times 10^5 J$

ঘ. $1.69 \times 10^4 J$

গ

নিচের তথ্যের আলোকে ২৭ ও ২৮ নং প্রশ্নের উত্তর দেও :

কু বো ১৯

১৫০০ গ্রাম ও ২০০০ গ্রাম ভরবিশিষ্ট দুইটি বস্তু ২০ মিটার উঁচু ছাদ থেকে মাটিতে পড়ল।

২৭. ভূমি থেকে ২০ সেমি উচ্চতায় প্রথম বস্তুটির বিভব শক্তি কত হবে?

ক. ২৯৪০০০ জুল

খ. ২৯৪০ জুল

গ. ২৯৪ জুল

ঘ. ২.৯৪ জুল

ঘ

২৮. পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে কোন ঘটনাটি সত্য ?

ক. সর্বোচ্চ উচ্চতায় বিভব শক্তি একই

খ. ভূমি স্পর্শ মুহূর্তে বেগ ভিন্ন হয়

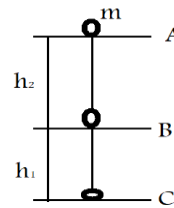
গ. ভূমি স্পর্শ করতে ভিন্ন সময় লাগে

ঘ. ভূমি স্পর্শ এর মুহূর্তে গতিশক্তি ভিন্ন হয়

ঘ

নিচের তথ্যের আলোকে ২৯ ও ৩০ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

সকল বোর্ড ১৮



২৯. *B* বিন্দুতে বস্তুটির বিভব শক্তি কত ?

ক. mgh_1

খ. mgh_2

গ. $mg(h_1+h_2)$

ঘ. $mg(h_1 - h_2)$

ক

৩০. পড়ন্ত অবস্থায় ভূপৃষ্ঠ হতে কত উচ্চতায় এর গতিশক্তি বিভব শক্তির ৩ গুন হবে ?

ক. $\frac{h_1}{4}$

খ. $\frac{h_2}{3}$

গ. $\frac{h_1+h_2}{3}$

ঘ. $\frac{h_1+h_2}{4}$

ঘ

৩১. একটি যন্ত্র ২০০ কেজি ভরের বস্তুকে মাটি থেকে ৫০ম উচ্চতায় ৫০s সময়ে তুলতে পারে। যন্ত্রটির ক্ষমতা কত? [$g = 10ms^{-2}$]

টা. বো. ২০১৬

K 0.12KW

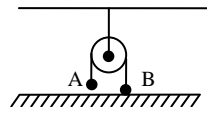
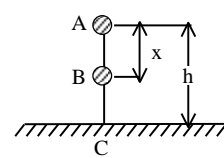
L 2KW

M 6.0KW

N 300KW

খ

৩২. শক্তির মাত্রা কোনটি? **[ঢা. বো.]**
২০১৬]
 K MLT^{-2} L ML^2T^{-2}
 M $ML^{-1}T^{-2}$ N $ML^{-1}T^{-1}$ **খ**
৩৩. নিচের কোনটি নবায়নযোগ্য শক্তি? **[রা. বো.]**
২০১৬]
 K পেট্রোল L গ্যাস
 M কয়লা N পানি **ঘ**
৩৪. $1000kg$ ভরের একটি গাড়ি $10ms^{-1}$ বেগে চলছে। এর গতিশক্তি কত জুল? **[রা. বো.]**
২০১৬]
 K 5×10^4 L 5×10^3
 M 5×10^2 N 5×10 **ক**
৩৫. মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? **[রা. বো. ২০১৬]**
 K বিভবশক্তি বৃদ্ধি পায়
 L গতিশক্তি হ্রাস পায়
 M বিভবশক্তি ও গতিশক্তি সমান থাকে
 N গতিশক্তি বৃদ্ধি পায় **ঘ**
৩৬. নিচের কোনটি যান্ত্রিক শক্তির একটা অংশ? **[রা. বো. ২০১৬]**
 K রাসায়নিক শক্তি L গতিশক্তি
 M তড়িৎশক্তি N চৌম্বকশক্তি **খ**
৩৭. $60km/h$ গতিতে চলমান একটি গাড়ি থামাতে ব্রেক প্রয়োগ করা হলো। গাড়িটির ভর $5000kg$ হলে, এর গতিশক্তি কত জুল? **[দি. বো. ২০১৬]**
 K 6.94×10^5 L 5.94×10^5
 M 5.5×10^6 N 6.37×10^6 **ক**
৩৮. বিভব শক্তির একক কোনটি? **[কু. বো. ২০১৬]**
 K প্যাসকেল L নিউটন
 M ওয়াট N জুল **ঘ**
৩৯. তীর ছোঁড়ার পূর্ব মুহূর্তে তীর ধনুকে কোন শক্তি সঞ্চিত থাকে? **[কু. বো. ২০১৬]**
 K গতিশক্তি L বিভব শক্তি
 M রাসায়নিক শক্তি N তাপ শক্তি **খ**
৪০. $40kg$ ভরের একজন বালক $12s$ -এ $6m$ উঁচু সিঁড়ি অতিক্রম করল, বালকটির ক্ষমতা কত? **[কু. বো.]**
২০১৬]
 K $20W$ L $32.67W$
 M $196W$ N $2352W$ **গ**
৪১. $50kg$ ও $100kg$ ভরের দুজন ব্যক্তি যথাক্রমে $4ms^{-1}$ ও $2ms^{-1}$ বেগে দৌড়াচ্ছে। তাদের ক্ষেত্রে নিচের কোনটি সঠিক? **[চ. বো.]**
২০১৬]
 K ১ম ব্যক্তির গতিশক্তি ২য় ব্যক্তির দ্বিগুণ
 L ১ম ব্যক্তির গতিশক্তি ২য় ব্যক্তির অর্ধেক
 M ২য় ব্যক্তির গতিশক্তি ১ম ব্যক্তির চারগুণ
 N দুজনের গতিশক্তি সমান **ক**
৪২. বস্তুর গতিশক্তি ও ভরবেগের মধ্যে সঠিক সম্পর্ক কোনটি? **[সি. বো. ২০১৬]**
 K $E_k = \frac{P}{2m}$ L $E_k = \frac{2P}{m}$
 M $E_k = \frac{P^2}{2m}$ N $E_k = \frac{2P^2}{m}$ **গ**
৪৩. নিচের কোনটি বল ও বেগের গুণফল? **[সি. বো. ২০১৬]**
 K কাজ L শক্তি

- M ক্ষমতা N ভরবেগ **গ**
৪৪. একটি বস্তুর ভর $7kg$ । একে ভূ-পৃষ্ঠ থেকে $2000cm$ উচ্চতায় তুললে বিভব শক্তি কত হবে? [$g = 9.8ms^{-2}$] **[য. বো.]**
২০১৬]
 K $1372J$ L $32.67J$
 M $1176J$ N $1376J$ **ক**
৪৫. টিল ছুঁড়ে আম পাড়া যায় কোন শক্তির কারণে? **[য. বো.]**
২০১৬]
 K ব্যয়িত শক্তি L স্থিতি শক্তি
 M গতিশক্তি N সৌরশক্তি **গ**
- 
৪৬. A বিন্দুতে কোন শক্তি সঞ্চিত আছে? **[য. বো. ২০১৬]**
 K গতি শক্তি L যান্ত্রিক শক্তি
 M নিউক্লীয় শক্তি N বিভব শক্তি **ঘ**
৪৭. পদার্থের অণুগুলোর গতিশক্তি ও বিভব শক্তির সমষ্টিতে কোন শক্তি বলে? **[য. বো.]**
২০১৬]
 K সঞ্চিত শক্তি L পরম স্থিতিশক্তি
 M পরম গতিশক্তি N অভ্যন্তরীণ শক্তি **ঘ**
৪৮. জ্বালানি শক্তির অপচয় হয় কোনটির জন্য? **[ব. বো. ২০১৬]**
 K ঘর্ষণ L বল
 M অভিকর্ষজ ত্বরণ N ভর **ক**
৪৯. $60kg$ ভরের একজন দৌড়বিদের বেগ $7ms^{-1}$ হলে গতিশক্তি কত? **[য. বো.]**
 K $100J$ L $1911J$
 M $1875J$ N $1470J$ **ঘ**
- 
৫০. B বিন্দুতে বস্তুর গতিশক্তি কত? **[ব. বো. ২০১৬]**
 K mgh L $mg(h-x)$
 M $2mgx$ N mgx **ঘ**
৫১. $50kg$ ভরের কোনো ব্যক্তি 25 সে.মি. 20 টি সিঁড়ি উঠতে কত কাজ করবেন? **[ঢা. বো.]**
২০১৬]
 K $2430J$ L $2440J$
 M $2450J$ N $2460J$ **গ**
৫২. কাজের মাত্রা কোনটি? **[ঢা. বো.-২০১৫, দি. বো.-২০১৫, চ. বো.-২০১৫]**
 K MLT^{-1} L MLT^{-2}
 M ML^2T^{-2} N $ML^{-2}T^{-2}$ **গ**
৫৩. এক জুল = কত ক্যালরী? **[রা. বো.]**
২০১৫]
 K 42 L 4.2
 M 2.4 N 0.24 **ঘ**
৫৪. $60kg$ ভরের একজন দৌড়বিদের গতিশক্তি $1920J$ তলে, তার বেগ কত? **[রা. বো.-২০১৫]**

K 8ms^{-1} L 16ms^{-1}
M 32ms^{-1} N 64ms^{-1} ক

৫৫. 700 J তড়িৎ শক্তি ব্যবহার করে একটি বৈদ্যুতিক মোটর দ্বারা 40 N ওজনের একটি বস্তুকে 10 m উচ্চতায় উঠানো হলো। মোটরটির কর্মদক্ষতা কত? [দি. বো.- ২০১৫]

K 57.14% L 42.86%
M 5.71% N 1.43% ক

৫৬. পেট্রোলিয়াম থেকে নিচের কোনটি পাওয়া যায়? [কু. বো.- ২০১৫]

K টেরিলিন L আলকাতরা
M অ্যামোনিয়া N বেনজিন ক

৫৭. গাড়িটির ইঞ্জিনে শক্তির রূপান্তরের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [চ. বো.-২০১৫]

K যান্ত্রিক শক্তি → রাসায়নিক শক্তি
L রাসায়নিক শক্তি → তড়িৎ শক্তি
M তাপ শক্তি → রাসায়নিক শক্তি
N রাসায়নিক শক্তি → যান্ত্রিক শক্তি খ

৫৮. 40 kg ভরের এক বালক 12s-এ 6m উঁচু সিঁড়ি অতিক্রম করলে তার ক্ষমতা কত W (ওয়াট)? [চ. বো.-২০১৫]

K 20 L 32.66
M 196 N 784 গ

৫৯. এক কিলোগ্রাম ঘণ্টা সমান কত জুল? [ঢা. বো.- ২০১৫]

K 3.6×10^4 L 3.6×10^5
M 3.6×10^6 N 3.6×10^7 গ

৬০. 1 অশ্বক্ষমতা = [সি. বো.-২০১৫; ব. বো.- ২০১৫]

K 647 Watt L 746 Watt
M 476 Watt N 647 Watt খ

৬১. একটি বস্তুকে সুতায় বেধে উলম্বতলে একবার ঘুরিয়ে আনলে সম্পাদিত কাজের পরিমাণ কত? [সি. বো.- ২০১৫]

K শূন্য L ধন্বক
M ঋন্বক N ধন্বক ও ঋন্বক ক

৬২. পারমাণবিক সাবমেরিনে নিউক্লীয় শক্তিকে কোন শক্তিতে রূপান্তরিত করা হয়? [য. বো.- ২০১৫]

K বিদ্যুৎ শক্তি L রাসায়নিক শক্তি
M আলোক শক্তি N যান্ত্রিক শক্তি খ

৬৩. 65kg ভরের একজন দৌড় প্রতিযোগী 9ms^{-1} বেগে দৌড়ালে তার গতি শক্তি কত হবে? [য. বো.- ২০১৫]

K 2632.2 J L 2632.5 J
M 2632.75 J N 5265 J খ

৬৪. মধ্যাকর্ষণ শক্তির প্রভাবে পড়ন্ত কোনো বস্তুর শক্তি পরিবর্তিত হলে— [ঢা. বো. ২০১৬]

i. বিভব-স্থানস পাবে
ii. গতিশক্তি বৃদ্ধি পাবে
iii. মোট শক্তি অপরিবর্তিত থাকে
নিচের কোনটি সঠিক?

K i ও ii L i ও iii
M ii ও iii N i, ii ও iii খ

৬৫. কোনো বস্তুর বিভবশক্তি বেশি হবে, যদি— [দি. বো.- ২০১৫]

i. বলের মান বেশি হয়
ii. বস্তুর ভর বৃদ্ধি পায়
iii. বস্তুর অধিক সরণ ঘটানো হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
K i ও ii L i ও iii
M ii ও iii N i, ii ও iii খ

৬৬. কর্মদক্ষতা— [চ. বো.-২০১৫]

i. 100% এর অধিক হতে পারে না
ii. একটি এককবিহীন রাশি
iii. লভ্য কার্যকর শক্তি ও মোট প্রদত্ত শক্তির অনুপাত
নিচের কোনটি সঠিক?
K i ও ii L i ও iii
M ii ও iii N i, ii ও iii খ

৬৭. নবায়নযোগ্য শক্তি হচ্ছে— [ব. বো.- ২০১৫]

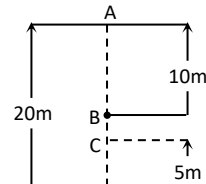
i. জোয়ারভাটা ii. বায়োগ্যাস
iii. ভূ-তাপীয় শক্তি
নিচের কোনটি সঠিক?
K i ও ii L i ও iii
M ii ও iii N i, ii ও iii খ

৬৮. নির্দিষ্ট ভরের কোনো বস্তুর গতিশক্তি E এবং বেগ v হলে— [ঢা. বো.-২০১৫]

i. $E \propto v^2$ ii. $\sqrt{E} \propto v$
iii. $E \propto \sqrt{v}$
নিচের কোনটি সঠিক?
K i ও ii L i ও iii
M ii ও iii N i, ii ও iii ক

৬৯. বিভব শক্তি সঞ্চিত থাকে— [ঢা. বো.-২০১৫]

i. পানি যখন পাহাড়ের উপরে থাকে
ii. আমটি গাছ থেকে নিচে পড়ল
iii. টেবিলের উপর বই থাকলে
নিচের কোনটি সঠিক?
K i ও ii L ii ও iii
M i ও iii N i, ii ও iii গ



উপরের চিত্রানুসারে 5kg ভরের বস্তুকে A অবস্থানে উঠানো হলো। চিত্রের আলোকে ৭০ ও ৭১ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

টা. বো. ২০১৬

৭০. A অবস্থানে বস্তুটির বিভব শক্তি কত?

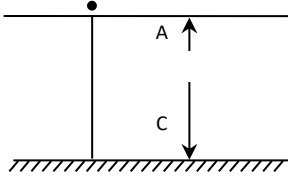
- K 980J L 98J
M 9.8J N 0.98J

ক

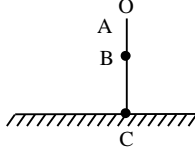
৭১. উপরের চিত্র হতে বুঝা যায় যে—

- i. B বিন্দুতে $E_k - E_p = 0$ ii. A বিন্দুর $E_p = 2 \times C$ বিন্দুর E_p
iii. AC অংশের মোট শক্তি > CD অংশের মোট শক্তি
নিচের কোনটি সঠিক?
K i ও ii L i ও iii
M ii ও iii N i, ii ও iii

খ



নিচের চিত্রটি হতে ৭২ ও ৭৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



1kg ভরের একটি বস্তুকে A বিন্দু হতে মুক্তভাবে ছেড়ে দেওয়া

হল। ($AC = 100m$ এবং $AB = \frac{AC}{2}$)

ব. বো.

২০১৬

৭২. বস্তুটি সর্বোচ্চ কত বেগ প্রাপ্ত হবে?

- K $100ms^{-1}$ L $44.72ms^{-1}$
M $44.27ms^{-1}$ N $31.62ms^{-1}$

গ

৭৩. উদ্দীপকের বস্তুটির ক্ষেত্রে—

- i. A বিন্দুতে বিভবশক্তি সর্বোচ্চ হবে
ii. B বিন্দুতে বিভবশক্তি ও গতিশক্তি সমান হবে
iii. A বিন্দুতে বিভবশক্তি 100J
নিচের কোনটি সঠিক?

- K i ও ii L i ও iii
M ii ও iii N i, ii ও iii

ক

কোনো বস্তুর উপর এমনভাবে বল প্রয়োগ করা হলো যেন প্রয়োগকৃত বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ θ হল। যদি সম্পাদিত কাজের পরিমাণ W হয়, তবে নিচের ৭৪ ও ৭৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও: [দি. বো. ২০১৬]

৭৪. কাজ $W = 0$ হলে, θ এর মান কত ডিগ্রী?

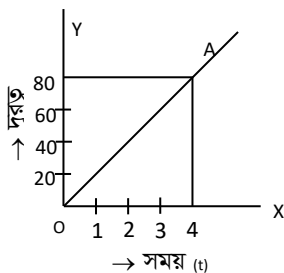
- K 30 L 60
M 90 N 180

গ

৭৫. কাজ W এর মান সর্বোচ্চ হলে θ এর মান কত ডিগ্রী?

- K 180 L 90
M 45 N 0

ঘ



উপরের উদ্দীপকের আলোকে ৭৬ ও ৭৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও।
চিত্রে 100 গ্রাম বস্তুর গতি অবস্থা দেখান হয়েছে।

টা. বো.-

২০১৫

৭৬. A বিন্দুতে বস্তুটির গতিশক্তি কত?

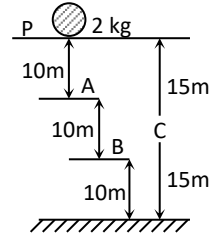
- K 10J L 20J
M 30J N 40J

খ

৭৭. বস্তুটির—

- i. বেগ সুষম ii. ত্বরণ সুষম
iii. উপর প্রযুক্ত বল সুষম
নিচের কোনটি সঠিক?
K i ও ii L ii ও iii
M i ও iii N i, ii ও iii

গ



উপরের চিত্রের আলোকে ৭৮ ও ৭৯ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

কু. বো.-২০১৫

৭৮. P অবস্থানে বস্তুটির বিভবশক্তি কত?

- K 196J L 294 J
M 490 J N 588 J

ঘ

৭৯. বস্তুটির পতনের ক্ষেত্রে—

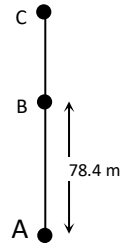
- i. A বিন্দুতে $E_p = 2E_k$
ii. B বিন্দুতে $E_p > E_k$
iii. C বিন্দুতে $E_p = E_k$
নিচের কোনটি সঠিক?

- K i ও ii L i ও iii
M ii ও iii N i, ii ও iii

খ

নিচের চিত্রটি পর্যবেক্ষণ কর। চিত্রে C বিন্দু হতে 105gm ভরের একটি বস্তু মুক্তভাবে পড়ছে। তার ভিত্তিতে ৮০ ও ৮১ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

সি. বো.-২০১৫



৮০. B বিন্দুতে বস্তুটির বিভবশক্তি কত?

- K 81.25 J L 80.67 J
M 812.5 J N 8.067 J

খ

৮১. চিত্রের বস্তুটির ক্ষেত্রে—

- i. কৃতকাজ ধনাত্মক
ii. C বিন্দুতে বিভবশক্তি = B বিন্দুতে মোট শক্তি
iii. বিভবশক্তি বস্তুর ভরের উপর নির্ভর করে
নিচের কোনটি সঠিক?

- K i ও ii L ii ও iii
M i ও iii N i, ii ও iii

ঘ

গুরুত্বপূর্ণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

১. বল ও সরণের গুণফলকে কী বলে? (জ্ঞান)
 ক) শক্তি খ) ক্ষমতা
 গ) ত্বরণ ● কাজ
২. কাজের রাশি কোনটি? (জ্ঞান)
 ক) কাজ = বল × ত্বরণ ● কাজ = বল × সরণ
 গ) কাজ = বল ÷ ত্বরণ ঘ) কাজ = ত্বরণ × বেগ
৩. এক জুল (1J) সমান কত? (জ্ঞান)
 ক) 1 kgm খ) 100Nm
 ● 1 Nm ঘ) 10 kgm²g⁻²
৪. 25 J কাজ বলতে কী বোঝায়? (অনুধাবন)
 ● 1N × 25m খ) 25N × 1m
 গ) 15N × 5m ঘ) 25N × 25m
৫. কাজ কী রাশি? (জ্ঞান)
 ক) মৌলিক খ) ভেক্টর
 ● ফেলার ঘ) দিক
৬. F বল প্রয়োগে বস্তুর বলের দিকে সরণ s হলে বল দ্বারা কৃতকাজ কত? (প্রয়োগ)
 ক) $\frac{F}{s}$ ● F.s
 গ) F - s ঘ) F + s
৭. ধনাত্মক কাজ বলতে বোঝায়— (অনুধাবন)
 ● বলের দিকে সরণের উপাংশ আছে
 খ) বলের দিকে সরণের উপাংশ নেই
 গ) বলের বিপরীত দিকে সরণের উপাংশ আছে
 ঘ) বলের বিপরীত দিকে সরণের উপাংশ নেই
৮. বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ কত হলে কাজ সর্বোচ্চ হয়? (প্রয়োগ)
 ● 0° খ) 90°
 গ) 180° ঘ) 270°
৯. বলের বিরুদ্ধে কাজের বেত্রে কোনটি ঘটে? (অনুধাবন)
 ক) ধনাত্মক কাজ বোঝায়
 ● বস্তুতে মন্দন সৃষ্টি হয়
 গ) বস্তুতে ত্বরণ সৃষ্টি হয়
 ঘ) বলের দিক ও সরণের দিক একই হয়
১০. বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ কত হলে কাজ শূন্য হবে? (অনুধাবন)
 ক) 0° খ) 180°
 ● 90° ঘ) -180°
১১. কোনো বস্তুর উপর 1N বল প্রয়োগে যদি বস্তুর 1 m সরণ হলে বল দ্বারা কৃতকাজ কত হবে? (প্রয়োগ)
 ক) 4 J খ) 3 J

- গ) 2 J ● 1 J
১২. বল প্রয়োগের ফলে বস্তু যদি বলের দিকে সরে যায় তাহলে তাকে কী বলে? (প্রয়োগ)
 ক) বলের বিরুদ্ধে কাজ ● বলের দ্বারা কাজ
 গ) শূন্য কাজ ঘ) গীড়ন
১৩. বল প্রয়োগের ফলে বস্তু যদি বলের বিপরীত দিকে সরে যায় তাহলে তাকে কী বলে? (প্রয়োগ)
 ● বলের বিরুদ্ধে কাজ খ) বলের দ্বারা কাজ
 গ) বিকৃতি ঘ) সান্দ্র বল
১৪. মেঝে হতে কোনো বস্তুকে উপরে ওঠানো হলে কোন বলের বিরুদ্ধে কাজ করতে হয়? (জ্ঞান)
 ক) মহাকর্ষ বল ● অভিকর্ষ বল
 গ) তড়িৎ বল ঘ) সান্দ্র বল
১৫. 50 kg ভরের একটি বস্তুকে 150 m উঁচুতে উঠতে অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কতটুকু কাজ করতে হবে? (প্রয়োগ)
 ক) $5 \cdot 35 \times 10^4$ J খ) $6 \cdot 35 \times 10^4$ J
 ● $7 \cdot 35 \times 10^4$ J ঘ) $8 \cdot 35 \times 10^4$ J
১৬. বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোনো কত হলে কাজ ঋণাত্মক হবে? (প্রয়োগ)
 ক) 0° খ) 90°
 ● 180° ঘ) 360°
১৭. 85 kg ভরের একজন ব্যক্তি কতটুকু উচ্চতা আরোহণ করলে তিনি 9×10^4 J কাজ করবেন? (প্রয়োগ)
 ক) 106.04 m ● 108.04 m
 গ) 110.04 m ঘ) 112.04 m
১৮. কোনো বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্রের বমতা 7 MW হলে উক্ত কেন্দ্রে সরবরাহকৃত বিদ্যুৎ শক্তি দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে কী পরিমাণ কাজ করা যাবে? (প্রয়োগ)
 ক) 7×10^6 W ● 7×10^6 J
 গ) 7 J ঘ) 7 W
১৯. 55 kg ভরের এক ব্যক্তি 150 মিটার উঁচু পর্বতে আরোহণ করলে তিনি কত কাজ করবেন? (প্রয়োগ)
 ক) $8 \cdot 108 \times 10^4$ J খ) $8 \cdot 205 \times 10^4$ J
 ● $8 \cdot 085 \times 10^4$ J ঘ) $8 \cdot 108 \times 10^3$ J
২০. বল প্রয়োগে একটি বস্তুকে ঘর্ষণহীন বৃত্তাকার পথে বারবার একই জায়গায় ফিরিয়ে আনলে কিরূপ কাজ হয়? (অনুধাবন)
 ক) অসীম ● শূন্য
 গ) ধনাত্মক ঘ) ঋণাত্মক
২১. বল প্রয়োগ করা সত্ত্বেও বস্তু স্থির থাকলে কাজের পরিমাণ কত হবে? (অনুধাবন)
 ● শূন্য হবে খ) অসীম হবে
 গ) বলের সমান হবে ঘ) ঋণাত্মক হবে

- কমতে থাকবে (খ) বাড়তে থাকবে
 (গ) স্থির থাকবে (ঘ) বিভব শক্তি থাকবে না
৩৭. স্বাভাবিক অবস্থানের পরিবর্তনের জন্য বস্তুতে সঞ্চিত শক্তিকে কী বলে? (জ্ঞান)
 (ক) গতিশক্তি (খ) তড়িৎশক্তি
 (গ) রাসায়নিক শক্তি ● বিভব শক্তি
৩৮. টিল ছুড়ে আম পাড়ার সময় টিলের কোন শক্তি আমকে বৃন্তচ্যুত করে? (অনুধাবন)
 (ক) বিভব শক্তি (খ) রাসায়নিক শক্তি
 ● গতিশক্তি (ঘ) তাপশক্তি
৩৯. 2 kg ভরের একটি বস্তুকে 50 m উচ্চতা থেকে ছেড়ে দেওয়া হলে ভূমি থেকে কত উচ্চতায় এর বিভব শক্তি গতিশক্তির তিনগুণ হবে? (উচ্চতর দক্ষতা)
 ● 37.5 m (খ) 30 m
 (গ) 20 m (ঘ) 12.5 m
৪০. অভিকর্ষীয় বিভব শক্তি কোনটির উপর নির্ভর করে না? (জ্ঞান)
 (ক) ভর ● সময়
 (গ) অভিকর্ষজ ত্বরণ (ঘ) উচ্চতা
৪১. 150 kg ভরের একটি গাড়ির গতিশক্তি 675 J হলে, গাড়িটির বেগ কত? (প্রয়োগ)
 ● 3 ms⁻¹ (খ) 4 ms⁻¹
 (গ) 5 ms⁻¹ (ঘ) 6 ms⁻¹
৪২. একটি বস্তুর ভর m এবং গতিশক্তি E_k হলে কোনটি সঠিক? (জ্ঞান)
 (ক) $\sqrt{E_k} \propto m$ (খ) $E_k \propto \sqrt{m}$
 (গ) $E_k \propto m^2$ ● $E_k \propto m$
৪৩. কোনো বস্তুর কাজ করার সামর্থ্যকে কী বলে? (জ্ঞান)
 ● শক্তি (খ) বিভব শক্তি
 (গ) ক্ষমতা (ঘ) দক্ষতা
৪৪. সকল সচল বস্তুই কোন শক্তির অধিকারী? (জ্ঞান)
 (ক) বিভব শক্তি (খ) আলোকশক্তি
 ● গতিশক্তি (ঘ) শব্দ শক্তি
৪৫. গতিশক্তি নিচের কোনটির ওপর নির্ভর করে? (জ্ঞান)
 (ক) বস্তুর সরণ ● বস্তুর ভর
 (গ) বস্তুর তাপমাত্রা (ঘ) বস্তুর আকৃতি
৪৬. মোটামুটি আমরা শক্তির কয়টি রূপ পর্যবেক্ষণ করি? (জ্ঞান)
 ● ৯টি (খ) ৭টি
 (গ) ৮টি (ঘ) ১০টি
৪৭. কোনো গতিশীল বস্তু তার গতির জন্য কাজ করার যে সামর্থ্য লাভ করে তাকে কী বলে? (জ্ঞান)
 (ক) শক্তি (খ) স্থিতিশক্তি
 (গ) ক্ষমতা ● গতিশক্তি
৪৮. বিভব শক্তি বৃদ্ধি করতে হলে কী রূপ কাজ করতে হয়? (অনুধাবন)

- (ক) বলের দিকে ● বলের বিপরীতে
 (গ) ধনাত্মক (ঘ) বলের লম্বদিকে
৪৯. ভূপৃষ্ঠ হতে একটি বস্তুকে খাড়া উপরে তোলা হলে তার মধ্যে কী রূপ শক্তি সঞ্চিত হবে? (অনুধাবন)
 (ক) গতিশক্তি (খ) রাসায়নিক শক্তি
 (গ) তাপশক্তি ● বিভব শক্তি
৫০. কোন শক্তির প্রভাবে টিল ছুড়ে আম পাড়া যায়? (অনুধাবন)
 ● গতিশক্তি (খ) শব্দশক্তি
 (গ) তাপশক্তি (ঘ) রাসায়নিক শক্তি
৫১. স্বাভাবিক অবস্থানের পরিবর্তনের জন্য বস্তুতে সঞ্চিত শক্তিকে কী বলে? (জ্ঞান)
 (ক) গতিশক্তি ● বিভব শক্তি
 (গ) তড়িৎ শক্তি (ঘ) রাসায়নিক শক্তি
৫২. একটি বস্তুকে উপরের দিকে নিবেপ করা হলে সর্বাধিক উচ্চতায় কোনটি ঘটবে? (অনুধাবন)
 (ক) বস্তুর বিভব শক্তি শূন্য হবে
 ● বস্তুর গতিশক্তি শূন্য হবে
 (গ) বস্তুর গতিশক্তি সর্বাধিক হবে
 (ঘ) বস্তুর বিভব শক্তি ও গতিশক্তি সমান হবে
৫৩. কোনো বস্তুর নির্দিষ্ট উচ্চতায় বিভব শক্তি কী রূপে? (জ্ঞান)
 (ক) বস্তুর বেগের সমানুপাতিক ● ভরের সমানুপাতিক
 (গ) ভরের ব্যস্তানুপাতিক (ঘ) ভরের বর্গের সমানুপাতিক
৫৪. 70 kg ভরের একজন দৌড়বিদের গতিশক্তি 1715 J। 14 ms⁻¹ বেগে ঐ দৌড়বিদ গতিশীল হলে তার গতিশক্তি কতগুণ হবে? (প্রয়োগ)
 (ক) দ্বিগুণ (খ) তিনগুণ
 ● চারগুণ (ঘ) পাঁচগুণ
৫৫. 4 g ভরের একটি বস্তু 10 ms⁻¹ বেগে গতিশীল হলে বস্তুটির গতিশক্তি কত? (প্রয়োগ)
 (ক) 0.5 J (খ) 200 J
 ● 0.2 J (ঘ) 20 J
৫৬. 1 kg ভরের বস্তুকে সম্পূর্ণ শক্তিতে রূপান্তরিত করলে কত কিলোওয়াট-ঘণ্টা শক্তি উৎপন্ন হবে? (প্রয়োগ)
 (ক) 2.5×10^{10} KWh ● 2.5×10^{10} KWh
 (গ) 1.08×10^{19} KWh (ঘ) 1.08×10^{19} KWh
৫৭. 2 kg ভরের কোনো বস্তুর বেগ 3 ms⁻¹ থেকে 6 ms⁻¹ করা হলে এর গতিশক্তি কত বৃদ্ধি পাবে? (প্রয়োগ)
 (ক) 9 J (খ) 18 J
 ● 27 J (ঘ) 36 J
৫৮. 10 kg ভরের একটি বস্তুকে ভূমি হতে 30 m উচ্চতায় ছাড়ে তোলা হলো। ছাড়ে বস্তুটির বিভব শক্তি ও গতিশক্তির মোট পরিমাণ কত? (উচ্চতর দক্ষতা)
 (ক) 300 J (খ) 294.3 J

৬৯. 2.943×10^2 J ● 2943 J
70 kg ভরের একজন দৌড়বিদের গতিশক্তি কত হলে তার বেগ 7 ms^{-1} হবে? (প্রয়োগ)
কি 1571 J ● 1715 J
গি 1517 J ঘি 1175 J
৬০. 60 km/h গতিতে চলমান একটি গাড়ি থামাতে ব্রেক প্রয়োগ করা হলো। গাড়ির ভর 5000 kg হলে এর গতিশক্তি কত? (প্রয়োগ)
কি 1.37×10^6 J খি 9×10^6 J
● 6.94×10^5 J ঘি 2.5×10^9 J
৬১. 5 kg ভরের একটি বস্তুকে ভূপৃষ্ঠ থেকে 30 m উচ্চতায় তুলতে এর বিভব শক্তি কত? (প্রয়োগ)
কি 150 J খি 1260 J
● 1470 J ঘি 1570 J
৬২. খেলনা গাড়িতে সঞ্চিত বিভব শক্তি কোন পদ্ধতিতে রূপান্তরিত হয়? (প্রয়োগ)
কি তাপশক্তি খি আলোক শক্তি
● গতিশক্তি ঘি বিদ্যুৎ শক্তি
৬৩. 1260 J গতিশক্তি বিশিষ্ট একজন দৌড়বিদের বেগ 6 ms^{-1} হলে তার ভর কত? (প্রয়োগ)
কি 50 kg ● 70 kg
গি 90 kg ঘি 110 kg
৬৪. একটি বস্তুকে টানটান করলে এর মধ্যে কোন শক্তি জমা থাকে? (অনুধাবন)
কি রাসায়নিক শক্তি ● বিভব শক্তি
গি তাপশক্তি ঘি গতিশক্তি
৬৫. 500 kg ভরের একটি গাড়ি স্থির অবস্থান থেকে 5 ms^{-2} সুমম ত্বরণে 5 s চলার পর সুমম বেগে চলতে থাকে। গাড়িটির সর্বোচ্চ গতিশক্তি কত? (উচ্চতর দক্ষতা)
কি 625 J খি 6250 J
● 156250 J ঘি 3125500 J
৬৬. 70 kg ভরের একজন দৌড়বিদের গতিশক্তি 1260 J হলে তার বেগ কত? (প্রয়োগ)
কি 4 ms^{-1} ● 6 ms^{-1}
গি 16 ms^{-1} ঘি 20 ms^{-1}
৬৭. 10 kg ভরের বস্তুকে 10 m উঁচুতে রাখলে এর বিভব শক্তি কত হবে? (প্রয়োগ)
কি 100 J খি 200 J
● 980 J ঘি 9800 J
৬৮. 1 kg ভরের কোনো একটি বস্তুকে 2 ms^{-1} বেগে খাড়া উপরে ছুড়ে মারলে সর্বাধিক উচ্চতায় এর গতিশক্তি কত হবে? (প্রয়োগ)
কি 19.6 J খি 39.2 J
● 0 J ঘি 98 J

৬৯. একটি 800 kg ভরের গাড়ি 36 kmh^{-1} বেগে গতিশীল অবস্থায় এর গতিশক্তি কত? (প্রয়োগ)
কি 5.18×10^5 J খি 1.02×10^4 J
● 4.0×10^4 J ঘি 7.20×10^3 J
৭০. একটি 1 kg ভরের বস্তু 10 m উঁচু থেকে পড়তে শুরব করল। বস্তুর বিভব শক্তি যখন 60 J তখন এর গতিশক্তি কত? (প্রয়োগ)
কি 98 J ● 38 J
গি 40 J ঘি 30 J
৭১. 6 kg ভরের বস্তুকে 20 m উচ্চতায় তুললে বিভব শক্তি কত হবে? (প্রয়োগ)
● 1176 J খি 1180 J
গি 1170 J ঘি 1190 J
৭২. 40 m উচ্চতা থেকে একটি বস্তুকে বিনা বাধায় পড়তে দিলে কোন উচ্চতায় গতিশক্তি বিভব শক্তির তিনগুণ হবে? (প্রয়োগ)
● 10 m খি 40 m
গি 15 m ঘি 20.6 m
৭৩. স্থির অবস্থান থেকে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে— (প্রয়োগ)
i. সমস্ত শক্তিই বিভব শক্তি
ii. সমস্ত শক্তিই গতিশক্তি
iii. বিভব শক্তি শূন্য
নিচের কোনটি সঠিক?
কি i ও ii খি i ও iii
● ii ও iii ঘি i, ii ও iii
৭৪. গতি শক্তি— (অনুধাবন)
i. সমান কৃতকাজ
ii. বেগের ওপর নির্ভরশীল
iii. বেশি হবে বস্তুর ভর কম হলে
নিচের কোনটি সঠিক?
● i ও ii খি i ও iii
গি ii ও iii ঘি i, ii ও iii
৭৫. কোনো ক্রেনের সাহায্যে 800 kg ইস্পাতকে 20 s -এ 10 m উঁচুতে তোলা হলো। এবেত্রে— (উচ্চতর দক্ষতা)
i. 10 m উঁচুতে ওঠানোর ফলে ইস্পাতের বিভব শক্তির পরিবর্তন 78.4 kJ
ii. ক্রেনের ক্ষমতা 3.92 KW
iii. ক্রেন দ্বারা কৃতকাজ ধনাত্মক
নিচের কোনটি সঠিক?
● i ও ii খি i ও iii
গি ii ও iii ঘি i, ii ও iii
৭৬. শক্তি সম্পর্কে নিচের উক্তিগুলো লব কর— (অনুধাবন)
i. কৃতকাজের সাথে গতিশক্তির কোনো সম্পর্ক নেই

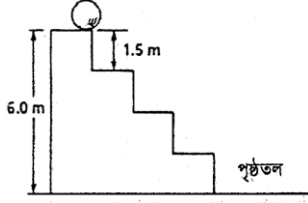
ii. গতিশক্তি ও বিভব শক্তি শক্তির প্রকারভেদ

iii. শক্তির রূপান্তর সম্ভব

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii খ) i ও iii গ) ii ও iii ● i, ii ও iii

৭৭. 5 kg ভরের একটি বল 6.0 m উচ্চতার একটি সিঁড়ির কিনারে স্থির আছে। এবেদ্রে— (উচ্চতর দক্ষতা)



i. ভূমির সাপেক্ষে বলটির অভিকর্ষজ বিভব শক্তি 294 J

ii. যদি বলটি এক ধাপ নিচে নামে তবে এটি 73.5 J বিভব শক্তি হারাবে

iii. ভূমিতে পড়ার পূর্বমুহূর্তে বলটির সমস্ত গতিশক্তি বিভব শক্তিতে রূপান্তরিত হবে

নিচের কোনটি সঠিক?

● i ও ii খ) i ও iii
গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii

৭৮. পৃথিবীর প্রায় সকল শক্তির উৎস কী? (জ্ঞান)

● সূর্য খ) চন্দ্র
গ) সমুদ্র ঘ) তারকা

৭৯. কোন শক্তি ব্যবহারের ফলে মানুষের অর্ধনৈতিক উন্নয়ন শুরব হয়? (জ্ঞান)

● যান্ত্রিক শক্তি খ) তড়িৎ শক্তি
গ) শব্দ শক্তি ঘ) আলোক শক্তি

৮০. আদিমকালে মানুষ সকল কাজে কোন শক্তির ওপর পুরোপুরি নির্ভর করত? (জ্ঞান)

ক) তাপশক্তি খ) আলোক শক্তি
গ) যন্ত্রশক্তি ● পেশিশক্তি

৮১. কয়লা কী জাতীয় পদার্থ? (জ্ঞান)

ক) রাসায়নিক পদার্থ ● জৈব পদার্থ
গ) অজৈব পদার্থ ঘ) ধাতব পদার্থ

৮২. শক্তির উৎসগুলোর মধ্যে কোনটি বেশি পরিচিত? (জ্ঞান)

ক) প্রাকৃতিক গ্যাস খ) খনিজ তেল
● কয়লা ঘ) বায়ু

৮৩. রাসায়নিকভাবে পরিবর্তিত হয়ে গাছের পাতা ও কাণ্ড কিসে পরিণত হয়? (জ্ঞান)

ক) লোহা ● কয়লা
গ) হীরা ঘ) সোনা

৮৪. বর্তমান সময়ে কয়লার প্রধান ব্যবহার কোনটি? (অনুধাবন)

● বিদ্যুৎ উৎপাদনে খ) মেলামাইন উৎপাদনে

গ) ধাতব বস্তু উৎপাদনে ঘ) বস্ত্র উৎপাদনে

৮৫. পরিবহনের জ্বালানির জন্য কোনটির ব্যবহার অত্যন্ত ব্যাপক? (জ্ঞান)

ক) কয়লা ● পেট্রোলিয়াম

গ) বিদ্যুৎ ঘ) প্রাকৃতিক গ্যাস

৮৬. প্রাকৃতিক গ্যাস সৃষ্টির অন্যতম কারণ কোনটি? (উচ্চতর দক্ষতা)

ক) সুনামি খ) ভূমিকম্প
গ) অগ্ন্যুৎপাত ● পৃথিবীর অভ্যন্তরীণ চাপ ও তাপ

৮৭. সূর্যরশ্মি হতে আগুন জ্বালানোর জন্য কী ব্যবহার করা হয়? (জ্ঞান)

ক) হিটার খ) বৈদ্যুতিক চুল্লি
● দর্পণ ঘ) বিদ্যুৎ কোষ

৮৮. পানির স্রোত ও জোয়ার-ভাটাকে ব্যবহার করে কোনটি পাওয়া যায়? (জ্ঞান)

● শক্তি খ) ক্ষমতা
গ) চৌম্বক ঘ) খাদ্য

৮৯. পানির স্রোতকে কাজে লাগিয়ে যে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয় তাকে কী বলে? (জ্ঞান)

● জলবিদ্যুৎ খ) সৌর বিদ্যুৎ
গ) বিভব বিদ্যুৎ ঘ) রাসায়নিক বিদ্যুৎ

৯০. প্রবাহিত পানির স্রোত থেকে যান্ত্রিক শক্তি সংগ্রহ করে কোনটির সমন্বয়ে তড়িৎ উৎপাদন করা হয়? (জ্ঞান)

ক) রাসায়নিক শক্তি খ) গতিশক্তি
গ) সৌরশক্তি ● চৌম্বক শক্তি

৯১. জলবিদ্যুৎ প্রকল্পে জলবিদ্যুৎ উৎপাদনের জন্য কোনটি ব্যবহার করা হয়? (জ্ঞান)

ক) যান্ত্রিক শক্তি খ) গতিশক্তি
● বিভব শক্তি ঘ) সৌরশক্তি

৯২. কোনটির সংস্পর্শে ভূগর্ভস্থ পানি বাষ্পে পরিণত হয়? (জ্ঞান)

ক) ম্যাগমা ● হটস্পট
গ) সৌরশক্তি ঘ) বায়ুশক্তি

৯৩. হটস্পটের সংস্পর্শে আসা পানি হতে সৃষ্ট বাষ্পের সাহায্যে বিদ্যুৎ উৎপাদন করে কোন দেশ? (জ্ঞান)

● নিউজিল্যান্ড খ) বাংলাদেশ
গ) ভারত ঘ) আমেরিকা

৯৪. বায়োগ্যাস থেকে কোনটি সহজে উৎপাদন করা যায়? (অনুধাবন)

● বায়োগ্যাস খ) প্রাকৃতিক গ্যাস
গ) খনিজ তেল ঘ) জলবিদ্যুৎ

৯৫. শক্তির বহুমুখী উৎস হিসেবে কোনটিকে বিবেচনা করা যায়? (জ্ঞান)

ক) ম্যাগমা খ) হটস্পট
● বায়োগ্যাস ঘ) বায়োগ্যাস

৯৬. নিউক্লীয় বিক্রিয়ায় মোট ভরের একটি ক্ষুদ্র ভগ্নাংশের রূপান্তরিত ফল কোনটি? (জ্ঞান)

১৫৫. একটি বৈদ্যুতিক কেটলিতে তুমি পানি গরম করলে কীভাবে শক্তির রূপান্তর হবে? (অনুধাবন)

ক) তাপশক্তি গতিশক্তিতে ● বৈদ্যুতিক শক্তি তাপশক্তিতে

গ) বৈদ্যুতিক শক্তি যান্ত্রিক শক্তিতে ঘ) বিভব শক্তি গতিশক্তিতে

১৫৬. একটি নিউক্লিয়ার বোমা ফাটানো হলে শক্তির কী কী রূপান্তর ঘটে? (উচ্চতর দক্ষতা)

ক) পরমাণু শক্তি → আলোক শক্তি → তাপ শক্তি → শব্দ শক্তি

● পরমাণু শক্তি → তাপ শক্তি → আলোক শক্তি → শব্দ শক্তি

গ) পরমাণু শক্তি → শব্দ শক্তি → আলোক শক্তি → তাপ শক্তি

ঘ) পরমাণু শক্তি → বৈদ্যুতিক শক্তি → আলোক শক্তি → শব্দ শক্তি

১৫৭. কাঠখড়ি পোড়ালে শক্তির কী রূপান্তর হয়? (জ্ঞান)

● রাসায়নিক শক্তি → তাপশক্তি খ) তাপশক্তি →

আলোকশক্তি

গ) যান্ত্রিক শক্তি → আলোকশক্তি ঘ) রাসায়নিক শক্তি →

বায়ুশক্তি

১৫৮. দুটি ভিন্ন ধাতবের সংযোগস্থলে তাপ প্রয়োগ করলে কোন শক্তি পাওয়া যায়? (জ্ঞান)

ক) রাসায়নিক শক্তি ● তড়িৎ শক্তি

গ) তাপশক্তি ঘ) আলোকশক্তি

১৫৯. ফটোগ্রাফিক পেরট কী করে? (অনুধাবন)

ক) শব্দকে আলোতে রূপান্তর করে

খ) আলোকে বিদ্যুতে রূপান্তর করে

গ) শব্দকে রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তর করে

● আলোকে রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তর করে

১৬০. বৈদ্যুতিক শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর করে কোনটি? (জ্ঞান)

ক) জেনারেটর ● তড়িৎমোটর

গ) ডেনিয়েল কোষ ঘ) ট্রান্সফরমার

১৬১. নিউক্লীয় সাবমেরিনে সংঘটিত শক্তির রূপান্তর কী রূপ? (উচ্চতর দক্ষতা)

● নিউক্লীয় শক্তি → যান্ত্রিক শক্তি

খ) নিউক্লীয় শক্তি → তাপশক্তি

গ) রাসায়নিক শক্তি → তাপশক্তি

ঘ) শব্দশক্তি → যান্ত্রিক শক্তি

১৬২. হাতুড়ি দিয়ে পেরেক মারার সময় শক্তির রূপান্তর কী রূপ? (উচ্চতর দক্ষতা)

ক) বিভব শক্তি → রাসায়নিক শক্তি → তাপশক্তি

খ) তাপশক্তি → শব্দশক্তি → যান্ত্রিক শক্তি

গ) বায়ুশক্তি → বিভব শক্তি → পেশিশক্তি

● বিভব শক্তি → গতিশক্তি → তাপশক্তি

১৬৩. বাত্মের ফিলামেন্ট দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের ফলে পাওয়া যায়— (অনুধাবন)

i. তাপ শক্তি

ii. বিদ্যুৎ শক্তি

iii. আলোক শক্তি

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii

● i ও iii

গ) ii ও iii

ঘ) i, ii ও iii

১৬৪. নিচে শক্তি একরূপ থেকে অন্যরূপে রূপান্তরিত হওয়ার তথ্য দেওয়া হলো— (অনুধাবন)

i. রাসায়নিক শক্তি থেকে তাপশক্তি

ii. তাপশক্তি থেকে আলোক শক্তি

iii. শব্দ শক্তি থেকে যান্ত্রিক শক্তি

নিচের কোনটি সঠিক?

