

# কাজ, শক্তি ও ক্ষমতা

## Work, Energy and Power

অধ্যায়  
০৫

এ অধ্যায়ে  
অনন্য A+  
সংযোজন



এক নজরে  
সূত্রাবলি



গাণিতিক  
প্রশ্নের সমাধান



ভর্তি পরীক্ষার  
প্রশ্নের সমাধান



অনুশীলন মূলক  
কাজের সমাধান



অ্যাগ্স-এ  
MCQ Exam

### এক নজরে এ অধ্যায়ের সূত্রাবলি

এ অধ্যায়ের গাণিতিক সমস্যা সংশ্লিষ্ট গুরুত্বপূর্ণ সূত্রসমূহ নিচে ধারাবাহিকভাবে উপস্থাপিত হলো, যা তোমাদের সমস্যা সমাধানে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করবে।

ক্রম	সূত্র
১.	(i) $\vec{W} = \vec{F} \cdot \vec{r}$ (ii) $W = Fs$ (iii) $W = Fs \cos \theta$ (iv) $W = \tau(\theta_1 - \theta_0)$
২.	$E_k = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{P^2}{2m}$
৩.	(i) $W = \frac{1}{2} mv^2; W = mgh$ (ii) $E_p = mgh$ (iii) $E_{k_i} + E_{p_i} = E_{k_f} + E_{p_f}$

ক্রম	সূত্র
৪.	$W = \frac{1}{2} kx^2; W = \frac{1}{2} kx_i^2 - \frac{1}{2} kx_f^2$
৫.	$P = \frac{W}{t}; \eta = \frac{P}{P_0}; P = Fv$
৬.	$W = GMm \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$



### NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যাবলির সমাধান

প্রিয় শিক্ষার্থী, NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহে এ অধ্যায়ের অনুশীলনীতে স্তরভিত্তিক গাণিতিক সমস্যাবলি দেওয়া আছে। প্রতিটি গাণিতিক সমস্যার পূর্ণাঙ্গ সমাধান পাঠ্যবইয়ের প্রশ্ন নথৰের ধারাবাহিকভাবে নিচে প্রদত্ত হলো; যা তোমাদের সেরা প্রস্তুতি গ্রহণে সহায়ক ভূমিকা পালন করবে।

### ০ এ টি এম শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া তৌহিদ স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

#### ০ সেট-১ : সাধারণ সমস্যাবলি

সমস্যা ১। একটি কণার উপর  $\vec{F} = (6\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}) N$  বল প্রয়োগে কণাটির  $\vec{r} = (2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}) m$  সরণ হয়। বল দ্বারা সম্পাদিত কাজ কত?

সমাধান : এখানে, বল,  $\vec{F} = (6\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}) N$

$$\text{সরণ, } \vec{r} = (2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}) m$$

সম্পাদিত কাজ,  $W = ?$

$$\text{আজরা জানি, } W = \vec{F} \cdot \vec{r} = (6\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}) \cdot (2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k})$$

$$\therefore W = 4 J = 6 \times 2 + (-3)(2) + 2(-1) = 12 - 6 - 2$$

অতএব, সম্পাদিত কাজ  $4 J$ ।

সমস্যা ২। একটি ইটের দৈর্ঘ্য  $0.24 m$ , প্রস্থ  $0.12 m$  ও উচ্চতা  $0.06 m$ । এর ভর  $2 kg$ । ইটের দৈর্ঘ্যকে অনুভূমিক অবস্থানে রাখতে কী পরিমাণ কাজ করতে হয়?

সমাধান : এখানে, ইটের দৈর্ঘ্য,  $l = 0.24 m$

ইটের প্রস্থ,  $b = 0.12 m$ ; ইটের উচ্চতা,  $h = 0.06 m$

ভর,  $m = 2 kg$ ; কাজ,  $W = ?$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \text{ভারকেন্দ্রের সরণ, } s &= \frac{1}{2} - \frac{h}{2} \\ &= \frac{0.24 m}{2} - \frac{0.06 m}{2} = 0.09 m \end{aligned}$$

$$\text{কাজ, } W = FS = mg S = 2 kg \times 9.8 m s^{-2} \times 0.09 m = 1.764 J$$

সুতরাং কাজের পরিমাণ  $1.764 J$ ।

সমস্যা ৩। একটি বরফ খণ্ডকে দড়ির সাহায্যে মসৃণ অনুভূমিক তলের উপর  $5 m$  দূরত্ব টেনে আনা হলো। দড়ির টান  $10 N$  এবং দড়িটি উক্ত তলের সাথে  $30^\circ$  কোণ করে থাকলে কৃত কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned} W &= F s \cos \theta \\ &= 10 N \times 5 m \times \cos 30^\circ \\ &= 50 \times \frac{\sqrt{3}}{2} J = 43.3 J \end{aligned}$$

$\therefore$  কৃতকাজ  $43.3 J$ ।

সমস্যা ৪। একটি ঘোড়া ভূমির সাথে  $30^\circ$  কোণে  $120 N$  বল প্রয়োগে একটি বস্তুকে টেনে  $2 m s^{-1}$  সমবেগে সরাতে থাকে।  $5$  মিনিটে কর্তৃক কাজ করবে?

সমাধান : আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } s = v \times t$$

$$\text{বা, } s = 2 \times 300$$

$$\therefore s = 600 m$$

$$\therefore \text{কৃতকাজ } 43.3 J$$

$$\begin{aligned} \text{আবার, আমরা জানি, } W &= Fs \cos \theta = 120 \times 600 \times \cos 30^\circ \\ &= 6.2353 \times 10^4 J \end{aligned}$$

অতএব কাজ হবে  $6.2353 \times 10^4 J$ ।

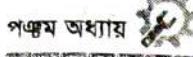
এখানে, উৎপন্ন কোণ,  $\theta = 30^\circ$

বেগ,  $v = 2 m s^{-1}$

বল,  $F = 120 N$

সময়,  $t = 5 \text{ min} = 5 \times 60 = 300 s$

কাজ,  $W = ?$



সমস্যা ৫। 150 kg ভরের এক ব্যক্তি 50 kg ভরের একটি বোঝা নিয়ে 4 m দীর্ঘ একটি সিঁড়ি বেয়ে 20 s এ নিচে নামল। যদি সিঁড়িটি দেয়ালের সাথে  $60^\circ$  কোণে থাকে তবে লোকটির কাজ ও ক্ষমতা নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,  
অভিকর্ষীয় বলের বিরুদ্ধে কাজ  
 $W = mgh$

$$\begin{aligned} &= mg \cdot 4 \cos 60^\circ \\ &= 200 \times 9.8 \times 4 \cos 60^\circ \\ &= 3920 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{ক্ষমতা, } P = \frac{W}{t} = \frac{3920}{20} = 196 \text{ W}$$

∴ লোকটির কাজ 3920 J এবং ক্ষমতা 196 W।

সমস্যা ৬। একটি পাম্প দ্বারা 600 লিটার জ্বালানি তেলকে 20 m উপরে অবস্থিত একটি ট্যাংকে উঠাতে অভিকর্ষের বিরুদ্ধে কত কাজ করতে হবে? 1 ঘন সে. মি. জ্বালানি তেলের ভর = 0.82 g। 1 লিটার =  $1000 \text{ cm}^3$ ।

সমাধান : এখানে, সরণ,  $s = 20 \text{ m}$

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

$$1 \text{ cm}^3 \text{ জ্বালানি ভর} = 0.82 \text{ g}$$

$$1 \text{ লিটার} = 1000 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned} \text{মোট ভর, } m &= (600 \times 1000 \times 0.82) \text{ g} \\ &= 492 \times 10^3 \text{ g} = 492 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{কৃতকাজ, } W = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } W = Fs = mg s$$

$$= 492 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 20 \text{ m} = 9.64 \times 10^4 \text{ J}$$

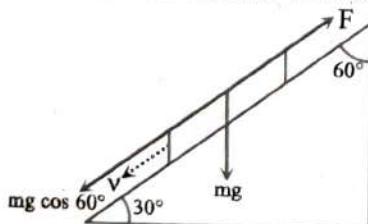
সুতরাং অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কাজের পরিমাণ  $9.64 \times 10^4 \text{ J}$ ।

সমস্যা ৭। একটি ঘোড়া ভূমির সাথে  $60^\circ$  কোণে 120 N বল প্রয়োগে একটি বস্তুকে টেনে  $3 \text{ m s}^{-1}$  সমবেগে সরাতে থাকে। 10 মিনিটে কত কাজ করে? [ $\cos 60^\circ = 0.5$ ]

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $108 \times 10^4 \text{ J}$ ]

সমস্যা ৮। 1500 kg ভরের একটি গাড়ি ভূমির সাথে  $30^\circ$  কোণে আনত একটি রাস্তা ধরে  $25 \text{ m s}^{-1}$  বেগে নিচে নামার সময় গাড়ির চালক ব্রেক প্রয়োগ করায় গাড়িটি 50 m দূরত্ব অতিক্রম করার পর থেমে যায়। কি পরিমাণ গতি প্রতিরোধ বল গাড়ির উপর ক্রিয়া করে?

সমাধান : প্রশান্নায়ারী অভিকর্ষীয় বল  $mg$  এর তল বরাবর অংশক =  $mg \cos 30^\circ$ । এর বিপরীতে গতিপ্রতিরোধী বল ক্রিয়া করে।



$$\text{বলদ্বয়ের লব্ধি} = F - mg \cos 60^\circ$$

কাজ শক্তি উপপাদ্য অনুযায়ী,

$$\frac{1}{2} mv_0^2 = (F - mg \cos 60^\circ) \times s$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} \times 1500 \times (25)^2 = (F - 1500 \times 9.8 \times \cos 60^\circ \times 50)$$

$$\text{বা, } \frac{1500 \times 625}{2 \times 50} = F - 7350$$

$$\text{বা, } 15 \times 625 = F - 7350$$

$$\text{বা, } 9375 = F - 7350 = 16725 \text{ N}$$

অতএব 16725 N গতি প্রতিরোধী বল গাড়ির উপর কাজ করবে।

এখানে,  $m = 1500 \text{ kg}$

$$v_0 = 25 \text{ ms}^{-1}$$

$$s = 50 \text{ m}$$

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

সমস্যা ৯। একটি কৃপের উপর আনুভূমিক দশ হতে কুসুম একটি চেইনের নিচের প্রান্তে একটি বালতি সংযুক্ত রয়েছে। কৃপের পানির গভীরতা 10 m হলে বালতি ভর্তি পানি তুলতে কী পরিমাণ কাজ করতে হবে? [চেইনের প্রতি ঘিটারের ভর 2 kg ও পানি ভর্তি বালতির ভর 20 kg]

সমাধান : এখানে, চেইনের ভর,  $= (2 \times 8.25) \text{ kg} = 16.5 \text{ kg}$

বালতিসহ চেইনের মোট ভর,  $m = (16.5 + 20) \text{ kg} = 36.5 \text{ kg}$

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

∴ কাজের পরিমাণ,  $W = ?$

আমরা জানি,  $W = mgh$

$$= 36.5 \times 9.8 \times 8.25 = 2951.025 \text{ J} = 2.95 \text{ J}$$

সমস্যা ১০। পৃথিবী পৃষ্ঠা থেকে 1.5 km উপরে কিছু পরিমাণ মেঘ আছে। এই মেঘ বৃক্ষগুলো নেমে এসে ভূপৃষ্ঠে  $1 \times 10^6 \text{ m}^2$  স্থানে 1 cm গভীরতার পানি সৃষ্টি করতে পারে। উক্ত পানিকে মেঘে পরিণত করতে কত কাজ করতে হয়েছিল?

সমাধান : এখানে, উচ্চতা,  $h = 1.5 \text{ km} = 1.5 \times 10^3 \text{ m}$

$$\text{মেঘের আয়তন, } v = 1 \times 10^6 \text{ m}^2 \times \frac{1}{100} \text{ m} = 10^4 \text{ m}^3$$

পানির ঘনত্ব,  $p_m = 1000 \text{ kg m}^{-3}$

$$\text{পানির ভর, } m = \rho V = 10^3 \text{ kg m}^{-3} \times 10^4 \text{ m}^3 = 10^7 \text{ kg}$$

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

কৃতকাজ  $W = ?$

আমরা জানি, কৃতকাজ,  $W = mgh = 10^7 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 1.5 \times 10^3 \text{ m} = 14.7 \times 10^{10} \text{ J}$

অতএব, উক্ত পানিকে মেঘে পরিণত করতে  $14.7 \times 10^{10} \text{ J}$  কাজ করতে হবে।

সমস্যা ১১। একটি বন্দুকের স্প্রিংকে 4 cm সংকুচিত করে 10g ভরের একটি গুলি ছোঁড়া হলো। স্প্রিংটি যখন সাম্যবস্থায় পৌছে তখন সদযুক্ত গুলির বেগ কত? [স্প্রিং ধ্বক 200 N m<sup>-1</sup>]

সমাধান : আমরা জানি, কৃতকাজ  $W$  হলে,  $W = \frac{1}{2} kx^2 \dots (1)$

$$\text{এবং } W = \frac{1}{2} mv^2 \dots (2)$$

(১) এবং (২) হতে পাই,

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

বা,  $kx^2 = mv^2$

বা,  $v = \sqrt{\frac{kx^2}{m}}$

$$= \sqrt{\frac{200 \text{ Nm}^{-1} \times (0.04 \text{ m})^2}{.01 \text{ kg}}}$$

$$= 5.657 \text{ m s}^{-1}$$

সুতরাং সদযুক্ত গুলির বেগ  $5.657 \text{ m s}^{-1}$ ।

এখানে,

স্প্রিং এর সংকোচন,

$$x = 4 \text{ cm} = 0.04 \text{ m}$$

ভর,  $m = 10 \text{ g} = .01 \text{ kg}$

স্প্রিং ধ্বক,  $k = 200 \text{ N m}^{-1}$

গুলির বেগ,  $v = ?$

সমস্যা ১২। একটি ঘর্ষণহীন মসৃণ টেবিলের একপাতে একটি আদর্শ স্প্রিং এর একপাত আটকানো আছে। 0.5 kg ভরের একটি বল অনুভূমিকভাবে  $4 \text{ m s}^{-1}$  বেগে স্প্রিংটির অপর প্রান্তে থাকা দেওয়ার ফলে স্প্রিংটি 2 মিটার সংকুচিত হলো। স্প্রিং এর ধ্বক নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

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

$$= \frac{1}{2} \times 0.5 \text{ kg} \times (4 \text{ m s}^{-1})^2$$

$$= 4 \text{ J}$$

আবার,  $W = \frac{1}{2} kx^2$

$$\text{বা, } 4 \text{ J} = \frac{1}{2} k \times (2 \text{ m})^2$$

$$\text{বা, } K = \frac{4 \text{ J} \times 2}{(2 \text{ m})^2} = 2 \text{ Nm}^{-1}$$

সুতরাং স্প্রিং এর ধ্বক  $2 \text{ Nm}^{-1}$ ।

এখানে, স্প্রিং এর ভর,  $m = 0.5 \text{ kg}$

$$\text{বেগ, } v = 4 \text{ m s}^{-1}$$

স্প্রিং এর সংকোচন,  $x = 2 \text{ m}$

স্প্রিং ধ্বক,  $k = ?$

সমস্যা ১৩। 5 kg ভরের কোনো বস্তুকে কত উচু থেকে ফেললে এর গতিশক্তি  $27 \text{ kmh}^{-1}$  বেগে চলমান 200 kg ভরের একটি লরীর গতিশক্তির সমান হবে?

সমাধান : লরীর গতিশক্তি,

$$\begin{aligned} E_{k_1} &= \frac{1}{2} Mv^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 200 \text{ kg} \times (7.5 \text{ m s}^{-1})^2 \\ &= 5625 \text{ J} \end{aligned}$$

বস্তুর গতিশক্তি = সম্পন্ন কাজ

$$E_{k_2} = mgh = 5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times h = 49h \text{ kgms}^{-2}$$

প্রশ্নমতে,  $49h \text{ kgms}^{-2} = 5625 \text{ J}$

$$\text{বা, } h = \frac{5625 \text{ J}}{49 \text{ kgms}^{-2}} = 114.79 \text{ m}$$

সূতরাং বস্তুটিকে 114.79 m উচু থেকে ফেলতে হবে।

সমস্যা ১৪। 200 g ভরের একটি বস্তুকে কত উপর থেকে নিচে ফেললে ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে এর গতিশক্তি 19.6 J হবে।

সমাধান : আমরা জানি,  $E_k = \frac{1}{2} mv^2$

$$\text{আবার, } v^2 = v_0^2 + 2gh$$

কিন্তু আদিবেগ,  $v_0 = 0$

$$\therefore v^2 = 2gh$$

$$\therefore E_k = \frac{1}{2} \times m \times 2gh$$

$$\text{বা, } mgh = 19.6 \text{ J}$$

$$\text{বা, } h = \frac{19.6 \text{ J}}{mg}$$

$$= \frac{19.6 \text{ J}}{0.2 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}}$$

$$= 10 \text{ m}$$

সূতরাং 10 m উচু থেকে ফেলতে হবে।

সমস্যা ১৫। 6 kg ভরবিশিষ্ট একটি বস্তু স্থির অবস্থায় ছিল। 30 N বল প্রয়োগ করার 10 s সময় পর বস্তুটির গতিশক্তি কত হবে?

সমাধান : ধরি, বস্তুর বেগ =  $v$ , ত্বরণ =  $a$

আমরা জানি,  $F = ma$

$$\begin{aligned} \text{বা, } a &= \frac{F}{m} \\ &= \frac{30 \text{ N}}{6 \text{ kg}} = 5 \text{ m s}^{-2} \end{aligned}$$

$$\text{আবার, } v = u + at$$

$$\text{বা, } v = 0 + 5 \text{ m s}^{-2} \times 10 \text{ s} = 50 \text{ m s}^{-1}$$

$$\therefore \text{গতিশক্তি, } E_k = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 6 \text{ kg} \times (50 \text{ m s}^{-1})^2$$

$$= 7.5 \times 10^3 \text{ N}$$

10 s পর বস্তুটির গতিশক্তি হবে  $7.5 \times 10^3 \text{ N}$ ।

সমস্যা ১৬। 1.5 kg ভরের একটি বস্তুকে  $30 \text{ m s}^{-1}$  বেগে উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো। 2 সেকেন্ড পর এর গতিশক্তি কত হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

নিক্ষিপ্ত বস্তুর ক্ষেত্রে,

$$\begin{aligned} v &= v_0 - gt \\ &= 30 \text{ m s}^{-1} - 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 2 \text{ s} \\ &= 30 \text{ m s}^{-1} - 19.6 \text{ m s}^{-1} \\ &= 10.4 \text{ m s}^{-1} \end{aligned}$$

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

$$= \frac{1}{2} \times 1.5 \text{ kg} \times (10.4 \text{ m s}^{-1})^2 = 81.12 \text{ J}$$

সূতরাং 2 s পর গতিশক্তি হবে 81.12 J।

## ১১৪ সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র



একাদশ-স্বাদশ শ্রেণি

সমস্যা ১৭।  $36 \text{ km h}^{-1}$  দ্রুতিতে গতিশীল একটি গাড়ির গতিশক্তি কী পরিমাণ বৃদ্ধি করলে এটি বিগুণ গতিশক্তি সম্পন্ন হবে?

সমাধান : ধরি, গাড়ির আদি গতিশক্তি  $E_{k_1}$  এবং গাড়ির শেষ গতিশক্তি  $E_{k_2}$

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

$$\text{গতিশক্তি, } k_1 = 2k_1$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} mv_2^2 = 2 \times \frac{1}{2} mv_1^2$$

$$\text{বা, } v_2^2 = 2v_1^2 = 2 \times (10 \text{ m s}^{-1})^2 = 200 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$$

$$\text{বা, } v_2 = 14.142 \text{ m s}^{-1}$$

$$\therefore \text{গতিশক্তির পরিবর্তন} = v_2 - v_1$$

$$= 14.142 \text{ m s}^{-1} - 10 \text{ m s}^{-1}$$

$$= 4.142 \text{ m s}^{-1}$$

সূতরাং গাড়ির গতিশক্তি 4.142 m s<sup>-1</sup> বাঢ়াতে হবে।

সমস্যা ১৮। h মিটার উচু কোনো স্থান থেকে একটি বস্তু অভিকর্ষের টানে নিচে পড়ে। বিনা বাধায় পড়তে থাকলে কোথায় এর গতিশক্তি বিভবশক্তির সমান হবে?

সমাধান : ধরি, h উচ্চতা থেকে x m নিচে এর গতিশক্তি বিভব শক্তির সমান হবে। ধরি, C বিন্দুতে বেগ v.

$$\therefore (h - x) \text{ উচ্চতায় বিভব শক্তি, } E_1 = mg(h - x) \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{এবং } x \text{ উচ্চতা নিচে বস্তুর গতিশক্তি, } E_2 = \frac{1}{2} mv^2 \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{এখানে, } v^2 = u^2 + 2gh \text{ থেকে,}$$

$$v^2 = 0 + 2g.x \quad [\because \text{আদিবেগ, } u = 0]$$

$$\text{বা, } v^2 = 2gx$$

$v^2$  -এর মান সমীকরণ (2) -এ বসিয়ে,

$$E_2 = \frac{1}{2} m \cdot 2gx = mgx$$

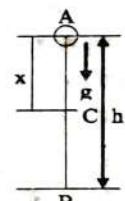
$$\text{প্রশ্নমতে, } E_1 = E_2$$

$$\text{বা, } mgh - mgx = mgx$$

$$\text{বা, } mgh = 2mgx$$

$$\text{বা, } x = \frac{h}{2}$$

$$\therefore \frac{h}{2} \text{ m নিচে গতিশক্তি বিভব শক্তির সমান হবে।}$$



সমস্যা ১৯। 30 m উচ্চতা থেকে একটি বস্তুকে বিনা বাধায় পড়তে দিলে কোথায় এর গতিশক্তি বিভব শক্তির বিগুণ হবে?

সমাধান : মনে করি, ভূমি এখানে, থেকে x উচ্চতায় গতিশক্তি

$$\text{বস্তুর ভর} = m \text{ এবং বস্তুর মোট}$$

$$\text{বিভব শক্তির বিগুণ হবে।} \quad \text{উচ্চতা, } h = 30 \text{ m}$$

$$x \text{ উচ্চতায় বস্তুর বিভব শক্তি, } U = mgx$$

$$x \text{ উচ্চতায় বস্তুর গতি শক্তি, } K = 2mgx$$

$$h \text{ উচ্চতায় মোট শক্তি, } E = mgh$$

এখন, শক্তির নিয়তা সূতানুসারে x উচ্চতায়

$$K + U = E$$

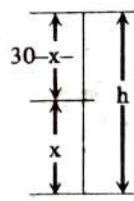
$$\text{বা, } 2mgx + mgx = mgh$$

$$\text{বা, } 3mgx = mgh$$

$$\text{বা, } 3x = h$$

$$\text{বা, } x = \frac{h}{3} = \frac{30}{3} = 10 \text{ m}$$

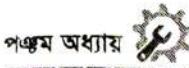
অতএব, ভূমি থেকে 10 m উপরে।



সমস্যা ২০। 50 m উচ্চতা থেকে একটি বস্তুকে বিনা বাধায় পড়তে দিলে কোথায় উহার গতিশক্তি বিভব শক্তির তিনগুণ হবে?

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৯৮৯ গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

উত্তর : 12.5 মিটার।



সমস্যা ২১। 300 m উচ্চতা থেকে একটি বস্তুকে বিনা বাধায় পড়তে দিলে কোথায় উহার গতিশক্তি বিভব শক্তির অর্ধেক হবে?

সমাধান : ধরি, ভূমি হতে x উচ্চতায় O বিন্দুতে গতিশক্তি স্থিতিশক্তির অর্ধেক।  
বস্তুর ভর, m

$$O \text{ বিন্দুতে বিভব শক্তি } E_p = mg(h - x) \text{ এবং গতিশক্তি } E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

$$\text{এখানে, } v^2 = v_0^2 + 2g(h - x)$$

$$\text{বা, } v^2 = 2g(h - x) [\because v_0 = \text{আদিবেগ} = 0 \text{ m s}^{-1}]$$

$$\text{প্রশ্নমতে, } E_k = \frac{E_p}{2}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} mv^2 = \frac{mg(h - x)}{2}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} m \times 2gx = \frac{mg(h - x)}{2}$$

$$\text{বা, } 2x = h - x$$

$$\text{বা, } 3x = h$$

$$\text{বা, } x = \frac{h}{3} = \frac{300 \text{ m}}{3} = 100 \text{ m}$$

সুতরাং 100 m উচ্চতায় গতিশক্তি বিভব শক্তির অর্ধেক।

সমস্যা ২২। একটি বস্তুকে নিম্নিট উচ্চতা থেকে ফেলে দেওয়া হলো।

ভূমি হতে 10 m উচ্চতায় গতিশক্তি বিভব শক্তির দ্বিগুণ হলে কত উচ্চতা থেকে বস্তুটি ফেলা হয়েছিল?

সমাধান : ধরি, h উচ্চতা হতে m ভরের

বস্তুকে ফেলে দেওয়া হলো।

10 m উচ্চতায় বস্তুটির বেগ,

$$v^2 = v_0^2 + 2g(h - 10)$$

$$= 0 + 2g(h - 10) = 2g(h - 10)$$

$$\therefore \text{গতিশক্তি} = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} m \cdot 2g(h - 10)$$

$$= mg(h - 10)$$

$$10 \text{ মিটার উচ্চতায় স্থিতিশক্তি} = mg \times 10$$

$$\text{প্রশ্নমতে, } mg(h - 10) = 2 \times mg \times 10$$

$$\text{বা, } h - 10 = 20 \quad \text{বা, } h = 20 + 10 = 30 \text{ m}$$

অতএব, বস্তুটিকে 30 m উচ্চতা হতে ফেলা হয়েছিল।

সমস্যা ২৩। 100 g ভরের একটি বস্তু ভূমি হতে 10 m উচ্চতা হতে পড়তে দেওয়া হলো। ভূমি স্পর্শ করার ঠিক পূর্ব মুহূর্তে এর গতিশক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$v_2 = v_0^2 + 2gh$$

$$\text{বা, } v^2 = 0^2 + 2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 10 \text{ m}$$

$$\text{বা, } v = \sqrt{196 \text{ ms}^{-1}} = 14 \text{ ms}^{-1}$$

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

$$= \frac{1}{2} \times 0.1 \text{ kg} \times (14 \text{ ms}^{-1})^2 = 9.8 \text{ J}$$

সমস্যা ২৪। 40 kg ভরের একটি ট্রলি 180 J গতিশক্তিসহ একটি মসৃণ অনুভূমিক রাস্তায় চলাকালে এর মধ্যে 20 kg ভরের একটি বস্তু খাড়াভাবে নামিয়ে দিলে মোট গতিশক্তি কত হবে?

