



প্রশ্নব্যাংক ও সমাধান • SSC 2027 ব্যাচ

পদার্থবিজ্ঞান — অধ্যায় ৪

কাজ, ক্ষমতা ও শক্তি (Work, Power & Energy)

বহুনির্বাচনি (ব্যাখ্যাসহ) + সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন (উত্তরসহ) + সৃজনশীল প্রশ্ন (সমাধানসহ)

BATCH

SSC 27

SUBJECT

পদার্থবিজ্ঞান (Physics)

CHAPTER

৪ — কাজ, ক্ষমতা ও শক্তি

QUESTION TYPES

MCQ · SQ · CQ (Full Solutions)

১. একটি গাড়ি 7 মিটার ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তাকার পথে 44 মিটার ঘুরতে 10 N বল প্রয়োগ করা হলে সম্পন্ন কাজের পরিমাণ কত? [$\pi = 22/7$]

স. বো. ২০২০

- ক. 0 জুল ✓
খ. 4.4 জুল
গ. 10 জুল
ঘ. 70 জুল

ব্যাখ্যা: পরিধি = $2\pi r = 2 \times 22/7 \times 7 = 44 \text{ m}$ ∴ সরণ, $s = 0$ কাজ, $W = Fs = 10 \times 0 \text{ J} = 0 \text{ J}$

২. জুলকে নিউটন দ্বারা ভাগ করলে কীসের একক পাওয়া যাবে?

স. বো. ২০২০

- ক. বেগের
খ. সরণের ✓
গ. সময়ের
ঘ. ত্বরণের

ব্যাখ্যা: জুল = নিউটন × মিটার; জুল/নিউটন = (নিউটন×মিটার)/নিউটন = মিটার; মিটার হলো সরণের একক।

৩. নিচের কোনটি কাজের একক?

চ. বো. ২০২১; স. বো. ২০২১

- ক. kgms^{-1}
খ. kgms^{-2}
গ. $\text{kgm}^2\text{s}^{-2}$ ✓
ঘ. kgms^{-3}

ব্যাখ্যা: কাজ = বল × সরণ = ভর × ত্বরণ × সরণ = $\text{kg} \cdot \text{ms}^{-2} \cdot \text{m} = \text{kgm}^2\text{s}^{-2} = \text{J}$

৪. নিচের কোন কোন সূত্র থেকে কাজ পরিমাপ করা যায়?

স. বো. ২০২০

- i. $W = Fs$
ii. $W = Pt$
iii. $W = mgh$
নিচের কোনটি সঠিক?
ক. i ও ii
খ. ii ও iii
গ. i ও iii
ঘ. i, ii ও iii ✓

ব্যাখ্যা: $P = W/t$ ∴ $W = Pt$; $W = Fs$; $W = mgh$ — তিনটি সূত্রই কাজ পরিমাপে ব্যবহৃত হয়।

৫. 70 kg ভরের এক ব্যক্তি 200 m উঁচু পাহাড়ে আরোহণ করলে তিনি কত কাজ করবেন? [$g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$]

স. বো. ২০২০

- ক. $1.372 \times 10^5 \text{ J}$ ✓
খ. $1.37 \times 10^{-5} \text{ J}$
গ. $1.372 \times 10^3 \text{ J}$
ঘ. $1.372 \times 10^{-3} \text{ J}$

ব্যাখ্যা: $W = mgh = 70 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 200 \text{ m} = 1.372 \times 10^5 \text{ J}$

৬. নিশাত মজুমদার 10 kg মালামাল নিয়ে 850 m উঁচু একটি পাহাড়ে আরোহণ করলেন। তার নিজের ভর 55 kg। তার দ্বারা কৃত কাজের পরিমাণ কত?

স. বো. ২০১৯

- ক. $5.4 \times 10^5 \text{ J}$ ✓
খ. $4.6 \times 10^5 \text{ J}$
গ. $5.5 \times 10^4 \text{ J}$
ঘ. $8.3 \times 10^4 \text{ J}$

ব্যাখ্যা: কৃতকাজ, $W = \text{বিভবশক্তি} = mgh = 65 \times 9.8 \times 850 \text{ J} = 5.4 \times 10^5 \text{ J}$

৭. একটি 4 m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে A বিন্দু থেকে একটি বস্তু যাত্রা শুরু করে আবার A বিন্দুতে পৌঁছাল। এ সময় বস্তুর উপর 100 N বল প্রয়োগ করা হয়। বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব কত মিটার?

স. বো. ২০২১

- ক. 25.13 ✓
খ. 8
গ. 4
ঘ. 0

ব্যাখ্যা: দূরত্ব = $2\pi r = 2 \times 3.1416 \times 4 \text{ m} = 25.13 \text{ m}$

৮. কোনো বস্তুর ত্বরণ না থাকলে-

- i. কাজ $W = 0$
 - ii. বল $F = 0$
 - iii. আদিবেগ $u =$ শেষবেগ v
- নিচের কোনটি সঠিক?

- ক. i
- খ. ii
- গ. i ও ii
- ঘ. i, ii ও iii ✓

সি. বো. ২০২২

ব্যাখ্যা: (i) $W = Fs = mas = m \times 0 \times s = 0$ (ii) $F = ma = m \times 0 = 0$ (iii) $a = (v - u)/t$ বা $0 = (v - u)/t$ বা $v - u = 0$ বা $v = u$

৯. চিত্রে দেখানো স্প্রিং-এ সরল ছন্দিত স্পন্দনরত কণার A বিন্দুতে শক্তির পরিমাণ 100 J হলে D বিন্দুতে শক্তির পরিমাণ কত হবে?

- ক. 50 J
- খ. 200 J
- গ. 300 J
- ঘ. 400 J ✓

ঢা. বো. ২০২২

ব্যাখ্যা: সরল ছন্দিত স্পন্দন সম্পন্ন কণার মোট শক্তি কণাটির বিস্তারের বর্গের সমানুপাতিক। $E_1 = KA_1^2$ এবং $E_2 = KA_2^2$ $\therefore E_2/E_1 = (A_2/A_1)^2$ বা, $E_2 = (100\text{cm}/50\text{cm})^2 \times 100\text{J} = 400\text{J}$

১০. কোন রাশিগুলের মাত্রা একই?

- ক. কাজ ও কর্মদক্ষতা
- খ. কাজ ও ক্ষমতা
- গ. কাজ ও শক্তি ✓
- ঘ. ক্ষমতা ও শক্তি

ঢা. বো. ২০২৪

ব্যাখ্যা: কাজের মাত্রা ML^2T^{-2} , কর্মদক্ষতা মাত্রাহীন, ক্ষমতার মাত্রা ML^2T^{-3} এবং শক্তির মাত্রা ML^2T^{-2} ।

১১. শক্তির মাত্রা নিচের কোনটি?

- ক. ML^2T^{-2} ✓
- খ. MLT^{-2}
- গ. ML^2T^{-3}
- ঘ. $ML^{-1}T^{-2}$

ঢা. বো. ২০১৭; ঢা. বো. ২০১৬; ঢা. বো. ২০১৯; সি. বো. ২০২৪; সি. বো. ২০১৯

ব্যাখ্যা: শক্তির মাত্রা = (ভর $\times$ ত্বরণ $\times$ সরণ) এর মাত্রা = $M \cdot LT^{-2} \cdot L = ML^2T^{-2}$

১২. কোনো বস্তুর ভর অর্ধেক এবং বেগ চারগুণ করলে গতিশক্তি পূর্বে কতগুণ হবে?

- ক. দ্বিগুণ
- খ. চারগুণ
- গ. আটগুণ ✓
- ঘ. ষোলগুণ

ঘ. বো. ২০২৪

ব্যাখ্যা: বস্তুর ভর m এবং বেগ v হলে প্রারম্ভিক গতিশক্তি $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ । ভর অর্ধেক অর্থাৎ $m/2$ এবং বেগ চারগুণ অর্থাৎ $4v$ হলে বর্তমান গতিশক্তি $E_k' = \frac{1}{2} \times (m/2) \times (4v)^2 = 8 \times \frac{1}{2}mv^2 = 8 \times E_k$ অর্থাৎ প্রারম্ভিক গতিশক্তির আটগুণ।

১৩. গতিশক্তির মাত্রা কোনটি?

- ক. ML^2T^{-2} ✓
- খ. ML^2T^{-3}
- গ. MLT^{-1}
- ঘ. MLT^{-2}

ব. বো. ২০২৪

ব্যাখ্যা: গতিশক্তির মাত্রা $[E_k] = \frac{1}{2}mv^2$ এর মাত্রা = ভরের মাত্রা $\times$ (বেগের মাত্রা) $^2 = [M] \times [(LT^{-1})^2] = [ML^2T^{-2}]$

১৪. শক্তির সবচেয়ে সাধারণ রূপ কোনটি?

- ক. তাপশক্তি
- খ. আলোকশক্তি
- গ. সৌরশক্তি
- ঘ. যান্ত্রিক শক্তি ✓

রা. বো. ২০২৪

ব্যাখ্যা: শক্তির সবচেয়ে সাধারণ রূপ হচ্ছে যান্ত্রিক শক্তি। বস্তুর অবস্থান, আকার এবং গতির কারণে যে শক্তি পাওয়া যায় তাই যান্ত্রিক শক্তি। যান্ত্রিক শক্তির দুটি রূপ হতে পারে, যথা: গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তি।

১৫. গতিশক্তি ৭ গুণ হলে বস্তুর বেগ কত হবে?

য. বো. ২০২০

- ক. ২ গুণ
খ. ৩ গুণ ✓
গ. ৪ গুণ
ঘ. ৭ গুণ

ব্যাখ্যা: $v_2^2/v_1^2 = E_{k2}/E_{k1} = 9/1 \Rightarrow (v_2/v_1)^2 = 9 \therefore v_2/v_1 = 3$ বা $v_2 = 3v_1$

১৬. ৩ kg ও ৭ kg ভরের দুটি গতিশীল বস্তুর বেগের অনুপাত কত হলে বস্তু দুটির গতিশক্তি সমান হবে?

য. বো. ২০২৪

- ক. ১:√৩
খ. √৩:১ ✓
গ. ১:৩
ঘ. ৩:১

ব্যাখ্যা: $m_1 = 3\text{kg}$, $m_2 = 7\text{kg}$; শর্তমতে $\frac{1}{2}m_1v_1^2 = \frac{1}{2}m_2v_2^2$ বা $3v_1^2 = 7v_2^2$ বা $v_1^2/v_2^2 = 7/3$ বা $v_1/v_2 = \sqrt{7/3}$ বা $v_1:v_2 = \sqrt{7}:1$

১৭. নিচের কোনটি স্প্রিং ফ্রিকের একক নয়?

সি. বো. ২০২১

- ক. kg s^{-1} ✓
খ. Nm^{-1}
গ. Jm^{-2}
ঘ. kg s^{-2}

ব্যাখ্যা: $K = F/x = N/m = \text{Nm}^{-1} = \text{kgms}^{-2}/\text{m} = \text{kg s}^{-2} = \text{N} \cdot \text{m}/\text{m}^2 = \text{J}/\text{m}^2 = \text{Jm}^{-2}$

১৮. একটি বস্তুকে টান টান করলে এর মধ্যে কোন শক্তি জমা থাকে?

