# চতুর্থ অধ্যায়
# কাজ, ক্ষমতা ও শক্তি
## LECTURE SHEET

- **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 = $[ML^2T^{-2}]$।

- **জুল (Jule) :** 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 $[E] = [ML^2T^{-2}]$। 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।

- **ক্ষমতা (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।

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

- **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 $\eta$ (গ্রিক শব্দ–ইটা) দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

  **ব্যাখ্যা :** কোনো ইঞ্জিনকে চালানোর জন্য পেট্রোলের মোট রাসায়নিক শক্তি $E_i$ এবং ইঞ্জিন হতে প্রাপ্ত গতিশক্তি বা কার্যকর শক্তি $E_0$ হলে, কর্মদক্ষতা, $\eta = \frac{E_0}{E_i}$

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

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

- **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।

- **অশ্বক্ষমতা (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 ক্ষমতা 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।

## জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও উত্তর

**প্রশ্ন ॥ ১ ॥ কাজের সমীকরণটি লেখ।**

**উত্তর :** কাজ = প্রযুক্ত বল × বলের অভিমুখে সরণ

**প্রশ্ন ॥ ২ ॥ কাজের একক কী?**

**উত্তর :** কাজের একক জুল।

**প্রশ্ন ॥ ৩ ॥ কাজ কোন ধরনের রাশি?**

**উত্তর :** কাজ স্কেলার রাশি।

**প্রশ্ন ॥ ৪ ॥ ক্ষমতার একক কী?**

**উত্তর :** ক্ষমতার একক ওয়াট।

**প্রশ্ন ॥ ৫ ॥ ক্ষমতার মাত্রা কী?**

**উত্তর :** ক্ষমতার মাত্রা $[ML^2T^{-3}]$।

**প্রশ্ন ॥ ৬ ॥ এক অশ্বক্ষমতা সমান কত ওয়াট?**

**উত্তর :** এক অশ্বক্ষমতা সমান 746 ওয়াট।

**প্রশ্ন ॥ ৭ ॥ 1eV কত জুলের সমান?**

**উত্তর :** 1eV সমান $1.6 \times 10^{-19}$ J জুল।

**প্রশ্ন ॥ ৮ ॥ 1kWh সমান কত জুল?**

**উত্তর :** $1kWh = 3.6 \times 10^6 J$।

**প্রশ্ন ॥ ৯ ॥ সৌরশক্তি কী?**

**উত্তর :** সূর্য থেকে যে শক্তি পাওয়া যায় তাকে বলে সৌরশক্তি।

**প্রশ্ন ॥ ১০ ॥ নিউক্লীয় ফিশন কী?**

**উত্তর :** যে নিউক্লীয় বিক্রিয়ায় প্রাপ্ত শক্তিকে বিদ্যুৎ উৎপাদনে ব্যবহার করা হয় সেই বিক্রিয়াকে বলা হয় নিউক্লীয় ফিশন।