সমাধান : এখানে, প্রথম ক্ষেত্রে বস্তুর ভর,  $m_1 = 40 \text{ kg}$

$$\text{প্রথম ক্ষেত্রে গতিশক্তি, } E_{k1} = 180 \text{ J}$$

$$\text{ছিটীয় ক্ষেত্রে বস্তুর ভর, } m_2 = (40 + 20) \text{ kg} = 60 \text{ kg}$$

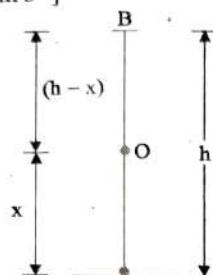
$$\text{ছিটীয় ক্ষেত্রে গতিশক্তি, } E_{k2} = ?$$

ধরি, প্রথম ক্ষেত্রে বেগ,  $= v_1$

$$\therefore \text{আমরা পাই, } \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = 180 \text{ J}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} \times 40 \text{ kg} \times v_1^2 = 180 \text{ J}$$

$$\text{বা, } v_1^2 = \frac{2 \times 180 \text{ J}}{40 \text{ kg}} = 9 \text{ m}^2 \text{s}^{-2} \therefore v_1 = 3 \text{ m s}^{-1}$$



আমরা জানি, গতিশীল বস্তুর ভরের পরিবর্তন করা হলে এর ভরবেগের কোনো পরিবর্তন হয় না।

$$\therefore m_1 v_1 = m_2 v_2$$

$$\text{বা, } v_2 = \frac{m_1 v_1}{m_2} = \frac{40 \text{ kg} \times 3 \text{ m s}^{-1}}{60 \text{ kg}} = 2 \text{ m s}^{-1}$$

∴ ছিটীয় ক্ষেত্রে গতিশক্তি,

$$E_{k2} = \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 60 \text{ kg} \times (2 \text{ m s}^{-1})^2 = 120 \text{ kg m}^2 \text{s}^{-2} = 120 \text{ J}$$

অতএব, মোট গতিশক্তি 120 J।

সমস্যা ২৫।  $2 \times 10^3 \text{ kg}$  ভরের একটি পিকআপ ট্রাক  $90 \text{ km h}^{-1}$  বেগে চলছে। একই গতিশক্তি সম্পন্ন হতে হলে  $10^3 \text{ kg}$  ভরের একটি গাড়িকে কত বেগে চলতে হবে?

সমাধান : পিকআপের গতিশক্তি,

$$E_{k1} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 2 \times 10^3 \text{ kg} \times (25 \text{ m s}^{-1})^2$$

$$= 6.25 \times 10^5 \text{ J}$$

$$\text{প্রশ্নমতে, } E_{k1} = E_{k2}$$

$$\text{বা, } 6.25 \times 10^5 \text{ J} = \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

$$\text{বা, } v_2^2 = \frac{6.25 \times 10^5 \text{ J} \times 2}{10^3 \text{ kg}} = 1.25 \times 10^3 \text{ m}^2 \text{s}^{-2}$$

$$\therefore v = 35.35 \text{ m s}^{-1} = 127.28 \text{ km h}^{-1}$$

অতএব, গাড়ির বেগ 127.28 km h<sup>-1</sup>।

সমস্যা ২৬। একজন বালক স্বীকৃত অবস্থা থেকে একটি পিছিল ঢালে 20 m. উচ্চ পাহাড় থেকে ভূমিতে এসে পৌছাল। ঢালে ঘর্ষণ উপক্ষেপীয় হলে ভূমিতে পৌছার মুহূর্তে বালকটির দ্রুতি কত?

সমাধান : আমরা জানি,

$$v^2 = v_0^2 + 2gh$$

$$\text{বা, } v^2 = 2gh$$

$$\text{বা, } v = \sqrt{2gh}$$

$$\text{বা, } v = \sqrt{2 \times 9.8 \times 20} \text{ m s}^{-1} = 19.8 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, বালকটির দ্রুতি  $19.8 \text{ m s}^{-1}$ ।

সমস্যা ২৭। 0.1 kg ভরের একটি বস্তুর ভরবেগ  $0.02 \text{ kg m s}^{-1}$ । গতিশক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\text{গতিশক্তি, } E_k = \frac{P^2}{2m}$$

$$= \frac{(0.02 \text{ kg m s}^{-1})^2}{2 \times 0.1 \text{ kg}}$$

$$= 2 \times 10^{-3} \text{ J}$$

সুতরাং গতিশক্তি  $2 \times 10^{-3} \text{ J}$ ।

সমস্যা ২৮। 10 kg ভরের একটি কণার বেগ  $(7\hat{i} - 6\hat{j} + 5\hat{k}) \text{ m s}^{-1}$  হলে এর গতিশক্তি কত হবে?

সমাধান :  $v^2 = v \cdot v$

$$= (7\hat{i} - 6\hat{j} + 5\hat{k}) \text{ m s}^{-1}$$

$$\cdot (7\hat{i} - 6\hat{j} + 5\hat{k}) \text{ m s}^{-1}$$

$$= 49 + 36 + 25) \text{ m}^2 \text{s}^{-2}$$

$$= 110 \text{ m}^2 \text{s}^{-2}$$

$$\text{আমরা জানি, } E_k = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 10 \text{ kg} \times 110 \text{ m}^2 \text{s}^{-2} = 550 \text{ J}$$

সুতরাং গতিশক্তি হবে 550 J।

এখানে, গাড়ির আদি বেগ,

$$\text{ভর, } m = 10 \text{ kg}$$

$$\text{বেগ, } v = (7\hat{i} - 6\hat{j} + 5\hat{k}) \text{ m s}^{-1}$$

গতিশক্তি,  $E_k = ?$

সমস্যা ২৯। সমতল রাস্তায় চলত 1600 kg ভরের একটি গাড়িকে যখন ব্রেক করে থামিয়ে দেওয়া হয়, তখন 500 kJ তাপ উৎপন্ন হয়। ব্রেক প্রয়োগের পূর্ব মুহূর্তে গাড়িটির বেগ কত ছিল?

সমাধান : আমরা জানি,

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

$$\text{বা}, 500 \times 10^3 \text{ J} = \frac{1}{2} mv^2$$

$$\text{বা}, v^2 = \frac{500 \times 10^3 \text{ J} \times 2}{1600 \text{ kg}} = 625 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$$

$$\therefore v = 25 \text{ m s}^{-1}$$

সুতরাং ব্রেক প্রয়োগের পূর্ব মুহূর্তে গাড়িটির বেগ ছিল  $25 \text{ m s}^{-1}$ ।

সমস্যা ৩০। একটি নিউট্রনের ভর  $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$  এবং এটি  $4 \times 10^4 \text{ m s}^{-1}$  বেগে গতিশীল। এর গতিশক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, নিউট্রনের ভর,  $m = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

$$\text{নিউট্রনের বেগ}, v = 4 \times 10^4 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{গতিশক্তি}, E_k = ?$$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \text{গতিশক্তি}, E_k &= \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg} \times (4 \times 10^4 \text{ m s}^{-1})^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 1.67 \times 10^{-27} \times 16 \times 10^8 \text{ J} = 1.34 \times 10^{-18} \text{ J} \\ &= 8.35 \text{ eV} \end{aligned}$$

নির্ণেয় গতিশক্তি  $1.34 \times 10^{-18} \text{ J}$  বা,  $8.35 \text{ eV}$ ।

সমস্যা ৩১। একটি গাড়ি কত উচ্চতা হতে অভিকর্ষের টানে তার অর্জিত

গতিশক্তির প্রতি ঘটায়  $176.4 \text{ km}$  বেগে চলাকালীন গতিশক্তির সমান হবে?

সমাধান : ধরি, উচ্চতা =  $h \text{ m}$

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

$$\text{বা}, v^2 = 2gh$$

$$\text{বা}, h = \frac{v^2}{2g} = \frac{(49)^2}{2 \times 9.8} \text{ m}$$

$$\therefore h = 122.5 \text{ m}$$

অতএব,  $122.5 \text{ m}$  উচ্চতা হতে।

সমস্যা ৩২।  $3.6 \text{ kg}$  ভরের একটি বন্দুক হতে  $365 \text{ J}$  গতিশক্তি উৎপন্ন করে  $0.05 \text{ kg}$  ভরের একটি বুলেট কত বেগে নিক্ষিপ্ত হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

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

$$\text{বা}, 365 = \frac{1}{2} \times 0.05 v^2$$

$$\text{বা}, v^2 = \frac{2 \times 365}{0.05}$$

$$\therefore v = 120.83 \text{ m s}^{-1}$$

বুলেটের বেগ,  $120.83 \text{ m s}^{-1}$ ।

সমস্যা ৩৩। স্থিরাবস্থা থেকে  $40 \text{ kg}$  ভরবিশিষ্ট কোন বস্তু নির্দিষ্ট বলের ক্রিয়ার ফলে  $2 \text{ s}$  পর  $15 \text{ m s}^{-1}$  বেগ অর্জন করে। এর উপর কী পরিমাণ বল কাজ করছে এবং  $4 \text{ s}$  পর এর গতিশক্তি কত হবে?

সমাধান : আমরা জানি,  $F = ma$

$$\text{আবার}, v = v_0 + at$$

$$\text{বা}, 15 = 0 + a \times 2$$

$$\therefore a = 7.5 \text{ ms}^{-2}$$

$$\therefore F = ma = 40 \times 7.5 = 300 \text{ N}$$

$$\text{আবার}, v' = v_0 + at'$$

$$= 0 + 7.5 \times 4$$

$$= 30 \text{ m s}^{-1}$$

এখানে, গাড়ির ভর,  $m = 1600 \text{ kg}$

$$\begin{aligned} \text{গতিশক্তি তথা তাপশক্তি}, E_k &= 500 \text{ kJ} \\ &= 500 \times 10^3 \text{ J} \end{aligned}$$

ব্রেক প্রয়োগের পূর্ব মুহূর্তে গাড়িটির বেগ,  $v = ?$



বিউচে সৃজনশীল পদাৰ্থবিজ্ঞান প্রথম পত্ৰ



একাদশ-স্বাদশ শ্রেণি

$$\text{গতিশক্তি}, K = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 40 \times (30)^2 = 18000 \text{ J}$$

অতএব, বল  $300 \text{ N}$  এবং গতিশক্তি  $18000 \text{ J}$ ।

সমস্যা ৩৪। একটি রাইফেলের গুলি নির্দিষ্ট পুরুত্বের একটি তত্ত্বাকে তেদ করতে পারে। এরূপ 16টি তত্ত্বা তেদ করতে হলে এর বেগ কত গুণ হতে হবে?

সমাধান : মনে করি, গুলির ভর =  $m$  এবং আদিবেগ =  $v$ .

$$1 \text{টি তত্ত্বা তেদ করতে প্রয়োজনীয় গতিশক্তি} = \frac{1}{2} mv^2.$$

$$\therefore 16 \text{টি } " " " " " = \frac{1}{2} mv^2 \times 16 \dots (1)$$

$$= \frac{1}{2} m (4v)^2 \dots \dots (2)$$

(১) নং ও (২) নং সমীকরণ তুলনা করলে দেখা যায় যে, শেষবেগ প্রাথমিক বেগের ৪ গুণ।

সমস্যা ৩৫। একটি রাইফেলের গুলি একটি তত্ত্বাকে তেদ করতে পারে। যদি গুলির বেগ চারগুণ করা হয় তবে অনুরূপ কয়টি তত্ত্বা তেদ করতে পারবে?

সমাধান : মনে করি, গুলির ভর  $m$  এবং গুলির বেগ,  $v$  একটি তত্ত্বা

$$\text{তেদ করতে প্রয়োজনীয় গতিশক্তি} K_1 \text{ হলে}, K_1 = \frac{1}{2} mv^2 \text{।}$$

ধরি, বেগ চারগুণ করা হলে গতিশক্তি হবে  $K_2$

$$\therefore K_2 = \frac{1}{2} m (4v)^2$$

$$= \frac{1}{2} m \times 16 v^2$$

$$= 16 \times \frac{1}{2} mv^2 = 16 K_1$$

$$= 16 \times \text{একটি তত্ত্বা তেদ করার জন্য প্রয়োজনীয় গতিশক্তি}$$

নির্ণেয় তত্ত্বার সংখ্যা 16টি।

সমস্যা ৩৬।  $5 \text{ g}$  ভরের একটি গুলি  $200 \text{ মিটার/সে. বেগে ছুটে$  গিয়ে  $2 \text{ সে. মি. পুরু তত্ত্বাকে ঠিক তেদ করে যায়। } 8 \text{ সে. মি. পুরু অনুরূপ একটি তত্ত্বাকে তেদ করতে গুলিটি কত গতিশক্তি লাভ করবে?$

সমাধান : আমরা জানি,

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

$$= \frac{1}{2} \times 0.005 \text{ kg} \times (200 \text{ m s}^{-1})^2$$

$$= 100 \text{ J}$$

এখানে,

$$\text{গুলির বেগ}, v = 200 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{সরণ}, s_1 = 2 \text{ cm} = 0.02 \text{ m}$$

$$s_2 = 8 \text{ cm} = 0.08 \text{ m}$$

$$\text{ভর}, m = 5 \text{ g} = 0.005 \text{ kg}$$

$$\text{গতিশক্তি}, E_k' = ?$$

বাধাদানকারী বল  $F$  হলে,

$$\text{গুলি কর্তৃক কৃতকাজ}, W = E_k = FS_1$$

$$\text{বা}, 100 \text{ J} = F \times 0.02$$

$$\text{বা}, F = \frac{100 \text{ J}}{0.02 \text{ m}} = 5000 \text{ N}$$

$$\text{আবার}, E_k' = W' = FS_2 = (5000 \text{ N} \times 0.08 \text{ m}) = 400 \text{ J}$$

নির্ণেয় গতিশক্তি  $400 \text{ J}$ ।

সমস্যা ৩৭।  $5 \text{ kg}$  ভরবিশিষ্ট একটি বস্তুকে স্থিরাবস্থা হতে মুক্তভাবে নিচে পড়তে দিলে  $10^{\text{th}}$  s-এ এর অর্জিত গতিশক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি, পড়ত

$$\text{বস্তুর ক্ষেত্রে}, h = \frac{1}{2} g (2t - 1)$$

$\therefore 10^{\text{th}}$  s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব

$$\begin{aligned} h &= \frac{1}{2} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} (2 \times 10 \text{ s} - 1) \\ &= 93.1 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{আবার}, v^2 = v_0^2 + 2gh$$

$$\therefore v^2 = 0 + 2gh = 2 \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 93.1 \text{ m} = 1824.76 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$$

এখানে,  
ভর,  $m = 5 \text{ kg}$   
আদিবেগ,  $v_0 = 0 \text{ m s}^{-1}$   
সময়,  $t = 10 \text{ s}$   
অতিক্রান্ত দূরণ  $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$   
গতিশক্তি,  $E_k = ?$



$$\text{এখন, গতিশক্তি, } E_k = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 5 \text{ kg} \times 1824.76 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$$

$$= 4561.9 \text{ J}$$

সূতরাং  $10^{\text{th}}$  s এ অর্জিত গতিশক্তি 4561.9 J।

সমস্যা ৩৮। 2 kg ভরের একটি বস্তুকে ভূমি হতে খাড়া উপরে নিক্ষেপ করা হলো এবং বস্তুটি 8 s পরে পুনরায় ভূমিতে ফিরে আসে। নিক্ষেপের মুহূর্তে এবং নিক্ষেপের 2 s পরে বস্তুটির বিভব শক্তি এবং গতিশক্তি কত? ( $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$ )

সমাধান : আমরা জানি,

নিক্ষেপের মুহূর্তে বস্তুর আদিবেগ

$v_0$  হলে,

$$T = \frac{2v_0}{g}$$

$$\text{বা, } v_0 = \frac{gt}{2}$$

$$= \frac{9.8 \times 8}{2}$$

$$\therefore v_0 = 39.2 \text{ m s}^{-1}$$

নিক্ষেপের মুহূর্তে উচ্চতা,  $h = 0$

সূতরাং বিভব শক্তি,  $U_0 = mgh = 0$

$$\text{গতিশক্তি, } K_0 = \frac{1}{2} mv_0^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times (39.2)^2 = 1536.64 \text{ J}$$

$$t = 2 \text{ s পরে উচ্চতা } h \text{ হলে, } h = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$= 39.2 \times 2 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times (2)^2$$

$$= 58.8 \text{ m}$$

$$\therefore U = mgh = 2 \times 9.8 \times 58.8 = 1152.8 \text{ J}$$

$$t = 2 \text{ s পরে বেগ } v \text{ হলে, } v = v_0 - gt = 39.2 - 9.8 \times 2 = 19.6 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore K = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times (19.6)^2 = 384.16 \text{ J}$$

অতএব, নিক্ষেপের মুহূর্তে ও 2s পর বিভবশক্তি যথাক্রমে 0 এবং 1152.48 J এবং গতিশক্তি 1536.64 J এবং 384.16 J।

সমস্যা ৩৯। 20 m উচু একটি দালানের ছাদ থেকে 5 kg ভরের একটি টেনিস বল গড়িয়ে মাটিতে পরে। বলটি যখন ভূমি স্পর্শ করে তখন এর বেগ  $22 \text{ m s}^{-1}$ । বলটি ছাদ ত্যাগ করার মুহূর্তে গতিশক্তি কত ছিল?

সমাধান : শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি থেকে আমরা জানি,

$$K_i + U_i = K_f + U_f$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} mv_i^2 + mgh = \frac{1}{2} mv_f^2 + 0$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} mv_i^2 = \frac{1}{2} mv_f^2 - mgh$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} mv_i^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times (22)^2 - 5 \times 9.8 \times 20$$

$$\therefore \frac{1}{2} mv_i^2 = 230 \text{ J}$$

অতএব, বলটি ছাদ ত্যাগ করার মুহূর্তে গতিশক্তি ছিল 230 J।

সমস্যা ৪০। 250 kg ভরের একটি বোঝা একটি ক্রেনের সাহায্যে  $0.1 \text{ m s}^{-1}$  ধূর বেগে উঠানো হলো। ক্রেনের কত ক্ষমতা ব্যয় হয়?

সমাধান : ধূরি, ক্ষমতা = P

$$\text{আমরা জানি, } P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} \quad \dots \dots (1)$$

$$\text{এখনে, } m = 250 \text{ kg} = 9.8 \text{ m s}^{-2} \text{ এবং } \frac{h}{t} = 0.1 \text{ m s}^{-1}$$

$$(1) \text{ থেকে পাই, } P = (250 \times 9.8 \times 0.1) W = 245 \text{ W}$$

$$\therefore \text{ক্রেনটির ক্ষমতা } 245 \text{ W।}$$

সমস্যা ৪১। একটি লিফ্ট এর কেবল লিফ্টটিকে  $0.75 \text{ m s}^{-1}$  সময়ে উপরে তুলতে পারে। কেবলটি 23 kW ক্ষমতা প্রয়োগ করলে কেবল এর টান বের কর।

সমাধান : এখানে, বেগ,  $v = 0.75 \text{ m s}^{-1}$

$$\text{ক্ষমতা, } P = 23 \text{ kW} = 23 \times 10^3 \text{ W} = 23000 \text{ W}$$

প্রয়োগকৃত বল, F = ?

আমরা জানি,  $P = Fv$

$$\text{বা, } F = \frac{P}{v} = \frac{23000 \text{ W}}{0.75 \text{ ms}^{-1}} = 30.67 \times 10^3 \text{ N}$$

সূতরাং কেবল এর টান  $30.67 \times 10^3 \text{ N}$ ।

সমস্যা ৪২। একটি ক্রেন কত বেগে 1492 N ওজনের একটি লৌহ বস্তুকে খাড়া উপরে তুলতে পারবে? ক্রেনটির ক্ষমতা 7.46 kW।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\text{এখানে, } P = \frac{W}{t}$$

$$\text{ওজন, } W = W = 1492 \text{ N}$$

$$\text{ক্ষমতা, } P = 7.46 \text{ kW}$$

$$= 7.46 \times 1000 \text{ W}$$

$$= 7460 \text{ W}$$

অতএব, ক্রেনের বেগ  $5 \text{ m s}^{-1}$ ।

বেগ,  $v = ?$

সমস্যা ৪৩। একটি ক্রেন কত বেগে 200 kg ভরের একটি লোহার খণ্ডকে উপরে তুলতে পারবে যদি ক্রেনটি 4 HP ক্ষমতা প্রয়োগ করে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪২ঁ গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

উত্তর :  $1.52 \text{ m s}^{-1}$

সমস্যা ৪৪। একটি মোটর প্রতি মিনিটে  $5.5 \times 10^5 \text{ kg}$  পানি 100 m উপরে তুলতে পারে। মোটরটির দক্ষতা 70% হলে, এর ক্ষমতা কত?

সমাধান : এখানে, পানির ভর,  $m = 5.5 \times 10^5 \text{ kg}$

উচ্চতা,  $h = 100 \text{ m}$

সময়,  $t = 60 \text{ s}$

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

মোটরটির ক্ষমতা  $P' = ?$

আমরা জানি, মোটরের কার্যকর ক্ষমতা,

$$P = \frac{70}{100} \times P'$$

$$\text{বা, } P' = \frac{5.5 \times 10^5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 100 \text{ m}}{60 \text{ s} \times 0.7} \quad [\because P = \frac{W}{t} = \frac{mah}{t}]$$

$$= 1.28 \times 10^7 \text{ W}$$

সূতরাং মোটরটির ক্ষমতা  $1.28 \times 10^7 \text{ W}$ ।

সমস্যা ৪৫। 100 m গভীর একটি কুয়া থেকে ইঞ্জিনের সাহায্যে প্রতি মিনিটে 1000 kg পানি উঠানো হয়। যদি ইঞ্জিনটির ক্ষমতা 42% নষ্ট হয়, তাহলে এর অশক্তমতা নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, কুয়ার গভীরতা,  $h = 100 \text{ m}$

সময়,  $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s};$  পানির ভর,  $m = 1000 \text{ kg}$

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

$$\therefore \text{বল, } F = mg = 1000 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} = 9800 \text{ N, ক্ষমতা, } P' = ?$$

$$\text{কার্যকর ক্ষমতা, } P = P' \times \frac{100 - 42}{100} = P' \times 0.58$$

আমরা জানি,  $P = \frac{F \times h}{t}$

$$\therefore P = \frac{9800 \times 100}{60} \text{ W}$$

$$= 16333.33 \text{ W}$$

$$= \frac{16333.33}{746} \text{ H.P} = 21.89 \text{ H.P}$$

$$\text{এখন, } P = P' \times 0.58 \quad \text{বা, } P' = \frac{21.89}{0.58} \text{ H.P} = 37.75 \text{ H.P}$$

নির্ণেয় ইঞ্জিনটির অশক্তমতা 37.75 H.P।

সমস্যা ৪৬। একটি পাম্প ৪.৯ মিনিটে কুয়া থেকে 10,000 লিটার পানি ৬ m গড় উচ্চতায় তুলতে পারে। পাম্পের ক্ষমতা ৪০% কার্যকর হলে এর ক্ষমতা নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, সময়,  $t = 4.9 \text{ min} = 4.9 \times 60 \text{ s} = 294 \text{ s}$

উচ্চতা,  $h = 6 \text{ m}$

$$\text{পানির ভর}, m = 10,000 \text{ L} = 10^4 \text{ kg} \quad [\because 1 \text{ L} = 1 \text{ kg}]$$

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

$$\text{পাম্পের কার্যকর ক্ষমতা}, P = P' \times \frac{80}{100} = P' \times 0.7$$

$$\text{পাম্পের ক্ষমতা}, P' = ?$$

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

$$\text{আবার}, P = 0.8 P'$$

$$\text{বা, } P' = \frac{P}{0.8} = \frac{mgh}{0.8 \times t} \\ = \frac{10^4 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 6\text{m}}{0.8 \times 294 \text{ s}} \\ = 2.5 \times 10^3 \text{ W} = 2.5 \text{ kW}$$

$$\text{অতএব, পাম্পের ক্ষমতা, } 2.5 \text{ kW}$$

সমস্যা ৪৭। কোনো কুয়া থেকে 20 m উপরে পানি তোলার জন্য

6 kW এর একটি পাম্প ব্যবহার করা হচ্ছে। পাম্পের দক্ষতা 82.2% হলে প্রতি মিনিটে কত লিটার পানি তোলা যাবে?

সমাধান : আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } m = \frac{P't}{gh} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{আবার, } \eta = \frac{P}{P'} = 88.2\%$$

এখানে,

$$\text{কুয়ার গভীরতা, } h = 20 \text{ m}$$

$$\text{ক্ষমতা, } P = 6 \text{ kW}$$

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

$$\text{দক্ষতা, } \eta = 88.2\%$$

$$\text{পানির ভর, } m = ?$$

$$\therefore P' = P \times 88.2\% = 6 \text{ kW} \times 0.882 \\ = 5292 \text{ W} = 5.292 \text{ kW}$$

$$\therefore (1) \text{ হতে পাই, } m = \frac{5292 \text{ W} \times 60 \text{ s}}{9.8 \text{ m s}^{-2} \times 20 \text{ m}} = 1620 \text{ kg}$$

যেহেতু 1 kg পানির আয়তন 1 lit

সেহেতু পানি উত্তোলন করা যাবে  $= 1620 \times 1 \text{ lit} = 1620 \text{ lit}$   
অতএব, পাম্পটি প্রতি মিনিটে 1620 lit পানি তুলতে পারবে।

সমস্যা ৪৮। 3430 W ক্ষমতা সম্পর্কে একটি মোটর চালিত পাম্প ঘৰা একটি কৃপ হতে গড়ে 7.20 m উচ্চতায় পানি উঠানো হয়। মোটরের দক্ষতা 90% হলে প্রতি মিনিটে কত কিলোগ্রাম পানি উঠে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 2625 kg]

সমস্যা ৪৯। 80% দক্ষতা সম্পর্কে একটি মোটর একটি ক্রেন নিয়ন্ত্রণ করে যার দক্ষতা 50%। মোটরটি 3.73 W ক্ষমতা প্রয়োগ করলে ক্রেনে 746 N ওজনের একটি বস্তুর উর্ধ্বমুখী গড়বেগ কত হবে?