য. বো. ২০২২

- ক. বিভবশক্তি ✓
খ. গতিশক্তি
গ. তাপশক্তি
ঘ. রাসায়নিক শক্তি

ব্যাখ্যা: একটি বস্তু টানটান অবস্থায় থাকলে এর মধ্যে বিভবশক্তি জমা থাকে।

১৯. একটি বস্তুকে ভূমি থেকে উঠিয়ে টেবিলে রাখলে-

য. বো. ২০২১

- ক. কৃতকাজ > বিভবশক্তি
খ. কৃতকাজ = বিভবশক্তি ✓
গ. কৃতকাজ < বিভবশক্তি
ঘ. কৃতকাজ ≠ যান্ত্রিকশক্তি

ব্যাখ্যা: বস্তুকে উপরে তোলার সময় যে শক্তি প্রয়োগ করে কাজ করতে হয় তাই বস্তুতে বিভবশক্তি রূপে জমা থাকে।

২০. ১০ kg ভরের একটি বস্তু 10 m s^{-1} বেগে একটি স্প্রিং এর উপর পড়ল, স্প্রিং ফ্রিক 100000 J m^{-2} হলে সেটি কতটুকু সংকুচিত হবে?

আলালাবাদ ক্যাফিনেট পার্সনিক স্কুল এন্ড কলেজ, চিনেট

- ক. 0.1 m ✓
খ. 0.03 m
গ. 0.02 m
ঘ. 0.01 m

ব্যাখ্যা: $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kx^2$ বা $x = \sqrt{(mv^2/k)} = \sqrt{(10\text{kg} \times (10\text{ms}^{-1})^2 / 100000\text{Jm}^{-2})} = 0.1\text{ m}$

২১. 500 cm উপর হতে বস্তুটি (ভর 20 gm) মাটিতে পড়তে 4.12 s সময় লাগল। বস্তুটির উল্লিখিত অবস্থানের সঞ্চিত শক্তি কত?

সি. বো.

- ক. 0.98 J ✓
খ. 9.8 J
গ. 980 J
ঘ. 98000 J

ব্যাখ্যা: $m = 20\text{gm} = 0.02\text{kg}$, $h = 500\text{cm} = 5\text{m}$, $V = mgh = 0.02 \times 9.8 \times 5\text{ J} = 0.98\text{ J}$

২২. 500 cm উপর হতে বস্তুটি মাটিতে পড়তে 4.12 s সময় লাগল। উদ্দীপকের ক্ষেত্রে-

সি. বো. ২০২০

- i. বস্তুটির ওজন হবে 0.196 N
ii. বস্তুটি সমত্বরণে গতিশীল ছিল
iii. বস্তুটির প্রবাহী ঘর্ষণ হয়েছিল
নিচের কোনটি সঠিক?

- ক. i ও ii
খ. i ও iii ✓
গ. ii ও iii
ঘ. i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: (i) ওজন, $W = mg = 0.02 \times 9.8\text{N} = 0.196\text{N}$ (ii) পড়ন্ত বস্তু সুষম ত্বরণে গতিশীল থাকায় প্রতি মুহুর্তে এর বেগ ক্রমাগত বৃদ্ধি পেতে থাকে। (iii) বায়ুর মধ্য দিয়ে পড়ার কারণে বস্তুর প্রবাহী ঘর্ষণ হয়েছিল।



২৩. P বিন্দু (উচ্চতা 60 m) থেকে 10 kg ভরের একটি বস্তু মুক্তভাবে নিচের দিকে পড়ছে। R বিন্দুতে (উচ্চতা 40 m) বিভব শক্তি কত?

কু. বো. ২০২০

- ক. 1960 J ✓
খ. 3920 J
গ. 4230 J
ঘ. 5880 J

ব্যাখ্যা: ভূ-পৃষ্ঠ থেকে R বিন্দুর উচ্চতা, $h = (60 - 40)m = 20m$ ∴ বিভবশক্তি = $mgh = 10 \times 9.8 \times 20 = 1960 J$

২৪. নিচের কোনটি অনবায়নযোগ্য শক্তি?

চ. বো. ২০২২; ব. বো. ২০২৪

- ক. নিউক্লিয়ার ✓
খ. বায়োমাস
গ. বায়ু শক্তি
ঘ. জিওথার্মাল

ব্যাখ্যা: যে শক্তি একদিন নিঃশেষ হয়ে যায় এবং নবায়ন করা যায় না তাকে অনবায়নযোগ্য শক্তি বলে। নিউক্লিয়ার শক্তিতে দরকার হয় ইউরেনিয়াম যা ব্যবহার করলে খরচ হয়ে যায় তাই এটি অনবায়নযোগ্য শক্তি। কিন্তু বায়োগ্যাস, বায়ু শক্তি, জিওথার্মাল নবায়নযোগ্য শক্তি।

২৫. P বিন্দু থেকে 10 kg ভরের একটি বস্তু মুক্তভাবে নিচের দিকে পড়ছে। বস্তুটির-

কু. বো. ২০২০

- i. অর্ধেক উচ্চতায় গতিশক্তি মোট শক্তির অর্ধেক
ii. গতিশক্তি বিভব শক্তিতে রূপান্তর হয়েছে
iii. S বিন্দুতে গতিশক্তি বিভব শক্তির 5 গুণ
নিচের কোনটি সঠিক?

- ক. i
খ. ii
গ. i ও iii ✓
ঘ. ii ও iii

ব্যাখ্যা: (i) অর্ধেক উচ্চতায় $h' = h/2$; $v^2 = u^2 + 2gh' = gh$ ∴ গতিশক্তি = $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(mgh) = \frac{1}{2} \times \text{মোট শক্তি}$ (ii) বিভবশক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হচ্ছে (iii) S বিন্দুতে $h' = 10m$ ∴ $v^2 = 2g(60 - 10) = 100g$ ∴ গতিশক্তি = $\frac{1}{2}mv^2 = 50mg$; বিভবশক্তি = $mg \times 10$ ∴ গতিশক্তি = 5 × বিভবশক্তি

২৬. নবায়নযোগ্য শক্তির উৎস-

স. বো. ২০২২

- i. জোয়ার ভাটা
ii. সৌরশক্তি
iii. বায়োগ্যাস
নিচের কোনটি সঠিক?

- ক. i ও ii
খ. i ও iii
গ. ii ও iii
ঘ. i, ii ও iii ✓

ব্যাখ্যা: জোয়ার ভাটা, সৌরশক্তি, বায়োগ্যাস সবই নবায়নযোগ্য শক্তির উৎস।

২৭. নিউক্লিয়ার বিদ্যুৎ কেন্দ্রে-

চ. বো. ২০২০

- i. ${}^{235}_{92}\text{U}$ কে জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করা হয়
ii. নিউক্লিয়ার ফিউশন বিক্রিয়া সংঘটিত হয়
iii. বিশেষ ধরনের কন্ট্রোল রড ব্যবহার করা হয়
নিচের কোনটি সঠিক?

- ক. i ও ii
খ. i ও iii ✓
গ. ii ও iii
ঘ. i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: (i) ${}^{235}_{92}\text{U}$ কে জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করা হয়। (ii) নিউক্লিয়ার ফিশন বিক্রিয়া সংঘটিত হয় (ফিউশন নয়)। (iii) নিউট্রন সংখ্যা নিয়ন্ত্রণ করার জন্য বিশেষ ধরনের কন্ট্রোল রড ব্যবহার হয়।

২৮. 5 kg ভরের একটি বস্তুকে 50 ms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে ছুড়ে দিলে সর্বোচ্চ উচ্চতায় এর যান্ত্রিক শক্তি কত হবে?

স. বো. ২০২০

- ক. 3150 J
খ. 6250 J ✓
গ. 12,500 J
ঘ. 25,000 J

ব্যাখ্যা: সর্বোচ্চ উচ্চতায় সমগ্র গতিশক্তি বিভবশক্তিতে রূপান্তরিত হয়, তাই যান্ত্রিক শক্তি = নিষ্ক্ষেপণ মুহূর্তের গতিশক্তি = $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times (50)^2 = 6250 J$



২৯. নিচের কোন সম্পর্কটি সঠিক?

সি. বো. ২০২০

- ক. $V \propto 1/h$
খ. $F = mgh$
গ. $T \propto \sqrt{v^2}$ ✓
ঘ. $V = kx^2$

ব্যাখ্যা: $V = mgh = \text{ফরক} \times h \therefore V \propto h$; $T = \frac{1}{2}mv^2 = \text{ফরক} \times v^2$ [$\therefore \frac{1}{2}m = \text{ফরক}$] $\therefore T \propto v^2$; প্রকৃতপক্ষে $F = mg$ এবং $V = \frac{1}{2}kx^2$

৩০. 90 kg ভরের একটি মোটর সাইকেল 50 kmh⁻¹ বেগে চললে এর গতিশক্তি কত জুল (J) হবে?

সি. বো. ২০২১

- ক. 8680.56 ✓
খ. 17361.11
গ. 112500
ঘ. 225000

ব্যাখ্যা: $v = 50 \text{ km h}^{-1} = 50 \times 1000 / 3600 = 13.89 \text{ m/s}$; $T = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 90 \times (13.89)^2 \text{ J} = 8680.56 \text{ J}$

৩১. 5 ms⁻¹ বেগে গতিশীল 10 kg ভরের একটি বস্তুর উপর গতির দিকে আরও 20 J শক্তি প্রদান করা হলো। বস্তুটির বেগ কত হবে?

ঘ. বো. ২০২২

- ক. 3.8 ms⁻¹
খ. 5.39 ms⁻¹ ✓
গ. 14.5 ms⁻¹
ঘ. 29 ms⁻¹

ব্যাখ্যা: $T = \frac{1}{2}mu^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times (5 \text{ ms}^{-1})^2 = 125 \text{ J} \therefore T = 125 \text{ J} + 20 \text{ J} = 145 \text{ J}$; $v = \sqrt{(2T/m)} = \sqrt{(2 \times 145 \text{ J} / 10 \text{ kg})} = 5.39 \text{ ms}^{-1}$

৩২. গতিশক্তির (T) -

সি. বো. ২০২৩

- i. একক kgm²s⁻²
ii. ক্ষেত্রে $T = P^2/2m$
iii. দিক আছে
নিচের কোনটি সঠিক?

- ক. i ও ii ✓
খ. i ও iii
গ. ii ও iii
ঘ. i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: (i) $T = \frac{1}{2}mv^2 \therefore$ গতিশক্তির একক = ভরের একক $\times$ বেগের বর্গের একক = $\text{kg} \times (\text{ms}^{-1})^2 = \text{kgm}^2\text{s}^{-2}$ (ii) $T = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times m^2v^2/m = P^2/2m$ [$P = mv$] (iii) গতিশক্তি স্কেলার রাশি তাই এর দিক নেই।

৩৩. কোনো গতিশীল বস্তুর গতিশক্তি চারগুণ হবে, যদি-

সি. বো. ২০২২

- i. বেগ দ্বিগুণ হয়
ii. বেগ ও ভর উভয়ই দ্বিগুণ হয়
iii. বেগ দ্বিগুণ ও ভর অর্ধেক হয়
নিচের কোনটি সঠিক?

- ক. i ✓
খ. ii
গ. i ও ii
ঘ. ii ও iii

ব্যাখ্যা: $T = \frac{1}{2}mv^2$ বা $T' = \frac{1}{2}mv'^2$; $T'/T = 4T/T$ [$\therefore T' = 4T$] বা $v'^2 = 4v^2$ বা $v' = 2v$ — অর্থাৎ শুধু বেগ দ্বিগুণ হলেই গতিশক্তি চারগুণ হবে (ভর অপরিবর্তিত থাকলে)।

৩৪. লেখচিত্রে (বেগ-সময়, বস্তুর ভর 500 kg, বিন্দু A,B,C,D,E) কোন অংশে গতিশক্তি স্থির থাকে?