● i ও ii

খ) i ও iii

গ) ii ও iii

ঘ) i, ii ও iii

১৬৫. শক্তির রূপান্তর— (উচ্চতর দক্ষতা)

i. মানবসভ্যতা টিকিয়ে রাখার জন্য অত্যাবশ্যিক

ii. এক্ষেত্রে কিছু শক্তি হারিয়ে যেতে পারে

iii. অনবরত ঘটছে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii

● i ও iii

গ) ii ও iii

ঘ) i, ii ও iii

১৬৬. শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি— (অনুধাবন)

i. কেবল পৃথিবীতে প্রযোজ্য হয়

ii. শক্তির রূপান্তরের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য

iii. মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে পুরোপুরি প্রযোজ্য

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii

খ) i ও iii

● ii ও iii

ঘ) i, ii ও iii

১৬৭. রাসায়নিক শক্তির বেত্রে— (অনুধাবন)

i. খাদ্য ও জ্বালানি হলো এ শক্তির উৎস

ii. এটি যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত হতে পারে

iii. এ শক্তিকে বিদ্যুৎশক্তিতে রূপান্তর করে ডায়নামো প্রস্তুত করা

হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

● i ও ii

খ) i ও iii

গ) ii ও iii

ঘ) i, ii ও iii

১৬৮. এক সেকেন্ডে এক জুল কাজ করার বমতাকে কী বলে? (জ্ঞান)

● 1 ওয়াট

খ) 1 অশ্বক্ষমতা

গ) 1 নিউটন

ঘ) 1 জুল সেকেন্ড

১৬৯. বমতার একককে কী বলে? (জ্ঞান)

ক) জুল

● ওয়াট

গ) জুল-মিটার

ঘ) নিউটন-মিটার

১৭০. বমতার মাত্রা নিচের কোনটি? (অনুধাবন)
- ML^2T^{-3} ☒ MLT^{-3}
 ☒ ML^3T^{-3} ☒ $ML^{-2}T^{-3}$
১৭১. নিচের কোনটি সঠিক? (প্রয়োগ)
- ☒ $1MW = 10^3 W$ ● $1MW = 10^6 W$
 ☒ $1MW = 10^9 W$ ☒ $1MW = 10^7 W$
১৭২. কাজ (W), বমতা (P) এবং কাজ করার সময় (t) হলে কোন সূত্রটি সঠিক? (অনুধাবন)
- ☒ $P = Wt$ ☒ $P = \frac{t}{W}$
 ● $W = Pt$ ☒ $t = WP$
১৭৩. এক ওয়াট-ঘণ্টার সমান কত জুল? (জ্ঞান)
- ☒ 36 জুল ☒ 360 জুল
 ● 3600 জুল ☒ 36000 জুল
১৭৪. বমতা বস্তুর কী পরিমাপ করে? (জ্ঞান)
- ☒ বস্তুর সরণ ☒ বস্তুর বলের গতি
 ● বস্তুর কাজের হার ☒ বস্তুর মোট কাজের পরিমাণ
১৭৫. গাড়ি ও মোটরের বমতা কোন এককে পরিমাপ করা হয়? (জ্ঞান)
- ☒ কিলোওয়াট ☒ ওয়াট
 ● অশ্বক্ষমতা ☒ মাইক্রোওয়াট
১৭৬. কিলোওয়াট-ঘণ্টা কিসের একক? (জ্ঞান)
- ☒ ক্ষমতার ☒ বলের
 ☒ ত্বরণের ● কাজ ও শক্তির
১৭৭. 1 অশ্ববমতা = ? (জ্ঞান)
- ☒ 647 Watt ● 746 Watt
 ☒ 474 Watt ☒ 764 Watt
১৭৮. 200 MW = কত? (প্রয়োগ)
- ☒ $200 \times 10^{-6} J/s$ ☒ $200 \times 10^8 J/s$
 ● $2.0 \times 10^8 J/s$ ☒ $2 \times 10^6 J/s$
১৭৯. 2 KW বমতা প্রয়োগ করে একটি মোটরের 800 kg পানি 20 m উঁচু ছাদের ট্যাঙ্কে তুলতে কত সময় লাগবে? (প্রয়োগ)
- 7.84 সেকেন্ড ☒ 16000 সেকেন্ড
 ☒ 1.307 মিনিট ☒ 2613.33 মিনিট
১৮০. 40 kg ভরবিশিষ্ট এক ব্যক্তি 60 m উঁচুতাবিশিষ্ট বিল্ডিং-এর ছাদে 1 মিনিটে উঠল। লোকটির বমতা কত? (প্রয়োগ)
- ☒ 23520 W ☒ 2352 W
 ● 392 W ☒ 6.53 W
১৮১. কোনো বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্রের বমতা 7 MW হলে উক্ত কেন্দ্রে সরবরাহকৃত বিদ্যুৎ শক্তি দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে কী পরিমাণ কাজ করা যাবে? (প্রয়োগ)
- $7 \times 10^6 J$ ☒ $7 \times 10^6 W$
 ☒ 7J ☒ 7W

১৮২. পাম্পের সাহায্যে একটি ভভারহেড পানির ট্যাঙ্কে 1 সেকেন্ডে 10 kg পানি তোলা হয়। পানির গড় উঁচুতা 20 m হলে পাম্পের বমতা কত? (প্রয়োগ)
- ☒ 0.98 W ☒ 1.46 KW
 ☒ 9.8 W ● 1.96 KW
১৮৩. একটি পেট্রোল ইঞ্জিন প্রতি মিনিটে 3000 J শক্তি উৎপাদন করে। এর বমতা কত HP? (উচ্চতর দক্ষতা)
- ☒ $6.7 \times 10^{-4} HP$ ☒ $6.7 \times 10^{-3} HP$
 ● 0.067 HP ☒ 0.67 HP
১৮৪. কোনো বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্রের বমতা 5 MW হলে উক্ত কেন্দ্রের সরবরাহকৃত বিদ্যুৎ শক্তি দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে কী পরিমাণ কাজ করা যাবে? (উচ্চতর দক্ষতা)
- ☒ 5×10^6 ওয়াট ● 5×10^6 জুল
 ☒ 5 জুল ☒ 5 ওয়াট
১৮৫. 100 kg ভরের বস্তু 3 সেকেন্ডে 10 m উঁচুতায় তুললে— (উচ্চতর দক্ষতা)
- i. 3267 J পরিমাণ কাজ করতে হবে
 ii. প্রযুক্ত ক্ষমতা 3267 J
 iii. যান্ত্রিক শক্তির পরিবর্তন 9800 J
- নিচের কোনটি সঠিক?
- ☒ i ও ii ☒ i ও iii ● ii ও iii ☒ i, ii ও iii
১৮৬. নিচের তথ্যগুলো লব কর : (উচ্চতর দক্ষতা)
- i. 1 kW = 1000 ওয়াট
 ii. 1 HP = 746 W
 iii. 1 J = 25 Nm
- নিচের কোনটি সঠিক?
- i ও ii ☒ i ও iii
 ☒ ii ও iii ☒ i, ii ও iii
১৮৭. বমতা— (অনুধাবন)
- i. কাজ ও সময়ের অনুপাত
 ii. একটি ভেক্টর রাশি
 iii. সময়ের সাপেক্ষে শক্তির রূপান্তরের হারের সমান
- নিচের কোনটি সঠিক?
- ☒ i ও ii ● i ও iii
 ☒ ii ও iii ☒ i, ii ও iii
১৮৮. নিচের তথ্যগুলো লব কর : (উচ্চতর দক্ষতা)
- i. ক্ষমতা = প্রযুক্ত বল × বস্তুর বেগ
 ii. কোনো বস্তুর ভরবেগ ছাড়া শক্তি থাকা সম্ভব নয়
 iii. কোনো বস্তুর দ্বারা কৃত মোট কাজকে ওই বস্তুর শক্তি বলে
- নিচের কোনটি সঠিক?
- ☒ i ও ii ● i ও iii
 ☒ ii ও iii ☒ i, ii ও iii

১৮৯. নিচের কোনটি বলের দ্বারা কাজ?
 (ক) সিঁড়ি বেয়ে উপরে ওঠা ● গাছ থেকে আম ভূমিতে পড়া
 (গ) উপরের দিকে টিল ছুড়ে মারা (ঘ) সবগুলো
১৯০. 25 kg ভরের একটি বলক 2 kg ভরের একটি বস্তু নিয়ে 10 m ছাদের উপরে উঠল। কৃতকাজ কত?
 ● 2646 J (খ) 2450 J
 (গ) 2254 J (ঘ) 196 J
১৯১. নিচের কোন রাশিগুলোর মাত্রা ও একক অভিন্ন?
 (ক) বিভব ও তড়িৎপ্রবাহ ● কাজ ও শক্তি
 (গ) তাপ ও তাপমাত্রা (ঘ) বেগ ও সরণ
১৯২. 500 N বল প্রয়োগে কোনো বস্তুর বলের দিকে সরণ 500 m হলে কৃতকাজের পরিমাণ কত?
 (ক) 2.5×10^3 J (খ) 2.5×10^4 J
 ● 2.5×10^5 J (ঘ) 2.5×10^6 J
১৯৩. 70kg ভরের এক ব্যক্তি 200m উঁচু পাহাড়ে আরোহণ করলে তিনি কত কাজ করবেন?
 ● 1.372×10^5 J (খ) 2.77 J
 (ক) 10×10^4 J (ঘ) 2.5×10^3 J
১৯৪. শক্তির মাত্রা সমীকরণ কোনটি?
 (ক) $\frac{ML^2}{T^2}$ (খ) MLT^{-2}
 ● ML^2T^{-1} (ঘ) $\frac{ML^2}{T^{-3}}$
১৯৫. বস্তুর গতিশক্তি চারগুণ করতে হলে বেগের মান কতগুণ করতে হবে?
 (ক) ১৬ গুণ (খ) ৪ গুণ
 (গ) ৮ গুণ ● ২ গুণ
১৯৬. দুটি বস্তুর ভরবেগ সমান হলে কোনটির গতিশক্তি বেশি হবে?
 (ক) যেটির ভর বেশি ● যেটির ভর কম
 (গ) যেটির বেগ কম (ঘ) কোনোটিই নয়
১৯৭. 7 kg ভরের একটি বস্তুকে ভূপৃষ্ঠ থেকে 15 m উচ্চতায় তুললে এর বিভব শক্তি কত হবে?
 (ক) 1470 J ● 1029 J
 (গ) 735 J (ঘ) 570 J
১৯৮. 1 kg ভরের একটি বস্তুকে ভূপৃষ্ঠ থেকে 10 m উপর দিয়ে 10 ms^{-1} বেগে উড়ে যাচ্ছে। এই অবস্থায় পাখিটির বিভব শক্তি কত?
 (ক) 10 J (খ) 50 J
 ● 98 J (ঘ) 980 J
১৯৯. বস্তুর গতিশক্তির সমীকরণ নিচের কোনটি?
 ● $E_k = \frac{1}{2} mv^2$ (খ) $E_k = \frac{1}{2} mt^2$
২০০. 5 kg ভরের একটি বস্তুকে ভূপৃষ্ঠ থেকে 30 m উচ্চতায় তুললে বিভব শক্তি কত হবে?
 (ক) 150 J ● 1470 J

- (গ) 1260 J (ঘ) 1470 N
২০১. পেট্রোলিয়াম থেকে নিচের কোনটি পাওয়া যায়?
 (ক) পাকা রাস্তায় দেওয়া পিচ (খ) কৃত্রিম বস্তু
 (গ) প্রসাধনী ● সবকয়টি
২০২. বায়োমাসের প্রধান উপাদান কোনগুলো?
 (ক) কার্বন ও সালফার (খ) কার্বন ও নাইট্রোজেন
 (গ) নাইট্রোজেন ও অক্সিজেন ● কার্বন ও হাইড্রোজেন
২০৩. টেলিগ্রাফ বা রেডিওর প্রেরক যন্ত্রের শক্তির রূপান্তর কী? প হয়?
 (ক) তড়িৎ শক্তি → যান্ত্রিক শক্তি
 (খ) তড়িৎ শক্তি → শব্দ শক্তি
 ● শব্দ শক্তি → তড়িৎ শক্তি
 (ঘ) যান্ত্রিক শক্তি → তড়িৎ শক্তি
২০৪. 60 kg ভরের এক ব্যক্তি প্রতিটি 20 cm উঁচু 25টি সিঁড়ি 15 সেকেন্ডে উঠতে পারেন। তার বমতা কত?
 ● 196 W (খ) 150 W
 (গ) 500 W (ঘ) 485 W
২০৫. জ্বল হলো—
 i. কাজের একক
 ii. তাপের একক
 iii. শক্তির একক
 নিচের কোনটি সঠিক?
 (ক) i ও ii (খ) i ও iii
 (গ) ii ও iii ● i, ii ও iii
২০৬. 5 kg ভরের একটি বস্তু 10 m উপর থেকে মুক্তভাবে পড়তে থাকলে—
 i. 5 m উচ্চতায় বিভব শক্তি ও গতিশক্তি সমান
 ii. 10 g উচ্চতায় সমস্ত শক্তিই বিভব শক্তি
 iii. শক্তির নিত্যতার সূত্র মেনে চলে
 নিচের কোনটি সঠিক?
 (ক) i ও ii ● i ও iii
 (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii
২০৭. শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি থেকে পাওয়া যায়—
 i. শক্তির সৃষ্টি বা বিনাশ নেই
 ii. মহাবিশ্বে শক্তির পরিমাণ নির্দিষ্ট
 iii. সিস্টেম লস বাড়ানো জরুরি
 নিচের কোনটি সঠিক?
 ● i ও ii (খ) i ও iii
 (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii
২০৮. আমরা যখন হাতুড়ি দিয়ে আঘাত করে কোনো পেরেক কাঠের মধ্যে ঢুকাই তখন হাতুড়ির বিভব শক্তি কোন কোন শক্তিতে রূপান্তরিত হয়?
 i. গতিশক্তি

ii. শব্দশক্তি

iii. তাপশক্তি

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii

খ) i ও iii

গ) ii ও iii

ঘ) i, ii ও iii

২০৯. একটি ক্রেন 80 kg ভরের একটি বস্তুকে 50 cms^{-1} গড়বেগে ভূমি থেকে 50 m উঁচু কোনো টাওয়ারের উপর তুলছে, এবেগ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8 ms^{-2} .

i. ক্রেনটির ক্ষমতা 0.397 KW

ii. বস্তুর বিত্ত্ব শক্তি $3.92 \times 10^4 \text{ J}$

iii. পৃথিবী পৃষ্ঠে বস্তুর ওজন 784 N

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii

খ) i ও iii

ঘ) ii ও iii

গ) i, ii ও iii

গাণিতিক সমস্যা:

সমস্যা ১ ১ ১ 35 kg ভরের একটি বালক 20 cm উঁচু 20টি সোপান 5 s-এ উঠতে পারে। সে কত বমতা প্রয়োগ করল?

সমাধান :

এখানে,

$$\text{ভর, } m = 35 \text{ kg}$$

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

$$= 400 \text{ cm}$$

$$= 4 \text{ m}$$

$$\text{সময়, } t = 5 \text{ s}$$

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

$$\text{বালকটির ক্ষমতা, } P = ?$$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } P = \frac{35 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 4 \text{ m}}{5 \text{ s}}$$

$$= 274.4 \text{ W}$$

অতএব, বালকটি 274.4 W ক্ষমতা প্রয়োগ করল।

সমস্যা ১ ২ ১ কোনো ক্রেনের সাহায্যে 800 kg ইস্পাতকে 20 s-এ 10 m উঁচুতে তোলা হলো। ক্রেনটি কত বমতা প্রয়োগ করল?

সমাধান :

এখানে,

$$\text{ইস্পাতের ভর, } m = 800 \text{ kg}$$

$$\text{সময়, } t = 20 \text{ s}$$

$$\text{উচ্চতা, } h = 10 \text{ m}$$

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

$$\text{ক্ষমতা, } P = ?$$

আমরা জানি,

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

$$= \frac{800 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 10 \text{ m}}{20 \text{ s}}$$

$$= 3920 \text{ W} = 3.92 \text{ kW}$$

নির্ণেয় ক্ষমতা 3.92 kW।

সমস্যা ১ ৩ ১ ভূমি থেকে 20 m উঁচু ছাদে ইট তোলার জন্য 10 KW এর একটি ইঞ্জিন ব্যবহার করা হলো। 1 ঘণ্টায় ইঞ্জিনটি কী পরিমাণ ইট ছাদে তুলতে পারবে?

সমাধান :

এখানে,

$$\text{উচ্চতা, } h = 20 \text{ m}$$

$$\text{ইঞ্জিনের ক্ষমতা, } P = 10 \text{ KW} = 10000 \text{ W}$$

$$\text{সময়, } t = 1 \text{ hr} = (60 \times 60) \text{ s} = 3600 \text{ s}$$

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

$$\text{ভর, } m = ?$$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } m = \frac{Pt}{gh}$$

$$= \frac{10000 \text{ W} \times 3600 \text{ s}}{9.8 \text{ ms}^{-2} \times 20 \text{ m}}$$

$$= 183673.5 \text{ kg}$$

নির্ণেয় ভর 183673.5 kg।

সমস্যা ১ ৪ ১ 200 m দৌড় প্রতিযোগিতায় 60 kg ভরের একজন দৌড়বিদ প্রথম হন। তিনি এতে সময় নেন 25 s। দৌড়ের সময় তার গতিশক্তি কত ছিল?

সমাধান :

এখানে,

$$\text{দূরত্ব, } s = 200 \text{ m}$$

$$\text{ভর, } m = 60 \text{ kg}$$

$$\text{সময়, } t = 25 \text{ s}$$

$$\text{গতিশক্তি, } E_k = ?$$

আমরা জানি,

$$v = \frac{s}{t} = \frac{200 \text{ m}}{25 \text{ s}} = 8 \text{ ms}^{-1}$$

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

$$= \frac{1}{2} \times 60 \text{ kg} \times (8 \text{ ms}^{-1})^2$$

$$= 1920 \text{ J}$$

নির্ণেয় গতিশক্তি 1920 J।

সমস্যা ১ ৫ ১ 100 m দৌড় প্রতিযোগিতায় 60 kg ভরের একজন দৌড়বিদ প্রথম হন। তিনি এতে সময় নেন 12.5 s। দৌড়ের সময় তার গতিশক্তি কত ছিল?

সমাধান : ৪নং গাণিতিক সমস্যার অনুরূপ Ans. 1920 J।

সমস্যা ১ ৬ ১ 4000 kg ভরের একটি ট্রাক 54 kmh⁻¹ বেগে চলছে। 1000 kg ভরের একটি গাড়ি কত বেগে চললে এর গতিশক্তি ট্রাকটির গতিশক্তির সমান হবে?

সমাধান :

এখানে,

$$\text{ট্রাকের ভর, } m_1 = 4000 \text{ kg}$$

$$\text{ট্রাকের বেগ, } v_1 = 54 \text{ kmh}^{-1}$$

$$= \frac{54 \times 1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}}$$

$$= 15 \text{ ms}^{-1}$$

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

$$\begin{aligned} \text{ট্রাকের গতিশক্তি, } E_k &= \frac{1}{2} m_1 v_1^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 4000 \text{ kg} \times (15 \text{ ms}^{-1})^2 \\ &= 450000 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2} \end{aligned}$$

∴ গাড়িটির গতিবেগ, $v_2 = ?$
আমরা জানি,

$$\text{গতিশক্তি, } E_k = \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

$$\text{বা, } v_2 = \frac{2E_k}{m_2}$$

$$\text{বা, } v_2 = \frac{2 \times 450000 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}}{1000 \text{ kg}}$$

$$\text{বা, } v_2 = \sqrt{900 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}}$$

$$\therefore v_2 = 30 \text{ ms}^{-1}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{গাড়িটির গতিবেগ, } v_2 &= 30 \text{ ms}^{-1} \\ &= \frac{30 \text{ m}}{1 \text{ s}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{30 \times \frac{1}{1000} \text{ km}}{\frac{1}{3600} \text{ hr}} \\ &= 108 \text{ kmh}^{-1} \end{aligned}$$

অতএব, ট্রাকটির গতিশক্তি 108 kmh^{-1} ।

সমস্যা ৯ ১ ইমনের ভর 40 kg আর তমার ভর 30 kg । একটি দৌড় প্রতিযোগিতায় ইমন 7 ms^{-1} এবং তমা 8 ms^{-1} বেগে দৌড়ায়। দৌড়ের সময় কার গতিশক্তি বেশি ছিল?

সমাধান :

এখানে,

$$\text{ইমনের ভর, } m_1 = 40 \text{ kg}$$

$$\text{তমার ভর, } m_2 = 30 \text{ kg}$$

$$\text{ইমনের বেগ, } v_1 = 7 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{তমার বেগ, } v_2 = 8 \text{ ms}^{-1}$$

মনে করি, ইমনের গতিশক্তি E_k এবং তমার গতিশক্তি E'_k

এখন,

$$\begin{aligned} \text{ইমনের গতিশক্তি, } E_k &= \frac{1}{2} m_1 v_1^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 40 \text{ kg} \times (7 \text{ ms}^{-1})^2 \\ &= 980 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{তমার গতিশক্তি, } E'_k &= \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 30 \text{ kg} \times (8 \text{ ms}^{-1})^2 = 960 \text{ J} \end{aligned}$$

যেহেতু $980 \text{ J} > 960 \text{ J}$, অতএব ইমনের গতিশক্তি বেশি ছিল।

সমস্যা ১৮ ১১ 20 KW বমতার একটি ইঞ্জিন 1 মিনিটে 3000 kg পানি 10 m উপরে তুলতে পারে। (i) লভ্য কার্যকর শক্তি (ii) লভ্য কার্যকর বমতা (iii) ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা নির্ণয় কর।

সমাধান :

(i) এখানে,

$$\text{ভর, } m = 3000 \text{ kg}$$

$$\text{উচ্চতা, } h = 10 \text{ m}$$

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

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

$$\text{প্রদত্ত ক্ষমতা, } P = 20 \text{ KW}$$

$$(i) \text{ লভ্য কার্যকর শক্তি, } E' = ?$$

$$(ii) \text{ লভ্য কার্যকর ক্ষমতা, } P' = ?$$

$$(iii) \text{ ইঞ্জিনের কর্মক্ষমতা, } \eta = ?$$

(i) লভ্য কার্যকর শক্তি নির্ণয় :

$$E' = \text{ইঞ্জিন দ্বারা কৃত কাজ}$$

$$= \text{পানির বিভব শক্তি}$$

$$= mgh$$

$$= 3000 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 10 \text{ m}$$

$$= 294000 \text{ J} = 2.94 \times 10^5 \text{ J}$$

অতএব, লভ্য কার্যকর শক্তি $2.94 \times 10^5 \text{ J}$

(ii) লভ্য কার্যকর বমতা নির্ণয় :

$$\text{এখন, } P' = \frac{\text{লভ্য কার্যকর শক্তি}}{\text{সময়}}$$

$$= \frac{2.94 \times 10^5 \text{ J}}{60 \text{ s}} = 4900 \text{ W}$$

$$= 4.9 \times 10^3 \text{ W}$$

$$= 4.9 \text{ KW}$$

(iii) কর্মদক্ষতা নির্ণয় :

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

$$= \frac{4.9 \text{ kW}}{20 \text{ kW}}$$

$$= 0.245 \times 100\%$$

$$= 24.5\%$$

Ans. (i) $2.94 \times 10^5 \text{ J}$; (ii) 4.9 KW ; (iii) 24.5% ।

সমস্যা ১৯ ১১ 10 KW বমতার একটি ইঞ্জিন 1000 kg পানি 10 m উচ্চতায় 1 মিনিটে তুলতে পারে। (i) লভ্য কার্যকর শক্তি (ii) লভ্য কার্যকর বমতা এবং ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা বের কর।

সমাধান : ৮-নং গাণিতিক সমস্যার অনুরূপ। Ans. (i) $9.8 \times 10^4 \text{ J}$;

(ii) 1.63 kW ; (iii) 16.3% ।

সমস্যা ১০ ১১ 50 kg ভরের এক বালক 20 s -এ 10 m উঁচু সিঁড়ি বেয়ে সিঁড়ির আগায় উঠল। তার বমতা কত?

সমাধান :

এখানে,

$$\text{ভর, } m = 50 \text{ kg}$$

$$\text{সময়, } t = 20 \text{ s}$$

$$\text{উচ্চতা, } h = 10 \text{ m}$$

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

$$\text{ক্ষমতা, } P = ?$$

আমরা জানি,

$$\text{ক্ষমতা, } P = \frac{W}{t}$$

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

$$= \frac{50 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 10 \text{ m}}{20 \text{ s}}$$

$$= 245 \text{ W}$$

অতএব, বালকের ক্ষমতা 245 W।

সৃজনশীল প্রশ্ন:

১. ঢাকা বোর্ড ২০২০

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

দৃশ্য-২ : 4 kg ভরের একটি বস্তুকে 40ms⁻¹ বেগে খাড়া উপরে নিক্ষেপ করা হলো। [g=9.8ms⁻²]

ক. সুষম ত্বরণ কাকে বলে?

১

খ. বায়োমাসকে নবায়নযোগ্য শক্তির উৎস বলার কারণ ব্যাখ্যা কর। ২

গ. দৃশ্য-২ থেকে কত উচ্চতায় বস্তুর বিভবশক্তি গতিশক্তির দ্বিগুণ হবে?

৩

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

৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো বস্তুর বেগ যদি নির্দিষ্ট সময়ে একই হারে বাড়তে থাকে তাহলে সে ত্বরণকে সুষম ত্বরণ বলে।

খ. বায়োমাস বলতে সেই সব জৈব পদার্থকে বুঝায় যাদেরকে শক্তিতে রূপান্তরিত করা যায়। জৈব পদার্থসমূহ যাদেরকে বায়োমাস শক্তির উৎস হিসেবে ব্যবহার করা যায় সেগুলো হচ্ছে গাছ-গাছালী, জ্বালানি কাঠ, কাঠের বর্জ্য, শস্য, ধানের তুষ ও কুড়া, লতা-পাতা, পশু পাখির মল, পৌর বর্জ্য ইত্যাদি। নবায়নযোগ্য শক্তির অন্যতম উৎস বায়োমাস। বায়োমাস থেকে সহজে বায়োগ্যাস উৎপাদন করা যায়। এ গ্যাস আমরা প্রাকৃতিক গ্যাসের বিকল্প হিসেবে রান্নার কাজে এমনকি বিদ্যুৎ উৎপাদনের কাজেও ব্যবহার করতে পারি। এজন্য বায়োগ্যাসকে নবায়নযোগ্য শক্তির উৎস বলা হয়।

গ. ধরি, ভূমি হতে h উচ্চতায় বস্তুর বিভব শক্তি গতিশক্তির দ্বিগুণ হবে। এই উচ্চতায় বস্তুর বেগ v হলে—

$$v^2 = u^2 - 2gh \dots\dots\dots(i)$$

শর্তানুসারে,

এখানে,

$$\text{আদিবেগ, } u = 40 \text{ ms}^{-1}$$

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

আমরা জানি,

$$V = 2T$$

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

$$\text{বা, } gh = v^2$$

$$\text{বা, } gh = u^2 - 2gh$$

$$\text{বা, } h = \frac{u^2}{3g} = \frac{(40 \text{ ms}^{-1})^2}{3 \times 9.8 \text{ ms}^{-2}}$$

$$\therefore h = 54.42 \text{ m}$$

অতএব, ভূমি হতে 54.42 m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির দ্বিগুণ হবে।

ঘ. এখানে, পানির ভর, m=500 kg

$$\text{সময়, } t = 5 \text{ min} = 300 \text{ s}$$

$$\text{উচ্চতা, } h = 50 \text{ m}$$

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

$$\text{কর্মদক্ষতা, } \eta = 45\% = 0.45$$

পরিবর্তিত কর্মদক্ষতা,

$$\eta' = (45 + 10)\% = 55\% = 0.55$$

দৃশ্য ১ এ কার্যকর শক্তি,

$$W = mgh = 500 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 50 \text{ m} \\ = 245000 \text{ J}$$

∴ দৃশ্য ১ এ যন্ত্রটির ব্যয়িত শক্তি,

$$W' = \frac{W}{\eta} = \frac{245000 \text{ J}}{0.45} = 544444.44 \text{ J}$$

পরিবর্তিত কর্মদক্ষতায় ব্যয়িত শক্তি,

$$W'' = \frac{W}{\eta'} = \frac{245000 \text{ J}}{0.55} = 445454.55 \text{ J}$$

∴ ব্যয়িত শক্তির পরিবর্তন,

$$\Delta W = W'' - W' = (445454.55 - 544444.44) \text{ J} \\ = -98989.9 \text{ J}$$

এখানে, ঋণাত্মক চিহ্ন ব্যয়িত শক্তির হ্রাস নির্দেশ করছে।

অতএব, দৃশ্য ১ থেকে যন্ত্রটির কর্মদক্ষতা 10% বেশি হলে ব্যয়িত শক্তি 98989.9J হ্রাস পাবে।

২. যশোর বোর্ড ২০২০

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 20 টি দাগের সাথে প্রধান স্কেলের 19 দাগের সাথে মিলে যায়। প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগ 1 mm। গোলকটিকে ভূমি হতে 50 m উচ্চতায় নিয়ে স্থির অবস্থান হতে ছেড়ে দেওয়া হলো।

ক. অসাম্য বল কাকে বলে?

১

খ. বস্তুর ভরের পরিবর্তন হয় না কিন্তু ওজনের পরিবর্তন হয় - ব্যাখ্যা কর।

২

গ. গোলকটির ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর।

৩

ঘ. ভূমি হতে 15 m উচ্চতায় গতিশক্তি ও বিভবশক্তির মধ্যে কোনটির পরিমাণ বেশি হবে। গাণিতিক বিশ্লেষণ কর।

৪

২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো বস্তুর উপর এক বা একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লব্ধি কাজ করে অর্থাৎ বস্তুর ত্বরণ হয় তখন বস্তুটি সাম্যাবস্থায় থাকে না। যে বল বা বলগুলো এ অসাম্যাবস্থার সৃষ্টি করে তাকে অসাম্য বল বলে।

খ. ভর বস্তুর মৌলিক বৈশিষ্ট্য, যার কোনো পরিবর্তন হয় না। বস্তুর ওজন অভিকর্ষজ ত্বরণের উপর নির্ভর করে। পৃথিবী সম্পূর্ণ গোলাকার না হওয়ায় এর ব্যাসার্ধ সর্বত্র সমান নয়। মেরু অঞ্চলে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ সবচেয়ে কম এবং বিষুব অঞ্চলে সবচেয়ে বেশি। এতে মেরু অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান সবচেয়ে বেশি এবং বিষুব অঞ্চলে সবচেয়ে কম হয়। এজন্য বস্তুর ওজন পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন হয়। অতএব বলা যায়, বস্তুর ভরের পরিবর্তন হয় না কিন্তু ওজনের পরিবর্তন হয়।

গ. এখানে, ভার্ণীয়ার সমপাতন, $V=9$

ভার্ণীয়ার ধ্রুবক, $V.C = \frac{1}{20} mm = 5 \times 10^{-3} cm$

প্রধান স্কেলের পাঠ, $M=5 cm$

আমরা জানি, গোলকটির ব্যাস,

$$\begin{aligned} d &= M + V \times V.C \\ &= 5 cm + 9 \times 5 \times 10^{-3} \\ &= 5.045 cm \end{aligned}$$

অতএব, গোলকটির ব্যাসার্ধ, $r = \frac{d}{2} = \frac{5.045}{2} cm = 2.5225 cm$

ঘ.

এখানে, আদিবেগ, $u=0$

আদি উচ্চতা, $H=50 m$

চূড়ান্ত উচ্চতা, $h=15 m$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g=9.8 ms^{-2}$

গোলকের ঘনত্ব, $\rho = 7.80 gm/cc$

'গ' হতে পাই, গোলকটির ব্যাসার্ধ, $r=2.5225 cm$

গোলকটির ভর, $m=$

$$\rho V = \rho \times \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$= \frac{4}{3} \times 7.80 gm/cc \times 3.1416 \times (2.5225 cm)^3$$

$$= 524.42 gm$$

$$\therefore m = 0.52442 kg$$

h উচ্চতায় গোলকটির গতিশক্তি,

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

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

$$= \frac{1}{2} m \times 2g(H-h)$$

$$= mg(H-h)$$

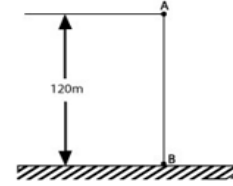
$$= 0.52442 kg \times 9.8 ms^{-2} \times (50-15) m$$

$$= 179.88 J$$

দেখা যাচ্ছে, $T > V$

অতএব, ভূমি হতে 15 m উচ্চতায় গতিশক্তি বিভবশক্তি অপেক্ষা বেশি হবে।

৩. কুমিল্লা বোর্ড ২০২০



চিত্রে একটি বস্তু A কে 120 মিটার উঁচু থেকে ফেলে দেয়া হলো। একই সময় অপর একটি বস্তু B কে $19.6 ms^{-1}$ বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো।

ক. স্থিতিশক্তি কাকে বলে?

১

খ. সমান বল প্রয়োগ করলেও সকল ক্ষেত্রে কাজ সমান হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর।

২

গ. 3 s পরে A বস্তুটির বেগ নির্ণয় কর।

৩

ঘ. ভূমি ছাড়া বস্তুদ্বয় মিলিত হবে কী? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও।

৪

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ. কাজ = বল \times বলের দিকে সরণের উপাংশ। এ কারণে একই বল প্রয়োগের ফলে একই পরিমাণ সরণ বলের সাপেক্ষে বিভিন্ন দিকে হলে কাজ বিভিন্ন হবে। যেমন, F বল প্রয়োগের ফলে বলের দিকে সরণ s হলে, কাজ $W = Fs$ ।

আবার, সরণ যদি বলের সাথে θ কোণে হয় তবে কাজ হবে,

$$W = F \cos \theta$$

আবার, সরণ বলের সাথে 90° কোণে হলে, কাজ,

$$W = F \cos 90^\circ \text{ হয়।}$$

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

গ.

এখানে,

আদিবেগ, $u_A = 0$

সময়, $t_A = 3s$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8ms^{-2}$

শেষবেগ, $v_A = ?$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} v_A &= u_A + gt_A \\ &= 0 + 9.8ms^{-2} \times 3s \\ &= 29.4ms^{-1} \end{aligned}$$

অতএব, 3 s পর A বস্তুর বেগ $29.4 ms^{-1}$ ।

ঘ. এখানে, A বস্তুর আদিবেগ, $u_A = 0 ms^{-1}$

B বস্তুর আদিবেগ, $u_B = 19.6ms^{-1}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8ms^{-2}$

A বস্তুর আদি উচ্চতা, $H = 120 m$

ধরি, A ও B বস্তুর t সময় পর h উচ্চতায় মিলিত হবে, শর্তানুসারে,

$$h = u_B t - \frac{1}{2} g t^2 \dots\dots\dots(i)$$

$$\text{এবং } H - h = u_A t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$\text{বা, } H - h = \frac{1}{2} g t^2$$

$$\text{বা, } H - u_B t + \frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2} g t^2 \text{ [(i) নং এর মান বসিয়ে]}$$

$$\text{বা, } t = \frac{H}{u_B} = \frac{120m}{19.6ms^{-1}}$$

$$\therefore t = 6.12s$$

A বস্তুর মাটিতে পড়তে প্রয়োজনীয় সময় t' হলে-

$$H = ut' + \frac{1}{2} g t'^2$$

$$\text{বা, } H = \frac{1}{2} g t'^2$$

$$\text{বা, } t'^2 = \frac{2H}{g}$$

$$\text{বা, } t' = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 120m}{9.8ms^{-2}}}$$

$$= 4.95s$$

দেখা যাচ্ছে, $t > t'$

অতএব, ভূমি ছাড়া বস্তুর মিলিত হবে না।

8. চট্টগ্রাম বোর্ড ২০২০

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

দৃশ্যকল্প-২ : 2 kW ক্ষমতার একটি মোটর 20 s এ 100 kg ভরের একটি বস্তুকে 200 m উচ্চতায় তুলতে পারে।

ক. বায়োমাস শক্তি কাকে বলে? ১

খ. ভরবেগ এবং গতিশক্তির মধ্যে সম্পর্ক ব্যাখ্যা কর। ২

গ. দৃশ্যকল্প -১ এ কত উচ্চতায় ক্রিকেট বলটির বিভব শক্তি ও গতিশক্তির সমান হবে?

৩

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

৪

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. বায়োমাস হলো সেই সকল জৈব পদার্থ যাদেরকে শক্তিতে রূপান্তরিত করা যায়। আর এই বায়োমাস থেকে প্রাপ্ত শক্তিকে বায়োমাস শক্তি বলে।

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

$$\text{কিন্তু, } v^2 = u^2 + 2as$$

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

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

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. ধরি, h উচ্চতায় ক্রিকেট বলটির বিভব শক্তি গতিশক্তির সমান হবে। এই উচ্চতায় বলটির বেগ v হলে,

$$v^2 = u^2 - 2gh \dots \dots \dots (i)$$

এখানে,

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8ms^{-2}$

∴ শর্তানুসারে,

$$V=T$$

$$\text{বা, } mgh = \frac{1}{2} \times (u^2 - 2gh)$$

$$\text{বা, } gh = \frac{1}{2} u^2 - gh$$

$$\text{বা, } 2gh = \frac{1}{2} u^2$$

$$\text{বা, } 4gh = u^2$$

$$\text{বা, } h = \frac{u^2}{4g} = \frac{(40ms^{-1})^2}{4 \times 9.8ms^{-2}}$$

$$\therefore h = 40.82m$$

অতএব, 40.82 m উচ্চতায় ক্রিকেট বলটির বিভব শক্তি গতিশক্তির সমান হবে।

ঘ. এখানে, বস্তুর ভর, $m=100 \text{ kg}$

সময়, $t=20s$

উচ্চতা, $h=20 \text{ m}$

মোটরের ক্ষমতা, $p' = 2kW = 2000 \text{ W}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8ms^{-2}$

মোটরের কার্যকর ক্ষমতা,

$$p = \frac{mgh}{t} = \frac{100kg \times 9.8ms^{-2} \times 20m}{20s} = 980W$$

∴ মোটরের কর্মদক্ষতা,

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

∴ মোটরটিতে শক্তির অপচয়

$$\begin{aligned} &= (1 - \eta) \times P' \times t \\ &= (1 - 0.49) \times 2000W \times 20s \\ &= 20400J \end{aligned}$$

প্রক্রিয়া:

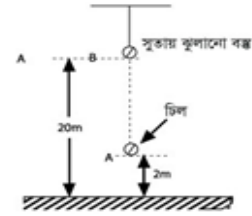
মোটরটিতে $E = pt = (2000 \times 20)J$ বা 40000 J শক্তি প্রদান করা হয়েছে যার মধ্যে 20400 J শক্তি তাপশক্তি হিসেবে অপচয় হয়েছে।

অতএব, মোটরটিতে তাপশক্তি হিসেবে 20400 J শক্তি অপচয় হয়েছে।

৫. সিলেট বোর্ড ২০২০

দৃশ্যকল্প-১ : একটি স্লাইড ক্যালিপার্সের ভার্নিয়ারের ভাগ সংখ্যা, 10 ও প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম ভাগের মান 1 mmএ যন্ত্রটির দ্বারা পরিমাপে প্রাপ্ত দন্ডের দৈর্ঘ্য 3.27 cm, প্রধান স্কেল পাঠ 3.2 cm.

দৃশ্যকল্প-২ :



50 g ভরের টিলটি A অবস্থান হতে 20 ms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে ছোঁড়া হলো। স্থানটির অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8 ms^{-2} ।

ক. পর্যাবৃত্ত গতি কাকে বলে?

১

খ. কর্মদক্ষতার মান 1 এর বেশি হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর।

২

গ. দৃশ্যকল্প-১ : এর ক্ষেত্রে ভার্নিয়ার সমপাতন নির্ণয় কর।

৩

ঘ. দৃশ্যকল্প-২ : এর টিলটির পক্ষে সুতায় ঝুলানো বস্তুটিকে স্থানচ্যুত করতে না পারার কারণ বিশ্লেষণ কর।

৪

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো গতিশীল বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এটি এর গতিপথে কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পর পর একই দিক থেকে অতিক্রম করে তাহলে তাকে সেই গতিকে পর্যাবৃত্ত গতি বলে।

খ. কর্মদক্ষতা বলতে মোট যে কার্যকর শক্তি পাওয়া যায় এবং মোট যে শক্তি দেওয়া হয়েছে তার অনুপাতকে বুঝায়। একে সাধারণত শতকরা হিসেবে প্রকাশ করা হয়ে থাকে।

$$\text{কর্মদক্ষতা} = \frac{\text{লাভ্য কার্যকর শক্তি}}{\text{প্রদত্ত শক্তি}} \times 100\%$$

কর্মদক্ষতা 1 এর চেয়ে বেশি হতে পারে না। কারণ কোনো যন্ত্রই মোট প্রদত্ত শক্তির চেয়ে বেশি শক্তি ব্যবহারে কাজ সম্পন্ন করতে পারে না।

গ. এখানে, ভার্নিয়ার ধ্রুবক, $V.C = \frac{1}{2} \text{ mm} = 0.1 \text{ mm}$

দন্ডের দৈর্ঘ্য, $L=3.27 \text{ cm}$

প্রধান স্কেল পাঠ, $M=3.2 \text{ cm}$

ভার্নিয়ার সমপাতন, $V=?$

আমরা জানি,

$$L=M+V.C \times V$$

$$\text{বা, } V = \frac{L - M}{V.C} = \frac{3.27\text{cm} - 3.2\text{cm}}{0.01\text{cm}}$$

$$\therefore V = 7$$

অতএব, দৃশ্যকল্প-১ : এর ক্ষেত্রে ভার্নিয়ার সমপাতন 7।

য. এখানে, A অবস্থানের উচ্চতা, $h=2\text{ m}$

B অবস্থানের উচ্চতা, $H=20\text{ m}$

টিলটির আদি বেগ, $u = 20\text{ms}^{-1}$

টিলটির ভর, $m=50\text{ g}=0.5\text{ kg}$

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

A ও B অবস্থানদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d=H-h$

$$=20\text{ m}-2\text{ m}$$

$$=18\text{ m}$$

টিলটির উলম্ব বরাবর সর্বোচ্চ অতিক্রান্ত দূরত্ব D হলে,

$$0^2 = u^2 - 2gD$$

$$\text{বা, } D = \frac{u^2}{2g}$$

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

$$\therefore D = 20.4\text{m}$$

$D > d$ সুতরাং টিলটি সুতায় ঝুলানো বস্তুটিকে আঘাত করবে।

এখন, বস্তুটিকে আঘাত করার মুহূর্তে টিলটির বেগ v এবং গতিশক্তি T

$$\text{হলে, } v^2 = u^2 - 2gd$$

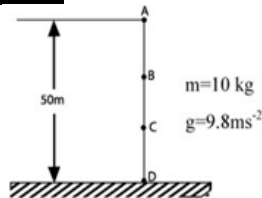
$$= (20\text{ms}^{-1})^2 - 2 \times 9.8\text{ms}^{-2} \times 18\text{m}$$

$$= 47.2\text{m}^2\text{s}^{-2}$$

$$\therefore T = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.05\text{kg} \times 47.2\text{m}^2\text{s}^{-2} = 1.18\text{J}$$

এখন সুতায় ঝুলানো বস্তুটির ভর 50 g এর অনেক বেশি হলে এর ওজন B অবস্থানে টিলটির গতিশক্তি 1.18 J এর তুলনায় অনেক বেশি হবে। ফলে টিলটি সুতায় ঝুলানো বস্তুটিকে স্থানচ্যুত করতে পারবে না।

৬. বরিশাল বোর্ড ২০২০



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

ক. বিভব শক্তি কাকে বলে?

১

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

২

গ. A থেকে B অবস্থানে বস্তুটির দূরত্ব নির্ণয় কর।

৩

ঘ. যদি $AC=25\text{ cm}$ হয় তবে A, C এবং D বিন্দুতে শক্তির

রূপান্তর প্রক্রিয়াটি শক্তির নিত্যতার সূত্র অনুসরণ করে ব্যাখ্যা কর। ৪

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ. কর্মদক্ষতা হচ্ছে কোনো যন্ত্রের 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 সক্ষম। আবার কর্মদক্ষতা যত কম সেটি তার দ্বারা গৃহীত শক্তির তত কম অংশ কাজে রূপান্তরিত করতে পারবে। অতএব, উপরোক্ত আলোচনা থেকে স্পষ্ট প্রতীয়মান- লভ্য কার্যকর শক্তি কর্মদক্ষতার উপর নির্ভর করে।

গ. এখানে, A অবস্থানের উচ্চতা, $H=50\text{ m}$

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

বস্তুর ত্বরণ, $m=10\text{ kg}$

B অবস্থানে গতিশক্তি, $T_B = 1960\text{J}$

ধরি, B অবস্থানে উচ্চতা, h

B অবস্থানে বস্তুটির বিভব শক্তি

$$V_B = mgH - T_B$$

$$\text{বা, } V_B = 10\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} \times 50\text{m} - 1960\text{J}$$

$$\text{বা, } V_B = 2940\text{J}$$

$$\text{বা, } mgh=2940\text{ J}$$

$$\text{বা, } h = \frac{2940\text{J}}{10\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2}}$$

$$\therefore h = 30\text{m}$$

$$\therefore \text{A থেকে B অবস্থানে বস্তুটির দূরত্ব, } =H-h$$

$$=50\text{ m}-30\text{ m}$$

$$=20\text{ m}$$

ঘ. এখানে, A বিন্দুর উচ্চতা, $H=50\text{ m}$

C বিন্দুর উচ্চতা,

$$h_c = H - AC = 50\text{m} - 25\text{m} = 25\text{m}$$

D বিন্দুর উচ্চতা, $h_D = 0$

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

বস্তুর ভর, $m=10\text{ kg}$

A বিন্দুতে বেগ, $u=0$

A বিন্দুর বস্তুর গতিশক্তি,

$$T_A = \frac{1}{2} mu^2$$

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

A বিন্দুতে বিভব শক্তি,

$$V_A = mgh$$

$$= 10kg \times 9.8ms^{-2} \times 50m$$

$$= 4900J$$

A বিন্দুতে মোট শক্তি,

$$E_A = T_A + V_A$$

$$= 0 + 4900J = 4900J$$

C বিন্দুতে বস্তুর বেগ,

$$v_c = \sqrt{2g(H - h_c)}$$

$$= 2 \times 9.8ms^{-2} \times (50m - 25m)$$

$$= 7\sqrt{10}ms^{-1}$$

C বিন্দুতে বস্তুর গতিশক্তি,

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

$$= \frac{1}{2} \times 10kg \times (7\sqrt{10}ms^{-1})^2$$

$$= 2450J$$

C বিন্দুতে বস্তুর বিভবশক্তি,

$$V_C = mgh_C$$

$$= 10kg \times 9.8ms^{-2} \times 25m$$

$$2450J$$

C বিন্দুর মোট শক্তি,

$$E_C = T_C + V_C$$

$$= 2450J + 2450J$$

$$= 4900J$$

D বিন্দুতে বস্তুর বেগ V_D হলে,

$$v_D^2 = u^2 + 2gh$$

$$= 0 + 2 \times 9.8ms^{-2} \times 50m$$

$$= 980m^2s^{-2}$$

\therefore D বিন্দুতে গতিশক্তি,

$$T_D = \frac{1}{2} mv_D^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 10kg \times 980m^2s^{-2}$$

$$= 4900J$$

D বিন্দুতে বস্তুর বিভবশক্তি,

$$V_D = mgh_D$$

$$= 10kg \times 9.8ms^{-2} \times 0$$

$$= 0$$

\therefore D বিন্দুতে মোট শক্তি,

$$E_D = T_D + V_D$$

$$= 4900J + 0$$

$$= 4900J$$

দেখা যাচ্ছে, $E_A = E_C = E_D$

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

৭. দিনাজপুর বোর্ড ২০২০

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

ক. সরণ কাকে বলে? ১

খ. গতিশক্তি কখনোই ঋণাত্মক হতে পারে না- ব্যাখ্যা কর। ২

২

গ. ভূমি হতে কত উচ্চতায় A বস্তুর গতিশক্তি ও বিভব শক্তি সমান হবে? ৩

৩

ঘ. 'B' বস্তুর ক্ষেত্রে “নিষ্ক্ষেপের মুহূর্তে এবং নিষ্ক্ষেপের 2 sec পর মোট শক্তির পরিমাণ অপরিবর্তিত থাকবে” - গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

৪

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. একটি নির্দিষ্ট দিকে গতিশীল বস্তুর আদি এবং শেষ অবস্থানের ন্যূনতম সরলরৈখিক দূরত্বকে সরণ বলে।

খ. কোনো বস্তুর ভর m এবং বেগ v হলে বস্তুর গতিশক্তি,

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

এই সমীকরণে ভর m সর্বদা ধনাত্মক এবং বেগ ধনাত্মক বা ঋণাত্মক যে কোনোটিই হতে পারে। কিন্তু বেগের বর্গ সবসময়ই ধনাত্মক হবে। তাই mv^2 রাশিটি সবসময়ই ধনাত্মক। সুতরাং গতিশক্তি ঋণাত্মক হতে পারে না।

গ. এখানে, A বস্তুর আদি উচ্চতা, $H=196$ m

A বস্তুর আদি বেগ, $u_A=0$

ধরি, ভূমি থেকে h উচ্চতায় A বস্তুর গতিশক্তি ও বিভব শক্তি সমান হবে। এখন h উচ্চতায় বস্তুর বেগ v_A হলে,

∴ শর্তানুসারে,

$$T = V$$

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

$$\text{বা, } \frac{1}{2}\{u_A^2 + 2g(H-h)\} = gh$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} \times 2g(H-h) = gh \quad [∵ u_A = 0]$$

$$\text{বা, } H-h = h$$

$$\text{বা, } 2h = H$$

$$\text{বা, } h = \frac{H}{2}$$

$$\text{বা, } h = \frac{196\text{m}}{2}$$

$$∴ h = 98\text{m}$$

অতএব, ভূমি থেকে 98 m উচ্চতায় A বস্তুর গতিশক্তি ও বিভব শক্তি সমান হবে।

ঘ. নিষ্ক্ষেপের মুহূর্তে নিষ্ক্ষেপণ বিন্দুর সাপেক্ষে B বস্তুর বিভব শক্তি,

$$V_1 = m_B g \times 0 = 0$$

নিষ্ক্ষেপের মুহূর্তে B বস্তুর গতিশক্তি,

এখানে,

$$\text{নিষ্ক্ষেপণ বেগ, } u_B = 30\text{ms}^{-1}$$

$$T_1 = \frac{1}{2}m_B u_B^2$$

$$\text{B বস্তুর ভর, } m_B = 200\text{gm} = 0.2\text{kg}$$

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

∴ নিষ্ক্ষেপের মুহূর্তে B বস্তুর মোট শক্তি,

$$E_1 = V_1 + T_1$$

$$= 0 + 90\text{J} = 90\text{J}$$

নিষ্ক্ষেপের 2 s পর B বস্তুর উচ্চতা, h_B এবং বেগ v_B হলে,

এখানে,

$$\text{সময়, } t = 2\text{ s}$$

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

$$h_B = u_B t - \frac{1}{2}gt^2$$

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

$$= 40.4\text{m}$$

এবং

$$v_B = u_B - gt$$

$$= 30\text{ms}^{-1} - 9.8\text{ms}^{-2} \times 2\text{s} = 10.4\text{ms}^{-1}$$

∴ নিষ্ক্ষেপের 2 s পর B বস্তুর মোট শক্তি,

$$E_2 = m_B gh_B + \frac{1}{2}m_B v_B^2$$

$$= 0.2\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} \times 40.4\text{m} + \frac{1}{2} \times 0.2\text{kg} \times (10.4\text{ms}^{-1})^2$$

$$= 90\text{J}$$

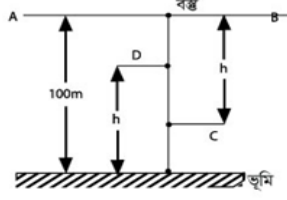
∴ দেখা যাচ্ছে, $E_1 = E_2$

অতএব, উদ্দীপকের B বস্তুর ক্ষেত্রে নিষ্ক্ষেপের মুহূর্তে এবং নিষ্ক্ষেপের 2 sec পর মোট শক্তি অপরিবর্তিত থাকবে।

৮. ময়মনসিংহ বোর্ড ২০২০

দৃশ্যকল্প -১ : একটি বস্তুকে খাড়া উপরের দিকে 20ms^{-1} বেগে ছোঁড়া হলো। স্থানটির অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8ms^{-2} ।

দৃশ্যকল্প -২ :



চিহ্নের বস্তুটির ভর 50 g এবং বস্তুটি মুক্তভাবে পড়তে দেয়া হলো। C বিন্দুতে বস্তুটির গতিশক্তি বিভবশক্তির দ্বিগুণ।

ক. প্রবাহী ঘর্ষণ কাকে বলে?

১

খ. জুতার তলায় খাঁজকাটা থাকে কেন?

২

গ. দৃশ্যকল্প-১ : এর বস্তুটি সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠতে কত সময় নিবে? নির্ণয় কর।

৩

ঘ. দৃশ্যকল্প-২ : এর ক্ষেত্রে বস্তুটির মোট শক্তি C ও D বিন্দুতে একই থাকে- বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত ব্যক্ত কর।

৪

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো বস্তু প্রবাহী পদার্থের মধ্যে গতিশীল হলে যে ঘর্ষণ ক্রিয়া করে তাকে প্রবাহী ঘর্ষণ বলে।

খ. জুতার তলায় খাঁজকাটা থাকলে জুতার তলা উচু-নিচু হয়। এর ফলে রাস্তা ও জুতার মধ্যে ঘর্ষণ বল সর্বোচ্চ হয় এবং জুতা রাস্তাকে ভালোভাবে আঁকড়ে ধরে রাখে। ফলে আমরা পিছলে না গিয়ে স্বাভাবিকভাবে হাঁটতে পারি। এজন্য জুতার তলায় খাঁজ কাটা থাকে।

গ. এখানে, নিষ্ক্ষেপ বেগ, $u = 20ms^{-1}$

সর্বোচ্চ উচ্চতায় বেগ, $v = 0ms^{-1}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8ms^{-2}$

সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠতে প্রয়োজনীয় সময়, $t=?$

আমরা জানি,

$$v = u = gt$$

$$\text{বা, } 0 = 20ms^{-1} - 9.8ms^{-2} \times t$$

$$\text{বা, } t = \frac{20ms^{-1}}{9.8ms^{-2}}$$

$$\therefore t = 2.04s$$

অতএব, দৃশ্যকল্প-১ এর বস্তুটি সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠতে 2.04 s সময় নিবে।

ঘ. উদ্দীপক অনুসারে,

C বিন্দুতে বিভব শক্তি, $V_C = mg(100-h)$

এখন, C বিন্দুতে বস্তুটির বেগ v_C হলে,

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

উদ্দীপক অনুসারে,

$$T_C = 2V_C$$

এখানে,

$$\text{বা, } \frac{1}{2}mv_C^2 = 2 \times mg(100-h)$$

বস্তুর আদি বেগ, $u = 0$

$$\text{বা, } \{u^2 + 2gh\} = 4g(100-h)$$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8ms^{-2}$

$$\text{বা, } 2gh = 4g(100-h)$$

বস্তুর ভর, $m = 50g = 0.05kg$

$$\text{বা, } h = 2(100-h)$$

$$\text{বা, } h = \frac{100 \times 2}{3}$$

$$\therefore h = 66.67m$$

\therefore C বিন্দুতে মোট শক্তি,

$$\begin{aligned} E_C &= mg(100m - h) + \frac{1}{2}mv_C^2 \\ &= 0.05kg \times 9.8ms^{-2} \times (100 - 66.67)m + \\ &\frac{1}{2} \times 0.05kg \times \{0^2 + 2 \times 9.8ms^{-2} \times 66.67m\} \end{aligned}$$

$$\therefore E_C = 49J$$

D বিন্দুতে বস্তুটির বেগ V_D হলে,

$$v_D^2 = u^2 + 2g(100m - h)$$

$$= 0 + 2 \times 9.8ms^{-2} \times (100m - 66.67m)$$

$$= 653.268m^2s^{-2}$$

D বিন্দুতে বস্তুটির গতিশক্তি,

$$T_D = \frac{1}{2}mv_D^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.05kg \times 653.268m^2s^{-2}$$

$$= 16.3317J$$

D বিন্দুতে বস্তুটির বিভব শক্তি,

$$V_D = mgh$$

$$= 0.05kg \times 9.8ms^{-2} \times 66.67m$$

$$= 32.6683J$$

\therefore D বিন্দুতে বস্তুটির মোট শক্তি,

$$E_D = T_D + V_D = 16.3317J + 32.6683J$$

$$\therefore E_D = 49J$$

$$\text{দেখা যাচ্ছে, } E_C = E_D$$

অতএব, দৃশ্যকল্প-২ এর ক্ষেত্রে C ও D বিন্দুতে বস্তুটির মোট শক্তি একই থাকে।

৯. ঢাকা বোর্ড ২০১৯

40 kg ভরের রনি স্থির অবস্থান থেকে 0.4 m s^{-2} সুষম ত্বরণে স্কুলের উদ্দেশ্যে রওনা হয়ে 70 s পৌঁছায়। রনির বড় ভাই জনির ভর 50 kg এবং তাদের বাড়ির ছাদের উচ্চতা 20 m।

- ক. কর্মদক্ষতা কাকে বলে? ১
- খ. একই উচ্চতার ছাদ থেকে ফেলে দেওয়া একই ভরের 1টি খোলা কাগজের তুলনায় 1টি মোচড়ানো কাগজ ভূমিতে আগে পৌঁছায় কেন? ২
- গ. রনির যাএস্থান থেকে স্কুলের দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. রনির কৃতকাজের সমপরিমাণ কাজ করে জনি 10 kg ভরের বস্তু নিয়ে ছাদে পৌঁছাতে পারবে কি না? মতামত দাও। ৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো যন্ত্রের কার্যকর ক্ষমতা এবং ঐ যন্ত্রের মোট প্রদত্ত ক্ষমতার অনুপাতকে কর্মদক্ষতা বলে।

খ পড়ন্ত বস্তুর উপর বাতাসের বাধার পরিমাণের উপর নির্ভর করে বস্তু ভূমিতে আগে বা পরে পৌঁছায়। বস্তুর ক্ষেত্রফল বেশি হলে তার উপর বাতাসের উর্ধ্বমুখী বল বা বাধার পরিমাণ বেশি হয় এবং ক্ষেত্রফল কম হলে বাধার পরিমাণ কম হয়। খোলা কাগজের ক্ষেত্রফল বেশি এবং মোচড়ানো কাগজের ক্ষেত্রফল কম হয়। এজন্য খোলা কাগজে বাধা বেশি হওয়ার এর গতি কমে যায় এবং মোচড়ানো কাগজে বাধা কম হওয়ার এর গতি তুলনামূলক বেশি থাকে। ফলে মোচড়ানো কাগজ খোলা কাগজের আগে ভূমিতে পৌঁছায়।

গ আমরা জানি,

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

$$= 0 \times t + \frac{1}{2} \times 0.4 \text{ m s}^{-2} \times (70 \text{ s})^2$$

ঘ এখানে, রনির ভর, $m_R = 40 \text{ kg}$

ত্বরণ, $a = 0.4 \text{ m s}^{-2}$

'গ' হতে পাই, অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 980 \text{ m}$

রনির কৃতকাজ, W_R হলে,

$$W_R = Fs = mas = 40 \text{ kg} \times 0.4 \text{ m s}^{-2} \times 980 \text{ m}$$

$$\therefore W_R = 15680 \text{ j}$$

আবার, জনির ভর, $m_J = 50 \text{ kg}$

ছাদের উচ্চতা, $h = 20 \text{ m}$

এখানে,

ত্বরণ, $a = 0.4 \text{ m s}^{-2}$

সময়, $t = 70 \text{ s}$

আদিবেগ, $u = 0 \text{ m s}^{-1}$

দূরত্ব, $s = ?$

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

বস্তুর ভর, $m_s = 10 \text{ kg}$

\therefore মোট ভর, $m = 50 \text{ kg} + 10 \text{ kg} = 60 \text{ kg}$

জনির কৃতকাজ, w_J হলে, $w_J = mgh$

$$= 60 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 20 \text{ m}$$

$$= 11760 \text{ J}$$

যেহেতু $W_J < W_R$ সেহেতু রনির কৃতকাজের সমান পরিমাণ কাজ করে জনি 10 kg ভরের বস্তু নিয়ে ছাদে পৌঁছাতে পারবে।

১০. রাজশাহী বোর্ড ২০১৯

20 kg ভরের একটি বস্তুকে ভূমি, হতে 40 m উঁচু স্থান থেকে মুক্তভাবে ছেড়ে দেওয়া হলো।

- ক. কর্মদক্ষতা কাকে বলে। ১
- খ. শক্তি ও কাজের একক অভিন্ন কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. ভূমি হতে কত উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তি এক-তৃতীয়াংশ হবে নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. সর্বোচ্চ উচ্চতায় এবং পতনের 2 sec পর শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি অনুসৃত হবে কি-না? যুক্তি দ্বারা তোমার মতামত বিশ্লেষণ কর। ৪