সমাধান : এখানে, মোটরটির ক্ষমতা  $= 3.73 \text{ kW} = 3730 \text{ W}$

$$\text{মোটর কর্তৃক ক্রেনের উপর প্রযুক্তি ক্ষমতা} = 3730 \text{ W} \times 80\% \\ = 3730 \text{ W} \times \frac{80}{100} \\ = 2984 \text{ W}$$

$$\text{আবার, ক্রেনের কার্যকর শক্তি} = 2984 \text{ W} \times 50\%$$

$$\therefore P = 2984 \text{ W} \times \frac{50}{100} = 1492 \text{ W}$$

$$\text{এখানে, ওজন, } F = 746 \text{ N}$$

$$\text{উর্ধ্বমুখী গড় বেগ, } v = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } P = Fv$$

$$\text{বা, } v = \frac{P}{F} = \frac{1492 \text{ W}}{746 \text{ N}} = 2 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{অতএব, বস্তুটির উর্ধ্বমুখী গড়বেগ } 2 \text{ m s}^{-1} !$$



### পৃষ্ঠার সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র



একাদশ-দ্বাদশ শ্রেণি

সমস্যা ৫০। ভূগর্ভস্থ জলাধার থেকে, যার পানির তল ভূপৃষ্ঠ থেকে 4m গভীরতায় অবস্থিত, একটি বৈদ্যুতিক পাম্প  $9.1 \text{ m}^3$  পানি 1 ঘণ্টায় তুষি থেকে 32 m উচ্চতায় অবস্থিত টার্কিতে তুলে। পাম্পের ক্ষমতা 70% কার্যকর হলে পাম্পের ক্ষমতা নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, উচ্চতা,  $h = (5 \text{ m} + 32 \text{ m}) = 36 \text{ m}$

$$\text{পানির ভর, } m = V\rho = 9.1 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ kg m}^{-3} = 9.1 \times 10^3 \text{ kg}$$

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

$$\text{সময়, } t = 1 \text{ h} = 60 \times 60 \text{ s} = 3600 \text{ s}$$

$$\text{পাম্পের ক্ষমতা, } P' = ?$$

$$\text{পাম্পের কার্যকর ক্ষমতা, } P = P' \text{ এর } 70\% = 0.7 P'$$

আমরা জানি,

$$\text{কার্যকর ক্ষমতা, } P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} \\ = \frac{9.1 \times 10^3 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 36 \text{ m}}{3600 \text{ s}} \\ = 891.8 \text{ W}$$

$$\text{আবার, } 0.7P' = P \quad \text{বা, } P' = \frac{P}{0.7} = \frac{891.8 \text{ W}}{0.7} = 1274 \text{ W}$$

অতএব, পাম্পের ক্ষমতা 1274 W।

সমস্যা ৫১। একটি পানি ভর্তি কুয়ার গভীরতা 8 m এবং ব্যাস 5 m। একটি বৈদ্যুতিক পাম্পের সাহায্যে কুয়াটিকে 30 মিনিটে পানি শূন্য করতে পারা যায়। বৈদ্যুতিক পাম্পটির ক্ষমতা কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $3.149 \times 10^3 \text{ W}$ ]

সমস্যা ৫২। একটি পানিপূর্ণ ভূ-গর্ভস্থ জলাধারের গভীরতা 7.5 m এবং চোঙাকৃতি জলাধারের ব্যাস 4 m। যে বৈদ্যুতিক পাম্প 30 মিনিটে জলাধারকে সম্পূর্ণ খালি করতে পারে তার HP ক্ষমতা কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 2.58 HP]

সমস্যা ৫৩। একটি গাড়ি প্রস্তুতকারী কোম্পানি দাবি করে যে, তাদের তৈরি 1200 kg ভরের একটি গাড়ির ইঞ্জিন সর্বোচ্চ 90 kW ক্ষমতা প্রয়োগ করতে পারে। গাড়িটিকে স্থির অবস্থা থেকে  $30 \text{ m s}^{-1}$  বেগ দিতে সর্বনিম্ন কর সময় লাগবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$P = \frac{W}{t} = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{t}$$

$$\text{বা, } t = \frac{mv^2}{2P}$$

$$= \frac{1200 \text{ kg} \times (30 \text{ m s}^{-1})^2}{2 \times 90 \times 10^3 \text{ W}} = 6 \text{ s}$$

সুতরাং সর্বনিম্ন 6 s সময় লাগবে।

সমস্যা ৫৪। একটি বিজ্ঞাপনে দাবি করা হলো যে, একটি 1200 kg ভরের গাড়ি স্থির অবস্থা থেকে  $8 \text{ s}-এ 25 \text{ m s}^{-1}$  বেগ অর্জন করতে পারে। এই ভূগ্রণ প্রদানের জন্য গাড়িটির ইঞ্জিনকে গড়ে কর ক্ষমতা প্রয়োগ করতে হবে? (ঘর্ষণ জনিত ক্ষয় উপেক্ষা কর)

সমাধান : আমরা জানি,

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

$$= \frac{1}{2} \times 1200 \text{ kg} \times (25 \text{ m s}^{-1})^2$$

$$= 375000 \text{ J}$$

$$\text{আবার, ক্ষমতা } P = \frac{W}{t} = \frac{375000 \text{ J}}{8 \text{ s}}$$

$$= 46875 \text{ W} = 46.875 \text{ kW}$$

সুতরাং গাড়িটিকে 46.875 kW ক্ষমতা প্রয়োগ করতে হবে।

**১ সেট-২ : জটিল সমস্যাবলী**

সমস্যা ৫৫। 5 kg ভরের একটি পাথর 25 m উচ্চ একটি দালানের ছাদ থেকে নিচে ফেলে দেয়া হলো। ভূমিতে রশ্মিত একটি বস্তুকে ভাঙতে পাথরটির এক-তৃতীয়াংশ শক্তির প্রয়োজন হলে, পাথরটিকে কত উচ্চতা থেকে ফেললে বস্তুটি ভেঙে যাবে বলে তুমি মনে কর? গণিতিক যুক্তি দাও।

সমাধান : এখানে, ভর,  $m = 5 \text{ kg}$ ; উচ্চতা,  $h = 25 \text{ m}$   
দালানের ছাদে থাকাকালীন সময়ে পাথরটির মোট শক্তি,  $E = ?$

আদিবেগ,  $u = 0$

$$\text{এখন, ছাদে থাকাকালীন সময়ে, গতিশক্তি, } E_k = \frac{1}{2} m u^2 = \frac{1}{2} m \times 0 = 0$$

$$\begin{aligned} \text{ছাদে থাকাকালীন সময়ে, বিভবশক্তি, } E_p &= mgh \\ &= 5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 25 \text{ m} \\ &= 1225 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{পাথরটির মোট শক্তি, } E = E_k + E_p = 0 + 1225 \text{ J} = 1225 \text{ J}$$

যেহেতু ভূমিতে রশ্মিত বস্তুকে ভাঙতে পাথরটির এক-তৃতীয়াংশ শক্তির প্রয়োজন, তাহলে, প্রয়োজনীয় শক্তি,  $E_1 = \frac{E}{3} = \frac{1225}{3} = 408.33 \text{ J}$

$$\text{আবার, গতিশক্তি, } E_1 = \frac{1}{2} m v^2$$

$$\text{বা, } v^2 = \frac{2E_1}{m} = \frac{2 \times 408.33}{5} = 163.33$$

$$\therefore v = 12.78 \text{ m s}^{-1}$$

সুতরাং পাথরটি  $12.78 \text{ m s}^{-1}$  বেগে বস্তুটিকে আঘাত করবে।

আমরা জানি,  $v^2 = u^2 + 2gh$

$$\text{বা, } h = \frac{v^2}{2g} = \frac{(12.78)^2}{2 \times 9.8} \text{ m}$$

$$\therefore h = 8.33 \text{ m}$$

সুতরাং পাথরটিকে  $8.33 \text{ m}$  উপর থেকে ফেললে বস্তুটি ভেঙে যাবে।

সমস্যা ৫৬। 1 m ব্যাসের ও 4 m দীর্ঘ একটি সূষম নিরেট সিলিন্ডারকে আনুভূমিক অবস্থা থেকে খাড়া করতে কী পরিমাণ কাজ করতে হবে? সিলিন্ডারের ঘনত্ব  $1200 \text{ kg m}^{-3}$ ।

সমাধান : এখানে, ব্যাস = 1 m

ব্যাসার্ধ,  $r = 0.5 \text{ m}$

দৈর্ঘ্য,  $l = 4 \text{ m}$

$$\begin{aligned} \text{ভর, } m &= \rho V = \rho \cdot \pi r^2 l \\ &= 1200 \times 3.14 (0.5)^2 \times 4 \text{ kg} \\ &= 3768 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{ভারকেন্দ্রের সরণ, } h = \left(\frac{l}{2} - r\right)m = \left(\frac{4}{2} - 0.5\right) m = 1.5 \text{ m}$$

আমরা জানি, কাজ,  $W = mgh$

$$\begin{aligned} &= 3768 \times 9.8 \times 1.5 \text{ J} \\ &= 55389.6 \text{ J} = 55.3896 \text{ kJ} \end{aligned}$$

সমস্যা ৫৭। 2 kg ভরের একটি হাতুড়ি দেয়ালের সাথে ত্বরিকভাবে রশ্মিত  
একটি পেরেককে কত বেগে অনুভূমিকভাবে আঘাত করলে পেরেকটি  
640 N বল প্রতিরোধ করে দেয়ালের ভিতর  $0.025 \text{ m}$  তুকে যাবে?

সমাধান : আমরা জানি,

বল,  $F = ma$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m} = \frac{640 \text{ N}}{2 \text{ kg}} = 320 \text{ m s}^{-2}$$

আবার,  $v^2 = v_0^2 + 2as$

$$\text{বা, } v^2 = 2a s = 2 \times 320 \text{ m s}^{-2} \times 0.025 \text{ m} = 16 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$$

$$\therefore v = 4 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, হাতুড়িটি পেরেককে  $4 \text{ m s}^{-1}$  বেগে আঘাত করতে হবে।

সমস্যা ৫৮। 1 kg ভরের একটি হাতুড়ি অনুভূমিক কাঠের উপর  
উল্লম্বভাবে রশ্মিত একটি পেরেককে খাড়া নিচের দিকে  $0.8 \text{ m s}^{-1}$   
বেগে আঘাত করায় পেরেকটি কাঠের মধ্যে  $0.02 \text{ m}$  তুকে যায়। গড় বাধাবল নির্ণয় কর। ( $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$ )

সমাধান : শামসুর বহমান দেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫দেশ গাণিতিক  
সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর :  $25.8 \text{ N}$ ]

সমস্যা ৫৯। 1000 kg ভরের একটি গাড়ি আনুভূমিক রাস্তা বরাবর  
 $10 \text{ m s}^{-1}$  ধূব গতিতে চলছে। রাস্তার ঘর্ষণজনিত বল  $400 \text{ N}$  হলে  
গাড়ির ইঞ্জিনের ক্ষমতা কত?

সমাধান : আমরা জানি, ঘর্ষণজনিত  
ক্ষমতা  $P = F \times v$

$$\begin{aligned} &= 400 \text{ N} \times 10 \text{ m s}^{-1} \\ &= 4000 \text{ W} = 4 \text{ kW} \end{aligned}$$

এখানে,  $v = 10 \text{ m s}^{-1}$

ঘর্ষণজনিত বল,  $F = 400 \text{ N}$

ক্ষমতা  $P = ?$

অতএব, গাড়ির ইঞ্জিনের ক্ষমতা  $4 \text{ kW}$ ।

সমস্যা ৬০। 100 কিলোগ্রাম ভরের একটি বস্তু  $80 \text{ মিটার/সে. বেগে}$   
চলছে। যদি ঘর্ষণজনিত বাধা প্রতি কিলোগ্রামে  $10 \text{ গ্রাম}$  ভরের সমান  
হয়, তবে বস্তুটির ক্ষমতা নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned} F &= m g = 1 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-1} \\ &= 9.8 \text{ N} \end{aligned}$$

আবার, ক্ষমতা,  $P = F \times v$

$$\begin{aligned} &= 9.8 \text{ N} \times 80 \text{ m s}^{-1} \\ &= 784 \text{ W} \end{aligned}$$

সুতরাং বস্তুটির ক্ষমতা  $784 \text{ W}$ ।

এখানে,

বস্তুর ভর,  $m_1 = 100 \text{ kg}$

বেগ,  $v = 80 \text{ m s}^{-1}$

ঘর্ষণজনিত বাধা  $1 \text{ kg}$  তে  $10 \text{ g}$

$\therefore 100 \text{ kg}$  তে  $10 \times 100 \text{ g}$

$= 1000 \text{ g} = 1 \text{ kg}$

ক্ষমতা,  $P = ?$

সমস্যা ৬১। 6 টি মার্বেল পাথরের খন্দ একটির উপর আর একটি  
রেখে মোট  $0.3 \text{ m}$  উচ্চ একটি স্তুতে সাজাতে কত কাজ করতে হবে তা  
নির্ণয় কর। দেওয়া আছে, প্রতি খন্দের উচ্চতা  $0.05 \text{ m}$  এবং ভর  $5 \text{ kg}$ .

সমাধান : এখানে, প্রতিটি পাথরের ভর,  $m = 5 \text{ kg}$

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

$\therefore$  প্রতিটি পাথরের উপর

প্রযুক্ত অভিকর্ষ বল,  $F = mg = 5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} = 49 \text{ N}$

১য় পাথরের সরণ,  $S_1 = 0$

২য়,,,, $S_2 = 0.05 \text{ m}$

৩য়,,,, $S_3 = 0.1 \text{ m}$

মোট কৃত কাজ  $W$  হলে,

$$\begin{aligned} W &= W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_6 \\ &= FS_1 + FS_2 + \dots + FS_6 \\ &= F(S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6) \\ &= 49N \times (0 + 0.05 + 0.1 + 0.15 + 0.2 + 0.25) \text{ m} \\ &= 49 \text{ N} \times 0.75 \text{ m} \\ &= 36.75 \text{ N} \end{aligned}$$

অতএব, কাজের পরিমাণ  $36.75 \text{ N}$ ।

সমস্যা ৬২। 5টি ঘনকাকৃতি পাথর খন্দের প্রতিটির আয়তন  $0.125 \text{ m}^3$   
ও ভর  $250 \text{ kg}$ । এদের একটি অপরাটির উপর রেখে একটি স্তুতে  
করতে কৃত কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান : ধরি, মোটকৃত কাজ  $W$

এখানে, প্রতিটি পাথরের ভর,  $m = 250 \text{ kg}$

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

প্রতিটি পাথরের উপর প্রযুক্ত বল,  $F = mg$

$$\begin{aligned} &= 250 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \\ &= 2450 \text{ N} \end{aligned}$$

ঘনকের আয়তন =  $0.125 \text{ m}^3$

$$\therefore ঘনকের একবাহুর দৈর্ঘ্য = \sqrt[3]{125} = 0.5 \text{ m}$$

প্রথম পাথরের সুষণ,  $S_1 = 0$

২য় পাথরের সুষণ,  $S_2 = 0.5 \text{ m}$ ; তৃতীয় পাথরের সুষণ,  $S_3 = 1 \text{ m}$

আমরা জানি,  $W = W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_5$

$$= FS_1 + FS_2 + \dots + FS_5$$

$$= F(S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5)$$

$$= 2450 \text{ N}(0 + .5 + 1 + 1.5 + 2) \text{ m}$$

$$= 12250 \text{ J}$$

সুতৰাং কৃতকাজের পরিমাণ  $12250 \text{ J}$

সমস্যা ৬৩। কোনো ব্যক্তি  $4 \text{ kg}$  ভৱের একটি বস্তুকে  $0.02 \text{ m s}^{-1}$  হুব বেগে খাড়া উপরের দিকে  $3 \text{ s}$  সময়ব্যাপী উঠালেন। উক্ত ব্যক্তি কর্তৃক সম্পাদিত কাজের পরিমাণ কত? ( $h = vt$ ,  $W = mgh$ )

সমাধান: আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \text{উচ্চতা}, h &= vt = 0.02 \text{ m s}^{-1} \times 3 \text{ s} & \text{এখানে, ভৱ, } m = 4 \text{ kg} \\ &= 0.06 \text{ m} & \text{হুব বেগ, } v = 0.02 \text{ m s}^{-1} \end{aligned}$$

আবার, কৃতকাজ,

$$\begin{aligned} W &= mgh \\ &= 4 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 0.06 \text{ m} \\ &= 2.352 \text{ J} \end{aligned}$$

সুতৰাং সম্পাদিত কাজের পরিমাণ  $2.352 \text{ J}$

সমস্যা ৬৪।  $500 \text{ g}$  ভৱবিশিষ্ট কোন বস্তু একটি জাহাজের উপর হতে  $10 \text{ m}$  নিচে পানিতে পড়ল। (i) বস্তুটির প্রাথমিক স্থিতিশক্তি (ii) বস্তুটির সর্বোচ্চ গতিশক্তি (iii) বস্তুটি যে বেগ নিয়ে পানি তল স্পর্শ করে তা নির্ণয় কর। (iv) পানি হতে  $3 \text{ m}$  উপরে গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান: (i) আমরা জানি,

প্রাথমিক স্থিতিশক্তি,  $E_p = mgh$

$$\begin{aligned} \text{বা, } E_p &= 0.5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 10 \text{ m} \\ &= 49 \text{ J} \end{aligned}$$

সুতৰাং বস্তুটির প্রাথমিক স্থিতিশক্তি  $49 \text{ J}$

(ii) বস্তুর প্রাথমিক বিভব শক্তি = বস্তুর সর্বোচ্চ গতিশক্তি

অর্থাৎ  $E_p = E_k \therefore E_k = 49 \text{ J}$

সুতৰাং বস্তুর সর্বোচ্চ গতিশক্তি  $49 \text{ J}$

(iii) আবার,  $v^2 = v_0^2 + 2gh$

$$\text{বা, } v^2 = 0 + 2 \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 10 \text{ m} = 196 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$$

$$\therefore v = 14 \text{ m s}^{-1}$$

সুতৰাং বস্তুটি  $14 \text{ m s}^{-1}$  বেগে পানিকে স্পর্শ করবে।

(iv) পানি হতে  $3 \text{ m}$  উচ্চতায় বস্তুর গতিশক্তি  $E_{k_1}$  এবং বিভব শক্তি  $E_{p_1}$ .

এখন, উচ্চতা  $x = 3 \text{ m}$

$$\therefore E_p = mgx = 0.5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 3 \text{ m} = 14.7 \text{ J}$$

$$\text{এবং } E_k = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} m \times 2g(h - x) = mg(h - x)$$

$$= 0.5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times (10 \text{ m} - 3 \text{ m})$$

$$= 34.3 \text{ J}$$

সুতৰাং পানি হতে  $3 \text{ m}$  উপরে বস্তুর স্থিতিশক্তি  $14.7 \text{ J}$  এবং গতিশক্তি  $34.3 \text{ J}$ ।

সমস্যা ৬৫।  $73,000 \text{ kg}$  ভৱের একটি উড়োজাহাজ ভূমি থেকে  $9000 \text{ m}$  উচুতে থেকে  $240 \text{ m s}^{-1}$  হুতিতে চলছে। উড়োজাহাজের

(i) গতিশক্তি ও (ii) স্থিতি শক্তি কত?

সমাধান:

(i) গতিশক্তি =  $\frac{1}{2} mv^2$

$$= \frac{1}{2} \times 73000 \times 240^2$$

$$= 2.1 \times 10^9 \text{ J}$$

এখানে,

ভৱ,  $m = 73000 \text{ kg}$

বেগ,  $v = 240 \text{ m s}^{-1}$

উচ্চতা,  $h = 9 \times 10^3 \text{ m}$

একাদশ-সাদশ শ্ৰেণি

(ii) স্থিতিশক্তি =  $mgh$

$$= (73000 \times 9.8 \times 9 \times 10^3) \text{ J}$$

$$= 6.4 \times 10^9 \text{ J}$$

সমস্যা ৬৬।  $0.3 \text{ m}$  দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট একটি দোলক একটি অর্ধবৃত্তে দোলন দেয়। এর ববের ভৱ  $0.01 \text{ kg}$  হলে এর সৰ্বনিম্ন অবস্থানে বেগ ও গতিশক্তি কত?

সমাধান: এখানে, সৱল দোলকের কাৰ্যকৰী দৈর্ঘ্য,  $l = 0.3 \text{ m}$

অভিকৰ্ষজ তুলণ,  $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$

যেহেতু দোলকটি অর্ধবৃত্ত দোলন দেয় তাই তার সর্বোচ্চ উচ্চতা কাৰ্যকৰী দৈর্ঘ্য এৰ সমান, অর্থাৎ  $l = h = 0.3 \text{ m}$

ভৱ,  $m = 0.01 \text{ kg}$

বেগ,  $v = ?$ ; গতিশক্তি,  $E_k = ?$

আমরা জানি, দোলকের সর্বোচ্চ বিন্দুতে স্থিতিশক্তি = সৰ্বনিম্ন বিন্দুতে গতিশক্তি

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

$$\text{বা, } v^2 = 2gh$$

$$\text{বা, } v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 0.3 \text{ m}} = 2.425 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{গতিশক্তি } E_k = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.01 \text{ kg} \times (2.425 \text{ m s}^{-1})^2 = 0.0294 \text{ J}$$

সুতৰাং দোলকটির সৰ্বনিম্ন অবস্থানে বেগ  $2.425 \text{ ms}^{-1}$  এবং গতিশক্তি  $0.0294 \text{ J}$ ।

সমস্যা ৬৭।  $20 \text{ m}$  উচু একটি দালানের ছাদ থেকে  $m$  ভৱের একটি টেনিস বল গড়িয়ে মাটিতে পড়ে। বলটি যখন ভূমি স্পৰ্শ কৰে তখন এর বেগ  $25 \text{ m s}^{-1}$ । বলটি ছাদ ত্যাগ কৰার মুহূৰ্তে কত বেগে গড়াচ্ছিল?

সমাধান: শক্তিৰ সংৰক্ষণশীলতা নীতি থেকে আমরা জানি,

$$E_{k_i} + E_{p_i} = E_{k_f} + E_{p_f}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} mv_i^2 + mgh = \frac{1}{2} mv_f^2 + 0$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} v_i^2 + gh = \frac{1}{2} v_f^2$$

$$\text{বা, } v_i^2 = \left( \frac{1}{2} v_f^2 - gh \right) \times 2$$

$$= \left\{ \frac{1}{2} \times (25 \text{ ms}^{-1})^2 - 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 20 \right\} \times 2$$

$$= 233 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$$

$$\therefore v_i = 15.26 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, বলটি ছাদ ত্যাগ কৰার মুহূৰ্তে  $15.26 \text{ m s}^{-1}$  বেগে গড়াচ্ছিল।

সমস্যা ৬৮। একটি সৱল দোলকের ববের ভৱ  $0.2 \text{ kg}$  ও কাৰ্যকৰ দৈর্ঘ্য  $1 \text{ m}$ । উলৱ রেখা হতে  $0.5 \text{ m}$  দূৰে টেনে হেঢ়ে দিলে গতিপথের সৰ্বনিম্ন বিন্দু অতিক্রমকালে ববের বেগ ও গতিশক্তি নির্ণয় কৰ।

সমাধান: মনে কৰি, সৰ্বনিম্ন অবস্থানে বেগ =  $v$

সর্বোচ্চ বিন্দু B তে স্থিতিশক্তি = সৰ্বনিম্ন

বিন্দু A তে গতিশক্তি

এখানে,  $h = OA - OC$

$$= OA - \sqrt{OB^2 - BC^2}$$

$$= 1 \text{ m} - \sqrt{(1 \text{ m})^2 - (0.5 \text{ m})^2}$$

$$= 0.134 \text{ m}$$

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

$$v^2 = 2gh = (2 \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 0.134 \text{ m}) = 2.626 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$$

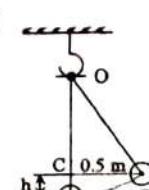
$$\therefore v = 1.62 \text{ m s}^{-1}$$

$$\therefore সৰ্বনিম্ন বিন্দুতে গতিশক্তি, E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.2 \text{ kg} \times (1.62 \text{ m s}^{-1})^2$$

$$= 0.26244 \text{ J}$$

অতএব, সৰ্বনিম্ন বিন্দু অতিক্রমকালে ববের বেগ  $1.62 \text{ m s}^{-1}$  এবং গতিশক্তি  $0.26244 \text{ J}$ ।



পঞ্চম অধ্যায়  কাজ, শক্তি ও ক্ষমতা

সমস্যা ৬৯।  $30^\circ$  কোণিক বিস্তারে দোদুল্যমান একটি সরলদোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য 1 m। সাম্যাবস্থান অভিক্রমকালে বেবের বেগ কত?

$$\text{সমাধান: } \cos 30^\circ = \frac{OC}{AB} = \frac{OC}{1}$$

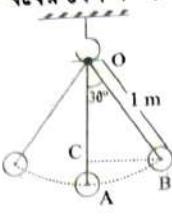
$$\text{বা, } OC = \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ m}$$

$$AC = \left(1 - \frac{\sqrt{3}}{2}\right) \text{ m} = \frac{2 - \sqrt{3}}{2} \text{ m}$$

$$v^2 = 2g \times AC$$

$$= 2 \times 9.8 \times \frac{2 - \sqrt{3}}{2} \text{ m} = 2.62$$

$$\therefore v = 1.62 \text{ ms}^{-1}$$



সমস্যা ৭০। 1000 kg ভরের একটি লিফট সর্বোচ্চ 800 kg ওজন বহন করতে পারে। 4000 N মানের একটি ধ্রুব ঘর্ষণ বল এর উভর্মুখী গতি ব্যাহত করে। লিফটিকে  $3 \text{ m s}^{-1}$  সম দ্রুতিতে উপরের দিকে উঠাতে হলে মটরের সর্বনিম্ন কত ক্ষমতা সরবরাহ করতে হবে?

$$\text{সমাধান: } \text{এখানে, ওজনসহ লিফটের মোট ভর, } m = (1000 + 800) \text{ kg} \\ = 1800 \text{ kg}$$

$$\text{ঘর্ষণ বল, } = 4000 \text{ N}$$

$$\text{বেগ, } v = 3 \text{ m s}^{-1}; \text{ ক্ষমতা, } P = ?$$

$$\text{এখানে, লিফটের ওজন } = mg = 1800 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} = 17640 \text{ N}$$

$$\text{ওজনসহ ঘর্ষণ বল} = 17640 \text{ N} + 4000 \text{ N} = 21640 \text{ N}$$

$$\therefore \text{সর্বনিম্ন } 21640 \text{ N বল প্রয়োগ করলে লিফট উঠবে}$$

$$\therefore v \text{ বেগে লিফট তুলতে সরবরাহকৃত ক্ষমতা,}$$

$$P = F \times v = 21640 \text{ N} \times 3 \text{ m s}^{-1} = 64920 \text{ W} = 64.92 \text{ kW}$$

$$\text{নির্ণেয় ক্ষমতা } 64.92 \text{ kW।}$$

সমস্যা ৭১। 1 কিলোগ্রাম ভরের কোনো বস্তুর বেগ 5 মেকেড সময়ে 5 m s<sup>-1</sup> হতে 20 m s<sup>-1</sup> এ পরিবর্তিত হলো। বস্তুটিতে কী পরিমাণ বল প্রযুক্ত হয়েছে এবং এ পরিবর্তন করতে কী পরিমাণ কাজ বস্তুর উপর করা হয়েছে?