**প্রশ্ন ॥ ১১ ॥ বিভব শক্তি কিসের ওপর নির্ভর করে?**

**উত্তর :** বিভব শক্তি বস্তুর ভর ও উচ্চতার ওপর নির্ভর করে।

**প্রশ্ন ॥ ১২ ॥ গতিশক্তি কিসের ওপর নির্ভর করে?**

**উত্তর :** গতিশক্তি বস্তুর ভর ও বেগের ওপর নির্ভর করে।

**প্রশ্ন ॥ ১৩ ॥ জুল কাকে বলে?**

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

**প্রশ্ন ॥ ১৪ ॥ অনবায়নযোগ্য শক্তি কাকে বলে?**

**উত্তর :** যে সমস্ত শক্তি নতুনভাবে সৃষ্টি করা যায় না তাকে অনবায়নযোগ্য শক্তি বলা হয়।

**প্রশ্ন ॥ ১৫ ॥ তিনটি অনবায়নযোগ্য শক্তির উৎসের নাম লেখ।**

**উত্তর :** তিনটি অনবায়নযোগ্য শক্তির উৎস হলো কয়লা, খনিজ তেল ও প্রাকৃতিক গ্যাস।

**প্রশ্ন ॥ ১৬ ॥ দুইটি নবায়নযোগ্য শক্তির উৎসের নাম লেখ।**

**উত্তর :** দুইটি নবায়নযোগ্য শক্তির উৎস হলো সৌরশক্তি এবং বায়োগ্যাস।

**প্রশ্ন ॥ ১৭ ॥ নবায়নযোগ্য শক্তি কী?**

**উত্তর :** যে শক্তিকে নতুন করে সৃষ্টি করা যায় বা পাওয়া যায় তাকে নবায়নযোগ্য শক্তি বলে।

**প্রশ্ন ॥ ১৮ ॥ সৌরশক্তির দুটি উদাহরণ দাও।**

**উত্তর :** সৌরশক্তির দুটি উদাহরণ হলো– সোলার ওয়াটার হিটার ও সোলার কুকার।

**প্রশ্ন ॥ ১৯ ॥ নিউক্লীয় শক্তি কী?**

**উত্তর :** একটি ভারী পরমাণুকে (ইউরেনিয়াম) নিউট্রন দ্বারা আঘাত করে যে বিপুল শক্তি পাওয়া যায় তাকে নিউক্লীয় শক্তি বলে।

## অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর

**প্রশ্ন ॥ ১ ॥ কাজ ও ক্ষমতার মধ্যে পার্থক্য দেখাও।**

**উত্তর :** কাজ ও ক্ষমতার মধ্যে পার্থক্য নিচে দেয়া হলো :

| কাজ | ক্ষমতা |
|---|---|
| ১. কাজকে W দ্বারা প্রকাশ করা হয়। | ১. ক্ষমতাকে P দ্বারা প্রকাশ করা হয়। |
| ২. কাজের একক জুল (J)। | ২. ক্ষমতার একক ওয়াট (Watt)। |

| | |
|---|---|
| ৩. কাজের মাত্রা $[ML^2T^{-2}]$। | ৩. ক্ষমতার মাত্রা $[ML^2T^{-3}]$। |
| ৪. কাজ পরিমাপে সময়ের প্রয়োজন হয় না। | ৪. ক্ষমতা পরিমাপে সময়ের প্রয়োজন হয়। |

**প্রশ্ন ॥ ২ ॥ বল প্রয়োগ করা সত্ত্বেও কাজ শূন্য হতে পারে ব্যাখ্যা কর।**

**উত্তর :** আমরা জানি, কাজ = বল × বলের দিকে সরণের উপাংশ। সুতরাং বল প্রয়োগ করা সত্ত্বেও যদি সরণ না ঘটে, বা ঘটলেও বলের দিকে সরণের উপাংশ শূন্য হয়, তাহলে কৃতকাজ শূন্য হবে। যেমন : মহাশূন্য যানের ওপর অভিকর্ষ বল ক্রিয়া করা সত্ত্বেও সর্বদা এর সরণ ঘটে বলের লম্ব দিকে, তাই এক্ষেত্রেও বলের দিকে সরণের উপাংশ শূন্য হওয়ায় কোনো কাজ সম্পন্ন হয় না।

**প্রশ্ন ॥ ৩ ॥ এক অশ্ব ক্ষমতা বলতে কী বোঝায়?**

**উত্তর :** অশ্ব ক্ষমতা হলো এফপিএস পদ্ধতিতে ক্ষমতার ব্যবহারিক এককের নাম। কোনো যন্ত্র বা ব্যক্তি 550 পাউন্ড ভরসম্পন্ন কোনো বস্তুকে অভিকর্ষের বিরুদ্ধে উল্লম্বভাবে 1 সেকেন্ডে 1 ফুট তুলতে পারলে তার ক্ষমতাকে 1 অশ্ব ক্ষমতা বলে। অশ্ব ক্ষমতাকে সাধারণত HP (Horse Power) দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

**প্রশ্ন ॥ ৪ ॥ কোনো বৈদ্যুতিক পাওয়ার স্টেশনের ক্ষমতা 200 MW বলতে কী বোঝায়?**

**উত্তর :** কোনো বৈদ্যুতিক পাওয়ার স্টেশনের ক্ষমতা 200 MW বলতে বোঝায় ঐ পাওয়ার স্টেশনটি প্রতি সেকেন্ডে 200000000 J তড়িৎ শক্তি সরবরাহ করছে।

**প্রশ্ন ॥ ৫ ॥ 1eV বলতে কী বোঝ?**

**উত্তর :** eV হলো শক্তির একটি অতিক্ষুদ্র একক, যেখানে,

$1eV = 1.6 \times 10^{-19}J$। একে মূলত নিম্নরূপে সংজ্ঞায়িত করা হয়। তড়িৎক্ষেত্রের দুটি বিন্দুর বিভব পার্থক্য 1 ভোল্ট (V) হলে এদের একটি হতে অপরটিতে $1.6 \times 10^{-19}C$ আধান সরাতে যে কাজ সম্পন্ন হয় তাই হলো 1eV।