১০নং 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 পরিমাণ করা হয় তার দ্বারা সম্পন্ন কাজের পরিমাণ থেকে, সুতরাং কাজ ও শক্তির একক এবং তা হলো জুল (j)।

গ ধরি, ভূমি হতে h উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক-তৃতীয়াংশ হবে।

$$\text{অর্থাৎ, } V = \frac{1}{3}T$$

$$\text{বা, } T = 3V$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2}v^2 = 3mgh$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2}v^2 = gh$$

$$\text{বা, } v = 6gh$$

$$\text{বা, } 2g(40-h) = 6gh \quad [\because v^2 = 2g(40-h)]$$

$$\text{বা, } 40-h = 6gh$$

$$\text{বা, } 4h = 40$$

$$\therefore h = 10 \text{ m}$$

অতএব, ভূমি হতে 10 m উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক-তৃতীয়াংশ হবে।

ঘ এখানে, ভর, $m = 20 \text{ kg}$

$$\text{অভিকর্ষজ ত্বরণ, } g = 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 40 \text{ m} \\ = 7840 \text{ J}$$

$$\therefore \text{সর্বোচ্চ উচ্চতায় মোট শক্তি, } E = T + V \\ = 0 + 7840 \text{ J} \\ = 7840 \text{ N}$$

$$\text{পতনের } 2 \text{ s পর বেগ, } v = gt = 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 2 \text{ s} \\ = 19.6 \text{ m s}^{-1}$$

$$2 \text{ s পর গতিশক্তি, } T^v = \frac{1}{2}mv^2 \\ = \frac{1}{2} \times 20 \text{ kg} \times (19.6 \text{ m s}^{-1})^2 \\ = 3841.61$$

পতনের 2 s অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$x = \frac{1}{2}gt^2 \\ = \frac{1}{2} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times (2 \text{ s})^2 \text{ m} \\ = 19.6 \text{ m}$$

$$\therefore \text{পতনের } 2 \text{ s পর মোট শক্তি, } E' = V' + T' \\ = 3998.4 \text{ J} + 3841.61 \\ = 7840 \text{ J}$$

উপরোক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যাচ্ছে যে, $E = E'$

অতএব সর্বোচ্চ উচ্চতায় এবং পতনের 2 sec পর শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি অনুসৃত হবে।

বি. দ্র: পতনের 2 s পর ধরে সমাধান করা হয়েছে।

১১. যশোর বোর্ড ২০১৯

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।

- গতিশক্তি কাকে বলে? ১
- গতিশীল বস্তুর অর্জিত গতিশক্তি বেগের সাথে কীভাবে সম্পর্কিত? ব্যাখ্যা কর। ২
- ট্যাংকটি পূর্ণ অবস্থায় পানির অর্জিত বিভবশক্তি নির্ণয় কর। ৩
- তিনটি মোটর দিয়ে পৃথকভাবে ট্যাংকটি পূর্ণ করলে, কৃতকাজের কোনো পরিবর্তন হবে কী? যৌক্তিক মতামত দাও। ৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন 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 হবে,

$$\text{গতিশক্তি} = \text{কৃতকাজ} = F \times s$$

$$\text{বা, } T = ma s \quad [\because F = ma]$$

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

$$\text{বা, } as = \frac{v^2}{2}$$

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

$$\text{অর্থাৎ গতিশক্তি} = \frac{1}{2} \times \text{ভর} \times (\text{বেগ})^2$$

এটাই গতিশক্তি এবং বেগের মধ্যে সম্পর্ক।

গ এখানে, 1ম মোটরের কর্মদক্ষতা, $\eta = 35\% = 0.35$

$$\text{ক্ষমতা, } P = 0.5 \text{ kW} = 500 \text{ W}$$

$$\text{ট্যাংকের উচ্চতা, } h = 20 \text{ m}$$

$$\text{প্রয়োজনীয় সময়, } t = 5 \text{ min} = 300 \text{ s}$$

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

1ম মোটরের কার্যকর ক্ষমতা P' হলে,

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

$$\text{বা, } P' = \eta P = 0.35 \times 500 \text{ W} = 175 \text{ W}$$

ট্যাংকের পানির ভর = $m \text{ kg}$ (ধরি)

$$\text{ইঞ্জিনের অর্জিত বিভবশক্তি, } v = mgh = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } P' = \frac{mgh}{t}$$

$$\text{বা, } mgh = P't$$

$$\text{বা, } V = 175 \text{ W} \times 300 \text{ s} = 52500 \text{ J}$$

অতএব ট্যাংকটি পূর্ণ অবস্থায় পানির অর্জিত বিভবশক্তি 52500 J।

ঘ এখানে তিনটি মোটরের কর্মদক্ষতা যথাক্রমে,

$$\eta_1 = 35\% = 0.35$$

$$\eta_2 = 40\% = 0.4 \text{ এবং } \eta_3 = 45\% = 0.45$$

মোটরগুলোর ক্ষমতা, $P = 0.5 \text{ kW} = 500 \text{ W}$

ট্যাংকে পানির ভর m হলে,

$$mgh = 52500 \text{ [গ নং থেকে প্রাপ্ত]}$$

$$\text{বা, } m = \frac{52500}{gh} = \frac{52500 \text{ J}}{9.8 \text{ m s}^{-2} \times 20 \text{ m}} = \frac{1875}{7} \text{ kg}$$

\therefore ট্যাংকে পানি উঠাতে কৃতকাজ W হলে,

$$W = mgh = 52500 \text{ J}$$

এখন ট্যাংকটি পূর্ণ করতে মোটরদ্বয়ের প্রয়োজনীয় সময় যথাক্রমে t_1, t_2 ও t_3 এবং কাযকর ক্ষমতা যথাক্রমে P_1, P_2 ও P_3 হলে,

$$t_1 = 5 \text{ মিনিট [প্রদত্ত]}$$

$$\text{আবার, } P_2 t_2 = W$$

$$\text{বা, } \eta_2 P t_2 = W$$

$$\text{বা, } t_2 = \frac{W}{\eta_2 P} = \frac{52500 \text{ J}}{0.45 \times 500 \text{ W}}$$

$$= 262.5 \text{ s} = 4.375 \text{ মিনিট}$$

$$\text{আবার, } P_3 t_3 = W$$

$$\text{বা, } \eta_3 P t_3 = W$$

$$\text{বা, } t_3 = \frac{W}{\eta_3 P} = \frac{52500 \text{ J}}{0.45 \times 500 \text{ W}}$$

$$= 233.33 \text{ s} = 3.89 \text{ মিনিট}$$

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।

১২. কুমিল্লা বোর্ড ২০১৯

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 পর গন্তব্যে পৌছায়। প্রতিযোগিতা শেষে তাদের বিজ্ঞান শিক্ষক বলেন, “তোমাদের দুজনের ক্ষমতা ভিন্ন হলেও, কৃতকার্য সমান হয়েছে।”

- ক. কর্মদক্ষতা কাকে বলে? ১
খ. লভ্য কার্যকর শক্তি কর্মদক্ষতার উপর নির্ভর করে কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. ১ম বালকের কর্মদক্ষতা 40 % হলে, ক্ষমতা কত হবে নির্ণয় কর। ৩
ঘ. বিজ্ঞান শিক্ষকের উক্তিটির যৌক্তিক কারণ ছিল কি? তোমার মতামত দাও। ৪

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো যন্ত্রের কার্যকর ক্ষমতা এবং ঐ যন্ত্রের মোট প্রদত্ত ক্ষমতার অনুপাতকে কর্মদক্ষতা বলে।

খ সৃজনশীল প্রশ্ন ৬ (খ) নং উত্তর দ্রষ্টব্য।

গ ১ম বালকের ত্বরণ a_1 হলে,

$$a = \frac{1}{2} a_1 t_1^2$$

ঘ ‘গ’ হতে পাই, ১ম বালকের ত্বরণ $a_1 = 0.04 \text{ m s}^{-2}$

এবং ১ম বালকের কার্যকর ক্ষমতা, $P_1 = 3.2 \text{ W}$

$$\therefore \text{১ম বালকের কার্যকর ক্ষমতা, } W_1 = m_1 a_1 s \\ = 40 \text{ kg} \times 0.04 \text{ m s}^{-2} \times 200 \text{ m} = 300 \text{ J}$$

২য় বালকের ক্ষেত্রে :

ত্বরণ a_2 হলে,

$$s = \frac{1}{2} a_2 t_2^2$$

$$\text{বা, } a_2 = \frac{2s}{t_2^2} = \frac{2 \times 200 \text{ m}}{(200 \text{ s})^2} \\ = 0.01 \text{ m s}^{-2}$$

এখানে,
অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 200 \text{ m}$
সময়, $t_2 = 200 \text{ s}$
ভর, $m_2 = 80 \text{ kg}$

$$\text{২য় বালকের কৃতকাজ, } W_2 = m_2 a_2 s \\ = 80 \text{ kg} \times 0.01 \text{ m s}^{-2} \times 200 \text{ m} \\ = 160 \text{ J}$$

$$\text{২য় বালকের কার্যকর ক্ষমতা, } P_1 = \frac{W_2}{t_2} = \frac{160 \text{ J}}{200 \text{ s}} = 0.8 \text{ W}$$

উপরোক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যাচ্ছে যে, $W_1 \neq W_2$ এবং $P_1 \neq P_2$ অর্থাৎ, বালকদ্বয়ের ক্ষমতা ও কৃতকাজ কোনোটিই সমান নয়। অতএব, বিজ্ঞান শিক্ষকের উক্তির কোনো যৌক্তিক কারণ ছিল না।

১৩. চট্টগ্রাম বোর্ড ২০১৯

1 kw ক্ষমতার একটি ইঞ্জিন দ্বারা 100 kg পানি 5 m উচ্চতার 10 s সময় লাগে।

ক. সাম্য বল কাকে বলে?

১

খ. দুটি বস্তুকে একই বল প্রয়োগ করলে বেগ সমান হয় না-ব্যাখ্যা কর। ২

গ. সম্পূর্ণ পানি উত্তোলন করতে কৃতকাজের পরিমাপ নির্ণয় কর।

৩

ঘ. যদি সম্পূর্ণ পানি উত্তোলন করতে 2 s সময় বেশি লাগে তবে কর্মদক্ষতার কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ নিউটনের ২য় সূত্রানুসারে, বল,

$$F = ma = m \left(\frac{v-u}{t} \right)$$

$$\text{বা, } F = \frac{mv}{t} \text{ [আদিবেগ, } u = 0]$$

$$\text{বা, } v = \frac{Ft}{m}$$

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 ধরে বল প্রয়োগ না করলেও বেগ সমান হয় না।

গ উদ্দীপক হতে, পানির ভর, $m = 100 \text{ kg}$

উচ্চতা, $h = 5 \text{ m}$

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

কৃতকাজ, $w = ?$

আমরা জানি, $W = mgh = 100 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 5 \text{ m}$

$$\therefore W = 4.9 \times 10^3 \text{ J}$$

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, $P' = 1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$

$$\text{১ম ক্ষেত্রে, কার্যকর ক্ষমতা, } P_1 = \frac{W}{t_1} = \frac{4.9 \times 10^3 \text{ J}}{10 \text{ s}} = 490 \text{ W}$$

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,

$$\eta_1 = \frac{P_1}{P'} \times 100\% = \frac{490 \text{ W}}{1000 \text{ W}} \times 100\% = 49\%$$

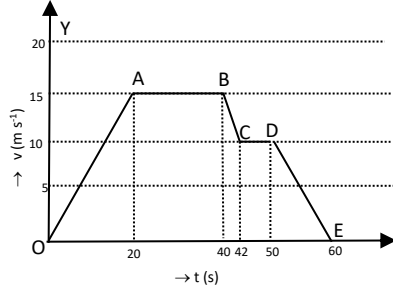
২য় ক্ষেত্রে কর্মদক্ষতা,

$$\eta_1 = \frac{P_2}{P'} \times 100\% = \frac{408.33 \text{ W}}{1000 \text{ W}} \times 100\% = 40.833\%$$

$$\therefore \text{কর্মদক্ষতাস্থাস পাবে} = \eta_1 - \eta_2 = 49\% - 40.833\% = 8.167\%$$

১৪. সিলেট বোর্ড ২০১৯

একটি গাড়ির বেগ-সময় লেখচিত্র নির্দেশ করে।



গাড়ির ভর 2000 kg

ক. প্রসঙ্গ কাঠামো কাকে বলে?

১

খ. নির্দিষ্ট দিকে সমুদ্রতীতে একই দূরত্বে একটি প্রাইভেট কার ও একটি মালবাহী ট্রাক কোনটি থামানো কষ্টসাধ্য? ব্যাখ্যা কর।

২

গ. উদ্দীপকের গাড়ির ১ম 15 সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর।

৩

ঘ. যদি উদ্দীপকের প্রাফটির 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।

৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে দৃঢ় বস্তু সাপেক্ষে কোনো বস্তুর গতি বর্ণনা করা হয় তাকে প্রসঙ্গ কাঠামো বলে।

খ. নির্দিষ্ট দিকে সমুদ্রতীতে 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 জড়তার বেশি। আমরা জানি, পদার্থের জড়তার পরিমাপ হলো ভর অর্থাৎ মালবাহী ট্রাকের ভর বেশি বলে এর গতি জড়তার বেশি। এর ফলে মালবাহী ট্রাককে থামাতেও বেশি বল প্রয়োগ করতে হবে। অর্থাৎ একই দূরত্বে মালবাহী ট্রাকটি থামানো বেশি কষ্টসাধ্য।

গ. এখানে, ১ম 20 সেকেন্ডের ক্ষেত্রে,

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

$$\text{শেষবেগ, } v = 15 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{সময়, } t = 20 \text{ s}$$

$$\therefore \text{ত্বরণ, } a = \frac{v - u}{t} = \frac{15 \text{ m s}^{-1} - 0 \text{ m s}^{-1}}{20 \text{ s}} = \frac{3}{4} \text{ m s}^{-2}$$

এখন, ১ম 15 সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব s হলে,

$$s = ut_1 + \frac{1}{2}at_1^2$$

$$= 0 \times 15 \text{ s} + \frac{1}{2} \times \frac{3}{4} \text{ m s}^{-2} \times (15 \text{ s})^2$$

$$= 84.375 \text{ m}$$

অতএব, উদ্দীপকের গাড়ির ১ম 15 সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব 84.375 m.

ঘ. এখানে, গাড়ির ভর, $m = 2000 \text{ kg}$

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

এখন, উচ্চতা বনাম সময় লেখচিত্র ধরে পাই

A, C, E বিন্দুর উচ্চতা যথাক্রমে,

$$h_A = 15 \text{ m, } h_C = 10 \text{ m} \text{ এবং } h_E = 0 \text{ m}$$

$$\therefore \text{A বিন্দুর বিভবশক্তি, } V_A = mgh_A$$

$$= 2000 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 15 \text{ m}$$

$$= 294000 \text{ J}$$

$$\therefore \text{C বিন্দুর বিভবশক্তি, } V_C = mgh_C$$

$$= 2000 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 10 \text{ m}$$

$$= 196000 \text{ J}$$

$$\therefore \text{E বিন্দুর বিভবশক্তি, } V_E = mgh_E$$

$$= 2000 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 0 \text{ m}$$

$$= 0 \text{ J}$$

আবার, বেগ বনাম সময় লেখচিত্র ধরে পাই,

A, C, E বিন্দুর বেগ যথাক্রমে,

$$v_A = 15 \text{ m s}^{-1}, v_C = 10 \text{ m s}^{-1} \text{ এবং } v_E = 0 \text{ m s}^{-1}$$

$$\therefore \text{A বিন্দুর বিভবশক্তি, } T_A = \frac{1}{2}mv_A^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 2000 \text{ kg} \times (15 \text{ m s}^{-1})^2$$

$$= 225000 \text{ J}$$

$$\therefore \text{C বিন্দুর বিভবশক্তি, } T_C = \frac{1}{2}mv_C^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 2000 \text{ kg} \times (10 \text{ m s}^{-1})^2$$

$$= 100000 \text{ J}$$

$$\therefore \text{E বিন্দুর বিভবশক্তি, } T_E = \frac{1}{2}mv_E^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 2000 \text{ kg} \times (0 \text{ m s}^{-1})^2$$

$$= 0 \text{ J}$$

$$\text{এখানে, } V_A > T_A; V_C > T_C; V_E = T_E$$

অতএব, A ও C বিন্দুতে বিভবশক্তির মান গতিশক্তি অপেক্ষা বেশি হবে এবং E বিন্দুতে বিভবশক্তি ও গতিশক্তি উভয়ই শূন্য হবে।

১৫. বরিশাল বোর্ড ২০১৯

8 kg ও 4 kg ভরের দুইটি বস্তু একই সরলরেখা বরাবর চলছিল। উহাদের বেগ যথাক্রমে 15 m s^{-1} ও 10 m s^{-1} ছিল। কোনো এক সময় প্রথম বস্তুটি দ্বিতীয় বস্তুটিকে ধাক্কা দেয়। ফলে, প্রথম বস্তুর বেগ 10 m s^{-1} হয়।

ক. সাম্যবল কাকে বলে?

১

খ. ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল সর্বদা ভিন্ন বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল- ব্যাখ্যা কর।

২

গ. প্রথম বস্তুটির বলের ঘাট কত?

৩

ঘ. উদ্দীপকের ঘটনায় গতিশক্তি সংরক্ষিত হয় কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও

৪

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লব্ধি শূন্য হয় অর্থাৎ বস্তুটি সাম্যবস্থায় 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। ফলে আমরা হাটতে পারি। অর্থাৎ ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া দুটি ভিন্ন বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল হয়।

গ এখানে বস্তুর ভর, $m_1 = 8 \text{ kg}$

সংঘর্ষের পূর্বে ১ম বস্তুর বেগ, $u_1 = 15 \text{ m s}^{-1}$

সংঘর্ষের পরে ১ম বস্তুর বেগ, $v_1 = 10 \text{ m s}^{-1}$

আমরা জানি, বলের ঘাত, $J =$ ভর বেগের পরিবর্তন

$$\begin{aligned} &= m_1(u_1 - v_1) \\ &= 8 \text{ kg} (15 \text{ m s}^{-1} - 10 \text{ m s}^{-1}) \\ &= 40 \text{ kg m s}^{-1} \end{aligned}$$

অতএব, প্রথম বস্তুটির বলের ঘাট 40 kg m s^{-1}

ঘ এখানে প্রথম বস্তুর ভর, $m_1 = 8 \text{ kg}$

২য় বস্তুর ভর, $m_2 = 4 \text{ kg}$

সংঘর্ষের পূর্বে ১ম বস্তুর বেগ, $u_1 = 15 \text{ m s}^{-1}$

সংঘর্ষের পর ১ম বস্তুর বেগ, $v_1 = 10 \text{ m s}^{-1}$

সংঘর্ষের পূর্বে ২য় বস্তুর বেগ, $u_2 = 10 \text{ m s}^{-1}$

ধরি, সংঘর্ষের পর ১ম বস্তুর বেগ, v_2 হয়েছিল

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুসারে

আমরা জানি,

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$$

$$\text{বা, } v_2 = \frac{m_1u_1 + m_2u_2 - m_1v_1}{4 \text{ kg}}$$

$$\therefore v_2 = 20 \text{ m s}^{-1}$$

সংঘর্ষের পূর্বে বস্তুদ্বয়ের গতিশক্তির সমষ্টি

$$T = \frac{1}{2} m_1u_1^2 + \frac{1}{2} m_2u_2^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 8 \text{ kg} \times (15 \text{ m s}^{-1})^2 + \frac{1}{2} \times 4 \text{ kg} \times (10 \text{ m s}^{-1})^2$$

$$\therefore T = 1100 \text{ J}$$

সংঘর্ষের পরে বস্তুদ্বয়ের গতিশক্তির সমষ্টি

$$T' = \frac{1}{2} m_1v_1^2 + \frac{1}{2} m_2v_2^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 8 \text{ kg} \times (10 \text{ m s}^{-1})^2 + \frac{1}{2} \times 4 \text{ kg} \times (20 \text{ m s}^{-1})^2$$

$$\therefore T' = 1200 \text{ J}$$

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 হয় নি।

১৬. দিনাজপুর বোর্ড ২০১৯

1.96 kW ক্ষমতার ও 50% কর্মদক্ষতার একটি মোটর 1 মিনিটে 20 মিটার উচ্চতার পানি তুলতে সক্ষম। মোটরটি নস্ট হওয়ায় সমপরিমাণ পানি ঐ উচ্চতায় উঠাতে 48 kg ভরের কোনো ব্যক্তি 20 kg পানি ধারণ ক্ষমতার কোনো পাত্র নিয়ে মিনিটে সমান উচ্চতায় উঠে। পাত্রের ভর 2 kg।

ক. বিভবশক্তি কাকে বলে?

১

খ. নিউক্লিয় বিক্রিয়া পরিবেশ বান্ধব নয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

২

গ. সর্বোচ্চ উচ্চতায় পানিপূর্ণ পাত্রসহ ব্যক্তির বিভব শক্তি কত নির্ণয় কর।

৩

ঘ. সমপরিমাণ পানি একটি নতুন মোটর দিয়ে 30 s সময়ে তুলতে চাইলে মোটর দুটির কর্মক্ষমতার পরিবর্তন হবে কি না বিশ্লেষণ কর।

৪

১৬ 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,

$$M = (48 + 20 + 2) \text{ kg} = 70 \text{ kg}$$

উচ্চতা, $h = 20 \text{ m}$

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

$$\begin{aligned} \text{বিভবশক্তি, } V &= mgh = 70 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 20 \text{ m} \\ &= 13720 \text{ J} \end{aligned}$$

অতএব, সর্বোচ্চ উচ্চতায় পানিপূর্ণ পাত্রসহ ব্যক্তির বিভবশক্তি 13720 J।

ঘ এখানে, মোটরের ক্ষমতা, $P' = 1.96 \text{ kW} = 1960 \text{ W}$

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

উচ্চতা, $h = 20 \text{ m}$; অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$

কর্মদক্ষতা, $\eta = 50 \%$

$$\begin{aligned} \text{মোটরটির কার্যকর ক্ষমতা, } P &= \eta P' = 0.5 \times 1960 \text{ W} \\ &= 980 \text{ W} \end{aligned}$$

উত্তোলনকৃত পানির ভর m হলে,

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

$$\text{বা, } m = \frac{Pt}{gh} = \frac{980 \text{ W} \times 60 \text{ s}}{9.8 \text{ m s}^{-2} \times 20 \text{ m}} = 300 \text{ kg}$$

নতুন মোটরের কার্যকর ক্ষমতা,

এখানে,

সময়, $t_2 = 30 \text{ s}$

$$P_2 = \frac{mgh}{t}$$

$$= \frac{300 \text{ kg} \times 9.8 \text{ s}^{-2} \times 20 \text{ m}}{30 \text{ s}}$$

$$= 1960 \text{ W}$$

এখন নতুন মোটরটির ক্ষমতা 1.96 kW হলে,

$$\text{কর্মদক্ষতা, } \eta_2 = \frac{P_2}{1.96 \times 10^3} \times 100\%$$

$$= \frac{1960}{1960} \times 100\% = 100\%$$

কর্মদক্ষতা পরিবর্তন, $\Delta\eta = 100\% - 50\% = 50\%$

অতএব, সমপরিমাণ পানি একই ক্ষমতার একটি নতুন মোটর দিয়ে সময়ে 30 s তুলতে চাইলে নতুন মোটরটির কর্মদক্ষতা পূর্বের মোটর অপেক্ষা 50% বেশি হতে হবে।

১৭. সকল বোর্ড ২০১৮

250 g ভরের একটি বস্তুর 49 m s⁻¹ বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো।

ক. কর্মদক্ষতা কাকে বলে? ১

খ. ভূ-তাপীয় শক্তিকে কীভাবে ব্যবহারযোগ্য করা যায়? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠতে বস্তুর কত সময় লাগবে? ৩

ঘ. দেখাও যে, নিক্ষেপের শুরুতে বস্তুর মোট শক্তি, সর্বোচ্চ উচ্চতায় মোট শক্তির সমান। ৪

১৭ 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। ভূগর্ভস্থ পানি এই গলিত শিলা বা ম্যাগমার সংস্পর্শে এসে বাষ্পে পরিণত হয়। গর্ত করে পাইপ ঢুকিয়ে উচ্চ চাপে এই বাষ্পকে ভূগর্ভ থেকে বের করে আনা যায়

। পরে এই বাষ্প দিয়ে টার্বাইন ঘুরিয়ে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা যায়। এভাবে ভূতাপীয় শক্তিকে ব্যবহারযোগ্য করা যায়।

গ ধরি, সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠতে প্রয়োজনীয় সময়, t উদ্দীপক হতে, আদিবেগ, $u = 49 \text{ m s}^{-2}$

শেষ বেগ, $v = 0$

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

আমরা জানি, $v = u + gt$

বা, $0 = u + gt$

বা, $gt = -u$

$$\text{বা, } t = \frac{-u}{g} = \frac{-49 \text{ m s}^{-1}}{-9.8 \text{ m s}^{-2}} = 5 \text{ s}$$

অতএব, সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠতে বস্তুর 5 s সময় লাগবে।

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

আদিবেগ, $u = 49 \text{ m s}^{-1}$

সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠতে প্রয়োজনীয় সময়, $t = 5 \text{ s}$ [গ হতে]

সর্বোচ্চ উচ্চতা, $h = ?$

নিষ্ক্ষেপের শুরুতে

ধরি, ভূমি হতে বস্তুর উচ্চতা, $h_1 = 0$

$$\therefore \text{বিভব শক্তি, } V = mgh_1 = mg \times 0 = 0$$

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

$$= \frac{1}{2} \times 0.25 \text{ kg} \times (49 \text{ m s}^{-1})^2$$

$$= 300.125 \text{ J}$$

$$\therefore \text{মোট শক্তি, } E = V + T = 0 + 300.125 \text{ J} = 300.125 \text{ J}$$

সর্বোচ্চ উচ্চতায়-

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

$$\text{বা, } 0 = u^2 + 2gh$$

$$\text{বা, } h = \frac{-u^2}{2g} = \frac{-(49 \text{ m s}^{-1})^2}{2(-9.8 \text{ m s}^{-2})} = 122.5 \text{ m}$$

বিভব শক্তি, $V' = mgh$

$$= 0.25 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 122.5 \text{ m}$$

$$= 300.125 \text{ J}$$

সর্বোচ্চ উচ্চতায় শেষ বেগ, $v = 0$

$$\therefore \text{গতিশক্তি, } T' = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m \times 0 = 0$$

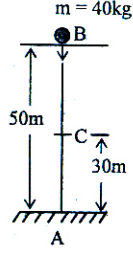
$$\therefore \text{মোট শক্তি, } E' = V' + T'$$

$$= 300.125 \text{ J} + 0$$

$$= 300.125 \text{ J}$$

এখানে, $E = E'$

অতএব, দেখা যাচ্ছে যে, নিষ্ক্ষেপের শুরুতে বস্তুর মোট শক্তি সর্বোচ্চ উচ্চতায় মোট শক্তির সমান।



- ক. গতিশক্তি কাকে বলে? ১
 খ. ধনুকের রশি টেনে তীর ছোঁড়ার সময় কীভাবে শক্তির রূপান্তর ঘটে? ব্যাখ্যা দাও। ২
 গ. বস্তুটি কত বেগে ভূমিতে আঘাত করবে? নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. B বিন্দু থেকে বস্তুটিকে মুক্তভাবে ছেড়ে দিলে বস্তুটি শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি মেনে চলে— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ ধনুকের রশি টানার সময় রশির অবস্থানের পরিবর্তনের কারণে রশিতে বিভবশক্তি জমা হয়। এরপর তীর ছোঁড়ার সময় রশিতে সঞ্চিত বিভবশক্তি ধনুকে গতিশক্তির সঞ্চয় করে। এভাবে ধনুকের রশি টেনে তীর ছোঁড়ার সময় বিভবশক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

গ উদ্দীপক হতে পাই, আদিবেগ, $u = 0 \text{ ms}^{-1}$
 উচ্চতা, $h = 50 \text{ m}$
 অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$
 ভূমিতে আঘাত করার সময় বেগ, $v = ?$

আমরা জানি,

$$v^2 = u^2 + 2gh = 0 + 2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 50 \text{ m} = 980 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$$

$$\therefore v = \sqrt{980 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}} = 31.30 \text{ m s}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

বস্তুর ভর, $m = 40 \text{ kg}$

A হতে B বিন্দুর উচ্চতা, $h_B = 50 \text{ m}$

A হতে C বিন্দুর উচ্চতা, $h_C = 30 \text{ m}$

C হতে B বিন্দুর উচ্চতা, $h_{BC} = h_B - h_C = (50 - 30) \text{ m} = 20 \text{ m}$

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

B বিন্দুতে বস্তুর বেগ, $v_B = 0 \text{ m s}^{-1}$

B বিন্দুতে বিভবশক্তি, $E_{PB} = mgh = 40 \times 9.8 \times 50 \text{ J} = 19600 \text{ J}$

B বিন্দুতে গতিশক্তি, $E_{KB} = \frac{1}{2} mv_B^2 = 0$

\therefore B বিন্দুতে মোট শক্তি, $E_B = E_{PB} + E_{KB} = 19600 \text{ J}$

C বিন্দুতে বস্তুর বেগ, v_C হলে,

$$v_C^2 = v_B^2 + 2gh_{BC} = 0 + 2 \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 20 \text{ m} = 392 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$$

C বিন্দুতে বিভবশক্তি, $E_{PC} = mgh_C = 40 \times 9.8 \times 30 \text{ J} = 11760 \text{ J}$

C বিন্দুতে গতিশক্তি, $E_{KC} = \frac{1}{2} mv_C^2 = \frac{1}{2} \times 40 \times 392 \text{ J} = 7840 \text{ J}$

\therefore C বিন্দুতে মোট শক্তি, $E_C = E_{PC} + E_{KC} = 11760 \text{ J} + 7840 \text{ J} = 19600 \text{ J}$

আবার, A বিন্দুতে বস্তুর বেগ v_A হলে,

$$v_A^2 = v_B^2 + 2gh_B = 0 + 2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 50 \text{ m} = 980 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$$

A বিন্দুতে বিভবশক্তি, $E_{PA} = mg \times 0 = 0 \text{ J}$

A বিন্দুতে গতিশক্তি, $E_{KA} = \frac{1}{2} mv_A^2 = \frac{1}{2} \times 40 \times 980 \text{ J} = 19600 \text{ J}$

\therefore A বিন্দুতে মোট শক্তি, $E_A = E_{PA} + E_{KA} = 19600 \text{ J}$

যেহেতু,

$$E_B = E_C = E_A$$

অতএব, B বিন্দু থেকে বস্তুটিকে মুক্তভাবে ছেড়ে দিলে বস্তুটি শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি মেনে চলে।

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

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

১৯নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ ছাদের উপর থেকে এক খন্ড পাথর বা ইট কোনো বস্তুর উপর পড়লে তাকে চ্যাপ্টা করে ফেলতে পারে বা ভেঙ্গে ফেলতে পারে। পাথর বা ইট যখন ছাদের উপর স্থির ছিল তখন তার মধ্যে শক্তি জমা ছিলো। পাথরটি যখন নিচে পড়ে তখন ঐ শক্তি কাজ করে। পাথরটির মধ্যে

শক্তি নিহিত ছিলো কেননা এটি ভূ-পৃষ্ঠ থেকে উপরে ছিলো। আবার একটি স্প্রিংকে টান টান করে এর দুই মাথা-দুটি বস্তুর সাথে আটকে ছেড়ে দিলে বস্তুর দুটো এসে পরস্পরের সাথে ধাক্কা খাবে। টান টান স্প্রিং যদিও স্থির অবস্থায় ছিলো তথাপি তার মধ্যে শক্তি সঞ্চিত ছিলো। স্প্রিংটি ছেড়ে দিলে এটি কাজ করতে পারে। টানটান স্প্রিং -এ শক্তি নিহিত ছিলো কেননা এটি বিকৃত অবস্থায় ছিলো। এখন দুইটির স্বাভাবিক অবস্থান পরিবর্তনের জন্য অর্থাৎ ভূ-পৃষ্ঠ থেকে উপরে তোলার জন্য এবং স্প্রিংটির স্বাভাবিক অবস্থা থেকে বিকৃতির ফলে এদের মধ্যে যে শক্তি জমা হয়েছে যার ফলে এদের কাজ করার সামর্থ্য হয়েছে তাই বিভব শক্তি।

গ উদ্দীপক হতে পাই,

১ম ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে, উচ্চতা, $h = 20\text{m}$

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

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

কৃতকাজ, $W = ?$

আমরা জানি,

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

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

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

$$\begin{aligned} &= 30 \times 60 \text{ s} \\ &= 1800\text{s} \end{aligned}$$

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

'গ' অংশ হতে পাই, ১ম ইঞ্জিন দ্বারা কৃতকাজ,

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

১ম ইঞ্জিনের কার্যকর ক্ষমতা,

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

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

২য় ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে,

ক্ষমতা, $P_2' = 2 \text{ HP}$

ইটের ভর, $m = 3000\text{kg}$

উচ্চতা, $h = 20\text{m}$

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

\therefore ২য় ইঞ্জিনের কার্যকর ক্ষমতা P_2 হলে,

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

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

$$\therefore \frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{19.33\%}{26.25\%} = \frac{1933}{2625} = 0.736$$

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

২০. ঢাকা বোর্ড ২০১৫

ভূমি থেকে 10m উঁচুতে থাকা 0.25kg ভরের একটি আম বৃত্তচ্যুত করার জন্য একটি ছেলে 12ms^{-1} বেগে একটি ঢিল ছুড়লো।

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

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

গ দেওয়া আছে,

আমের ভর, $m = 0.25 \text{ kg}$

ভূমি হতে আমের উচ্চতা, $h = 10\text{m}$

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

বের করতে হবে, আমের বিভব শক্তি, $E_p = ?$

আমরা জানি, $E_p = mgh$

$$\begin{aligned} &= 0.25 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 10\text{m} \\ &= 24.5 \text{ J (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘ ঢিলের আদি বেগ, $u = 12\text{ms}^{-1}$

সর্বোচ্চ উচ্চতায় বেগ, $v = 0\text{ms}^{-1}$

ঢিলটি ভূমি হতে সর্বোচ্চ h উচ্চতায় উঠলে,

$$v^2 = 0^2 = u^2 - 2gh$$

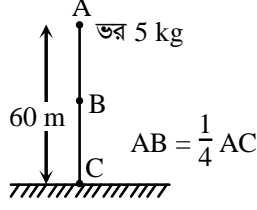
$$\text{বা, } u^2 = 2gh$$

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

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

সূতরাং ছেলেটির পক্ষে আমটি বৃত্তচ্যুত করা সম্ভব হবে না।

২১. রাজশাহী বোর্ড ২০১৭



বস্তুটিকে A অবস্থান থেকে মুক্তভাবে ছেড়ে দেয়া হল।

- ক. বিভব শক্তি কাকে বলে? ১
 খ. বায়োমাসকে শক্তির বহুমুখী উৎস হিসাবে বিবেচনা করা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. ভূমি থেকে A বিন্দুতে বস্তুটি উঠাতে যদি ২ মিনিট সময় লাগে তবে কত ক্ষমতা প্রয়োগ করা হয়েছিল নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. B এবং C বিন্দুতে শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি অনুসৃত হয়েছিল কিনা গাণিতিকভাবে মূল্যায়ন কর। ৪

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুকে স্থায়িক 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 বায়োমাস বলতে সেইসব জৈব পদার্থকে বোঝায় যাদেরকে শক্তিতে রূপান্তরিত করা যায়। মানুষসহ অনেক প্রাণী খাদ্য হিসেবে বায়োমাস গ্রহণ করে তাকে শক্তিতে রূপান্তরিত করে জীবনের কর্মকাণ্ড সচল রাখে। জৈব পদার্থসমূহ যাদেরকে বায়োমাস শক্তির উৎস হিসেবে ব্যবহার করা যায় সেগুলো হচ্ছে গাছ-গাছালী, জ্বালানী কাঠ, কাঠের বর্জ্য, শস্য, ধানের তুষ ও কুড়া, লতা-পাতা, পশু-পাখির মল, পৌর বর্জ্য ইত্যাদি। এ কারণে বায়োমাসকে শক্তির বহুমুখী উৎস হিসেবে বিবেচনা করা হয়।

গ দেয়া আছে, ভূমি থেকে A বিন্দুর উচ্চতা, $h = 60$ m

বস্তুর ভর, $m = 5$ kg

সময়, $t = 2$ মিনিট = 2×60 s = 120 s

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8$ m s⁻²

ক্ষমতা, $P = ?$

আমরা জানি,

$$P = \frac{mgh}{t} = \frac{5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 60 \text{ m}}{120 \text{ s}} = 24.5 \text{ W (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক হতে পাই, $AC = h = 60$ m

$$AB = h_1 = \frac{1}{4} AC = \frac{1}{4} \times 60 = 15 \text{ m}$$

$$\therefore BC = h_2 = (AC - AB) = h - h_1 = 60 \text{ m} - 15 \text{ m} = 45 \text{ m}$$

বস্তুর ভর, $m = 5$ kg

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8$ m s⁻²

B বিন্দুতে বস্তুর বেগ, v_B হলে,

$$v_B^2 = v_A^2 + 2gh_1 = 0 + 2 \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 15 \text{ m} = 294 \text{ (m s}^{-1})^2$$

$$B \text{ বিন্দুতে গতিশক্তি, } E_{KB} = \frac{1}{2} mv_B^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 294 \text{ J} = 735 \text{ J}$$

$$B \text{ বিন্দুতে বিভবশক্তি, } E_{PB} = mgh_2 = 5 \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 45 \text{ m} = 2205 \text{ J}$$

$$B \text{ বিন্দুতে মোট শক্তি, } E_B = E_{KB} + E_{PB} = 735 \text{ J} + 2205 \text{ J} = 2940 \text{ J}$$

C বিন্দু স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে বেগ, v_C হলে,

$$v_C^2 = v_A^2 + 2gh = 0 + 2 \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 60 \text{ m} = 1176 \text{ (m s}^{-1})^2$$

$$C \text{ বিন্দুতে গতিশক্তি, } E_{KC} = \frac{1}{2} mv_C^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 1176 \text{ J} = 2940 \text{ J}$$

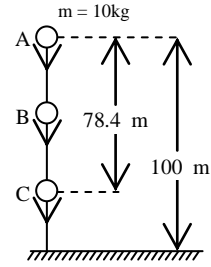
C বিন্দুতে বিভবশক্তি, $E_{PC} = mg \times 0 = 0$ J

$$\therefore C \text{ বিন্দুতে মোট শক্তি, } E_C = E_{KC} + E_{PC} = 2940 \text{ J} + 0 \text{ J} = 2940 \text{ J}$$

এখানে, $E_B = E_C$

অতএব, B এবং C বিন্দুতে শক্তির সংরক্ষণশীলতা অনুসৃত হয়েছিল।

২২. রাজশাহী বোর্ড ২০১৬



চিত্রে বস্তুটি A বিন্দু হতে ভূমির দিকে পড়ছে।

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

২২ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

গ দেওয়া আছে,

আদিবেগ, $u = 0 \text{ ms}^{-1}$

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

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

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

আমরা জানি,

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

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

$$\text{বা, } 4.9t^2 = 78.4$$

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

$$\text{বা, } t^2 = 16$$

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

ঘ A বিন্দুতে বস্তুর বিভবশক্তি, $E_{p_1} = mgh$

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

$$= 9800 \text{ J}$$

A বিন্দুতে বস্তুর বেগ শূন্য।

$$\therefore \text{A বিন্দুর বস্তুর গতিশক্তি, } E_{k_1} = \frac{1}{2} \times m \times (0)^2 = 0 \text{ J}$$

\therefore A বিন্দুতে মোট শক্তি, $E_1 = E_{p_1} + E_{k_1}$

$$= 9800 + 0$$

$$= 9800 \text{ J}$$

C বিন্দুতে বিভবশক্তি, $E_{p_2} = mg(100 - 78.4)$

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

$$= 2116.8 \text{ J}$$

C বিন্দুতে গতিশক্তি, $E_{k_2} = \frac{1}{2}mv^2$

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

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

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

$$= 7683.2 \text{ J}$$

\therefore C বিন্দুতে মোট শক্তি, $E_2 = E_{p_2} + E_{k_2}$

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

$$= 9800 \text{ J}$$

অতএব, $E_1 = E_2$

সুতরাং, "A ও C বিন্দুতে বস্তুর মোট শক্তির পরিমাণ অপরিবর্তনীয়" – উক্তিটি যথার্থ।

২৩. রাজশাহী বোর্ড ২০১৫

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

ক. তড়িত চৌম্বক বল কী? ১

খ. স্থির অবস্থা থেকে কোনো বস্তু নিচের দিকে পড়তে থাকলে বেগের পরিবর্তনের কারণ ব্যাখ্যা কর। ২

গ. গাড়ি দুইটি কত সময়ে গন্তব্যস্থানে পৌঁছাল? ৩

ঘ. গাড়ি দুইটির গতিশক্তির কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিক যুক্তির সাহায্যে তোমার মতামত বিশ্লেষণ কর। ৪

২৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক দুটি তড়িত চার্জ আপেক্ষিক গতিতে থাকলে পরস্পর পরস্পরের উপর তড়িত বল ও চৌম্বক বল প্রয়োগ করে। তড়িত বল ও চৌম্বক বল দৃঢ়ভাবে সংযুক্ত অবস্থায় তড়িত চৌম্বক বল সৃষ্টি করে।

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

গ এখানে, গাড়ি দুইটির ভর = M

১ম গাড়ির আদিবেগ, $u_1 = 6 \text{ ms}^{-1}$

২য় গাড়ির আদিবেগ, $u_2 = 9 \text{ ms}^{-1}$

১ম গাড়ির ত্বরণ, $a_1 = 5 \text{ ms}^{-2}$

২য় গাড়ির ত্বরণ, $a_2 = 3 \text{ ms}^{-2}$

মনে করি,

গাড়ি দুইটি t সেকেন্ড সময়ে s মিটার দূরত্বের গন্তব্যস্থানে পৌঁছালো।

১ম গাড়ির ক্ষেত্রে,

$$s = u_1t + \frac{1}{2}a_1t^2$$

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

২য় গাড়ির ক্ষেত্রে,

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

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

(i) ও (ii) তুলনা করে,

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

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

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

$$\text{বা, } \frac{5-3}{2}t = 3$$

$$\text{বা, } t = 3$$

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

\therefore গাড়ি দুইটি 3s পর গন্তব্যস্থানে পৌঁছাল।

ঘ "গ" নং হতে পাই,

অতিক্রান্ত সময়, $t = 3 \text{ s}$

3s পর ১ম গাড়ির বেগ, v_1 হলে, $v_1 = u_1 + a_1t$

$$= 6 \text{ ms}^{-1} + (5 \text{ ms}^{-2} \times 3 \text{ s})$$

$$= 21 \text{ ms}^{-1}$$

3s পর ২য় গাড়ির বেগ, v_2 হলে, $v_2 = u_2 + a_2t$

$$= 9 \text{ ms}^{-1} + (3 \text{ ms}^{-2} \times 3 \text{ s})$$

$$= 18 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore \text{১ম গাড়ির গতিশক্তির পরিবর্তন} = \frac{1}{2}M (v_1^2 - u_1^2)$$

$$= \frac{1}{2}M \{(21 \text{ ms}^{-1})^2 - (6 \text{ ms}^{-1})^2\}$$

১)²}

2)

$$= \frac{1}{2}M (441 \text{ m}^2\text{s}^{-2} - 36\text{m}^2\text{s}^{-2})$$

$$= \left(\frac{1}{2}M \times 405\right) \text{ J}$$

$$= 202.5 \text{ MJ}$$

$$\therefore \text{ ২য় গাড়ির গতিশক্তির পরিবর্তন, } = \frac{1}{2}M (v_2^2 - u_2^2)$$

$$= \frac{1}{2}M \{(18\text{ms}^{-1})^2 - (9\text{ms}^{-1})^2\}$$

1)2}

$$= \frac{1}{2}M (324 \text{ m}^2\text{s}^{-2} - 81 \text{ m}^2\text{s}^{-2})$$

m²s⁻²)

$$= \left(\frac{1}{2}M \times 243\right) \text{ J}$$

$$= 121.5 \text{ MJ} < 202.5 \text{ MJ}$$

২য় গাড়ির তুলনায় ১ম গাড়ির গতিশক্তির পরিবর্তন বেশি হবে।

২৪. দিনাজপুর বোর্ড ২০১৭

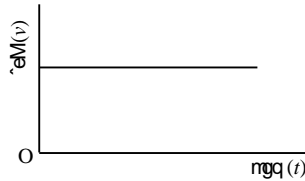
রনি কপিকলের সাথে সুতায় বাঁধা 200gm ভরের একটি পতাকা 1N বল প্রয়োগে 10m উপরে তুললো। পরবর্তীতে সে পতাকাটি একই উচ্চতায় তুলতে সুতার অন্য প্রান্তে 1kg ভরের বস্তু 2m উপর থেকে ছেড়ে দিয়ে সফল হলো। রনি 5sec এ পতাকাটি উপরে তোলে।

- ক. সুষ্ণ ত্বরণ কী? ১
খ. বেগ সময় লেখে সুষ্ণ বেগের লেখ কেমন হবে? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. পতাকাটি উপরে তুলতে রনির ক্ষমতা কত ছিল? ৩
ঘ. দ্বিতীয় ক্ষেত্রে শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি মেনে চলবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর বেগ যদি নির্দিষ্ট দিকে সবসময় একই হারে বাড়তে থাকে তাহলে সেই বস্তুর ত্বরণকে সুষ্ণ ত্বরণ বলে।

খ সময় (t) কে অনুভূমিক অক্ষে এবং বেগ (v) কে উল্লম্ব অক্ষে স্থাপন করে বেগ-সময় লেখচিত্র অংকন করলে সুষ্ণ বেগের ক্ষেত্রে লেখচিত্র সময় অক্ষের সমান্তরাল একটি সরল রেখা হবে।



বেগ সুষ্ণ হওয়ায় সময়ের পরিবর্তনে বেগের কোনো পরিবর্তন হয় না।

তাই লেখচিত্র সময় অক্ষের সমান্তরাল হয়েছে।

গ উদ্দীপক হতে পাই, রনির প্রযুক্ত বল, $F = 1 \text{ N}$

পতাকার সরণ, $s = 10 \text{ m}$

সময়, $t = 5 \text{ sec}$

ক্ষমতা, $P = ?$

আমরা জানি, ক্ষমতা

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = \frac{1 \text{ N} \times 10 \text{ m}}{5 \text{ s}}$$

$$= 2 \text{ W (Ans.)}$$

ঘ ২য় ক্ষেত্রে,

পতাকার ভর, $m = 200 \text{ gm} = 0.2 \text{ kg}$

পতাকার উচ্চতা, $h = 10 \text{ m}$

বস্তুর ভর, $m_1 = 1 \text{ kg}$

বস্তুর উচ্চতা, $h_1 = 2 \text{ m}$

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

B বিন্দুতে বস্তুর বিভব শক্তি,

$$E_{PB} = m_1gh_1 = 1 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 2 \text{ m}$$

$$= 19.6 \text{ J}$$

$$\text{কপিকল বাধা বস্তুদ্বয়ের ত্বরণ, } f = \frac{m_1 - m}{m_1 + m} g = \frac{1 - 0.2}{1 + 0.2} \times 9.8 = 6.534 \text{ ms}^{-2}$$

শুধু পতাকা তোলার জন্য m_1 ভরের বস্তুটির ব্যয়িত বিভবশক্তি,

$$W_1 = m_1gh_1 - m_1fh_1$$

$$= m_1(g - f)h_1$$

$$= 1 \times (9.8 - 6.534) \times 2 \text{ J}$$

$$= 6.534 \text{ J}$$

ধরা যাক, উক্ত সময়ে পতাকাটি 2m উচুতে ওঠে ও v বেগ প্রাপ্ত হয়

$$\therefore v = \sqrt{2fh_1} = \sqrt{2 \times 6.534 \times 2} = 5.112 \text{ ms}^{-1}$$

\therefore পতাকা কর্তৃক অতিক্রান্ত মোট উচ্চতা h_2 হলে, $2g(h_2 - h_1) = v^2$

$$\text{বা, } h_2 - h_1 = \frac{v^2}{2g}$$

$$\text{বা, } h_2 = h_1 + \frac{v^2}{2g}$$

$$= 2 + \frac{5.112^2}{2 \times 9.8} = 3.334$$

\therefore পতাকার উপর কার্যকর মোট শক্তি, $W_2 = mgh_2$

$$= 2 \times 9.8 \times 3.3$$

$$= 6.534 \text{ J}$$

$\therefore W_1 = W_2$, অর্থাৎ শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি অনুসৃত হবে।

[বি: দ্র: উদ্দীপক উল্লিখিত পতাকাটি 10m উপরে ওঠা সম্ভব নয়। কপিকলের চাকা যদি বাধাহীনভাবে ঘোরে, তবে পতাকাটি সর্বোচ্চ 3.34m উপরে ওঠে।]

২৫. দিনাজপুর বোর্ড ২০১৭

5 J শক্তির মটর দ্বারা চালিত 250gm ভরের খেলনা গাড়িকে 1ম বারে 4ms^{-1} সুষম বেগে এবং পরবর্তীতে গাড়িটিকে স্থির অবস্থান হতে 1ms^{-2} সুষম ত্বরণে 8m চালনা করা হলো।

- ক. এক জুল কাকে বলে? ১
 খ. প্যাচযুক্ত পানির কল যা ঘুরিয়ে খুলতে হয়, সাবানযুক্ত ভেজা হাতে তা খোলা কষ্টকর কেন? ২
 গ. দ্বিতীয়বারে গাড়িটির উল্লিখিত দূরত্ব অতিক্রম করতে কত সময় লাগবে? ৩
 ঘ. উভয় ক্ষেত্রে গাড়িটির কর্মদক্ষতার কোনো পরিবর্তন হলো কি? গাণিতিক যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

২৫ 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 সাবান এক ধরনের পিচ্ছিলকারী পদার্থ। তাই সাবানযুক্ত ভেজা হাতে প্যাচযুক্ত পানির কল খুলতে গেলে পানির কল ও হাতের মধ্যকার ঘর্ষণ বল অনেকাংশে কমে যায়। এ কারণে প্যাচযুক্ত পানির কল যা ঘুরিয়ে খুলতে হয়, সাবানযুক্ত ভেজা হাতে তা খোলা কষ্টকর।

গ উদ্দীপক হতে পাই,

দ্বিতীয়বারে গাড়ির আদিবেগ, $u = 0\text{ m s}^{-1}$

ত্বরণ, $a = 1\text{ m s}^{-2}$

সরণ, $s = 8\text{ m}$

সময়, $t = ?$

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

$$\text{বা, } 8\text{ m} = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 1\text{ m s}^{-2} \times t^2$$

$$\text{বা, } t^2 = 16\text{ s}^2$$

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

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

গাড়ির ভর, $m = 250\text{ gm} = 0.25\text{ kg}$

মোট প্রদত্ত শক্তি, $E = 5\text{ J}$

1ম বারে, গাড়ির সুষম বেগ, $v = 4\text{ m s}^{-1}$

1ম বারে লভ্য কার্যকর শক্তি = গাড়ির গতিশক্তি

$$\text{বা, } E_1 = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.25 \times 4^2$$

$$= 2\text{ J}$$

২য় বারে গাড়ির ত্বরণ, $a = 1\text{ m s}^{-2}$ এবং

গাড়ি সরণ, $s = 8\text{ m}$

\therefore ২য় বারে লভ্য কার্যকর শক্তি,

$$E_2 = Fs = mas = 0.25 \times 1 \times 8 = 2\text{ J}$$

আমরা জানি,

$$\text{কর্মদক্ষতা} = \frac{\text{লভ্য কার্যকর শক্তি}}{\text{প্রদত্ত শক্তি}} \times 100\%$$

$$\therefore \eta_1 = \frac{E_1}{E} \times 100\% = \frac{2}{5} \times 100\% = 40\%$$

$$\eta_2 = \frac{E_2}{E} \times 100\% = \frac{2}{5} \times 100\% = 40\%$$

অতএব, উভয় ক্ষেত্রে লভ্য কার্যকর শক্তি এক হওয়ায় কর্মদক্ষতার কোনো পরিবর্তন হলো না।

২৬. দিনাজপুর বোর্ড ২০১৬

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

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

২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

গ দেওয়া আছে,

জনির ভর, $m = 40\text{ kg}$

$$\begin{aligned} \text{সিঁড়ির মোট উচ্চতা, } h &= 20 \times 20\text{ cm} \\ &= 400\text{cm} = 4\text{m} \end{aligned}$$

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

জনির কৃতকাজ, $W = ?$

আমরা জানি, $W = mgh$

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

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

ঘ দেওয়া আছে,

রনির ভর, $m = 50\text{kg}$

$$\begin{aligned} \text{সিঁড়ির মোট উচ্চতা, } h &= 20 \times 20\text{cm} = 400\text{cm} = \\ &4\text{m} \end{aligned}$$

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

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

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

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

রনির কৃতকাজ, $W_1 = mgh$

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

$$= 1962\text{J}$$

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

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

গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখা যায়,

$$W_1 > W \text{ কিন্তু } P > P_1$$

অতএব, রনির কৃতকাজ বেশি হলেও জনির ক্ষমতা বেশি।

২৭. দিনাজপুর বোর্ড ২০১৫

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

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

২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

গ

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

এখানে,
উচ্চতা, $h = 10$ মিটার (m)
পানির ভর, $m = 1000 \text{ kg}$
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$
বের করতে হবে, ট্যাংকির পানির বিভব শক্তি, $E_p = ?$

ঘ

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

এখানে,
 $m = 1000 \text{ kg}$
 $h = 10 \text{ m}$
 $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$
 $t = 2 \text{ min} = 120 \text{ s}$