সমাধান: আমরা জানি,

$$v = v_0 + at$$

$$\text{বা, } 20 \text{ m s}^{-1} = 5 \text{ m s}^{-1} + a \times 5 \text{ s}$$

$$\text{বা, } a = \frac{15 \text{ ms}^{-1}}{5 \text{ s}} = 3 \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{আবার, বল, } F = ma$$

$$= 1 \text{ kg} \times 3 \text{ m s}^{-2} = 3 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } v^2 = v_0^2 + 2aS$$

$$\text{বা, } S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{(20 \text{ ms}^{-1})^2 - (5 \text{ ms}^{-1})^2}{2 \times 3 \text{ ms}^{-2}} = 62.5 \text{ m}$$

$$\text{কৃতকাজ, } W = FS = 3 \text{ N} \times 62.5 \text{ m} = 187.5 \text{ Nm} = 187.5 \text{ J}$$

$$\text{অতএব, বস্তুটিতে প্রযুক্ত বলের পরিমাণ } 3 \text{ N এবং কাজের পরিমাণ } 187.5 \text{ J।}$$

সমস্যা ৭২। 10kg ভরের একটি বস্তুকে 5m উচ্চ থেকে ফেলে দেওয়া হলো এবং বস্তুটি একটি পেরেকের উপর পিয়ে পড়ল। পেরেকটির তীক্ষ্ণ প্রাপ্ত মাটির সাথে স্পর্শ যুক্ত ছিল। মাটির গড় প্রতিরোধ বল 49490N হলে পেরেকটি মাটির ভেতরে কতখানি প্রবেশ করবে?

সমাধান: এখানে, পতনশীল বস্তুর স্থিতিশক্তি = প্রতিরোধ বলের বিপুল্যে কাজ পেরেকটির মধ্যে  $xm$  প্রবেশ করলে বস্তুটির মোট পতন  $h = (5 \text{ m} + x)$

$$\therefore \text{বস্তুর বিভব শক্তি, } mgh = 10 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times (5 \text{ m} + x)$$

$$\text{আবার, প্রতিরোধ বলের বিপুল্যে কাজ} = 49490 \text{ N} \times x$$

$$\text{প্রশ্নমতে, } 10 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times (5 \text{ m} + x) = 49490 \text{ N} \times x$$

$$\text{বা, } 490 \text{ N m} + (98 \text{ N})x = (49490 \text{ N})x$$

$$\text{বা, } (49490x - 98x) \text{ N} = 490 \text{ N m } \text{ বা, } 49392x = 490 \text{ m}$$

$$\therefore x = 9.92 \times 10^{-3} \text{ m}$$

সুতরাং পেরেকটি মাটির  $9.92 \times 10^{-3} \text{ m}$  গভীরে প্রবেশ করবে।

সমস্যা ৭৩। একজন লোক একটি টেবিলের পাশে এর একটি 600 N বল প্রয়োগ করে। ফলে টেবিলটি 2 m দূরত্বে সরে যায়। কৃত কাজ কর হবে যদি সরণ ও বল (i) একই দিকে হয় (ii) একটি অপরাটির লম্বাভিমুখে হয় (iii) বিপরীত দিকে হয়।

সমাধান: (i) বল ও সরণ একই দিকে হলে	এখানে,
এদের মধ্যবর্তী কোণ হবে $\theta = 0^\circ$	বল, $F = 600 \text{ N}$
আমরা জানি,	সরণ, $s = 2 \text{ m}$

$$W = Fs \cos \theta = 600 \times 2 \times \cos 0^\circ = 1200 \text{ N}$$

অতএব, কাজ 1200 J।

(ii) বল ও সরণ লম্বাভিমুখ হলে, এদের মধ্যবর্তী কোণ হবে,  $\theta = 90^\circ$

আমরা জানি,  $W = Fs \cos \theta = 60 \times 2 \times \cos 90^\circ = 0 \text{ J}$

অতএব, কৃতকাজের পরিমাণ 0 J। অর্থাৎ কোন কাজ হবে না।

(iii) বল ও সরণের অভিমুখ বিপরীত দিকে হলেও, এদের মধ্যবর্তী

কোণ হবে,  $\theta = 180^\circ$

$$\text{আমরা জানি, } W = Fs \cos \theta$$

$$= 600 \times 2 \times \cos 180^\circ = -1200 \text{ J}$$

অতএব, কৃতকাজ হবে ঋণাত্মক এবং কৃতকাজের পরিমাণ 1200 J।

সমস্যা ৭৪। 240 N ওজনের একটি মইয়ের দৈর্ঘ্য 3.4 m ও অভিকর্ষ কেন্দ্র নিচের প্রাপ্ত হতে 1.5 m দূরে অবস্থিত। মইটির মাধ্যায় 100 N ওজনের একটি বস্তু যুক্ত করে আনুভূমিক অবস্থান থেকে উল্লম্ব দেয়ালের সাথে  $60^\circ$  কোণে ঠেস দিয়ে রাখতে হলে অভিকর্ষের বিরুদ্ধে কৃতকাজ নির্ণয় কর।

সমাধান: প্রাথমিক অবস্থায় মইটি আগুভূমিক অবস্থায় ছিল।  $60^\circ$  কোণে দেওয়ালে ঠেস দিয়ে রাখায় মইটির ভারকেন্দ্রের সরণ,

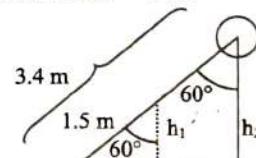
$$h_1 = 1.5 \cos 60^\circ$$

মইটির জন্য কৃতকাজ, |

এখানে,

$$W_1 = mg \times h_1 \quad mg = 240 \text{ N}$$

$$= 240 \times 1.5 \cos 60^\circ = 180 \text{ J}$$



$$\text{বস্তুটির ভারকেন্দ্রের সরণ, } h_2 = 3.4 \cos 60^\circ$$

$$\text{বস্তুর জন্য কৃতকাজ, } W_2 = mg \times h_2$$

$$= 100 \times 3.4 \cos 60^\circ = 170 \text{ J}$$

$$\text{মোট কৃতকাজ, } W = W_1 + W_2 = (180 + 170) \text{ J} = 350 \text{ J}$$

সমস্যা ৭৫। 2 kg ভরের একটি কাঠের টুকরা নগশ্য ভরের একটি 0.1 m লম্বা সুতায় ঝুলানো আছে।  $10^{-2}$  kg ভরের একটি বুলেট আনুভূমিক বরাবর আঘাত করে টুকরাটির মধ্যেই রয়ে গেল। এতে টুকরাটির সর্বোচ্চ উল্লম্ব সরণ 0.1 m হলে আঘাত কালে বুলেটের বেগ কত হিসেব করবে?

সমাধান: মিলিত বেগ  $v$  হলে, সরল দোলকের স্থানযোগ্য,

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

$$\text{বা, } v = \sqrt{2gh}$$

$$\therefore v = \sqrt{2 \times 9.8 \times 0.1} = 1.4 \text{ m s}^{-1}$$

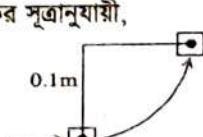
ভরবেগের সংরক্ষণশীলতার সূত্র থেকে,

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v$$

$$\text{বা, } (0 \times 2) + 0.01 \times v_2 = (2 + 0.01) \times 1.4$$

$$\therefore v_2 = 281.4 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, আঘাতকাল বুলেটের বেগ  $281.4 \text{ m s}^{-1}$ ।



### জিউটিক্স সুজনশীল পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র

**জিউটিক্স সুজনশীল সমস্যাবলি**  
 সমস্যা ৭৬। একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা  $10\text{ m}$  এবং ব্যাস  $4\text{ m}$ ।  
 কুয়াটিকে  $20\text{ min}$  এ পানি শূন্য করতে  $6.87\text{ H.P}$  এর একটি পাম্প  
 লাগানো হলো। অর্ধেক পানি শূন্য করার পর পাম্পটি নষ্ট হওয়ায় অন্য  
 একটি পাম্প লাগানো হলো এবং নির্ধারিত সময়ে কুয়াটিকে পানি শূন্য  
 করা হলো। (i) কত সময় পর প্রথম পাম্পটি নষ্ট হয়েছিল তা নির্ণয় কর।  
 (ii) প্রথম ও দ্বিতীয় পাম্পের ক্ষমতা কী অঙ্গিঃ? গাণিতিক যুক্তি দাও।

সমাধান : (i) এখানে, কুয়ার গভীরতা,  $h = 10\text{ m}$

$$\text{কুয়ার ব্যাসার্ধ}, r = \frac{4}{2} = 2\text{ m}$$

$$\text{ভরকেন্দ্রের উচ্চতা সরণ}, h = \frac{(0+10)}{2} = 5\text{ m}$$

$$\begin{aligned} 1\text{ম পাম্পের ক্ষমতা}, P &= 6.87\text{ H.P} \\ &= (6.87 \times 746) W = 5125.02\text{ W} \end{aligned}$$

কত সময় পর ১ম পাম্পটি নষ্ট হয়েছে,  $t_1 = ?$

কুয়াটিকে পানি শূন্য করতে মোট সময়,  $t = 20\text{ min} = 1200\text{ s}$

$$\text{আমরা জানি}, P = \frac{W}{t} = \frac{mg \times \frac{h}{2}}{t}$$

$$\text{বা, } P = \frac{mg \times \frac{h}{2}}{t}$$

$$\text{বা, } m = \frac{pt}{g(\frac{h}{2})} = \frac{5125.02 \times 1200}{9.8 \times 5} = 1.255 \times 10^5\text{ kg}$$

সুতরাং কুয়াটি  $t = 20\text{ min}$  এ  $1.255 \times 10^5\text{ kg}$  পানি তুলতে পারে।

যেহেতু অর্ধেক পানি শূন্য করার পর পাম্পটি নষ্ট হয়ে যায়, তাই ১ম

$$\text{পাম্পটি দ্বারা পানি শূন্য করার পরিমাণ } m_1 = \frac{m}{2} = 6.275 \times 10^4\text{ kg}.$$

এখন, ১ম পাম্পের ক্ষেত্রে,

$$P = \frac{W}{t_1} = \frac{m_1 g \times \left(\frac{h}{2}\right)}{t_1}$$

$$\text{বা, } t_1 = \frac{m_1 g \times \left(\frac{h}{2}\right)}{P} = \frac{6.275 \times 10^4 \times 9.8 \times 5}{5125.02}$$

$$\text{বা, } t_1 = 600\text{ s} = \frac{600}{60} \text{ min} = 10\text{ min}$$

সুতরাং 10 min পর প্রথম পাম্পটি নষ্ট হয়েছিল।

(ii) এখানে, ১ম পাম্পটির ক্ষমতা,  $P = 6.87\text{ HP}$

$$2\text{য় পাম্পটির ক্ষেত্রে, কুয়ার গভীরতা, } l_1 = \frac{10}{2} \text{ m} = 5\text{ m}$$

$$\text{ব্যাসার্ধ}, r = \frac{4}{2} \text{ m} = 2\text{ m}$$

পানির পরিমাণ,  $m_1 = 6.275 \times 10^4\text{ kg}$  [গ হতে প্রাপ্ত]

$$\text{সময়, } t = (20 - 10)\text{ min} = 10\text{ min} = (10 \times 60)\text{ s} = 600\text{ s}$$

$$\text{ভরকেন্দ্রের উচ্চতা সরণ, } h = \frac{0+5}{2} \text{ m} = 2.5\text{ m}$$

$$\therefore \text{ক্ষমতা, } P_1 = \frac{mgh}{t}$$

$$= \frac{6.275 \times 10^4 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 2.5 \text{ m}}{600 \text{ s}}$$

$$= 2562.29 \text{ W}$$

$$= \frac{2562.29}{746} \text{ HP} [\because 1 \text{ HP} = 746 \text{ W}]$$

$$= 3.43 \text{ HP}$$

এখানে,  $P \neq P_1$

অতএব, প্রথম ও দ্বিতীয় পাম্পের ক্ষমতা অভিন্ন নয়।

সমস্যা ৭৭। একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা  $12\text{ m}$  এবং ব্যাসার্ধ  $0.9\text{ m}$ । একটি পাম্প  $24\text{ মিনিটে}$  কুয়াটিকে পানি শূন্য করতে পারে।  
 (i) কুয়াটিকে পানিশূন্য করতে কৃতকাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। (ii) যদি  
 পাম্পটির কার্যকর ক্ষমতা  $40\%$  নষ্ট হয় তবে পাম্পটির সাহায্যে  
 কুয়ার সম্পূর্ণ পানি শূন্য করা সম্ভব হবে কি-না? গাণিতিক যুক্তি দাও।

সমাধান : (i) এখানে, কুয়ার গভীরতা,  $l = 12\text{ m}$

ব্যাসার্ধ,  $r = 0.9\text{ m}$

সময়,  $t = 24\text{ মিনিট} = 1440\text{ s}$

$$\text{ভরকেন্দ্রের উচ্চতা সরণ, } h = \frac{(0+12)}{2} = 6\text{ m}$$

কৃতকাজ,  $W = ?$ ; পানির ঘনত্ব,  $\rho = 10^3\text{ kg m}^{-3}$

আমরা জানি,  $W = mgh$

$$= \pi r^2 l pgh$$

$$= 3.1416 \times (0.9\text{ m})^2 \times 12\text{ m} \times 10^3\text{ m}^{-3} \times 9.8\text{ m s}^{-2} \times 6\text{ m}$$

$$= 1795.53\text{ kJ.}$$

$$(ii) \text{ এখানে, পাম্পের ক্ষমতা, } P = \frac{W}{t} = \frac{1795.53 \times 1000\text{ J}}{1440\text{ s}} = 1246.89\text{ W}$$

বিকল্প পাম্পের ক্ষমতা  $40\%$  নষ্ট হয়ে গেল।

তাই পাম্পের কার্যকর ক্ষমতা,

$$p' = (100 - 40)\% p$$

$$= 60\% p = 0.6 p = 0.6 \times 1246.89 = 748.14\text{ W}$$

$$\text{আবার, } p' = \frac{\pi r^2 l pgh}{t_1}$$

$$\text{বা, } t_1 = \frac{\pi r^2 l pgh}{p'} = \frac{3.1416 \times (0.9\text{ m})^2 \times 12\text{ m} \times 10^3\text{ m}^{-3} \times 9.8 \times 6}{748.14\text{ W}}$$

$$= 2.399.99\text{ s}$$

$$\therefore t_1 = 40\text{ min}$$

সুতরাং, পাম্পটির কার্যকর ক্ষমতা  $40\%$  নষ্ট হয় তাহলে পাম্পটি  $40$  min এ কুয়ার সম্পূর্ণ পানি শূন্য করতে পারবে।

সমস্যা ৭৮। কনক এর বাসায়  $10\text{ m}$  গভীর এবং  $1.4\text{ m}$  ব্যাসের  
 একটি কুয়ার আছে। কুয়াটি হতে  $20\text{ m}$  উপরে পানি তোলার জন্য  
 $6\text{ kW}$  এর একটি পাম্প ব্যবহার করা হচ্ছে। পাম্পটির ক্ষমতা  $20\%$   
 নষ্ট হয়। (i) পাম্পটির দ্বারা প্রতি মিনিটে কত লিটার পানি তোলা যায়  
 নির্ণয় কর? (ii) সম্পূর্ণ পানিপূর্ণ কুয়াকে খালি করতে কনক এর  
 ব্যবহৃত পাম্পটির কত সময় লাগবে?

সমাধান : (i) দেওয়া আছে, কুয়ার গভীরতা,  $d = 10\text{ m}$

এবং ব্যাস,  $D = 1.4\text{ m}$

$$\text{পানি উত্তোলনের গড় উচ্চতা, } h = 20\text{ m} + \frac{10}{2} = 25\text{ m}$$

পাম্পের কার্যকর ক্ষমতা,  $P = 6\text{ kW} \times 80\% = 4800\text{ W}$

পাম্পটি দ্বারা প্রতি মিনিটে  $m\text{ kg}$  পানি তোলা গেলে,

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

$$\therefore m = \frac{Pt}{gh} = \frac{4800\text{ W} \times 60\text{ sec}}{9.8\text{ m s}^{-2} \times 25\text{ m}} = 1175.51\text{ kg} = 1175.51\text{ L}$$

$$(ii) \text{ কুয়াকে পানির আয়তন, } V = \frac{1}{4} \pi D^2 d$$

$$= 0.25 \times 3.1416 \times (1.4\text{ m})^2 \times 10\text{ m} = 15.39384\text{ m}^3$$

এবং ভর,  $m = 15.39384\text{ m}^3 \times 1000\text{ kg/m}^3 = 15393.84\text{ kg}$

সম্পূর্ণ কুয়া পানিশূন্য করতে  $t$  পরিমাণ সময় লাগলে,

$$t = \frac{mgh}{P} = \frac{15393.84\text{ kg} \times 9.8\text{ m s}^{-2} \times 25\text{ m}}{4800\text{ W}} = 785.7\text{ sec} = 13.09\text{ min}$$

পঞ্চম অধ্যায়  কাজ, শক্তি ও ক্ষমতা

সমস্যা ৭৯। 2 kg ভরের একটি বস্তুকে ভূমি হতে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলে বস্তুটি 10 s পর ভূমিতে ফিরে আসে।

- নিক্ষেপের মুহূর্তে বস্তুটির বিভব শক্তি ও গতিশক্তি নির্ণয় কর।
- নিক্ষেপের 5s পর বস্তুটির যান্ত্রিক শক্তি কি নিক্ষেপের মুহূর্তে যান্ত্রিক শক্তির সমান হবে কী? গাণিতিক যুক্তি দাও।

সমাধান : (i) এখানে, বস্তুর ভর,  $m = 2 \text{ kg}$

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

বস্তুটির আদিবেগ,  $u = ?$ ; বিভব শক্তি,  $E_p = ?$ ; গতিশক্তি,  $E_k = ?$

যেহেতু বস্তুটি নিক্ষেপের 10 s পর ভূমিতে ফিরে আসে। তাই সর্বোচ্চ

$$\text{উচ্চতায় পৌছাতে সময়, } t = \frac{10}{2} = 5 \text{ s}$$

সর্বোচ্চ উচ্চতায় বস্তুর বেগ,  $v = 0$ ; নিক্ষেপের মুহূর্তে উচ্চতা,  $h = 0$

আমরা জানি,  $v = u - gt$

$$\therefore u = gt = 9.8 \times 5 = 49 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{সুতরাং বস্তুটির গতিশক্তি, } E_k = \frac{1}{2} mu^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 2 \text{ kg} \times (49 \text{ m s}^{-1})^2 = 2401 \text{ J}$$

$$\therefore \text{নিক্ষেপের সময় বস্তুটির বিভব শক্তি, } E_p = mgh \\ = 2 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 0 \\ = 0$$

সুতরাং নিক্ষেপের সময় বিভব শক্তি 0 এবং গতিশক্তি 2401 J।

- এখানে, সময়,  $t = 5 \text{ s}$ ; উচ্চতা,  $h = ?$

$$\text{আদিবেগ, } u = 49 \text{ m s}^{-1}$$

$$5 \text{ s পর শেষ বেগ, } v = 0$$

$$5 \text{ s পর গতিশক্তি, } E_k = ?$$

$$5 \text{ s পর বিভবশক্তি } E_p = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } h = ut - \frac{1}{2} gt^2$$

$$= 49 \text{ m s}^{-1} \times 5 \text{ s} - \frac{1}{2} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 25 \text{ s}^2 = 122.5 \text{ m}$$

$$\text{সুতরাং বিভবশক্তি, } E_p = mgh = 2 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 122.5 \text{ m} = 2401 \text{ J}$$

$$\text{এখন, } 5 \text{ s পর গতিশক্তি, } E_k = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times (0)^2 = 0$$

$$\therefore 5 \text{ s পর বস্তুটির যান্ত্রিক শক্তি} = 5 \text{ s পর গতিশক্তি} + 5 \text{ s পর বিভবশক্তি} \\ = 0 + 2401 = 2401 \text{ J}$$

এখন, (i) নং অংশ হতে,

$$\text{নিক্ষেপের মুহূর্তে যান্ত্রিক শক্তি} = \text{নিক্ষেপের মুহূর্তে গতিশক্তি} + \text{বিভবশক্তি} \\ = 2401 \text{ J} + 0 \text{ J} = 2401 \text{ J}$$

সুতরাং উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যায় যে, নিক্ষেপের মুহূর্তে যান্ত্রিক শক্তি এবং 5 s পর বস্তুর যান্ত্রিক শক্তি সমান।

সমস্যা ৮০। 200 m দৌড় প্রতিযোগীতায় প্রতিযোগীদের মধ্যে উসাইন বোল্ট এবং ইয়োহান ব্রেক একই সময়ে ফিনিশিং লাইন স্পর্শ করলেন। এতে তাদের সময় লাগল 23.04 s। উল্লেখ্য বোল্টের ভর 75 kg এবং ব্রেকের ভর 69 kg। (i) বোল্ট ও ব্রেকের গতিশক্তির অনুপাত নির্ণয় কর। (ii) উভয়ের প্রযুক্ত বলের পরিমাণ সমান ছিল কি-না? গাণিতিক যুক্তি দাও।

সমাধান : এখানে, উসাইন বোল্ট এর ভর,  $m_1 = 75 \text{ kg}$

ব্রেকের ভর,  $m_2 = 69 \text{ kg}$ ; উভয়ের অতিক্রান্ত দূরত্ব,  $s = 200 \text{ m}$

উভয়ের প্রয়োজনীয় সময়,  $t = 23.04 \text{ s}$ ; উভয়ের আদিবেগ,  $u = 0$

উসাইন বোল্টের শেষবেগ =  $v_1$ ; ব্রেকের শেষ বেগ =  $v_2$

উভয়ের ত্বরণ =  $a$ ; বোল্টের গতিশক্তি =  $E_1$ ; ব্রেকের গতিশক্তি =  $E_2$

$$(i) \text{ এখন, আমরা জানি, } S = ut + \frac{1}{2} at^2$$

$$\text{বা, } 200 = 0 + \frac{1}{2} \times a \times (23.04)^2 \text{ বা, } a = \frac{400}{(23.04)^2} = 0.753 \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{আবার, } v_1 = u + at = 0.753 \times 23.04 = 17.34 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{এবং } v_2 = u + at = 0 + 0.753 \times 23.04 = 17.34 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{এখন, বোল্টের গতিশক্তি, } E_1 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2; \text{ ব্রেকের গতিশক্তি, } E_2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

$$\text{এখন, } \frac{E_1}{E_2} = \frac{\frac{1}{2} m_1 v_1^2}{\frac{1}{2} m_2 v_2^2} = \frac{m_1}{m_2} \quad [\because v_1 = v_2]$$

$$\text{বা, } \frac{E_1}{E_2} = \frac{75}{69} \therefore E_1 : E_2 = 75 : 69.$$

$$(ii) \text{ এখানে, উভয়ের ত্বরণ, } a = 0.753 \text{ m s}^{-2}$$

বোল্টের ভর,  $m_1 = 75 \text{ kg}$ ; ব্রেকের ভর,  $m_2 = 69 \text{ kg}$

বোল্টের প্রযুক্ত বল,  $F_1 = ?$ ; ব্রেকের প্রযুক্ত বল,  $F_2 = ?$

আমরা জানি,  $F = ma$

$$\text{এখন, বোল্টের প্রযুক্ত বল, } F_1 = m_1 a$$

$$= 75 \text{ kg} \times 0.753 \text{ m s}^{-2} = 56.475 \text{ N}$$

$$\text{ব্রেকের প্রযুক্ত বল, } F_2 = m_2 a$$

$$= 69 \text{ kg} \times 0.753 \text{ m s}^{-2} = 51.957 \text{ N}$$

সুতরাং উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যায় যে, বোল্টের প্রযুক্ত বল  $\neq$  ব্রেকের প্রযুক্ত বল।

সুতরাং উভয়ের প্রযুক্ত বলের পরিমাণ সমান ছিল না।

সমস্যা ৮১। সমস্ত সম্পর্ক আরিফ এবং আরাফাত 25 kg ভরের একটি বস্তুকে 2m উপরে তোলার জন্য আরিফ AC পথ আরাফাত CB পথ বেছে নিল। উল্লেখ্য আরিফের ভর 50 kg।

- আরিফ এবং আরাফাতের কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। (ii) আরাফাত C

অবস্থান থেকে বস্তুটিকে ছেড়ে দিলে B

ও C অবস্থানের যান্ত্রিক শক্তি অভিন্ন

হবে কি-না? গাণিতিক যুক্তি দাও।

সমাধান : (i) এখানে, বস্তুর ভর  $m = 25 \text{ kg}$

$$\text{উচ্চতা, } h = 2 \text{ m}$$

আরিফের ক্ষেত্রে বল ও সরণের অন্তর্ভুক্ত কোণ,

$$\theta_1 = (90^\circ - 30^\circ) = 60^\circ$$

আরাফাতের ক্ষেত্রে বল ও সরণের অন্তর্ভুক্ত কোণ,  $\theta_2 = 0^\circ$

আরিফের কাজের পরিমাণ,  $W_1 = ?$

আরাফাতের কাজের পরিমাণ,  $W_2 = ?$

আমরা জানি,  $W_1 = mgh \cos \theta_1$

$$= 25 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 2 \text{ m} \times \cos 60^\circ = 245 \text{ J}$$