**প্রশ্ন ॥ ৬ ॥ বিভব শক্তি বস্তুর উচ্চতার ওপর নির্ভর করে– ব্যাখ্যা কর।**

**উত্তর :** m ভরের কোনো বস্তুকে ভূপৃষ্ঠ থেকে h উচ্চতায় ওঠাতে কৃতকাজই হচ্ছে বস্তুতে সঞ্চিত বিভব শক্তির পরিমাপ।

আমরা জানি,

বিভব শক্তি = বস্তুর ওজন × উচ্চতা

$\therefore E_p = mg \times h$ ..... (i)

অর্থাৎ বিভব শক্তি = বস্তুর ভর × অভিকর্ষজ ত্বরণ × উচ্চতা।

সমীকরণ থেকে দেখা যায়, উচ্চতা যত বেশি হবে বস্তুর বিভব শক্তিও তত বেশি হবে। অতএব, আমরা বলতে পারি, বিভব শক্তি বস্তুর উচ্চতার ওপর নির্ভর করে।

**প্রশ্ন ॥ ৭ ॥ স্প্রিংকে সংকুচিত করলে এটি কী ধরনের শক্তি অর্জন করে? ব্যাখ্যা কর।**

**উত্তর :** স্প্রিংকে সংকুচিত করলে এটি স্বাভাবিক অবস্থা হতে পরিবর্তিত অবস্থায় আসে এবং এ পরিবর্তনের ফলে এটি বিভব শক্তি অর্জন করে। এক্ষেত্রে স্প্রিংটিতে সঞ্চিত বিভব শক্তি দৃশ্যমান বা অনুমানযোগ্য না হলেও এ শক্তি পরবর্তীতে গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হতে পারে বা এ শক্তির দ্বারা স্প্রিংটি সমপরিমাণ কাজও করতে সক্ষম।

**প্রশ্ন ॥ ৮ ॥ সূর্যকে সকল শক্তির উৎস কেন বলা হয়– ব্যাখ্যা কর।**

**উত্তর :** পৃথিবীতে আমরা যেকোনো প্রকার শক্তিই ব্যবহার করি না কেন তা প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে সূর্য হতে এসেছে। জীবাশ্ম জ্বালানিগুলো তৈরি হয়েছিল গলিত লাভার প্রভাবে, যা সূর্যের তাপের একাংশ। এছাড়া উদ্দিদ দেহে সাধারণভাবে যে শক্তি সঞ্চিত থাকে তা মূলত সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় সূর্য হতে গৃহীত শক্তি। সূর্যরশ্মির কারণেই বায়ুপ্রবাহ সৃষ্টি হয়।

অতএব বলা যায়, সূর্য-ই হলো সকল শক্তির উৎস।

**প্রশ্ন ॥ ৯ ॥ জলবিদ্যুৎ উৎপাদনে যান্ত্রিক শক্তির রূপান্তর কীভাবে ঘটে– ব্যাখ্যা কর।**

**উত্তর :** জলবিদ্যুৎ উৎপাদনের উদ্দেশে প্রাকৃতিক হ্রদ বা কৃত্রিমভাবে প্রস্তুত হ্রদের পানিতে সঞ্চিত বিভব শক্তি কাজে লাগানো হয়। সাধারণত এ হ্রদসমূহ ভূসমতল হতে অনেক উচ্চে অবস্থান করে। হ্রদের পানি যখন পাহাড়ের গা বেয়ে নিচে নেমে আসে তখন ঐ বিভবশক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয়। প্রবাহিত পানির গতিশক্তি টারবাইনকে ঘুরিয়ে দেয়। ফলে টারবাইনের সাথে সংযুক্ত জেনারেটরে বিদ্যুৎশক্তি উৎপন্ন হয়। ফলে সামগ্রিক শক্তি রূপান্তর নিম্নরূপ :