ঘ. বো. ২০২৩

- ক. OA ও AB অংশে
খ. AB ও CD অংশে ✓
গ. CD ও DE অংশে
ঘ. BC ও DE অংশে

ব্যাখ্যা: লেখচিত্রের যে সকল অংশে বেগের মান স্থির অর্থাৎ বস্তু সমবেগে চলে সে সকল অংশে গতিশক্তি স্থির থাকবে। AB ও CD অংশে বস্তু সমবেগে চলছে।

৩৫. নিচের কোনটি স্প্রিং ফরকের একক?

কু. বো. ২০২২

- ক. Nm⁻¹ ✓
খ. Js⁻¹
গ. kgm⁻²
ঘ. Jm⁻² ✓

ব্যাখ্যা: স্প্রিং ফরক $K = F/x$ এর একক = $N/m = \text{Nm}^{-1} = \text{Nm/m}^2 = \text{Jm}^{-2} \therefore$ সঠিক উত্তর: ক ও ঘ



৩৬. নিচের কোনটি বিভব শক্তির মাত্রা?

স. বো. ২০২১

- ক. ML^2T^{-2} ✓
খ. MLT^{-2}
গ. MLT^{-1}
ঘ. ML^2T^{-1}

ব্যাখ্যা: বিভবশক্তি, $V = ভর \times ত্বরণ \times সরণ = MLT^{-2} \cdot L = ML^2T^{-2}$

৩৭. 'হাতে হাত ঘষলে তাপ উৎপন্ন হয়।' এটি শক্তির কী ধরনের রূপান্তর?

ঢা. বো. ২০২৩

- ক. রাসায়নিক শক্তি থেকে তাপ শক্তি
খ. তড়িৎ শক্তি থেকে তাপ শক্তি
গ. তাপ শক্তি থেকে যান্ত্রিক শক্তি
ঘ. যান্ত্রিক শক্তি থেকে তাপ শক্তি ✓

ব্যাখ্যা: গ্যাস পুড়ালে রাসায়নিক শক্তি তাপ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। ঘর্ষণের সময় যান্ত্রিক শক্তি তাপশক্তিতে রূপান্তরিত হয়। বৈদ্যুতিক হিটার বা ইস্ত্রিতে তড়িৎশক্তি তাপ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। সকল যন্ত্র/ইঞ্জিনে তাপশক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর করা হয়।

৩৮. ঘর্ষণের ফলে শক্তির যে অপচয় হয় তা প্রধানত কী রূপে আবির্ভূত হয়?

রা. বো.

- ক. আলো
খ. তাপ ✓
গ. শব্দ
ঘ. বল

ব্যাখ্যা: ঘর্ষণের কারণে সব সময়ই তাপশক্তি তৈরি হচ্ছে, সেখানে আসলে যান্ত্রিক শক্তি তাপশক্তিতে রূপান্তরিত হচ্ছে।

৩৯. নিচের কোনটি যান্ত্রিক শক্তিকে তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তর করে?

ঢা. বো. ২০২৩

- ক. তড়িৎ মোটর
খ. জেনারেটর ✓
গ. ট্রান্সফরমার
ঘ. সলিনয়েড

ব্যাখ্যা: তড়িৎ মোটর তড়িৎ শক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে এবং জেনারেটর যান্ত্রিক শক্তিকে তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তর করে। ট্রান্সফরমার ভোল্টেজ ও তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন করে।

৪০. থার্মোকাপলে দুটি ভিন্ন ধাতব পদার্থের সংযোগস্থলে তাপ প্রদান করে সরাসরি কোন শক্তি উৎপাদন করা যায়?

ঢা. বো. ২০২১

- ক. যান্ত্রিক শক্তি
খ. আলোক শক্তি
গ. বিদ্যুৎ শক্তি ✓
ঘ. ভূতাপীয় শক্তি

ব্যাখ্যা: থার্মোকাপলে দুটি ভিন্ন ধাতব পদার্থের সংযোগস্থলে তাপ প্রদান করে সরাসরি তাপ থেকে বিদ্যুৎ শক্তি উৎপাদন করা হয়। তবে প্রায় সকল ক্ষেত্রেই, তাপশক্তি → যান্ত্রিক শক্তি → বিদ্যুৎ শক্তি।

৪১. ইউরেনিয়ামের ক্ষেত্রে-

ঢা. বো. ২০২৩

- i. প্রকৃতিতে এর পরিমাণ ০.৭%
ii. ১৪৩টি প্রোটন ও ৯২টি নিউট্রন আছে
iii. ৯২টি প্রোটন ও ১৪৩টি নিউট্রন আছে
নিচের কোনটি সঠিক?

- ক. i ও ii
খ. i ও iii ✓
গ. ii ও iii
ঘ. i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: ইউরেনিয়ামের পারমাণবিক সংখ্যা ৯২ এবং ভরসংখ্যা ২৩১। ∴ প্রোটন সংখ্যা = ৯২, ইলেকট্রন সংখ্যা = ৯২, নিউট্রন সংখ্যা = ২৩১ - ৯২ = ১৪৩। প্রকৃতিতে U-235 আইসোটোপের পরিমাণ প্রায় ০.৭%। এর অর্ধায়ু প্রায় ৭০৪ মিলিয়ন বছর।

৪২. ফিউশনের জ্বালানি কোনটি?

ঢা. বো. ২০২২

- ক. হিলিয়াম
খ. হাইড্রোজেন ✓
গ. ইউরেনিয়াম
ঘ. পানি

ব্যাখ্যা: নিউক্লিয়ার শক্তির জ্বালানি ইউরেনিয়াম এবং নিউক্লিয়ার ফিউশনের জ্বালানি হাইড্রোজেন।



৪৩. যদি কোনো শূন্যলিত বিক্রিয়ায় ফিশন প্রক্রিয়ায় 1 kg ভর লোপ পায়, তবে নির্গত শক্তি হয়-

রা. বো. ২০২২

- ক. 9×10^{19} J
খ. 9×10^{16} J ✓
গ. 9×10^{14} J
ঘ. 9×10^8 J

ব্যাখ্যা: $E=mc^2=1\text{kg} \times (3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1})^2 = 9 \times 10^{16}$ J

৪৪. নিউক্লিয়ার রি-অ্যাক্টরে-

সি. বো. ২০২২

- i. কন্ট্রোল রড থাকে
ii. বিপুল পরিমাণ তাপ শক্তি নির্গত হয়
iii. জ্বালান হিসেবে ইউরেনিয়াম ব্যবহৃত হয়
নিচের কোনটি সঠিক?

- ক. i ও ii
খ. i ও iii
গ. ii ও iii
ঘ. i, ii ও iii ✓

ব্যাখ্যা: (i) নিউক্লিয়ার রি-অ্যাক্টরে নিউট্রনকে শোষণ করার জন্য বিশেষ ধরনের রড ব্যবহার করা হয়, তাকে কন্ট্রোল রড বলে। (ii) এই বিক্রিয়ায় প্রচুর পরিমাণে তাপ শক্তি উৎপন্ন হয়। (iii) নিউক্লিয়ার শক্তি কেন্দ্রে জ্বালান হিসেবে ইউরেনিয়াম-235 ব্যবহার করা হয়, যার প্রোটন 92টি ও নিউট্রন 143টি।

৪৫. একটি ফিশন বিক্রিয়ায় নির্গত শক্তির পরিমাণ-

- i. 200 MeV
ii. 1.6×10^{-19} eV
iii. 3.2×10^{-11} J

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক. i
খ. ii
গ. i ও iii ✓
ঘ. i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: একটি ফিশন বিক্রিয়ায় প্রায় 200 MeV শক্তি নির্গত হয়, যা জুল এককে প্রকাশ করলে প্রায় 3.2×10^{-11} J (যেহেতু $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19}$ J, সরাসরি 1.6×10^{-19} eV নয়)। তাই i ও iii সঠিক।

৪৬. ক্ষমতার মাত্রা কোনটি?

ঢা. বো. ২০২৪; রা. বো. ২০২৩; কু. বো. ২০২৩; চ. বো. ২০২১; কু. বো. ২০২০

- ক. ML^2T^{-1}
খ. MLT^{-2}
গ. ML^2T^{-3} ✓
ঘ. MLT^{-3}

ব্যাখ্যা: ক্ষমতার মাত্রা = কাজের মাত্রা/সময়ের মাত্রা = (বলের মাত্রা × সরণের মাত্রা)/সময়ের মাত্রা = (ভরের মাত্রা × ত্বরণের মাত্রা × সরণের মাত্রা)/সময়ের মাত্রা = $M \cdot L \cdot T^{-2} \cdot L / T = ML^2T^{-3}$

৪৭. নিউক্লিয়ার বিদ্যুৎ কেন্দ্র পরিবেশের জন্য ঝুঁকিপূর্ণ, কারণ-

ব. বো. ২০২১

- i. নিউক্লিয়ার বর্জ্য অত্যন্ত তেজস্ক্রিয়
ii. ইহা থেকে কার্বন ডাইঅক্সাইড নিঃসরণ হয়
iii. নিরাপদ মাত্রায় পৌঁছানোর জন্য লক্ষ লক্ষ বছর বর্জ্য সংরক্ষণ করতে হয়
নিচের কোনটি সঠিক?

- ক. i ও ii
খ. i ও iii ✓
গ. ii ও iii
ঘ. i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: নিউক্লিয়ার বিদ্যুৎ কেন্দ্র কার্বন ডাইঅক্সাইড নিঃসরণ করে না, তাই ii সঠিক নয়।

৪৮. নিচের কোনটি বল ও বেগের গুণফল?

কু. বো. ২০২১; সি. বো. ২০১৬; ব. বো. ২০২০

- ক. কাজ
খ. শক্তি
গ. ক্ষমতা ✓
ঘ. ভরবেগ

ব্যাখ্যা: $P=W/t=Fs/t=F \times (s/t)=Fv$; অর্থাৎ ক্ষমতা = বল × বেগ

৪৯. 500 W ক্ষমতার একটি তড়িৎ মোটর দ্বারা 10 sec-এ একটি 15 kg ভরের বস্তুকে 20 m উচ্চতায় তোলা হলো। শক্তির অপচয় কত?

কু. বো. ২০২২

- ক. 2060 J ✓
খ. 2940 J
গ. 5000 J
ঘ. 7500 J

ব্যাখ্যা: লভ্য কার্যকর শক্তি, $W=mgh=15\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} \times 20\text{m}=2940\text{J}$; প্রদত্ত শক্তি, $W'=Pt=500\text{W} \times 10\text{s}=5000\text{J}$ ∴ শক্তির অপচয় = $5000\text{J}-2940\text{J} = 2060\text{J}$



৫০. 40 kg ভরের এক বালক 12 s-এ 6 m উঁচু সিঁড়ি অতিক্রম করলে তার ক্ষমতা কত ওয়াট হবে?

কু. বো. ২০১৬; ব. বো. ২০১৫; দি. বো. ২০১৭

- ক. 20
খ. 32.66
গ. 196 ✓
ঘ. 786

ব্যাখ্যা: $P = mgh/t = (40 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 6 \text{ m}) / 12 \text{ s} = 196 \text{ W}$

৫১. 70 kg ওজনের এক জন ব্যক্তি 5 মিনিটে 100 m উঁচু পাহাড়ে উঠে, তার ক্ষমতা কত ওয়াট? [$g = 9.8 \text{ ms}^{-1}$]

ম. বো. ২০২২

- ক. 3500
খ. 1400
গ. 228.67 ✓
ঘ. 0.14

ব্যাখ্যা: $P = mgh/t = (70 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 100 \text{ m}) / (5 \times 60 \text{ s}) = 228.67 \text{ W}$

৫২. একটা ফ্রেন দ্বারা 10 kg ভরের কোনো বস্তুকে 2 মিনিটে 10 m উচ্চতায় উঠানো হলে- [$g = 9.8 \text{ ms}^{-1}$]

ম. বো. ২০২৪

- i. কৃতকাজ ঋণাত্মক
ii. বিভবশক্তি 980 J
iii. কার্যকর ক্ষমতা 490 W
নিচের কোনটি সঠিক?