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

W

$$\therefore \text{১ম মোটরের কর্ম দক্ষতা, } \eta_1 = \frac{\text{লভ্য ক্ষমতা}}{\text{মোটরের প্রদত্ত ক্ষমতা}} \times 100\%$$

$$= \frac{816.67 \text{ W}}{2 \text{ kW}} \times 100\%$$

$$= \frac{816.67 \text{ W}}{2000 \text{ W}} \times 100\%$$

$$= 40.83\%$$

আবার, ২য় মোটর কর্তৃক কৃতকাজ,

$$W_2 = mgh$$

$$= 1500 \times 9.8 \times 15$$

$$= 220500 \text{ J}$$

$$= 2.21 \times 10^5 \text{ J}$$

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

$$\therefore \text{২য় মোটর কর্তৃক লভ্য ক্ষমতা, } P_2 = \frac{W_2}{t} = \frac{2.21 \times 10^5 \text{ J}}{120 \text{ s}}$$

$$= 1837.5 \text{ W} = 1.84 \text{ kW}$$

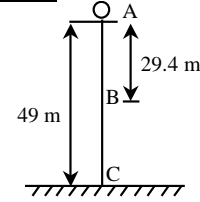
$$\therefore \text{২য় মোটরের কর্মদক্ষতা, } \eta_2 = \frac{\text{মোট লভ্য ক্ষমতা}}{\text{মোট প্রদত্ত ক্ষমতা}} \times 100\%$$

$$= \frac{1.84 \text{ kW}}{5 \text{ kW}} \times 100\% =$$

36.75%

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

২৮. কুমিল্লা বোর্ড ২০১৭



100 gm ভরের একটি বস্তু A বিন্দুতে স্থির আছে। বস্তুটিকে মুক্তভাবে পড়তে দেওয়া হল।

- নিউটনের গতির ২য় সূত্রটি লিখ। ১
- দেয়ালে পেরেক ঢুকালে আটকে থাকে কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- বস্তুটির সর্বোচ্চ গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩
- বস্তুটির A বিন্দুর মোট শক্তি এবং B বিন্দুর মোট শক্তি অপরিবর্তিত থাকে— গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার এর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং বল যেদিকে ক্রিয়া করে বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তন সেদিকে ঘটে।

খ দেয়ালে পেরেক ঢুকালে তা আটকে থাকে ঘর্ষণ বলের কারণে। যখন পেরেককে দেয়ালের মধ্যে ঢুকানো হয় তখন এর বাইরের পৃষ্ঠ এবং দেয়ালের ভিতরের পৃষ্ঠের কণাগুলোর মধ্যে একটি ঘর্ষণ বলের উদ্ভব হয়। এই কারণে পেরেক দেয়ালে আটকে থাকে।

গ দেওয়া আছে,

বস্তুটির উচ্চতা, $h = 49 \text{ m}$
বস্তুটির ভর, $m = 100 \text{ gm} = 0.1 \text{ kg}$
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$

পতনকালে সর্বোচ্চ গতিশক্তি, $E_k = ?$

C বিন্দুতে বস্তুর বেগ সর্বোচ্চ হবে তাই এ বিন্দুতেই গতি শক্তি সর্বোচ্চ হবে।

সুতরাং C বিন্দুতে বস্তুর গতিশক্তি,

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} m(u^2 + 2gh) = mgh$$

$$= 0.1 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 49 \text{ m}$$

$$\therefore E_k = 48.02 \text{ J (Ans.)}$$

ঘ বস্তুটি যখন A বিন্দুতে,

$$\text{তখন উচ্চতা, } h = AC = 49 \text{ m}$$

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

A বিন্দুতে বস্তুর মোট শক্তি

$$E_A = E_{PA} + E_{KA} = mgh + 0 = 0.1 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 49 \text{ m} \\ = 48.02 \text{ J}$$

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

$$\text{এক্ষেত্রে উচ্চতা, } h_1 = BC = AC - AB = 49 \text{ m} - 29.4 \text{ m} = 18.6 \text{ m}$$

অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = AB = 29.4 \text{ m}$

B বিন্দুতে গতিশক্তি,

$$E_{KB} = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times m (u^2 + 2gs) \\ = \frac{1}{2} \times 0.1 \text{ kg} \times (0 + 2 \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 29.4 \text{ m}) \\ = 28.812 \text{ J}$$

এবং B বিন্দুতে বস্তুর বিভবশক্তি,

$$E_{PB} = mgh_1 = 19.208 \text{ J}$$

\therefore B বিন্দুর মোট শক্তি,

$$E_B = E_{KB} + E_{PB} = 28.812 \text{ J} + 19.208 \text{ J} = 48.02 \text{ J}$$

সুতরাং গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যায়, $E_A = E_B$ অর্থাৎ A ও B বিন্দুতে বস্তুর মোট শক্তি অপরিবর্তিত।

২৯. চট্টগ্রাম বোর্ড ২০১৭

15 kW এর একটি মোটর 2 কুইন্টাল পানি 1 মিনিটে 300 m উঁচুতে উঠাতে পারে।

- ক. বৈজ্ঞানিক প্রতীক কাকে বলে? ১
খ. চলন গতি ও ঘূর্ণন গতির মধ্যে দুইটি পার্থক্য লিখ। ২
গ. মোটরটির কার্যকর ক্ষমতা কত? ৩
ঘ. মোটরটির কর্মদক্ষতা 5% বৃদ্ধি হলে ব্যয়িত শক্তির কী পরিমাণ পরিবর্তন হবে— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বৈজ্ঞানিক কাজে যেকোনো সংখ্যাকে 1 থেকে 10 এর মধ্যে একটি সংখ্যা ও দশের ঘাতের গুণফল হিসেবে প্রকাশ করা হয়। সংখ্যার এরূপ প্রকাশকে সংখ্যার বৈজ্ঞানিক প্রতীক বলে।

খ চলন গতি ও ঘূর্ণন গতির মধ্যে পার্থক্য নিচে উল্লেখ করা হল :

ঘূর্ণন গতি	চলন গতি
i. যখন কোনো বস্তু কোনো নির্দিষ্ট বিন্দু বা রেখা থেকে বস্তু কণাগুলোর দূরত্ব অপরিবর্তিত রেখে ঐ বিন্দু বা রেখাকে কেন্দ্র করে ঘোরে তখন ঐ বস্তুর গতিকে ঘূর্ণন গতি বলে।	i. কোনো বস্তু যদি এমনভাবে চলতে থাকে যাতে করে বস্তুর সকল কণা একই সময়ে একই দিকে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে তাহলে ঐ গতিকে চলন গতি বলে।
ii. উদাহরণ- বৈদ্যুতিক পাখার গতি, ঘড়ির কাটার গতি।	ii. উদাহরণ- বইকে ঘুরতে না দিয়ে ঠেলে এক প্রান্ত থেকে অন্য প্রান্তে নিয়ে যাওয়া।

গ দেওয়া আছে,

পানির ভর, $m = 2$ কুইন্টাল

$$= 2 \times 100 = 200 \text{ kg}$$

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

উচ্চতা, $h = 300 \text{ m}$

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

কার্যকর ক্ষমতা, $P = ?$

আমরা জানি, ক্ষমতা-

$$P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{200 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 300 \text{ m}}{60 \text{ s}} \\ = 9800 \text{ W (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে,

মোটরটির ক্ষমতা, $P_{in} = 15 \text{ kW} = 15000 \text{ W}$

সুতরাং 1 min এ ব্যয়িত শক্তি, $E = P_{in} \times t = 15000 \text{ W} \times 60 \text{ s}$

$$= 900000 \text{ J}$$

মোটরটির কার্যকর ক্ষমতা, $P_{out} = 9800 \text{ W}$; [(গ) অংশ হতে]

$$\text{মোটরটির কর্মদক্ষতা, } \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% = \frac{9800 \text{ W}}{15000 \text{ W}} \times 100\%$$

$$= 65.33\%$$

মোটরটির কর্মদক্ষতা 5% বাড়ালে নতুন কর্মদক্ষতা,

$$\eta' = 65.33\% + 5\% = 70.33\% = 0.7033$$

ব্যয়িত শক্তির পরিমাণ = W

ব্যয়িত ক্ষমতা, $P_{out}' = ?$

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

$$\therefore P_{out}' = \eta' P_{in} = 15000 \text{ W} \times 0.7033 = 10549.5 \text{ W}$$

ব্যয়িত সময় t' হলে

$$P_{out}' = \frac{mgh}{t'}$$

$$\therefore t' = \frac{mgh}{P_{out}'} = \frac{200 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 300 \text{ m}}{10549.5 \text{ W}} = 55.74 \text{ s}$$

সুতরাং 55.74 s এ ব্যয়িত শক্তি,

$$E' = P_{in}' \times t' = 15000 \text{ W} \times 55.74 \text{ s} = 836100 \text{ J}$$

সুতরাং ব্যয়িত শক্তির পরিবর্তন,

$$\Delta E = E - E' = 900000 \text{ J} - 836100 \text{ J} = 63900 \text{ J}$$

অর্থাৎ দক্ষতা বৃদ্ধি করলে একই পরিমাণ পানি উঠাতে শক্তি ব্যয় কমবে 63900 J।

৩০. চট্টগ্রাম বোর্ড ২০১৭

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

- ক. নিউটনের দ্বিতীয় সূত্রটি লিখ। ১
খ. রহিমের গতিশক্তি ঋণাত্মক হতে পারে কিনা? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. দৌড়ের সময় কার গতিশক্তি কম ছিল— নির্ণয় কর। ৩
ঘ. যদি রহিম ও করিমের ভরবেগ সমান হত তাহলে কার গতিশক্তি অপেক্ষাকৃত বেশি হত? বিশ্লেষণ কর। ৪

৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার এর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং বল যেদিকে ক্রিয়া করে বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তন সেদিকেই ঘটে।

খ রহিমের গতিশক্তি কখনো ঋণাত্মক হতে পারে না। কারণ কোনো সচল বস্তুর ভর m এবং বেগ v হলে বস্তুর গতিশক্তি $\frac{1}{2}mv^2$ । বস্তুর ভর m কখনোই ঋণাত্মক হতে পারে না। বস্তুর বেগ ধনাত্মক বা ঋণাত্মক হতে পারে, কিন্তু বেগের বর্গ সবসময় ধনাত্মক হবে। অতএব, গতিশক্তি কখনো ঋণাত্মক হতে পারে না।

গ দেওয়া আছে, রহিমের ভর, $m_1 = 30 \text{ kg}$

$$\text{রহিমের বেগ, } v_1 = 5 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{করিমের ভর, } m_2 = 20 \text{ kg}$$

$$\text{করিমের বেগ, } v_2 = 6 \text{ m s}^{-1}$$

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

$$\text{সুতরাং রহিমের গতিশক্তি, } E_{k_1} = \frac{1}{2} \times 30 \text{ kg} \times (5 \text{ m s}^{-1})^2 = 375 \text{ J}$$

$$\text{এবং করিমের গতিশক্তি, } E_{k_2} = \frac{1}{2} \times 20 \text{ kg} \times (6 \text{ m s}^{-1})^2 = 360 \text{ J}$$

যেহেতু $E_{k_2} < E_{k_1}$ অতএব, দৌড়ের সময় করিমের গতিশক্তি কম ছিল।

ঘ আমরা জানি,

$$m \text{ ভরের কোনো বস্তুর বেগ } v \text{ হলে এর ভরবেগ, } P = mv$$

$$\text{এবং গতিশক্তি, } E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{(mv)^2}{m} = \frac{1}{2} \cdot \frac{P^2}{m} = \frac{P^2}{2m}$$

ধরা যাক, উভয়ের ভরবেগ P ।

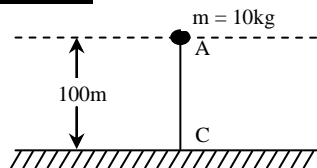
$$\text{সুতরাং রহিমের গতিশক্তি, } E_{k_1} = \frac{P^2}{2m_1}$$

$$\text{এবং করিমের গতিশক্তি, } E_{k_2} = \frac{P^2}{2m_2}$$

$$\therefore \frac{E_{k_1}}{E_{k_2}} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{20 \text{ kg}}{30 \text{ kg}} = \frac{2}{3}$$

সুতরাং $E_{k_2} > E_{k_1}$ । অর্থাৎ রহিম ও করিমের ভরবেগ সমান হলে করিমের গতিশক্তি অপেক্ষাকৃত বেশি হত।

৩১. চট্টগ্রাম বোর্ড ২০১৬



- ক. কাজ কাকে বলে? ১
 খ. বলের বিরুদ্ধে কাজ বলতে কী বুঝায়? ২
 গ. A বিন্দু থেকে বস্তুটিকে ছেড়ে দিলে এটি কত বেগে C বিন্দুতে নেমে আসবে? ৩

ঘ. ভূপৃষ্ঠ থেকে কত উচ্চতায় বিভব শক্তি ও গতি শক্তি সমান হবে— গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

গ ১ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 44.27 ms^{-1}

ঘ মনে করি, ভূ-পৃষ্ঠ থেকে x উচ্চতায় B বিন্দুতে বিভব শক্তি ও গতিশক্তি সমান হবে।

$$B \text{ বিন্দুতে বিভব শক্তি, } E_p = mgx$$

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

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2}m \{u^2 + 2g(100 - x)\} \\ &= \frac{1}{2}m \times 2g(100 - x) \\ &= mg(100 - x) \end{aligned}$$

প্রশ্নমতে,

$$E_p = E_k$$

$$\text{বা, } mgx = mg(100 - x)$$

$$\text{বা, } x = 100 - x$$

$$\text{বা, } x + x = 100$$

$$\text{বা, } 2x = 100$$

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

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

৩২. সিলেট বোর্ড ২০১৬

15kW এর একটি তড়িৎমোটর 1000kg পানি 0.5 মিনিটে 300m উঁচু ছাদে উঠাতে পারে।

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

৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ ও অনুপ্রস্থ তরঙ্গের পার্থক্য:

অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ	অনুপ্রস্থ তরঙ্গ
------------------	-----------------

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

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

ছাদে পানি উঠাতে লভ্য কার্যকর শক্তি E হলে,

$$E = \text{পানির বিভবশক্তি} = mgh$$

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

$$= 2940000 \text{ J}$$

$$\therefore \text{লভ্য কার্যকর ক্ষমতা,}$$

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

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

$$= 98000 \text{ W}$$

সুতরাং মোটরটির কর্মদক্ষতা,

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

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

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

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

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

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

ধরা যাক, মোটরটির প্রদত্ত ক্ষমতা = P_i

$$\text{তাহলে, } \eta = \frac{P_0}{P_i}$$

$$\text{বা, } P_i = \frac{P_0}{\eta}$$

$$= \frac{98000}{0.75}$$

$$= 130666.67 \text{ W}$$

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

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

$$= P_i \times t$$

$$= 130666.67 \times 30$$

$$= 3920000 \text{ J}$$

$$= 3920 \text{ kJ}$$

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

৩৩. সিলেট বোর্ড ২০১৫

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

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

৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ মনে করি, কোনো বস্তুর ওজন (W) এবং তরলে সম্পূর্ণরূপে ডুবালে (স্বতঃপ্রণোদিত হয়ে বা জোর করে) এর ওপর উপরের দিকে W_1 পরিমাণ লব্ধি বল বা প্লবতা ক্রিয়া করে। $W > W_1$ হলে বস্তুটি তরলে ডুবে যাবে, এক্ষেত্রে বস্তুটির গড় ঘনত্ব তরলের ঘনত্ব অপেক্ষা বেশি। $W = W_1$ হলে বস্তুটি সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় তরলে ডুবে থাকবে। এক্ষেত্রে বস্তুটির গড় ঘনত্ব তরলের ঘনত্বের সমান। আবার $W < W_1$ হলে বস্তুটি সম্পূর্ণ ডুববে না অর্থাৎ আংশিক নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসবে। এক্ষেত্রে বস্তুটির গড় ঘনত্ব তরলের ঘনত্ব অপেক্ষা কম। সুতরাং কোনো বস্তু তরলে ভাসা বা ডোবা নির্ভর করে মূলত তরলের সাপেক্ষে বস্তুটির আপেক্ষিক ঘনত্বের ওপর।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{পানির ভর, } m = 1500 \text{ L পানির ভর}$$

$$= 1500 \text{ kg} \quad [\square 1 \text{ L পানি} = 1 \text{ kg}]$$

গভীরতা, $h = 100 \text{ m}$

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

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

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

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

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

$$= 24500 \text{ watt}$$

$$\text{পাম্পের মোট ক্ষমতা, } P_{in} \text{ হলে, } P_{in} = \frac{P}{\eta}$$

$$= \frac{24500}{0.7} = 35000 \text{ W (Ans.)}$$

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

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

$$= 21000 \text{ watt}$$

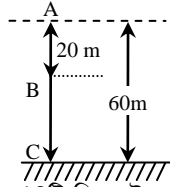
এক্ষেত্রে একই পরিমাণ (1500kg) পানি তুলতে t' পরিমাণ সময়
লাগলে $P' = \frac{mgh}{t'}$

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

$$= 70 \text{ sec}$$

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

৩৪. যশোর বোর্ড ২০১৬



একটি 60m উচ্চতা বিশিষ্ট ভবনে 10টি সিমেন্টের বস্তা কারগো লিফটে
উঠানোর সময় 60m উচ্চতায় লিফটের তার ছিঁড়ে মুক্তভাবে নিচে
পড়তে থাকল। শুধু কারগো লিফটের ভর 50kg।

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

৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

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

A বিন্দুর উচ্চতা, $h = 60 \text{ m}$

সুতরাং A বিন্দুতে 10 বস্তা সিমেন্ট সহ লিফটের বিভব শক্তি,

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

A বিন্দুতে লিফটটি স্থির ছিল সুতরাং গতিশক্তি, $E_{KA} = 0$

সুতরাং A বিন্দুতে 10 বস্তা সিমেন্ট সহ লিফটের মোট শক্তি,

$$E_A = E_{PA} + E_{KA} = 323400 \text{ J}$$

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

ঘ B বিন্দুতে 10 বস্তা সিমেন্ট সহ লিফটের মোট শক্তি হবে, $E_B = 323400 \text{ J}$

10 বস্তা সিমেন্ট + লিফটের ভর = 550 kg

লিফটের ভর = 50 kg

সুতরাং 10 বস্তা সিমেন্টের ভর = 500 kg

1 বস্তা সিমেন্টের ভর = 50 kg

8 বস্তা সিমেন্টের ভর = 400 kg

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

8 বস্তা সিমেন্ট সহ B বিন্দুতে লিফটের মোট শক্তি = 8 বস্তা সিমেন্ট সহ A বিন্দুতে লিফটের বিভব শক্তি

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

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

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

৩৫. যশোর বোর্ড ২০১৫

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

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

৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ কোনো বস্তুর ওপর F বল প্রয়োগের ফলে বলের দিকের সাথে θ কোণে s সরণ ঘটলে কৃতকাজ, $W = Fscos\theta$

$F \neq 0$ হওয়া সত্ত্বেও $W = 0$ হতে পারে যদি $s = 0$ অথবা $cos\theta = 0$ অর্থাৎ $\theta = 90^\circ$ হয়। অর্থাৎ বল প্রয়োগ করা সত্ত্বেও বস্তুর যদি সরণ না ঘটে অথবা সরণ ঘটলেও যদি তা বলের লম্বদিকে ঘটে তবে কৃতকাজ শূন্য হয়। সুতরাং বল প্রয়োগ করলে সকল ক্ষেত্রে কাজ সম্পন্ন হয় না।

গ দেওয়া আছে, আদি বেগ, $u = 5\text{ms}^{-1}$

শেষ বেগ, $v = 30\text{ms}^{-1}$

সময়কাল, $t = 5 \text{ sec}$

বস্তুর ভর, $m = 20 \text{ kg}$

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

আমরা জানি, ত্বরণ a হলে,

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

(Ans.)

ঘ A ও B অবস্থানে বস্তুর মহাকর্ষীয় বিভবশক্তি,

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

$$= 9800\text{J}$$

$$\begin{aligned} \text{A অবস্থানে বস্তুটির গতিশক্তি, } E_{K_1} &= \frac{1}{2}mu^2 = \frac{1}{2} \times 20 \text{ kg} \times \\ (5\text{ms}^{-1})^2 & \\ &= 250 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{এবং B অবস্থানে বস্তুটির গতিশক্তি, } E_{K_2} &= \frac{1}{2}mv^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 20 \text{ kg} \times (30\text{ms}^{-1})^2 \\ &= 9000\text{J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{A অবস্থানে বস্তুটির মোট যান্ত্রিক শক্তি, } E_{T_1} &= E_P + E_{K_1} \\ &= 9800\text{J} + 250 \text{ J} = 10050 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{এবং B অবস্থানে বস্তুটির মোট যান্ত্রিক শক্তি, } E_{T_2} &= E_P + E_{K_2} \\ &= 9800\text{J} + 9000 \text{ J} = 18800 \text{ J} \end{aligned}$$

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

অর্থাৎ $E_{T_1} \neq E_{T_2}$

সুতরাং A ও B অবস্থানে বস্তুটির মোট শক্তির তারতম্য ঘটবে।

৩৬. বরিশাল বোর্ড ২০১৭

একটি ইঞ্জিন প্রতি মিনিটে 2000 লিটার পানি 18 m উঁচু একটি দালানের ছাদে তুলতে সক্ষম। যার কর্মদক্ষতা 70%।

- প্যাসকেলের সূত্রটি লিখ। ১
- কোনো বস্তুর বিভব শক্তি 60 J বলতে কী বুঝায়? ব্যাখ্যা কর। ২
- ইঞ্জিনের ক্ষমতা নির্ণয় কর। ৩
- যদি ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা 60% হতো তাহলে সকল পানি একই উচ্চতায় তুলতে পূর্বের তুলনায় সময় কতগুণ বেশি লাগবে—গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পাত্রে আবদ্ধ তরল বা বায়বীয় পদার্থের কোনো অংশের উপর বাইরে থেকে চাপ প্রয়োগ করলে সেই চাপ কিছুমাত্র না কমে তরল বা বায়বীয় পদার্থের সবদিকে সমানভাবে সঞ্চালিত হয় এবং তরল বা বায়বীয় পদার্থ সংলগ্ন পাত্রের গায়ে লম্বভাবে ক্রিয়া করে।

খ কোনো বস্তুর বিভব শক্তি 60 J বলতে বোঝায়, বস্তুটির অবস্থান বা অবস্থার পরিবর্তন করতে 60 J কাজ করতে হয়েছে এবং বস্তুটিতে 60 J পরিমাণ শক্তি সঞ্চিত আছে। বস্তুটি তার স্বাভাবিক অবস্থা বা অবস্থানে ফিরে আসতে 60 J পরিমাণ কাজ করতে।

গ দেওয়া আছে,

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

$$[\square 1\text{L পানি} = 1\text{kg}]$$

$$\text{দালানের উচ্চতা, } h = 18 \text{ m}$$

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

$$\text{ইঞ্জিনের ক্ষমতা, } P_{\text{out}} = ?$$

$$\text{ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা, } \eta = 70\% = 0.7$$

আমরা জানি, কার্যকর ক্ষমতা,

$$\begin{aligned} P_{\text{out}} &= \frac{mgh}{t} = \frac{2000 \times 9.8 \times 18}{60} \\ &= 5880 \text{ W} \end{aligned}$$

আবার, দক্ষতা,

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

$$\therefore P_{\text{in}} = \frac{5880 \text{ W}}{0.7} = 8400 \text{ W (Ans.)}$$

ঘ ইঞ্জিনের দক্ষতা 60% করা হলে, $\eta' = 60\% = 0.6$

$$\text{প্রদত্ত ক্ষমতা, } P_{\text{in}} = 8400 \text{ W}$$

$$\text{কার্যকর ক্ষমতা, } P'_{\text{out}} = ?$$

আমরা পাই,

$$P'_{\text{out}} = P_{\text{in}} \times \eta' = 0.6 \times 8400 \text{ W} = 5040 \text{ W}$$

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

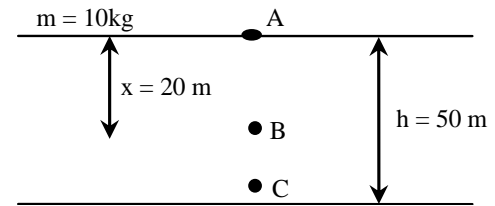
$$\therefore t' = \frac{mgh}{P'_{\text{out}}} = \frac{2000 \times 9.8 \times 18}{5040} = 70 \text{ s}$$

যা পূর্বের তুলনায়, $t' - t = 70 \text{ s} - 60 \text{ s} = 10 \text{ s}$ বেশি।

অতএব, বলা যায় যে, ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা যদি 60% হতো তাহলে সকল পানি একই উচ্চতায় তুলতে পূর্বের তুলনায় $\frac{70}{60} = 1.17$ গুণ বেশি সময় লাগবে।

৩৭. বরিশাল বোর্ড ২০১৬

নিচের ছবিটি লক্ষ করো এবং সংশ্লিষ্ট প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



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

৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর উপর পৃথিবীর আকর্ষণ বল না থাকাকে ওজনহীনতা বলে।

খ নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্র থেকে আমরা জানি, বল = ভর × ত্বরণ অর্থাৎ নির্দিষ্ট ভরের কোনো বস্তুর জন্য ত্বরণ বলের সমানুপাতিক। বল বাড়লে

ত্বরণ বাড়বে, বল কমলে ত্বরণ কমবে। বস্তুর উপর প্রযুক্ত বলের মান শূন্য হলে ত্বরণ শূন্য হবে অর্থাৎ বস্তুটি সমবেগে চলবে বা থেমে যাবে।

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

$$mgy + E_k = mgh$$

$$E_k = mgh - mgy$$

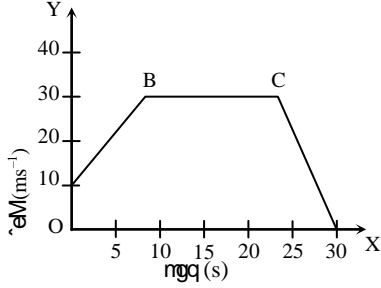
শর্তানুসারে, $mgh - mgy = 2 mgy$

$$\text{বা, } 3 mgy = mgh$$

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

ঘ ১৮ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

৩৮. বরিশাল বোর্ড ২০১৫



চিত্রে 300kg ভরের একটি গাড়ির গতিবেগ দেখানো হয়েছে।

- ক. মন্দন কাকে বলে? ১
- খ. কোনো বস্তুর ত্বরণ 10ms^{-2} পূর্বদিকে বলতে কী বুঝ? ২
- গ. গাড়িটির প্রথম 15 সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. গাড়িটির সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন গতিশক্তির তুলনা কর। ৪

৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সময়ের সাথে বস্তুর বেগহ্রাসের হারকে মন্দন বলে।

খ কোনো বস্তুর ত্বরণ 10ms^{-2} পূর্বদিকে বলতে বুঝায়, বস্তুটির বেগ পূর্বদিকে প্রতি সেকেন্ডে 10ms^{-1} হারে বৃদ্ধি পাচ্ছে।

গ প্রথম 10sec-এর জন্য, আদিবেগ, $u = 10\text{ms}^{-1}$

$$\text{শেষবেগ, } v = 30 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{সময়কাল, } t = 10 \text{ sec}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{প্রথম 10 sec-এর অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s_1 &= \frac{u+v}{2} t \\ &= \frac{10\text{ms}^{-1} + 30 \text{ ms}^{-1}}{2} \times 10\text{sec} \\ &= 200 \text{ m} \end{aligned}$$

পরের 5 sec-এর জন্য,

$$\text{সমবেগ, } v = 30 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{সময়কাল, } t = 5 \text{ sec}$$

$$\therefore \text{পরের 5 sec-এর অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s_2 = vt = 30 \text{ ms}^{-1} \times 5 \text{ sec} = 150 \text{ m}$$

সুতরাং গাড়িটির প্রথম 15 সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s = s_1 + s_2 = 200\text{m} + 150 \text{ m} = 350 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক মতে, গাড়ির ভর, $m = 300 \text{ kg}$

গাড়িটির সর্বোচ্চ বেগ, $v_{\text{max}} = 30 \text{ ms}^{-1}$

$$\begin{aligned} \therefore \text{গাড়িটির সর্বোচ্চ গতিশক্তি, } E_{\text{max}} &= \frac{1}{2}mv_{\text{max}}^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 300\text{kg} \times (30\text{ms}^{-1})^2 \\ &= 135000 \text{ J} \end{aligned}$$

উদ্দীপকের লেখামতে,

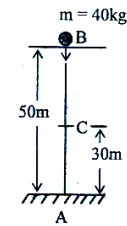
গাড়িটির সর্বনিম্ন বেগ, $v_{\text{min}} = 0 \text{ ms}^{-1}$

$$\begin{aligned} \therefore \text{গাড়িটির সর্বনিম্ন গতিশক্তি, } E_{\text{min}} &= \frac{1}{2}mv_{\text{min}}^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 300\text{kg} \times (0\text{ms}^{-1})^2 \\ &= 0 \text{ J} \end{aligned}$$

সুতরাং গাড়িটির সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন গতিশক্তির পার্থক্য

$$= E_{\text{max}} - E_{\text{min}} = 13500\text{J} - 0\text{J} = 135000\text{J}$$

অধ্যায়-৪: কাজ, ক্ষমতা ও শক্তি



[চা. বো. ২০১৭]

- ক. গতিশক্তি কাকে বলে? ১
- খ. ধনুকের রশি টেনে তীর ছোঁড়ার সময় কীভাবে শক্তির রূপান্তর ঘটে? ব্যাখ্যা দাও। ২
- গ. বস্তুটি কত বেগে ভূমিতে আঘাত করবে? নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. B বিন্দু থেকে বস্তুটিকে মুক্তভাবে ছেড়ে দিলে বস্তুটি শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি মেনে চলে— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ ধনুকের রশি টানার সময় রশির অবস্থানের পরিবর্তনের কারণে রশিতে বিভবশক্তি জমা হয়। এরপর তীর ছোঁড়ার সময় রশিতে সঞ্চিত বিভবশক্তি ধনুকে গতিশক্তির সঞ্চয় করে। এভাবে ধনুকের রশি টেনে তীর ছোঁড়ার সময় বিভবশক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

গ উদ্দীপক হতে পাই, আদিবেগ, $u = 0 \text{ ms}^{-1}$
উচ্চতা, $h = 50 \text{ m}$
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$
ভূমিতে আঘাত করার সময় বেগ, $v = ?$

আমরা জানি,

$$v^2 = u^2 + 2gh = 0 + 2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 50 \text{ m} = 980 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$$

$$\therefore v = \sqrt{980 \text{ m}^2\text{s}^{-2}} = 31.30 \text{ m s}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

বস্তুর ভর, $m = 40 \text{ kg}$

A হতে B বিন্দুর উচ্চতা, $h_B = 50 \text{ m}$

A হতে C বিন্দুর উচ্চতা, $h_C = 30 \text{ m}$

C হতে B বিন্দুর উচ্চতা, $h_{BC} = h_B - h_C = (50 - 30) \text{ m} = 20 \text{ m}$

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

B বিন্দুতে বস্তুর বেগ, $v_B = 0 \text{ m s}^{-1}$

B বিন্দুতে বিভবশক্তি, $E_{PB} = mgh = 40 \times 9.8 \times 50 \text{ J} = 19600 \text{ J}$

B বিন্দুতে গতিশক্তি, $E_{KB} = \frac{1}{2} mv_B^2 = 0$

\therefore B বিন্দুতে মোট শক্তি, $E_B = E_{PB} + E_{KB} = 19600 \text{ J}$

C বিন্দুতে বস্তুর বেগ, v_C হলে,

$$v_C^2 = v_B^2 + 2gh_{BC} = 0 + 2 \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 20 \text{ m} = 392 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$$

C বিন্দুতে বিভবশক্তি, $E_{PC} = mgh_C = 40 \times 9.8 \times 30 \text{ J} = 11760 \text{ J}$

C বিন্দুতে গতিশক্তি, $E_{KC} = \frac{1}{2} mv_C^2 = \frac{1}{2} \times 40 \times 392 \text{ J} = 7840 \text{ J}$

\therefore C বিন্দুতে মোট শক্তি, $E_C = E_{PC} + E_{KC} = 11760 \text{ J} + 7840 \text{ J} = 19600 \text{ J}$

আবার, A বিন্দুতে বস্তুর বেগ v_A হলে,

$$v_A^2 = v_B^2 + 2gh_B = 0 + 2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 50 \text{ m} = 980 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$$

A বিন্দুতে বিভবশক্তি, $E_{PA} = mg \times 0 = 0 \text{ J}$

A বিন্দুতে গতিশক্তি, $E_{KA} = \frac{1}{2} mv_A^2 = \frac{1}{2} \times 40 \times 980 \text{ J} = 19600 \text{ J}$

\therefore A বিন্দুতে মোট শক্তি, $E_A = E_{PA} + E_{KA} = 19600 \text{ J}$

যেহেতু,

$$E_B = E_C = E_A$$

অতএব, B বিন্দু থেকে বস্তুটিকে মুক্তভাবে ছেড়ে দিলে বস্তুটি শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি মেনে চলে।

প্রশ্ন ২২ একটি 1.5 HP ক্ষমতার ইঞ্জিন দ্বারা 20 m উচ্চতায় অবস্থিত 2000 লিটার ধারণ ক্ষমতাসম্পন্ন ট্যাংক 30 মিনিটে পূর্ণ করতে পারে। 2

HP ক্ষমতার একটি ইঞ্জিন দ্বারা 3000 kg ইট ঐ উচ্চতায় 25 মিনিটে তুলতে পারে।

[ঢা. বো. ২০১৬]

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

২নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ ছাদের উপর থেকে এক খন্ড পাথর বা ইট কোনো বস্তুর উপর পড়লে তাকে চ্যাপ্টা করে ফেলতে পারে বা ভেঙ্গে ফেলতে পারে। পাথর বা ইট যখন ছাদের উপর স্থির ছিল তখন তার মধ্যে শক্তি জমা ছিলো। পাথরটি যখন নিচে পড়ে তখন ঐ শক্তি কাজ করে। পাথরটির মধ্যে শক্তি নিহিত ছিলো কেননা এটি ভূ-পৃষ্ঠ থেকে উপরে ছিলো। আবার একটি স্প্রিংকে টান টান করে এর দুই মাথা-দুটি বস্তুর সাথে আটকে ছেড়ে দিলে বস্তুদ্বয় ছুটে এসে পরস্পরের সাথে ধাক্কা খাবে। টান টান স্প্রিং যদিও স্থির অবস্থায় ছিলো তথাপি তার মধ্যে শক্তি সঞ্চিত ছিলো। স্প্রিংটি ছেড়ে দিলে এটি কাজ করতে পারে। টানটান স্প্রিং -এ শক্তি নিহিত ছিলো কেননা এটি বিকৃত অবস্থায় ছিলো। এখন দুইটির স্বাভাবিক অবস্থান পরিবর্তনের জন্য অর্থাৎ ভূ-পৃষ্ঠ থেকে উপরে তোলার জন্য এবং স্প্রিংটির স্বাভাবিক অবস্থা থেকে বিকৃতির ফলে এদের মধ্যে যে শক্তি জমা হয়েছে যার ফলে এদের কাজ করার সামর্থ্য হয়েছে তাই বিভব শক্তি।

গ উদ্দীপক হতে পাই,

১ম ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে, উচ্চতা, $h = 20 \text{ m}$

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

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

কৃতকাজ, $W = ?$

আমরা জানি,

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

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

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

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

$$= 1800 \text{ s}$$

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

'গ' অংশ হতে পাই, ১ম ইঞ্জিন দ্বারা কৃতকাজ,

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

১ম ইঞ্জিনের কার্যকর ক্ষমতা,

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

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

100%

$$= 19.33\%$$

২য় ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে,

ক্ষমতা, $P_2' = 2 \text{ HP}$

ইটের ভর, $m = 3000 \text{ kg}$

উচ্চতা, $h = 20\text{m}$

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

∴ ২য় ইঞ্জিনের কার্যকর ক্ষমতা P_2 হলে,

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

২য় ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা, $\eta_2 = \frac{P_2}{P'_2} \times 100\% = \frac{0.525}{2} \times 100\%$
 $= 26.25\%$

$$\therefore \frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{19.33\%}{26.25\%} = \frac{1933}{2625} = 0.736$$

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

প্রশ্ন ৩ ভূমি থেকে 10m উঁচুতে থাকা 0.25kg ভরের একটি আম বৃন্দ্রুত করার জন্য একটি ছেলে 12ms^{-1} বেগে একটি ঢিল ছুড়লো।

[রা. বো. ২০১৫]

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

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

গ দেওয়া আছে,

আমের ভর, $m = 0.25\text{ kg}$

ভূমি হতে আমের উচ্চতা, $h = 10\text{m}$

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

বের করতে হবে, আমের বিভব শক্তি, $E_p = ?$

আমরা জানি, $E_p = mgh$

$$= 0.25\text{ kg} \times 9.8\text{ ms}^{-2} \times 10\text{m}$$
$$= 24.5\text{ J (Ans.)}$$

ঘ ঢিলের আদি বেগ, $u = 12\text{ms}^{-1}$

সর্বোচ্চ উচ্চতায় বেগ, $v = 0\text{ms}^{-1}$

ঢিলটি ভূমি হতে সর্বোচ্চ h উচ্চতায় উঠলে,

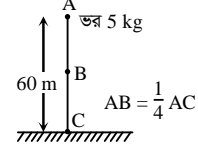
$$v^2 = 0^2 = u^2 - 2gh$$

বা, $u^2 = 2gh$

$$\therefore h = \frac{u^2}{2g} = \frac{(12\text{ms}^{-1})^2}{2 \times 9.8\text{ ms}^{-2}}$$
$$= 7.347\text{m} < 10\text{m} \text{ (ভূমি হতে আমের উচ্চতা)}$$

সুতরাং ছেলেটির পক্ষে আমটি বৃন্দ্রুত করা সম্ভব হবে না।

প্রশ্ন ৪



- বস্তুটিকে A অবস্থান থেকে মুক্তভাবে ছেড়ে দেয়া হল। [রা. বো. ২০১৭]
- ক. বিভব শক্তি কাকে বলে? ১
খ. বায়োমাসকে শক্তির বহুমুখী উৎস হিসাবে বিবেচনা করা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. ভূমি থেকে A বিন্দুতে বস্তুটি উঠাতে যদি ২ মিনিট সময় লাগে তবে কত ক্ষমতা প্রয়োগ করা হয়েছিল নির্ণয় কর। ৩
ঘ. B এবং C বিন্দুতে শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি অনুসৃত হয়েছিল কিনা গাণিতিকভাবে মূল্যায়ন কর। ৪

৪ 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 বায়োমাস বলতে সেইসব জৈব পদার্থকে বোঝায় যাদেরকে শক্তিতে রূপান্তরিত করা যায়। মানুষসহ অনেক প্রাণী খাদ্য হিসেবে বায়োমাস গ্রহণ করে তাকে শক্তিতে রূপান্তরিত করে জীবনের কর্মকাণ্ডে সচল রাখে।

জৈব পদার্থসমূহ যাদেরকে বায়োমাস শক্তির উৎস হিসেবে ব্যবহার করা যায় সেগুলো হচ্ছে গাছ-গাছালী, জ্বালানী কাঠ, কাঠের বর্জ্য, শস্য, ধানের তুষ ও কুড়া, লতা-পাতা, পশু-পাখির মল, পৌর বর্জ্য ইত্যাদি। এ কারণে বায়োমাসকে শক্তির বহুমুখী উৎস হিসেবে বিবেচনা করা হয়।

গ দেয়া আছে, ভূমি থেকে A বিন্দুর উচ্চতা, $h = 60\text{ m}$

বস্তুর ভর, $m = 5\text{ kg}$

সময়, $t = 2\text{ মিনিট} = 2 \times 60\text{ s} = 120\text{ s}$

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

ক্ষমতা, $P = ?$

আমরা জানি,

$$P = \frac{mgh}{t} = \frac{5\text{ kg} \times 9.8\text{ m s}^{-2} \times 60\text{ m}}{120\text{ s}}$$
$$= 24.5\text{ W (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক হতে পাই, $AC = h = 60\text{ m}$

$$AB = h_1 = \frac{1}{4} AC = \frac{1}{4} \times 60 = 15\text{ m}$$

$$\therefore BC = h_2 = (AC - AB)$$
$$= h - h_1 = 60\text{ m} - 15\text{ m} = 45\text{ m}$$

বস্তুর ভর, $m = 5\text{ kg}$

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

B বিন্দুতে বস্তুর বেগ, v_B হলে,

$$v_B^2 = v_A^2 + 2gh_1 = 0 + 2 \times 9.8\text{ m s}^{-2} \times 15\text{ m} = 294\text{ (m s}^{-1}\text{)}^2$$

$$B \text{ বিন্দুতে গতিশক্তি, } E_{KB} = \frac{1}{2} mv_B^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 294\text{ J}$$
$$= 735\text{ J}$$

$$B \text{ বিন্দুতে বিভবশক্তি, } E_{PB} = mgh_2 = 5 \times 9.8\text{ m s}^{-2} \times 45\text{ m}$$

$$= 2205 \text{ J}$$

B বিন্দুতে মোট শক্তি, $E_B = E_{KB} + E_{PB} = 735 \text{ J} + 2205 \text{ J}$

$$= 2940 \text{ J}$$

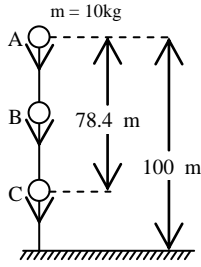
C বিন্দু স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে বেগ, v_C হলে,
 $v_C^2 = v_A^2 + 2gh = 0 + 2 \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 60 \text{ m}$
 $= 1176 \text{ (m s}^{-1}\text{)}^2$

C বিন্দুতে গতিশক্তি, $E_{KC} = \frac{1}{2} mv_C^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 1176 \text{ J}$
 $= 2940 \text{ J}$

C বিন্দুতে বিভবশক্তি, $E_{PC} = mg \times 0 = 0 \text{ J}$
 \therefore C বিন্দুতে মোট শক্তি, $E_C = E_{KC} + E_{PC} = 2940 \text{ J} + 0 \text{ J}$
 $= 2940 \text{ J}$

এখানে, $E_B = E_C$
 অতএব, B এবং C বিন্দুতে শক্তির সংরক্ষণশীলতা অনুসৃত হয়েছিল।

প্রশ্ন ৫



চিত্রে বস্তুটি A বিন্দু হতে ভূমির দিকে পড়ছে। [রা. বো.-২০১৬]

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

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

গ দেওয়া আছে,

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

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

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

$$\text{A থেকে C বিন্দুতে আসতে প্রয়োজনীয় সময়, } t = ?$$

আমরা জানি,

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

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

$$\text{বা, } 4.9t^2 = 78.4$$

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

$$\text{বা, } t^2 = 16$$

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

ঘ A বিন্দুতে বস্তুর বিভবশক্তি, $E_{p1} = mgh$
 $= 10 \times 9.8 \times 100$
 $= 9800 \text{ J}$

A বিন্দুতে বস্তুর বেগ শূন্য।

$$\therefore \text{A বিন্দুর বস্তুর গতিশক্তি, } E_{k1} = \frac{1}{2} \times m \times (0)^2 = 0 \text{ J}$$

$$\therefore \text{A বিন্দুতে মোট শক্তি, } E_1 = E_{p1} + E_{k1}$$

$$= 9800 + 0$$

$$= 9800 \text{ J}$$

C বিন্দুতে বিভবশক্তি, $E_{p2} = mg(100 - 78.4)$
 $= 10 \times 9.8 \times 21.6$
 $= 2116.8 \text{ J}$

C বিন্দুতে গতিশক্তি, $E_{k2} = \frac{1}{2} mv^2$

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

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

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

$$= 7683.2 \text{ J}$$

$$\therefore \text{C বিন্দুতে মোট শক্তি, } E_2 = E_{p2} + E_{k2}$$

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

$$= 9800 \text{ J}$$

অতএব, $E_1 = E_2$

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

প্রশ্ন ৬ M ভরের দুইটি গাড়ি যথাক্রমে 6 ms^{-1} এবং 9 ms^{-1} বেগে যাত্রা শুরু করে একই সময়ে গন্ডুর্যস্থানে পৌঁছাল। গাড়ি দুইটির ত্বরণ যথাক্রমে 5 ms^{-2} এবং 3 ms^{-2} । [রা. বো.-২০১৫]

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

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক দুটি তড়িৎ চার্জ আপেক্ষিক গতিতে থাকলে পরস্পর পরস্পরের উপর তড়িৎ বল ও চৌম্বক বল প্রয়োগ করে। তড়িৎ বল ও চৌম্বক বল দৃঢ়ভাবে সংযুক্ত অবস্থায় তড়িৎ চৌম্বক বল সৃষ্টি করে।

খ স্থির অবস্থা হতে কোনো বস্তু অভিকর্ষ বলের প্রভাবে নিচের দিকে পড়তে থাকলে বস্তুটির ওপর অভিকর্ষজ ত্বরণ $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$ ক্রিয়া

করে। অর্থাৎ বস্তুটির বেগ প্রতি সেকেন্ডে 9.8 ms^{-1} বৃদ্ধি পেতে থাকে। তাই বলা যায় স্থির অবস্থা থেকে কোনো বস্তু নিচের দিকে পড়তে থাকলে অভিকর্ষ বলের প্রভাবে বস্তুটির বেগের পরিবর্তন হয়।

গ এখানে, গাড়ি দুইটির ভর = M

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

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

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

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

মনে করি,

গাড়ি দুইটি t সেকেন্ড সময়ে s মিটার দূরত্বের গল্ভ্যস্থানে পৌঁছালো।

1ম গাড়ির ক্ষেত্রে,

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

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

2য় গাড়ির ক্ষেত্রে,

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

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

(i) ও (ii) তুলনা করে,

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

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

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

$$\text{বা, } \frac{5-3}{2} t = 3$$

$$\text{বা, } t = 3$$

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

\therefore গাড়ি দুইটি 3s পর গল্ভ্যস্থানে পৌঁছাল।

ঘ “গ” নং হতে পাই,

অতিক্রান্ত সময়, $t = 3\text{s}$

3s পর 1ম গাড়ির বেগ, v_1 হলে, $v_1 = u_1 + a_1 t$

$$= 6\text{ms}^{-1} + (5\text{ms}^{-2} \times 3\text{s})$$

$$= 21 \text{ms}^{-1}$$

3s পর 2য় গাড়ির বেগ, v_2 হলে, $v_2 = u_2 + a_2 t$

$$= 9\text{ms}^{-1} + (3\text{ms}^{-2} \times 3\text{s})$$

$$= 18\text{ms}^{-1}$$

$$\therefore 1\text{ম গাড়ির গতিশক্তির পরিবর্তন} = \frac{1}{2} M (v_1^2 - u_1^2)$$

$$= \frac{1}{2} M \{(21\text{ms}^{-1})^2 - (6\text{ms}^{-1})^2\}$$

$$1)^2\}$$

$$= \frac{1}{2} M (441 \text{m}^2\text{s}^{-2} - 36\text{m}^2\text{s}^{-2})$$

$$2)$$

$$= \left(\frac{1}{2} M \times 405\right) \text{J}$$

$$= 202.5 \text{MJ}$$

$$\therefore 2\text{য় গাড়ির গতিশক্তির পরিবর্তন,} = \frac{1}{2} M (v_2^2 - u_2^2)$$

$$= \frac{1}{2} M \{(18\text{ms}^{-1})^2 - (9\text{ms}^{-1})^2\}$$

$$1)^2\}$$

$$= \frac{1}{2} M (324 \text{m}^2\text{s}^{-2} - 81 \text{m}^2\text{s}^{-2})$$

$$\text{m}^2\text{s}^{-2})$$

$$= \left(\frac{1}{2} M \times 243\right) \text{J}$$

$$= 121.5 \text{MJ} < 202.5 \text{MJ}$$

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

প্রশ্ন ৭ রনি কপিকলের সাথে সুতায় বাঁধা 200gm ভরের একটি পতাকা 1N বল প্রয়োগে 10m উপরে তুললো। পরবর্তীতে সে পতাকাটি একই উচ্চতায় তুলতে সুতার অন্য প্রান্তে 1kg ভরের বস্তু 2 m উপর থেকে ছেড়ে দিয়ে সফল হলো। রনি 5sec এ পতাকাটি উপরে তোলে।

[দি. বো. ২০১৭]

ক. সুস্থম ত্বরণ কী? ১

খ. বেগ সময় লেখে সুস্থম বেগের লেখ কেমন হবে? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. পতাকাটি উপরে তুলতে রনির ক্ষমতা কত ছিল? ৩

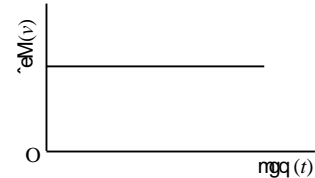
ঘ. দ্বিতীয় ক্ষেত্রে শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি মেনে চলবে কি? ৪

গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর বেগ যদি নির্দিষ্ট দিকে সবসময় একই হারে বাড়তে থাকে তাহলে সেই বস্তুর ত্বরণকে সুস্থম ত্বরণ বলে।

খ সময় (t) কে অনুভূমিক অক্ষে এবং বেগ (v) কে উল্লম্ব অক্ষে স্থাপন করে বেগ-সময় লেখচিত্র অংকন করলে সুস্থম বেগের ক্ষেত্রে লেখচিত্র সময় অক্ষের সমান্তরাল একটি সরল রেখা হবে।



বেগ সুস্থম হওয়ায় সময়ের পরিবর্তনে বেগের কোনো পরিবর্তন হয় না।

তাই লেখচিত্র সময় অক্ষের সমান্তরাল হয়েছে।

গ উদ্দীপক হতে পাই, রনির প্রযুক্ত বল, $F = 1 \text{N}$

পতাকার সরণ, $s = 10 \text{m}$

সময়, $t = 5 \text{sec}$

ক্ষমতা, $P = ?$

আমরা জানি, ক্ষমতা

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = \frac{1 \text{N} \times 10 \text{m}}{5 \text{s}}$$

$$= 2 \text{W (Ans.)}$$

ঘ ২য় ক্ষেত্রে,

পতাকার ভর, $m = 200 \text{ gm} =$

0.2 kg

পতাকার উচ্চতা, $h = 10 \text{ m}$

বস্তুর ভর, $m_1 = 1 \text{ kg}$

বস্তুর উচ্চতা, $h_1 = 2 \text{ m}$

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

B বিন্দুতে বস্তুর বিভব শক্তি,

$$E_{PB} = m_1 g h_1 = 1 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 2 \text{ m}$$

$$= 19.6 \text{ J}$$

কপিকল বাধা বস্তুদ্বয়ের ত্বরণ, $f = \frac{m_1 - m}{m_1 + m} g = \frac{1 - 0.2}{1 + 0.2} \times 9.8$
 $= 6.534 \text{ ms}^{-2}$

শুধু পতাকা তোলায় m_1 ভরের বস্তুটির ব্যয়িত বিভবশক্তি,

$$W_1 = m_1 g h_1 - m_1 f h_1$$

$$= m_1 (g - f) h_1$$

$$= 1 \times (9.8 - 6.534) \times 2 \text{ J}$$

$$= 6.534 \text{ J}$$

ধরা যাক, উক্ত সময়ে পতাকাটি 2m উঠতে ওঠে ও v বেগ প্রাপ্ত হয়

$$\therefore v = \sqrt{2 f h_1}$$

$$= \sqrt{2 \times 6.534 \times 2}$$

$$= 5.112 \text{ ms}^{-1}$$

\therefore পতাকা কর্তৃক অতিক্রান্ত মোট উচ্চতা h_2 হলে, $2g (h_2 - h_1) = v^2$

$$\text{বা, } h_2 - h_1 = \frac{v^2}{2g}$$

$$\text{বা, } h_2 = h_1 + \frac{v^2}{2g}$$

$$= 2 + \frac{5.112^2}{2 \times 9.8} = 3.334$$

\therefore পতাকার উপর কার্যকর মোট শক্তি, $W_2 = m g h_2$
 $= 2 \times 9.8 \times 3.3$
 $= 6.534 \text{ J}$

$\therefore W_1 = W_2$, অর্থাৎ শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি অনুসৃত হবে।

[বি: দ্র: উদ্দীপক উলি-খিত পতাকাটি 10m উপরে ওঠা সম্ভব নয়। কপিকলের চাকা যদি বাধাহীনভাবে ঘোরে, তবে পতাকাটি সর্বোচ্চ 3.34m উপরে ওঠে।]

প্রশ্ন ▶ ৮ 5 J শক্তির মটর দ্বারা চালিত 250gm ভরের খেলনা গাড়িকে ১ম বারে 4 ms^{-1} সুস্থম বেগে এবং পরবর্তীতে গাড়িটিকে স্থির অবস্থান হতে 1 ms^{-2} সুস্থম ত্বরণে 8m চালনা করা হলো। [দি. বো. ২০১৭]

- ক. এক জুল কাকে বলে? ১
- খ. প্যাচযুক্ত পানির কল যা ঘুরিয়ে খুলতে হয়, সাবানযুক্ত ভেজা হাতে তা খোলা কষ্টকর কেন? ২
- গ. দ্বিতীয়বারে গাড়িটির উলি-খিত দূরত্ব অতিক্রম করতে কত সময় লাগবে? ৩
- ঘ. উভয় ক্ষেত্রে গাড়িটির কর্মদক্ষতার কোনো পরিবর্তন হলো কি? গাণিতিক যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

৮ 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 সাবান এক ধরনের পিচ্ছিলকারী পদার্থ। তাই সাবানযুক্ত ভেজা হাতে প্যাচযুক্ত পানির কল খুলতে গেলে পানির কল ও হাতের মধ্যকার ঘর্ষণ বল অনেকাংশে কমে যায়। এ কারণে প্যাচযুক্ত পানির কল যা ঘুরিয়ে খুলতে হয়, সাবানযুক্ত ভেজা হাতে তা খোলা কষ্টকর।

গ উদ্দীপক হতে পাই,

দ্বিতীয়বারে গাড়ির আদিবেগ, $u = 0 \text{ m s}^{-1}$

ত্বরণ, $a = 1 \text{ m s}^{-2}$

সরণ, $s = 8 \text{ m}$

সময়, $t = ?$

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

$$\text{বা, } 8 \text{ m} = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 1 \text{ m s}^{-2} \times t^2$$

$$\text{বা, } t^2 = 16 \text{ s}^2$$

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

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

গাড়ির ভর, $m = 250 \text{ gm} = 0.25 \text{ kg}$

মোট প্রদত্ত শক্তি, $E = 5 \text{ J}$

১ম বারে, গাড়ির সুস্থম বেগ, $v = 4 \text{ m s}^{-1}$

১ম বারে লভ্য কার্যকর শক্তি = গাড়ির গতিশক্তি

$$\text{বা, } E_1 = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times 0.25 \times 4^2$$

$$= 2 \text{ J}$$

২য় বারে গাড়ির ত্বরণ, $a = 1 \text{ m s}^{-2}$ এবং

গাড়ি সরণ, $s = 8 \text{ m}$

\therefore ২য় বারে লভ্য কার্যকর শক্তি,

$$E_2 = F s = m a s = 0.25 \times 1 \times 8$$

$$= 2 \text{ J}$$

আমরা জানি, কর্মদক্ষতা = $\frac{\text{জুল}}{\text{কিলোওয়াট}} \times 100\%$

$$\therefore \eta_1 = \frac{E_1}{E} \times 100\% = \frac{2}{5} \times 100\% = 40\%$$

$$\eta_2 = \frac{E_2}{E} \times 100\% = \frac{2}{5} \times 100\% = 40\%$$

অতএব, উভয় ক্ষেত্রে লভ্য কার্যকর শক্তি এক হওয়ায় কর্মদক্ষতার কোনো পরিবর্তন হলো না।

প্রশ্ন ▶ ৯ জনি ও রনির ভর যথাক্রমে 40kg ও 50kg। প্রতিটি 20cm উঁচু 20টি সিঁড়ি অতিক্রম করতে জনি ও রনি সময় নেয় যথাক্রমে 10s এবং 18s। [অভিকর্ষজ ত্বরণ $g = 9.81 \text{ ms}^{-2}$] [দি. বো. -২০১৬]

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

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

গ দেওয়া আছে,
জনির ভর, $m = 40 \text{ kg}$
সিঁড়ির মোট উচ্চতা, $h = 20 \times 20 \text{ cm}$
 $= 400 \text{ cm} = 4 \text{ m}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.81 \text{ ms}^{-2}$
জনির কৃতকাজ, $W = ?$
আমরা জানি, $W = mgh$
 $= 40 \times 9.81 \times 4$
 $= 1569.6 \text{ J (Ans.)}$

ঘ দেওয়া আছে,
রনির ভর, $m = 50 \text{ kg}$
সিঁড়ির মোট উচ্চতা, $h = 20 \times 20 \text{ cm} = 400 \text{ cm} = 4 \text{ m}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.81 \text{ ms}^{-2}$
সিঁড়ি অতিক্রম করতে জনির সময়, $t = 10 \text{ s}$
সিঁড়ি অতিক্রম করতে রনির সময়, $t_1 = 18 \text{ s}$
'গ' অংশ হতে পাই, জনির কৃতকাজ, $W = 1569.6 \text{ J}$
রনির কৃতকাজ, $W_1 = mgh$
 $= 50 \times 9.81 \times 4$
 $= 1962 \text{ J}$

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

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

গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখা যায়,

$W_1 > W$ কিন্তু $P > P_1$

অতএব, রনির কৃতকাজ বেশি হলেও জনির ক্ষমতা বেশি।

প্রশ্ন ১০ 2kW ক্ষমতার একটি বৈদ্যুতিক মোটর 2 মিনিটে 10 মিটার উঁচুতে অবস্থিত 1000 কেজি পানি ধারণক্ষমতার একটি শূন্য পানির ট্যাংকি পূর্ণ করতে পারে। অন্যদিকে 5kW ক্ষমতার অন্য একটি বৈদ্যুতিক মোটর একই সময়ে 15 মিটার উঁচুতে অবস্থিত 1500kg পানি ধারণ ক্ষমতার পানির ট্যাংকি পূর্ণ করতে পারে। [দি. বো.-২০১৫]

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

১০নং প্রশ্নের উত্তর

ক বল একটি বাহ্যিক কারণ যা কোন একটি বস্তু গতি বা স্থিতি অবস্থার পরিবর্তন ঘটায় বা ঘটতে চায়।

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

গ আমরা জানি,
বিভব শক্তি, $E_p = mgh$
 $= (1000 \times 9.8 \times 10) \text{ J}$
 $= 98000 \text{ J}$
সুতরাং, ট্যাংকির পানির বিভব শক্তি 98000J. (Ans.)