আবার,  $W_2 = mgh \cos \theta_2$

$$= 25 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 2 \text{ m} \times \cos 0^\circ = 490 \text{ J}$$

সুতরাং আরিফের কাজের পরিমাণ 245 J এবং আরাফাতের কাজের পরিমাণ 490 J।

(ii) B অবস্থানে যান্ত্রিক শক্তি :

আমরা জানি,  $v^2 = u^2 + 2gh$

$$= 0 + 2 \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 2 \text{ g}$$

$$\therefore v = 6.261 \text{ m s}^{-1}$$

এখানে,

ভর,  $m = 25 \text{ kg}$

উচ্চতা,  $h = 2 \text{ m}$

আদিবেগ,  $u = 0$

তাহলে, গতিশক্তি,  $E_k = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times 25 \text{ kg} \times (6.261 \text{ m s}^{-1})^2 = 490 \text{ J}$

বিভবশক্তি,  $E_p = mgh$  [B বিন্দুতে বস্তুটি থাকলে উচ্চতা,

$$= mg \times 0 = 0 \quad h = 0 \text{ হবে।}]$$

সুতরাং B অবস্থানে যান্ত্রিক শক্তি,  $E = E_p + E_k$

$$= 0 + 490 \text{ J} = 490 \text{ J}$$

C অবস্থানে যান্ত্রিক শক্তি :

বিভবশক্তি,  $E_p = mgh$

$$= 25 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 2 \text{ m}$$

$$= 490 \text{ J}$$

এখানে,

ভর,  $m = 25 \text{ kg}$

উচ্চতা,  $h = 2 \text{ m}$

আদিবেগ,  $u = 0$

গতিশক্তি,  $E_k = \frac{1}{2} m u^2 = \frac{1}{2} \times 25 \times 0 = 0$

সমস্যা ৮০। উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যায় যে, B এবং C

অবস্থানে বস্তুটির যান্ত্রিক শক্তি অভিন্ন হবে।

সমস্যা ৮২। 20 g ভরের একটি গুলি 5 kg ভরবিশিষ্ট একটি বন্দুক হতে গুলি ছুঁড়লে  $300 \text{ m s}^{-1}$  বেগে নির্গত হয়। রাইফেল থেকে নির্গত গুলিটি একটি তক্তা ভেদ করতে পারে। (i) গুলির বেগ তিনগুণ হলে একই পুরুত্বের কয়টি তক্তা ভেদ করতে পারবে? (ii) গুলি ও বন্দুকের ভরবেগ একই হওয়া সত্ত্বেও গতিশক্তি ভিন্ন হবে কী? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার উত্তরের সত্যতা যাচাই কর।

সমাধান : (i) এখানে, ১ম ক্ষেত্রে, গুলির ভর,  $m = 20 \text{ g} = 0.02 \text{ kg}$

গুলির বেগ,  $v_1 = 300 \text{ m s}^{-1}$

২য় ক্ষেত্রে, গুলির বেগ তিন গুণ করা হলে,

বেগ  $v_2 = 3 v_1 = 3 \times 300 \text{ m s}^{-1} = 900 \text{ m s}^{-1}$

$$\text{১ম ক্ষেত্রে, গতিশক্তি, } E_{k_1} = \frac{1}{2} m v_1^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.02 \text{ kg} \times (300 \text{ m s}^{-1})^2 = 900 \text{ J}$$

$$= 1\text{টি তক্তা ভেদ করতে প্রয়োজনীয় গতিশক্তি}$$

$$\text{২য় ক্ষেত্রে, গতিশক্তি, } E_{k_2} = \frac{1}{2} m v_2^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.02 \text{ kg} \times (900 \text{ m s}^{-1})^2$$

$$= 8100 \text{ J} = 9 \times 900 \text{ J}$$

$$= 9 \times 1\text{টি তক্তা ভেদ করতে প্রয়োজনীয় গতিশক্তি}$$

সূতরাং গুলির বেগ তিনগুণ করা হলে অনুরূপ 9টি তক্তা ভেদ করতে পারবে।

(ii) এখানে, গুলির ভর,  $m_1 = 20 \text{ g} = 0.02 \text{ kg}$

বন্দুকের ভর,  $m_2 = 5 \text{ kg}$

বন্দুকের বেগ,  $v_2 = ?$

গুলির বেগ,  $v_1 = 300 \text{ m s}^{-1}$

আমরা জানি,

$$\text{গুলির গতিশক্তি, } E_{k_1} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} \frac{(m_1 v_1)^2}{m_1} = \frac{p_1^2}{2m_1}$$

$$\text{বন্দুকের গতিশক্তি, } E_{k_2} = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} \frac{(m_2 v_2)^2}{m_2} = \frac{p_2^2}{2m_2}$$

$$\text{এখন, } \frac{E_{k_1}}{E_{k_2}} = \frac{p_1^2}{2m_1} \times \frac{2m_2}{p_2^2}$$

$$= \frac{p_1^2}{2m_1} \times \frac{2m_2}{p_1^2} \quad [\text{প্রশ্নমতে, ভরবেগ সমান তাই, } p_1 = p_2]$$

$$= \frac{m_2}{m_1} = \frac{5 \text{ kg}}{0.02 \text{ kg}} \quad \therefore E_{k_1} : E_{k_2} = 5 : 0.02$$

সূতরাং উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যায় যে, বন্দুক ও গুলির ভরবেগ একই হওয়া সত্ত্বেও গতিশক্তি ভিন্ন হবে।

সমস্যা ৮৩। এক ব্যক্তি 30 m উচ্চতা বিশিষ্ট একটি বাড়ির ছান্দ থেকে 70 g ভরের একটি বস্তু নিচে ফেলে দিল। ধরে নেয়া হলো বস্তুটির বায়ুর বাধা উপেক্ষা করে নিচে পড়ল। (i) ভূপৃষ্ঠের স্পর্শ করার পূর্বে এর গতিশক্তি কত হবে? (ii) বস্তুটি যান্ত্রিক শক্তির নিয়তা সূত্র মেনে চলে কি-না? গাণিতিক যুক্তি দাও।

সমাধান : (i) এখানে, উচ্চতা,  $h = 30 \text{ m}$

$$\text{ভর, } m = 70 \text{ g} = \frac{70}{1000} \text{ kg} = 0.07 \text{ kg}$$

বস্তুর আদিবেগ,  $u = 0$ ; বস্তুর শেষবেগ,  $v = ?$

ভূপৃষ্ঠে স্পর্শ করার পূর্বে এর গতিশক্তি,  $E_k = ?$

আমরা জানি,  $v^2 = u^2 + 2gh = 0 + 2 \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 30 \text{ m}$

$$\therefore v = 24.248 \text{ m s}^{-1}$$

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

$$= \frac{1}{2} \times 0.07 \text{ kg} \times (24.248 \text{ m s}^{-1})^2 = 20.58 \text{ J}$$

সূতরাং ভূমি স্পর্শ করার পূর্বে বস্তুটির গতিশক্তি হবে 20.58 J.

(ii) বস্তুটি শক্তির নিয়তা সূত্র মেনে চলবে যদি ভূ-পৃষ্ঠে স্পর্শ করার সময় বস্তুটির মোট যান্ত্রিক শক্তি এবং বাড়ির ছান্দ থেকে ফেলে দেওয়ার সময়ের মোট যান্ত্রিক শক্তি পরম্পর সমান হয়।

(২) সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র

ভূ-পৃষ্ঠে স্পর্শ করার পূর্বে বস্তুর যান্ত্রিক শক্তি :

আমরা জানি,

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

$$= 0 + 2 \times 9.8 \times 30$$

$$v = 24.248 \text{ m s}^{-1}$$

এখানে, উচ্চতা,  $h$

$$\text{ভর, } m = 70 \text{ g} = 0.07 \text{ kg}$$

আদিবেগ,  $u = 0$

শেষবেগ,  $v = ?$

$$\text{এখন, গতিশক্তি, } E_k = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times 0.07 \times (24.248)^2 = 20.58 \text{ J}$$

বিভবশক্তি,  $E_p = mgh$

$$= 0.07 \times 9.8 \times 0 \quad [\text{ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে উচ্চতা, } h = 0] \\ = 0$$

$$\therefore \text{ভূমি স্পর্শ করার পূর্বে বস্তুর মোট যান্ত্রিক শক্তি, } E = E_k + E_p \\ = 20.58 \text{ J} + 0 \\ = 20.58 \text{ J}$$

বাড়ির ছান্দ থেকে ছেড়ে দেওয়ার সময় বস্তুর যান্ত্রিক শক্তি :

$$\text{আমরা জানি, গতিশক্তি, } E_k = \frac{1}{2} m u^2 = \frac{1}{2} \times m \times 0 = 0$$

$$\text{বিভবশক্তি, } E_p = mgh = 0.07 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 30 \text{ m} = 20.58 \text{ J}$$

$$\text{ছান্দ থেকে ছেড়ে দেওয়ার সময় বস্তুর মোট যান্ত্রিক শক্তি, } E = E_k + E_p \\ = 0 + 20.58 \text{ J} = 20.58 \text{ J}$$

সূতরাং উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যায় যে, বস্তুটি যান্ত্রিক শক্তির নিয়তা সূত্র মেনে চলে।

সমস্যা ৮৪। 40 kg ভরের একটি ট্রলি 180J গতিশক্তিসহ একটি মসৃণ রাস্তায় চলছিল। চলার 20 min পর এর উপর 20 kg ভরের একটি বস্তু খাড়াভাবে নামিয়ে দেওয়া হলো। (i) ট্রলিটি কত বেগে চলছিল নির্ণয় কর। (ii) নতুন বস্তুর ভর যোগ হওয়ায় ট্রলির গতিশক্তির ক্রিপ্ত পরিবর্তন ঘটবে? গাণিতিক যুক্তি দাও।

সমাধান : (i) আমরা জানি,

$$\text{গতিশক্তি, } E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

$$\text{বা, } 180 = \frac{1}{2} \times 40 \times v^2$$

$$\text{বা, } v^2 = \frac{2 \times 180}{40} = 9$$

$$\therefore v = 3 \text{ m s}^{-1}$$

সূতরাং ট্রলিটি  $3 \text{ m s}^{-1}$  বেগে চলছিল।

(ii) এখানে, পূর্বের গতিশক্তি,  $E_1 = 180 \text{ J}$

(i) নং থেকে পাই, বস্তুর বেগ  $v_1 = 3 \text{ ms}^{-1}$

বস্তুর পূর্বের ভর,  $m_1 = 40 \text{ kg}$

নতুন ভর,  $m_2 = (40 + 20) \text{ kg} = 60 \text{ kg}$

20 min চলার পরিবর্তিত বেগ  $v_2$  হলে,

$$m_1 v_1 = m_2 v_2$$

$$\text{বা, } v_2 = \frac{m_1 v_1}{m_2} = \frac{40 \text{ kg} \times 3 \text{ ms}^{-1}}{60 \text{ kg}} = 2 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore \text{শেষ গতিশক্তি} = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} \times 60 \text{ kg} \times (2 \text{ ms}^{-1})^2 = 120 \text{ J}$$

$$\therefore \text{গতিশক্তির পরিবর্তন} = (180 - 120) \text{ J} = 60 \text{ J}.$$

সমস্যা ৮৫। একটি সরল দোলকের সূতার দৈর্ঘ্য 2 m এবং দোলক পিন্ডের ভর 0.5 kg। এই দোলকপিন্ডকে স্বাভাবিক অবস্থান হতে  $30^\circ$  কোণে টানা হলো। (i) বিভব শক্তির পরিবর্তন কত হবে? (ii) স্বাভাবিক অবস্থান হতে  $30^\circ$  সরাতে কৃতকাজ নির্ণয় কর। (iii) সর্বনিম্ন বিন্দু অতিক্রমকালে গতিশক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : (i) এখানে, সরল দোলকের সূতার দৈর্ঘ্য,  $l = h = 2 \text{ m}$

দোলক পিন্ডের ভর,  $m = 0.5 \text{ kg}$

কোণ,  $\theta = 30^\circ$

বিভবশক্তির পরিবর্তন,  $\Delta E_p = ?$

স্বাভাবিক অবস্থানে দোলকের

বিড়বশক্তি,  $E_{p_1} = mgh = 0.5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 2 \text{ m} = 9.8 \text{ J}$   
ঘৰাবিক অবস্থান হতে  $30^\circ$  কোণে টানার পর

$$\begin{aligned} \text{বিড়ব শক্তি, } E_{p_2} &= mgh \cos \theta \\ &= 0.5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 2 \text{ m} \times \cos 30^\circ \\ &= 8.48 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{বিড়বশক্তির পরিবর্তন } \Delta E_p = E_{p_1} - E_{p_2} = 9.8 \text{ J} - 8.48 \text{ J} = 1.32 \text{ J}$$

(ii) এখানে,  $x = 2 \cos 60^\circ = 1$

$$\text{এবং } h = OA - OC$$

$$\begin{aligned} &= OA - \sqrt{OB^2 - BC^2} \\ &= 1 - \sqrt{2^2 - 1^2} = 0.268 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{এখন, কৃতকাজ, } W = mgh$$

$$\begin{aligned} &= 0.5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 0.268 \text{ m} \\ &= 1.31 \text{ J} \end{aligned}$$

∴ কৃতকাজ হবে 1.31 J

(iii) সর্বনিম্ন বিন্দু A তে গতিশক্তি,  $E_k = ?$

এখন, সর্বোচ্চ বিন্দুতে B তে শ্বিতশক্তি = সর্বনিম্নবিন্দু A তে গতিশক্তি  
বা,  $mgh = \frac{1}{2} m v^2$

$$\text{বা, } v^2 = 2gh = 2 \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 0.26 \text{ m}$$

$$\therefore v = 2.25 \text{ m s}^{-1}$$

∴ সর্বনিম্ন বিন্দুতে গতিশক্তি,  $E_k = \frac{1}{2} m v^2$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} \times 0.5 \text{ kg} \times (2.25 \text{ m s}^{-1})^2 \\ &= 1.27 \text{ J.} \end{aligned}$$

সমস্যা ৮৬। 500 g ভরের একটি পেরেক 10 m উচু স্থান থেকে  
মাটির উপর পড়ে মাটির ভিতর 10 cm দূরে থেমে যায়। (i) মাটির  
ভিতর পেরেকটির মন্দন বের কর। (ii) উদ্ধীপকে ঘটনাটি কাজ শক্তি  
উপপাদ্যকে সমর্থন করে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণে মতামত দাও।

সমাধান : (i) ভূমিকে স্পর্শ করার মুহূর্তে বেগ v হলে,

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

$$\text{বা, } v^2 = 2gh [\because u = 0] \text{ ভূমিকে}$$

আঘাতের মুহূর্তে বেগ হবে মাটিতে

প্রবেশের আদিবেগ  $u'$ ।

$$\text{অর্থাৎ } u'^2 = 2gh$$

$$\text{শেষ বেগ } v' = 0$$

$$\text{অতিক্রান্ত দূরত্ব } s = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$$

যদি মন্দন a হয় তবে,

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

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

$$\text{বা, } 2as = 2gh$$

$$\text{বা, } a = \frac{gh}{s} = \frac{9.8 \text{ m s}^{-2} \times 10 \text{ m}}{0.1 \text{ m}} = 980 \text{ m s}^{-2}$$

অতএব মাটির ভেতর পেরেকের মন্দন  $980 \text{ m s}^{-2}$

(ii) 'i' হতে বাধাদানকারী ত্বরণ বা মন্দন  $a = 980 \text{ m s}^{-2}$

∴ বাধাদানকারী বল,  $F = ma$  | এখানে,

কৃতকাজ W হলে,

$$W = F_s = m as = 0.5 \text{ kg} \times 980 \text{ m s}^{-2} \times 0.1 \text{ m} = 49 \text{ J}$$

'g' হতে ভূমিকে আঘাতের মুহূর্তে বেগ,  $v^2 = 2gh$

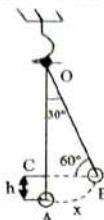
$$\begin{aligned} \text{এ মুহূর্তে গতিশক্তি } E_{k_1} \text{ হলে, } E_{k_1} &= \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times 0.5 \text{ kg} \times 2 gh \\ &= 0.5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 10 \text{ m} \\ &= 49 \text{ J} \end{aligned}$$

মাটির 10 cm গভীরে বেগ শূন্য তাই গতিশক্তি  $E_{k_2} = 0 \text{ J}$

∴ গতিশক্তির পরিবর্তন  $\Delta E_k = 49 \text{ J} - 0 \text{ J} = 49 \text{ J}$

$$\text{অর্থাৎ, } W = \Delta E_k$$

কৃতকাজ = গতিশক্তির পরিবর্তন।



#### ১১ সেট-৮ : ভৰ্তি পরীক্ষায় আসা সমস্যাবলি

সমস্যা ৮৭। ১টি ক্রেস্ট প্রতিটি 50 kg ওজনের 12টি সিয়েটের ব্যাপ  
সমন্বয়তে 160 m উচু একটি নির্মাণাধীন ভবনের ছাদে উঠাতে 1 min  
10 sec সময় নেয়। ক্রেস্টের ক্ষমতা অৰ্থশক্তিতে বের কর। [বৃহতে '১৭-১৮]

সমাধান : খণ্ড-১ এর ৩৮৪ পৃষ্ঠার ১নং সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৮৮। একটি কুয়া থেকে ইঞ্জিনের সাহায্যে প্রতি ব্যাটায়  $25 \times 10^6 \text{ kg}$  পানি 50 m উচুতায় উঠানো হয়। 70% ক্ষমতা ক্ষয় হলে  
এর অৰ্থক্ষমতা নির্ণয় কর। [কৃষ্ণে '১৭-১৮']

সমাধান : খণ্ড-১ এর ৩৮৪ পৃষ্ঠার ২নং সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৮৯। যদি পৃথিবীর ভর চন্দ্ৰের ভৱের 49 গুণ এবং তাদের  
কেন্দ্ৰের মধ্যবৰ্তী দূৰত্ব  $R = 40 \times 10^4 \text{ km}$  হয়, তবে চন্দ্ৰ ও পৃথিবীর  
সংযোগকারী রেখার কোথায় কোনো বস্তুর উপর উভয়ের টান সমান  
হবে?

[বৃহতে '১৫-১৬']

সমাধান : এখানে,  $\frac{GM_c}{x^2} = \frac{GM_m}{(R-x)^2}$  [x = পৃথিবীপৃষ্ঠ হতে দূৰত্ব]

$$\text{বা, } \frac{49}{x^2} = \frac{1}{(R-x)^2}$$

$$\text{বা, } \frac{x}{R-x} = 7$$

$$\text{বা, } x = 7R - 7x$$

$$\text{বা, } x = \frac{7}{8} R = \frac{7}{8} \times 40 \times 10^4 \text{ km} = 3.5 \times 10^5 \text{ km.}$$

সমস্যা ৯০। 3 kg ভরের বস্তুর উপর একটি বল ক্রিয়াশীল আছে।  
বস্তুটির অবস্থান সমীকরণ  $x = 3t - 4t^2 + t^3$ ; যেখানে x এর মান  
মিটারে এবং t এর মান সেকেন্ড।  $t = 0$  হতে  $t = 4$  সেকেন্ড সময়ে  
বলটি দিয়ে বস্তুর উপর কৃত কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। [বৃহতে '১৬-১৭']

সমাধান :  $x = 3t - 4t^2 + t^3$

$$\text{বা, } v = 3 - 8t + 3t^2 \quad \text{বা, } q = -8 + 6t$$

$$dW = F dx = madx$$

$$\text{এখানে, } dx = v dt = (3 - 8t + 3t^2) dt$$

$$\therefore W = \int_0^4 3(-8+6t)(3-8t+3t^2) dt = 528 \text{ J.}$$

সমস্যা ৯১। একটি ইঞ্জিন 200 m গতীর কৃপ থেকে প্রতি মিনিটে 500  
kg পানি উত্তোলন করে। যদি 20% ক্ষমতার অপচয় হয় তাহলে  
ইঞ্জিনটির প্রকৃত ক্ষমতা কত? [বৃহতে '১২-১৩']

সমাধান : খণ্ড-১ এর ৩৮৪ পৃষ্ঠার ৩নং সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৯২। 1200 kg ভরের একটি গাড়ির ইঞ্জিনের ক্ষমতা 134.05 H.P.  
ও কর্মক্ষমতা 90%. গাড়িটিকে স্থিরাবস্থা থেকে  $30 \text{ m s}^{-1}$  বেগে আনতে  
নূনত্ব কর সময় লাগবে? ( $1 \text{ H.P.} = 0.746 \text{ kW}$ ) [বৃহতে '১০-১১']

সমাধান : খণ্ড-১ এর ৩৮৪ পৃষ্ঠার ৮নং সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৯৩। একটি দালানের ছাদের সাথে লাগানো 5 m লম্বা একটি  
মই আনুভূমিকের সাথে  $30^\circ$  কোণ করে আছে। 60 kg ভরের এক  
ব্যক্তি 20 kg ভরের ইট সহ 10 sec-এ ছাদে উঠলে, তার অৰ্থক্ষমতা  
বের কর। [বৃহতে '১০-১২']

সমাধান : খণ্ড-১ এর ৩৮৫ পৃষ্ঠার ৫নং সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৯৪। 25 g ভরের একটি গুলি  $0.5 \text{ km s}^{-1}$  বেগে বের হয়ে  
গেল। এটি একটি লক্ষ্যবস্তুকে আঘাত করে তা থেকে  $0.4 \text{ km s}^{-1}$   
বেগে বের হয়ে যায়। লক্ষ্যবস্তুর ভিতর দিয়ে চলতে গুলিটির কত শক্তি  
ব্যয় হবে?

সমাধান :  $W = \frac{1}{2}m(u^2 - v^2)$  |  $m = 0.025 \text{ kg}; u = 0.5 \text{ km ms}^{-1}$   
 $= 500 \text{ ms}^{-1} = \frac{1}{2} \times 0.025 \times \{(500)^2 - (400)^2\} = 1125 \text{ J}$   
[ $v = 0.4 \text{ km ms}^{-1} = 400 \text{ ms}^{-1}$ ]



সমস্যা ১৫। একটি জলবিদ্যুৎ কেন্দ্রে বাঁধের উচ্চতা 10 m. 1 MW বিদ্যুৎ উৎপাদনের জন্য প্রতি সেকেন্ডে টারবাইনটির ব্রেডগুলোর উপর কত কিলোগ্রাম পানি পড়তে হবে? [বৃয়েট '০৭-'০৮]

সমাধান : বিদ্ব শক্তি = উৎপন্ন বিদ্যুৎ শক্তি;  $mgh = Pt$

$$\text{বা, } m = \frac{1 \times 10^6 \times 1}{9.8 \times 10} \text{ kg}$$

$$\therefore m = 10204.08 \text{ kg}$$

সমস্যা ১৬। 100 m মিটার উচ্চতা থেকে 5 kg ভর মুক্তভাবে অভিকর্ষের টানে পড়তে থাকবে, 4 sec পরে ভরটির গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তি কত হবে? [বৃয়েট '১০-'১১]

সমাধান : খণ্ড-১ এর ৩৮৫ পৃষ্ঠার ৭নং সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৭। একটি পাম্প মিনিটে 1200 gallon পরিমাণ পানি 6 ft উচ্চতে 32 ft/sec ( $9.8 \text{ m s}^{-1}$ ) গতিবেগ বিন্দিপে করতে পারে।

1 gallon পানির ভর 10 lb হলে ইঞ্জিনের অশ্বক্ষমতা নির্ণয় কর।

[বৃয়েট '০৬-'০৭, '০৫-'০৬]

সমাধান :  $m = 1200 \times 10 \times 0.4536 = 5443 \text{ kg}; 6 \text{ ft}$   
 $= 6 \times 0.3048 = 1.84 \text{ m} [1 \text{ lb} = .4536]$

ব) ড. আমির হোসেন খান, মোহাম্মদ ইসহাক ও ড. মো. নজরুল ইসলাম স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ১। 50 N বল কোনো স্থানকে টেনে 20 cm বৃদ্ধি করে। স্থানকে 8 cm প্রসারিত করলে কত কাজ সম্পন্ন হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$W = \frac{1}{2} kx^2$$

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

$$\text{বা, } F = kx$$

$$\text{বা, } k = \frac{F}{x} = \frac{50}{0.2} = 250$$

$$\text{আবার, } W = \frac{1}{2} kx^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 250 \times (0.08 \text{ m})^2 \\ = 0.8 \text{ J}$$

নির্ণেয় কাজের পরিমাণ 0.8 J।

এখানে,

$$F = 50 \text{ N}$$

$$x = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$$

$$W = ?$$

এক্ষেত্রে,

$$k = 250$$

$$x = 8 \text{ cm} = 0.08 \text{ m}$$

সমস্যা ২। একটি কণার উপর  $\vec{F} = (6\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}) \text{ N}$  বল প্রয়োগে কণাটির  $\vec{r} = (2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}) \text{ m}$  সরণ হয়। বল দ্বারা সম্পাদিত কাজের পরিমাণ বের কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৩। 200 N এর বল প্রয়োগ করে কোনো বস্তুকে বলের অভিযুক্ত 300 m সরানো হলে কত কৃতকাজ সম্পন্ন হবে বের কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$W = F s$$

$$= 200 \times 300$$

$$\therefore W = 6 \times 10^4 \text{ J}$$

এখানে,

$$F = 200 \text{ N}$$

$$s = 300 \text{ m}$$

$$W = ?$$

সমস্যা ৪। 250 N ওজনের একজন বালক খাড়া মই বেয়ে শীর্ষে উঠতে 2000 J কাজ সম্পন্ন করে। মইটির দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$W = mgh$$

$$\text{বা, } h = \frac{W}{mg} = \frac{2000}{250} = 8 \text{ m}$$

∴ মইটির দৈর্ঘ্য 8 m।

এখানে,

$$\text{সম্পন্ন কাজ, } W = 2000 \text{ J}$$

$$\text{ওজন, } mg = 250 \text{ N}$$

$$\text{মইটির দৈর্ঘ্য, } h = ?$$

$$\therefore W = mgh + \frac{1}{2} mv^2 = 5443 \times 9.8 \times 1.84 + \frac{1}{2} \times 5443 \times (9.8)^2 \\ = 359521 \text{ J}$$

$$\therefore P = \frac{W}{t} = \frac{359521}{60} = 5992 \text{ W} = \frac{5992}{746} \text{ HP} = 8 \text{ HP.}$$

সমস্যা ১৮। একটি পানিপূর্ণ কুয়ার দৈর্ঘ্য 3 m, প্রস্থ 2 m ও গভীরতা 20 m। 70% কর্মদক্ষতা বিশিষ্ট একটি পাম্প 20 মিনিটে কুয়াটাকে পানিশূন্য করতে পারে। পাম্পটির অশ্বক্ষমতা নির্ণয় কর। [কৃয়েট '০৮-'০৯, '০৯-'১০]

সমাধান :  $v = 3 \times 2 \times 20 = 120 \text{ m}^3$

$$P_{out} = P_{in} \times \frac{70}{100} = 0.7 P_{in}$$

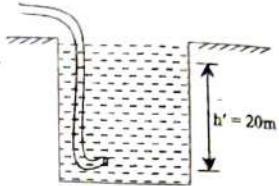
$$\therefore P_{out} = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{\rho vgh}{t}$$

$$\rho = \frac{m}{v} \text{ বা, } m = \rho v$$

$$\text{বা, } 0.7 P_{in} = \frac{1000 \times 120 \times \frac{0+20}{2}}{20 \times 60}$$

$$P_{in} = 14000 \text{ W}$$

$$\therefore P_{in} = 18.767 \text{ H.P}$$



সমস্যা ৫। একটি বরফ খণ্ডকে দড়ির সাহায্যে সম্পূর্ণ অনুভূমিক তলের উপর 5 m দূরত্ব টেনে আনা হলো। দড়ির টান 10 N এবং দড়িটি উল্লেখ তলের সাথে  $30^\circ$  কোণে থাকলে কৃতকাজের পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$W = F s \cos \theta \\ = 10 \times 5 \cos 30^\circ \\ = 50 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 43.3 \text{ J}$$

∴ কৃতকাজ 43.3 J.