- ক. i ও ii ✓
খ. i ও iii
গ. ii ও iii
ঘ. i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: $m = 10 \text{ kg}$, $t = 120 \text{ s}$, $h = 10 \text{ m}$, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$ । (i) উপরে উঠানো হলে অভিকর্ষ বলের বিপরীত দিকে কাজ হয় ফলে কৃতকাজ ঋণাত্মক। (ii) বিভবশক্তি, $E_p = mgh = 10 \times 9.8 \times 10 \text{ J} = 980 \text{ J}$ (iii) কার্যকর ক্ষমতা, $P = mgh/t = 980/120 = 8.17 \text{ W}$ (490W নয়)। অতএব (i) ও (ii) সঠিক।

৫৩. 35 N ওজনের একটি বস্তু 5m উচ্চতায় উঠাতে একটি মোটর ব্যবহৃত হয়। এটি 400 J বিদ্যুৎ শক্তি খরচ করে। মোটরটির কর্মদক্ষতা কত?

জালালাবাদ স্টাটমেন্ট পার্টনিক স্কুল এন্ড কলেজ, সিলেট

- ক. 35%
খ. 43.75% ✓
গ. 56.25%
ঘ. 75%

ব্যাখ্যা: $\eta = (35 \times 5) / 400 \times 100\% = 43.75\%$

৫৪. একটি বৈদ্যুতিক মোটরের সাহায্যে 50 N ওজনের একটি বস্তুকে ভূ-পৃষ্ঠ থেকে 5m উপরে উঠাতে 400 J শক্তি সরবরাহ করা হয়। লভ্য কার্যকর শক্তি কত হবে?

ব. বো. ২০২৩

- ক. 250 J ✓
খ. 400 J
গ. 500 J
ঘ. 800 J

ব্যাখ্যা: $W = mgh = Fh = 50 \text{ N} \times 5 \text{ m} = 250 \text{ J}$

৫৫. কর্মদক্ষতার ক্ষেত্রে-

ব. বো. ২০২২

- i. কর্মদক্ষতা = লভ্য কার্যকর শক্তি/মোট প্রদত্ত শক্তি
ii. কর্মদক্ষতা = অপচয়কৃত শক্তি/মোট প্রদত্ত শক্তি
iii. কর্মদক্ষতা = (প্রদত্ত শক্তি - অপচয়কৃত শক্তি)/প্রদত্ত শক্তি
নিচের কোনটি সঠিক?

- ক. i
খ. i ও ii
গ. i ও iii ✓
ঘ. i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: কর্মদক্ষতা = লভ্য কার্যকর শক্তি/প্রদত্ত শক্তি এবং লভ্য কার্যকর শক্তি = প্রদত্ত শক্তি - অপচয়কৃত শক্তি, সুতরাং i ও iii সঠিক।

৫৬. 4.9 kW এর একটি মোটর ব্যবহার করে 20 s এ একটি বস্তুকে 40 m উপরে উঠাতে 50000 J শক্তি অপচয় হলো। বস্তুর ভর কত?

দি. বো. ২০২৩

- ক. 122.45 kg ✓
খ. 150 kg
গ. 200.28 kg
ঘ. 255.10 kg

ব্যাখ্যা: ব্যয়িত শক্তি, $W_{in} = P_{in} \times t = 4.9 \times 10^3 \times 20 \text{ J} = 98000 \text{ J}$; কার্যকর শক্তি, $W_{out} = 98000 - 50000 \text{ J} = 48000 \text{ J}$ বা $mgh = 48000 \text{ J}$; $m = 48000 / (9.8 \times 40) \text{ kg} = 122.45 \text{ kg}$



৫৯. একটি বৈদ্যুতিক মোটরের সাহায্যে 50 N ওজনের একটি বস্তুকে ভূ-পৃষ্ঠ থেকে 5m উপরে উঠাতে 400 J শক্তি সরবরাহ করা হয়। উদ্দীপকে-

ব. বো. ২০২০

i. শক্তির নিত্যতার সূত্র প্রয়োগ হয়েছে

ii. মোটরটির কর্মদক্ষতা 62.5%

iii. অপচয়কৃত শক্তি 150 J

নিচের কোনটি সঠিক?

ক. i

খ. ii

গ. i ও ii

ঘ. i, ii ও iii ✓

ব্যাখ্যা: $\eta = W/W = 250/400 = 0.625 = 62.5\%$; অপচয় = $400 - 250 = 150$ J — তিনটিই সঠিক।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নের উত্তর

১৮ × ২ = ৩৬

১. স্প্রিং বল দ্বারা কৃতকাজ সর্বদা ঋণাত্মক হয় কেন?

উত্তর: যখন বল প্রয়োগের বিপরীত দিকে সরণ হয়, তখন তাকে ঋণাত্মক কাজ বলে। একটি স্প্রিং-এর সরণ যেদিকে ঘটে তার বিপরীত দিকে স্প্রিং বল কাজ করে। বল ও সরণের দিক বিপরীত হওয়ায় স্প্রিং বল দ্বারা কৃতকাজ সর্বদা ঋণাত্মক কাজ।

২. "দুটি বস্তুর উপর সমবল প্রয়োগ করা হলেও কৃতকাজ ভিন্ন হতে পারে" — ব্যাখ্যা করো।

উত্তর: দুটি বস্তুর উপর সমবল প্রয়োগ করা হলেও বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব সমান নাও হতে পারে। তাই কাজের পরিমাণ সমান নাও হতে পারে। আবার সমবল প্রয়োগ করা হলেও বস্তুর সরণ প্রযুক্ত বলের বিপরীত দিকেও ঘটতে পারে, এক্ষেত্রে ঋণাত্মক কাজ হবে। সুতরাং বলা যায়, দুটি বস্তুর উপর সমবল প্রয়োগ করা হলেও কৃতকাজ ভিন্ন হতে পারে।

৩. গতিশীল গাড়িতে ব্রেক কষলে গাড়ি কিছুদূর গিয়ে থেমে যায়। এটি কোন ধরনের কাজ?

উত্তর: গতিশীল গাড়িতে ব্রেক কষলে গাড়ি কিছুদূর গিয়ে থেমে যায়। ব্রেক কষলে এক ধরনের প্রতিরোধ বল উৎপন্ন হয়। তবে গতিজড়তার কারণে গাড়িটি কিছু সময় পরে একটু দূরে গিয়ে থেমে যায়। এক্ষেত্রে বল ও সরণ বিপরীতমুখী, তাই কাজটি ঋণাত্মক কাজ।

৪. আলোকে কেন শক্তি বলা হয়?

উত্তর: পৃথিবীতে সকল শক্তির উৎস হলো সূর্য। প্রাণী ও উদ্ভিদ কোষ আলো ব্যবহার করে তেল, কয়লা, প্রাকৃতিক গ্যাস প্রভৃতি জীবাশ্ম জ্বালানির সৃষ্টি করে। লেন্স বা দর্পণের সাহায্যে আলোকে অভিসারিত করে আগুন জ্বালানো যায়। এছাড়াও সোলার ওয়াটার হিটার, সোলার কুকার ইত্যাদিতে ব্যবহৃত শক্তি আলো থেকেই আসে। অর্থাৎ আলো এক প্রকার শক্তি।

৫. উপরের দিকে নিষ্ক্ষিপ্ত বস্তুর ক্ষেত্রে বিভব শক্তির হ্রাস-বৃদ্ধি ব্যাখ্যা করো।

উত্তর: একটি বস্তুকে নির্দিষ্ট গতিশক্তি সরবরাহ করে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে ভূপৃষ্ঠ থেকে বস্তুর উচ্চতা বৃদ্ধির সাথে সাথে এর বেগ কমতে থাকে এবং বিভব শক্তি বৃদ্ধি পেতে থাকে। একসময় বস্তুর বেগ শূন্য গিয়ে নিচে পড়তে থাকে। নিচে পড়ার সময় ভূপৃষ্ঠ থেকে বস্তুর উচ্চতা কমতে থাকে এবং বিভব শক্তি হ্রাস পেতে থাকে।

৬. প্রদত্ত শক্তি যতই হোক, ইঞ্জিনের কার্যকর শক্তি কর্মদক্ষতার ওপর নির্ভরশীল — ব্যাখ্যা করো।

উত্তর: কর্মদক্ষতা হলো কোনো যন্ত্র মোট গৃহীত শক্তির কত অংশ কাজে রূপান্তরিত করতে পারে তার শতকরা পরিমাণ। অর্থাৎ কোনো যন্ত্রের কর্মদক্ষতা যত বেশি, সেটি তার দ্বারা গৃহীত শক্তির তত বেশি অংশ কাজে রূপান্তরিত করতে পারে। আমরা জানি, কর্মদক্ষতা = লভ্য কার্যকর শক্তি/প্রদত্ত শক্তি। সুতরাং কর্মদক্ষতা বেশি হলে লভ্য কার্যকর শক্তি বেশি হবে। একারণেই লভ্য কার্যকর শক্তি কর্মদক্ষতার ওপর নির্ভরশীল।

৭. জলপ্রপাতের শীর্ষদেশ ও তলদেশের তাপমাত্রা ভিন্ন হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা করো।

উত্তর: জলপ্রপাতের শীর্ষদেশে পানির সমগ্র শক্তিই বিভবশক্তি হিসেবে জমা থাকে। অন্যদিকে পানি জলপ্রপাতের তলদেশে পতনকালে সমগ্র বিভবশক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয়। গতিশক্তির কিছু অংশ তাপশক্তিতে পরিণত হয়ে পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে, এ কারণে জলপ্রপাতের শীর্ষদেশ ও তলদেশের তাপমাত্রা ভিন্ন হয়।

৮. পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে কোন শক্তির রূপান্তর ঘটে? ব্যাখ্যা করো।

উত্তর: একটি বস্তু ভূ-পৃষ্ঠ থেকে উপরে স্থির অবস্থায় থাকে তখন বস্তুর সমস্ত শক্তি বিভবশক্তি হিসেবে থাকে। অভিকর্ষের প্রভাবে যখন বস্তুটি মুক্তভাবে নিচে পড়তে থাকে তখন বস্তুর বেগ সময়ের সাথে সাথে বাড়তে থাকে। এক্ষেত্রে বস্তুর বিভবশক্তি কমতে থাকে এবং গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে বিভবশক্তি থেকে গতিশক্তিতে রূপান্তর ঘটে।

৯. পারমাণবিক বিদ্যুৎ কেন্দ্রে যে বিশেষ বিক্রিয়া ব্যবহার করে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয় সেটি একটি স্বতঃস্ফূর্ত প্রক্রিয়া — ব্যাখ্যা করো।

উত্তর: পারমাণবিক বিদ্যুৎ কেন্দ্রে তেজস্ক্রিয় মৌল ইউরেনিয়ামের চেইন রি-অ্যাকশন ব্যবহার করে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয়। এই বিক্রিয়ায় ^{235}U নিউক্লিয়াসকে একটি নিউট্রন দ্বারা আঘাত করা হয়। ফলে ^{235}U পুরোপুরি অস্থিতিশীল হয়ে যায় এবং ^{92}Kr , ^{141}Ba দুইটি ছোট নিউক্লিয়াসে ভাগ হয়ে যায়। এতে করে আরও তিনটি নিউট্রন বের হয়। উৎপন্ন এই নিউট্রনগুলো আবার অন্য নিউক্লিয়াসে গিয়ে আঘাত করে এবং এভাবেই এই বিক্রিয়া স্বতঃস্ফূর্তভাবে চলতেই থাকে।

১০. যে বিক্রিয়ায় ভর শক্তিতে রূপান্তরিত হয়, সেই বিক্রিয়ায় শক্তির পরিমাণ নির্ণায়ক সমীকরণটি ব্যাখ্যা করো।

উত্তর: নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় ভর শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। অবশ্য নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় মোট ভরের কেবল একটি ক্ষুদ্র ভগ্নাংশ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। পদার্থ ভর থেকে শক্তিতে রূপান্তরিত হলে যদি E পরিমাণ শক্তি পাওয়া যায়, তাহলে $E=mc^2$ । এখানে m হলো শক্তিতে রূপান্তরিত ভর এবং c হচ্ছে শূন্য মাধ্যমে আলোর বেগ যা $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ এর সমান।

১১. শক্তির রূপান্তর না ঘটলে আমরা কী কী সমস্যার সম্মুখীন হতাম?