এখানে,
উচ্চতা, $h = 10 \text{ মিটার (m)}$
পানির ভর, $m = 1000 \text{ kg}$
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$
বের করতে হবে, ট্যাংকির পানির বিভব শক্তি, $E_p = ?$

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

এখানে,
 $m = 1000 \text{ kg}$
 $h = 10 \text{ m}$
 $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$
 $t = 2 \text{ min} = 120 \text{ s}$

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

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

আবার, ২য় মোটর কর্তৃক কৃতকাজ,

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

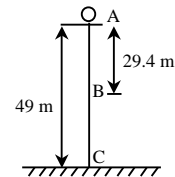
এখানে,
 $m = 1500 \text{ kg}$
 $h = 15 \text{ m}$
 $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$
 $t = 2 \text{ min}$
 $= 120 \text{ s}$

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

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

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

প্রশ্ন ১১



100 gm ভরের একটি বস্তু A বিন্দুতে স্থির আছে। বস্তুটিকে মুক্তভাবে পড়তে দেওয়া হল। [কু. বো. ২০১৭]

- নিউটনের গতির ২য় সূত্রটি লিখ। ১
- দেয়ালে পেরেক ঢুকালে আটকে থাকে কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- বস্তুটির সর্বোচ্চ গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বস্তুর A বিন্দুর মোট শক্তি এবং B বিন্দুর মোট শক্তি অপরিবর্তিত থাকে— গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। 8

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার এর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং বল যেদিকে ক্রিয়া করে বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তন সেদিকে ঘটে।

খ দেয়ালে পেরেক ঢুকালে তা আটকে থাকে ঘর্ষণ বলের কারণে। যখন পেরেককে দেওয়ালের মধ্যে ঢুকানো হয় তখন এর বাইরের পৃষ্ঠ এবং দেয়ালের ভিতরের পৃষ্ঠের কণাগুলোর মধ্যে একটি ঘর্ষণ বলের উদ্ভব হয়। এই কারণে পেরেক দেয়ালে আটকে থাকে।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{বস্তুর উচ্চতা, } h = 49 \text{ m}$$

$$\text{বস্তুর ভর, } m = 100 \text{ gm} = 0.1 \text{ kg}$$

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

পতনকালে সর্বোচ্চ গতিশক্তি, $E_k = ?$

C বিন্দুতে বস্তুর বেগ সর্বোচ্চ হবে তাই এ বিন্দুতেই গতি শক্তি সর্বোচ্চ হবে।

সুতরাং C বিন্দুতে বস্তুর গতিশক্তি,

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} m(u^2 + 2gh) = mgh$$

$$= 0.1 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 49 \text{ m}$$

$$\therefore E_k = 48.02 \text{ J (Ans.)}$$

ঘ বস্তুটি যখন A বিন্দুতে,

$$\text{তখন উচ্চতা, } h = AC = 49 \text{ m}$$

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

A বিন্দুতে বস্তুর মোট শক্তি

$$E_A = E_{PA} + E_{KA} = mgh + 0 = 0.1 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 49 \text{ m}$$

$$= 48.02 \text{ J}$$

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

এক্ষেত্রে উচ্চতা, $h_1 = BC = AC - AB = 49 \text{ m} - 29.4 \text{ m} = 18.6 \text{ m}$

অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = AB = 29.4 \text{ m}$

B বিন্দুতে গতিশক্তি,

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

$$= \frac{1}{2} \times 0.1 \text{ kg} \times (0 + 2 \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 29.4 \text{ m})$$

$$= 28.812 \text{ J}$$

এবং B বিন্দুতে বস্তুর বিভবশক্তি,

$$E_{PB} = mgh_1 = 19.208 \text{ J}$$

\therefore B বিন্দুর মোট শক্তি,

$$E_B = E_{KB} + E_{PB} = 28.812 \text{ J} + 19.208 \text{ J} = 48.02 \text{ J}$$

সুতরাং গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যায়, $E_A = E_B$ অর্থাৎ A ও B বিন্দুতে বস্তুর মোট শক্তি অপরিবর্তিত।

প্রশ্ন ১২ 15 kW এর একটি মোটর 2 কুইন্টাল পানি 1 মিনিটে 300 m উঁচুতে উঠাতে পারে। [চ. বো. ২০১৭]

ক. বৈজ্ঞানিক প্রতীক কাকে বলে? ১

খ. চলন গতি ও ঘূর্ণন গতির মধ্যে দুইটি পার্থক্য লিখ। ২

গ. মোটরটির কার্যকর ক্ষমতা কত? ৩

ঘ. মোটরটির কর্মদক্ষতা 5% বৃদ্ধি হলে ব্যয়িত শক্তির কী পরিমাণ পরিবর্তন হবে— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। 8

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বৈজ্ঞানিক কাজে যেকোনো সংখ্যাকে 1 থেকে 10 এর মধ্যে একটি সংখ্যা ও দশের ঘাতের গুণফল হিসেবে প্রকাশ করা হয়। সংখ্যার এরূপ প্রকাশকে সংখ্যার বৈজ্ঞানিক প্রতীক বলে।

খ চলন গতি ও ঘূর্ণন গতির মধ্যে পার্থক্য নিচে উল্লেখ করা হল :

ঘূর্ণন গতি	চলন গতি
i. যখন কোনো বস্তু কোনো নির্দিষ্ট বিন্দু বা রেখা থেকে বস্তু কণাগুলোর দূরত্ব অপরিবর্তিত রেখে ঐ বিন্দু বা রেখাকে কেন্দ্র করে ঘোরে তখন ঐ বস্তুর গতিকে ঘূর্ণন গতি বলে।	i. কোনো বস্তু যদি এমনভাবে চলতে থাকে যাতে করে বস্তুর সকল কণা একই সময়ে একই দিকে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে তাহলে ঐ গতিকে চলন গতি বলে।
ii. উদাহরণ- বৈদ্যুতিক পাখার গতি, ঘড়ির কাটার গতি।	ii. উদাহরণ- বইকে ঘুরতে না দিয়ে ঠেলে এক প্রান্সডু থেকে অন্য প্রান্সডু নিয়ে যাওয়া।

গ দেওয়া আছে,

পানির ভর, $m = 2$ কুইন্টাল

$$= 2 \times 100 = 200 \text{ kg}$$

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

উচ্চতা, $h = 300 \text{ m}$

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

কার্যকর ক্ষমতা, $P = ?$

আমরা জানি, ক্ষমতা-

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

$$\frac{200 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 300 \text{ m}}{60 \text{ s}}$$

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

ঘ দেওয়া আছে,

মোটরটির ক্ষমতা, $P_{in} = 15 \text{ kW} = 15000 \text{ W}$

সুতরাং 1 min এ ব্যয়িত শক্তি, $E = P_{in} \times t = 15000 \text{ W} \times 60 \text{ s}$

$$= 900000 \text{ J}$$

মোটরটির কার্যকর ক্ষমতা, $P_{out} = 9800 \text{ W}$; [(গ) অংশ হতে]

মোটরটির কর্মদক্ষতা, $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% = \frac{9800 \text{ W}}{15000 \text{ W}} \times 100\%$

$$= 65.33\%$$

মোটরটির কর্মদক্ষতা 5% বাড়ালে নতুন কর্মদক্ষতা,

$$\eta' = 65.33\% + 5\% = 70.33\% = 0.7033$$

ব্যয়িত শক্তির পরিমাণ = W

ব্যয়িত ক্ষমতা, $P_{out}' = ?$

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

$$\therefore P_{out}' = \eta' P_{in} = 15000 \text{ W} \times 0.7033 = 10549.5 \text{ W}$$

ব্যয়িত সময় t' হলে

$$P_{out}' = \frac{mgh}{t'}$$

$$\therefore t' = \frac{mgh}{P_{out}'} = \frac{200 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 300 \text{ m}}{10549.5 \text{ W}} = 55.74 \text{ s}$$

সুতরাং 55.74 s এ ব্যয়িত শক্তি,

$$E' = P_{in}' \times t' = 15000 \text{ W} \times 55.74 \text{ s} = 836100 \text{ J}$$

সুতরাং ব্যয়িত শক্তির পরিবর্তন,

$$\Delta E = E - E' = 900000 \text{ J} - 836100 \text{ J} = 63900 \text{ J}$$

অর্থাৎ দক্ষতা বৃদ্ধি করলে একই পরিমাণ পানি উঠাতে শক্তি ব্যয় কমবে 63900 J।

প্রশ্ন ▶ ১৩ গতিশক্তি এক প্রকার যান্ত্রিক শক্তি। রহিমের ভর 30 kg এবং করিমের ভর 20 kg। একটি দৌড় প্রতিযোগিতায় রহিম 5 m/s এবং করিম 6 m/s বেগে দৌড়ায়। এ বেগ অর্জন করতে কৃতকাজই তাদের গতিশক্তি। [চ. বো. ২০১৭]

- ক. নিউটনের দ্বিতীয় সূত্রটি লিখ। ১
খ. রহিমের গতিশক্তি ঋণাত্মক হতে পারে কিনা? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. দৌড়ের সময় কার গতিশক্তি কম ছিল— নির্ণয় কর। ৩
ঘ. যদি রহিম ও করিমের ভরবেগ সমান হত তাহলে কার গতিশক্তি অপেক্ষাকৃত বেশি হত? বিশ্লেষণ কর। ৪

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার এর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং বল যদিকে ক্রিয়া করে বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তন সেদিকেই ঘটে।

খ রহিমের গতিশক্তি কখনো ঋণাত্মক হতে পারে না। কারণ কোনো সচল বস্তুর ভর m এবং বেগ v হলে বস্তুর গতিশক্তি $\frac{1}{2}mv^2$ । বস্তুর ভর m কখনোই ঋণাত্মক হতে পারে না। বস্তুর বেগ ধনাত্মক বা ঋণাত্মক হতে পারে, কিন্তু বেগের বর্গ সবসময় ধনাত্মক হবে। অতএব, গতিশক্তি কখনো ঋণাত্মক হতে পারে না।

গ দেওয়া আছে, রহিমের ভর, $m_1 = 30 \text{ kg}$
রহিমের বেগ, $v_1 = 5 \text{ m s}^{-1}$
করিমের ভর, $m_2 = 20 \text{ kg}$
করিমের বেগ, $v_2 = 6 \text{ m s}^{-1}$

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

সুতরাং রহিমের গতিশক্তি, $E_{k_1} = \frac{1}{2} \times 30 \text{ kg} \times (5 \text{ m s}^{-1})^2 = 375 \text{ J}$

এবং করিমের গতিশক্তি, $E_{k_2} = \frac{1}{2} \times 20 \text{ kg} \times (6 \text{ m s}^{-1})^2 = 360 \text{ J}$

যেহেতু $E_{k_2} < E_{k_1}$ অতএব, দৌড়ের সময় করিমের গতিশক্তি কম ছিল।

ঘ আমরা জানি,

m ভরের কোনো বস্তুর বেগ v হলে এর ভরবেগ, $P = mv$

এবং গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{(mv)^2}{m} = \frac{1}{2} \cdot \frac{P^2}{m} = \frac{P^2}{2m}$

ধরা যাক, উভয়ের ভরবেগ P ।

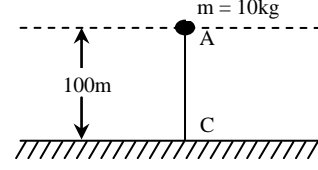
সুতরাং রহিমের গতিশক্তি, $E_{k_1} = \frac{P^2}{2m_1}$

এবং করিমের গতিশক্তি, $E_{k_2} = \frac{P^2}{2m_2}$

$$\therefore \frac{E_{k_1}}{E_{k_2}} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{20 \text{ kg}}{30 \text{ kg}} = \frac{2}{3}$$

সুতরাং $E_{k_2} > E_{k_1}$ । অর্থাৎ রহিম ও করিমের ভরবেগ সমান হলে করিমের গতিশক্তি অপেক্ষাকৃত বেশি হত।

প্রশ্ন ▶ ১৪



[চ. বো. ২০১৬]

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

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

গ ১ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 44.27 ms^{-1}

ঘ মনে করি,

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

B বিন্দুতে বিভব শক্তি, $E_p = mgx$

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

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

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

$$= mg(100 - x)$$

প্রশ্নমতে,

$$E_p = E_k$$

$$\text{বা, } mgx = mg(100 - x)$$

$$\text{বা, } x = 100 - x$$

$$\text{বা, } x + x = 100$$

$$\text{বা, } 2x = 100$$

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

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

প্রশ্ন ▶ ১৫ 15kW এর একটি তড়িৎমোটর 1000kg পানি 0.5 মিনিটে 300m উঁচু ছাদে উঠাতে পারে। [সি. বো. ২০১৬]

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

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ ও অনুপ্রস্থ তরঙ্গের পার্থক্য:

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

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

ছাদে পানি উঠাতে লভ্য কার্যকর শক্তি E হলে,

$$E = \text{পানির বিভবশক্তি} = mgh$$

$$= 1000 \times 9.8 \times 300 = 2940000 \text{ J}$$

∴ লভ্য কার্যকর ক্ষমতা, লভ্য কার্যকর শক্তি

$$P_0 = \frac{\text{সময়}}{E} = \frac{2940000}{30} = 98000 \text{ W}$$

সুতরাং মোটরটির কর্মদক্ষতা,

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

$$= \frac{P_0}{P_1} \times 100\% = \frac{98000}{150000} \times 100\% = 65.33\% \text{ (Ans.)}$$

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

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

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

ধরা যাক, মোটরটির প্রদত্ত ক্ষমতা = P_1

$$\text{তাহলে, } \eta = \frac{P_0}{P_1}$$

$$\text{বা, } P_1 = \frac{P_0}{\eta} = \frac{98000}{0.75} = 130666.67 \text{ W}$$

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

$$\begin{aligned} \text{মোটরটির ব্যয়িত শক্তি} &= \text{মোট প্রদত্ত শক্তি, } E_1 = \text{প্রদত্ত ক্ষমতা} \times \text{সময়} \\ &= P_1 \times t \\ &= 130666.67 \times 30 \\ &= 3920000 \text{ J} \\ &= 3920 \text{ kJ} \end{aligned}$$

অর্থাৎ, কর্মদক্ষতা 75% হলে উলে-খিত সময়ে মোটরটির ব্যয়িত শক্তির পরিমাণ হবে 3920 kJ।

প্রশ্ন ▶ ১৬ 100m গভীর কুয়া থেকে একটি পাম্পের সাহায্যে প্রতি মিনিটে 1500 লিটার পানি উত্তোলন করা হয়। পাম্পের কর্মদক্ষতা 70%।

[সি. বো. ২০১৫]

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

১৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুকে তরল বা বায়বীয় পদার্থে আংশিক বা সম্পূর্ণরূপে নিমজ্জিত করলে বস্তুটি ওপরের দিকে যে লব্ধি বল অনুভব করে তাকে প-বতা বলে।

খ মনে করি, কোনো বস্তুর ওজন (W) এবং তরলে সম্পূর্ণরূপে ডুবালে (স্বতঃপ্রণোদিত হয়ে বা জোর করে) এর ওপরের উপরের দিকে W_1 পরিমাণ লব্ধি বল বা প-বতা ক্রিয়া করে। $W > W_1$ হলে বস্তুটি তরলে ডুবে যাবে, এক্ষেত্রে বস্তুটির গড় ঘনত্ব তরলের ঘনত্ব অপেক্ষা বেশি। $W = W_1$ হলে বস্তুটি সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় তরলে ডুবে থাকবে। এক্ষেত্রে বস্তুটির গড় ঘনত্ব তরলের ঘনত্বের সমান। আবার $W < W_1$ হলে বস্তুটি সম্পূর্ণ ডুবেনো অর্থাৎ আংশিক নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসবে। এক্ষেত্রে বস্তুটির গড় ঘনত্ব তরলের ঘনত্ব অপেক্ষা কম। সুতরাং কোনো বস্তু তরলে ভাসা বা ডোবা নির্ভর করে মূলত তরলের সাপেক্ষে বস্তুটির আপেক্ষিক ঘনত্বের ওপর।

গ দেওয়া আছে,

$$\begin{aligned} \text{পানির ভর, } m &= 1500 \text{ L পানির ভর} \\ &= 1500 \text{ kg} \quad [\square 1 \text{ L পানি} = 1 \text{ kg}] \end{aligned}$$

গভীরতা, $h = 100 \text{ m}$

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

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

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

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

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

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

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

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

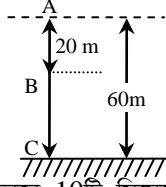
এক্ষেত্রে একই পরিমাণ (1500kg) পানি তুলতে t' পরিমাণ সময়

$$\text{লাগলে } P' = \frac{mgh}{t'}$$

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

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

প্রশ্ন ১৭



একটি 60m উচ্চতা বিশিষ্ট ভবনে 10টি সিমেন্টের বস্তুর কারগো লিফটে উঠানোর সময় 60m উচ্চতায় লিফটের তার ছিঁড়ে মুক্তভাবে নিচে পড়তে থাকল। শুধু কারগো লিফটের ভর 50kg [য. বো. ২০১৬]

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

১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

গ 10 বস্তুর সিমেন্ট সহ লিফটের ভর, $m = 550 \text{ kg}$
A বিন্দুর উচ্চতা, $h = 60 \text{ m}$

সুতরাং A বিন্দুতে 10 বস্তুর সিমেন্ট সহ লিফটের বিভব শক্তি,
 $E_{PA} = mgh = 550 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 60 \text{ m} = 323400 \text{ J}$
A বিন্দুতে লিফটটি স্থির ছিল সুতরাং গতিশক্তি, $E_{KA} = 0$
সুতরাং A বিন্দুতে 10 বস্তুর সিমেন্ট সহ লিফটের মোট শক্তি,

$$E_A = E_{PA} + E_{KA} = 323400 \text{ J}$$

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

ঘ B বিন্দুতে 10 বস্তুর সিমেন্ট সহ লিফটের মোট শক্তি হবে, $E_B = 323400 \text{ J}$

10 বস্তুর সিমেন্ট + লিফটের ভর = 550 kg

লিফটের ভর = 50 kg

সুতরাং 10 বস্তুর সিমেন্টের ভর = 500 kg

1 বস্তুর সিমেন্টের ভর = 50 kg

8 বস্তুর সিমেন্টের ভর = 400 kg

8 বস্তুর সিমেন্ট সহ লিফটের ভর, $m = 400 \text{ kg} + 50 \text{ kg} = 450 \text{ kg}$

8 বস্তুর সিমেন্ট সহ B বিন্দুতে লিফটের মোট শক্তি = 8 বস্তুর সিমেন্ট সহ A বিন্দুতে লিফটের বিভব শক্তি

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

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

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

প্রশ্ন ১৮ 50 m উঁচু একটি স্থাপনার উপর 20kg ভরের একটি বস্তু A অবস্থান থেকে 5 m s^{-1} বেগে চলছে। বস্তুর উপর বেগের অভিমুখে বল প্রয়োগ করায় 5 sec পর B অবস্থানে 30 m s^{-1} বেগ প্রাপ্ত হয়। [য. বো. ২০১৫]

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

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ কোনো বস্তুর ওপর F বল প্রয়োগের ফলে বলের দিকের সাথে θ কোণে s সরণ ঘটলে কৃতকাজ, $W = F \cos \theta$

$F \neq 0$ হওয়া সত্ত্বেও $W = 0$ হতে পারে যদি $s = 0$ অথবা $\cos \theta = 0$ অর্থাৎ $\theta = 90^\circ$ হয়। অর্থাৎ বল প্রয়োগ করা সত্ত্বেও বস্তুর যদি সরণ না ঘটে অথবা সরণ ঘটলেও যদি তা বলের লম্বদিকে ঘটে তবে কৃতকাজ শূন্য হয়। সুতরাং বল প্রয়োগ করলে সকল ক্ষেত্রে কাজ সম্পন্ন হয় না।

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

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

আমরা জানি, ত্বরণ a হলে,

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

(Ans.)

ঘ A ও B অবস্থানে বস্তুর মহাকর্ষীয় বিভবশক্তি,

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

$$A \text{ অবস্থানে বস্তুর গতিশক্তি, } E_{K_1} = \frac{1}{2} m u^2 = \frac{1}{2} \times 20 \text{ kg} \times (5 \text{ m s}^{-1})^2 = 250 \text{ J}$$

$$\text{এবং B অবস্থানে বস্তুর গতিশক্তি, } E_{K_2} = \frac{1}{2} m v^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 20 \text{ kg} \times (30 \text{ m s}^{-1})^2 = 9000 \text{ J}$$

$$\therefore A \text{ অবস্থানে বস্তুর মোট যান্ত্রিক শক্তি, } E_{T_1} = E_P + E_{K_1} = 9800 \text{ J} + 250 \text{ J} = 10050 \text{ J}$$

$$\text{এবং B অবস্থানে বস্তুর মোট যান্ত্রিক শক্তি, } E_{T_2} = E_P + E_{K_2} = 9800 \text{ J} + 9000 \text{ J} = 18800 \text{ J}$$

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

অর্থাৎ $E_{T1} \neq E_{T2}$

সুতরাং A ও B অবস্থানে বস্তুটির মোট শক্তির তারতম্য ঘটবে।

প্রশ্ন ▶ ১৯ একটি ইঞ্জিন প্রতি মিনিটে ২০০০ লিটার পানি ১৮ m উঁচু একটি দালানের ছাদে তুলতে সক্ষম। যার কর্মদক্ষতা ৭০%। [ব. বো. ২০১৭]

- ক. প্যাসকেলের সূত্রটি লিখ। ১
খ. কোনো বস্তুর বিভব শক্তি ৬০ J বলতে কী বুঝায়? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. ইঞ্জিনের ক্ষমতা নির্ণয় কর। ৩
ঘ. যদি ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা ৬০% হতো তাহলে সকল পানি একই উচ্চতায় তুলতে পূর্বের তুলনায় সময় কতগুণ বেশি লাগবে—গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পাত্রে আবদ্ধ তরল বা বায়বীয় পদার্থের কোনো অংশের উপর বাইরে থেকে চাপ প্রয়োগ করলে সেই চাপ কিছুমাত্র না কমে তরল বা বায়বীয় পদার্থের সবদিকে সমানভাবে সঞ্চালিত হয় এবং তরল বা বায়বীয় পদার্থ সংলগ্ন পাত্রের গায়ে লম্বভাবে ক্রিয়া করে।

খ কোনো বস্তুর বিভব শক্তি ৬০ J বলতে বোঝায়, বস্তুটির অবস্থান বা অবস্থার পরিবর্তন করতে ৬০ J কাজ করতে হয়েছে এবং বস্তুটিতে ৬০ J পরিমাণ শক্তি সঞ্চিত আছে। বস্তুটি তার স্বাভাবিক অবস্থা বা অবস্থানে ফিরে আসতে ৬০ J পরিমাণ কাজ করতে হবে।

গ দেওয়া আছে,

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

[\square 1L পানি = 1kg]

দালানের উচ্চতা, $h = 18 \text{ m}$

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

ইঞ্জিনের ক্ষমতা, $P_{\text{out}} = ?$

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

আমরা জানি, কার্যকর ক্ষমতা,

$$P_{\text{out}} = \frac{mgh}{t} = \frac{2000 \times 9.8 \times 18}{60} = 5880 \text{ W}$$

আবার, দক্ষতা,

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

$$\therefore P_{\text{in}} = \frac{5880 \text{ W}}{0.7} = 8400 \text{ W (Ans.)}$$

ঘ ইঞ্জিনের দক্ষতা ৬০% করা হলে, $\eta' = 60\% = 0.6$

প্রদত্ত ক্ষমতা, $P_{\text{in}} = 8400 \text{ W}$

কার্যকর ক্ষমতা, $P'_{\text{out}} = ?$

আমরা পাই,

$$P'_{\text{out}} = P_{\text{in}} \times \eta' = 0.6 \times 8400 \text{ W} = 5040 \text{ W}$$

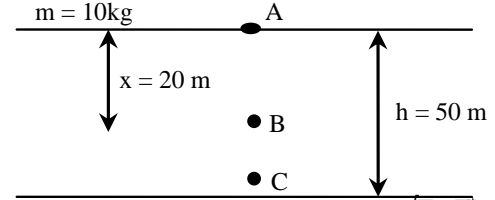
$$P'_{\text{out}} = \frac{mgh}{t'}$$

$$\therefore t' = \frac{mgh}{P'_{\text{out}}} = \frac{2000 \times 9.8 \times 18}{5040} = 70 \text{ s}$$

যা পূর্বের তুলনায়, $t' - t = 70 \text{ s} - 60 \text{ s} = 10 \text{ s}$ বেশি।

অতএব, বলা যায় যে, ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা যদি ৬০% হতো তাহলে সকল পানি একই উচ্চতায় তুলতে পূর্বের তুলনায় $\frac{70}{60} = 1.17$ গুণ বেশি সময় লাগবে।

প্রশ্ন ▶ ২০ নিচের ছবিটি লক্ষ্য করো এবং সংশ্লিষ্ট প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



[ব. বো. ২০১৬]

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

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর উপর পৃথিবীর আকর্ষণ বল না থাকাকে ওজনহীনতা বলে।

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

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

$$mgy + E_k = mgh$$

$$E_k = mgh - mgy$$

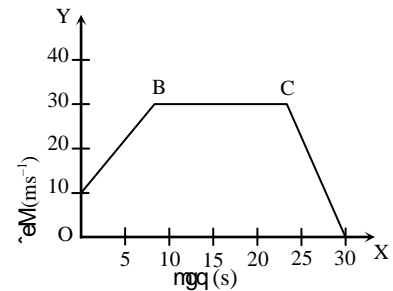
শর্তানুসারে, $mgh - mgy = 2 mgy$

$$\text{বা, } 3 mgy = mgh$$

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

ঘ ১ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ২১



[ব. বো. ২০১৫]

চিত্রে ৩০০kg ভরের একটি গাড়ির গতিবেগ দেখানো হয়েছে।

- ক. মন্দন কাকে বলে? ১
খ. কোনো বস্তুর ত্বরণ 10 ms^{-2} পূর্বদিকে বলতে কী বুঝায়? ২
গ. গাড়িটির প্রথম ১৫ সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩
ঘ. গাড়িটির সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন গতিশক্তির তুলনা কর। ৪

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সময়ের সাথে বস্তুটির বেগ হ্রাসের হারকে মন্দন বলে।

খ কোনো বস্তুটির ত্বরণ 10ms^{-2} পূর্বদিকে বলতে বুঝায়, বস্তুটির বেগ পূর্বদিকে প্রতি সেকেন্ডে 10ms^{-1} হারে বৃদ্ধি পাচ্ছে।

গ প্রথম 10sec -এর জন্য, আদিবেগ, $u = 10\text{ms}^{-1}$

$$\text{শেষবেগ, } v = 30\text{ms}^{-1}$$

$$\text{সময়কাল, } t = 10\text{sec}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{প্রথম } 10\text{sec-এর অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s_1 &= \frac{u+v}{2} t \\ &= \frac{10\text{ms}^{-1} + 30\text{ms}^{-1}}{2} \times 10\text{sec} \\ &= 200\text{m} \end{aligned}$$

পরের 5sec -এর জন্য,

সমবেগ, $v = 30\text{ms}^{-1}$

সময়কাল, $t = 5\text{sec}$

$$\therefore \text{পরের } 5\text{sec-এর অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s_2 = vt = 30\text{ms}^{-1} \times 5\text{sec} = 150\text{m}$$

সুতরাং গাড়িটির প্রথম 15 সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s = s_1 + s_2 = 200\text{m} + 150\text{m} = 350\text{m} \text{ (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক মতে, গাড়ির ভর, $m = 300\text{kg}$

গাড়িটির সর্বোচ্চ বেগ, $v_{\text{max}} = 30\text{ms}^{-1}$

$$\begin{aligned} \therefore \text{গাড়িটির সর্বোচ্চ গতিশক্তি, } E_{\text{max}} &= \frac{1}{2}mv_{\text{max}}^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 300\text{kg} \times (30\text{ms}^{-1})^2 \\ &= 135000\text{J} \end{aligned}$$

উদ্দীপকের লেখামতে,

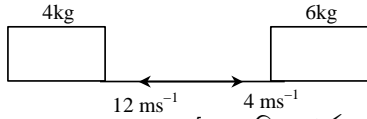
গাড়িটির সর্বনিম্ন বেগ, $v_{\text{min}} = 0\text{ms}^{-1}$

$$\begin{aligned} \therefore \text{গাড়িটির সর্বনিম্ন গতিশক্তি, } E_{\text{min}} &= \frac{1}{2}mv_{\text{min}}^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 300\text{kg} \times (0\text{ms}^{-1})^2 \\ &= 0\text{J} \end{aligned}$$

সুতরাং গাড়িটির সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন গতিশক্তির পার্থক্য

$$= E_{\text{max}} - E_{\text{min}} = 13500\text{J} - 0\text{J} = 135000\text{J}$$

প্রশ্ন ২২ নিচের চিত্রে দুটি বস্তুর বেগ, বেগের দিক এবং ভর দেখানো হলো।



[ময়মনসিংহ গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

- ক. ভরবেগের মাত্রা কী? ১
- খ. একটি গড়ানো মার্বেলকে গড়ানোর গতির দিকে বল প্রয়োগ করলে কী ঘটবে? ২
- গ. বস্তুদ্বয়ের সম্মিলিত বেগ নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. বস্তুদ্বয়ের সম্মিলিত গতিশক্তি তাদের নিজস্ব গতিশক্তির যোগফলের চেয়ে বেশি— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

২২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ভরবেগের মাত্রা হলো [MLT⁻¹]

খ বল প্রয়োগ করে কোনো স্থিতিশীল বস্তুকে গতিশীল করা যায় বা গতিশীল কোনো বস্তুর গতির পরিবর্তন করা যায়। একটি গড়ানো মার্বেলকে গড়ানোর গতির দিকে বল প্রয়োগ করলে মার্বেলের গতি আরও বৃদ্ধি পায়।

গ এখানে,

$$\text{প্রথম বস্তুর ভর, } m_1 = 4\text{kg}$$

$$\text{দ্বিতীয় বস্তুর ভর, } m_2 = 6\text{kg}$$

ধরা যাক, দ্বিতীয় বস্তুর গতির দিক ধনাত্মক।

$$\text{মিলিত হওয়ার আগে প্রথম বস্তুর বেগ, } u_1 = -4\text{ms}^{-1}$$

$$\text{মিলিত হওয়ার আগে দ্বিতীয় বস্তুর বেগ, } u_2 = 12\text{ms}^{-1}$$

$$\text{মিলিত হওয়ার পর মিলিত বস্তুর বেগ, } v = ?$$

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র থেকে আমরা জানি,

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

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

$$\text{বা, } v = \frac{4 \times (-4) + 6 \times 12}{4 + 6}$$

$$\therefore v = 5.6\text{ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ এখানে, ১ম বস্তুর ভর, $m_1 = 4\text{kg}$

২য় বস্তুর ভর, $m_2 = 6\text{kg}$

১ম বস্তুর আদিবেগ, $u_1 = -4\text{ms}^{-1}$

২য় বস্তুর আদিবেগ, $u_2 = 12\text{ms}^{-1}$

$$\begin{aligned} \therefore \text{১ম বস্তুর আদি গতিশক্তি, } E_{k_1} &= \frac{1}{2}m_1u_1^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 4\text{kg} \times (-4\text{ms}^{-1})^2 \\ &= 32\text{J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{২য় বস্তুর আদি গতিশক্তি, } E_{k_2} &= \frac{1}{2}m_2u_2^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 6\text{kg} \times (12\text{ms}^{-1})^2 \\ &= 432\text{J} \end{aligned}$$

১ম ও ২য় বস্তুর আদি গতিশক্তির যোগফল, $E_{k_s} = E_{k_1} + E_{k_2}$

$$\text{বা, } E_{k_s} = (32 + 432)\text{J}$$

$$\therefore E_{k_s} = 464\text{J}$$

$$\begin{aligned} \text{বস্তুদ্বয়ের সম্মিলিত গতিশক্তি, } E_k &= \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 \\ &= \frac{1}{2}(4\text{kg} + 6\text{kg}) \times (5.6\text{ms}^{-1})^2 \\ &= 156.8\text{J} \end{aligned}$$

\therefore সংঘর্ষের পর সম্মিলিত গতিশক্তি < সংঘর্ষের পূর্বে বস্তুদ্বয়ের নিজস্ব গতিশক্তির যোগফল। অতএব, উদ্দীপকে উলি-খিত মন্তব্যটি সঠিক নয়।

প্রশ্ন ২৩ জনাব আলম একটি পাম্প স্থাপন করেছেন যেটি প্রতি মিনিটে 100m গভীর নলকূপ থেকে 1500 লিটার পানি উত্তোলন করতে পারে। পাম্পটির কর্মদক্ষতা 70% । [সিলেট ক্যাডেট কলেজ]

ক. মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর তৃতীয় সূত্রটি লিখ। ১

খ. অবতল লেন্স বাস্তু বিক্ষিপ্ত করে গঠন করতে পারেনা কেন?— ব্যাখ্যা করো। ২

- গ. পাম্পটির জন্য প্রদত্ত শক্তি নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. যদি পাম্পটির কর্মদক্ষতা 60% হয় সেক্ষেত্রে 1500 লিটার পানি উত্তোলনের জন্য অতিরিক্ত কত সময় লাগবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। 8

২৩ 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 কোনো বিন্দু থেকে নিঃসৃত আলোকরশ্মি প্রতিফলন বা প্রতিসরণের পর যদি মিলিত না হয়ে অন্যকোনো বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয় তাহলে দ্বিতীয় বিন্দুতে অবাস্তুর বিম্ব গঠিত হয়। অবতল লেন্সের ক্ষেত্রে আলোক রশ্মি আপতিত হয়ে প্রতিসরণের সময় এমনভাবে অপসারী হয় যেন পিছনে কোনো বিন্দু থেকে আসছে বলে মনে হয়। এটি চোখে দেখা যায় কিন্তু পর্দায় ফেলা যায় না। যেহেতু অবতল লেন্স আপতিত আলোকরশ্মিকে অভিসারী করে কোনো বিন্দুতে মিলিত করতে পারে না তাই অবতল লেন্স বাস্তুর বিম্ব গঠন করতে পারে না।

গ দেওয়া আছে, কুয়ার গভীরতা, $h = 100\text{m}$
 পানির ভর, $m = 1500\text{L} = 1500\text{kg}$ [1L বিশুদ্ধ পানি = 1kg]
 সময়, $t = 1\text{ min} = 60\text{s}$
 পাম্পটির কর্মদক্ষতা, $\eta = 70\% = 0.7$
 এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\text{ms}^{-2}$
 বের করতে হবে, পাম্পের প্রদত্ত শক্তি, $E_{in} = ?$
 আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \text{প্রদত্ত শক্তি, } E_{in} &= \frac{E_0}{\eta} = \frac{mgh}{\eta} \\ &= \frac{1500 \times 9.8 \times 100}{0.7} \\ &= 2.1 \times 10^6 \text{J (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘ দেওয়া আছে, কুয়ার গভীরতা, $h = 100\text{m}$
 পানির ভর, $m = 1500\text{kg}$
 সময়, $t = 60\text{s}$
 অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\text{ ms}^{-2}$
 “গ” অংশ হতে পাই, পাম্পের ক্ষমতা,

$$\begin{aligned} P_{in} &= \frac{E_{in}}{t} \\ &= \frac{2.1 \times 10^6}{60} \text{ W} \\ &= 35000\text{W} \end{aligned}$$

এখন, পাম্পের নতুন কর্মদক্ষতা, $\eta' = 60\%$
 এবং কার্যকর ক্ষমতা, P'_{out} হলে,

$$\eta' = \frac{P'_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\text{বা, } P'_{out} = \frac{\eta' \times P_{in}}{100\%}$$

$$\text{বা, } P'_{out} = \frac{60 \times 35000}{100} \text{ W}$$

$$\therefore P'_{out} = 21000 \text{ W}$$

ধরা যাক, 21000W কার্যকর ক্ষমতায় 1500L বা 1500kg পানি তুলতে সময় লাগে $t's$ ।

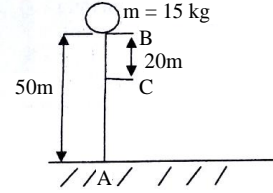
$$\text{আমরা জানি, } P'_{out} = \frac{mgh}{t'}$$

$$\text{বা, } t' = \frac{mgh}{P'_{out}} = \frac{1500 \times 9.8 \times 100}{21000}$$

$$\therefore t' = 70\text{s}$$

অর্থাৎ, 60% কর্মদক্ষতায় 1500L পানি তুলতে সময় বেশি লাগে = $70 - 60 = 10\text{s}$ ।

প্রশ্ন ২৪



[ফেনী গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

- ক. কর্মদক্ষতা কী? ১
 খ. জলবিদ্যুৎ কীভাবে উৎপাদন করা হয়? ২
 গ. A থেকে B এর মধ্যকার কোন বিন্দুতে বিভবশক্তি গতিশক্তির সমান হবে? ৩
 ঘ. উপরের তথ্য থেকে শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি প্রমাণ করো। 8

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ পানির প্রবাহ বা স্রোতকে কাজে লাগিয়ে যে তড়িৎ বা বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয় তাকে বলা হয় জলবিদ্যুৎ বা Hydroelectricity। প্রবাহিত পানির স্রোতের সাহায্যে একটি টার্বাইন ঘোরানো হয়। এই টার্বাইনের ঘূর্ণন থেকেই এখানে যান্ত্রিক শক্তি ও চৌম্বক শক্তির সমন্বয় ঘটানো হয়। অতঃপর এই যান্ত্রিক শক্তি সংগ্রহ করে চৌম্বক শক্তির সমন্বয়ে তড়িৎ উৎপাদন করা হয়। আমাদের দেশে কাপ্তাই বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্রে পানির বিভব শক্তিকে বহুবহার করে জলবিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয়।

গ ধরি, A বিন্দু হতে x উচ্চতায় P বিন্দুতে বিভব শক্তি গতিশক্তির সমান হবে।

$$\therefore x \text{ উচ্চতায় বিভবশক্তি, } E_p = mgx$$

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

$$= \frac{1}{2} m \times 2g \times (50 - x)$$

$$\text{প্রশ্নমতে, } E_p = E_k$$

$$\text{বা, } mgx = \frac{1}{2} m \times 2g \times (50 - x)$$

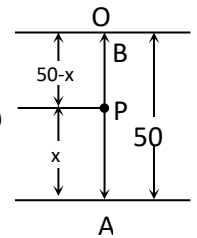
$$\text{বা, } mgx = 50mg - mgx$$

$$\text{বা, } x = \frac{50mg}{2mg}$$

$$\therefore x = 25 \text{ m}$$

সুতরাং, A বিন্দু থেকে 25m উচ্চতায় P বিন্দুতে বিভব শক্তি গতি শক্তির সমান হবে।

ঘ ১ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।



প্রশ্ন ২৫ পাবনা ক্যাডেট কলেজে আন্ডারহাউজ বাল্কেটবল প্রতিযোগিতা অনুষ্ঠিত হচ্ছে। খেলার শুরুতে, রেফারী m ভরের বাল্কেটবলকে উলম্বভাবে উপরে ছুড়ল এবং এটি ভূমিতে স্পর্শ করার পূর্বে 6.25 sec. বাতাসে থাকল (মনে কর যে, বাল্কেটবলটি ভূমির লেবেল থেকে ছোঁড়া হল)। [পাবনা ক্যাডেট কলেজ]

- ক. চলন গতি বলতে কী বোঝ? ১
 খ. বাল্কেটবলটি কত সময়ে সর্বোচ্চ উচ্চতায় পৌঁছাবে? ব্যাখ্যা করো। ২
 গ. বাল্কেটবল কর্তৃক অতিক্রান্ত সর্বোচ্চ উচ্চতা বের করো। ৩
 ঘ. “বলটির উপরে যে পরিমাণ কাজ হয়েছে (ভূমি থেকে সর্বোচ্চ উচ্চতায়) সেটি গতিশক্তির পরিবর্তনের সমান” – উক্তিটি প্রমাণ করো। ৪

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তু যদি এমনভাবে চলতে থাকে যাতে করে বস্তুর সকল কণা একই সময়ে একই দিকে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে তাহলে ঐ গতিই চলন গতি।

খ ধরি,

বাল্কেটবলের সর্বোচ্চ উচ্চতায় পৌঁছানোর সময় = t_1
 বাল্কেটবলের সর্বোচ্চ উচ্চতা থেকে মাটিতে ফিরে আসতে সময় = t_2
 উদ্দীপক অনুসারে, $t_1 + t_2 = 6.25$ s
 এখানে, সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠার সময়, $t_1 =$ সর্বোচ্চ উচ্চতা হতে মাটিতে ফিরে আসার সময়, t_2
 সুতরাং, $2t_1 = 6.25$ s
 $\therefore t_1 = 3.125$ s
 \therefore বাল্কেটবলের সর্বোচ্চ উচ্চতায় পৌঁছানোর সময় = 3.125 s

গ এখানে,

‘খ’ অংশ হতে, সর্বোচ্চ উচ্চতায় পৌঁছানোর সময়, $t_1 = 3.125$ s
 অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$
 সর্বোচ্চ উচ্চতায় বেগ, $v = 0 \text{ ms}^{-1}$
 সর্বোচ্চ উচ্চতা, $h = ?$

ধরি,

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

আমরা জানি, $g = \frac{u - v}{t_1}$

বা, $9.8 = \frac{u - 0}{3.125}$

$\therefore u = 30.625 \text{ ms}^{-1}$

আবার, $h = ut_1 - \frac{1}{2}gt_1^2$

$= 30.625 \times 3.125 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times (3.125)^2 \text{ m}$

$= 95.7031 - 47.8516 \text{ m.}$

$\therefore h = 47.8515 \text{ m (Ans.)}$

ঘ ‘গ’ অংশ হতে,

সর্বোচ্চ উচ্চতা, $h = 47.8515 \text{ m}$

বলের ভর = $m \text{ kg}$

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

বলটির আদিবেগ, $u = 30.625 \text{ ms}^{-1}$

বলটির শেষবেগ, $v = 0 \text{ ms}^{-1}$

ভূমি থেকে সর্বোচ্চ উচ্চতায় পৌঁছাতে বলটির উপর কাজ বলটির বিভবশক্তির সমান।

সুতরাং, সর্বোচ্চ উচ্চতায় বলটির বিভবশক্তি, $E_p = mgh$
 $= (m \times 9.8 \times 47.8515) \text{ J}$
 $= 468.9447m \text{ J}$

ভূমি থেকে ছোঁড়ার সময় বলটির গতিশক্তি, $E_{k_1} = \frac{1}{2}mu^2$
 $= \frac{1}{2}m \times (30.625)^2$
 $= 468.9453m \text{ J}$

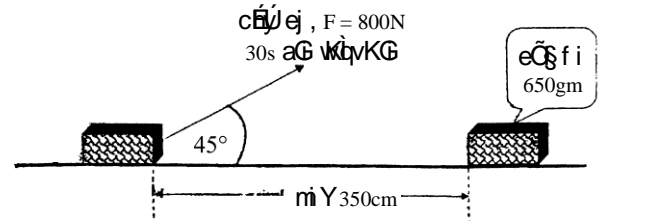
সর্বোচ্চ উচ্চতায় বলটির গতিশক্তি, $E_{k_2} = \frac{1}{2}mv^2$
 $= \frac{1}{2}m \times 0^2 = 0 \text{ J}$

সুতরাং গতিশক্তির পরিবর্তন, $\Delta E_k = E_{k_1} - E_{k_2}$
 $= 468.9453m \text{ J}$

যেহেতু, $E_p = \Delta E_k$

সুতরাং, বলটির উপরে ভূমি থেকে সর্বোচ্চ উচ্চতায় পৌঁছাতে যে পরিমাণ কাজ হয়েছে তা গতিশক্তির পরিবর্তনের সমান।

প্রশ্ন ২৬



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

২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

গ এখানে,

প্রযুক্ত বল, $F = 800 \text{ N}$

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

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

কৃতকাজ, $W = ?$

বলটির সরণের দিকের উপাংশ দ্বারা কাজ সম্পন্ন হয়।

\therefore বলটির সরণের দিকে উপাংশ, $F_x = F \cos 45^\circ$

$$= (800 \times \cos 45^\circ)N$$

$$= 565.69 N$$

তাহলে, কৃতকাজ, $W = F_x \times s$

$$= 565.69 N \times 3.5 m$$

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

ঘ এখানে,

প্রযুক্ত বল, $F = 800 N$
বস্তুর ভর, $m = 650 \text{ gm} = 0.65 \text{ kg}$
অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 3.5 \text{ m}$
আদিবেগ, $u = 0 \text{ ms}^{-1}$

অনুভূমিকের সাথে উৎপন্ন কোণ, $\theta_1 = 45^\circ$ হলে বস্তুর অনুভূমিক বরাবর কার্যরত বল, $F_{x_1} = F \cos \theta_1$

এক্ষেত্রে, বস্তুর ত্বরণ a_1 ও শেষ বেগ v_1 হলে,

$$F_{x_1} = ma_1$$

বা, $a_1 = \frac{F_{x_1}}{m} = \frac{F \cos \theta_1}{m}$

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

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

\therefore এক্ষেত্রে বস্তুর গতিশক্তি, $E_1 = \frac{1}{2} mv_1^2 = \frac{1}{2} m (u^2 + 2a_1s)$

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

$$= \frac{1}{2} \times 0.65 \times$$

$$[0 + 2 \times 870.28 \times 3.5]$$

$$= 1979.89 J$$

আবার, অনুভূমিকের সাথে উৎপন্ন কোণ, $\theta_2 = 60^\circ$ হলে বস্তুর অনুভূমিক বরাবর কার্যরত বল, $F_{x_2} = F \cos \theta_2$

এক্ষেত্রে, বস্তুর ত্বরণ a_2 ও শেষ বেগ v_2 হলে,

$$F_{x_2} = ma_2$$

বা, $a_2 = \frac{F_{x_2}}{m} = \frac{F \cos \theta_2}{m}$

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

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

\therefore এক্ষেত্রে বস্তুর গতিশক্তি, $E_2 = \frac{1}{2} mv_2^2$

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

$$= \frac{1}{2} \times 0.65 \times$$

$$[0 + 2 \times 615.38 \times 3.5]$$

$$= 1399.92 J$$

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

প্রশ্ন ২৭ 1.5kg ভরের একটি বস্তুকে 720 ms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো। [মির্জাপুর ক্যাডেট কলেজ, টাঙ্গাইল]

ক. ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি লিখ।

১

খ. নৌকা থেকে লাফ দিলে নৌকা পেছনের দিকে সরে যায় কেন? ২

গ. 20s পর বস্তুর গতিশক্তি নির্ণয় করো। ৩

ঘ. ভূ-পৃষ্ঠ থেকে 180m উচ্চতায় বস্তুর মোট যান্ত্রিক শক্তি, ভূ-পৃষ্ঠে পৌঁছানোর মুহূর্তে বস্তুর গতিশক্তির সমান-দেখাও। ৪

২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একাধিক বস্তুর মধ্যে শুধু ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া ছাড়া অন্য কোনো বল কাজ না করলে কোনো নির্দিষ্ট দিকে তাদের মোট ভরবেগের কোনো পরিবর্তন হয় না।

খ নৌকা থেকে আরোহী লাফ দিলে নিউটনের গতির ৩য় সূত্রানুসারে নৌকা পিছনের দিকে সরে যায়।

নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্রানুসারে, প্রত্যেক ক্রিয়ারই সমান ও বিপরীতমুখী একটি প্রতিক্রিয়া আছে। নৌকা থেকে আরোহী যখন লাফ দেয় তখন সে একটি বল প্রয়োগ করে। নৌকাটিও সমান ও বিপরীতমুখী একটি বল প্রয়োগ করে। ফলে আরোহী সামনের দিকে এবং নৌকা পিছনের দিকে সরে যায়।

গ উদ্দীপক হতে পাই,

বস্তুর ভর, $m = 1.5 \text{ kg}$

আদিবেগ, $u = 720 \text{ m/s}$

সময়, $t = 20 \text{ s}$

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

গতিশক্তি, $E_k = ?$

20s পর বস্তুর বেগ v হলে,

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

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

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

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

ঘ উদ্দীপক হতে পাই, আদিবেগ, $u = 720 \text{ ms}^{-1}$

বস্তুর ভর, $m = 1.5 \text{ kg}$

উচ্চতা, $h = 180 \text{ m}$

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

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

$$= 514872 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$$

$$180 \text{ m উচ্চতায় গতিশক্তি, } E_{k_1} = \frac{1}{2} mv^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 1.5 \times 514872 = 386154 J$$

180m উচ্চতায় বিভবশক্তি, $E_{p_1} = mgh$

$$= 1.5 \times 9.8 \times 180 = 2646 J$$

\therefore ভূমি থেকে 180m উচ্চতায় মোট যান্ত্রিক শক্তি,

$$E = E_{k_1} + E_{p_1}$$

$$= 386154 + 2646 = 388800$$

J

আবার, সর্বোচ্চ উচ্চতা, h_{max} হলে,

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

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

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

ভূমিতে আঘাত করার পূর্ব মুহূর্তে বেগ v_m হলে,
 $v_m^2 = 2gh_m = 2 \times 9.8 \times 26448.98 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$
 $= 518400 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$

∴ ভূমিতে আঘাত করার পূর্ব মুহূর্তে গতিশক্তি,

$$E_{k_2} = \frac{1}{2} mv_m^2 = \frac{1}{2} \times 1.5 \times 518400 = 388800 \text{ J}$$

লক্ষ্য করি, $E = E_{k_2}$

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

প্রশ্ন ২৮ 20g ভরের একটি বস্তু খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো। 10s পর এটি ভূ-পৃষ্ঠে পৌঁছে। [মির্জাপুর ক্যাডেট কলেজ, টাঙ্গাইল]

- ক. পিচ কী? ১
 খ. গড় দ্রুতি ব্যাখ্যা করো। ২
 গ. বস্তুটি সর্বোচ্চ কত উচ্চতায় উঠবে নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. ভূ-পৃষ্ঠে পৌঁছার 2s পূর্বে বস্তুর যান্ত্রিক শক্তি কত? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্ক্রুগেজের টুপি একবার ঘোরালে এর যতটুকু সরণ ঘটে এবং রৈখিক স্কেল বরাবর যে দৈর্ঘ্য এটি অতিক্রম করে তাকে স্ক্রুটির পিচ বলে।

খ সময়ের সাথে কোন বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনের হারই হল দ্রুতি। যদি সমান সময়ে বস্তু সমান দূরত্ব অতিক্রম না করে তাহলে সে দ্রুতিকে অসম দ্রুতি বলে। বস্তু যদি সুথম দ্রুতিতে না চলে তাহলে তার অতিক্রমিত দূরত্বকে সময় দিয়ে ভাগ করলে গড় দ্রুতি পাওয়া যায়।

$$\therefore \text{গড় দ্রুতি} = \frac{\text{গড় বেগ} \times \text{সময়}}{\text{সময়}} = \frac{v_m \times t}{t}$$

এভাবেই গড় দ্রুতি নির্ণয় করা যায়।

গ দেওয়া আছে,

ভূমিতে স্পর্শ করতে সময়, $t = 10\text{s}$
 যেহেতু নিক্ষেপের পর ভূমিতে ফিরে আসে
 সুতরাং এক্ষেত্রে সরণ, $y = 0$
 আদিবেগ u হলে আমরা জানি,

$$y = ut - \frac{1}{2} gt^2$$

$$\text{বা, } 0 = ut - \frac{1}{2} gt^2$$

$$\text{বা, } ut = \frac{1}{2} gt^2$$

$$\text{বা, } u = \frac{1}{2} gt = \frac{1}{2} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 10\text{s}$$

$$\therefore u = 49 \text{ ms}^{-2}$$

আবার, সর্বোচ্চ উচ্চতার বেগ, $v = 0$ হয়।

তাহলে, সর্বোচ্চ উচ্চতা H হলে, $v^2 = u^2 - 2gH$

$$\text{বা, } H = \frac{u^2 - v^2}{2g} = \frac{(49 \text{ ms}^{-1})^2 - 0}{2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2}}$$

$$\therefore H = 122.5 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক অনুসারে,

নিষ্কিপ্ত বস্তুর ভর, $m = 20 \text{ g} = 0.02 \text{ kg}$

'গ' অংশ হতে পাই, সর্বোচ্চ উচ্চতা, $h = 122.5 \text{ m}$

সর্বোচ্চ উচ্চতায় বেগ, $v = 0$

∴ সর্বোচ্চ উচ্চতায় বস্তুর শুধু বিভবশক্তি থাকবে।

∴ সর্বোচ্চ উচ্চতায় বস্তুর মোটশক্তি = সর্বোচ্চ উচ্চতায় বস্তুর বিভবশক্তি = mgh

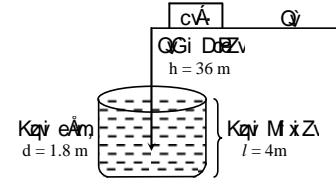
$$= (0.02 \times 9.8 \times 122.5) \text{ J}$$

$$= 24.01 \text{ J}$$

যান্ত্রিক শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি থেকে আমরা জানি, বস্তুর গতিপথের সর্বত্র মোটশক্তি ধ্রুব থাকবে।

অতএব, ভূ-পৃষ্ঠে পৌঁছানোর 2s পূর্বে বস্তুর অর্জিত মোট যান্ত্রিক শক্তি হবে 24.01 J.