এখানে, দূরত্ব,  $s = 5 \text{ m}$

দড়ির টান,  $F = 10 \text{ N}$

$\theta = 30^\circ$

কৃতকাজ,  $W = ?$

সমস্যা ৬। একটি কণার সরণ  $s$  এবং সময়  $t$ -এর সম্পর্ক হলো,  $s = 4 - 6t + 10t^2$ । কোন সময়ে কণার দুর্তি শূন্য হবে?

সমাধান : দেওয়া আছে, কণার সরণ,  $s = 4 - 6t + 10t^2$

$$\text{দুর্তি, } v = \frac{ds}{dt} = \frac{d}{dt} (4 - 6t + 10t^2) = -6 + 20t$$

কণার দুর্তি শূন্য হলে,  $20t - 6 = 0$

$$\text{বা, } t = \frac{6}{20}$$

$$\text{বা, } t = \frac{3}{10}$$

$$\therefore t = \frac{3}{10} \text{ s}$$

অতএব,  $\frac{3}{10} \text{ s}$ -এ প্রদত্ত কণার দুর্তি শূন্য হবে।

সমস্যা ৮। পৃথিবী পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ  $g$  হলে দেখাও যে,  $m$  তরের একটি বস্তুকে ভূপৃষ্ঠ থেকে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ  $R$  এর সমান উচ্চতায় তুলতে কাজ, ভূপৃষ্ঠ থেকে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ  $R$ -এর সমান উচ্চতায় তুলতে কাজ,

সমাধান :  $m$  তরের বস্তুর উপর মহাকর্ষীয় বল,  $F = \frac{GM_m}{r^2}$

∴ ভূপৃষ্ঠ থেকে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ  $R$ -এর সমান উচ্চতায় তুলতে কাজ,

$$W = \int_R^{2R} F dr \\ = \int_R^{2R} \frac{GM_m}{r^2} dr = GM_m \int_R^{2R} r^{-2} dr \\ = GM_m \left[ -\frac{1}{r} \right]_R^{2R}$$

পঞ্চম অধ্যায়  কাজ, শক্তি ও ক্ষমতা

$$\begin{aligned}
 &= -GM_m \left[ \frac{1}{2R} - \frac{1}{R} \right] \\
 &= GM_m \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{2R} \right) = GM_m \frac{2-1}{2R} = \frac{1}{2} \frac{GM_m}{R} \\
 W &= \frac{1}{2} \frac{GM}{R^2} R_m = \frac{1}{2} g R_m \\
 \therefore W &= \frac{1}{2} mgR \quad (\text{দেখানো হলো})
 \end{aligned}$$

সমস্যা ১১। স্থিরাবস্থায় ধাকা 2 kg ভরের একটি বস্তু 5 m উচ্চতা থেকে একটি উল্লম্ব স্প্রিং-এর ওপর পড়ল। স্প্রিংটির বল ধূবক 980 Nm<sup>-1</sup> হলে স্প্রিংটি কতটা সংকুচিত হবে?

সমাধান : স্প্রিং সংকোচনে কৃতকাজ = বস্তুটির পতনে অর্জিত গতিশক্তি

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

$$\begin{aligned}
 \text{বা, } x &= \sqrt{\frac{2mgh}{k}} \quad \text{এখানে,} \\
 &= \sqrt{\frac{2 \times 2 \times 9.8 \times 5}{980}} = 0.447 \quad \text{বস্তুর ভর, } m = 2 \text{ kg} \\
 &\text{উচ্চতা, } h = 5 \text{ m} \\
 &\text{স্প্রিং ধূবক, } k = 980 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\text{মূল } x = 44.7 \text{ cm}$$

অতএব, স্প্রিংটি 44.7 cm সংকুচিত হবে।

সমস্যা ১২। 50 m উচ্চতায় ধাকা 2 kg ভরের একটি বস্তু স্থির অবস্থা থেকে নিচে পড়ে। বস্তুটি কত বেগে ভূমি স্পর্শ করবে?

সমাধান : ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে গতিশক্তি =  $h$  উচ্চতায় বিভবশক্তি

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

$$\begin{aligned}
 \text{বা, } v &= \sqrt{\frac{2mgh}{m}} \quad \text{এখানে,} \\
 &= \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9.8 \times 50} = 31.3 \text{ m s}^{-1} \quad \text{উচ্চতা, } h = 50 \text{ m} \\
 &\text{অভিকর্ষজ ত্বরণ, } g = 9.8 \text{ m s}^{-2}
 \end{aligned}$$

সমস্যা ১৩। একটি বল বায়ুতে  $15 \text{ m s}^{-1}$  বেগে যাচ্ছিল। বলটিকে একটি ব্যাট দিয়ে  $20 \text{ m s}^{-1}$  বেগে উল্টো দিকে ফেরত পাঠানো হলো যদি ওর গতিশক্তি  $8.75 \text{ J}$  পরিমাণ পরিবর্তিত হয়, তবে ওর ভরবেগের কী পরিমাণ পরিবর্তন হবে নির্ণয় কর।

সমাধান : দেওয়া আছে,  $\Delta E_k = 8.75 \text{ J}$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} mv_2^2 - \frac{1}{2} mv_1^2 = 8.75$$

$$\text{বা, } m = \frac{2 \times 8.75}{v_2^2 - v_1^2}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta p &= m(v_2 - v_1) \\
 &= \frac{2 \times 8.75}{v_2^2 - v_1^2} \times (v_2 - v_1) \\
 &= \frac{17.5}{v_2 + v_1}
 \end{aligned}$$

$$\text{বা, } \Delta p = \frac{17.5}{20 - 15} \text{ kg m s}^{-1}$$

$$\therefore \Delta p = 3.5 \text{ kg m s}^{-1}$$

অতএব, বলটির ভরবেগের  $3.5 \text{ kg m s}^{-1}$  পরিবর্তন হবে।

সমস্যা ১৪। 40 kg ভরের একটি ট্রলি 180 J গতিশক্তিসহ একটি মসৃণ অনুভূমিক রাস্তায় চলাকালে এর মধ্যে 20 kg ভরের একটি বস্তু খাড়াভাবে নামিয়ে দিলে ঘোট গতিশক্তি কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৫। 2 kg ভরের একটি হাতুড়ি দেয়ালের সাথে অভিসরভাবে রক্ষিত একটি পেরেককে কত বেগে অনুভূমিকভাবে আঘাত করলে পেরেকটি 640 N বল ধরিবে করে দেয়ালের ভিতরে  $0.025 \text{ m}$  ঢুকে যাবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৮। 1 J গতিশক্তির একটি বস্তুর গতির বিপরীতে 1 N বল প্রয়োগে বস্তুটি কতদূর অগ্রসর হয়ে থেমে যাবে?

সমাধান : এখানে, গতিশক্তি,  $E_k = 1 \text{ J}$   
বল,  $F = 1 \text{ N}$

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

$$\text{বা, } v^2 = \frac{2E_k}{m} \quad (1)$$

আবার,  $F = ma$

$$\text{বা, } m = \frac{F}{a} \quad (2)$$

আবার,  $v^2 = v_0^2 + 2as$

$$\text{বা, } v^2 = 2as \quad (3) \quad [\because v_0 = 0]$$

(১) নং এবং (২) নং হতে,

$$v^2 = \frac{2E_k \times a}{F} \quad (8)$$

(২) নং এবং (৮) নং হতে পাই,

$$2as = \frac{2E_k \times a}{F}$$

$$\text{বা, } s = \frac{E_k}{F} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ N}} = 1 \text{ m}$$

অতএব, বস্তুটি 1 m অগ্রসর হয়ে থেমে যাবে।

সমস্যা ১৯। একটি রাইফেলের গুলি নির্দিষ্ট পুরুত্বের একটি তস্তা তেদে করতে পারে। ঐরূপ 16 টি তস্তা তেদে করতে হলে এর বেগ কত গুণ হতে হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২০। 10 kg ভর বিশিষ্ট একটি বন্দুক হতে গুলি ছুড়লে গুলিটি  $80 \text{ cm s}^{-1}$  বেগে নির্গত হয়। গুলির ভর 40 g হলে গুলি ও বন্দুকের গতিশক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, বন্দুকের ভর,  $M = 10 \text{ kg}$

$$\text{গুলির ভর, } m = 40 \text{ g} = 0.04 \text{ kg}$$

$$\text{গুলির বেগ, } v = 80 \text{ cm s}^{-1} = 0.8 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{বন্দুকের বেগ, } V = ?$$

$$\text{বন্দুকের গতিশক্তি, } E_{k_1} = ?$$

$$\text{গুলির গতিশক্তি, } E_{k_2} = ?$$

ভরবেগের নিয়ত্যা বিধি অনুসারে আমরা জানি,

$$MV = -mv$$

$$\text{বা, } V = -\frac{mv}{M} = -\frac{0.04 \text{ kg} \times 0.8 \text{ m s}^{-1}}{10 \text{ kg}} = -3.2 \times 10^{-3} \text{ m s}^{-1}$$

এখানে, ঝাঙ্গাক চিহ্ন বন্দুকের পশ্চাত বেগ নির্দেশ করে।

∴ বন্দুকের পশ্চাত  $3.2 \times 10^{-3} \text{ m s}^{-1}$

এখন, বন্দুকের গতিশক্তি,  $E_{k_1} = \frac{1}{2} MV^2$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{2} \times 10 \text{ kg} \times (3.2 \times 10^{-3} \text{ m s}^{-1})^2 \\
 &= 51.2 \times 10^{-6} \text{ J}
 \end{aligned}$$

$$\text{আবার, গুলির গতিশক্তি, } E_{k_2} = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.04 \text{ kg} \times (0.8 \text{ m s}^{-1})^2 = 12.8 \times 10^{-3} \text{ J}$$

সুতরাং গুলির গতিশক্তি  $12.8 \times 10^{-3} \text{ J}$  এবং বন্দুকের গতিশক্তি  $51.2 \times 10^{-6} \text{ J}$ ।

সমস্যা ২১। 3.6 kg ভরের একটি বন্দুক হতে 365 J গতিশক্তি উৎপন্ন

করে 0.05 kg ভরের একটি বুলেট কতবেগে নিষিদ্ধ হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩২নং গাণিতিক

সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২২। একটি সরল দোলকের ববের ভর  $0.2 \text{ kg}$  ও কার্যকরী দৈর্ঘ্য  $1.2 \text{ m}$ । উন্নত রেখা হতে  $0.2 \text{ m}$  দূরে টেমে ছেড়ে দিলে গতিশৰ্পের সর্বনিম্ন বিন্দু অতিক্রমের সময় ববের গতিশৰ্প ও বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

সমস্যা ২৩।  $10 \text{ kg}$  ভরের একটি কণার বেগ  $(7\hat{i} - 6\hat{j} + 5\hat{k}) \text{ m s}^{-1}$  হলে এর গতিশৰ্প কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২৪।  $300 \text{ m}$  উচ্চ হতে একটি বস্তু অভিকর্ষের টানে মুক্তভাবে নিচে পড়লে কোথায় তার গতিশৰ্প স্থিতিশক্তির অর্ধেক হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২৫। একটি নিউটনের ভর  $1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$  এবং এটি  $4 \times 10^4 \text{ m s}^{-1}$  বেগে গতিশীল। এর গতিশৰ্প নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২৬।  $200 \text{ g}$  ভরের একটি বস্তু  $10 \text{ m}$  উপর হতে নিচে পড়ে যায়। ভূপৃষ্ঠকে স্পর্শ করার মুহূর্তে গতিশৰ্প নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned} v^2 &= v_0^2 + 2gh \\ \text{বা, } v^2 &= 0^2 + 2 \\ &\quad \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 10 \text{ m} \\ \text{বা, } v &= \sqrt{196} \text{ m s}^{-1} \\ \therefore v &= 14 \text{ m s}^{-1} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{বা, } E_k &= \frac{1}{2} \times 0.2 \text{ kg} \times (14 \text{ m s}^{-1})^2 \\ &= 19.6 \text{ J} \end{aligned}$$

অতএব, ভূপৃষ্ঠকে স্পর্শ করার মুহূর্তে গতিশৰ্প  $19.6 \text{ J}$ ।

সমস্যা ২৭। দেখাও যে, অভিকর্ষের টানে মুক্তভাবে পড়ত ভরের একটি বস্তুর  $t$ -তম সেকেন্ডে হারানো স্থিতিশক্তি বা অর্জিত গতিশৰ্প  $\frac{1}{2} mg^2 (2t - 1)$  এর সমান।

সমাধান : আমরা জানি, মুক্তভাবে পড়ত ভরের একটি বস্তুর  $t$ -তম সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব  $h$  হলে,

$$h = v_0 + \frac{1}{2} g (2t - 1) = 0 + \frac{1}{2} g (2t - 1) [\because \text{আদিবেগ, } v_0 = 0]$$

$$\therefore h = \frac{1}{2} g (2t - 1)$$

বস্তু কর্তৃক  $h$  উচ্চতায় নামতে হারানো স্থিতিশক্তি বা অর্জিত গতিশৰ্প,

$$\begin{aligned} E_k &= mgh \\ &= mg \times \frac{1}{2} g (2t - 1) \\ &= \frac{1}{2} mg^2 (2t - 1) \quad (\text{দেখানো হলো}) \end{aligned}$$

সমস্যা ২৮।  $500 \text{ g}$  ভরবিশিষ্ট কোনো বস্তু একটি জাহাজের উপর হতে  $10 \text{ m}$  নিচে পানিতে পড়ল। (i) বস্তুটির প্রাথমিক স্থিতিশক্তি (ii) বস্তুটির সর্বোচ্চ গতিশৰ্প (iii) বস্তুটি যে বেগ নিয়ে পানির তলকে স্পর্শ করে এবং (iv) পানি হতে  $3 \text{ m}$  উপরে গতিশৰ্প ও স্থিতিশক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

### ১১৪ সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র



একাদশ-ছান্দল শ্রেণি

সমস্যা ২৯।  $2 \text{ kg}$  ভরের একটি বস্তু  $5 \text{ m}$  উচ্চ হতে যাটিতে পড়ে। এতে অভিকর্ষ বল বস্তুর উপর করত কাজ করে ও বস্তুটি কর স্থিতিশক্তি হারায়?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned} E_p &= mgh \\ &= 2 \times 9.8 \times 5 \end{aligned}$$

$$\therefore E_p = 98 \text{ J}$$

$\therefore$  অভিকর্ষ বল কর্তৃক কৃতকাজ  $98 \text{ J}$ .

এখানে, ভর,  $m = 2 \text{ kg}$

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

উচ্চতা,  $h = 5 \text{ m}$

অভিকর্ষ বল কর্তৃক কৃতকাজ  $= ?$

হারানো স্থিতিশক্তি  $= ?$

আবার, বস্তুটি যখন যাটিতে পড়ে তখন এর উচ্চতা ( $h$ ) শূন্য

এ অবস্থায় বস্তুর স্থিতিশক্তি হবে,  $E_i = mgh = 2 \times 9.8 \times 0 = 0$

$\therefore$  বস্তুটি কর্তৃক হারানো স্থিতিশক্তি  $= E - E_i = 98 - 0 = 98 \text{ J}$

$\therefore$  হারানো স্থিতিশক্তি  $98 \text{ J}$ .

সমস্যা ৩০।  $2 \text{ kg}$  ভরের একটি বস্তু কর উচ্চতা হতে অভিকর্ষের টানে পড়ে যাটিতে আঘাত করার পূর্ব মুহূর্তে  $2401 \text{ J}$  গতিশৰ্প লাভ করে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$W = mgh$$

$$\text{বা, } h = \frac{W}{mg} = \frac{2401}{2 \times 9.8}$$

$$\therefore h = 122.5 \text{ m}$$

$$\therefore \text{উচ্চতা } 122.5 \text{ m.}$$

এখানে, ভর,  $m = 2 \text{ kg}$

$$\text{অভিকর্ষজ ত্বরণ, } g = 9.8 \text{ J}$$

উচ্চতা,  $h = ?$

স্থিতিশক্তি  $= 2401 \text{ J}$

সমস্যা ৩১।  $6 \text{ kg}$  ভরবিশিষ্ট একটি বস্তু স্থির অবস্থায় ছিল।  $30 \text{ N}$  বল প্রয়োগ করায়  $10 \text{ s}$  পর বস্তুটির গতিশৰ্প কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৩২।  $1 \times 10^3 \text{ kg}$  ভরের একটি মোটর গাড়ি  $70 \text{ kmh}^{-1}$  বেগে চলছে। একই গতিশৰ্প সম্পন্ন হতে হলে  $300 \text{ kg}$  ভরের একটি মোটর সাইকেলকে কর বেগে চলতে হবে?

সমাধান :

$$\text{এখানে, } \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

$$\text{বা, } v_2^2 = \frac{m_1 v_1^2}{m_2} = \frac{10^3 \times (70)^2}{300}$$

$$\therefore v_2 = 127.80 \text{ kmh}^{-1}$$

$$\begin{aligned} \text{এখানে, } \\ m_1 &= 10^3 \text{ kg} \\ v_1 &= 70 \text{ kmh}^{-1} \end{aligned}$$

$$v_2 = ?$$

$$m_2 = 300 \text{ kg}$$

সমস্যা ৩৩।  $0.50 \text{ kg}$  ভরের একটি বোমা ভূমি হতে  $1 \text{ km}$  উচুতে অবস্থিত একটি বিমান থেকে কেলে দেওয়া হলো। ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে এর গতিশৰ্প বের কর।

সমাধান : আমরা জানি, ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে বেগ  $v$  হলে,

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

$$\text{বিন্দু, } v^2 = v_0^2 + 2as$$

$$\therefore v^2 = 0 + 2 \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 10^3 \text{ m} = 19600 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$$

$$\therefore E_k = \frac{1}{2} \times 0.5 \text{ kg} \times 19600 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2} = 4900 \text{ J}$$

এখানে,

ভর,  $m = 0.50 \text{ kg}$

উচ্চতা,  $h = 1 \text{ km} = 10^3 \text{ m}$

আদিবেগ,  $v_0 = 0$

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

গতিশৰ্প,  $E_k = ?$

সূতরাং ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে বস্তুটির গতিশৰ্প হবে  $4900 \text{ J}$ ।

সমস্যা ৩৪।  $0.50 \text{ kg}$  ভরের একটি পাথরকে  $15 \text{ m s}^{-1}$  বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো— (i) সর্বোচ্চ উচ্চতায় পাথরের গতিশৰ্প নির্ণয় কর (ii) পাথরটি আবার ভূমিতে ফিরে এলে তার গতিশৰ্প কর হবে?

সমাধান : এখানে, ভর,  $m = 0.50 \text{ kg}$

সর্বোচ্চ উচ্চতায় বেগ,  $v_1 = 0$

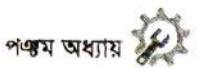
(i) আমরা জানি, সর্বোচ্চ উচ্চতায় গতিশৰ্প,

$$E_k = \frac{1}{2} mv_1^2 = \frac{1}{2} \times 0.50 \text{ kg} \times 0 = 0$$

(ii) পাথরটি ভূমিতে ফিরে এলে পাথরটির বেগ আদিবেগের সমান

হবে অর্থাৎ  $15 \text{ m s}^{-1}$  হবে।

$$\begin{aligned} \text{গতিশৰ্প} &= \frac{1}{2} mv_2^2 = \frac{1}{2} \times 0.50 \text{ kg} \times (15 \text{ m s}^{-1})^2 \\ &= 56.25 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2} = 56.25 \text{ J} \end{aligned}$$



সমস্যা ৩৫।  $m$  ভরবিশিষ্ট একটি বস্তুর গতিশক্তি  $E$  হলে দেখাও যে  
এর ভরবেগ =  $\sqrt{2mE}$ ।

সমাধান :  $m$  ভরবিশিষ্ট একটি বস্তুর গতিশক্তি,

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

$$\text{বা, } E = \frac{m^2 v^2}{2m}$$

$$\text{বা, } E = \frac{(mv)^2}{2m}$$

$$\text{বা, } E = \frac{p^2}{2m} \quad [\because mv = \text{ভরবেগ } p]$$

$$\text{বা, } p^2 = 2Em \quad \therefore p = \sqrt{2mE}$$

অতএব,  $m$  ভরবিশিষ্ট একটি বস্তুর গতিশক্তি  $E$  হলে এর ভরবেগ  $\sqrt{2mE}$ .

(দেখানো হলো)

সমস্যা ৩৬। দেখাও যে, একটি দোলক পিণ্ডকে সাম্যাবস্থান থেকে  $\theta$  কোণে বিক্ষিপ্ত করে ছেড়ে দিলে পুনরায় সাম্যাবস্থানে এলে পিণ্ডের বেগ হবে,  $v = \sqrt{2gl(1 - \cos \theta)}$ । (খানে,  $l$  = দোলকের দৈর্ঘ্য)

সমাধান :  $AB = l \cos \theta$

$$BC = l - l \cos \theta$$

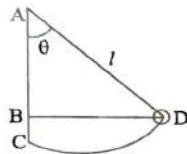
$\theta$  কোণে বিক্ষিপ্ত অবস্থানে দোলক

পিণ্ডের বিভবশক্তি

$$= mg BC$$

$$= mg(l - l \cos \theta)$$

$$= mg l(1 - \cos \theta)$$



সাম্যাবস্থায় ফিরে এলে এ বিভবশক্তি গতিশক্তিতে পরিণত হবে।  
তখন পিণ্ডের বেগ  $v$  হলে,

$$\frac{1}{2} mv^2 = mg l(1 - \cos \theta)$$

$$\text{বা, } v^2 = 2gl(1 - \cos \theta)$$

$$\text{বা, } v = \sqrt{2gl(1 - \cos \theta)}$$

অতএব,  $\theta$  কোণে বিক্ষিপ্ত দোলক পিণ্ডের সাম্যাবস্থায় বেগ,

$$v = \sqrt{2gl(1 - \cos \theta)} \text{ হবে। (দেখানো হলো)}$$

সমস্যা ৩৭। 746 W ক্ষমতার একটি পাম্প প্রতি মিনিটে কি পরিমাণ পরিমাণ পানি 10 m উচ্চতায় উপরে উঠাতে পারবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\text{ক্ষমতা, } P = \frac{mgh}{t}$$

$$\text{বা, } m = \frac{Pt}{gh}$$

$$= \frac{746 \text{ W} \times 60 \text{ s}}{9.8 \text{ m s}^{-2} \times 10 \text{ m}} \\ = 456.73 \text{ kg}$$

সুতরাং পাম্পটি প্রতি মিনিটে 456.73 kg পানি উঠাতে পারবে।

সমস্যা ৮০। 70 kg ভরের একজন লোক প্রতিটি 15 cm উচ্চ 30টি সিঁড়ি 20 -এ উঠাতে পারেন। লোকটির ক্ষমতা কত?

সমাধান : আমরা জানি,

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

$$= \frac{70 \times 9.8 \times 0.15 \times 30}{20}$$

$$\therefore P = 154.35 \text{ W}$$

∴ লোকটির ক্ষমতা 154.35 W।

সমস্যা ৮১। একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা 12 m এবং ব্যাস 1.8 m।  
একটি পাম্প 24 মিনিটে কুয়াটিকে পানিশূন্য করতে পারে। পাম্পটির  
অর্থক্ষমতা কত?

সমাধান : ধরি, পাম্পের ক্ষমতা =  $P$

এখানে,  $t = 24 \text{ min} = 24 \times 60 \text{ s}$

$$\rho = 1000 \text{ kg m}^{-3}; \pi = \frac{22}{7}, d = 1.8 \text{ m}$$

$$h_1 = 12 \text{ m}$$

$$\therefore h = \frac{0 + 12 \text{ m}}{2} = 6 \text{ m}$$

যেখানে,  $h_1$  = উচ্চতা এবং  $h$  = গড় উচ্চতা

$$\text{আমরা জানি, } P = \frac{mgh}{t} \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{এক্ষেত্রে, } m = \rho V = \rho \times \pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^2 h_1$$

$$= 1000 \times \frac{22}{7} \times \left(\frac{1.8}{2}\right)^2 \times 12 \text{ kg} = 30,548.57 \text{ kg}$$

এখন, (1) নং সমীকরণ থেকে পাই,

$$P = \frac{30 \times 548.57 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 6 \text{ m}}{24 \times 60 \text{ s}}$$

$$\therefore P = 1247.4 \text{ W} = \frac{1247.4}{746} \text{ H.P} = 1.672 \text{ H.P}$$

অতএব পাম্পটির অর্থক্ষমতা 1.672 H.P।

সমস্যা ৮২। একটি মোটর মিনিটে  $5.5 \times 10^5 \text{ kg}$  পানি 100 m উপরে  
তুলতে পারে। মোটরটির দক্ষতা 70% হলে, এর ক্ষমতা কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৮নং গাণিতিক  
সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৮৩। 80% দক্ষতাসম্পন্ন একটি মোটর একটি ক্রেন নিয়ন্ত্রণ  
করে যার দক্ষতা 50%। মোটরটি 3.73 kW ক্ষমতা প্রয়োগ করলে  
ক্রেনে 746 N ওজনের একটি বস্তুর উর্ধ্বমুখী গড়বেগ কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৯নং গাণিতিক  
সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৮৪। 100 m গভীর একটি কুয়া থেকে ইঞ্জিনের সাহায্যে প্রতি  
মিনিটে 1000 kg পানি উঠানো হয়। যদি ইঞ্জিনটির ক্ষমতা 42% নষ্ট  
হয়, তাহলে এর অর্থ-ক্ষমতা কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৫নং গাণিতিক  
সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৮৫। কোনো কুয়া থেকে 20 m উপরে পানি তোলার জন্য  
6 kW এর একটি পাম্প ব্যবহার করা হচ্ছে। পাম্পের দক্ষতা 88.2%  
হলে প্রতি মিনিটে কত লিটার পানি তোলা যাবে?