উত্তর: শক্তির রূপান্তর না ঘটলে আমরা নিম্নোক্ত সমস্যাগুলোর সম্মুখীন হতাম —

i. রান্না করা, যন্ত্র চালানো ইত্যাদি কাজ সম্ভব হতো না।

ii. আমাদের শরীর প্রয়োজনীয় শক্তি পেত না, ফলে প্রাণের কোনো অস্তিত্ব থাকত না।

iii. অন্য যেসব ক্ষেত্রে শক্তির রূপান্তর ঘটে সেগুলোও অচল হয়ে যেত।

১২. একটি নির্দিষ্ট বস্তুকে উপর থেকে ছেড়ে দিলে, বেশি উচ্চতা থেকে ফেলার ক্ষেত্রে এটি ভূপৃষ্ঠকে বেশি বেগে আঘাত করবে — ব্যাখ্যা করো।

উত্তর: আমরা জানি, ভূমি থেকে h উচ্চতায় m ভরের কোনো বস্তুর বিভবশক্তি $V=mgh$ এবং তার বেগ v হলে গতিশক্তি $T=\frac{1}{2}mv^2$ । শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি অনুযায়ী, $\frac{1}{2}mv^2=mgh$ বা $v^2=2gh$ । এখন g যেহেতু ধ্রুবক, $\therefore v^2 \propto h$ বা $v \propto \sqrt{h}$ । সুতরাং দেখা যাচ্ছে, ভূমিতে আঘাত করার সময় বেগ উচ্চতার বর্গমূলের সমানুপাতিক। এজন্য বেশি উচ্চতা থেকে ফেলার ক্ষেত্রে একটি বস্তু ভূপৃষ্ঠকে বেশি বেগে আঘাত করবে।

১৩. শক্তি ও ক্ষমতাকে কেন দুইটি ভিন্ন রাশি হিসেবে বিবেচনা করা হয়?

উত্তর: বস্তুর কাজ করার সামর্থ্যই হলো শক্তি। অন্যদিকে বস্তু একক সময়ে যে পরিমাণ কাজ করতে পারে তা হলো ঐ বস্তুর ক্ষমতা। ক্ষমতা দ্বারা বিভিন্ন বস্তুর কাজের হার জানা যায় বলে বস্তুসমূহের সামর্থ্য বোঝা যায়। কিন্তু শক্তি কেবল মোট কাজের পরিমাণ হওয়ায় তার দ্বারা বস্তুসমূহের সামর্থ্য বোঝা যায় না। তাই শক্তি ও ক্ষমতাকে দুইটি ভিন্ন রাশি হিসেবে বিবেচনা করা হয়।

১৪. এক ওয়াট-সেকেন্ড সমান কত জুল? গাণিতিকভাবে দেখাও।

উত্তর: আমরা জানি, ক্ষমতা = কাজ/সময়। কাজের একক J, সময়ের একক s, তাই ক্ষমতার একক $W=J/s \therefore 1W=1Js^{-1}$ । এখন, কাজ = ক্ষমতা × সময় $\therefore J=Ws$, অর্থাৎ $1J=1Ws$ হয়। তাই এক ওয়াট-সেকেন্ডকে এক জুল বলা যায়।

১৫. 100 MeV কত মিলি জুলের সমান? নির্ণয় করো।

উত্তর: $\therefore 100\text{MeV} = 100 \times 10^6 \text{eV}$
 $= 100 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{C} \times 1\text{V}$
 $= 100 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{C} \times (1\text{J}/1\text{C})$
 $= 100 \times 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{J}$
 $= 1.6 \times 10^{-11} \text{J} = 1.6 \times 10^{-11} \times 10^3 \text{ মিলি জুল}$
 $= 1.6 \times 10^{-8} \text{ মিলি জুল}$

১৬. দুটি যন্ত্রের কৃতকাজের পরিমাণ একই হলেও তাদের ক্ষমতা ভিন্ন হতে পারে কি? ব্যাখ্যা করো।

উত্তর: কোনো যন্ত্রের কাজ করার হার হলো ক্ষমতা। একটি যন্ত্র t সময়ে W পরিমাণ কাজ করলে তার ক্ষমতা, $P=W/t$; কৃতকাজ যদি একই থাকে কিন্তু প্রয়োজনীয় সময় ভিন্ন হয় তবে ক্ষমতা $P \propto 1/t$ । সুতরাং দুটি ভিন্ন যন্ত্রের একই পরিমাণ কাজ করতে ভিন্ন সময় প্রয়োজন হলে ক্ষমতাও ভিন্ন হতে পারে।

১৭. একই দ্রুত্ব সামনে না হেঁটে সিঁড়ি দিয়ে উঠলে বেশি ক্ষমতার প্রয়োজন হয় কেন?

উত্তর: নির্দিষ্ট পরিমাণ দ্রুত্ব অনুভূমিক বরাবর সামনের দিকে হাঁটলে কেবল ঘর্ষণ বলের বিরুদ্ধে কাজ করতে হয়। কিন্তু একই দ্রুত্ব উল্লম্বভাবে উপরের দিকে সিঁড়ি দিয়ে উঠলে ঘর্ষণ বল এবং অভিকর্ষ বল উভয়ের বিরুদ্ধে কাজ করতে হয়। এছাড়াও, ঘর্ষণ বলের চেয়ে অভিকর্ষ বল বৃহত্তর মানের। তাই একই দ্রুত্ব সামনে না হেঁটে সিঁড়ি দিয়ে উঠলে বেশি ক্ষমতার প্রয়োজন হয়।

১৮. কর্মদক্ষতাকে শতকরায় প্রকাশ না করে শুধু সংখ্যায় প্রকাশ করলে কী সমস্যা হতো?

উত্তর: কর্মদক্ষতা শতকরায় প্রকাশ করলে আমরা সহজেই জানতে পারি গৃহীত শক্তির শতকরা কী পরিমাণ কাজে ব্যয় হচ্ছে। যেমন — কোনো ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা 50% বললে বোঝায় যে, এটি গৃহীত মোট শক্তির 50% কাজে পরিণত করে। তাই কর্মদক্ষতাকে শতকরা এককে প্রকাশ করা হয়। এমনটা না করে শুধু সংখ্যায় প্রকাশ করলে গৃহীত শক্তির কত অংশ কাজে পরিণত হচ্ছে তা সহজে বোঝা যেত না।

সৃজনশীল প্রশ্ন (সমাধানসহ)

১০ × ১০ = ১০০

১. লেখচিত্রে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর ভর 2 kg। গতিশক্তি-সময় লেখচিত্রে P বিন্দুর মান ভূমি স্পর্শের মুহূর্তে গতিশক্তি নির্দেশ করে (P বিন্দু: $t=8\text{s}$ এ $T=6146.56\text{ J}$)।

ঘ. বো. ২০২৪

ক. ভরবেগ কাকে বলে?

ক-উত্তর: কোনো বস্তুর ভর ও বেগের গুণফলকে ভরবেগ বলে।

খ. এক ওয়াট-সেকেন্ডকে এক জুল বলা যায়- ব্যাখ্যা কর।

খ-উত্তর: আমরা জানি, $P=W/t$ বা, $W=Pt$ । এখন, ক্ষমতার SI একক ওয়াট, সময়ের SI একক সেকেন্ড এবং কাজের SI একক জুল। সুতরাং উপরের সমীকরণে $P=1\text{W}$ এবং $t=1\text{s}$ বসালে W এর যে মান পাওয়া যায় তাই 1 জুল।
 $\therefore W=1\text{W} \times 1\text{s} = 1\text{Ws} = 1\text{J}$
এ কারণে এক ওয়াট-সেকেন্ডকে এক জুল বলা যায়।

গ. বস্তুটির ভূমি স্পর্শের মুহূর্তে বেগ নির্ণয় কর।

গ-উত্তর: এখানে, বস্তুর ভর, $m=2\text{kg}$
ভূমি স্পর্শের মুহূর্তে গতিশক্তি, $T=6146.56\text{ J}$
ভূমি স্পর্শের মুহূর্তে বেগ, $v=?$
আমরা জানি, $T=\frac{1}{2}mv^2$
বা, $v^2=2T/m$
 $\therefore v=\sqrt{(2 \times 6146.56\text{ J})/(2\text{kg})}=78.4\text{ ms}^{-1}$
অতএব, উদ্দীপকের বস্তুটির ভূমি স্পর্শের মুহূর্তে বেগ 78.4 ms^{-1} ।

ঘ. উদ্দীপকের তথ্য শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতিকে সমর্থন করে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

ঘ-উত্তর: এখানে, বস্তুর ভর, $m=2\text{kg}$; আদিবেগ, $u=0\text{ ms}^{-1}$
ভূমি স্পর্শের মুহূর্তে বেগ, $v=78.4\text{ ms}^{-1}$ [গ' হতে]
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g=9.8\text{ ms}^{-2}$; সময়, $t=8\text{s}$
4s পরে বেগ, $v_1=u+gt_1=0+9.8 \times 4=39.2\text{ ms}^{-1}$
ধরি, বস্তুটি ভূমি থেকে h উচ্চতায় ছিল,
 $\therefore h=ut+\frac{1}{2}gt^2=0+\frac{1}{2} \times 9.8 \times (8)^2=313.6\text{ m}$
4s এ বস্তুর অতিক্রান্ত উচ্চতা x হলে,
 $x=ut_1+\frac{1}{2}gt_1^2=0+\frac{1}{2} \times 9.8 \times (4)^2=78.4\text{ m}$
 h উচ্চতায় গতিশক্তি, $T_1=\frac{1}{2}mv^2=0\text{ J}$
 h উচ্চতায় বিভবশক্তি, $U_1=mgh=2 \times 9.8 \times 313.6=6146.56\text{ J}$
 $\therefore h$ উচ্চতায় মোট শক্তি, $E_1=T_1+U_1=6146.56\text{ J}$
4s পরে গতিশক্তি, $T_2=\frac{1}{2}mv_1^2=\frac{1}{2} \times 2 \times (39.2)^2=1536.64\text{ J}$
4s পরে বিভবশক্তি, $U_2=mg(h-x)=2 \times 9.8 \times (313.6-78.4)=4609.92\text{ J}$
 $\therefore 4\text{s}$ পরে মোট শক্তি, $E_2=T_2+U_2=1536.64+4609.92=6146.56\text{ J}$
ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে গতিশক্তি, $T_3=\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2} \times 2 \times (78.4)^2=6146.56\text{ J}$
ভূমি স্পর্শের মুহূর্তে বিভবশক্তি, $U_3=mg \times 0=0\text{ J}$
 $\therefore$ ভূমি স্পর্শের মুহূর্তে মোট শক্তি, $E_3=T_3+U_3=6146.56\text{ J}$
উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যায়, $E_1=E_2=E_3$
অতএব, উদ্দীপকের তথ্য শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতিকে সমর্থন করে।

২. 2 kg ভরের একটি পাথরকে 30 m উঁচু হতে মুক্তভাবে ছেড়ে দেয়া হলো। পাথরটি একটি স্প্রিং-এর উপর পড়ল। স্প্রিং-এর ধ্রুবক 10^5 Jm^{-2} ।

রা. বো. ২০২৪

ক. কাজ কাকে বলে?