প্রশ্ন ২৯



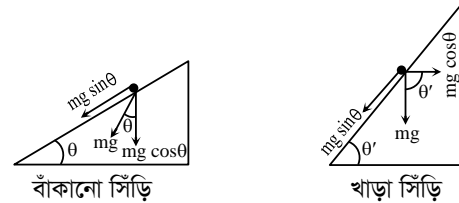
[বিনাইদহ ক্যাডেট কলেজ]

- ক. কর্মদক্ষতা কাকে বলে? ১
 খ. সমান উচ্চতার খাড়া এবং বাঁকানো সিঁড়ির মধ্যে কোনটিতে উঠা সহজ? ব্যাখ্যা করো। ২
 গ. কুয়াটি খালি করতে কাজের পরিমাণ নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. 1.5 H.P ক্ষমতাসম্পন্ন পাম্প কি কুয়া খালি করতে এবং 24.5 মিনিটে পানি ছাদে নিতে পারবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ



বস্তুর ওজনের বা অভিকর্ষ বলের দুটি উপাংশ যথাক্রমে $mg \sin\theta$ ও $mg \cos\theta$ চিত্র হতে, সিঁড়ি বেয়ে ওঠার জন্য m ভরের কোনো বস্তুকে $mg \sin\theta$ বলের বিরুদ্ধে কাজ করতে হয়। এখন যেহেতু $\theta' > \theta$ তাই, $mg \sin\theta' > mg \sin\theta$ । ফলে খাড়া সিঁড়ি উঠতে অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে বেশি পরিমাণ কাজ করতে হয়। তাই সমান উচ্চতার খাড়া সিঁড়িতে উঠা বেশি কষ্টকর মনে হয়।

গ এখানে,

কুয়ার ব্যাস, $d = 1.8 \text{ m}$

কুয়ার গভীরতা, $l = 4 \text{ m}$

$$\therefore \text{কুয়ার আয়তন, } V = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 l$$

$$= \pi \left(\frac{1.8}{2}\right)^2 \times 4 \text{ m}^3$$

$$\therefore V = 10.1788 \text{ m}^3$$

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

$$\text{আমরা জানি, } \rho = \frac{m}{V}$$

$$\text{বা, } m = \rho \times V = 1000 \times 10.1788 \text{ kg}$$

$$\therefore m = 10178.8 \text{ kg}$$

$$\text{আবার, কাজ, } W = mg \frac{l}{2} = 10178.8 \times 9.8 \times \frac{4}{2} \text{ J}$$

$$\therefore W = 1.995 \times 10^5 \text{ J (Ans.)}$$

ঘ t সময়ে পানি ছাদে তোলার জন্য,

$$\text{পাম্পের ক্ষমতা, } P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t}$$

$$\text{বা, } P = \frac{10178.8 \times 9.8 \times 36}{(24.5 \times 60)}$$

$$= 2442.9 \text{ W}$$

$$= \frac{2442.9}{746} \text{ HP}$$

$$\therefore P = 3.27 \text{ HP} > 1.5 \text{ HP}$$

এখানে, পানি তোলার প্রয়োজনীয় ক্ষমতা 3.27 HP যা পাম্পের প্রদত্ত ক্ষমতার চেয়ে বেশি। তাই 1.5 HP এর পাম্প 24.5 min এ সবটুকু পানি ছাদে তুলতে পারবে না।

প্রশ্ন ৩০ 1kW ক্ষমতা ও 70% কর্মদক্ষতা বিশিষ্ট একটি মোট 4 মিনিটে 30m উচ্চতায় পানি উত্তোলন করতে ব্যবহৃত হয়। অপরদিকে 2kW ক্ষমতাবিশিষ্ট একটি মোটর 2 মিনিটে 1000kg ভরের পানি 10m উচ্চতায় উঠাতে সক্ষম। [জয়পুরহাট গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

- ক. বাষ্পীভবন কি? ১
খ. একটি বৈদ্যুতিক পাওয়ার স্টেশনের ক্ষমতা 200MW বলতে কি বুঝ? ২
গ. প্রথম ইঞ্জিন কতটুকু পানি উত্তোলন করতে পারে? ৩
ঘ. পানি উত্তোলনের কাজে ভূমি কোন মোটরটি ব্যবহার করবে? গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পদার্থের তরল অবস্থা থেকে বাষ্পীয় অবস্থায় পরিণত হওয়ার ঘটনাই বাষ্পীভবন।

খ কোনো বৈদ্যুতিক পাওয়ার স্টেশনের ক্ষমতা 200 MW বলতে বোঝায়, ঐ পাওয়ার স্টেশনটি প্রতি সেকেন্ডে $200 \times 10^6 \text{ J}$ তড়িৎ শক্তি সরবরাহ করতে পারে।

গ এখানে,

$$\text{১ম মোটরের ক্ষেত্রে, ক্ষমতা, } P = 1\text{kW} = 1000 \text{ W}$$

$$\text{কর্মদক্ষতা, } \eta = 70\% = 0.7$$

$$\text{উচ্চতা, } h = 30 \text{ m}$$

$$\text{সময়, } t = 4 \text{ min} = (4 \times 60)\text{s} = 240 \text{ s}$$

$$\text{পানির ভর, } m = ?$$

আমরা জানি,

$$\text{মোটরটির কার্যকর ক্ষমতা, } P' = \eta P$$

$$\text{আবার, } P' = \frac{mgh}{t}$$

$$\therefore \frac{mgh}{t} = \eta P$$

$$\text{বা, } m = \frac{t \times \eta P}{gh} = \frac{240 \times 0.7 \times 1000}{9.8 \times 30}$$

$$\therefore m = 571.43 \text{ kg (Ans.)}$$

ঘ এখানে,

$$\text{১ম মোটরের কর্মদক্ষতা, } \eta_1 = 70\%$$

$$\text{২য় মোটরের ক্ষেত্রে, ক্ষমতা, } P_2 = 2\text{kW} = 2000 \text{ W}$$

$$\text{উচ্চতা, } h = 10 \text{ m}$$

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

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

$$\text{২য় মোটরের কার্যকর ক্ষমতা, } P_2' = \frac{mgh}{t}$$

$$= \frac{1000 \times 9.8 \times 10}{120}$$

$$= 816.67 \text{ W}$$

$$\therefore \text{২য় মোটরের কর্মদক্ষতা, } \eta_2 = \frac{Kv\hbar\text{Ki } P_2' / P_2}{c\acute{E}\hat{i} P_2} \times 100\%$$

$$= \frac{816.67}{2000} \times 100\%$$

$$= 40.83\%$$

যেহেতু $\eta_1 > \eta_2$, তাই ১ম মোটরে শক্তির অপচয় কম।

অতএব, পানি উত্তোলনের কাজে আমি ১ম মোটরটি ব্যবহার করব।

প্রশ্ন ৩১ একটি 400 gm ভরের বস্তকে 250m উচ্চতা থেকে মুক্তভাবে ছেড়ে দেয়া হল। [রংপুর ক্যাডেট কলেজ]

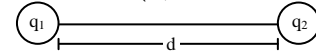
- ক. কর্মদক্ষতা কী? ১
খ. কুলম্বের সূত্রটি ব্যাখ্যা করো। ২
গ. কত উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির এক তৃতীয়াংশ হবে? ৩
ঘ. সর্বোচ্চ উচ্চতায় এবং ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে বস্তটির শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি মেনে চলবে কি? গাণিতিক যুক্তি সহ বিশ্লেষণ করো। ৪

৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ নির্দিষ্ট মাধ্যমে দুইটি বিন্দু আধানের মধ্যে ত্রিযাশীল আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বলের মান আধানদ্বয়ের গুণফলের সমানুপাতিক মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যাস্ত্বনুপাতিক এবং এই বল এদের সংযোজক সরলরেখা বরাবর ক্রিয়া করে।

যদি q_1 ও q_2 চার্জের মধ্যবর্তী দূরত্ব d হয় এবং আকর্ষণ বল F হলে,



$$\therefore F = C \cdot \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

যেখানে, C একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক যাকে কুলম্ব ধ্রুবক বলে।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{বস্তটির ভূমি হতে উচ্চতা, } h = 250 \text{ m}$$

$$\text{বস্তুর ভর, } m = 400 \text{ gm}$$

$$= 0.4 \text{ kg}$$

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

ধরি, বস্তুর x m উচ্চতায় বিভব শক্তি তার গতিশক্তির এক তৃতীয়াংশ।

$$\text{প্রশ্নমতে, } E_p = \frac{1}{3} E_k$$

$$\text{বা, } 3E_p = E_k$$

$$\text{বা, } 3.m.gx = \frac{1}{2} mv^2$$

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

$$\text{বা, } 3gx = \frac{1}{2} \times 2g(h - x)$$

$$\text{বা, } 3x = h - x$$

$$\text{বা, } 4x = h$$

$$\text{বা, } x = \frac{h}{4}$$

$$\text{বা, } x = \frac{250 \text{ m}}{4}$$

$$\therefore x = 62.5 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে, বস্তুর ভর, $m = 400 \text{ gm}$

$$= 0.4 \text{ kg}$$

$$\text{উচ্চতা, } h = 250 \text{ m}$$

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

সর্বোচ্চ উচ্চতায় বস্তুর গতিশক্তি, $E_{k_1} = 0$

এবং বিভবশক্তি, $E_{p_1} = mgh$

$$= 0.4 \times 9.8 \times 250 \text{ J}$$

$$= 980 \text{ J}$$

$$\therefore \text{মোট শক্তি} = E_{p_1} + E_{k_1} = 980 \text{ J}$$

আবার, ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে সমস্ত শক্তি গতিশক্তিতে পরিণত হবে। এ অবস্থায় বিভবশক্তি, $E_{p_2} = 0$

ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে বেগ v হলে, $v^2 = u^2 + 2gh$

$$\text{বা, } v = \sqrt{2 \times 9.8 \times 250}$$

$$= 70 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore \text{গতিশক্তি, } E_{k_2} = \frac{1}{2} mv^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.4 \times (70)^2$$

$$= 980 \text{ J}$$

এ অবস্থায় মোটশক্তি = 980 J

সুতরাং সর্বোচ্চ উচ্চতায় মোটশক্তি = ভূমি স্পর্শ করার পূর্বমুহূর্তে মোটশক্তি

অতএব, সর্বোচ্চ উচ্চতায় এবং ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে বস্তুর শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি মেনে চলে।

প্রশ্ন ৩২ পেট্রোনাস টুইন টাওয়ারের ছাদের উচ্চতা 375m। কাশেম 40 min সময়ে 10kg ভরের একটি বস্তু নিয়ে ছাদে উঠে। তারপর সে ছাদ থেকে বস্তুটিকে ফেলে দেয়। এটি মুক্তভাবে ভূ-পৃষ্ঠে পড়ে। মনির বলল, “আমি এই কাজটি করার সামর্থ্য রাখি।” কাশেমের ভর 60kg এবং মনিরের ভর 55kg।

[রাজশাহী ক্যাডেট কলেজ]

ক. বিভবশক্তি কী?

১

খ. একটি মটরের কর্মদক্ষতা 60% বলতে কী বোঝায়? ব্যাখ্যা করো। ২
গ. ভূ-পৃষ্ঠ থেকে কত উচ্চতায় বস্তুর বিভবশক্তি গতিশক্তির দ্বিগুণ হবে? ৩

ঘ. মনির কী একই সময়ে ঐ কাজটি করতে পারবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ সহ তোমার মতামত দাও। ৪

৩২ 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 মোটরের কর্মদক্ষতা 60% বলতে বোঝায় যে ঐ মটরে 100 একক তড়িৎশক্তি প্রদান করলে মটরটি থেকে প্রাপ্ত যান্ত্রিক শক্তির পরিমাণ হবে 60 একক এবং বাকি (100 - 60) বা 40 একক শক্তির অপচয় হবে।

গ ৩১ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 250 m

ঘ উদ্দীপক অনুসারে,

$$\text{মনিরের ভর, } m_1 = 55 \text{ kg}$$

$$\text{বস্তুর ভর, } m_2 = 10 \text{ kg}$$

$$\text{ভূ-পৃষ্ঠ থেকে ছাদের উচ্চতা, } h = 375 \text{ m}$$

$$\text{সময়, } t = 40 \text{ min} = 2400 \text{ sec}$$

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

যদি মনির বস্তুটি নিয়ে ছাদে উঠে তবে তার ক্ষমতা,

$$P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{(m_1 + m_2)gh}{t}$$

$$\text{বা, } P = \frac{(55 + 10) \times 9.8 \times 375}{2400}$$

$$\therefore P = 99.53 \text{ Js}^{-1}$$

সুতরাং মনির একই সময়ে অর্থাৎ 40 min এ বস্তুটি নিয়ে ছাদে উঠতে পারবে যদি সে প্রতি সেকেন্ডে 99.53 J হারে কাজ করে।

প্রশ্ন ৩৩ পাবনার রূপপুর পারমাণবিক বিদ্যুৎ প্রকল্প বাংলাদেশের একটি স্বপ্নের বাস্তবায়ন। সেখানে প্রকল্প কর্মকর্তাদের পানির চাহিদা পূরণের জন্য 2HP ক্ষমতার একটি পাম্প স্থাপন করা হয়। পাম্পটি 25m উচ্চতায় স্থাপিত 3000 লিটার ধারণ ক্ষমতা সম্পন্ন একটি ট্যাংক পূর্ণ করতে পারে। পানির চাহিদা বেশি থাকায় কর্তৃপক্ষ প্রথম পাম্পের পরিবর্তে 5H.P. ক্ষমতার একটি পাম্প স্থাপন করেন। [উভয় পাম্পের দক্ষতা 80%।

[মাইলস্টোন কলেজ, ঢাকা]

ক. কর্মদক্ষতা কাকে বলে? ১

খ. 100J কাজ বলতে কী বুঝায়? ব্যাখ্যা করো। ২

গ. পানিপূর্ণ ট্যাংকটিতে পানির বিভব শক্তি নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের ২য় পাম্পটি স্থাপন করায় কত কম সময়ে ট্যাংকটি পূর্ণ করা সম্ভব হবে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ 100J কাজ বলতে বোঝায় যে, 1N বল প্রয়োগে কোনো বস্তুর বলের দিকে সরণ হয় 100 m বা 100 N বল প্রয়োগে বস্তুর বলের দিকে সরণ হয় 1m অথবা বল ও সরণের উপাংশের গুণফল 100 N.m হয়।

গ ১০ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 735000 J

ঘ এখানে,
উত্তোলিত পানির ভর, $m = 3000 \text{ L}$ পানির ভর
 $= 3000 \text{ kg}$; [1 L পানি $= 1 \text{ kg}$]

উচ্চতা, $h = 25 \text{ m}$
প্রথম পাম্পের মোট ক্ষমতা, $P_1 = 2 \text{ HP} = 1492 \text{ W}$
দ্বিতীয় পাম্পের মোট ক্ষমতা, $P_2 = 5 \text{ HP} = 3730 \text{ W}$
'গ' অংশ হতে পাই,
 h উচ্চতায় mkg পানি উঠাতে কৃতকাজ, $W = 735000 \text{ J}$.
মনেকরি, h উচ্চতায় mkg পানি তুলতে প্রথম পাম্পের t_1 এবং দ্বিতীয়
পাম্পের t_2 সময় লাগবে।

দেওয়া আছে, উভয় পাম্পের কর্মদক্ষতা $\eta = 80\% = 0.8$

$$\therefore \text{১ম পাম্পের কার্যকর ক্ষমতা } P_1' = \frac{W}{t_1} = \frac{735000}{t_1}$$

$$\text{এবং ২য় পাম্পের কার্যকর ক্ষমতা } P_2' = \frac{W}{t_2} = \frac{735000}{t_2}$$

$$\text{এখন, } \eta = \frac{P_1'}{P_1} = \frac{P_2'}{P_2}$$

$$\therefore \eta = \frac{P_1'}{P_1} = \frac{735000}{t_1 \times 1492}$$

$$\text{বা, } 0.8 \times t_1 = \frac{735000}{1492}$$

$$\therefore t_1 = 615.784 \text{ sec.}$$

$$\text{অনুরূপভাবে, } t_2 = \frac{735000}{3730 \times 0.8}$$

$$= 246.314 \text{ sec}$$

$$\text{অতএব, সময় কম লাগবে } = (615.784 - 246.314) \text{ sec}$$

$$= 369.47 \text{ sec}$$

অর্থাৎ, ২য় পাম্পটি স্থাপন করায় 369.47 sec কম সময়ে ট্যাংকটি পূর্ণ
করা সম্ভব হবে।

প্রশ্ন ৩৪ একটি 500gm ভরের বস্তুকে 1000m উচ্চতা বিশিষ্ট
কোন টাওয়ার হতে মুক্তভাবে ছেড়ে দেওয়া হল। [রাজউক উত্তরা মডেল
কলেজ, ঢাকা]

- ক. ক্ষমতা কি? ১
খ. বন্দুক থেকে বুলেট বের হওয়ার সময় বন্দুক পিছনের দিকে
ধাক্কা খায় কেন? ২
গ. 5 sec পর বস্তুটির বিভব শক্তি কতটুকু হ্রাস পাবে? ৩
ঘ. সর্বোচ্চ উচ্চতায় এবং 8 sec পর প্রাপ্ত উচ্চতায় মোট শক্তি
সংরক্ষিত থাকবে কি? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। ৪

৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একক সময়ে কোনো ব্যক্তি বা উৎস দ্বারা সম্পাদিত কাজের
পরিমাণই ক্ষমতা।

খ বন্দুক থেকে বুলেট বের হওয়ার সময় বন্দুক পিছনের দিকে ধাক্কা
খায় পশ্চাৎমুখী প্রতিক্রিয়া বলের জন্য। ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রের
সাহায্যে এর ব্যাখ্যা দেওয়া যায়। গুলি ছোঁড়ার পূর্বে বন্দুক ও গুলি
উভয়ের বেগ শূন্য থাকে কাজেই তাদের ভরবেগের সমষ্টি শূন্য। গুলি
ছোঁড়ার পর সামনের দিকে গুলির কিছু ভরবেগ উৎপন্ন হয়। ভরবেগের
সংরক্ষণ সূত্র অনুযায়ী গুলি ছোঁড়ার আগের ও পরের ভরবেগের সমষ্টি
সমান হতে হবে। সুতরাং গুলি ছোঁড়ার পরের ভরবেগের সমষ্টি সমান
হতে হলে বন্দুকেরও গুলির সমান ও বিপরীতমুখী একটি ভরবেগ সৃষ্টি
হতে হবে। ফলে বন্দুক পিছনের দিকে ধাক্কা খায়।

গ এখানে,

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

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

সময়, $t = 5 \text{ s}$

t সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব, $h = ?$

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

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

$$= (0 \times 5 + \frac{1}{2} \times 9.8 \times 5^2) \text{ m}$$

$$= 122.5 \text{ m}$$

$$\therefore \text{বিভব শক্তির হ্রাস} = mgh$$

$$= 0.5 \times 9.8 \times 122.5 \text{ J}$$

$$= 600.25 \text{ J (Ans.)}$$

ঘ মোট শক্তি সংরক্ষিত থাকতে হলে সব অবস্থায় বিভব শক্তি ও গতি
শক্তির সমষ্টি একই হতে হবে।

এখানে, বস্তু ভর, $m = 0.5 \text{ kg}$

সর্বোচ্চ উচ্চতা, $h = 1000 \text{ m}$

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

বস্তু আদিবেগ, $u = 0 \text{ ms}^{-1}$

আমরা জানি,

সর্বোচ্চ উচ্চতায় বিভবশক্তি, $E_p = mgh$

$$= 0.5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times$$

1000 m

$$= 4900 \text{ J}$$

এবং গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mu^2$

$$= \frac{1}{2} \times 0.5 \text{ kg} \times 0^2$$

$$= 0 \text{ J}$$

\therefore সর্বোচ্চ উচ্চতায় মোট শক্তি, $E = E_p + E_k$

$$= (4900 + 0) \text{ J}$$

$$= 4900 \text{ J}$$

এখন, $t = 8 \text{ s}$ পরে বস্তুটির বেগ v এবং অতিক্রান্ত উচ্চতা h_1 হলে
আমরা জানি,

$$\text{উচ্চতা, } h_1 = ut + \frac{1}{2}gt^2$$

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

$$= 313.6 \text{ m}$$

\therefore 8 s পরে বস্তুটির উচ্চতা, $h_2 = (1000 - 313.6) \text{ m}$

$$= 686.4 \text{ m}$$

\therefore 8s পর বস্তুটির বিভব শক্তি, $E_{p1} = mgh_2$

$$= 0.5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 686.4$$

m

$$= 3363.36 \text{ J}$$

8s পরে বস্তুটির বেগ, $v = u + gt$

$$= 0 + 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 8 \text{ s}$$

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

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

$$= \frac{1}{2} \times 0.5 \text{ kg} \times (78.4 \text{ ms}^{-1})^2$$

$$= 1536.64 \text{ J}$$

∴ 8s পরে বস্তুর মোট শক্তি

$$= 4900 \text{ J}$$

সুতরাং সর্বোচ্চ উচ্চতায় এবং 8s পর প্রাপ্ত উচ্চতায় মোট শক্তি সংরক্ষিত থাকবে।

প্রশ্ন ▶ ৩৫ 5kW ক্ষমতাসম্পন্ন একটি পাম্প 20m উচ্চতায় অবস্থিত 5000kg পানি ধারণ করতে পারে এরূপ একটি পানির ট্যাঙ্কে 5 মিনিটে পূর্ণ করতে পারে। [বীরশ্রেষ্ঠ নূর মোহাম্মদ পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

- ক. কাজ কাকে বলে? ১
খ. কোন ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা 60% বলতে কি বুঝায়? ২
গ. পাম্পটির কর্ম দক্ষতা নির্ণয় কর। ৩
ঘ. যদি পানির ট্যাঙ্কটিকে 2 মিনিটে পূর্ণ করতে চাও তাহলে উক্ত পাম্পটির কর্মদক্ষতা কতটুকু বৃদ্ধি করতে হবে? গাণিতিকভাবে নির্ণয় কর। ৪

৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগে যদি বস্তুর সরণ ঘটে, তাহলে বল এবং বলের দিকে বলের প্রয়োগ বিন্দুর সরণের উপাংশের গুণফলকে কাজ বলে।

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

গ এখানে,

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

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

$$\text{উচ্চতা, } h = 20 \text{ m}$$

$$\text{ভর, } m = 5000 \text{ kg}$$

$$\text{কর্মদক্ষতা, } \eta = ?$$

আমরা জানি,

$$\text{মোট প্রদত্ত শক্তি} = P \times t$$

$$= (5000 \times 300) \text{ J}$$

$$= 1.5 \times 10^6 \text{ J}$$

$$\text{লভ্য কার্যকর শক্তি} = mgh$$

$$= 5000 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 20 \text{ m}$$

$$= 9.80 \times 10^5 \text{ J}$$

∴ কর্মদক্ষতা, η

$$= \frac{9.80 \times 10^5}{1.5 \times 10^6} \times 100\% = 0.653 \times 100\%$$

∴ $\eta = 65.3\%$ (Ans.)

ঘ এখানে,

$$\text{ক্ষমতা, } P_1 = 5 \text{ kW} = 5000 \text{ W}$$

$$\text{সময়, } t_1 = 2 \text{ min} = 2 \times 60 \text{ s} = 120 \text{ s}$$

‘গ’ অংশ হতে লভ্য কার্যকর শক্তি = $9.80 \times 10^5 \text{ J}$

১ম ক্ষেত্রে, পাম্পটির কর্মদক্ষতা, $\eta = 65.3\%$

ধরি, ২য় ক্ষেত্রে, পাম্পটির কর্মদক্ষতা = η_1

$$\text{২য় ক্ষেত্রে, মোট প্রদত্ত শক্তি, } = P_1 \times t_1$$

$$= 5000 \text{ W} \times 120 \text{ s}$$

$$= 6 \times 10^5 \text{ J}$$

$$= E_{p_1} + E_{k_1} = (3363.36 + 1536.64) \text{ J}$$

∴ কর্মদক্ষতা, η_1

$$= \frac{9.80 \times 10^5}{6 \times 10^5} \times 100\%$$

$$= 1.633 \times 100\%$$

$$= 163.3\%$$

আবার, এখানে, η_1 100% অপেক্ষা বেশি। কিন্তু 100% অপেক্ষা বেশি কর্মদক্ষতার পাম্প তৈরি করা সম্ভব নয়। তাই পাম্পটি দ্বারা উক্ত পরিমাণ পানি 2 মিনিটে তোলা সম্ভব নয়।

প্রশ্ন ▶ ৩৬ 200kg ও 240 kg এর ভরের 2টি ঘোড়া দৌড় প্রতিযোগিতায় একই সময় একই স্থান থেকে 7ms^{-1} ও 4ms^{-1} বেগে এবং যথাক্রমে 0.5ms^{-2} ও 0.4ms^{-2} সুষম ত্বরণে দৌড় শুরু করে। তারা একই সময়ে গল্ড্‌ব্যা পৌঁছে। [ঢাকা রেসিডেন্সিয়াল মডেল কলেজ, ঢাকা]

- ক. প-বতা কাকে বলে? ১
খ. রূপার ঘনত্ব 10500 kgm^{-3} বলতে কী বুঝায়? ২
গ. ঘোড়া দুটির গল্ড্‌ব্যা পৌঁছাতে কত সময় লেগেছিল নির্ণয় কর। ৩
ঘ. গল্ড্‌ব্যা ঘোড়া দুটির কোনটির গতিশক্তি বেশি? গাণিতিক যুক্তিসহকারে দেখাও। ৪

৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুকে স্থির তরল বা বায়বীয় পদার্থে আংশিক বা সম্পূর্ণরূপে নিমজ্জিত করলে বস্তুটি ওপরের দিকে যে লব্ধি বল অনুভব করে তাকে প-বতা বলে।

খ রূপার ঘনত্ব 10500 kgm^{-3} বলতে বোঝায়। রূপার প্রতি একক ঘনমিটার আয়তনের ভর 10500 kg ।

গ এখানে, ১ম ঘোড়ার আদিবেগ, $u_1 = 4 \text{ ms}^{-1}$

$$\text{২য় ঘোড়ার আদিবেগ, } u_2 = 7 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{১ম ঘোড়ার ত্বরণ, } a_1 = 0.5 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{২য় ঘোড়ার ত্বরণ, } a_2 = 0.4 \text{ ms}^{-2}$$

মনেকরি, প্রতিযোগিতায় ঘোড়া দুটি s দূরত্ব অতিক্রম করে এবং এজন্য তাদের t সময় লাগে।

$$\therefore s = u_1 t + \frac{1}{2} a_1 t^2 = u_2 t + \frac{1}{2} a_2 t^2$$

$$\text{বা, } 4t + \frac{1}{2} \times 0.5 t^2 = 7t + \frac{1}{2} \times 0.4 t^2$$

$$\text{বা, } -3t + 0.05 t^2 = 0$$

$$\text{বা, } t(0.05t - 3) = 0$$

$$\therefore 0.05t = 3; [\because t \text{ এর মান শূন্য হতে পারে না}]$$

$$\therefore t = 60 \text{ sec (Ans.)}$$

ঘ এখানে,

$$\text{১ম ঘোড়ার আদিবেগ, } u_1 = 4 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{২য় ঘোড়ার আদিবেগ, } u_2 = 7 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{১ম ঘোড়ার ত্বরণ, } a_1 = 0.5 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{২য় ঘোড়ার ত্বরণ, } a_2 = 0.4 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{১ম ঘোড়ার ভর, } m_1 = 200 \text{ kg}$$

২য় ঘোড়ার ভর, $m_2 = 240 \text{ kg}$
 'গ' অংশ হতে পাই উভয় ঘোড়ার গল্‌ড্রব্যে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময়,
 $t = 60 \text{ sec}$.

$$\begin{aligned} \therefore \text{ গল্‌ড্রব্যে } 1\text{ম ঘোড়ার বেগ, } v_1 &= u_1 + a_1 t \\ &= (4 + 0.5 \times 60) \text{ ms}^{-1} \\ &= 34 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{এবং } 2\text{য় ঘোড়ার বেগ, } v_2 &= u_2 + a_2 t \\ &= (7 + 0.4 \times 60) \text{ ms}^{-1} \\ &= 31 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{ গল্‌ড্রব্যে } 1\text{ম ঘোড়ার গতিশক্তি, } E_{k_1} &= \frac{1}{2} m_1 v_1^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 200 \times (34)^2 \text{ J} \\ &= 115600 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{এবং } 2\text{য় ঘোড়ার গতিশক্তি, } E_{k_2} &= \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 240 \times (31)^2 \text{ J} \\ &= 115320 \text{ J} \end{aligned}$$

দেখা যাচ্ছে, $E_{k_1} > E_{k_2}$

অতএব, গল্‌ড্রব্যে ১ম ঘোড়ার গতিশক্তি বেশি।

প্রশ্ন ৩৭ একটি পানি তোলা পাম্প প্রতি মিনিটে 1800kg পানি 20m উঁচু দালানের ছাঁদে তুলতে পারে, যার কর্মদক্ষতা 60%।

[ভিকার'নিনিসা নুন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

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

৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে পরিমাণ বল 1kg ভরের বস্তুর উপর ক্রিয়া করে 1ms^{-2} ত্বরণ সৃষ্টি করে তাই 1N বল।

খ সাবান এক ধরনের পিচ্ছিলকারী পদার্থ। তাই সাবানযুক্ত ভেজা হাতে পঁচায়ুক্ত পানির কল খুলতে গেলে পানির কল ও হাতের মধ্যকার ঘর্ষণ বল অনেকাংশে কমে যায়। এ কারণে পঁচায়ুক্ত পানির কল যা ঘুরিয়ে খুলতে হয়, সাবানযুক্ত ভেজা হাতে তা খোলা কষ্টকর।

গ ১৬ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 9.8 kW

ঘ ১৬ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 8.57 sec.

প্রশ্ন ৩৮ 250 gm ভরের একটি বস্তুকে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলে, ইহা 4 সেকেন্ডে সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠবে।

[আদমজী ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল, ঢাকা]

- ক. এক ওয়াট ক্ষমতা কাকে বলে? ১
 খ. কর্মদক্ষতার একক নাই কেন? ২
 গ. বস্তুটি সর্বোচ্চ কত উচ্চতায় উঠবে? ৩
 ঘ. বস্তুটি 3 sec পরে যে উচ্চতায় ওঠে সেখানে মোট শক্তি এবং সর্বোচ্চ উচ্চতায় বিভবশক্তি সমান- প্রমাণ করো। ৪

৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন যন্ত্র বা ব্যক্তি 1 সেকেন্ডে 1J কাজ সম্পাদন করলে তার ক্ষমতাকে এক ওয়াট বা 1W বলে।

খ কোন যন্ত্রের মোট কার্যকর ক্ষমতা ও মোট প্রদত্ত ক্ষমতার অনুপাতই হলো কর্মদক্ষতা, অর্থাৎ কর্মদক্ষতা = $\frac{\text{মোট কার্যকর ক্ষমতা}}{\text{মোট প্রদত্ত ক্ষমতা}} \times 100\%$

যেহেতু কর্মদক্ষতা একই জাতীয় দুটি রাশির অনুপাত এ কারণে কর্মদক্ষতার কোন একক নেই।

গ দেওয়া আছে,

সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠতে সময়, $t = 4\text{s}$
 আমরা জানি, সর্বোচ্চ উচ্চতায় বেগ, $v = 0 \text{ ms}^{-1}$
 অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$
 সর্বোচ্চ উচ্চতা, $H = ?$

আদিবেগ u হলে আমরা জানি, $v = u - gt$

$$\text{বা, } u = gt$$

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

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

আবার জানি, $v^2 = u^2 - 2gH$

$$\text{বা, } H = \frac{u^2}{2g} = \frac{(39.2 \text{ ms}^{-1})^2}{2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2}}$$

$$\therefore H = 78.4 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ 'গ' হতে, বস্তুর আদিবেগ, $u = 39.2 \text{ ms}^{-1}$

সর্বোচ্চ উচ্চতা, $h = 78.4 \text{ m}$

বস্তুর ভর, $m = 2509 \text{ m} = 0.25 \text{ kg}$

$t = 3\text{s}$ পর বস্তুটির বেগ, $v = u - gt$

$$= 39.2 \text{ ms}^{-1} - 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 3\text{s}$$

$$= 9.8 \text{ ms}^{-1}$$

অর্থাৎ এই অবস্থানে বস্তুটির বিভব শক্তি ও গতিশক্তি উভয়ই থাকবে।

$$\therefore 3\text{s} \text{ পর উচ্চতা, } h = ut - \frac{1}{2} gt^2$$

$$= 39.2 \times 3 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times 3^2$$

$$= 73.5 \text{ m}$$

$\therefore 3\text{s}$ পর বস্তুটির বিভবশক্তি, $E_{p_1} = mgh$

$$= (0.25 \times 9.8 \times 73.5) \text{ J}$$

$$= 180.075 \text{ J}$$

এবং 3s পর গতিশক্তি, $E_{k_1} = \frac{1}{2} mv^2$

$$= \frac{1}{2} \times 0.25 \times (9.8)^2$$

$$= 12.005 \text{ J}$$

$\therefore 3\text{s}$ পর মোট শক্তি = $E_{p_1} + E_{k_1} = 192.08 \text{ J}$

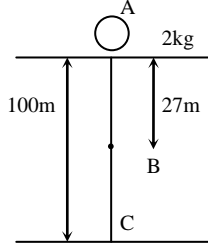
আবার, সর্বোচ্চ উচ্চতায় বিভব শক্তি, $E_p = mgH$

$$= (0.25 \times 9.8 \times 78.4) \text{ J}$$

$$= 192.08 \text{ J}$$

\therefore সর্বোচ্চ উচ্চতায় বিভবশক্তি 3s পর মোট শক্তি [প্রমাণিত]

প্রশ্ন ৩৯ নিচের চিত্রটি লক্ষ্য কর এবং প্রশ্নগুলার উত্তর দাও :



[নোয়াখালী জিলা স্কুল]

- ক. কিলোওয়াট ঘণ্টা কি? ১
 খ. 300g কোন বস্তুকে সম্পূর্ণ রূপে শক্তিতে রূপান্তর করলে কত জুল শক্তি উৎপন্ন হবে? ২
 গ. B বিন্দুতে বস্তুটির গতিশক্তি নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. ভূমি হতে কত উচ্চতায় বস্তুটির বিভবশক্তির গতিশক্তি এক তৃতীয়াংশ হবে –গাণিতিক বিশ্লেষণ করো। ৪

৩৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কিলোওয়াট ঘণ্টা কাজ বা শক্তির একটি একক। এক কিলোওয়াট ক্ষমতা সম্পন্ন কোনো যন্ত্র এক ঘণ্টা ধরে কাজ করলে যে শক্তি ব্যয় হয় তাই এক কিলোওয়াট ঘণ্টা।

খ. এখানে,

বস্তুর ভর, $m = 300g = 0.3 \text{ kg}$

ভরের রূপান্তরিত শক্তি E হলে,

$$E = mc^2$$

$$= 0.3 \times (3 \times 10^8)^2 \text{ J}$$

$$= 2.7 \times 10^{16} \text{ J}$$

অর্থাৎ 300g কোনো বস্তুকে সম্পূর্ণরূপে শক্তিতে রূপান্তরিত করলে $2.7 \times 10^{16} \text{ J}$ শক্তি পাওয়া যায়।

গ. উদ্দীপক অনুযায়ী,

A অবস্থান থেকে $m = 2 \text{ kg}$ ভরের বস্তুটি বিনা বাধায় অভিকর্ষের প্রভাবে $h = 27 \text{ m}$ অতিক্রম করে B অবস্থানে আসলে বস্তুটির প্রাপ্তবেগ v হলে,

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

$$\text{বা, } v^2 = 0 + 2 \times 9.8 \times 27$$

$$= 529.2 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$$

∴ B বিন্দুতে গতিশক্তি E_k হলে,

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

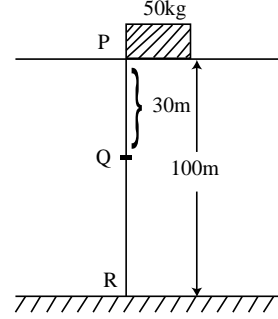
$$= \frac{1}{2} \times 2 \times 529.2$$

$$= 529.2 \text{ J (Ans.)}$$

ঘ. ৩১ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর: ভূমি থেকে 25 m উচ্চতায়

প্রশ্ন ▶ ৪০



স্থির অবস্থান থেকে বস্তুটিকে মুক্তভাবে পড়তে দেয়া হলো।

[বগুড়া জিলা স্কুল, বগুড়া]

- ক. ক্ষমতার মাত্রা লিখ। ১
 খ. কোনো বৈদ্যুতিক পাওয়ার স্টেশনের ক্ষমতা 200 মেগাওয়াট বলতে কী বোঝায়? ২
 গ. ভূমি থেকে কত উচ্চতায় বস্তুটির বিভবশক্তি ও গতিশক্তি সমান হবে নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুটি শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতিকে সমর্থন করে কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত দাও। ৪

৪০ নং প্রশ্নের উত্তর

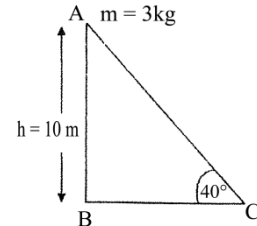
ক. ক্ষমতার মাত্রা, $[P] = ML^2T^{-3}$ ।

খ. কোনো বৈদ্যুতিক পাওয়ার স্টেশনের ক্ষমতা 200 মেগাওয়াট বলতে বোঝায় ঐ পাওয়ার স্টেশনটি প্রতি সেকেন্ডে 2×10^8 জুল তড়িৎ শক্তি সরবরাহ করতে পারে।

গ. ২৪ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ. ১ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৪১



[কুমিল্লা জিলা স্কুল]

- ক. প্রবাহী ঘর্ষণ কাকে বলে? ১
 খ. প্রমাণ করো যে, গতিশক্তি তার বেগের বর্গের সমানুপাতিক। ২
 গ. A বিন্দুতে বস্তুটির বিভব শক্তি নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. বস্তুটি A বিন্দু হতে মুক্তভাবে পড়তে থাকলে ভূমি হতে কত উচ্চতায় বিভব শক্তি গতিশক্তির দুই-তৃতীয়াংশ হবে – গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৪১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো বস্তু প্রবাহী পদার্থের মধ্যে গতিশীল হলে, যে ঘর্ষণ ক্রিয়া করে তাই প্রবাহী ঘর্ষণ।

খ. m ভরের একটি বস্তুর উপর F বল প্রয়োগ করায় এটি a ত্বরণে চলে v বেগে প্রাপ্ত হল। এই সময়ে বস্তুটি বলের দিক বরাবর s দূরত্ব অতিক্রম করলো। তাহলে, এই বেগ দিতে কৃতকাজই বস্তুতে সঞ্চিত গতিশক্তি।

∴ গতিশক্তি = কৃতকাজ

বা, $E_k = F.s$
 $= m.a.s \dots \dots \dots (i)$

আবার, $v^2 = u^2 + 2as$
 $= 2as \quad [\because u = 0]$
 বা, $a = \frac{v^2}{2s}$

a এর মান (i) নং এ বসিয়ে পাই

$E_k = m. \left(\frac{v^2}{2s} \right). s = \frac{1}{2} mv^2$

$\therefore E_k \propto v^2$ [\because ভর, $m =$ ধ্রুবক]

অতএব, গতিশক্তি বেগের বর্গের সমানুপাতিক।

গ দেওয়া আছে,

বস্তুর ভর, $m = 3 \text{ kg}$
 উচ্চতা, $h = 10 \text{ m}$

জানা আছে, অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$
 বের করতে হবে, A বিন্দুতে বিভবশক্তি, $E_p = ?$

আমরা জানি, $E_p = mgh$
 বা, $E_p = 3 \times 9.8 \times 10$
 $= 294 \text{ J (Ans.)}$

ঘ ৩১ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ৪২ ভূমি থেকে 10m উঁচুতে থাকা 0.25kg ভরের একটি আম বৃন্দ্রুত করার জন্য একটি ছেলে 12 ms^{-1} বেগে একটি ঢিল ছুড়ল।

[দিনাজপুর জিলা স্কুল]

- ক. ঘর্ষণ কাকে বলে? ১
 খ. “বেগের পরিবর্তন না হলে ত্বরণ থাকে না”—ব্যাখ্যা করো। ২
 গ. বুললন্ড অবস্থায় আমটির বিভবশক্তি নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. ছেলেটির পক্ষে আমটি বৃন্দ্রুত করা সম্ভব হবে কি? গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

৪২ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ সময়ের সাপেক্ষে বেগের পরিবর্তনের হার তথা একক সময়ে বেগের পরিবর্তনই ত্বরণ।

অর্থাৎ ত্বরণ, $a = \frac{\text{বেগের পরিবর্তন}}{\text{সময়}} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

বেগের পরিবর্তন না হলে, $\Delta v = v - u = 0$

সেক্ষেত্রে ত্বরণ, $a = \frac{0}{\Delta t} = 0$

সুতরাং বেগের পরিবর্তন না হলে ত্বরণ থাকে না।

গ ৩ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ৩ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৪৩ 500kg ভরের একটি গাড়ি স্থির অবস্থান হতে 10s এ 144 kmh^{-1} বেগ অর্জন করে। 20s সমবেগে চলার পর 120kg ভরের একটি স্থির মোটরসাইকেলকে ধাক্কা দেয়ার পর গাড়িটি স্থির হয়ে যায়। ফলে মোটরসাইকেলটি পিছলিয়ে 50m দূরত্ব অতিক্রম করে থেমে যায়।

[ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, বিইউএসএমএস, পাবতীপুর, দিনাজপুর]

- ক. বিভব শক্তি কী? ১

খ. কৃতকাজের পরিমাণ ভিন্ন হলেও ক্ষমতা একই হতে পারে— ব্যাখ্যা করো। ২

গ. গাড়িটির ইঞ্জিন প্রথম ক্ষেত্রে কত ক্ষমতা প্রয়োগ করেছিলো? ৩

ঘ. উদ্দীপকের সকল ক্ষেত্রে কৃতকাজ একই হলেও ক্ষমতা ভিন্ন—উক্তিটির যথার্থতা বিশ্লেষণ করো। ৪

৪৩ 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 বিভব শক্তি বলে।

খ কোন যন্ত্রের একক সময়ে সম্পাদিত কাজকে ক্ষমতা বলা হয়। কোন যন্ত্রের ক্ষমতা এক হলেও কৃত কাজ ভিন্ন হতে পারে। দুটি যন্ত্রের ক্ষমতা যদি 1 অর্ধ ক্ষমতা হয় তবে প্রথম যন্ত্রটির 1 ঘণ্টায় কৃত কাজ

হল, $W_1 = \frac{1}{746} \times 3600 = 4.83 \text{ জুল।}$

আবার, দ্বিতীয় যন্ত্রটির অর্ধ ঘণ্টায় সম্পাদিত কাজ হল,

$W_2 = \frac{1}{146} \times 1800 = 2.4 \text{ জুল।}$

\therefore এখানে যন্ত্র দুটির ক্ষমতা সমান হওয়া শর্তেও তাদের কৃতকাজ ভিন্ন ভিন্ন।

গ উদ্দীপক হতে পাই,

গাড়ির ভর, $m = 500 \text{ kg}$

গাড়ির শেষ বেগ, $v = 144 \text{ kmh}^{-1} = \frac{144 \times 1000}{3600} \text{ ms}^{-1}$
 $= 40 \text{ ms}^{-1}$

প্রথম ক্ষেত্রে ব্যয়িত সময়, $t = 10 \text{ s}$

প্রথম ক্ষেত্রে ক্ষমতা, $P = ?$

আমরা জানি, $W = E_k = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 500 \times 40^2$
 $= 400000 \text{ J}$

আবার, $P = \frac{W}{t}$
 $= \frac{400000}{10}$
 $= 40000 \text{ W (Ans.)}$

ঘ ‘গ’ অংশ হতে পাই,

গাড়ির কৃতকাজ, $W_1 = 400000 \text{ J}$

গাড়ির ক্ষমতা, $P_1 = 40000 \text{ W}$

উদ্দীপক হতে পাই,

গাড়ির ভর, $m_1 = 500 \text{ kg}$

মোটর সাইকেলের ভর, $m_2 = 120 \text{ kg}$

গাড়ির আদিবেগ, $u_1 = 144 \text{ kmh}^{-1} = 40 \text{ ms}^{-1}$

মোটর সাইকেলের আদিবেগ, $u_2 = 0 \text{ ms}^{-1}$

গাড়ির শেষবেগ, $v_1 = 0 \text{ ms}^{-1}$

মোটর সাইকেলের শেষবেগ, $v_2 = ?$

আমরা জানি,

$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$

বা, $v_2 = \frac{m_1 u_1 + m_2 u_2 - m_1 v_1}{m_2}$

$= \frac{500 \times 40 + 120 \times 0 - 500 \times 0}{120}$

$= 166.66 \text{ ms}^{-1}$

∴ মোটর সাইকেলের উপর কৃতকাজ,

$$W_2 = E_{k_2} = \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 120 \times (166.66)^2 = 1.66 \times 10^6 \text{ J}$$

সংঘর্ষের পর মোটর সাইকেলের আদিবেগ, $v_2 = 166.66 \text{ m/s}$

মোটর সাইকেলের শেষবেগ, $v = 0 \text{ ms}^{-1}$

মোটর সাইকেলের অতিক্রমিত দূরত্ব, $s = 50 \text{ m}$

মোটর সাইকেলের মন্দন a হলে,

$$v^2 = v_2^2 + 2as$$

$$\text{বা, } 0 = (166.66)^2 + 2 \times a \times 50$$

$$\text{বা, } 100a = -27.77 \times 10^3$$

$$\therefore a = -277.75 \text{ ms}^{-2}$$

s দূরত্ব অতিক্রম করতে মোটর সাইকেলের প্রয়োজনীয় সময় t হলে,

$$v = v_2 + at$$

$$\text{বা, } 0 = 166.6 - 277.75t$$

$$\text{বা, } 277.75t = 166.66$$

$$\therefore t = 0.6 \text{ s}$$

∴ মোটর সাইকেলের ক্ষমতা, $P_2 = \frac{W_2}{t} = \frac{1.66 \times 10^6}{0.6} = 2.76 \times 10^6 \text{ W}$

লক্ষ্যকরি, $W_1 \neq W_2$ এবং $P_1 \neq P_2$

∴ “উদ্দীপকের সকল ক্ষেত্রে কৃতকাজ একই হলেও ক্ষমতা ভিন্ন”
—উক্তিটি যথার্থ নয়। অর্থাৎ উদ্দীপকের সকল ক্ষেত্রে কৃতকাজ এবং ক্ষমতা উভয়ই ভিন্ন।

প্রশ্ন ▶ ৪৪ 50m উঁচু দালানের ছাদ থেকে দুটি বস্তকে 19.6m/s বেগে খাড়া উপরে দিকে ছুড়ে দেওয়া হল। বস্তু দুটির ভর যথাক্রমে 8kg ও 4kg।
[কম্বোজার সরকারি উচ্চ বিদ্যালয়]

- ক. ঘাত বল কী? ১
খ. নিউটনের তৃতীয় সূত্রটি ব্যাখ্যা কর। ২
গ. বস্তু দুটি যখন ভূমি থেকে 25m উঁচুতে থাকবে তখন কোনটির বেগ কত হবে? ৩
ঘ. বস্তু দুটি একই গতিশক্তি নিয়ে ভূমিতে আঘাত করবে কী? গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

৪৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক অতি অল্প সময় ধরে প্রচণ্ড মানের কোনো বল বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল থাকলে, উক্ত বলকে ঘাত বল বলে।

খ “প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে।” অর্থাৎ নিউটনের তৃতীয় সূত্রানুসারে ক্রিয়া বল ও প্রতিক্রিয়া বলের মান সমান কিন্তু এদের দিক বিপরীতমুখী

$$F_2 \leftarrow \text{O} \text{ Q} \rightarrow F_1$$

চিত্রে, P বস্তুটি Q বস্তুর উপর যখন F_1 বল প্রয়োগ করে, তখন নিউটনের তৃতীয় সূত্রানুসারে Q বস্তুটিও P বস্তুর উপর সমান ও বিপরীতমুখী বল F_2 প্রয়োগ করবে। এখন P বস্তু কর্তৃক Q বস্তুর উপর প্রযুক্ত বলকে ক্রিয়া বল এবং Q বস্তু কর্তৃক P বস্তুর উপর প্রযুক্ত বলকে প্রতিক্রিয়া বল বলে।

সুতরাং নিউটনের তৃতীয় সূত্রানুসারে, $F_2 = -F_1$ ।

গ এখানে,

দালানের ছাদের উচ্চতা, $H = 50 \text{ m}$

আদিবেগ, $u = 19.6 \text{ ms}^{-1}$

প্রথম বস্তুর ভর, $m_1 = 8 \text{ kg}$

দ্বিতীয় বস্তুর ভর, $m_2 = 4 \text{ kg}$

ভূমি থেকে $h = 25 \text{ m}$ উঁচুতে বস্তুদ্বয়ের বেগ v হলে আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } v = \sqrt{u^2 + 2g(H-h)} =$$

$$\sqrt{19.6^2 + 2 \times 9.8 \times (50 - 25)}$$

$$= 29.57 \text{ ms}^{-1}$$

পড়ন্ত বস্তুর সূত্র থেকে আমরা জানি, পড়ন্ত কোন বস্তুর বেগের ক্ষেত্রে ভরের কোন ভূমিকা নেই। সুতরাং 8kg এবং 4kg ভরের বস্তুদ্বয়ের একই বেগ থাকবে। এক্ষেত্রে বেগ 29.57 ms^{-1} । (Ans.)