সমাধান : আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } m = \frac{P't}{gh} \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{আবার, } \eta = \frac{P}{P'} = 88.2\%$$

$$\therefore P' = P \times 88.2\% = 6 \text{ kW} \times 0.882 \\ = 5292 \text{ W} = 5.292 \text{ kW}$$

$$\therefore (1) \text{ হতে পাই, } m = \frac{5292 \text{ W} \times 60 \text{ s}}{9.8 \text{ m s}^{-2} \times 20 \text{ m}} = 1620 \text{ lit}$$

অতএব, পাম্পটি প্রতি মিনিটে 1620 lit পানি তুলতে পারবে।

সমস্যা ৮৬। একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা 7.2 m ও ব্যাস 4 m।  
31.4 মিনিটে কুয়াটিকে পানিশূন্য করতে পারে এরূপ একটি বৈদ্যুতিক  
পাম্পের ক্ষমতা নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, কুয়ার গভীরতা,  $l = 7.2 \text{ m}$

কুয়ার ব্যাস,  $d = 4 \text{ m}$

$$\therefore \text{ব্যাসার্ধ, } r = \frac{d}{2} = \frac{4}{2} \text{ m} = 2 \text{ m}$$

$$\text{সময়, } t = 31.4 \text{ min} = 1884 \text{ s}$$

$$\text{পানি উঠানোর কার্যকর বা, গড় উচ্চতা, } h = \frac{7.2+0}{2} \text{ m} = 3.6 \text{ m}$$

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

$$\text{ক্ষমতা, } P = ?$$

আমরা জানি,  $P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t}$   
 পানির ঘনত্ব,  $\rho = 10^3 \text{ kg m}^{-3}$   
 পানির ভর,  $m = \rho V$   
 আয়তন,  $V = \pi r^2 l$   
 সূতরাং  $P = \frac{\rho \times \pi r^2 l \times g \times h}{t}$   
 $= \frac{10^3 \text{ kg m}^{-3} \times 3.1416 \times (2 \text{ m})^2 \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 7.2 \text{ m} \times 3.6 \text{ m}}{1884 \text{ s}}$   
 $= 1.694 \times 10^3 \text{ W} = 1.694 \text{ kW}$

সূতরাং বৈদ্যুতিক পার্শ্বের ক্ষমতা 1.694 kW।

সমস্যা ৮৭। 1200 kg ভরের একটি গাড়ির ইঞ্জিনের ক্ষমতা 134.05 HP ও কর্মদক্ষতা 90%। গাড়িটিকে স্থিরাবস্থা থেকে  $20 \text{ m s}^{-1}$  বেগে আনতে ন্যূনতম কত সময় লাগবে? [1 HP = 0.746 kW]

সমাধান : আমরা জানি,  
 কার্যকর ক্ষমতা,

$$P = \frac{W}{t} = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{t}$$

$$\text{বা, } t = \frac{1200 \text{ kg} \times (20 \text{ m s}^{-1})^2}{2 \times 90 \times 10^3 \text{ W}}$$

$$\therefore t = 2.67 \text{ s}$$

সূতরাং ন্যূনতম সময় 2.67 s।

সমস্যা ৮৮। একটি ইঞ্জিনে প্রতি মিনিটে  $15 \text{ m s}^{-1}$  বেগে  $6000 \text{ kg}$  পানি ওপরে ছুড়তে পারে। ইঞ্জিনের ক্ষমতা কত?

সমাধান : আমরা জানি,

$$P = FV$$

$$= \left(\frac{m}{t}\right) gV$$

$$= \frac{6000}{60} \times 9.8 \times 15 \text{ W}$$

$$= 14700 \text{ W}$$

$$\therefore P = 14.7 \text{ kW}$$

অতএব, ইঞ্জিনের ক্ষমতা 14.7 kW.

সমস্যা ৮৯। একটি দমকলের পার্শ্ব মাটি থেকে 3 m নিচে অবস্থিত একটি জলাধার থেকে পানি তুলে প্রতি সেকেন্ডে 50 kg পানি ছুড়ে এবং ওই পানি মাটি থেকে 10 m ওপরে একটি দেয়ালে সংরক্ষণ করে। পার্শ্বটির ক্ষমতা কত?

সমাধান : আমরা জানি,

$$P = \frac{\text{শক্তি}}{\text{সময়}}$$

$$= \frac{mgh + \frac{1}{2}mv^2}{t}$$

$$= \frac{50 \times 9.8 \times 13 + \frac{1}{2} \times 50 \times 5^2}{1} \text{ W}$$

$$= 6995 \text{ W}$$

$$\therefore P = 6.995 \text{ kW}$$

অতএব, পার্শ্বটির ক্ষমতা 6.995 kW।

সমস্যা ৯০। একটি 50 g ভরের বুলেট  $10 \text{ m/s}$  বেগে  $950 \text{ g}$  ভরের খড়কে (স্থিরাবস্থায়) আঘাত করে এবং আটকে যায়। হারানো গতিশক্তির পরিমাণ কত? [BUTex '09-'10]

সমাধান :  $\Delta K = \frac{1}{2}mv^2 - 0 = \frac{1}{2} \times 0.05 \times 10^2 = 2.5 \text{ J}$

## ১১৪ সৃজনশীল পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র



একাদশ-স্বাদশ শ্রেণি

সমস্যা ৯১। একটি পার্শ্ব মিনিটে 1200 gallon পরিমাণ পানি 6 ft ছুড়তে  $12 \text{ ft s}^{-1}$  ( $9.8 \text{ m s}^{-1}$ ) গতিশক্তি নিষেপ করতে পারে। 1 gallon পানির ভর  $10 \text{ lb}$  হলে ইঞ্জিনের অর্থক্ষমতা নির্ণয় কর। [BUET '06-'07, '05-'06]

সমাধান :  $m = 1200 \times 10 \times 0.4536 = 5443 \text{ kg}$ ; 6 ft  
 $= 6 \times 0.3048$   
 $= 1.84 \text{ m}$  [ $1 \text{ lb} = .4536$ ]

$$\therefore w = mgh + \frac{1}{2}mv^2 = 5443 \times 9.8 \times 1.84 + \frac{1}{2} \times 5443 \times (9.8)^2$$

$$= 359521 \text{ J}$$

$$\therefore P = \frac{w}{t} = \frac{359521}{60} = 5992 \text{ W} = \frac{5992}{746} \text{ HP} = 8 \text{ HP}.$$

সমস্যা ৯২। একটি পানিপূর্ণ কুয়ার দৈর্ঘ্য 3 m, প্রশ্ব 2 m ও গভীরতা 20 m। 70% কর্মদক্ষতা বিশিষ্ট একটি পার্শ্ব 20 মিনিটে কুয়াটাকে পানিশূন্য করতে পারে। পার্শ্বটির অর্থক্ষমতা নির্ণয় কর। [CUET '04-'05; '09-'10]

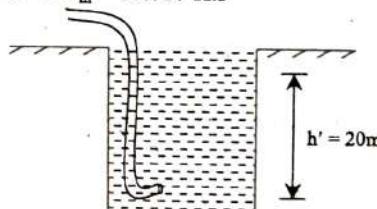
সমাধান :  $V = 3 \times 2 \times 20 = 120 \text{ m}^3$

$$P_{\text{out}} = P_{\text{in}} \times \frac{70}{100} = 0.7 P_{\text{in}}$$

$$\therefore P_{\text{out}} = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{\rho Vgh}{t}, \rho = \frac{m}{V} \text{ বা, } m = \rho V$$

$$\text{বা, } 0.7 P_{\text{in}} = \frac{1000 \times 120 \times \frac{0+20}{2}}{20 \times 60}$$

$$P_{\text{in}} = 14000 \text{ W} \therefore P_{\text{in}} = 18.767 \text{ H.P}$$

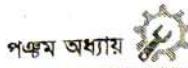


সমস্যা ৯৩। 1200 kg ভরের একটি গাড়ির ইঞ্জিনের ক্ষমতা 134.05 H.P. ও কর্মদক্ষতা 90%। গাড়িটিকে স্থিরাবস্থা থেকে  $30 \text{ m s}^{-1}$  বেগে আনতে ন্যূনতম কত সময় লাগবে? (1 H.P. = 0.746 kW) [BUET '10-'11]

সমাধান : প্রাপ্ত ক্ষমতা,  $P = 134.05 \times 746 \times 90\% = 90001.17 \text{ watt}$   
 গতিশক্তি = কৃতকাজ  
 $\text{বা, } \frac{1}{2}mv^2 = Pt$   
 $\text{বা, } t = \frac{1}{2P}mv^2$   
 $= \frac{1200 \times (30)^2}{2 \times 90001.17} = 5.999 \text{ s}$   
 $\therefore t \approx 6 \text{ s}$

সমস্যা ৯৪। 100 m মিটার উচ্চতা থেকে 5 kg ভর মুক্তভাবে অভিকর্ষের টানে পড়তে থাকলে, 4 s পরে ভরটির গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তি কত হবে? [BUET '10-'11]

সমাধান :  $v = u + gt = 9.8 \times 4 = 39.2 \text{ ms}^{-1}$   
 $\therefore \text{গতিশক্তি} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 39.2^2 = 3841.6 \text{ J}$   
 $h = ut + \frac{1}{2}gt^2 = 0 + \frac{1}{2} \times 9.8 \times 4^2 = 78.4 \text{ m}$   
 $\therefore \text{ভূমি থেকে উচ্চতা, } h' = (100 - 78.4)$   
 $= 21.6 \text{ g}$   
 $\therefore \text{স্থিতিশক্তি} = mgH - \frac{1}{2}mv^2$  [শক্তির সংরক্ষণশীলতা]  
 $= 5 \times 9.8 \times 100 - 3841.6 \text{ J}$   
 $= 1058.4 \text{ J.}$



সমস্যা ৫৫। একটি দালানের ছাদের সাথে লাগানো 5 m লম্বা একটি ঘই আনুভূমিকের সাথে  $30^\circ$  কোণ করে আছে। 60 kg ভরের এক ব্যক্তি 20 kg ভরের ইট সহ 10 s-এ ছাদে উঠলে, তার অশক্তমতা বের কর।

[BUET '10-'12]

$$\text{সমাধান : } \frac{h}{5} = \sin 30^\circ \therefore h = 5 \sin 30^\circ = \frac{5}{2} \text{ মিটার}$$

$$m = 60 + 20 = 80 \text{ kg}; W = mgh = 80 \times 9.8 \times \frac{5}{2} = 1960 \text{ J}$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{1960}{10} = 196 \text{ W}$$

$$= \frac{196}{746} \text{ H.P.} = 0.26273 \text{ H.P.}$$

সমস্যা ৫৬। একটি ইঞ্জিনে 200 m গতির রূপ থেকে প্রতি মিনিটে 500 kg পানি উত্তোলন করে। যদি 20% ক্ষমতার অপচয় হয়, তাহলে ইঞ্জিনটির প্রকৃত ক্ষমতা কত?

[BUET '12-'13]

### ড. শাহজাহান তপন, মুহম্মদ আজিজ হাসান ও ড. রানা চৌধুরী স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ১। আনুভূমিকের সাথে  $60^\circ$  কোণে 5 m লম্বা একটি হেলানো তলের পাদদেশ থেকে শীর্ষদেশে 10 kg ভরের একটি ব্লক তুলতে হবে। তলকে ঘৰ্ষণহীন ধরে ব্লকটিকে ধূব গতিতে তুলতে কত কাজ করতে হবে নির্ণয় কর।

$$\begin{aligned} \text{সমাধান : } & \text{আমরা জানি, } \quad \text{এখানে, } s = 5 \text{ m; ভর, } m = 10 \text{ kg} \\ & \text{কৃতকাজ } W \text{ হলে, } \quad \text{অভিকর্ষজ ত্বরণ, } g = 9.8 \text{ m s}^{-2} \\ & W = F_s \cos \theta \quad \text{বল ও সরণের অন্তর্ভুক্ত কোণ, } \theta \\ & = mg s \cos \theta \quad = \text{হেলানো তল ও উল্লম্বের অন্তর্ভুক্ত কোণ} \\ & = 10 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \quad = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ \\ & \times 5 \text{ m} \times \cos 30^\circ \quad \text{কৃতকাজ, } W = ? \\ & = 424.35 \text{ J} \end{aligned}$$

সুতরাং বলটিকে তুলতে কাজের পরিমাণ 424.35 J।

সমস্যা ২। একটি কণার উপর  $\vec{F} = (6\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}) \text{ N}$  বল প্রয়োগে কণাটির  $\vec{r} = (2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}) \text{ m}$  সরণ হয়। বল কর্তৃক সম্পাদিত কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৩ং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৩। একটি পাম্প দ্বারা 600 লিটার জ্বালানি তেলকে 20 m উপরে অবস্থিত একটি ট্যাঙ্কে ওঠাতে অভিকর্ষের বিরুদ্ধে কত কাজ করতে হবে? এক ঘন সে.মি. জ্বালানি তেলের ভর 0.82 g। এক লিটার =  $1000 \text{ cm}^3$ ।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬০ং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৪। একটি বাল্কে 50 N বল দ্বারা একটি অমসৃণ মেঝের উপর দিয়ে টানা হচ্ছে। আনুভূমিকের সাথে বলটি  $37^\circ$  কোণ করে ক্রিয়া করে। 10 N এর একটি ঘর্ষণ বল গতিতে বাধা দেয়। বাল্কে ডানদিকে 3 m সরে পেল। (ক) 50 N বল দ্বারা কৃত কাজ হিসাব কর। (খ) ঘর্ষণ বল দ্বারা কৃত কাজ হিসাব কর। (গ) বাল্কের উপরে ক্রিয়াশীল সকল বল দ্বারা কৃত নিট কাজ নির্ণয় কর।

$$\begin{aligned} \text{সমাধান : } & \text{আমরা জানি, } \quad \text{এখানে, বল, } F_1 = 50 \text{ N} \\ & \text{কৃত কাজ, } W = F_s \cos \theta \quad \text{ঘর্ষণ বল, } F_2 = 10 \text{ N} \\ & \therefore W_1 = F_1 s \cos \theta \quad \text{সরণ, } s = 3 \text{ m} \\ & = 50 \text{ N} \times 3 \text{ m} \times \cos 37^\circ \quad \text{মধ্যবর্তী কোণ, } \theta = 37^\circ \\ & = 119.8 \text{ J} \quad \text{কৃতকাজ, } W_1 = ? \end{aligned}$$

সুতরাং 50 N বল দ্বারা কৃতকাজ 119.8 J।

(খ) ঘর্ষণ জনিত কৃত কাজ,

$$W_2 = -F_2 s = -10 \text{ N} \times 3 \text{ m} = -30 \text{ J}$$

সুতরাং ঘর্ষণ বল দ্বারা কৃত কাজ = -30 J।

$$(গ) নিট কৃত কাজ, W = W_1 + W_2 = 119.8 \text{ J} + (-30 \text{ J}) = 89.8 \text{ J}$$

সুতরাং সকল বল দ্বারা কৃত নিট কাজ 89.8 J।

সমাধান :  $P' = \frac{mgh}{t}$ ; 20% ক্ষমতা অপচয় হয় বলে কর্মদক্ষতা,

$$\eta = 100\% - 20\% = 80\% = \left( \frac{500 \times 9.8 \times 200}{60} \right) = 16.33 \text{ kW}$$

প্রকৃত ক্ষমতা P হলে,

$$\eta = \frac{P'}{P} = 16.33 \text{ kW}$$

$$\text{বা, } 0.8 = \frac{16.33}{P} \text{ kW}$$

$$\text{বা, } P = \frac{16.33}{0.8} \text{ kW} = 20.416 \text{ kW}$$

অথবা,  $\eta P = \frac{mgh}{t}$

$$\text{বা, } P = \frac{mgh}{\eta t} = \left( \frac{500 \times 9.8 \times 200}{0.8 \times 60} \right) \text{ W} = 2041 \text{ W} = 20.416 \text{ kW}$$

সমস্যা ৫। একটি ইঞ্জিনে 200 m গতির রূপ থেকে প্রতি মিনিটে 500 kg পানি উত্তোলন করে। যদি 20% ক্ষমতার অপচয় হয়, তাহলে ইঞ্জিনটির প্রকৃত ক্ষমতা কত?

[BUET '12-'13]

সমস্যা ৫। একটি রাইফেলের গুলি একটি তস্তা কে ঠিক ভেদ করতে পারে। যদি বেগ চার গুণ করা হয়, তবে অনুরূপ ক্ষমতি তস্তা ভেদ করতে পারবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৫ নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৬। একটি রাইফেলের গুলি একটি তস্তা কে ঠিক ভেদ করতে পারে, যদি গুলির বেগ তিনগুণ করা হয় তবে এরূপ ক্ষমতি তস্তা ভেদ করতে পারবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৫ নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান অনুরূপ।

[উত্তর : ৯টি]

সমস্যা ৭। 2 kg ভরের কোনো বস্তু  $36 \text{ km h}^{-1}$  বেগে চলতে থাকলে এর গতিশক্তি কত হবে বের কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 100 J]

সমস্যা ৮। স্থিরাবস্থা থেকে 50 kg ভরবিশিষ্ট কোনো বস্তু একটি নির্দিষ্ট বলের ক্রিয়ার ফলে 2 s বাদে  $12 \text{ m s}^{-1}$  বেগ অর্জন করে। এর উপর কী পরিমাণ বল কাজ করছে এবং 5 s বাদে এর গতিশক্তি কত হবে?

সমাধান : আমরা জানি,  $v = v_0 + at$   $v = 0 + at$

$$\text{বা, } a = \frac{v}{t} = \frac{12 \text{ m s}^{-1}}{2 \text{ s}} = 6 \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{আবার, } F = ma = 50 \text{ kg} \times 6 \text{ m s}^{-2} = 300 \text{ N}$$

এখন, 5s পর বস্তুর বেগ

$$v = v_0 + at = 0 + 6 \text{ m s}^{-2} \times 5 \text{ s} = 30 \text{ m s}^{-1}$$

$$\therefore \text{গতিশক্তি, } E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 50 \text{ kg} \times (30 \text{ m s}^{-1})^2 = 2.25 \times 10^4 \text{ J}$$

সুতরাং বস্তুটির উপর 300 N বল কাজ করছে এবং 5 s পর এ গতিশক্তি হবে  $2.25 \times 10^4 \text{ J}$ ।

সমস্যা ৯। 6 kg ভরবিশিষ্ট একটি বস্তু স্থির অবস্থায় ছিল। 30 N বল প্রয়োগ করায় 10 s পর বস্তুটির গতিশক্তি কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১০। 50 kg ভরের একটি বোমা ঝুঁপ্ট থেকে 1 km উচ্চতে অবস্থিত একটি বিমান থেকে ফেলে দেওয়া হলো। (i) 10 s পরে এবং (ii) ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে এর গতিশক্তি কত?

সমাধান : (i) ধরি, 10 s পর গতিশক্তি,  $K_1$

$$10 \text{ s পর বেগ } v_1 \text{ হলে, } v_1 = v_0 + gt = 0 + gt$$

$$\therefore v_1 = gt \quad \text{এখানে, বোমার ভর, } m = 50 \text{ kg}$$

$$\text{উচ্চতা, } h = 1 \text{ km} = 1 \times 10^3 \text{ m}$$

$$\text{আদিবেগ, } v_0 = 0$$

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

10 s পর গতিশক্তি,

$$K_1 = \frac{1}{2} m \times (gt)^2 = \frac{1}{2} \times 50 \text{ kg} \times (9.8 \text{ m s}^{-2} \times 10 \text{ s})^2 = 2.4 \times 10^5 \text{ J}$$

সুতরাং 10 s পর গতিশক্তি হবে  $2.4 \times 10^5 \text{ J}$ ।

(ii) ধরি, ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে গতিশক্তি,  $K_2$   
ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে বেগ  $v_2$  হলে,

$$v_2^2 = v_0^2 + 2gh$$

বা,  $v_2^2 = 2gh$

$$\therefore K_2 = \frac{1}{2} mv_2^2 = \frac{1}{2} m \times 2gh$$

$$= \frac{1}{2} \times 50 \text{ kg} \times 2 \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 10^3 \text{ m} = 4.9 \times 10^5 \text{ J}$$

সুতরাং ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে গতিশক্তি হবে  $4.9 \times 10^5 \text{ J}$ ।

সমস্যা ১১। 200 g ভরের একটি বস্তু 10 m উপর হতে নিচে পড়ে যায়। ভূপৃষ্ঠাকে স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে গতিশক্তি কতো?

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ২৬নং গণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১২। 500 g ভরবিশিষ্ট কোনো বস্তু একটি জাহাজের উপর হতে 10 m নিচে পানিতে পড়ল। (i) বস্তুটির প্রাথমিক বিভবশক্তি  
(ii) বস্তুটির সর্বোচ্চ গতিশক্তি (iii) বস্তুটি যে বেগ নিয়ে পানির তলকে স্পর্শ করে তা নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬৪নং গণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৩। 200 g ভরের একটি বস্তুকে কত উপর থেকে নিচে পড়লে ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে এর গতিশক্তি 19.6 J হবে।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৪নং গণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৪।  $2 \times 10^3 \text{ kg}$  ভরের একটি পিকআপ ট্রাক  $90 \text{ km h}^{-1}$  বেগে চলছে। একই গতিশক্তি সম্পন্ন হতে হলে  $10^3 \text{ kg}$  ভরের একটি গাড়িকে কত বেগে চলতে হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৫নং গণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৫। সমতল রাস্তায় চলত 1600 kg ভরের একটি গাড়িকে যখন ত্রেক কর্ষে থামিয়ে দেওয়া হয়, তখন 500 kJ তাপ উৎপন্ন হয়। ত্রেক প্রয়োগের পূর্ব মুহূর্তে গাড়িটির বেগ কত ছিল?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৯নং গণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৬। একটি বালক শিশুদের টাই সাইকেলে বসা ছোট ভাইকে 80 N সমবলে ঠেলছে। ছোট ভাইকে 400 J গতিশক্তি প্রদান করতে হলে তাকে কত দূরত্বে ঠেলতে হবে?

সমাধান : ছোট ভাইকে এমন দূরত্বে ঠেলতে হবে যাতে তার কাজের পরিমাণ ছোট ভাইয়ের গতিশক্তির সমান হয়।

অর্থাৎ কাজ = 400 J,

$$\text{বা, } 80 \text{ N} \times \text{দূরত্ব} = 400 \text{ J}$$

$$\text{বা, } \frac{400 \text{ J}}{80 \text{ N}} = 5 \text{ J N}^{-1} = 5 \text{ m}$$

সমস্যা ১৭। 40 kg ভর সম্পন্ন কোনো বালিকা মাটি থেকে 15 cm উচু থেকে লাফিয়ে 60 বার ক্ষিপিং করল। তার কত শক্তি ব্যয় হলো?

সমাধান : এখানে, ভর,  $m = 40 \text{ kg}$  এবং

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

একবার ক্ষিপিং এ শক্তি ব্যয় হয় =  $mgh$

$$= 40 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 0.15 \text{ m}$$

$$= 58.8 \text{ J}$$

$$\therefore 60 \text{ বার ক্ষিপিং এ শক্তি ব্যয়} = 58.8 \text{ J} \times 60 = 3528 \text{ J}$$



একাদশ-বাদশ প্রেমি

সমস্যা ১৮। একটি রাইফেলের গুলি নির্দিষ্ট পুরুষের একটি তত্ত্ব তেজে করতে পারে। ঐরূপ 16 টি তত্ত্ব তেজ করতে হলে এর বেগ কত গুণ হতে হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৪নং গণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৯। H মিটার উচু স্থান থেকে একটি বস্তু পড়ে গেল। কোথায় এর গতিশক্তি বিভব শক্তির অর্ধেক হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৮নং গণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : ভূমি থেকে  $\frac{2}{3} h$  উচ্চতায়]

সমস্যা ২০। একটি বস্তুকে 30 m উচ্চতা থেকে ফেলে দেওয়া হলো। ভূমি হতে কত উচ্চতায় গতিশক্তি বিভবশক্তির বিপুল হলে কত উচ্চতা থেকে বস্তুটি ফেলা হয়েছিল?