ক-উত্তর: কোনো বস্তুর ওপর প্রযুক্ত বল এবং বলের দিকে বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্বের গুণফলকে কাজ বলা হয়।

খ. মাটির নিচে তেল, গ্যাস আছে কি-না তা কীভাবে শনাক্ত করা যায়? ব্যাখ্যা কর।

খ-উত্তর: মাটির নিচে গ্যাস বা তেল আছে কিনা তা দেখার জন্য সিসমিক সার্ভে করা হয়। এটি করার জন্য মাটির খানিকটা নিচে ছোট বিস্ফোরণ ঘটানো হয়। বিস্ফোরণের শব্দ মাটির নিচে বিভিন্ন স্তরে আঘাত করে প্রতিফলিত হয়ে উপরে ফিরে আসে। জিওফোন নামে বিশেষ এক ধরনের রিসিভার সেই প্রতিফলিত তরঙ্গকে ধারণ করে। সমস্ত তথ্য বিশ্লেষণ করে মাটির নিচের নিখুঁত ত্রিমাত্রিক ছবি বের করে কোথায় তেল আছে তা বের করে নেওয়া হয়। শব্দের উৎসস্থল কোথায় এবং জিওফোন কোথায় আছে দুটোই জানা থাকার কারণে জিওফোনে শব্দ আসতে কতটুকু সময় লেগেছে তা জানতে পারলেই বিভিন্ন স্তরের দ্রুত নিখুঁতভাবে বের করা যায়।

গ. স্প্রিংটি কতটুকু সংকুচিত হবে? নির্ণয় কর।



গ-উত্তর: এখানে, পাথরের ভর, $m=2\text{kg}$; উচ্চতা, $h=30\text{m}$
 অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g=9.8\text{ms}^{-2}$; স্প্রিং-এর ধ্রুবক, $k=10^5\text{Jm}^{-2}$
 স্প্রিং-এর সংকোচন, $x=?$
 এখন, সর্বোচ্চ উচ্চতায় পাথরটির স্থিতিশক্তি = স্প্রিং-এর সংকোচনে কৃতকাজ
 বা, $mgh=\frac{1}{2}kx^2$
 বা, $x=\sqrt{(2mgh/k)}=\sqrt{(2\times 2\text{kg}\times 9.8\text{ms}^{-2}\times 30\text{m}/10^5\text{Jm}^{-2})}=0.10844\text{m}=10.844\text{cm}$
 অতএব, স্প্রিংটি 10.844 cm সংকুচিত হবে।

ঘ. পাথরটি ছেড়ে দেওয়ার পূর্বমুহুর্তে মোট যান্ত্রিক শক্তি এবং 2 s পর যান্ত্রিক শক্তি সমান হবে কি-না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

8

ঘ-উত্তর: এখানে, পাথরটির ভর, $m=2\text{kg}$; উচ্চতা, $h=30\text{m}$; $g=9.8\text{ms}^{-2}$
 পাথরটি ছেড়ে দেওয়ার পূর্বমুহুর্তে:
 বেগ, $v=0$ $\therefore$ বিভবশক্তি, $E_p=mgh=2\times 9.8\times 30=588\text{J}$
 গতিশক্তি, $E_k=\frac{1}{2}mv^2=0$
 $\therefore$ পূর্বমুহুর্তে মোট যান্ত্রিক শক্তি, $E_1=E_p+E_k=588\text{J}$
 পাথরটি ছেড়ে দেওয়ার 2s পর:
 বেগ, $v=u+gt=0+9.8\times 2=19.6\text{ms}^{-1}$
 2s এ সরণ, $s=ut+\frac{1}{2}gt^2=0+\frac{1}{2}\times 9.8\times (2)^2=19.6\text{m}$
 $\therefore$ এ অবস্থানে বিভবশক্তি, $E_p=mg(h-s)=2\times 9.8\times (30-19.6)=203.84\text{J}$
 গতিশক্তি, $E_k=\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}\times 2\times (19.6)^2=384.16\text{J}$
 $\therefore$ 2s পর মোট যান্ত্রিক শক্তি, $E_2=E_p+E_k=203.84+384.16=588\text{J}$
 এখানে, $E_1=E_2$, অর্থাৎ উভয় অবস্থানে মোট যান্ত্রিক শক্তি সমান।
 সুতরাং পাথরটি ছেড়ে দেওয়ার পূর্বমুহুর্তে ও 2s পর মোট যান্ত্রিক শক্তি সমান হবে।

৩. A অবস্থান (ভূমি থেকে 15 m উচ্চতা) থেকে একটি বস্তুকে মুক্তভাবে পড়তে দেওয়া হলো।

কৃ. বো. ২০২৪

ক. ওয়াট কাকে বলে?

১

ক-উত্তর: এক সেকেন্ডে এক জুল কাজ করার ক্ষমতাকে এক ওয়াট বলে।

খ. পড়ন্ত বস্তুর বিভবশক্তি হ্রাস পায় কেন?

২

খ-উত্তর: পড়ন্ত বস্তু যত নিচে নামতে থাকে এর বেগ তত বৃদ্ধি পেতে থাকে ফলে এর গতিশক্তিও বাড়তে থাকে। কিন্তু শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি অনুসারে মোট যান্ত্রিক শক্তি স্থির থাকে। এ কারণে গতিশক্তি যতটুকু বাড়বে ততটুকু বিভবশক্তি হ্রাস পায়। এক্ষেত্রে মূলত বিভবশক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয় যার ফলে বিভবশক্তি হ্রাস পায়।

গ. বস্তুটি কত বেগে ভূমিতে আঘাত করবে? নির্ণয় কর।

৩

গ-উত্তর: এখানে, বস্তুর আদিবেগ, $u=0\text{ms}^{-1}$; $g=9.8\text{ms}^{-2}$; উচ্চতা, $h=15\text{m}$
 বস্তুর শেষবেগ, $v=?$
 আমরা জানি, $v^2=u^2+2gh$
 বা, $v^2=(0)^2+2\times 9.8\times 15$
 $\therefore v=\sqrt{6}\text{ms}^{-1}$
 অতএব, উদ্দীপকের বস্তুটি $\sqrt{6}\text{ms}^{-1}$ বেগে ভূমিতে আঘাত করবে।

ঘ. পড়ন্ত অবস্থায় বস্তুটির কোন অবস্থানে বিভব শক্তি যান্ত্রিক শক্তির অর্ধেক হবে- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

৪

ঘ-উত্তর: এখানে, আদিবেগ, $u=0\text{ms}^{-1}$; ভর, m ; $g=9.8\text{ms}^{-2}$; উচ্চতা, $h=15\text{m}$
 ধরি, ভূমি থেকে x উচ্চতায় বস্তুটির বিভবশক্তি যান্ত্রিক শক্তির অর্ধেক হবে।
 প্রথমতে, $mgx=\frac{1}{2}(\frac{1}{2}mv_x^2+mgx)$
 বা, $2gx=\frac{1}{2}(u^2+2g(15-x))+gx$
 বা, $gx=g(15-x)$
 বা, $2x=15$
 $\therefore x=7.5\text{m}$
 অতএব, উদ্দীপকের বস্তুটির পড়ন্ত অবস্থায় ভূমি থেকে 7.5m উচ্চতায় বিভবশক্তি যান্ত্রিক শক্তির অর্ধেক হবে।

৪. 735 W কার্যকর ক্ষমতার একটি মোটর 9 m উঁচু দালানের ছাদে 1000 লিটার পানির ট্যাংক পূর্ণ করতে 2 মিনিট 12 সেকেন্ডে চালানো হয়। 1470 W কার্যকর ক্ষমতার ২য় মোটর 15 m উঁচু দালানের ছাদে 3000 লিটার পানির ট্যাংক পূর্ণ করতে 5 মিনিট 12 সেকেন্ড চালানো হয়। উভয় ট্যাংক পূর্ণ হয়ে পানি পড়ে যায়।

সি. বো.

ক. শক্তির সংজ্ঞা দাও।

১

ক-উত্তর: বস্তুর কাজ করার সামর্থ্যকে শক্তি বলে।

খ. জীবশক্তি জ্বালানির বিকল্প জ্বালানি অনুসন্ধান জরুরি কেন? ব্যাখ্যা কর।

২

খ-উত্তর: জীবশক্তি জ্বালানি হচ্ছে অনবনয়নযোগ্য জ্বালানি। শক্তির চাহিদা দিন দিন বৃদ্ধির কারণে এ জীবশক্তি জ্বালানির উৎসগুলো হ্রত ফুরিয়ে আসছে। এ উৎসগুলো হ্রত ফুরিয়ে গেলে শক্তির অভাব প্রকট হবে যা বর্তমান সময়ের সাথে অসামঞ্জস্য। এজন্য জীবশক্তি জ্বালানির বিকল্প জ্বালানি অনুসন্ধান করা জরুরি।

গ. ১ম ট্যাংক পানিপূর্ণ অবস্থায় পানির বিভব শক্তি নির্ণয় কর।

৩

গ-উত্তর: এখানে, দালানের ছাদের উচ্চতা, $h=9\text{m}$
 পানির আয়তন, $V=1000\text{L}=1\text{m}^3$; পানির ঘনত্ব, $\rho=1000\text{kg m}^{-3}$
 $\therefore$ পানির ভর, $m=\rho V=1000\times 1\text{kg}=1000\text{kg}$; $g=9.8\text{ms}^{-2}$
 পানিপূর্ণ অবস্থায় পানির বিভবশক্তি, $E_p=?$
 আমরা জানি, $E_p=mgh=1000\times 9.8\times 9=88200\text{J}$
 অতএব, ১ম ট্যাংক পানিপূর্ণ অবস্থায় পানির বিভবশক্তি 88200 J।

ঘ. উভয় মোটর দ্বারা উঠানো অতিরিক্ত পানির পরিমাণ সমান হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

৪

ঘ-উত্তর: ১ম মোটরের ক্ষেত্রে:

ট্যাংকটির সর্বোচ্চ ধারণক্ষমতা, $m=1000\text{kg}$ [গ' হতে]
মোটরের ক্ষমতা, $P_1=735\text{W}$; মোটর চালানো সময়, $t_1=132\text{s}$; $h_1=9\text{m}$

১ম মোটর কর্তৃক উত্তোলিত মোট পানির ভর m_1 হলে,

$$P_1=m_1gh_1/t_1 \text{ বা, } m_1=P_1t_1/(gh_1)=(735 \times 132)/(9.8 \times 9)=1100\text{kg}$$

$$\therefore \text{অতিরিক্ত পানির ভর, } \Delta m_1=m_1-m=1100-1000=100\text{kg}$$

২য় মোটরের ক্ষেত্রে:

ট্যাংকটির ধারণক্ষমতা, $m'=3000\text{L}=3000\text{kg}$

মোটরের কার্যকর ক্ষমতা, $P_2=1470\text{W}$; $t_2=312\text{sec}$; $h_2=15\text{m}$

২য় মোটর কর্তৃক উত্তোলিত মোট পানির ভর m_2 হলে,

$$P_2=m_2gh_2/t_2 \text{ বা, } m_2=P_2t_2/(gh_2)=(1470 \times 312)/(9.8 \times 15)=3120\text{kg}$$

$$\therefore \text{অতিরিক্ত পানির ভর, } \Delta m_2=m_2-m'=3120-3000=120\text{kg}$$

এখানে, $\Delta m_1 \neq \Delta m_2$

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

৫. A বিন্দু (0.2 kg ভর) থেকে একটি বস্তুকে যে সময়ে পড়তে দেয়া হলো, ঠিক একই সময়ে B বিন্দু (1.913 kg ভর) থেকে 30ms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো। A ও B এর মধ্যবর্তী দূরত্ব 120 m। কোনো এক সময়ে তারা একে অপরকে অতিক্রম করে। **দি. বো. ২০২৪**

ক. তাৎক্ষণিক দ্রুতি কাকে বলে?