ঘ এখানে,

১ম বস্তুর ভর, $m_1 = 8 \text{ kg}$

২য় বস্তুর ভর, $m_2 = 4 \text{ kg}$

মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি অনুসৃত হয়। অর্থাৎ নিষ্ক্ষেপনের সময় মোট শক্তি ও ভূমিতে আঘাতকারী গতিশক্তি সমান হবে, m_1 ও m_2 ভরের বস্তুদ্বয় ভূমিকে যথাক্রমে E_{k_1} ও E_{k_2} গতিশক্তিসহ আঘাত করলে,

$$m_1 g H + \frac{1}{2} m_1 u^2 = E_{k_1}$$

$$m_2 g H + \frac{1}{2} m_2 u^2 = E_{k_2}$$

$$\therefore \frac{E_{k_1}}{E_{k_2}} = \frac{m_1 \left(g H + \frac{1}{2} u^2 \right)}{m_2 \left(g H + \frac{1}{2} u^2 \right)}$$

$$\text{বা, } \frac{E_{k_1}}{E_{k_2}} = \frac{m_1}{m_2}$$

$$\text{বা, } \frac{E_{k_1}}{E_{k_2}} = \frac{8}{4} = 2$$

$$\text{বা, } E_{k_1} = 2 E_{k_2}$$

$$\therefore E_{k_1} \neq E_{k_2}$$

অতএব, বস্তুদ্বয় একই গতিশক্তি সহকারে ভূমিকে আঘাত করবে না।

প্রশ্ন ▶ ৪৫ 20 kg ভরের একটি বস্তকে ভূমি থেকে 60m উচ্চতায় উঠিয়ে অতঃপর একে অভিকর্ষের প্রভাবে মুক্ত ভাবে পড়তে দেওয়া হলো।

[সালেহা ইসহাক সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, সিরাজগঞ্জ]

- ক. কর্মদক্ষতা কাকে বলে? ১
খ. 60J কাজ বলতে কী বুঝ? ২
গ. ভূমি থেকে উক্ত উচ্চতায় বস্তুটি উঠতে যদি 1 মিনিট সময় লাগে তবে কত ক্ষমতা প্রয়োগ করা হয়েছিল নির্ণয় কর। ৩
ঘ. ভূমি স্পর্শ করার ঠিক পূর্ব মুহূর্তে বস্তুটির সমস্ত বিভবশক্তিই গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হবে- প্রমাণ কর। ৪

৪৫ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ 60J কাজ বলতে বোঝায় যে, 1N বল প্রয়োগে বস্তুর বলের দিকে সরণ হয় 60m বা 60N বল প্রয়োগে বস্তুর বলের দিকে সরণ হয় 1m অথবা বল ও সরণের উপাংশের গুণফল 60 N-m হয়।

গ ১২ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 196 W

ঘ উদ্দীপক হতে,

ভর, $m = 20 \text{ kg}$
উচ্চতা, $h = 60 \text{ m}$

ধরি, ভূমি স্পর্শ করার ঠিক পূর্ব মুহূর্তে বস্তুর বেগ $= v \text{ ms}^{-1}$
60 m উচ্চতায় বস্তুর বিভবশক্তি,

$$E_p = mgh$$

$$= 20 \times 9.8 \times 60$$

$$= 11760 \text{ J}$$

ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে বস্তুর গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2} mv^2$

এখন, $v^2 = u^2 + 2gh$

বা, $v^2 = 0 + 2gh$

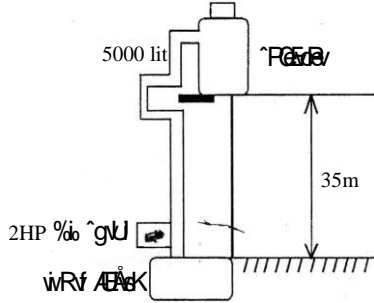
বা, $v^2 = 2 \times 9.8 \times 60$
 $= 1176 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$

$$\therefore E_k = \frac{1}{2} \times 20 \times 1176$$

$$= 11760 \text{ J} = E_p$$

সুতরাং ভূমি স্পর্শ করার ঠিক পূর্ব মুহূর্তে বস্তুর সমস্ত বিভবশক্তিই গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হবে।

প্রশ্ন ৪৬



[ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এ্যান্ড কলেজ, সৈয়দপুর]

- ক. শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতিটি লিখ। ১
- খ. কোন পাম্পের কর্মদক্ষতা 70% বলতে কী বুঝায়? ২
- গ. উদ্দীপকের মোটরটি মিনিটে কতটুকু পানি তুলবে? ৩
- ঘ. কত ক্ষমতার মোটর ব্যবহার করলে সেটি প্রতি ঘণ্টায় উদ্দীপকে উল্লেখিত চৌবাচ্চার মত তিনটি চৌবাচ্চার পানি তুলতে পারবে? – গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৪৬ 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 কোনো ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা 70% বলতে বুঝায়, ইঞ্জিনটিতে 100J শক্তি প্রদান করলে 70J কার্যকর শক্তি পাওয়া যায় এবং বাকি 30J শক্তির অপচয় হয়।

গ দেওয়া আছে,

মোটর এর ক্ষমতা, $P = 2 \text{ HP} = 2 \times 746 \text{ W} = 1492 \text{ W}$

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

উচ্চতা, $h = 35 \text{ m}$

পানির ভর, $m = ?$

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

$$\text{বা, } P = \frac{mgh}{t}$$

$$\text{বা, } m = \frac{Pt}{gh} = \frac{1492 \times 60}{9.8 \times 35} \text{ kg}$$

$$= 260.99 \text{ kg}$$

$$= 261 \text{ kg (Ans.)}$$

ঘ আমরা জানি,

1 litre পানির ভর = 1 kg

\therefore 5000 litre পানির ভর = 5000 kg

\therefore তিনটি চৌবাচ্চায় মোট পানির ভর, $m = 3 \times 5000 \text{ kg} = 15000 \text{ kg}$

সময়, $t = 1 \text{ hour} = 3600 \text{ s}$

এবং উচ্চতা, $h = 35 \text{ m}$

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

পাম্পের ক্ষমতা P হলে, আমরা জানি, $P = \frac{mgh}{t}$

$$= \frac{15000 \times 9.8 \times 35}{3600} \text{ W}$$

$$= 1429.1 \text{ W}$$

$$= 1.92 \text{ HP}$$

অর্থাৎ, 1.92 HP ক্ষমতার মোটর ব্যবহার করলে প্রতি ঘণ্টায় উল্লেখিত চৌবাচ্চার মত তিনটি চৌবাচ্চায় পানি তুলতে পারবে।

প্রশ্ন ৪৭ এক ব্যক্তি 100kg ভরের একটি বস্তুর 5m উচ্চতায় উঠানোর জন্য একটি বৈদ্যুতিক মোটরকে 260V বিভব পার্থক্যে যুক্ত করল। এতে মোটরটির মধ্য দিয়ে 20C আধান প্রবাহিত হয়।

[নরসিংদী সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, নরসিংদী]

- ক. ওয়াট কী? ১
- খ. $6 \times 10^5 \text{ N}$ বল বলতে কী বুঝায়? ২
- গ. উদ্দীপকের মোটরটির অপচয়কৃত শক্তির পরিমাণ কত? ৩
- ঘ. ঐ ব্যক্তি হিসাব করে মোটরটির কর্মদক্ষতা 95% এর বেশি পাবে কিনা-গাণিতিক বিশ্লেষণ করো। ৪

৪৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ওয়াট ক্ষমতার একক এবং $W = 1 \text{ Js}^{-1}$ ।

খ $6 \times 10^5 \text{ N}$ বল বলতে বুঝায়-

i. 1 kg ভরের কোনো বস্তুর $6 \times 10^5 \text{ ms}^{-2}$ ত্বরণ সৃষ্টিকারী বলের মান $6 \times 10^5 \text{ N}$ ।

ii. $6 \times 10^5 \text{ kg}$ ভরের কোনো বস্তুর 1 ms^{-2} ত্বরণ সৃষ্টিকারী বলের মান $6 \times 10^5 \text{ N}$ ।

গ এখানে, বস্তুর ভর, $m = 100 \text{ kg}$

উচ্চতা, $h = 5 \text{ m}$

বৈদ্যুতিক মোটরের বিভব, $V = 260 \text{ V}$

আধান, $q = 20 \text{ C}$

অপচয়কৃত শক্তির পরিমাণ = ?

মোটরে ইনপুট তড়িৎশক্তি, $W = qV$

$$= 20 \text{ C} \times 260 \text{ V}$$

$$= 5200 \text{ J}$$

মোটর কর্তৃক কার্যকর শক্তি = mgh

$$= 100 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 5 \text{ m}$$

$$= 4900 \text{ J}$$

\therefore অপচয়কৃত শক্তি = $5200 \text{ J} - 4900 \text{ J}$

$$= 300 \text{ J (Ans.)}$$

ঘ এখানে, মোটর কর্তৃক প্রদত্ত শক্তি = 5200 J

মোটর কর্তৃক কার্যকর শক্তি = 4900J

$$\therefore \text{মোটরটির কর্মদক্ষতা} = \frac{Kv h \text{EKi} \text{ kwU}}{cE \text{ i} \text{ kwU}} \times 100 \%$$
$$= \frac{4900 \text{ J}}{5200 \text{ J}} \times 100 \%$$
$$= 94.23\% < 95\%$$

অতএব, গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যায় যে, ঐ ব্যক্তির হিসাব করে মোটরটির কর্মদক্ষতা 95% এর বেশি পাবে না।

প্রশ্ন ▶ ৪৮ 11 kW ক্ষমতা সম্পন্ন একটি তড়িৎমোটর ব্যবহার করে কপিকলের সাহায্যে 1000 kg ভরের 20টি সিমেন্টের বস্তুর 30 m উঁচু স্থানে উঠাতে 0.5 min সময় লাগে।

[জয়দেবপুর সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, গাজীপুর]

- ক. বলের দ্বারা কাজ কী? ১
খ. ক্ষমতা একটি লব্ধ রাশি কেন? ২
গ. মোটরটি দ্বারা কী পরিমাণ তড়িৎশক্তি ব্যয়িত হয়— নির্ণয় করো। ৩
ঘ. উদ্দীপকের মোটরটি একটি অটো-তে ব্যবহার করলে 150 kg ভরের অটো সর্বোচ্চ কত বেগে চলবে-দেখাও। ৪

৪৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বল প্রয়োগের ফলে বস্তু যদি বলের দিকে সরে যায় তাহলে সেই কাজকে বলের দ্বারা কাজ বলে।

খ যে সকল রাশি মৌলিক রাশির উপর নির্ভর করে বা মৌলিক রাশি থেকে লাভ করা যায় তাদেরকে লব্ধ রাশি বলে। কোন বস্তু বা ব্যক্তি একক সময়ে যে কাজ সম্পাদন করে তাই তার ক্ষমতা। ক্ষমতার রাশিমালা থেকে আমরা পাই,

$$\text{ক্ষমতা} = \frac{\text{কাজ}}{\text{সময়}}$$

$$\text{বা, ক্ষমতা} = \frac{\text{ভর} \times \text{ত্বরণ} \times \text{সরণ}}{\text{সময়}} = \frac{\text{ভর} \times (\text{সরণ})^2}{(\text{সময়})^3}$$

ভর, সরণ ও সময় এই তিনটি মৌলিক রাশির উপর নির্ভরশীল হওয়ায় ক্ষমতা একটি লব্ধ রাশি।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{পাম্পটির ক্ষমতা, } P = 11 \text{ kW} = 11000 \text{ watt}$$

এবং ব্যবহৃত সময়, $t = 0.5 \text{ min} = (0.5 \times 60)\text{s} = 30 \text{ s}$
ব্যয়িত তড়িৎশক্তি, $W = ?$

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

$$\text{বা, } W = Pt$$
$$= (11000 \times 30) \text{ Js}$$

$$\therefore W = 330000 \text{ J (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে, সিমেন্টের বস্তুর ভর, $m_1 = 1000 \text{ kg}$

$$\text{উচ্চতা, } h = 30 \text{ m}$$

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

$$\text{অটোর ভর, } m_2 = 150 \text{ kg}$$

$$\text{অটোর সর্বোচ্চ বেগ} = v \text{ (ধরি)}$$

$$\therefore \text{মোটর কর্তৃক প্রদত্ত বিভব শক্তি, } E_p = m_1gh$$

$$\text{আবার, অটোর গতিশক্তি, } E_k = \frac{1}{2} m_2v^2$$

$$\text{এখানে, } E_p = E_k$$

$$\text{বা, } m_1gh = \frac{1}{2} m_2v^2$$

$$\text{বা, } 1000 \times 9.8 \times 30 = \frac{1}{2} \times 150 \times v^2$$

$$\text{বা, } 29400 = 75v^2$$

$$\text{বা, } v^2 = \frac{294000}{75}$$

$$\therefore v = \sqrt{3920}$$

$$= 62.6 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, অটো সর্বোচ্চ 62.6 ms^{-1} বেগে চলবে।

প্রশ্ন ▶ ৪৯ 96kW ক্ষমতা সম্পন্ন 60 kg ভরের এক ব্যক্তি 2.5 সে.মি. উঁচু 40টি সিঁড়ি বেয়ে 2 মিনিট দালানের ছাঁদে উঠতে পারে।

[দি বাডস রেসিডেন্সিয়াল মডেল স্কুল এন্ড কলেজ, মৌলভীবাজার]

- ক. জলবিদ্যুৎ কী? ১
খ. শক্তি ও কাজের একক অভিন্ন কেন? ব্যাখ্যা করো। ২
গ. লোকটির কর্মদক্ষতা কত? ৩
ঘ. দালানের ছাদ থেকে 2kg ভরের একটি পাথর ছেড়ে দিলে শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি মেনে চলবে কিনা ব্যাখ্যা করো। ৪

৪৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পানির বিভবশক্তিকে কাজে লাগিয়ে যে তড়িৎ বা বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয় তাকে বলা হয় জলবিদ্যুৎ।

খ কোন 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, কোন বস্তুর শক্তির পরিমাপ করা হয় তার দ্বারা সম্পন্ন কাজের পরিমাণ থেকে, সুতরাং কাজ ও শক্তির একক একই এবং তা হলো জুল (J)।

গ এখানে,

$$\text{লোকটির ক্ষমতা, } P = 96W$$

$$\text{লোকটির ভর, } m = 60 \text{ kg}$$

$$2.5 \text{ cm এর } 40 \text{ টি সিঁড়ির উচ্চতা}$$

$$= 2.5 \times 40 \text{ cm}$$

$$= 100 \text{ cm}$$

$$= 1 \text{ m}$$

$$\therefore \text{দালানের ছাদের উচ্চতা, } h = 1 \text{ m}$$

$$\text{সময়, } t = 2 \text{ min}$$

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

লোকটির কার্যকর ক্ষমতা, P' হলে

$$P' = \frac{mgh}{t} = \frac{60 \times 9.8 \times 1}{120}$$

$$= 4.9W$$

$$\therefore \text{কর্মদক্ষতা, } \eta = \frac{P'}{P} \times 100\%$$

$$= \frac{4.9}{96} \times 100\%$$

$$= 5.10\% \text{ (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক হতে,

$$\text{পাথরটির ভর, } m = 2 \text{ kg}$$

'গ' হতে দালানের ছাদের উচ্চতা, $h = 1 \text{ m}$

দালানের ছাদে স্থির অবস্থায় বস্তুর গতিশক্তি, $E_k = 0$

এবং বিভব শক্তি,

$$E_p = mgh$$

$$= 2\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} \times 1\text{m} = 19.6\text{ J}$$

$$\therefore \text{মোট শক্তি, } E = E_p + E_k = 19.6\text{ J}$$

1m উচ্চতা অতিক্রম করলে, শেষ বেগ v হলে—

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

$$\text{বা, } v^2 = 0 + 2gh$$

$$\text{বা, } v = \sqrt{2gh}$$

$$\text{বা, } v = \sqrt{2 \times 9.8 \times 1}$$

$$\therefore v = 4.43\text{ms}^{-1}$$

$$\therefore \text{ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে, গতিশক্তি, } E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 2 \times (4.43)^2$$

$$= 19.6\text{ J}$$

এবং বিভব শক্তি, $E'_p = 0$

$$\text{এক্ষেত্রে মোট শক্তি, } E' = E_k' + E_p' = 19.6\text{ J} = E$$

দালানের ছাদে থাকা অবস্থায় এবং ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে মোট শক্তি সমান থাকে বা সংরক্ষিত থাকে।

সুতরাং উক্ত ঘটনাটি শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি মেনে চলবে।

প্রশ্ন ▶ ৫০ দশম শ্রেণীর ছাত্রী সবিতা 1m উঁচু একটি দ্বিতল টেবিলে পড়াশোনা করছে। টেবিলের উপরি পৃষ্ঠ হতে 50cm উঁচু টেবিলে সংযুক্ত বুক সেলফে তার বইগুলো রাখা আছে। বইগুলোর ভর 20 kg।

[বরিশাল সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়]

- ক. বুক সেলফে রাখা বইগুলোর বিদ্যমান শক্তির সংজ্ঞা দাও। ১
- খ. টেবিলের সাপেক্ষে বইগুলোর বিভবশক্তি 15J বলতে কী বোঝায়? ২
- গ. বইগুলো বুকসেলফ থেকে খাড়াভাবে নিচে পড়লে ভূ-পৃষ্ঠে পৌঁছানোর পূর্ব মুহূর্তে বইগুলোর গতিশক্তি নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. টেবিলের বুকসেলফে বিদ্যমান বইগুলোতে টেবিলের সাপেক্ষে এবং ভূ-পৃষ্ঠের সাপেক্ষে বিভবশক্তির তারতম্য হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

৫০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বুক সেলফে রাখা বইগুলোতে বিভব শক্তি বিদ্যমান। 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 টেবিলের সাপেক্ষে বইগুলোর বিভবশক্তি 15J বলতে বোঝায় টেবিলের উপরি পৃষ্ঠ থেকে 50cm উঁচুতে বইগুলোকে বুক সেলফে রাখতে 15J পরিমাণ কাজ করতে হয়েছে এবং ঐই কাজ অভিকর্ষজ বলের বিরুদ্ধে করা হয়েছে। উক্ত কাজ এখন বইগুলোতে বিভব শক্তি রূপে সঞ্চিত আছে। ফলে বইগুলোকে মুক্তভাবে পড়তে দিলে টেবিলের উপরি পৃষ্ঠে নেমে আসা পর্যন্ত সেগুলো 15J কাজ করতে পারবে।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{বই এর ভর, } m = 20\text{kg}$$

$$\text{ভূমি থেকে টেবিলের উপরি পৃষ্ঠের উচ্চতা, } h_1 = 1\text{m}$$

$$\text{টেবিলের উপরি পৃষ্ঠ হতে বুক সেলফের উচ্চতা, } h_2 = 50\text{cm} = 0.5\text{m}$$

$$\therefore \text{ভূমি থেকে বুক সেলফের উচ্চতা, } h = h_1 + h_2$$

$$= 1 + 0.5$$

$$= 1.5\text{ m}$$

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

$$\text{ভূ-পৃষ্ঠে পৌঁছানোর পূর্ব মুহূর্তে বইগুলোর গতিশক্তি, } E_k = ?$$

শক্তির সংরক্ষণশীলতার সূত্র অনুসারে,

ভূ-পৃষ্ঠে পৌঁছানোর পূর্ব মুহূর্তে বইগুলোর গতিশক্তি,

$$E_k = \text{বুক সেলফে থাকাকালীন বইগুলোতে সঞ্চিত বিভব শক্তি}$$

$$= mgh$$

$$= 20 \times 9.8 \times 1.5$$

$$= 294\text{J (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক অনুসারে,

$$\text{টেবিলের উপরি পৃষ্ঠ হতে বইগুলোর উচ্চতা, } h_1 = 50\text{cm} = 0.5\text{m}$$

$$\text{এবং ভূ-পৃষ্ঠ হতে বইগুলোর উচ্চতা, } h_2 = \text{টেবিলের উচ্চতা} + h$$

$$= 1 + 0.5$$

$$= 1.5\text{m}$$

বইগুলোর ভর, $m = 20\text{ kg}$

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

$$\therefore \text{টেবিলের সাপেক্ষে বইগুলোর বিভবশক্তি, } E_p = mgh_1$$

$$= 20 \times 9.8 \times 0.5$$

$$= 98\text{J}$$

$$\text{এবং ভূ-পৃষ্ঠের সাপেক্ষে বিভবশক্তি, } E_p' = mgh_2$$

$$= 20 \times 9.8 \times 1.5$$

$$= 294\text{J}$$

$$\therefore \text{বিভবশক্তির পার্থক্য, } \Delta E_p = E_p' - E_p$$

$$= 294 - 98$$

$$= 196\text{J}$$

সুতরাং, টেবিলের বুক সেলফে বিদ্যমান বইগুলোতে টেবিলের সাপেক্ষে বিভব শক্তি ভূ-পৃষ্ঠের সাপেক্ষে বিভবশক্তির চেয়ে 196J কম হবে।

প্রশ্ন ▶ ৫১ একটি mkg ভরের বস্তুকে v বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হল। বস্তুটি সর্বোচ্চ h উচ্চতায় উঠতে পারে।

[জালালাবাদ ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সিলেট]

- ক. ক্ষমতা কী? ১
- খ. কোন যন্ত্রের দক্ষতা 40% এর মানে কী? ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. কোথায় বস্তুটির গতিশক্তি ওই অবস্থার বিভবশক্তির এক-তৃতীয়াংশ? গাণিতিকভাবে দেখাও। ৩
- ঘ. বস্তুটি যদি সর্বোচ্চ 200 m উচ্চতায় উঠে তবে বস্তুটি শক্তির সংরক্ষণশীলতা মেনে চলবে কী? প্রমাণ করো। ৪

৫১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তু বা যন্ত্র একক সময়ে যে কাজ করতে পারে তা হলো ঐ বস্তু বা যন্ত্রের ক্ষমতা।

খ কোনো যন্ত্রের দক্ষতা 40% বলতে বুঝায় যে, ঐ যন্ত্রে 100 একক শক্তি সরবরাহ করলে 40 একক কার্যকর শক্তি পাওয়া যায় এবং $(100 - 40) = 60$ একক শক্তি অপচয় হয়। কোন যন্ত্রে যে পরিমাণ শক্তি সরবরাহ করা হয়, তার পুরো অংশ কাজে রূপান্তর করা সম্ভব নয়। কিছু অংশ রূপান্তরে অক্ষম সেগুলো তাপশক্তি হিসেবে পরিবেশে চলে যায়। কর্মদক্ষতার পরিমাণ নির্দেশ করে কোন যন্ত্রের শক্তির কার্যকরী ব্যবহারের সক্ষমতা।

গ এখানে, বস্তুটির ভর = m kg এবং আদিবেগ = v সর্বোচ্চ উচ্চতা = h.

$$\text{আমরা জানি, সর্বোচ্চ উচ্চতায় বেগ, } v_1 = 0\text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore v_1^2 = v^2 - 2gh$$

$$\text{বা, } (0)^2 = v^2 - 2gh$$

$$\text{বা, } v^2 = 2gh$$

মনে করি, ভূমি থেকে x m উচ্চতায় বস্তুটির গতিশক্তি সর্বোচ্চ উচ্চতার বিভবশক্তির এক-তৃতীয়াংশ হবে।

$$\begin{aligned} x \text{ m উচ্চতায় বেগ } v_2 \text{ হলে,} \\ v_2^2 &= v^2 - 2gx \\ &= 2gh - 2gx \\ &= 2g(h - x) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore x \text{ m উচ্চতায় গতিশক্তি, } E_k &= \frac{1}{2} mv_2^2 \\ &= \frac{1}{2} m \times 2g(h - x) \\ &= mg(h - x) \end{aligned}$$

x m উচ্চতায় বিভবশক্তি, $E_p = mgx$

$$\text{শর্তমতে, } E_k = \frac{1}{3} E_p$$

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

$$\text{বা, } h - x = \frac{1}{3} x$$

$$\text{বা, } h = \frac{1}{3} x + x$$

$$\text{বা, } h = \frac{4}{3} x$$

$$\text{বা, } x = \frac{3}{4} h$$

\therefore ভূমি থেকে $\frac{3}{4} h$ উচ্চতায় বস্তুটির গতিশক্তি ঐ উচ্চতার বিভবশক্তি এক-তৃতীয়াংশ হবে। (Ans.)

ঘ এখানে,

$$\begin{aligned} \text{বস্তুর ভর } m \text{ kg ও আদিবেগ } &= v \\ \text{সর্বোচ্চ উচ্চতা, } h &= 200 \text{ m} \\ \text{'g' অংশ হতে পাই, } v^2 &= 2gh \\ \therefore v^2 &= 2 \times 9.8 \times 200 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2} \\ &= 3920 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2} \end{aligned}$$

ভূমিতে বস্তুটির উচ্চতা শূন্য।

$$\begin{aligned} \therefore \text{ভূমিতে বস্তুটির বিভব শক্তি, } E_{p_1} &= mg \times 0 \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ভূমিতে বস্তুটির গতিশক্তি, } E_{k_1} &= \frac{1}{2} mv^2 \\ &= \frac{1}{2} m \times 3920 \\ &= 1960m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{ভূমিতে বস্তুটির মোট শক্তি, } E_1 &= E_{p_1} + E_{k_1} \\ &= 0 + 1960m \\ &= 1960m \end{aligned}$$

ভূমি হতে h এর মধ্যে যেকোনো উচ্চতা x হলে, 'g' হতে পাই, x উচ্চতায় গতিশক্তি, $E_{k_2} = mg(h - x)$

x উচ্চতায় বিভবশক্তি, $E_{p_2} = mgx$

$$\begin{aligned} \therefore x \text{ উচ্চতায় মোট শক্তি, } E_2 &= E_{p_2} + E_{k_2} \\ &= mgx + mgh - mgx \\ &= mgh \\ &= m \times 9.8 \times 200 \end{aligned}$$

$$= 1960m$$

আবার, সর্বোচ্চ উচ্চতায় বস্তুটির বেগ শূন্য হবে।

$$\begin{aligned} \therefore \text{সর্বোচ্চ উচ্চতায় বস্তুটির গতিশক্তি, } E_{k_3} &= \frac{1}{2} m \times (0)^2 \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{সর্বোচ্চ উচ্চতায় বস্তুটির বিভবশক্তি, } E_{p_3} &= mgh \\ &= m \times 9.8 \times 200 \\ &= 1960m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{সর্বোচ্চ উচ্চতায় বস্তুটির মোট শক্তি, } E_3 &= E_{p_3} + E_{k_3} \\ &= 1960m + 0 \\ &= 1960m \end{aligned}$$

দেখা যাচ্ছে যে, $E_1 = E_2 = E_3$

অর্থাৎ বস্তুটির গতিপথের সর্বত্র মোট শক্তি সংরক্ষিত থাকে।

অতএব, বস্তুটি সর্বোচ্চ 200m উচ্চতায় উঠলে শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি মেনে চলবে।

প্রশ্ন ৫২ 60 kg ভরের এক বালক 20m লম্বা একটি নারিকেল গাছে উঠল নারিকেল পাড়ার জন্য। [সফিউদ্দিন সরকার একাডেমী এন্ড কলেজ]

- ক. যান্ত্রিক শক্তি কাকে বলে? ১
- খ. কর্মদক্ষতা কী? কর্মদক্ষতা ও শক্তির মধ্যে সম্পর্ক লিখ? ২
- গ. গাছে উঠার পর বালকের বিভব শক্তি নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. 20 kg ভরের এক কাঁদি নারিকেল কেটে 500J গতিশক্তিতে ছেড়ে দেওয়া হলে, ভূমি স্পর্শ করার পূর্বমুহূর্তে নারিকেলের কাঁদির বেগ কত? ৪

৫২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন বস্তুর অবস্থা কিংবা অবস্থানের পরিবর্তন বা গতির কারণে তার মধ্যে যে শক্তি নিহিত থাকে তাকেই যান্ত্রিক শক্তি বলে।

খ কোন যন্ত্রের লভ্য কার্যকর শক্তি ও মোট প্রদত্ত শক্তির অনুপাতকে ঐ যন্ত্রের কর্মদক্ষতা বলে।

কর্মদক্ষতা ও শক্তির মধ্যে সম্পর্কটি হলো :

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

গ ৪১ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। **উত্তর:** 11.76 kJ

ঘ ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে কাঁদির বেগ, $v = ?$

শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি অনুসারে,

গাছের মাথায় কাঁদির মোট শক্তি = ভূমিস্পর্শ করার মুহূর্তে গতি শক্তি;

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

$$\text{বা, } \frac{1}{2} m (v^2 - 2gh) = E_k$$

$$\text{বা, } v^2 - 2gh = \frac{2E_k}{m}$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } v &= \sqrt{2gh + \frac{2E_k}{m}} \\ &= \sqrt{2 \times 9.8 \times 20 + \frac{2 \times 500}{20}} \text{ ms}^{-1} \\ &= 21.023 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

সুতরাং ভূমি স্পর্শ করার ঠিক পূর্ব মুহূর্তে কাঁদির বেগ ছিলো 21.023 ms⁻¹।

প্রশ্ন-৫৩ 15 kW এর একটি তড়িৎ মোটর 100 kg পানি 0.5 মিনিটে 300m উঁচু ছাদে উঠাতে পারে। [সামসুল হক খান স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

- ক. কাজ কাকে বলে? ১
 খ. কোন বস্তুর বিভব শক্তি 60J বলতে কি বোঝায়? ব্যাখ্যা করো। ২
 গ. মোটরটির কর্মদক্ষতা নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. কর্মদক্ষতা 75% হলে উল্লিখিত সময়ে মোটরটির ব্যয়িত শক্তির পরিমাণ গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৫৩ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ কোন বস্তুর বিভবশক্তি 60 J বলতে বোঝায় ভূপৃষ্ঠ হতে বস্তুটিকে এর অভিকর্ষের বিরুদ্ধে বল প্রয়োগ করে উচ্চ উচ্চতায় তুলতে 60J পরিমাণ কাজ করতে হয়েছে এবং উচ্চ কাজ এখন এর মধ্যে বিভবশক্তি রূপে সঞ্চিত হয়েছে। ফলে বস্তুটিকে মুক্তভাবে পড়তে দিলে মাটিতে নেমে আসা পর্যন্ত এটি 60J পরিমাণ কাজ করতে পারবে বা 60J পরিমাণ গতিশক্তি অর্জন করবে।

গ ১৫ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। **উত্তর:** 65.35%

ঘ ১৫ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। **উত্তর:** $3.92 \times 10^5 J$

প্রশ্ন-৫৪ একটি ইঞ্জিনের ক্ষমতা 5kW এর সাহায্যে 100 kg পানি 1 মিনিটে 20m উচ্চতায় উঠানো হলো। [লায়স স্কুল এন্ড কলেজ, সৈয়দপুর]

- ক. অনুপ্রস্থ তরঙ্গ কাকে বলে? ১
 খ. আল্ট্রাসোনোগ্রাফিতে কী ধরনের শব্দ তরঙ্গ এবং কীভাবে ব্যবহার করা হয় ব্যাখ্যা করো। ২
 গ. ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. ইঞ্জিনটির সাহায্যে উচ্চ সময়ে ঐ পরিমাণ পানিকে 50 m উচ্চতায় উঠানো সম্ভব কিনা— গাণিতিকভাবে যুক্তি সহ মতামত দাও। ৪

৫৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে তরঙ্গ কম্পনের দিকের সাথে লম্বভাবে অগ্রসর হয় তাকে অনুপ্রস্থ তরঙ্গ বলে।

খ রোগ নির্ণয়ের জন্য যে আল্ট্রাসোনোগ্রাফি করা হয় সেই শব্দের কম্পাঙ্ক 1-10 মেগাহার্টজ হয়ে থাকে। আল্ট্রাসোনোগ্রাফি যন্ত্রে ট্রান্সডিউসার নামক একটি স্ফটিককে বৈদ্যুতিকভাবে উত্তেজিত বা উদ্দীপিত করে উচ্চ কম্পাঙ্কের আল্ট্রাসোনিক তরঙ্গ উৎপন্ন করা হয়। আল্ট্রাসোনোগ্রাফি যন্ত্রে আল্ট্রাসোনিক তরঙ্গগুলোকে একটি সরঞ্জামে পরিণত করা হয়। পরে এই বীমটিকে যে অঙ্গের প্রতিবিম্ব রেকর্ড করতে হবে তার দিকে প্রেরণ করা হয়। যে অঙ্গের দিকে এটি নির্দেশ করা হয় সেই তলের প্রকৃতি অনুযায়ী বীমটি প্রতিফলিত, শোষিত বা সংবাহিত হয়। যখন বীমটি বিভিন্ন ঘনত্বের পেশির (যেমন— মাংসপেশি, রক্ত) বিভেদতলে আপতিত হয় তখন তরঙ্গের একটি অংশ প্রতিধ্বনি হিসাবে পুনরায় ট্রান্সডিউসারে ফিরে আসে। পরে এই প্রতিধ্বনিগুলোকে তড়িৎ সংকেতে রূপান্তরিত করা হয়। এই তড়িৎ সংকেতগুলো একত্রে মনিটরের পর্দায় পরীক্ষণীয় বস্তু বা পেশির একটি প্রতিবিম্ব গঠন করে।

গ ১৫ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। **উত্তর:** 6.534%

ঘ ইঞ্জিনটির সাহায্যে উচ্চ সময়ে 100 kg পানিকে 50m উচ্চতায় উঠানো সম্ভব হবে না। কিন্তু ইঞ্জিনটির কর্মদক্ষতা বাড়িয়ে 100kg পানিকে 1 মিনিট 50 m উচ্চতায় উঠানো যাবে।

মনে করি, ইঞ্জিনটির কর্মদক্ষতা η_1 হলে 100kg পানিকে 1 মিনিটে 50m উচ্চতায় উঠানো যাবে।

এখানে, পানির ভর, $m = 100kg$
 উচ্চতা, $h = 50 m$
 সময়, $t = 1$ মিনিট = 60 sec
 মোট ক্ষমতা, $P = 5kW = 5 \times 10^3 W$

$$\text{কার্যকর ক্ষমতা, } P' = \frac{mgh}{t}$$

$$= \frac{100 \times 9.8 \times 50}{60} W$$

$$= 816.67 W$$

$$\therefore \eta_1 = \frac{P'}{P} \times 100\%$$

$$= \frac{816.67}{5 \times 10^3} \times 100\%$$

$$= 16.33\%$$

অতএব, ইঞ্জিনটির কর্মদক্ষতা 16.33% হলে 1 মিনিট 100 kg পানিকে 50 m উচ্চতায় উঠানো যাবে।

প্রশ্ন-৫৫ 2 কিলোওয়াট ক্ষমতার 1টি বৈদ্যুতিক মোটর 10 মিটার উচ্চতায় 1000 কেজি পানি ধারণক্ষমতা বিশিষ্ট 1টি ট্যাংক 3 মিনিটে পূর্ণ করতে পারে। [গভঃ ল্যাবরেটরী হাইস্কুল, রাজশাহী]

- ক. প্রতিধ্বনি কাকে বলে? ১
 খ. আর্কিমিডিসের সূত্রটি লিখে ব্যাখ্যা করো। ২
 গ. উচ্চ পানি 10 মিটার উচ্চতায় উঠাতে কী পরিমাণ শক্তি লেগেছিল তা বের করো? ৩
 ঘ. উদ্দীপকের মোটরটির পরিবর্তে 30% কর্মদক্ষতার অপর মোটরদ্বারা একই সময়ে ট্যাংকটি পূর্ণ করা সম্ভব কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৫৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যখন কোনো শব্দ মূল শব্দ থেকে আলাদা হয়ে মূল শব্দের পুনরাবৃত্তি করে, তখন ঐ প্রতিফলিত শব্দকে প্রতিধ্বনি বলে।

খ বস্তুকে কোনো স্থির তরল অথবা বায়বীয় পদার্থে আংশিক বা সম্পূর্ণ ডুবালে বস্তুটি কিছু ওজন হারায়। এই হারানো ওজন বস্তুটির দ্বারা অপসারিত তরল বা বায়বীয় পদার্থের ওজনের সমান।

কোনো কঠিন পদার্থকে তরল বা বায়বীয় পদার্থে ডুবালে ওজন কম মনে হয়। আর্কিমিডিসের নীতি থেকে আমরা এ ওজন হ্রাসের পরিমাণ জানতে পারি।

পদার্থের অভেদ্যতা ধর্ম অনুযায়ী বস্তুটি তরল পদার্থের মধ্যে যতটুকু জায়গা অধিকার করে আছে ততটুকু জায়গা থেকে তরল পদার্থ অপসারিত হয়েছে। পরীক্ষা করলে দেখা যাবে বস্তুটির হারানো ওজন বস্তুটির দ্বারা অপসারিত তরলের ওজনের সমান।

গ এখানে,

উচ্চতা, $h = 10 m$
 পানির ভর, $m = 1000 kg$
 ব্যয়িত শক্তি, $W = ?$

$$\text{আমরা জানি, } W = mgh$$

$$= 1000 kg \times 9.8 ms^{-2} \times 10 m$$

$$= 9.8 \times 10^4 \text{ J (Ans.)}$$

ঘ (গ) অংশ হতে, $W = 9.8 \times 10^4 \text{ J}$

$$\therefore \text{লভ্য ক্ষমতা, } P_{\text{out}} = \frac{W}{t}$$

$$\frac{9.8 \times 10^4 \text{ J}}{180 \text{ s}}$$

W

kW

$$\therefore \text{প্রাথমিক কর্মদক্ষতা, } \eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} = \frac{0.544}{2} \times 100\% = 27.22\%$$

$$\text{এখানে, } \eta = \frac{\frac{mgh}{t}}{P_{\text{in}}}$$

$$\text{আবার, } \eta' = \frac{m'g \frac{h'}{t'}}{P_{\text{in}}}$$

$$\therefore \frac{\eta'}{\eta} = \frac{m'gh'}{t'} \times \frac{t}{mgh}$$

$$\text{বা, } \frac{\eta'}{\eta} = \frac{m'}{m} [\because h = h' \text{ এবং } t' = t]$$

$$\text{বা, } m' = \frac{30}{27.22} \times 1000 \text{ kg} = 1102.13 \text{ kg} > m$$

কর্মদক্ষতা 30% করা হলে উত্তোলিত পানির পরিমাণ ধারণক্ষমতার চেয়ে বেশি হবে।

প্রশ্ন ৫৬ 4kW ক্ষমতার একটি ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা 35%। এটি দিয়ে 105sec এ 20m উপরে একটি বস্তু তোলা হল।

[বগুড়া সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়]

- ক. কর্মদক্ষতা কী? ১
খ. বল ও সরণের মান একই হলেও কাজ ধন্বক বা ঋণ্বক হয় কেন? ২
গ. বস্তুটির ভর নির্ণয় কর। ৩
ঘ. কর্মদক্ষতা দ্বিগুণ করলে একই সময়ে একই উচ্চতায় দ্বিগুণ ভরের বস্তু তোলা যাবে কি— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৫৬ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল এবং বলের দিকে বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্বের গুণফল দ্বারা কাজ পরিমাপ করা হয়। বল ও সরণের দিক একই দিকে থাকলে কাজ ধন্বক হয় কিন্তু বল ও সরণের মান একই হওয়া সত্ত্বেও তাদের দিক বিপরীত হলে কাজ ঋণ্বক হয়।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{ইঞ্জিনের ক্ষমতা, } P_{\text{in}} = 4 \text{ kW}$$

$$\text{ইঞ্জিনটির কর্মদক্ষতা, } \eta = 35\%$$

$$\text{সময়, } t = 105 \text{ s}$$

$$\text{উচ্চতা, } h = 20 \text{ m}$$

$$\therefore \text{প্রাপ্ত ক্ষমতা, } P_{\text{out}} = 0.35 \times 4 \text{ kW} = 1.4 \text{ kW}$$

বস্তুর ভর, $m = ?$
জানা আছে,

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

$$\text{বা, } 1.4 \times 10^3 = \frac{m \times 9.8 \times 20}{105}$$

$$\therefore m = 750 \text{ kg (Ans.)}$$

ঘ

জানা আছে,

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

$$\text{বা, } 0.70 = \frac{m'gh/t}{4 \times 10^3}$$

$$\text{বা, } m'gh/t = 0.7 \times 4 \times 10^3$$

$$\text{বা, } \frac{0.7 \times 4 \times 10^3 \times 105}{9.8 \times 20} = m'$$

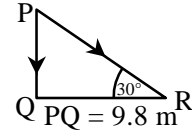
$$= 1500 \text{ kg}$$

$$\text{আবার, } \frac{m'}{m} = \frac{1500}{750} = 2$$

$$\text{বা, } m' = 2m$$

অতএব, কর্মদক্ষতা দ্বিগুণ করলে দ্বি-গুণ ভরের বস্তু তোলা যাবে।

প্রশ্ন ৫৭



[সরকারি এস.সি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, সুনামগঞ্জ]

- ক. দ্রুতি কাকে বলে? ১
খ. নিউটনের গতির ২য় সূত্র হতে কীভাবে ১ম সূত্র পাওয়া যায়? ২
গ. P বিন্দু হতে একটি মারবেল PR বরাবর পতিত হলে R বিন্দুতে বেগ কত হবে নির্ণয় করো। ৩
ঘ. উদ্দীপকের বস্তুটি PQ পথে পতিত হয় Q বিন্দুতে বেগ R বিন্দুর বেগের সমান হবে কিনা— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৫৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন বস্তুর একক সময়ে যেকোনো দিকে অতিক্রান্ত দূরত্ব হল দ্রুতি।

খ নিউটনের দ্বিতীয় সূত্র হতে আমরা পাই, বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার এর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক।

$$\text{অর্থাৎ, } F = ma$$

$$\text{বা, } F = m \frac{v - u}{t}$$

$$\text{বা, } Ft = m(v - u)$$

$$\text{এখন, বাহ্যিক বল প্রযুক্ত না হলে, } F = 0$$

$$\therefore 0 \times t = m(v - u)$$

$$\text{বা, } m(v - u) = 0$$

$$\text{বা, } v - u = 0$$

$$\therefore v = u$$

অর্থাৎ, বাহ্যিক বল প্রযুক্ত না হলে স্থির বস্তু চিরকাল স্থির থাকবে এবং গতিশীল বস্তু চিরকাল গতিশীল থাকবে। এটিই নিউটনের প্রথম সূত্র।

গ দেওয়া আছে,

$$PQ = 9.8 \text{ m}$$

$$\theta = 30^\circ$$

$$\therefore \sin 30^\circ = \frac{PQ}{PR}$$

$$\text{বা, } PR = \frac{9.8}{\sin 30^\circ} = 19.6 \text{ m}$$

PR তল বরাবর ঘর্ষণ বল আগ্রাহ্য করলে ত্বরণ,

$$a = g \sin 30^\circ = 9.8 \times \frac{1}{2} = 4.9 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{সরণ, } PR = s = 19.6 \text{ m}$$

$$\text{আদিবেগ, } u = 0$$

$$R \text{ বিন্দুতে বেগ, } v = ?$$

জানা আছে,

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

$$\text{বা, } v^2 = 0 + 2 \times 4.9 \times 19.6$$

$$\text{বা, } v^2 = 192.08$$

$$\therefore v = 13.86 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে,

$$PQ \text{ বরাবর সরণ বা উচ্চতা, } h = 9.8 \text{ m}$$

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

$$PQ \text{ পথে পতনের ফলে } Q \text{ বিন্দুতে বেগ, } v_1 = ?$$

আবার, 'গ' হতে পাই, PR নামার পর R বিন্দুতে মারবেলটির বেগ 13.86 ms^{-1}

$$\text{জানা আছে, } v_1^2 = u^2 + 2gh$$

$$\text{বা, } v_1^2 = 0 + 2 \times 9.8 \times 9.8$$

$$\text{বা, } v_1^2 = 192.08$$

$$\therefore v_1 = 13.86 \text{ ms}^{-1}$$

যা PR তল বরাবর পতনের সময় R বিন্দুতে অর্জিত বেগের সমান।

অতএব, বলা যায় উদ্দীপকের বস্তুটি PQ পথে পতিত হলে Q বিন্দুতে বেগ R বিন্দুতে বেগের সমান হবে।

প্রশ্ন ▶ ৫৮ 40 kg ভরের একটি বালক 10kg ভরের একটি বস্তু নিয়ে প্রতি 20 cm উচ্চতার 20টি সিঁড়ি 1 মিনিটে অতিক্রম করে ছাদে উঠে।

[লায়াস স্কুল এন্ড কলেজ, রংপুর]

- | | |
|--|---|
| ক. কর্মদক্ষতার সংজ্ঞা লিখ। | ১ |
| খ. দেখাও যে, ক্ষমতা লব্ধ রাশি। | ২ |
| গ. বালকটির ক্ষমতা নির্ণয় করো। | ৩ |
| ঘ. ছাদ থেকে বস্তুটি সরাসরি ভূমিতে পরার ক্ষেত্রে কত উচ্চতায় বিভবশক্তি গতি শক্তির অর্ধেক হবে? গাণিতিকভাবে বিশেষ-ষণ করো। | ৪ |

৫৮ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ যে সকল রাশি মৌলিক রাশির উপর নির্ভর করে বা মৌলিক রাশি থেকে লাভ করা যায় তাদেরকে লব্ধ রাশি বলে। কোন বস্তু বা ব্যক্তি

একক সময়ে যে কাজ সম্পাদন করে তাই তার ক্ষমতা। ক্ষমতার রাশিমালা থেকে আমরা পাই,

$$\text{ক্ষমতা} = \frac{\text{কাজ}}{\text{সময়}}$$

$$\text{বা, ক্ষমতা} = \frac{\text{ভর} \times \text{ত্বরণ} \times \text{সরণ}}{\text{সময়}} = \frac{\text{ভর} \times (\text{সরণ})^2}{(\text{সময়})^3}$$

ভর, সরণ ও সময় এই তিনটি মৌলিক রাশির উপর নির্ভরশীল হওয়ায় ক্ষমতা একটি লব্ধ রাশি।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{বস্তুসহ বালকের ভর, } m = (40 + 10) \text{ kg} = 50 \text{ kg}$$

$$\text{সরণ, } h = 20 \text{ cm} \times 20$$

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

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

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

$$\therefore \text{বালকটির ক্ষমতা, } P = ?$$

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

$$= \frac{50 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 4 \text{ m}}{60 \text{ s}}$$

$$= 32.67 \text{ Js}^{-1} = 32.67 \text{ W (Ans.)}$$

ঘ ৩১ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর: ভূমি থেকে 1.33m উচ্চতায়।

প্রশ্ন ▶ ৫৯ 50 kg ভরের একজন বালিকা সিঁড়ি দিয়ে 20 সেকেন্ডে ছাদে উঠল। সিঁড়িতে ধাপের সংখ্যা 40 টি এবং প্রতিটি ধাপের উচ্চতা 15 সেন্টিমিটার। [সৃজনী বিদ্যানিকেতন, পটুয়াখালী]

- | | |
|---|---|
| ক. কর্মদক্ষতা কী? | ১ |
| খ. সিঁড়ি দিয়ে ছাদে উঠতে বালিকাটির যতটুকু ক্লান্ডি লাগে কিন্তু ছাদ থেকে নীচে নেমে আসতে ততটুকু ক্লান্ডি লাগে না কেন?২ | |
| গ. বালিকাটি মোট কত উচ্চতায় উঠেছিল? | ৩ |
| ঘ. সিঁড়ি দিয়ে ছাদে উঠতে সে কত ক্ষমতা কাজে লাগালো? | ৪ |

৫৯ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ সিঁড়ি দিয়ে ছাদে উঠতে বালিকাটিকে অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কাজ করতে হয়। ফলে তাকে অভিকর্ষ বলের বিপরীতে বল প্রয়োগ করে ছাদে উঠতে হয়। তাছাড়া ছাদে উঠার সময় প্রতিনিয়ত বালিকাটির মধ্যে বিভব শক্তি জমা হতে থাকে। এ কারণে সিঁড়ি দিয়ে ছাদে উঠতে বালিকাটির বেশি ক্লান্ডি লাগে। কিন্তু নামার সময় বালিকাটিকে কোনো বল প্রয়োগ করতে হয় না। এক্ষেত্রে অভিকর্ষজ বল দ্বারাই কাজ সম্পাদিত হয়। তাছাড়া নামার সময় বালিকাটির মধ্যে সঞ্চিত বিভবশক্তি কমতে থাকে। ফলে নামার সময় বালিকাটির তত ক্লান্ডি লাগে না।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{বালিকাটি কর্তৃক অতিক্রান্ত সিঁড়ির ধাপের সংখ্যা, } n =$$

$$40$$

$$\text{প্রতিটি ধাপের উচ্চতা, } h_1 = 15 \text{ cm}$$

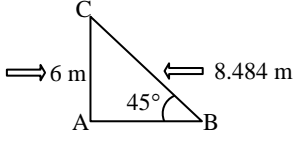
$$\text{বালিকাটি কর্তৃক মোট অতিক্রান্ত উচ্চতা, } h = ?$$

$$\begin{aligned} \therefore h &= nh_1 \\ &= (40 \times 15) \text{ cm} \\ &= 600 \text{ cm} \\ &= 6 \text{ m (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘ ৫৮ এর (গ) নং প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তর: 147 W

প্রশ্ন ▶ ৬০



B বিন্দু হতে 50kg ভরের একজন লোক 10 kg ভরের বোঝাসহ BC পথে C বিন্দুতে পৌঁছলো। $\angle ABC = 45^\circ$

[চট্টগ্রাম সরকারি উচ্চ বিদ্যালয়, চট্টগ্রাম]

- ক. গতিশক্তি কাকে বলে? ১
 খ. গতিশক্তি কখনো ঋণাত্মক হয় না— ব্যাখ্যা করো। ২
 গ. BC পথে কী পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হলো। নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. ঐ স্থান হতে অন্য পথে C বিন্দুতে গেলে কাজের পরিমাণের কি পার্থক্য হতো গাণিতিকভাবে নির্ণয় করো। ৪

৬০ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ ভর m ও বেগ v হলে গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2} mv^2$

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 দেওয়া আছে,

বোঝাসহ লোকের ভর, $m = 50 + 10 = 60 \text{ kg}$
 $\theta = \angle ABC = 45^\circ$

B থেকে C বিন্দুর দূরত্ব, $s = 8.484 \text{ m}$

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

বের করতে হবে, BC পথে সম্পাদিত কাজ, $W = ?$

এখানে, বলের সাথে সরণের মধ্যবর্তী কোণ,

$$\theta = \angle ACB = 90^\circ - \angle ABC = 90^\circ - 45^\circ = 45^\circ$$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} W &= Fx & \left| \begin{array}{l} x = \text{বলের দিকে সরণের উপাংশ} \\ = s \cos \theta \end{array} \right. \\ &= mg s \cos \theta \\ &= 60 \times 9.8 \times 8.484 \times \cos 45^\circ \\ &= 3527.47 \text{ J (Ans)} \end{aligned}$$

ঘ 'গ' অংশ হতে পাই,

BC পথে কৃত কাজ, $W = 3527.47 \text{ J}$

ধরি, লোকটি BC পথে না গিয়ে BAC পথে যায়।

অর্থাৎ, প্রথমে বোঝা নিয়ে B থেকে A বিন্দুতে যায়। এবং তারপর A থেকে C বিন্দুতে পৌঁছায়।

B থেকে A বিন্দুতে যেতে কাজ W_1 হলে,

$$\begin{aligned} W_1 &= Fs_1 \cos \theta_1 \\ &= mg s_1 \cos 90^\circ \\ &= mg s_1 \times 0 = 0 \text{ J} \end{aligned}$$

A থেকে C বিন্দুতে যেতে কৃত কাজ W_2 হলে,

$$\begin{aligned} W_2 &= Fs_2 \cos \theta_2 & \left| \begin{array}{l} A \text{ থেকে C বিন্দুর দূরত্ব, } s_2 = 6 \text{ m} \\ \text{বলের সাপেক্ষে সরণের দিক, } \theta_2 = 0^\circ \\ m = 60 \text{ kg} \end{array} \right. \\ &= mg s_2 \cos \theta_2 \\ &= 60 \times 9.8 \times 6 \times \cos 0^\circ \end{aligned}$$

$$= 3528 \text{ J} \quad | \quad g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{BAC পথে বোঝাসহ নিয়ে যেতে কৃত কাজ, } W' &= W_1 + W_2 \\ &= 0 + 3528 \\ &= 3528 \text{ J} \\ &\approx 3527.47 \text{ J} \end{aligned}$$

\therefore BC পথে কৃত কাজ = BAC পথে কৃতকাজ

সুতরাং, ঐ স্থান হতে অন্য পথে C বিন্দুতে গেলেও কাজের পরিমাণের কোনো পার্থক্য হবে না।

প্রশ্ন ▶ ৬১ একটি ইঞ্জিন প্রতি মিনিটে 2000 লিটার পানি 18 মিটার উঁচু একটি দালানের ছাদে তুলতে সক্ষম যার কর্মদক্ষতা 70%।

[পাবনা সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, পাবনা]

- ক. পৌড়ন কাকে বলে? ১
 খ. দেখাও যে, নির্দিষ্ট ভরের গতিশক্তি তার বেগের বর্গের সমানুপাতিক। ২
 গ. ইঞ্জিনটির লভ্য কার্যকর ক্ষমতা নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. যদি ইঞ্জিনটির কর্মদক্ষতা 10% হ্রাস পায় তবে পূর্বের চেয়ে কত সময় কম বা বেশি লাগবে। ৪

৬১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বাহ্যিক বলের প্রভাবে কোনো বস্তু মধ্য বিকৃতির সৃষ্টি হলে স্থিতিস্থাপকতার জন্য বস্তু ভিতরে একটি প্রতিরোধ বলের উদ্ভব হয়। বস্তু ভিতর একক ক্ষেত্রফলে লম্বভাবে উদ্ভূত এ প্রতিরোধকারী বলকে পৌড়ন বলে।

খ মনে করি m ভরের একটি স্থির বস্তুর উপর F বল প্রয়োগ করায় V বেগ প্রাপ্ত হলো। এ সময় বস্তুটি বলের দিকে S দূরত্ব অতিক্রম করে। বস্তুটিকে এই বেগ দিতে কৃত কাজই বস্তুর গতিশক্তি।

\therefore গতিশক্তি = কৃতকাজ

$$= \text{বল} \times \text{সরণ}$$

$$= F \times s$$

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

$$\text{আবার, } v^2 = u^2 + 2as$$

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

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

$$\text{বা, } E_k \propto v^2 \quad [\because m = \text{ধ্রুবক}]$$

অতএব, নির্দিষ্ট ভরের কোন বস্তুর গতিশক্তি তার বেগে বর্গের সমানুপাতিক।

গ ১৯ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১৯ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৬২ 2kg ভরের একটি বস্তুকে ভূমি থেকে 80 মিটার উচ্চতায় উঠিয়ে স্থির রাখা হল। অতপর বস্তুটিকে মুক্তভাবে ছেড়ে দেওয়া হল।

[বর্ডার গার্ড পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সিলেট]

- ক. কাজ কাকে বলে? ১
 খ. দেখাও যে, নির্দিষ্ট ভরের বস্তুর গতিশক্তি এর বেগের বর্গের সমানুপাতিক। ২
 গ. বস্তুটির ভূমিতে কত বেগে আঘাত করবে? ৩
 ঘ. ভূ-পৃষ্ঠ থেকে কত উচ্চতায় বস্তুটির বিভবশক্তি ও গতিশক্তি সমান হবে— গাণিতিক বিশ্লেষণকে মতামত দাও। ৪

৬২ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ কোনো গতিশীল বস্তু তার গতির জন্য কাজ করার যে সামর্থ্য অর্জন করে তাকে গতিশক্তি বলে। m ভরের কোন বস্তু যদি v বেগে গতিশীল হয় এবং এর ফলে বস্তুটির গতিশক্তি E_k হলে আমরা জানি,

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

যেহেতু বস্তুর ভর, m ধ্রুবক

$$\therefore E_k \propto v^2$$

অর্থাৎ, নির্দিষ্ট ভরের বস্তুর গতিশক্তি এর বেগের বর্গের সমানুপাতিক।

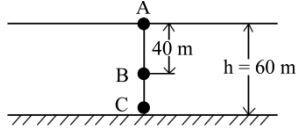
গ ১ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর: 39.6 ms^{-1}

ঘ ২৪ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর: 40m

প্রশ্ন ৬৩



চিত্রে 2kg ভরের একটি বস্তুকে A বিন্দু হতে মুক্তভাবে পড়তে দেওয়া হল। [কুমিল-ৱা মডার্ন হাই স্কুল, কুমিল-ৱা]

- কর্মদক্ষতা কি? ১
- কোনো বস্তুর গতিশক্তি 100J বলতে কী বুঝায়? ২
- কত উচ্চতায় বস্তুটির গতিশক্তি বিভবশক্তির অর্ধেক হবে? ৩
- A, B, C বিন্দুতে মোট শক্তি নির্ণয় করে দেখাও যে, বস্তুটি শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি মেনে চলে। ৪

৬৩ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ গতির জন্য কোনো গতিশীল বস্তু কাজ করার যে সামর্থ্য লাভ করে তাই গতিশক্তি। কোনো বস্তুর গতিশক্তি 100 J বলতে বুঝায়—

- বস্তুটি তার গতির জন্য 100 J কাজ করার সামর্থ্য লাভ করে।
- থেমে যাওয়ার আগে বস্তুটি তার গতির জন্য 100 J কাজ করতে পারবে।

গ ২০ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ১ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ৬৪ পপি ও মনির ভর যথাক্রমে 45kg ও 53kg। এদের প্রতিটি 20cm উঁচু 25টি সিঁড়ি অতিক্রম করতে সময় লাগে যথাক্রমে 12s ও 16s। [চট্টগ্রাম সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, চট্টগ্রাম]

- সাম্য বল কী? ১
- ঘর্ষণ একটি প্রয়োজনীয় উপদ্রব-ব্যাখ্যা কর। ২
- পপির কৃতকাজ নির্ণয় কর। ৩
- মনির শক্তি বেশি হলেও পপির ক্ষমতা বেশি- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৬৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লব্ধি শূন্য হয় অর্থাৎ বস্তুর কোনো ত্বরণ না হয়, তখন যেই বলগুলো এই সাম্যাবস্থা সৃষ্টি করে তাদেরকে সাম্য বল বলে।

খ দৈনন্দিন জীবনে ঘর্ষণকে কাজে লাগিয়ে আমরা হাঁটাচলা করি, বাড়িঘর নির্মাণ করি, প্রয়োজন অনুযায়ী গাড়ির দিক পরিবর্তন করি। কিন্তু ঘর্ষণের কারণে আবার শক্তির অপচয় হয়, যন্ত্রপাতির গতিশীল অংশ উত্তপ্ত হয়ে উঠে; যন্ত্রপাতির দক্ষতা নষ্ট হয়। দৈনন্দিন কাজে ঘর্ষণকে যেমন পুরোপুরি বাদ দেয়া যায় না তেমনি অনেক ক্ষেত্রে ঘর্ষণ আমাদের উপকারে আসে। এজন্যই ঘর্ষণকে একটি প্রয়োজনীয় উপদ্রব বলা হয়।

গ ৯ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ৯ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ৬৫ 105 মিটার গভীর কুয়া থেকে একটি পাম্পের সাহায্যে প্রতি মিনিট 1500 লিটার পানি উত্তোলন করা যায়। পাম্পের কর্মদক্ষতা 70%। [মাতৃপাঠ সরকারী বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, চাঁদপুর]

- ক্ষমতার এককের সংজ্ঞা দাও। ১
- কোন বস্তুর গতিশক্তি ঋণাত্মক হতে পারে কী? ব্যাখ্যা করো। ২
- পাম্পের কার্যকর ক্ষমতা নির্ণয় করো। ৩
- পাম্পের কর্মদক্ষতা 60% হলে সমপরিমাণ পানি তুলতে পূর্বাগ্রেফা কত সময় বেশি লাগবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৬৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ক্ষমতার একক ওয়াট কোন যন্ত্র বা ব্যক্তি 1 সেকেন্ডে 1J কাজ সম্পাদন করলে তার ক্ষমতাকে এক ওয়াট বা 1W বলে।

খ ভর m ও বেগ v হলে গতিশক্তি $E_k = \frac{1}{2} mv^2$

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 ১৯ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 25.725 kW

ঘ ১৯ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

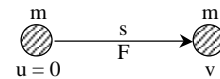
প্রশ্ন ৬৬ 100 kW এর একটি তড়িৎ মোটর 100 kg পানি 45 সেকেন্ডে 300 m উঁচু ছাদে তুলতে পারে। [গভর্নমেন্ট ল্যাবরেটরি হাই স্কুল, ময়মনসিংহ]

- সংরক্ষণশীল বল কাকে বলে? ১
- গতিশক্তির সাথে ভরবেগ কীভাবে সম্পর্কিত তা দেখাও। ২
- মোটরটির কর্মদক্ষতা কত? ৩
- মোটরটির কর্মদক্ষতা 90% হলে উলি-খিত সময়ে মোটরটির ব্যয়িত শক্তির পরিমাণ গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৬৬ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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



\therefore গতিশক্তি = কৃতকাজ = বল \times সরণ = Fs

বা, $E_k = mas$ [$\square F = ma$]

$$\text{কিন্তু, } v^2 = u^2 + 2as$$

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

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

আবার, আমরা জানি, ভরবেগ, $P = mv$

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

গ ১৫ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। **উত্তর:** 65.33%

ঘ ১৫ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। **উত্তর:** $4.05 \times 10^6 \text{ J}$

প্রশ্ন ▶ ৬৭ 40kg ভরের একটি বালক এবং 60kg ভরের একজন যুবক একটি ভবনের নিচতলা থেকে এক সাথে দৌড় শুরু করে দৌড়ে একই সময়ে ছাদের একই জায়গায় পৌঁছালেন। দৌড়ের সময় উভয়ের বেগ ছিল 30 m/min। [আঞ্জুমান আদর্শ সরকারি উচ্চ বিদ্যালয়, নেত্রকোণা]

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

৬৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো যন্ত্র বা ব্যক্তির একক সময়ে কাজ সম্পাদনের পরিমাণকে তার ক্ষমতা বলে।

খ 50 J কাজ বলতে বোঝায়—

- i. 1N বল প্রয়োগে বলের দিকে বলের প্রয়োগ বিন্দুর সরণ 50 m হলে যে কাজ সম্পন্ন হয় তার পরিমাণ 50 J.
ii. 50 N বল প্রয়োগে বলের দিকে বলের প্রয়োগ বিন্দুর সরণ 1 m হলে যে কাজ সম্পন্ন হয় তার পরিমাণ 50 J.