বিভব শক্তি $\rightarrow$ গতিশক্তি $\rightarrow$ বিদ্যুৎশক্তি

**প্রশ্ন ॥ ১০ ॥ বায়োমাস শক্তি বলতে কী বোঝ– ব্যাখ্যা কর।**

**উত্তর :** বায়োমাস বলতে সেসব জৈব পদার্থকে বোঝায় যাদেরকে শক্তিতে রূপান্তরিত করা যায়। সৌরশক্তির একটি ক্ষুদ্র ভগ্নাংশ সবুজ গাছপালা দ্বারা সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে বায়োমাসরূপে গাছপালার বিভিন্ন অংশে মজুদ থাকে। মানুষসহ অনেক প্রাণী খাদ্য হিসেবে এগুলো গ্রহণ করে তাকে শক্তিতে রূপান্তরিত করে জীবনের কর্মকাণ্ড সচল রাখে। জৈব পদার্থসমূহ যাদেরকে বায়োমাস শক্তির উৎস হিসেবে ব্যবহার করা যায় সেগুলো হচ্ছে গাছপালা, জ্বালানি কাঠ, কাঠের বর্জ্য, শস্য, ধানের তুষ ও কুঁড়া, লতাপাতা, পশুপাখির মল, পৌর বর্জ্য ইত্যাদি।

**প্রশ্ন ॥ ১১ ॥ ভর হতে নিউক্লীয় শক্তির উৎপাদন উপযুক্ত সমীকরণসহ ব্যাখ্যা কর।**

**উত্তর :** নিউক্লীয় বিক্রিয়ায় সাধারণত পদার্থ তথা ভর শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। অবশ্য নিউক্লীয় বিক্রিয়ায় মোট ভরের কেবল একটি ক্ষুদ্র ভগ্নাংশ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। পদার্থ শক্তিতে রূপান্তরিত হলে যদি E পরিমাণ শক্তি পাওয়া যায়, তাহলে $E = mc^2$। এখানে, m হলো শক্তিতে রূপান্তরিত ভর এবং c হচ্ছে আলোর বেগ যা $3 \times 10\ ms^{-1}$ এর সমান।

**প্রশ্ন ॥ ১২ ॥ আলোক হতে তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তর প্রক্রিয়া– ব্যাখ্যা কর।**

**উত্তর :** ফটো-ভোল্টাইক কোষের ওপর আলোক আপতিত হলে সংশ্লিষ্ট শক্তি শোষণ করে অনেক মুক্ত ইলেকট্রন নির্গত হয় যা ইলেকট্রনের প্রবাহ তথা তড়িৎ প্রবাহের উদ্ভব ঘটায়। এই তড়িৎ প্রবাহকে সরাসরি ব্যবহার করা যেতে পারে। অথবা এর দ্বারা ব্যাটারিকে চার্জ করে পরবর্তীতে ব্যবহার করা যেতে পারে।
এভাবে আলোক হতে তড়িৎশক্তি পাওয়া যায়।

## গাণিতিক সমস্যা ও সমাধান

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

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

**সমাধান :**

এখানে,

ভর, $m = 35\ kg$

উচ্চতা, $h = (20 \times 20)\ cm$

$= 400\ cm$

$= 4m$

সময়, $t = 5s$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

বালকটির ক্ষমতা, $P = ?$

আমরা জানি,

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

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

$= 274.4\ W$

অতএব, বালকটি 274.4 W ক্ষমতা প্রয়োগ করল।

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

**সমাধান :**

এখানে,

ইস্পাতের ভর, $m = 800\ kg$

সময়, $t = 20\ s$

উচ্চতা, $h = 10\ m$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

ক্ষমতা, $P = ?$

আমরা জানি,

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

$= \frac{800\ kg \times 9{\cdot}8\ ms^{-2} \times 10\ m}{20\ s}$

$= 3920\ W = 3{\cdot}92\ kW$

নির্ণেয় ক্ষমতা 3.92 kW।

**সমস্যা ॥ ৩ ॥ 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,

উচ্চতা, $h = 20\ m$

ইঞ্জিনের ক্ষমতা, $P = 10\ KW = 10000\ W$

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

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

ভর, $m = ?$

আমরা জানি,

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

বা, $m = \frac{Pt}{gh}$

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

$= 183673.5kg$

নির্ণেয় ভর 183673.5 kg।

**সমস্যা ॥ ৪ ॥ 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,

দূরত্ব, $s = 200\ m$

ভর, $m = 60\ kg$

সময়, $t = 25s$

গতিশক্তি, $E_k = ?$

আমরা জানি,

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

আবার, $E_k = \frac{1}{2} mv^2$

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

$$= 1920\ J$$

নির্ণেয় গতিশক্তি 1920 J।

**সমস্যা ॥ ৫ ॥ 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 ॥ ৬ ॥ 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,