ক-উত্তর: গতিশীল কোনো বস্তুর কোনো একটি বিশেষ মুহূর্তের দ্রুতিকে তাৎক্ষণিক দ্রুতি বলে।

খ. ভাঙা রাস্তার চেয়ে পিচঢালা পথে গাড়ি চালানো বেশি সুবিধা- ব্যাখ্যা কর।

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

গ. অর্ধ উচ্চতায় A বস্তুর বেগ নির্ণয় কর।

গ-উত্তর: এখানে, A বস্তুর আদিবেগ, $u=0\text{ms}^{-1}$

$$\text{অর্ধ উচ্চতায় সরণ, } s=h/2=120/2=60\text{m}; g=9.8\text{ms}^{-2}$$

$$\text{অর্ধ উচ্চতায় বেগ, } v=?$$

$$\text{আমরা জানি, } v^2=u^2+2gs$$

$$\text{বা, } v^2=(0)^2+2 \times 9.8 \times 60=1176\text{m}^2\text{s}^{-2}$$

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

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

ঘ. পরস্পরকে অতিক্রমের সময় A ও B বস্তুর শক্তি সমান হবে কিনা- বিশ্লেষণ কর।

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

$$\text{A বস্তুর ক্ষেত্রে: } u_A=0, m_A=0.2\text{kg}$$

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

$$\text{বা, } x=120-4.9t^2 \dots(1)$$

$$\text{B বস্তুর ক্ষেত্রে: } u_B=30\text{ms}^{-1}, m_B=1.913\text{kg}$$

$$s_B=u_Bt-\frac{1}{2}gt^2 \text{ বা, } x=30t-4.9t^2 \dots(2)$$

$$(1) \text{ ও } (2) \text{ হতে: } 120-4.9t^2=30t-4.9t^2$$

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

$$(1) \text{ হতে: } x=120-4.9 \times (4)^2=41.6\text{m}$$

$$x \text{ উচ্চতায় A বস্তুর বেগ, } v_A=u_A+gt=0+9.8 \times 4=39.2\text{ms}^{-1}$$

$$B \text{ বস্তুর বেগ, } v_B=u_B-gt=30-9.8 \times 4=-9.2\text{ms}^{-1} \text{ [ঋণাত্মক চিহ্ন বেগের বিপরীত দিক নির্দেশ করে]}$$

$$\therefore x \text{ উচ্চতায় A বস্তুর শক্তি,}$$

$$E_A=m_Agx+\frac{1}{2}m_Av_A^2=0.2 \times 9.8 \times 41.6+\frac{1}{2} \times 0.2 \times (39.2)^2=81.536+153.664=235.2\text{J}$$

$$x \text{ উচ্চতায় B বস্তুর শক্তি,}$$

$$E_B=m_Bgx+\frac{1}{2}m_Bv_B^2=1.913 \times 9.8 \times 41.6+\frac{1}{2} \times 1.913 \times (-9.2)^2=779.89+80.96=860.85\text{J}$$

$$\text{এখানে, } E_A \neq E_B$$

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

৬. দুইটি তড়িৎ মোটর দ্বারা 30 মিটার উঁচু বাড়ির ছাদে যথাক্রমে 800 লিটার ও 1200 লিটার পানি 30 sec-এ তুলতে পারে। ১ম মোটরের ক্ষমতা 20 kW, ২য় মোটরের কর্মদক্ষতা 78.4%। **ব. বো. ২০২৪**

ক. বিভবশক্তি কাকে বলে?

ক-উত্তর: স্থানাত্মিক অবস্থান বা অবস্থা থেকে পরিবর্তন করে কোনো বস্তুকে অন্য কোনো অবস্থান বা অবস্থায় আনলে বস্তু কাজ করার যে সামর্থ্য অর্জন করে তাকে স্থিতিশক্তি বা বিভবশক্তি বলে।

খ. ভরবেগ এবং গতিশক্তির মধ্যে সম্পর্ক ব্যাখ্যা কর।

খ-উত্তর: আমরা জানি, $v^2=u^2+2as$ বা, $as=v^2/2$ [∵ আদিবেগ, $u=0$]

$$\text{কাজ-শক্তি উপপাদ্য অনুসারে, গতিশক্তি, } T=W=mas$$

$$\therefore T=mv^2/2 \text{ [∵ } as=v^2/2]$$

$$\text{আবার, ভরবেগ, } p=mv \text{ বা, } p^2=m^2v^2 \text{ বা, } p^2/2m=mv^2/2$$

$$\text{সুতরাং, } T=p^2/2m$$

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

গ. প্রথম মোটরের কর্মদক্ষতা নির্ণয় কর।

গ-উত্তর: এখানে, উচ্চতা, $h=30\text{m}$; পানির ভর, $m=800\text{kg}$; সময়, $t=30\text{s}$; $g=9.8\text{ms}^{-2}$

$$\text{লভ্য কার্যকর ক্ষমতা, } P'=mgh/t=(800 \times 9.8 \times 30)/30=7840\text{W}$$

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

$$\text{কর্মদক্ষতা, } \eta=P'/P \times 100\%=7840/20000 \times 100\%=39.2\%$$

অতএব, প্রথম মোটরের কর্মদক্ষতা 39.2%।

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

ঘ-উত্তর: দ্বিতীয় মোটরের ক্ষেত্রে: $h=30\text{m}$; $m=1200\text{kg}$; $g=9.8\text{ms}^{-2}$; $t=30\text{s}$

লভ্য কার্যকর ক্ষমতা, $P_2=mgh/t=(1200 \times 9.8 \times 30)/30=11760\text{W}$

অর্থাৎ, মোটরটির 1s এ লভ্য কার্যকর শক্তি 11760 J।

কর্মদক্ষতা, $\eta=0.784$; প্রদত্ত ক্ষমতা P_2 হলে,

$\eta=P_2/P_1$ বা, $P_2=P_1/\eta=11760/0.784=15000\text{W}$

অর্থাৎ, মোটরটিতে প্রতি সেকেন্ডে 15000 J শক্তি সরবরাহ করা হয়।

মোটরটির কর্মদক্ষতা, $\eta=11760/15000 \times 100\%=78.4\%$

মোটরটির অপচয়কৃত শক্তি, $E=15000-11760=3240\text{J}$

অপচয় কর্মদক্ষতা, $\eta=3240/15000 \times 100\%=21.6\%$

উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যায় যে, মোটরটিতে 15000 J শক্তি প্রয়োগ করলে সেখান থেকে 11760 J শক্তি পাওয়া যায় যেখানে কর্মদক্ষতা 78.4% এবং অবশিষ্ট শক্তি তাপশক্তি, শব্দশক্তি বা অন্যান্য শক্তিতে রূপান্তরিত হয়, যার পরিমাণ 3240 J এবং অপচয়কৃত কর্মদক্ষতা 21.6%।

৭. 3 kg ভরের একটি বস্তু ভূ-পৃষ্ঠ থেকে 20 m উঁচুতে স্থির অবস্থায় রাখা আছে। নিচে ফেলে দিলে এটি ভূ-পৃষ্ঠকে 19ms^{-1} বেগে আঘাত করে।

আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, মতিঝিল, ঢাকা

ক. পর্যাবৃত্ত গতি কাকে বলে?

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

খ. একটি কাঠের গুঁড়ি দড়ি দিয়ে টেনে নেয়ার চেয়ে ঠেলাগাড়িতে তুলে টেনে নেওয়া সহজ কেন?

খ-উত্তর: একটি কাঠের গুঁড়ি যদি আমরা দড়ি দিয়ে বেঁধে তল বরাবর টানি তাহলে তা তলের সাথে একটি ঘর্ষণ বল তৈরি করবে। আবার, ঐ গুঁড়িকে যদি ঠেলাগাড়িতে তুলে টেনে নেওয়া হয়, তাহলে ঠেলাগাড়ির চাকা তল বরাবর এক ধরনের ঘর্ষণ বল উৎপন্ন করবে, যার মান দড়ি দিয়ে টানার থেকে কম। এজন্য একটি কাঠের গুঁড়ি দড়ি দিয়ে বেঁধে টেনে নেওয়ার চেয়ে ঠেলাগাড়িতে তুলে টেনে নেওয়া সহজ।

গ. উল্লিখিত বস্তুটি পতনের সময় বাতাসের বাধাজনিত ঘর্ষণ বল নির্ণয় কর।

গ-উত্তর: এখানে, বস্তুর ভর, $m=3\text{kg}$; উচ্চতা, $h=20\text{m}$; বেগ, $v=19\text{ms}^{-1}$

বাতাসের বাধাজনিত ঘর্ষণ বল, $F=?$

$v^2=u^2+2ah$ বা, $a=(v^2-u^2)/2h=((19)^2-0)/(2 \times 20)=9.025\text{ms}^{-2}$

$\therefore$ বস্তুর পতনের সময় কার্যকর ত্বরণ, $a=9.025\text{ms}^{-2}$

এখন, $mg-F=ma$ বা, $F=mg-ma=3 \times 9.8-3 \times 9.025=2.325\text{N}$

অর্থাৎ, পতনের সময় বস্তুটির উপর বাতাসের বাধাজনিত ঘর্ষণ বল 2.325 N।

ঘ. ভূ-পৃষ্ঠ থেকে কত উচ্চতায় বস্তুটির বিভবশক্তি এর গতিশক্তির দ্বিগুণ হবে? গাণিতিক ব্যাখ্যাসহ হিসাব দেখাও।

ঘ-উত্তর: 'গ' থেকে পাই, বস্তুর ত্বরণ, $a=9.025\text{ms}^{-2}$

ধরি, ভূপৃষ্ঠ থেকে $x\text{m}$ উচ্চতায় বস্তুটির বিভবশক্তি গতিশক্তির দ্বিগুণ হবে।

$x\text{m}$ উচ্চতায় বিভবশক্তি, $V=mgx$

20m থেকে $x\text{m}$ এ নেমে আসায় সরণ, $s=20-x$

আদিবেগ, $u=0$; এই বিন্দুতে বেগ v হলে,

$v^2=u^2+2as=2a(20-x)$

$\therefore$ গতিশক্তি, $T=\frac{1}{2}mv^2=ma(20-x)$

প্রশ্নমতে, $V=2T$

বা, $mgx=2ma(20-x)$

বা, $gx=2a(20-x)$

বা, $9.8x=2 \times 9.025(20-x)=18.05(20-x)=361-18.05x$

বা, $27.85x=361$

$\therefore x=361/27.85=12.96\text{m}$

সুতরাং, ভূ-পৃষ্ঠ থেকে 12.96 m উচ্চতায় বস্তুটির বিভবশক্তি এর গতিশক্তির দ্বিগুণ হবে।

৮. দৃশ্যকল্প ১: একটি যন্ত্রের সাহায্যে 500 kg পানি 5 মিনিটে 50 m উচ্চতায় উঠানো হলো। যন্ত্রটির কর্মদক্ষতা হলো 50%।

দৃশ্যকল্প ২: 4 kg ভরের একটি বস্তুকে 40ms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো।

রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা

ক. কর্মদক্ষতা কাকে বলে?