গ এখানে,

$$\text{যুবকের ভর, } m_1 = 60 \text{ kg}$$

$$\text{যুবকের বেগ, } v = 30 \text{ m/min} = \frac{30}{60} \text{ m/s} = 0.5 \text{ m/s}$$

$$\text{যুবকের গতিশক্তি, } E_{k_1} = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } E_{k_1} = \frac{1}{2} m_1 v^2$$

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

$$\therefore E_{k_1} = 7.5 \text{ J (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক অনুসারে,

$$\text{যুবকের ভর, } m_1 = 60 \text{ kg}$$

$$\text{বালকের ভর, } m_2 = 40 \text{ kg}$$

$$\text{উভয়ের বেগ, } v = 30 \text{ m/min} \\ = 0.5 \text{ m/s}$$

‘গ’ অংশ হতে, যুবকের গতিশক্তি, $E_{k_1} = 7.5 \text{ J}$

ধরি, ছাদে পৌঁছাতে উভয়ের সময় = $t \text{ s}$

$$\text{বালকের গতিশক্তি, } E_{k_2} = \frac{1}{2} m_2 v^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 40 \times (0.5)^2 \text{ J}$$

$$= 5 \text{ J}$$

$$\text{যুবকের ক্ষমতা, } P_1 = \frac{E_{k_1}}{t} = \frac{7.5}{t} \text{ W}$$

$$\text{বালকের ক্ষমতা, } P_2 = \frac{E_{k_2}}{t} = \frac{5}{t} \text{ W}$$

$$\text{সুতরাং, } \frac{P_1}{P_2} = \frac{7.5}{5} = 1.5$$

$$\therefore P_1 = 1.5 \times P_2$$

উপরোক্ত সমীকরণ থেকে বলা যায়, যেহেতু, $p_1 \neq p_2$, সেহেতু ছাদে উঠার ক্ষেত্রে দুইজনের ক্ষমতা সমান ছিল না।

প্রশ্ন ▶ ৬৮ শুভদের বাসায় ব্যবহৃত মটর মিনিটে $5.5 \times 10^5 \text{ kg}$ পানি 100m উপরে উঠাতে পারে। মটরটির দক্ষতা 70%। অপরদিকে তার নানা বাড়িতে 100m গভীর একটি কুয়া থেকে মটরের সাহায্যে প্রতি মিনিটে 1000 kg পানি উঠানো হয়। দ্বিতীয় মটরটি 980.02KJ তড়িৎ শক্তি ব্যবহার করে। [সিলেট সরকারি পাইলট উচ্চ বিদ্যালয়, সিলেট]

- ক. নিউক্লিয় ফিশন কী? ১
খ. “গতিশীল গাড়ীতে ব্রেক কষলে গাড়ী কিছুদূর গিয়ে থেমে যায়। এটি কোন ধরনের কাজ? ব্যাখ্যা করো। ২
গ. দ্বিতীয় মটর কর্তৃক অপচয়কৃত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় করো। ৩
ঘ. যদি দ্বিতীয় মটরটির ক্ষমতা 42% নষ্ট হয় তবে মোটর দুটির মধ্যে কোনটির কার্যকরী ক্ষমতা বেশী? গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

৬৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক উচ্চ গতিসম্পন্ন নিউট্রন কণিকা কোন নিউক্লিয়াসকে আঘাত করলে নিউক্লিয়াসটি ভেঙ্গে যায় এবং প্রচুর শক্তি মুক্ত হয়। নিউক্লিয়াসের এই বিভাজনই হলো নিউক্লিয় ফিশন।

খ গতিশীল গাড়ীতে ব্রেক কষলে গাড়ী কিছু দূর গিয়ে থেমে যায়। ব্রেক কষলে এক ধরনের প্রতিরোধ বলের উৎপন্ন হয় এবং গতি জড়তার কারণে গাড়ীটি কিছু সময় পরে একটু দূরে গিয়ে থেমে যায়। এক্ষেত্রে বল ও সরণ বিপরীতমুখী তাই কাজ ব্রেকজনিত এক্ষেত্রেও ঘর্ষণ জনিত লব্ধি বলের বিরুদ্ধে কৃতকাজ।

গ দেওয়া আছে,

$$2\text{য় মটরটির ব্যবহৃত তড়িৎশক্তি, } E = 980.02 \text{ kJ}$$

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

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

$$\text{কূপের গভীরতা, } h = 100 \text{ m}$$

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

পানি 100 m উঁচুতে তুলতে প্রয়োজনীয় বিভবশক্তি,

$$E_p = mgh$$

$$= 1000 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 100 \text{ m}$$

$$= 9.8 \times 10^5 \text{ J}$$

$$= 980 \text{ kJ}$$

$$\therefore \text{ অপচয়কৃত শক্তি} = (980.02 - 980) \text{ kJ}$$

$$= 0.02 \text{ kJ}$$

$$= 20 \text{ J (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে,

$$\text{দ্বিতীয় মোটর এর তড়িৎ শক্তি, } E = 980.02 \times 10^3 \text{ J}$$

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

$$2\text{য় মোটরের দক্ষতা, } \eta_2 = (100 - 42)\% = 58\%$$

১ম মোটরের ব্যবহৃত পানির ভর, $m = 5.5 \times 10^5 \text{ kg}$
 উচ্চতা, $h = 100 \text{ m}$
 সময়, $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$
 কর্মদক্ষতা, $\eta_1 = 70\% = 0.7$

$$2\text{য় মোটরের প্রদত্ত ক্ষমতা, } P_2 = \frac{E}{t} = \frac{980.02 \times 10^3 \text{ J}}{60 \text{ s}} = 16333.67 \text{ watt}$$

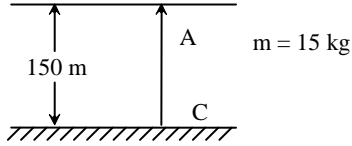
$$\therefore \text{কার্যকর ক্ষমতা, } P_2' = \eta_2 \times 16333.67 = 0.58 \times 16333.67 \text{ W} = 9473.5 \text{ W} = 9.473 \text{ kW}$$

আবার, ১ম মোটরের কার্যকর ক্ষমতা,

$$P_1' = \frac{mgh}{t} = \frac{5.5 \times 10^5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 100 \text{ m}}{60 \text{ s}} = 8.98 \times 10^6 \text{ watt} = 8983.33 \text{ kW}$$

যেহেতু ১ম মোটরের কার্যকর ক্ষমতা $>$ ২য় মোটরের কার্যকর ক্ষমতা।
 অর্থাৎ ১ম মোটরটি অধিক ক্ষমতা সম্পন্ন।

প্রশ্ন ▶ ৬৯ নিচের চিত্রটি লক্ষ্য কর:



[ফেনী সরকারি পাইলট উচ্চ বিদ্যালয়]

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

৬৯ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

আবার, সরণ যদি বলের সাথে θ কোণে হয় তবে কাজ হবে,
 $W = F \cos \theta$ ।

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

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

গ ১ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ২৪ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৭০ 2kg ভরের কোন বস্তুকে 10 মিটার উচ্চতা থেকে ফেলে দেওয়া হল। বস্তুটি বিনা বাঁধায় ভূমিতে পড়ে। এখানে অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8 ms^{-2} । [বি.এম স্কুল, বরিশাল]

- বিভব শক্তি কাকে বলে? ১
- তাপ ধারণ ক্ষমতা এবং আপেক্ষিক তাপের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করো। ২
- কত উচ্চতায় বিভব শক্তি গতিশক্তির দুই-তৃতীয়াংশ হবে নির্ণয় করো। ৩
- উদ্দীপকের পড়লুড় বস্তুটি শক্তি সংরক্ষণশীলতার নীতিতে সমর্থন করে কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৭০ 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 1 kg ভরের কোন পদার্থের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ তাপশক্তির প্রয়োজন হয়, তাকে ঐ পদার্থের উপাদানের আপেক্ষিক তাপ বলে। একে S দ্বারা প্রকাশ করা হয়। গাণিতিকভাবে,

$$S = \frac{\Delta Q}{m \Delta \theta} \dots \dots (i)$$

এখানে, ΔQ

m = পদার্থের ভর

$\Delta \theta$ = তাপমাত্রা বৃদ্ধি

কোন পদার্থের (যে কোন পরিমাণের) তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ তাপশক্তি প্রয়োজন হয়, তাকে ঐ নির্দিষ্ট পরিমাণ পদার্থের তাপধারণ ক্ষমতা বলে।

$$\text{গাণিতিকভাবে, } C = \frac{\Delta Q}{\Delta \theta} \dots \dots (ii)$$

এখানে, C = তাপধারণ ক্ষমতা

(ii) \div (i) করে থেকে পাই,

$$C = mS$$

\therefore তাপধারণ ক্ষমতা = ভর \times আপেক্ষিক তাপ।

গ ৩১ এর (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

ঘ ১ এর (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৭১ একটি আবাসিক এলাকায় পানি সরবরাহের জন্য দুটি ট্যাঙ্কে দুটি ট্যাংক T_1 ও T_2 স্থাপন করা হয়েছে। T_1 ও T_2 ট্যাংক দুটি ভূমি থেকে যথাক্রমে 20m ও 50m উপরে রাখা আছে। T_1 ট্যাংকটি পূর্ণ করতে 5HP ক্ষমতার একটি পাম্পের 5 মিনিট সময় লাগে। T_2 ট্যাংকটি পূর্ণ করতে 7HP ক্ষমতার একটি পাম্পের 6 মিনিট সময় লাগে। [চট্টগ্রাম কলেজিয়েট স্কুল, চট্টগ্রাম]

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

৭১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক অভিকর্ষ বলের বিপরীতে কোনো বস্তুকে স্বাভাবিক অবস্থান হতে উপরে তোলা হলে বস্তু কাজ করার যে সামর্থ্য লাভ করে তাকে অভিকর্ষজ বিভব শক্তি বলে।

খ দুটি বস্তুর প্রত্যক্ষ সংস্পর্শ ছাড়াই যে বল ক্রিয়া করে তাই হলো অস্পর্শ বল। আবার মহাবিশ্বের যে কোনো দুটি বস্তুর মধ্যকার আকর্ষণ

বলই মহাকর্ষ বল। মহাকর্ষ বলের ক্ষেত্রে বস্তুদ্বয়ের মধ্যে কোনো সংস্পর্শ নেই তবুও এই বল কাজ করে। এ কারণে মহাকর্ষ বল হচ্ছে দুর্বল বল। যেহেতু মহাকর্ষ বলেও দুটি বস্তুর কোন প্রত্যক্ষ সংস্পর্শ নেই, অতএব মহাকর্ষ বল একটি অস্পর্শ বল।

গ উদ্দীপক হতে পাই,

ভূমি হতে T_2 ট্যাঙ্কের উচ্চতা, $h = 50$ m

দেওয়া আছে,

বস্তুর ভর, $= 0.40$ gm

বস্তুর আদিবেগ, $u = 0$ ms⁻¹

ধরি, ভূমি স্পর্শ করার পূর্বমুহূর্তে বস্তুর বেগ $= v$

গতিশক্তি, $E_k = ?$

জানা আছে, $g = 9.8$ ms⁻²

আমরা জানি, $v^2 = u^2 + 2gh$

বা, $v^2 = 0 + 2 \times 9.8 \times 50$

বা, $v^2 = 980$

$\therefore v = 31.305$ ms⁻¹

সুতরাং, ভূমি স্পর্শ করার পূর্বমুহূর্তে বস্তুর বেগ $= 31.305$ ms⁻¹

আমরা জানি, $E_k = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.40 \times 31.305^2$
 $= 6.261$ J

\therefore ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে বস্তুর গতিশক্তি $= 6.261$ J (Ans.)

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

ভূমি হতে T_1 ট্যাঙ্কের উচ্চতা, $h_1 = 20$ m

T_1 ট্যাঙ্ক পূর্ণ করতে ব্যবহৃত পাম্পের ক্ষমতা, $P_1 = 7$ H.P.
 $= 5 \times 746$

W

$= 3730$ W

T_1 ট্যাঙ্ককে পানিপূর্ণ করতে প্রয়োজনীয় সময়, $t_1 = 5$ মিনিট
 $= (5 \times 60)$ s
 $= 300$ s

ভূমি হতে ট্যাঙ্কের উচ্চতা, $h_2 = 50$ m

T_1 ট্যাঙ্ক পূর্ণ করতে ব্যবহৃত পাম্পের ক্ষমতা, $P_2 = 7$ H.P.
 $= 7 \times 746$

W

$= 5222$ W

T_1 ট্যাঙ্ককে পানিপূর্ণ করতে প্রয়োজনীয় সময়, $t_2 = 6$ মিনিট
 $= (6 \times 60)$ s
 $= 360$ s

এখন, ট্যাঙ্ক দুটির মধ্যে যার আকার বড় হবে, তার পানিপূর্ণ অবস্থায় তার মধ্যস্থিত পানির পরিমাণ বেশি হবে।

ধরি, T_1 ট্যাঙ্কে পানিপূর্ণ অবস্থায় পানির ভর $= m_1$ kg

T_2 ট্যাঙ্কে পানিপূর্ণ অবস্থায় পানির ভর $= m_2$ kg

আমরা জানি, T_1 ট্যাঙ্কের জন্য, $P_1 = \frac{m_1 gh_1}{t_1}$

বা, $m_1 gh_1 = P_1 t_1$

বা, $m_1 = \frac{P_1 t_1}{gh_1}$

বা, $m_1 = \frac{3730 \times 300}{9.8 \times 20}$

$\therefore m_1 = 5709.184$ kg

আবার, T_2 ট্যাঙ্কের ক্ষেত্রে, $P_2 = \frac{m_2 gh_2}{t_2}$

বা, $m_2 gh_2 = P_2 t_2$

বা, $m_2 = \frac{P_2 t_2}{gh_2}$

বা, $m_2 = \frac{5222 \times 360}{9.8 \times 50}$

$\therefore m_2 = 3836.571$ kg

আমরা জানি, 1 kg পানির আয়তন $= 1$ L

সুতরাং, T_1 ট্যাঙ্কের সম্পূর্ণ পানির আয়তন $= 5709.184$ L

এবং T_2 ট্যাঙ্কের সম্পূর্ণ পানির আয়তন $= 3836.571$ L

অতএব, T_1 ট্যাঙ্কের পানি ধারণ ক্ষমতা T_2 ট্যাঙ্কের চেয়ে বেশি।

তাই, ট্যাঙ্কে দুটির মধ্যে T_1 ট্যাঙ্কের আকার বড় হবে।

প্রশ্ন ৭২ সরকার বিদ্যুৎ শক্তির ক্রমবর্ধমান চাহিদা পূরণের জন্য রূপপুরে পারমাণবিক বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্র স্থাপনের সিদ্ধান্ত নিয়েছে। যার বিদ্যুৎ উৎপাদন ক্ষমতা 2500 MW. [মতিঝিল সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়]

ক. নিউক্লিয় শক্তি কাকে বলে? ১

খ. বল প্রয়োগ করলে সকল ক্ষেত্রে কাজ সম্পন্ন হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকে উল্লেখিত বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্রটি একদিনে কত জুল বিদ্যুৎ শক্তি উৎপাদন করতে পারবে তা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বিদ্যুৎ কেন্দ্রটির কর্মদক্ষতা 62.5% হলে এবং সবটুকু ভর প্রদত্ত শক্তিতে রূপান্তরিত হলে প্রকল্পটি এক বছর চালালে কি পরিমাণ জ্বালানী ব্যবহৃত হবে-তা নির্ণয় কর। ৪

৭২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক উচ্চ গতিসম্পন্ন নিউট্রন কণিকা কোনো নিউক্লিয়াসকে আঘাত করে নিউক্লিয়াসটি ভাঙলে সে শক্তি উৎপন্ন হয় বা দুটি পরমাণুর নিউক্লিয়াসকে একত্রে যুক্ত করতে যে পরিমাণ শক্তি ব্যয় হয়, তাই নিউক্লিয় শক্তি।

খ কোনো বস্তু ওপর F বল প্রয়োগের ফলে বলের দিকের সাথে θ কোণে s সরণ ঘটলে কৃতকাজ, $W = Fscos\theta$

$F \neq 0$ হওয়া সত্ত্বেও $W = 0$ হতে পারে যদি $s = 0$ অথবা $cos\theta = 0$ অর্থাৎ $\theta = 90^\circ$ হয়। অর্থাৎ বল প্রয়োগ করা সত্ত্বেও বস্তু সরণ না ঘটে অথবা সরণ ঘটলেও যদি তা বলের লম্বদিকে ঘটে তবে কৃতকাজ শূন্য হয়। সুতরাং বল প্রয়োগ করলে সকল ক্ষেত্রে কাজ সম্পন্ন হয় না।

গ দেওয়া আছে,

বিদ্যুৎ কেন্দ্রের উৎপাদন ক্ষমতা, $P = 2500$ MW
 $= 2500 \times 10^6$ W

সময়, $t = 24$ h

$= 24 \times 3600$ s

উৎপাদিত বিদ্যুৎ শক্তির পরিমাণ, $W = ?$

আমরা জানি,

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

বা, $W = Pt$

$= 2500 \times 10^6 \times 24 \times 3600$ J

$= 2.16 \times 10^{14}$ J (Ans.)

ঘ দেওয়া আছে,

কর্মদক্ষতা, $\eta = 62.5\%$

$= 0.625$

$$\therefore \text{কার্যকর ক্ষমতা} = 0.625 \times 2500 \times 10^6 \text{ W}$$

$$= 1.5625 \times 10^9 \text{ W}$$

1 বছরে অর্থাৎ, $365 \times 24 \times 3600 \text{ s}$ এ উৎপন্ন শক্তি $= (1.5625 \times 10^9 \times 365 \times 24 \times 3600) \text{ J}$

$$= 4.9275 \times 10^{16} \text{ J}$$

আবার, আমরা জানি,

$$E = mc^2$$

এখানে,

$$E = 4.9275 \times 10^{16} \text{ J}$$

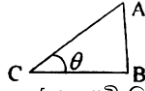
$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\therefore m = \frac{E}{c^2} = \frac{4.9275 \times 10^{16}}{(3 \times 10^8)^2} \text{ kg}$$

$$= 0.5475 \text{ kg}$$

অতএব, বিদ্যুৎ কেন্দ্রটির কর্মদক্ষতা 62.5% হলে এবং সবটুকু ভর শক্তিতে রূপান্তরিত হলে প্রকল্পটিতে 1 বছরে 0.5475 kg জ্বালানি ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্ন ৭৩ A বিন্দুতে m ভরের একটি বস্তু স্থির রয়েছে। AC একটি ঘর্ষণমুক্ত তল θ কোণে আনত। $AB = h$ ।



[রাজশাহী বিশ্ববিদ্যালয় স্কুল এন্ড কলেজ]

- ক. বিভব শক্তি কাকে বলে? ১
- খ. বায়োমাস শক্তি বলতে কী বোঝ? ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. m ভরের বস্তুটিকে মুক্তভাবে ছেড়ে দিলে B এবং C বিন্দুতে বেগ θ এর উপর নির্ভরশীল নয়— প্রমাণ করো। ৩
- ঘ. দেখাও যে, মুক্তভাবে গতিশীলতার ক্ষেত্রে B ও C বিন্দুতে পতনকাল সমান নয়। ৪

৭৩ 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 বিভবশক্তি বলে।

খ বায়োমাস শক্তি হচ্ছে সৌরশক্তির একটি ক্ষুদ্র ভগ্নাংশ যা সবুজ গাছ পালা দ্বারা রূপান্তরিত হয়ে গাছপালার বিভিন্ন অংশে মজুদ থাকে। শক্তিতে রূপান্তরিত যোগ্য জৈব পদার্থসমূহ হচ্ছে বায়োমাস। গাছ-গাছালী, জ্বালানি কাঠ, কাঠের বর্জ্য, শস্য, ধানের তুষ ও কুড়া, লাতা-পাতা, পশু-পাখির মল, পৌর বর্জ্য ইত্যাদি জৈব পদার্থসমূহ বায়োমাস শক্তির উৎস। বায়োমাস প্রধানত কার্বন ও হাইড্রোজেন দ্বারা গঠিত।

বায়োমাস শক্তি নবায়নযোগ্য।

গ দেয়া আছে,

$$AB = h, \text{ আদি বেগ} = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore \sin \angle ACB = \sin \theta = \frac{AB}{AC}$$

$$\text{বা, } AC = \frac{AB}{\sin \theta}$$

$$\therefore AC = \frac{h}{\sin \theta}$$

AC তল বরাবর ত্বরণ, $a = g \sin \theta$

B বিন্দুতে পতনের ক্ষেত্রে,

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

$$\text{বা, } v^2 = 0 + 2gh$$

$$\therefore v = \sqrt{2gh}$$

θ কোণে আনত AC তল বরাবর পতনের ক্ষেত্রে, C বিন্দুতে বেগ v' হলে,

$$v'^2 = u^2 + 2.a.AC$$

$$\text{বা, } v'^2 = 0 + 2.g \sin \theta \cdot \frac{h}{\sin \theta}$$

$$\therefore v' = \sqrt{2gh}$$

অতএব, B ও C বিন্দুতে বেগ θ এর উপর নির্ভরশীল নয়।

ঘ উদ্দীপকের m ভরের বস্তুটির, B বিন্দুতে পতনের ক্ষেত্রে, আদি বেগ, $u = 0$

B বিন্দুতে পতনের ক্ষেত্রে উচ্চতা, $AB = h$

প্রয়োজনীয় সময়, $t = ?$

$$\text{জানা আছে, } h = ut + \frac{1}{2} gt^2$$

$$\text{বা, } h = 0 + \frac{gt^2}{2}$$

$$\therefore t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

আবার, θ কোণে আনত AC তলে C বিন্দুতে পতনের ক্ষেত্রে,

$$\text{অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s = AC = \frac{h}{\sin \theta}$$

$$\text{ত্বরণ, } a = g \sin \theta$$

$$\text{প্রয়োজনীয় সময়, } t_1 = ?$$

$$\text{জানা আছে, } s = ut_1 + \frac{1}{2} at_1^2$$

$$\text{বা, } \frac{h}{\sin \theta} = 0 + \frac{1}{2} g \sin \theta \cdot t_1^2$$

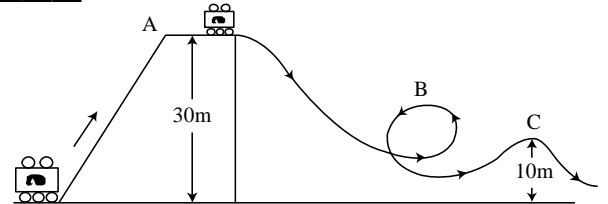
$$\text{বা, } g \sin^2 \theta t_1^2 = 2h$$

$$\therefore t_1 = \frac{1}{\sin \theta} \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

সুতরাং, $t \neq t_1$

অতএব, মুক্তভাবে গতিশীলতার ক্ষেত্রে B ও C বিন্দুতে পতনকাল সমান নয়।

প্রশ্ন ৭৪



একটি 5.5 kW ক্ষমতার বৈদ্যুতিক মোটর যাত্রীসহ 1000kg ভরের একটি রোলার কোস্টারকে ভূমি থেকে 30m উচ্চতায় A বিন্দুতে উঠাতে 1 মিনিট সময় নেয়। এরপর কোস্টারটি এর ট্র্যাকে প্রায় ঘর্ষণবিহীন ভাবে চলে। [অগ্রণী স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

ক. ক্ষমতা কী? ১

খ. বল প্রয়োগ করা সত্ত্বেও কাজ শূন্য হতে পারে কীভাবে? ২

গ. মোটরটির কর্মদক্ষতা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. ট্র্যাকে শক্তির কোন অপচয় না হলে C বিন্দুতে কোস্টারটির বেগ কত হবে? ৪

৭৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তু একক সময়ে যে কাজ করতে পারে তা হলো ঐ বস্তুর ক্ষমতা।

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

গ এখানে, মোটরটির মোট ক্ষমতা, $P = 5.5 \text{ kW} = 5.5 \times 10^3 \text{ W}$

মোটর কর্তৃক উত্তোলিত ভর, $m = 1000 \text{ kg}$

উচ্চতা, $h = 30 \text{ m}$

সময়, $t = 1 \text{ মিনিট} = 60 \text{ sec}$

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

\therefore মোটরটির কার্যকর ক্ষমতা, $P' = \frac{mgh}{t} = \frac{1000 \times 9.8 \times 30}{60}$

W

$$= 4900 \text{ W}$$

\therefore মোটরটির কর্মদক্ষতা, $\eta = \frac{P'}{P} \times 100\% = \frac{4900}{5.5 \times 10^3} \times 100\%$

$$= 89.09\% \text{ (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে, A বিন্দুর উচ্চতা, $h_1 = 30 \text{ m}$

C বিন্দুর উচ্চতা, $h_2 = 10 \text{ m}$

কোস্টারটির ভর, $m = 1000 \text{ kg}$

C বিন্দুতে কোস্টারটির বেগ, $v = ?$

A বিন্দুতে কোস্টারটির সমস্ত শক্তিই বিভবশক্তি।

\therefore A বিন্দুতে কোস্টারটির মোটশক্তি, $E_A = mgh_1$

C বিন্দুতে কোস্টারটির বিভব শক্তি ও গতিশক্তি উভয়ই থাকবে।

C বিন্দুতে কোস্টারটির বিভব শক্তি, $E_{pc} = mgh_2$

C বিন্দুতে কোস্টারটির গতিশক্তি, $E_{kc} = \frac{1}{2} mv^2$

\therefore C বিন্দুতে কোস্টারটির মোট শক্তি, $E_c = E_{pc} + E_{kc}$

$$= mgh_2 + \frac{1}{2} mv^2$$

ট্র্যাকে শক্তির কোনো অপচয় হয় না।

\therefore C বিন্দুতে মোটশক্তি = A বিন্দুতে মোটশক্তি

$$\text{বা, } mgh_2 + \frac{1}{2} mv^2 = mgh_1$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} v^2 = g(h_1 - h_2)$$

$$\text{বা, } v^2 = 2g(h_1 - h_2)$$

$$\therefore v = \sqrt{2g(h_1 - h_2)} = \sqrt{2 \times 9.8 \times (30 - 10)} \text{ ms}^{-1}$$

$$= 19.798 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, C বিন্দুতে কোস্টারটির বেগ হবে 19.798 ms^{-1} ।

প্রশ্ন ▶ ৭৫ 110m দৌড় প্রতিযোগিতায় করিম রহিমকে 1s এ পরাজিত করে। করিম ও রহিমের ভর যথাক্রমে 30kg ও 28 kg। রহিমের বেগ 10 ms^{-1} । রহিম 10kg ভরের একটি বস্তুকে প্রতিটি 20cm উচ্চতার 30টি সিঁড়ি বেয়ে উপরে তুলতে 15s সময় নিল।

[শ্রীমঙ্গল সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, মৌলভীবাজার]

ক. গতিশক্তির একক কী? ১

খ. কাজ ও ক্ষমতার পার্থক্য নির্ণয় কর। ২

গ. রহিমের ক্ষমতা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. দৌড় প্রতিযোগিতায় কার গতিশক্তি বেশি? ৪

৭৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক গতিশক্তির একক জুল (J)।

খ কাজ ও ক্ষমতার পার্থক্য নিচে দেওয়া হল।

নং	কাজ	ক্ষমতা
i.	কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল ও বলের দিকে বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্বের গুণফল দ্বারা কাজ পরিমাণ করা হয়।	কোনো বস্তু বা ব্যক্তি একক সময়ে কতটুকু কাজ করল তা দ্বারা ক্ষমতা পরিমাপ করা হয়।
ii.	কাজের পরিমাণ নির্ভর করে প্রযুক্ত বলের উপর এবং অতিক্রান্ত দূরত্বের উপর।	ক্ষমতার পরিমাণ নির্ভর করে কাজ করার বা শক্তি রূপান্তরের হারের উপর।
iii.	কাজের একক ও মাত্রা যথাক্রমে 'J' ও ML^2T^{-2}	ক্ষমতার একক ও মাত্রা 'W' ও ML^2T^{-3}

গ এখানে, রহিমের ভর, $m = 28 \text{ kg}$

বস্তুসহ রহিমের ভর, $m' = (10 + 28) \text{ kg} = 38 \text{ kg}$

উচ্চতা, $h = 20 \text{ cm} \times 30 = 600 \text{ cm} = 6 \text{ m}$

সময়, $t = 15 \text{ s}$

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

ক্ষমতা, $P = ?$

আমরা জানি,

$$P = \frac{W}{t} = \frac{m'gh}{t} = \frac{38 \times 9.8 \times 6}{15}$$

$$= 148.96 \text{ W (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক হতে, করিমের ভর, $m_1 = 30 \text{ kg}$

রহিমের ভর, $m_2 = 28 \text{ kg}$

রহিমের বেগ, $v_2 = 10 \text{ ms}^{-1}$

ধরি, করিমের বেগ = $v_1 \text{ ms}^{-1}$

দূরত্ব, $s = 110 \text{ m}$

এখন, 110 m পৌছাতে রহিমের প্রয়োজনীয় সময় t_2 হলে,

$$s = v_2 t_2$$

$$\text{বা, } t_2 = \frac{s}{v_2} = \frac{110}{10} = 11 \text{ s}$$

\therefore 110m পৌছাতে করিমের প্রয়োজনীয় সময়, $t_1 = t_2 - 1 = (11 - 1) \text{ s} = 10 \text{ s}$

$$\therefore \text{ করিমের বেগ, } v_1 = \frac{s}{t_1} = \frac{110}{10} = 11 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore \text{ করিমের গতিশক্তি, } E_{k_1} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} \times 30 \times (11)^2 = 1815 \text{ J}$$

J

$$\therefore \text{ রহিমের গতিশক্তি, } E_{k_2} = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} \times 28 \times (10)^2 = 1400 \text{ J}$$

এখানে, $E_{k_1} > E_{k_2}$

অতএব, দৌড় প্রতিযোগিতায় করিমের গতিশক্তি বেশী।

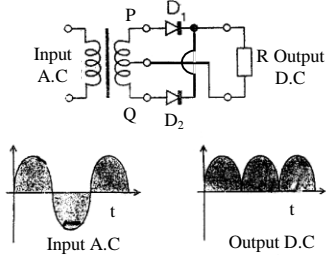
প্রশ্ন ▶ ৭৬ 2 kg ভরের একটি বস্তুকে 86 ms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে ছুঁড়লে একটি নির্দিষ্ট উচ্চতায় উঠে আবার পড়তে বস্তুর ন্যায় মুক্তভাবে ভূমিতে পতিত হলো। [বাংলাদেশ নৌবাহিনী স্কুল এন্ড কলেজ, চট্টগ্রাম]

- ক. বায়োমাস কী? ১
 খ. p-n জংশন কিভাবে রেকটিফায়ার হিসাবে কাজ করে ব্যাখ্যা করো। ২
 গ. বস্তুটি ছুঁড়ে মারার 6 sec পর গতিশক্তি কত হবে? ৩
 ঘ. দেখাও যে, ভূমি হতে 40 মিটার উপরে বস্তুটির যান্ত্রিক শক্তি ভূমিকে স্পর্শ করার মুহূর্তে গতিশক্তির সমান। ৪

৭৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে জৈব পদার্থকে শক্তিতে রূপান্তরিত করা যায় তাদেরকে বায়োমাস বলে।

খ রেকটিফায়ার এর কাজ তড়িৎ প্রবাহকে একমুখী করা।
 চিত্রে একটি p-n জংশন দেখানো হয়েছে। এটি একমুখীকারক হিসেবে ব্যবহৃত হয়। দুটি p-n জংশন ব্যবহার করে পূর্ণ তরঙ্গকে একমুখীকরণ করা হয়।



ইনপুট থেকে পরিবর্তী প্রবাহের অর্ধ চক্রের জন্য যখন P প্রান্ত ধনাত্মক হয় তখন D_1 ডায়োডে সম্মুখ বোঁকের জন্য একমুখী প্রবাহ আউটপুট পাওয়া যায়। কিন্তু Q প্রান্ত ঋণাত্মক থাকার জন্য D_2 ডায়োডের ভিতর দিয়ে প্রবাহ যাবে না। পরিবর্তী অর্ধচক্রে Q প্রান্ত ধনাত্মক হওয়ার জন্য D_2 ডায়োড সম্মুখ বোঁকে থাকবে এবং এর ভিতর দিয়ে আবার একমুখী প্রবাহ পাওয়া যায়। এভাবে A.C. কে D.C. তে রূপান্তরিত করে।

গ প্রদত্ত উপাত্ত থেকে, বস্তুর ভর, $m = 2\text{kg}$

বস্তুর আদিবেগ, $u = 86\text{ ms}^{-1}$

উপরের দিকে মন্দন, $a = -g$

ধরি, 6 sec পর বস্তুটির গতি v হবে

আমরা জানি, $v = u - gt$

বা, $v = 86 - 9.8 \times 6$

$= 27.2\text{ ms}^{-1}$ [v ধনাত্মক, তাই বস্তুটি উর্ধ্বমুখী]

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

$$= \frac{1}{2} \times 2 \times (27.2)^2$$

$$= 739.84\text{ J (Ans.)}$$

ঘ 40 m উচ্চতায় বস্তুটির বেগ (v) হবে

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

$$\text{বা, } v^2 = 86^2 - 2 \times 9.8 \times 40$$

$$\text{বা, } v^2 = 6612$$

$$\text{বা, } v = 81.314\text{ ms}^{-1}$$

\therefore 40 m উচ্চতায় বিভবশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$$= 6612\text{ J}$$

\therefore 40 m উচ্চতায় গতিশক্তি, $E_p = mgh = 2 \times 9.8 \times 40 = 784\text{ J}$

\therefore 40 m উচ্চতায় যান্ত্রিক শক্তি = বিভবশক্তি + গতিশক্তি

$$= (784 + 6612)\text{ J} = 7396\text{ J}$$

ভূমিস্পর্শ করার ঠিক পূর্ব মুহূর্তে বেগ v' হলে,

$$v'^2 = u^2 - 2gH$$

$$\text{বা, } v'^2 = 86^2 - 2g \times 0 \quad [\text{ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে, } H = 0]$$

$$\text{বা, } v'^2 = 86^2 = 7396$$

ভূমি স্পর্শের মুহূর্তে গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 7396 =$

$$7396\text{ J}$$

অর্থাৎ, ভূমি থেকে 40m উপরে বস্তুটির যান্ত্রিক শক্তি ভূমিকে স্পর্শ করার মুহূর্তের গতিশক্তির সমান।

প্রশ্ন ৭৭ দুটি ভারী বস্তু একই সাথে ওপর থেকে ফেলা হলো। প্রথমটি ফেলা হলো 122.5 m ওপর থেকে এবং দ্বিতীয়টি ফেলা হলো 200 m ওপর থেকে। ($g = 9.8\text{ ms}^{-2}$)

[আর্মড পুলিশ ব্যাটালিয়ন পাবলিক স্কুল ও কলেজ, বগুড়া]

ক. সরণ কাকে বলে? ১

খ. সরল দোলকের গতি স্পন্দন গতি কেন? ২

গ. প্রথম বস্তুর ভূমিতে পৌঁছানোর সময় বের করো। ৩

ঘ. দ্বিতীয় বস্তুর ভর 2 kg হলে প্রথম বস্তুর মাটিতে পড়ার সময় দ্বিতীয় বস্তুর গতিশক্তিও বিভব শক্তি তুলনা করো। ৪

৭৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট দিকে কোনো বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনকে সরণ বলে।

খ পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তু যদি পর্যায়কালের অর্ধেক সময় কোনো নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় একই পথে তার বিপরীত দিকে চলে তবে এর গতিকে স্পন্দন গতি বলে। সরল দোলকের গতির ক্ষেত্রে দোলকের বব পর্যায়কালের অর্ধেক সময় যেদিকে চলে। বাকি অর্ধেক সময় তার বিপরীত দিকে চলে। তাই সরল দোলকের গতি স্পন্দন গতি।

গ দেওয়া আছে,

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

ভূমি থেকে প্রথম বস্তুর উচ্চতা, $h = 122.5\text{ m}$

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

ভূমিতে পৌঁছানোর সময়, $t = ?$

$$\text{আমরা জানি, } h = ut + \frac{1}{2}gt^2$$

$$\text{বা, } 122.5 = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 9.8 \times t^2$$

$$\text{বা, } t^2 = \frac{122.5}{4.9} = 25$$

$$\therefore t = 5\text{ s (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে,

দ্বিতীয় বস্তুর ভর, $m = 2\text{ kg}$

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

'গ' অংশ থেকে পাই, প্রথম বস্তুর মাটিতে পড়ার সময় $t = 5\text{ s}$

মনে করি, 5s সময়ে দ্বিতীয় বস্তুটি C বিন্দুতে পৌঁছায়।

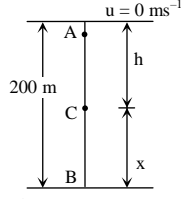
এখানে অতিক্রান্ত দূরত্ব h হলে,

$$= \frac{1}{2} \times 2 \times (81.314)^2$$

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

$$\text{বা, } h = 0 \times 5 + \frac{1}{2} \times 9.8 \times (5)^2$$

$$h = 122.5\text{ m}$$



C বিন্দুতে দ্বিতীয় বস্তুর বেগ v হলে,

আমরা জানি, $v = u + gt$

$$\text{বা, } v = 0 + 9.8 \times 5$$

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

\therefore C বিন্দুতে ২য় বস্তুর গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2} mv^2$

$$\text{বা, } E_k = \frac{1}{2} \times 2 \times (49)^2$$

$$E_k = 2401 \text{ J}$$

ভূমি থেকে C বিন্দুটির উচ্চতা, $x = 200 - h = (200 - 122.5) \text{ m}$

$$= 77.5 \text{ m}$$

\therefore C বিন্দুতে দ্বিতীয় বস্তুর বিভবশক্তি E_p হলে,

আমরা জানি, $E_p = mgx = 2 \times 9.8 \times 77.5$

$$E_p = 1519 \text{ J}$$

\therefore C বিন্দুতে দ্বিতীয় বস্তুর গতিশক্তি ও বিভবশক্তির অনুপাত হলো,

$$\frac{E_k}{E_p} = \frac{2401}{1519} = 1.58$$

$$\therefore E_k = 1.58 E_p$$

\therefore প্রথম বস্তুর মাটিতে পড়ার সময় দ্বিতীয় বস্তুর গতিশক্তি তার বিভবশক্তির 1.58 গুণ।

সৃজনশীল প্রশ্নব্যাংক

প্রশ্ন-▶ ভূমি থেকে 20 m উচ্চতায় 2 kg ভরের একটি বস্তু রাখা আছে। কোনো এক সময় বস্তুটিকে উপর থেকে ফেলে দেওয়া হলো। বস্তুটি যতই নিচের দিকে নামতে থাকে এর গতিশক্তি ততই বৃদ্ধি পেতে থাকে।

- ক. বলের বিরুদ্ধে কাজ কী? ১
- খ. অভিকর্ষজ বিভব শক্তি ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. 20 m উচ্চতায় বস্তুটির বিভব শক্তি নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. বস্তুটির উপরে থাকা অবস্থায় এবং ফেলে দেওয়ার পর মাটিতে এর শক্তি সর্বদাই সমান থাকে— বিশ্লেষণ কর। ৪

প্রশ্ন-▶ একজন লোক সর্বশক্তি প্রয়োগ করে 25 kg ভরের একটি বলকে উপরের দিকে ছুড়ে দিল। দেখা গেল এটি 198 m উচ্চতায় উঠেছে। সর্বোচ্চ উচ্চতায় ওঠার পর এটি মুহূর্তের মধ্যে আবার মুক্তভাবে নিচের দিকে পড়তে শুরু করল।

- ক. শক্তির একক কী? ১
- খ. বিভব শক্তি কিসের ওপর নির্ভরশীল— ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. সে বলটিতে কত শক্তি প্রয়োগ করেছিল? ৩
- ঘ. বলটি উপর থেকে 50 মিটার নিচে পড়ার মুহূর্তে মোট শক্তি এবং মাটি স্পর্শ করার ঠিক আগ মুহূর্তের মোট শক্তির সমান— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

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

- ক. গতিশক্তি বলতে কী বোঝ? ১
- খ. শক্তির রূপান্তর ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. দৌড় শেষ হওয়ার পূর্বমুহূর্তে নাজমার গতিশক্তি কত? ৩
- ঘ. নাজমা ও ইতির গতিশক্তির তুলনা কর। ৪

প্রশ্ন-▶ ভূমি থেকে 20 m উঁচুতে রাখা 3000 litre ধারণক্ষমতার একটি পানির ট্যাংক স্থাপন করা আছে। 25 kW ক্ষমতার একটি পানির পাম্প ইঞ্জিন 30 সেকেন্ডে পানির ট্যাংকটি পূর্ণ করতে পারে।

- ক. কর্মদক্ষতা কী? ১
- খ. কোনো বস্তুর বিভব শক্তি 50 J বলতে কী বোঝায়? ২
- গ. ইঞ্জিনটির লভ্য কার্যকর ক্ষমতা নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. যদি ইঞ্জিনটি দ্বারা ট্যাংকটি পূর্ণ হতে 1 মিনিট সময় লাগে তবে পূর্বের কর্মদক্ষতার সাথে বর্তমান কর্মদক্ষতার তুলনা কর। ৪

প্রশ্ন-▶ বিভিন্ন প্রয়োজনে আমাদের সিঁড়ি বেয়ে ওঠানামা করতে হয়। লক্ষ করলে দেখা যায় যে, ওঠা এবং নামার সময়ের মধ্যে তারতম্য দেখা যায়। মাসুদ 15 cm উঁচু 30টি সিঁড়ি বেয়ে উপরে উঠতে তার 1 মিনিট সময় লাগল। কিন্তু নেমে যাওয়ার সময় সে দেখল তার 50 s সময় লেগেছে।

- ক. ক্ষমতার একক কী? ১
- খ. শক্তি ও ক্ষমতার মধ্যে সম্পর্ক কী? ২
- গ. ওপর থেকে নিচে নামতে মাসুদের কৃতকাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. মাসুদের ওঠানামার ক্ষেত্রে ব্যয়িত ক্ষমতার তারতম্য হয়— উক্তিটি বিশ্লেষণ কর। ৪

প্রশ্ন-▶ 4000 kg ভরের একটি ট্রাক 54 kmh^{-1} বেগে চলছে। অপর দিকে 1000 kg ভরের একটি নির্দিষ্ট বেগের জন্য গতিশক্তি পরস্পর সমান।

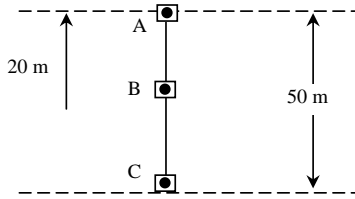
- ক. জুল কী? ১

- খ. কোনো যন্ত্রের কর্মদক্ষতা 35% বলতে কী বোঝ? ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. গাড়ির বেগ নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. যদি ট্রাক ও গাড়ি পরস্পর বিপরীত দিক থেকে সংঘর্ষ ঘটায় তাহলে ভরবেগ ও গতিশক্তি সংরক্ষণ শক্তি মেনে চলবে কি? গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

প্রশ্ন-১ → এক ব্যক্তি 20 m উঁচু ট্যাংক 5000 লিটার পানি দ্বারা 5 মিনিটে পূর্ণ করতে চান। তিনি এর জন্য উপযুক্ত একটি পাম্প কিনতে দোকানে গেলেন এবং দেখলেন, দোকানে 1 HP, 2 HP, 4 HP, 5 HP এবং 7 HP এর পাম্প আছে।

- ক. গতিশক্তি কাকে বলে? ১
 খ. একটি ইঞ্জিনের ক্ষমতা 1HP এর অর্থ কী? ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. ট্যাংকটিকে 5000 লিটার পানি দ্বারা 5 মিনিটে পূর্ণ করতে কত ক্ষমতার পাম্প প্রয়োজন হবে? 1 লিটার পানির ভর 1kg। ৩
 ঘ. যদি দোকানে প্রত্যেক পাম্পের কর্মদক্ষতা 90% হয়, তবে ঐ ব্যক্তিকে কত HP এর পাম্প কিনতে হবে? নির্ণয় কর। ৪

প্রশ্ন-২ →



চিত্রে একটি বস্তুকে A, B এবং C এই তিনটি অবস্থানে দেখানো হয়েছে।

- ক. অভিকর্ষজ বিভব শক্তি কাকে বলে? ১
 খ. কর্মদক্ষতা বলতে কী বোঝ? ২
 গ. কোথায় বস্তুর গতিশক্তি এর বিভব শক্তির দ্বিগুণ হবে? ৩
 ঘ. A, B এবং C অবস্থানে বস্তুর বিভব শক্তি ও গতিশক্তির সমষ্টি ধ্রুবক গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

প্রশ্ন-৩ → একটি নির্মাণাধীন বাড়ির পাইলিং করার সময় 10 m উঁচু পিলারের শীর্ষ হতে 500 kg ভরের একটি লোহার দণ্ডকে 50 kW ক্ষমতার একটি ইঞ্জিনের সাহায্যে প্রতি সেকেন্ডে 2 m উচ্চতায় তুলে ছেড়ে দেওয়া হলো।

- ক. কাজের সংজ্ঞা দাও। ১
 খ. ক্ষমতার মাত্রা নির্ণয় কর। ২
 গ. পিলারের শীর্ষে লোহার খণ্ডটির বিভব শক্তি কত? ৩
 ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত ইঞ্জিনটি উক্ত কাজের জন্য যথার্থ কিনা তা ইঞ্জিনটির কর্মদক্ষতার আলোকে আলোচনা কর। ৪

প্রশ্ন-৪ → হেলেন বাজার থেকে 20 kW ক্ষমতার একটি পাম্প কিনে।

পাম্পটি চালিয়ে সে $\frac{1}{2}$ মিনিটে 3000 kg পানি 10 m উপরে তুলতে

সক্ষম হয়। ফলে সে বুঝতে পারল পাম্পটি পূর্ণ ক্ষমতায় চলছে না।

- ক. কর্মদক্ষতা কাকে বলে? ১
 খ. কর্মদক্ষতা ও ক্ষমতার মধ্যে সম্পর্ক দেখাও। ২
 গ. পাম্পের কর্মদক্ষতা নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. হেলেন যদি 10 KW ক্ষমতার পাম্পের সাহায্যে 1 মিনিটে সম পরিমাণ পানি সমউচ্চতায় তুলতে সক্ষম হয় তাহলে কর্মদক্ষতার কীরূপ পরিবর্তন হবে? ৪

প্রশ্ন-৫ → 20 kW শক্তি ক্ষমতাসম্পন্ন একটি ইঞ্জিন 20 m উচ্চতায়

অবস্থিত একটি পানির ট্যাংক 5 min সময়ে 500 kg পানি তুলতে পারে। অপর একটি ইঞ্জিন 2.5 min- এ একই পরিমাণ পানি একই উচ্চতায় ওঠাতে পারে।

- ক. ক্ষমতার মাত্রা লেখ। ১
 খ. কোনো বস্তু উঁচু স্থান হতে ভূমিতে পতিত হলে সম্ভাব্য শক্তির রূপান্তরগুলো ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. প্রথম ইঞ্জিনের কার্যকর শক্তি নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. দ্বিতীয় ইঞ্জিনের অশ্বক্ষমতা প্রথম ইঞ্জিনের অশ্বক্ষমতার কতগুণ- গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত দাও। ৪

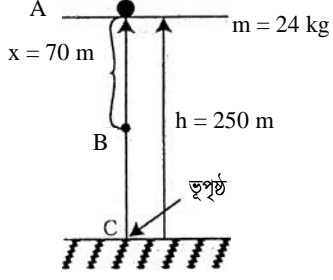
প্রশ্ন-৬ → রফিক 5 kg ভরের একটি বস্তুকে 10 ms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করল।

- ক. কাজ কী রাশি? ১
 খ. সৌরশক্তিকে নবায়নযোগ্য বলা হয় কেন? ২
 গ. সর্বোচ্চ বিন্দুতে বস্তুর অভিকর্ষজ বিভব শক্তির মান বের কর। ৩
 ঘ. বস্তুর সর্বোচ্চ বিন্দুতে এবং পড়ন্ত অবস্থায় 2 m উচ্চতায় কোনো বিন্দুতে যান্ত্রিক শক্তি একই- গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে প্রমাণ কর। ৪

প্রশ্ন-৭ → চট্টগ্রাম বন্দরে ক্রেন দিয়ে একটি কনটেইনারকে 10000 N

বল প্রয়োগে 0° কোণে 30 m সরানো হলো।

- ক. পারমাণবিক সাবমেরিনে নিউক্লীয় শক্তি কোন শক্তিতে রূপান্তরিত হয়? ১
 খ. কর্মদক্ষতা বলতে কী বোঝ? উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. উদ্দীপকের বল ও সরণের পরিমাণ এক হলেও কাজের পরিমাণ কী কখনো শূন্য, অর্ধেক না ঋণাত্মক হতে পারে? বিশ্লেষণ কর। ৪



- ক. শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতিটি লেখ। ১
- খ. বলের দিকে সরণের উপাংশ বলতে কী বোঝায়? ২
- গ. B বিন্দুতে মোট শক্তির পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. গাণিতিকভাবে দেখাও যে, অভিকর্ষণের প্রভাবে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তু শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি মেনে চলে। ৪

প্রশ্ন - 2 kg ভরের একটি বস্তুকে ভূমি হতে 39.2 ms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো। অভিকর্ষ বলের প্রভাবে বস্তুটি ভূপৃষ্ঠে পতিত হওয়ার সময় বিভব শক্তি ও গতিশক্তির রূপান্তর ঘটে।

- ক. কাজ কাকে বলে? ১
- খ. বলের দিকে সরণের উপাংশ বলতে কী বোঝায়? ২
- গ. সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠতে বস্তু দ্বারা কৃতকাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. পড়ন্ত অবস্থায় বস্তুটির ৩য় ও ৪র্থ সেকেন্ডে গতিশক্তির পরিবর্তন ব্যাখ্যা কর। ৪