ট্রাকের ভর, $m_1 = 4000\ kg$

ট্রাকের বেগ, $v_1 = 54\ kmh^{-1}$

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

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

গাড়ির ভর, $m_2 = 1000\ kg$

ট্রাকের গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2} m_1 v_1^2$

$= \frac{1}{2} \times 4000 \text{ kg} \times (15 \text{ ms}^{-1})^2$

$= 450000 \text{ kg m}^2\text{s}^{-2}$

$\therefore$ গাড়িটির গতিবেগ, $v_2 = ?$

আমরা জানি,

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

বা, $v_2^2 = \frac{2E_k}{m_2}$

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

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

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

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

$= \frac{30 \text{ m}}{1 \text{ s}}$

$= \frac{30 \times \frac{1}{1000} \text{ km}}{\frac{1}{3600} \text{ hr}}$

$= 108 \text{ kmh}^{-1}$

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

**সমস্যা ॥ ৭ ॥ ইমনের ভর 40 kg আর তমার ভর 30 kg। একটি দৌড় প্রতিযোগিতায় ইমন 7 $\text{ms}^{-1}$ এবং তমা 8 $\text{ms}^{-1}$ বেগে দৌড়ায়। দৌড়ের সময় কার গতিশক্তি বেশি ছিল?**

**সমাধান :**

এখানে,

ইমনের ভর, $m_1 = 40\text{kg}$

তমার ভর, $m_2 = 30\ kg$

ইমনের বেগ, $v_1 = 7ms^{-1}$

তমার বেগ, $v_2 = 8ms^{-1}$

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

এখন,

ইমনের গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2} m_1 v_1^2$

$= \frac{1}{2} \times 40\ kg \times (7ms^{-1})^2$

$= 980\ J$

তমার গতিশক্তি, $E'_k = \frac{1}{2} m_2 v_1^2$

$= \frac{1}{2} \times 30\ kg \times (8ms^{-1})^2 = 960J$

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

**সমস্যা ॥ ৮ ॥ 20 KW ক্ষমতার একটি ইঞ্জিন 1 মিনিটে 3000 kg পানি 10 m উপরে তুলতে পারে। (i) লভ্য কার্যকর শক্তি (ii) লভ্য কার্যকর ক্ষমতা (iii) ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা নির্ণয় কর।**

**সমাধান :**

**(i)** এখানে,

ভর, $m = 3000\ kg$

উচ্চতা, $h = 10\ m$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

সময়, $t = 1\ min = 60\ s$

প্রদত্ত ক্ষমতা, $P = 20\ KW$

(i) লভ্য কার্যকর শক্তি, $E' = ?$

(ii) লভ্য কার্যকর ক্ষমতা, $P' = ?$

(iii) ইঞ্জিনের কর্মক্ষমতা, $\eta = ?$

**(i) লভ্য কার্যকর শক্তি নির্ণয় :**

$E'$ = ইঞ্জিন দ্বারা কৃত কাজ

= পানির বিভব শক্তি

= mgh

= 3000 kg × 9.8 $ms^{-2}$ × 10m

= 294000 J = 2.94 × $10^5$J

অতএব, লভ্য কার্যকর শক্তি 2.94 × $10^5$J

**(ii) লভ্য কার্যকর ক্ষমতা নির্ণয় :**

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

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

$= 4.9 \times 10^3$ W

= 4.9 KW

(iii) **কর্মদক্ষতা নির্ণয় :**

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

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

= 0.245 × 100%

= 24.5%

**Ans.** (i) 2.94 × $10^5$ J; (ii) 4.9 KW; (iii) 24.5%।

**সমস্যা ॥ ৯ ॥ 10 KW ক্ষমতার একটি ইঞ্জিন 1000 kg পানি 10 m উচ্চতায় 1 মিনিটে তুলতে পারে। (i) লভ্য কার্যকর শক্তি (ii) লভ্য কার্যকর ক্ষমতা এবং ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা বের কর।**

**সমাধান :** ৮নং গাণিতিক সমস্যার অনুরূপ। **Ans.** (i) 9.8 × $10^4$J; (ii) 1.63 kW; (iii) 16.3%]।

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

**সমাধান :**

এখানে,

ভর, $m = 50\ kg$

সময়, $t = 20\ s$

উচ্চতা, $h = 10\ m$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

ক্ষমতা, $P = ?$

আমরা জানি,

ক্ষমতা, $P = \frac{W}{t}$

$= \frac{mg\ h}{t}$

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

$= 245\ W$

অতএব, বালকের ক্ষমতা 245 W।