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

খ. বেগ ঋণাত্মক হলেও গতিশক্তি কখনো ঋণাত্মক হতে পারে না- ব্যাখ্যা কর।

খ-উত্তর: কোনো বস্তুর ভর m এবং বেগ v হলে বস্তুটির গতিশক্তি, $T=\frac{1}{2}mv^2$ । এই সমীকরণে ভর m সর্বদা ধনাত্মক এবং বেগ ধনাত্মক বা ঋণাত্মক যেকোনোটিই হতে পারে। কিন্তু বেগের বর্গ সবসময়ই ধনাত্মক হবে। তাই mv^2 রাশিটি সবসময়ই ধনাত্মক। সুতরাং গতিশক্তি ঋণাত্মক হতে পারে না। তাই বলা যায় বেগ ঋণাত্মক হলেও গতিশক্তি কখনো ঋণাত্মক হতে পারে না।

গ. দৃশ্যকল্প ২ এর ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ উচ্চতায় বিভবশক্তি কত হবে?

গ-উত্তর: এখানে, বস্তুর ভর, $m=4\text{kg}$; নিক্ষেপণ বেগ, $v=40\text{ms}^{-1}$

আমরা জানি, সর্বোচ্চ উচ্চতায় বিভবশক্তি = নিক্ষেপের মুহূর্তের গতিশক্তি

$\therefore$ গতিশক্তি E_k হলে, $E_k=\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2} \times 4 \times (40)^2=3200\text{J}$

$\therefore$ দৃশ্যকল্প-২ এর ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ উচ্চতায় বিভবশক্তি 3200 J।

ঘ. দৃশ্যকল্প ১ এর ক্ষেত্রে কর্মদক্ষতা 10% বেশি হলে যন্ত্রটির কার্যকর ক্ষমতার কিরূপ পরিবর্তন হবে বিশ্লেষণ কর।

ঘ-উত্তর: এখানে, পানির ভর, $m=500\text{kg}$; উচ্চতা, $h=50\text{m}$; সময়, $t=5 \times 60\text{s}$; কর্মদক্ষতা, $\eta=50\%=0.5$

আমরা জানি, কার্যকর ক্ষমতা, $P=mgh/t=(500 \times 9.8 \times 50)/(5 \times 60)=816.67\text{W}$

প্রদত্ত ক্ষমতা P' হলে, $\eta=P/P'$ বা, $P'=P/\eta=816.67/0.5=1633.33\text{W}$

10% কর্মদক্ষতা বৃদ্ধিতে নতুন কর্মদক্ষতা, $\eta'=60\%=0.6$

নতুন কার্যকর ক্ষমতা P'' হলে, $\eta'=P''/P'$ বা, $P''=P'\eta'=1633.33 \times 0.6=980\text{W}$

$\therefore$ নতুন কার্যকর ক্ষমতা = 980W

$\therefore$ কার্যকর ক্ষমতার পরিবর্তন = $(980-816.67)\text{W}=163.33\text{W}$

অর্থাৎ কর্মদক্ষতা 10% বাড়ালে কার্যকর ক্ষমতা 163.33W বাড়বে।

৯. একটি মোটর 2000 L পানি 1 min এ 20 m উঁচু দালানের ছাদের ট্যাংকে তুলতে পারে। যন্ত্রটির কর্মদক্ষতা 70%।

উদয়ন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা

ক. প্যাসকেলের সূত্রটি লিখ।

ক-উত্তর: প্যাসকেলের সূত্র: পাত্র আবদ্ধ তরল বা বায়বীয় পদার্থের কোনো অংশের উপর বাইরে থেকে চাপ প্রয়োগ করলে সেই চাপ কিছুমাত্র না কমে তরল বা বায়বীয় পদার্থের সব দিকে সমানভাবে সঞ্চারিত হয় এবং তরল বা বায়বীয় পদার্থের সংলগ্ন পাত্রের গায়ে লম্বভাবে ক্রিয়া করে।

খ. তাপমাত্রা বাড়লে পদার্থের ঘনত্ব কমে যায় কেন? ব্যাখ্যা কর।

খ-উত্তর: ঘনত্ব বস্তুর তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে। তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে আন্তঃআণবিক শক্তি হ্রাস পায় এবং আয়তন বেড়ে যায়। ফলে বস্তুর ঘনত্ব হ্রাস পায়। তাপমাত্রা T ও ঘনত্ব ρ হলে, $T \propto 1/\rho$ ।

গ. ইঞ্জিনের প্রদত্ত ক্ষমতা নির্ণয় কর।

গ-উত্তর: এখানে, দালানের উচ্চতা, $h=20\text{m}$; পানির ভর, $m=2000\text{L}=2000\text{kg}$ [$\therefore 1\text{L}$ পানির ভর 1kg]
 $g=9.8\text{ms}^{-2}$; কর্মদক্ষতা, $\eta=70\%$; সময়, $t=1\text{min}=60\text{s}$
 $\therefore$ ইঞ্জিনের কার্যকর ক্ষমতা, $P=mgh/t=(2000 \times 9.8 \times 20)/60=6533.33\text{W}$
ইঞ্জিনের ক্ষমতা P' হলে, $\eta=P/P'$
বা, $70/100=6533.33/P'$
বা, $P'=6533.33 \times 100/70=9333.33\text{W}$
অতএব, ইঞ্জিনের ক্ষমতা 9333.33W ।

ঘ. যদি ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা 60% হত তাহলে সমপরিমাণ পানি একই উচ্চতায় উঠাতে পূর্বের তুলনায় সময় কতগুণ বেশি লাগবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

ঘ-উত্তর: এখানে, পানির ভর, $m=2000\text{kg}$; উচ্চতা, $h=20\text{m}$; $g=9.8\text{ms}^{-2}$
কর্মদক্ষতা, $\eta_1=60\%=0.6$; ইঞ্জিনের ক্ষমতা, $P'=9333.33\text{W}$ [গ' হতে প্রাপ্ত]
এক্ষেত্রে কার্যকর ক্ষমতা P_1 হলে, $\eta_1=P_1/P'$
বা, $P_1=\eta_1 P'=0.6 \times 9333.33=5600\text{W}$
এক্ষেত্রে সকল পানি একই উচ্চতায় তুলতে প্রয়োজনীয় সময় t_1 হলে,
 $P_1=mgh/t_1$ বা, $t_1=mgh/P_1=(2000 \times 9.8 \times 20)/5600=70\text{s}$
 $\therefore$ ১ম ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় সময় ছিল, $t=1\text{min}=60\text{s}$
এখন, $t_1/t=70/60=1.167$ বা, $t_1=1.167t$
 $\therefore$ সময় বেশি লাগবে $=1.167t-t=0.167t$ (অর্থাৎ প্রায় 16.7% বেশি সময় লাগবে)।

১০. দুইটি গাড়ি P ও Q এর গতিবেগ নিচের গ্রাফে যথাক্রমে ODE ও OABC লেখ দিয়ে দেখানো হয়েছে (OA: $0 \rightarrow 80\text{ km/h}$ সময়ে $t=0$ থেকে 1h, AB: সমবেগ 80 km/h , 0.5h ধরে, BC: $80 \rightarrow 100\text{ km/h}$, 0.5h ধরে)। এখানে P ও Q গাড়ির ভর যথাক্রমে 1800 kg ও 1500 kg ।

হলি ক্রস উচ্চ বালিকা বিদ্যালয়, ঢাকা

ক. সবল নিউক্লিয় বল কাকে বলে?

ক-উত্তর: পরমাণুর নিউক্লিয়াসের ভিতর দুটি নিউক্লিয়নের মধ্যে যে শক্তিশালী বল কাজ করে তাকে সবল নিউক্লিয় বল বলে।

খ. কোনো স্কু-গজের ন্যূনতম 0.01 mm বলতে কী বোঝায়?

খ-উত্তর: স্কু-গজের ন্যূনতম 0.01 mm বলতে বোঝায় স্কু-গজটি সর্বনিম্ন 0.01 mm পর্যন্ত নির্ভুলভাবে মাপ দিতে পারে। যেহেতু স্কু-গজটির পিচ 1mm , ফলে স্কু-গজটির বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা n হলে,
 $n=1\text{mm}/0.01\text{mm}=100$

গ. Q গাড়িটি কত দূরত্ব অতিক্রম করেছে?

গ-উত্তর: OA অংশে (সমত্বরণ): আদিবেগ, $u=0$; শেষবেগ, $v=80\text{ km h}^{-1}=22.22\text{ ms}^{-1}$; $t_1=1\text{h}=3600\text{s}$
OA অংশে অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_1=(v+u)/2 \times t_1=(22.22+0)/2 \times 3600=39996\text{ m}$
AB অংশে (সমবেগ): $v=22.22\text{ ms}^{-1}$; $t_2=0.5\text{h}=1800\text{s}$
 $s_2=vt_2=22.22 \times 1800=39996\text{ m}$
BC অংশে (সমত্বরণ): $u'=22.22\text{ ms}^{-1}$; $v'=100\text{ km h}^{-1}=27.78\text{ ms}^{-1}$; $t_3=0.5\text{h}=1800\text{s}$
 $s_3=(v'+u')/2 \times t_3=(27.78+22.22)/2 \times 1800=45000\text{ m}$
 $\therefore$ মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s=s_1+s_2+s_3=39996+39996+45000=124992\text{ m}$ বা 124.992 km

ঘ. গাড়ি দুটির সর্বোচ্চ গতিশক্তির অনুপাত কিরূপ হবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

ঘ-উত্তর: এখানে, P গাড়ির ভর, $m_P=1800\text{kg}$; Q গাড়ির ভর, $m_Q=1500\text{kg}$
উদ্দীপকের গ্রাফ হতে পাই, উভয় গাড়ির সর্বোচ্চ বেগ, $v=100\text{km/h}=27.78\text{ ms}^{-1}$
 $\therefore$ P গাড়ির সর্বোচ্চ গতিশক্তি, $E_{kP}=\frac{1}{2}m_P v^2=\frac{1}{2} \times 1800 \times (27.78)^2$
Q গাড়ির সর্বোচ্চ গতিশক্তি, $E_{kQ}=\frac{1}{2}m_Q v^2=\frac{1}{2} \times 1500 \times (27.78)^2$
 $\therefore$ সর্বোচ্চ গতিশক্তির অনুপাত, $E_{kP}/E_{kQ}=(1800)/(1500)=6/5$
 $\therefore E_{kP}:E_{kQ}=6:5$
অতএব, গাড়ি দুটির সর্বোচ্চ গতিশক্তির অনুপাত 6:5।