সমাধান : ধরি, h উচ্চতা হতে নিচে m ভরের বস্তুকে ফেলে দেওয়া হলো।

$$10 \text{ m উচ্চতায় বস্তুটির বেগ,}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2g(h - 10)$$

$$= 0 + 2g(h - 10) = 2g(h - 10)$$

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

$$= \frac{1}{2} m \cdot 2g(h - 10)$$

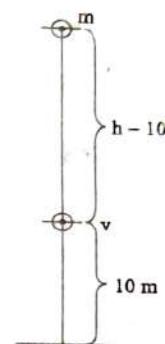
$$= mg(h - 10)$$

$$10 \text{ মিটার উচ্চতায় স্থিতিশক্তি} = mg \times 10$$

$$\text{প্রশ্নমতে, } mg(h - 10) = 2 \times mg \times 10$$

$$\text{বা, } h - 10 = 20$$

$$\text{বা, } h = 20 + 10 = 30 \text{ m}$$



অতএব, বস্তুটিকে 30 m উচ্চতা হতে ফেলা হয়েছিল।

সমস্যা ২১। 250 kg ভরের একটি বোঝা একটি ক্রেনের সাহায্যে  $0.1 \text{ m s}^{-1}$  ধূব বেগে উঠানো হলো। ক্রেনের কত ক্ষমতা ব্যয় হয়?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪০নং গণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২২। 1000 kg ভরের একটি লিফট সর্বোক  $800 \text{ kg}$  ওজন বহন করতে পারে। 4000 N মানের একটি ধূব ঘর্ষণ বলের উর্ধ্বমুখী গতি ব্যাহত করে। লিফটিকে  $3 \text{ m s}^{-1}$  সমন্বয়ে উঘারের দিকে উঠান্তে হলে মোটরের সর্বনিম্ন কত ক্ষমতা সরবরাহ করতে হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৭০নং গণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২৩। ভূমি থেকে 20 m উচু ছাদে ইট তোলার জন্য  $10 \text{ kW}$  এর একটি ইঞ্জিন ব্যবহার করা হলো। 1 ঘণ্টায় ইঞ্জিনটি কী পরিমাণ ইট ছাদে তুলতে পারবে।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৮নং গণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর :  $1.84 \times 10^5 \text{ kg}$ ]

সমস্যা ২৪। একটি পাল্প 4.9 মিনিটে কুয়া থেকে 10000 লিটার পানি  $6 \text{ m}$  গড় উচ্চতায় তুলতে পারে। পাল্পের ক্ষমতা  $80\%$  কার্যকর হলে এর ক্ষমতা নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৬নং গণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২৫। 100 m গভীর একটি কুয়া থেকে ইঞ্জিনের সাহায্যে প্রতি মিনিটে 1000 kg পানি ওঠানো হয়। যদি ইঞ্জিনের ক্ষমতা  $20\%$  নষ্ট হয় তাহলে এর অর্থক্ষমতা নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৫নং গণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 27.36 HP]

সমস্যা ২৬। একটি পাম্প ঘটায়  $25 \times 10^6$  kg পানি 50 m উচুতে তুলতে পারে। পাম্পের ক্ষমতার 70% কার্যকর হলে প্রকৃত ক্ষমতা কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের 88নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$\text{উত্তর} : 6.52 \times 10^3 \text{ HP}$$

সমস্যা ২৭। একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা 10 m এবং ব্যাস 6 m। একটি পাম্প 20 মিনিটে কুয়াটিকে পানিশূন্য করতে পারে। পাম্পটির অর্থক্ষমতা কত?

### ৩ গোলাম হোসেন প্রামাণিক, দেওয়ান নাসির উদ্দিন ও রবিউল ইসলাম স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ১। একটি কণার ওপর  $\vec{F} = (5\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k})$  N বল প্রয়োগে কণাটির  $\vec{r} = (3\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k})$  m সরণ হয়। বল কর্তৃক সম্পাদিত কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$\text{উত্তর} : 7 \text{ J}$$

সমস্যা ২। 50 kg ভরের একটি বোমা ভূপৃষ্ঠ থেকে 1 km উচুতে অবস্থিত একটি বিমান থেকে ফেলা হলো। ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে এর গতিশক্তি কত হবে?

সমাধান : তপন, হাসান ও রানা স্যারের ১০ (ii)নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৩। একটি রাইফেলের গুলি একটি তস্তাকে কেবল ভেদ করতে পারে, যদি গুলির বেগ তিনগুণ করা হয় তবে এরূপ কয়টি তস্তা ভেদ করতে পারবে?

সমাধান : মনে করি, গুলির ভর, m এবং গুলির বেগ, v

একটি তস্তা ভেদ করতে প্রয়োজনীয় গতিশক্তি  $K_1$  হলে,  $K_1 = \frac{1}{2} mv^2$   
ধরি, বেগ তিনগুণ করা হলে গতিশক্তি হবে  $K_2$

$$\therefore K_2 = \frac{1}{2} m(3v)^2$$

$$= \frac{1}{2} m \times 9v^2 = 9 \times \frac{1}{2} mv^2 = 9 \times K_1$$

= 9 × একটি তস্তা ভেদ করার জন্য প্রয়োজনীয় গতিশক্তি।

সুতরাং বেগ তিনগুণ হলে গুলিটি এরূপ 9টি তস্তা ভেদ করতে পারবে।

সমস্যা ৪। একটি মোটর প্রতি মিনিটে  $5.5 \times 10^5$  kg পানি 100 m উপরে উঠাতে পারে। মোটরটির দক্ষতা 70% হলে, এর ক্ষমতা কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের 88নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৫। একটি পাম্প ঘটায়  $2.5 \times 10^7$  kg পানি 50 m উচুতে একটি ট্যাণকে উঠাতে পারে। পাম্পটির দক্ষতা 85% হলে এর ক্ষমতা নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের 88নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$\text{উত্তর} : 40.03 \times 10^5 \text{ W}$$

সমস্যা ৬। একজন ছুতোর মেঝের ওপর দিয়ে কাঠ বোঝাই একটি ট্রলি দড়িতে বেঁধে 10 m টেনে নিয়ে গেল। দড়ির টান 200 N এবং তা অনুভূমিকের সাথে  $37^\circ$  কোণে ওপরের দিকে। ছুতোর কর্তৃক কৃতকাজ নির্ণয় কর। সে যদি অনুভূমিকভাবে বল প্রয়োগ করত তবে কত কাজ হত?

সমাধান : এখানে, দড়ির টান (প্রযুক্ত বল),  $F = 200 \text{ N}$

$$\text{অতিক্রান্ত দূরত্ব}, s = 10 \text{ m}$$

$$\text{অনুভূমিকের সাথে কোণ} = 37^\circ; \text{কৃতকাজ} = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } W = Fs \cos \theta = (200 \text{ N}) \times (10 \text{ m}) (\cos 37^\circ) = 1597.27 \text{ J}$$

আবার, বল অনুভূমিক বরাবর হলে কৃতকাজ,

$$W_H = Fs = (200 \text{ N}) \times (10 \text{ m}) = 2000 \text{ J}$$

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৪৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$\text{উত্তর} : 15.47 \text{ HP}$$

সমস্যা ৭। একটি বিজ্ঞাপনে দাবি করা হলো যে, একটি  $1200 \text{ kg}$  ভরের গাড়ি স্থির অবস্থা থেকে  $8 \text{ s}-এ 25 \text{ m s}^{-1}$  বেগ অর্জন করতে পারে। এই তুরণ প্রদানের জন্য গাড়িটির ইঞ্জিনকে গড়ে কত ক্ষমতা প্রয়োগ করতে হবে? ঘর্ষণজনিত ক্ষয় উপেক্ষা কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৭। একটি বস্তু সরল পথে  $(3, 2, -1)$  থেকে  $(2, -1, 4)$  বিন্দুতে গেল। এর উপর ক্রিয়াশীল বলক্ষেত্রে  $\vec{F} = 4\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$ । কাজ নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\text{কৃতকাজ, } W = FS$$

$$= (4\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}) \text{ N} \cdot (-\hat{i} - 3\hat{j} + 5\hat{k}) \text{ m}$$

$$= (-4 + 9 + 10) \text{ J}$$

$$= 15 \text{ J}$$

নির্ণেয় কাজ  $15 \text{ J}$ ।

এখানে, সরণ,  $S = (2 - 3)\hat{i}$

$$+ (-1 - 2)\hat{j} + (4 + 1)\hat{k}$$

$$\text{বল, } F = 4\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$$

কৃতকাজ,  $W = ?$

সমস্যা ৮। একটি বন্দুকের স্প্রিংয়ের বল ধ্রুবক  $1.8 \times 10^4 \text{ N m}^{-1}$ । যখন লোড করা হয় তখন তা  $1.2 \text{ cm}$  সংকুচিত হয়। (ক) লোড অবস্থায় স্প্রিংয়ের বিভবশক্তি নির্ণয় কর। (খ) যখন স্প্রিংটিকে মুক্ত করা হয় তখন গতিশক্তি গুলির গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয়। গুলির ভর  $0.36 \text{ g}$  হলে নির্গমনের সময় এর বেগ কত হবে নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

(ক) স্প্রিংয়ের বিভব শক্তি

$$U = \frac{1}{2} kx^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 1.8 \times 10^4 \text{ N m}^{-1}$$

$$\times (.012 \text{ m})^2$$

$$= 1.3 \text{ J}$$

সুতরাং বিভবশক্তি  $1.3 \text{ J}$

(খ) আবার, গতিশক্তি,  $E_k = \frac{1}{2} mv^2$

এখানে, স্প্রিং এর বিভবশক্তি = গতিশক্তি

$$\text{অর্থাৎ } 1.3 \text{ J} = \frac{1}{2} mv^2$$

$$\text{বা, } v = \sqrt{\frac{1.3 \text{ J} \times 2}{0.36 \times 10^{-3} \text{ kg}}} = 85 \text{ m s}^{-1}$$

নির্গমনের সময় গুলির বেগ  $85 \text{ m s}^{-1}$ ।

সমস্যা ৯।  $10 \text{ kg}$  ভরের একটি স্থির বস্তুর ওপর একটি স্থির মানের বল প্রয়োগ করায় সরণ  $5 \text{ s}-এ 50 \text{ m}$  হলো। কৃতকাজ নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, বস্তুর ভর,  $m = 10 \text{ kg}$

$$\text{সরণ, } s = 50 \text{ m}$$

$$\text{সময়, } t = 5 \text{ s}$$

$$\text{কৃতকাজ, } W = ?$$

$$\text{আন্দোলন, } v_0 = 0 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{আমরা জানি, } s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$\text{বা, } a = \frac{2(s - v_0 t)}{t^2} = \frac{2(50 \text{ m} - 0 \times 5 \text{ s})}{(5 \text{ s})^2} = 4 \text{ m s}^{-2}$$

প্রযুক্ত বল,  $F = ma = 10 \text{ kg} \times 4 \text{ m s}^{-2} = 40 \text{ N}$

কৃতকাজ,  $W = Fs = 40 \text{ N} \times 50 \text{ m} = 2000 \text{ J}$ .

সমস্যা ১০। একটি কাঠের ব্লককে অনুভূমিকের সাথে  $30^\circ$  কোণে  $40\text{ N}$  বল প্রয়োগে উপরের দিয়ে টানা হচ্ছে। ঘর্ষণজনিত বল  $8\text{ N}$ । ব্লকটির সরণ  $5\text{ m}$  সরণ হলে, (ক) প্রযুক্ত বল দ্বারা কৃতকাজ (খ) ঘর্ষণ বল দ্বারা কৃত কাজ ও (গ) নেট বল দ্বারা কৃতকাজ নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\text{কৃতকাজ}, W = FS \cos \theta$$

$$(ক) \text{ প্রযুক্ত বল দ্বারা কৃতকাজ } W_1 = \text{হলে, } W_1 = F_1 S \cos \theta = 40\text{ N} \times 5\text{ m} = 200\text{ J}$$

$$(খ) \text{ ঘর্ষণ বল দ্বারা কৃতকাজ } W_2 = -F_2 S = -8\text{ N} \times 5\text{ m} = -40\text{ J}$$

$$(গ) \text{ নেট কাজ, } W = W_1 + W_2 = 200\text{ J} - 40\text{ J} = 160\text{ J}$$

সমস্যা ১১। একটি পাম্প দ্বারা  $1000\text{ litters}$  পানি  $40\text{ m}$  উপরে একটি ট্যাঙ্কে তুলতে কত শক্তি ব্যয় হবে? এক ঘন সে. মি. পানির ভর  $0.9985\text{ g}$  এবং  $1000\text{ litters}$  সেটিমিটারে এক লিটার।

সমাধান : আমরা জানি, কৃতকাজ,

$$W = mgh \\ = 998.5\text{ kg} \times 9.8\text{ m s}^{-2} \times 40\text{ m} \\ = 391412\text{ J}$$

$$\text{সূতরাং } 391412\text{ J শক্তি ব্যয় হবে।}$$

সমস্যা ১২। একটি স্থিরের বল ধ্রুবক  $1200\text{ Nm}^{-1}$ । এর মুক্তি প্রাপ্তে  $2\text{ kg}$  ভরের একটি ব্লক সংযুক্ত আছে। স্থিরটি  $0.2\text{ m}$  প্রসারিত করে ছেড়ে দেওয়া হলো। ঘর্ষণ বল উপেক্ষা করে নির্ণয় কর।

(ক) ব্যবস্থাটির আদি বিভব শক্তি, (খ) সাম্যাবস্থানে ব্লকটির দূর্তি।

সমাধান : এখানে, স্থির ধ্রুবক,  $k = 1200\text{ Nm}^{-1}$

ভর,  $m = 2\text{ kg}$ ; প্রসারণ,  $x = 0.2\text{ m}$

(ক) আদি বিভব শক্তি  $U = ?$ ; (খ) দূর্তি,  $v = ?$

আমরা জানি, (ক) বিভব শক্তি,

$$U = \frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} \times 1200\text{ Nm}^{-1} \times (0.2\text{ m})^2 = 24\text{ J}$$

সূতরাং আদি অবস্থার বিভব শক্তি  $24\text{ J}$ ।

(খ) আবার,  $W = \frac{1}{2} mv^2$

$$\text{বা, } 24\text{ J} = \frac{1}{2} \times 2\text{ kg} \times v^2$$

$$\text{বা, } v = \sqrt{\frac{24 \times 2\text{ m s}^{-1}}{2}} = 4.899\text{ m s}^{-1}$$

অতএব, সাম্যাবস্থায় ব্লকটির দূর্তি  $4.899\text{ m s}^{-1}$ ।

সমস্যা ১৩।  $2.5\text{ kg}$  ভরের একটি বস্তু  $54\text{ km h}^{-1}$  বেগে চলতে থাকলে এর গতিশক্তি কত হবে নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 281.25 J]

সমস্যা ১৪। দালানের ছাদের সাথে লাগানো  $15\text{ m}$  দীর্ঘ একটি মই অনুভূমিকের সাথে  $45^\circ$  কোণে আছে।  $75\text{ kg}$  ভরের এক ব্যক্তি  $25\text{ kg}$  ভরের একটি বোঝা নিয়ে যাই বেয়ে  $10\text{ s}$  সময়ে ছাদে উঠে। লোকটি কর্তৃক কৃতকাজ নির্ণয় কর। এ সময়ে লোকটির গড় ক্ষমতা কত ছিল?

সমাধান : এখানে, মইয়ের দৈর্ঘ্য,  $x = 15\text{ m}$

$$\text{অনুভূমিকের সাথে কোণ, } \theta = 45^\circ$$

$$\text{মোট ভর, } m = (75\text{ kg} + 25\text{ kg}) = 100\text{ kg}$$

$$\text{কৃতকাজ, } W = ?; \text{ সময়, } t = 10\text{ s}; \text{ ক্ষমতা, } P = ?$$

আমরা জানি,  $W = mgh$

তাহলে,  $h = x \sin \theta$

$$\text{বা, } h = (15\text{ m}) \sin 45^\circ = 10.61\text{ m}$$

$$W = (100\text{ kg}) \times (9.8\text{ m s}^{-2}) \times (10.61\text{ m}) = 10394.47\text{ J}$$

$$\text{ক্ষমতা, } P = \frac{W}{t} = \frac{10394.47\text{ J}}{10\text{ s}} = 1039.47\text{ W.}$$

## ১৪ সুজনশীল পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র



একাদশ-দ্বাদশ শ্রেণি

সমস্যা ১৫। একটি রাইফেলের গুলি নির্দিষ্ট পুরুষের দূর্তি তত্ত্ব ভেদ করতে পারে। গুলির বেগ তিনগুণ করা হলে ঐরূপ কতটি তত্ত্ব ভেদ করতে পারবে?

সমাধান : গোলাম হোসেন, নাপির উদ্দিন ও রবিউল স্যারের বইয়ের স্যারের তৃতীয় গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 18টি]

সমস্যা ১৬। একটি রাইফেলের গুলি নির্দিষ্ট পুরুষের একটি কাঠের ব্লক ভেদ করতে পারে। গুলির বেগ অর্ধেক করা হলে এর কত অংশ ভেদ করতে পারবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 0.25 অংশ]

সমস্যা ১৭।  $2\text{ kg}$  ভরের একটি পাথর  $20\text{ m}$  উচু থেকে ছেড়ে দেওয়া হলো। ভূপৃষ্ঠকে পূর্ব মুহূর্তে এর গতিশক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ১৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 392 J]

সমস্যা ১৮। একটি ইটের উচ্চতা  $7.5\text{ cm}$  এবং ভর  $2.5\text{ kg}$ ।  $10\text{টি}$  ইটকে পরপর সাজিয়ে একটি স্তুতি তৈরি করতে কত শক্তি ব্যয় হবে?

সমাধান :  $n$  সংখ্যক ইট প্রত্যেকের ভর  $m$  এবং উচ্চতা  $h$  হলে, পরপর সাজিয়ে স্তুতি বানাতে কৃতকাজ,

$$W = 0 + mgh + mg.2h + mg.3h + \dots + mg(n-1)h$$

$$= mg [h + 2h + 3h + \dots + (n-1)h]$$

$$= mg \frac{n(n-1)}{2} h = mg(n-1) \times \frac{nh}{2}$$

এখানে, ইটের ভর,  $m = 2.5\text{ kg}$  এবং উচ্চতা,  $h = 7.5\text{ cm} = 0.075\text{ m}$  ইটের সংখ্যা,  $n = 10$

$$\therefore \text{মোট কৃতকাজ, } W = 2.5\text{ kg} \times 9.8\text{ m s}^{-2} \times (10-1) \times \frac{10 \times 0.075\text{ m}}{2} \\ = 82.69\text{ J.}$$

সমস্যা ১৯।  $2\text{ kg}$  ভরের একটি বস্তুকে  $30\text{ m s}^{-1}$  বেগে অনুভূমিকের সাথে  $60^\circ$  কোণে উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো।  $2\text{ s}$  পরে এর গতিশক্তি ও মহাকর্ষ বিভব শক্তি কত হবে নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, বস্তুর ভর,  $m = 2\text{ kg}$ ; বেগ,  $u = 30\text{ m s}^{-1}$

অনুভূমিকের সাথে উপর কোণ,  $\theta = 60^\circ$

সময়,  $t = 2\text{ s}$

আমরা জানি,  $2\text{ s}$  পরে বেগের অনুভূমিক উপাংশ,

$$v_x = u \cos \theta = (30\text{ m s}^{-1}) \cos 60^\circ = 15\text{ m s}^{-1}$$

আবার, বেগের উল্লম্ব উপাংশ,  $v_y = u \sin \theta - gt$

$$= (30\text{ m s}^{-1}) \sin 60^\circ - 9.8\text{ m s}^{-2} \times 2\text{ s} \\ = 6.30\text{ m s}^{-1}$$

বেগ,  $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{(15)^2 + (6.38)^2\text{ m s}^{-2}} = 16.3\text{ m s}^{-1}$

$$\therefore \text{গতিশক্তি, } K = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \times 2\text{ kg} \times (16.3\text{ m s}^{-1})^2 = 265.715\text{ J}$$

আবার,  $2\text{ s}$  পর ভূমি থেকে উচ্চতা,

$$y = u \sin \theta t - \frac{1}{2} gt^2$$

$$= (30\text{ m s}^{-1}) \times \sin 60^\circ \times 2\text{ sec} - \frac{1}{2} \times (9.8\text{ m s}^{-2}) \times (2\text{ s})^2 \\ = 32.36\text{ m}$$

$$\therefore \text{মহাকর্ষীয় বিভব শক্তি} = mgh = 2\text{ kg} \times 9.8\text{ m s}^{-2} \times 32.36\text{ m} \\ = 634.29\text{ J.}$$

সমস্যা ২০।  $1000\text{ kg}$  ভরের একটি গাড়ি অনুভূমিক রাস্তা বরাবর  $10\text{ m s}^{-1}$  ধূব বেগে চলছে। রাস্তার ঘর্ষণজনিত বল  $400\text{ N}$  হলে গাড়ির ইঞ্জিনের ক্ষমতা কত? ইঞ্জিনের ক্ষমতা  $6000\text{ W}$  হলে গাড়িটি কত দূরতিতে চলত?

সমাধান : এখানে, রাস্তার ঘর্ষণজনিত বল,  $F = 400\text{ N}$

গাড়ির বেগ,  $v = 10\text{ m s}^{-1}$

ইঞ্জিনের ক্ষমতা,  $P = ?$

## পঞ্চম অধ্যায় কাজ, শক্তি ও ক্ষমতা

আমরা জানি,  $P = Fv$

$$\text{বা, } P = (400 \text{ N}) \times (10 \text{ m s}^{-1}) = 4000 \text{ W}$$

আবার, ইঞ্জিনের ক্ষমতা,  $P_1 = 6000 \text{ W}$

গাড়ির দূর্তি,  $v_1 = ?$

আমরা জানি,  $P_1 = Fv_1$

$$\text{বা, } v_1 = \frac{P_1}{F} = \frac{6000 \text{ W}}{400 \text{ N}} = 15 \text{ m s}^{-1}$$

সমস্যা ২১। একটি স্থিতকে স্বাভাবিক অবস্থা থেকে  $10 \text{ cm}$  প্রসারিত করতে  $500 \text{ N}$  বল প্রয়োজন। স্থিতিকে  $20 \text{ cm}$  প্রসারিত করতে কৃতকাজের পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে,  $1\text{m ক্ষেত্রে, স্থিতিকে প্রসারণ, } x = 10 \text{ cm}$

$$\text{বল, } F = 500 \text{ N} = 0.1 \text{ m; প্রিং ধ্বনি, } k = ?$$

হিতীয় ক্ষেত্রে, প্রসারণ,  $x = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$

$$\text{কৃতকাজ, } W = ?$$

আমরা জানি,  $F = kx$

$$\text{বা, } k = \frac{F}{x} = \frac{500 \text{ N}}{0.1 \text{ m}} = 5000 \text{ N m}^{-1}$$

$$\text{কৃত কাজ, } W = \frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} \times 5000 \times (0.2)^2 = 100 \text{ J}$$

সমস্যা ২২। একটি ইঞ্জিন প্রতি ঘণ্টায়  $37300 \text{ kg}$  পানি  $18 \text{ m}$  উপরে উঠিত পারে। ইঞ্জিনের ক্ষমতা নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি, ক্ষমতা,

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

$$= \frac{37300 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 18 \text{ m}}{3600 \text{ s}}$$

$$= 1827.7 \text{ W}$$

সুতরাং পাম্পের প্রয়োজনীয় ক্ষমতা  $1827.7 \text{ W}$ .

এখানে, ভর,  $m = 37300 \text{ kg}$

উচ্চতা,  $h = 18 \text{ m}$

সময়,  $t = 1 \text{ ঘণ্টা} = 3600 \text{ s}$

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

ক্ষমতা,  $P = ?$

সুতরাং মোটরের ক্ষমতা  $1827.7 \text{ W}$ .

সমস্যা ২৪। একটি কুয়া থেকে ইঞ্জিনের সাহায্যে প্রতি মিনিটে  $1000 \text{ kg}$  পানি  $10 \text{ m}$  গড় উচ্চতায় উঠানো হয়। যদি ইঞ্জিনের ক্ষমতা  $40\%$  নষ্ট হয়, তাহলে এর অশক্তমতা নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $3.65 \text{ HP}$ ]

সমস্যা ২৬। একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা  $7.2 \text{ m}$  ও ব্যাস  $4 \text{ m}$ ।  $31.4$  মিনিটে কুয়াটিকে পানি শূন্য করতে পারে এবং একটি বৈদ্যুতিক পাম্পের ক্ষমতা নির্ণয় কর।

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৪৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $1693.44 \text{ W}$ ]

সমস্যা ২৭।  $25 \text{ m}$  উচ্চতা হতে  $4 \text{ kg}$  ভর মুক্তভাবে অভিকর্ষের টানে পড়তে থাকলে  $2 \text{ s}$  পরে ভরটির গতিশক্তি ও বিভব শক্তি কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $768.32 \text{ J}, 211.68 \text{ J}$ ]

সমস্যা ২৮। একটি মোটর দ্বারা একটি কুয়া থেকে প্রতি মিনিটে  $1200 \text{ kg}$  পানি  $100 \text{ m}$  গড় উচ্চতায় উঠানো হয়। মোটরের ক্ষমতা ওয়াট, কিলোওয়াট ও অশক্তমতায় নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি, ক্ষমতা,

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

$$= \frac{1200 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 100 \text{ m}}{60 \text{ s}}$$

$$= 19600 \text{ W} = 19.6 \text{ kW}$$

$$= \frac{19600}{746} \text{ HP}$$

$$= 26.27 \text{ HP}$$

এখানে,  
পানির ভর,  $m = 1200 \text{ kg}$   
উচ্চতা,  $h = 100 \text{ m}$   
সময়,  $t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$   
অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$   
মোট ক্ষমতা  $P = ?$

সুতরাং মোটরের ক্ষমতা  $19600 \text{ W}$  বা  $19.6 \text{ kW}$  বা  $26.27 \text{ HP}$ ।

## ৩. ড. তফাজ্জল হোসেন, মহিউদ্দিন, নীলুফার, হুমায়ুন ও আতিকুর স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ১।  $55 \text{ kg}$  ভরের এক ব্যক্তি  $3$  সেকেন্ডে  $3$  meter উচু একটি সিডি বেঁয়ে উপরে উঠে। ব্যক্তির ক্ষমতা কত?

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৪০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $539 \text{ W}$ ]

সমস্যা ২।  $50 \text{ kg}$  ভরের এক ব্যক্তি  $20 \text{ kg}$  ভর মাথায় নিয়ে সিডি বেঁয়ে  $10 \text{ sec}$  এ  $20 \text{ m}$  উচুতে উঠতে পারে। লোকটির ক্ষমতা বের কর।

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৪০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $1372 \text{ W}$ ]

সমস্যা ৩। দালানের ছাদের সাথে লাগানো  $10 \text{ m}$  দীর্ঘ একটি মই অনুভূমিকের সাথে  $30^\circ$  কোণে আছে।  $80 \text{ kg}$  ভরের এক ব্যক্তি একটি  $10 \text{ kg}$  ভরের বোঝাসহ মই বেঁয়ে  $10 \text{ sec}$  সময়ে ছাদে উঠে। লোকটির কাজ ও ক্ষমতা নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $4410 \text{ J}, 441 \text{ W}$ ]

সমস্যা ৪।  $250 \text{ kg}$  ভরের একটি বোঝা একটি ক্রেনের সাহায্যে  $0.1 \text{ m/s}$  ধূব বেঁগে উঠানো হলো। ক্রেনের কত ক্ষমতা ব্যয় হয়?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৫। একটি রাইফেলের গুলি একটি তত্ত্বাকে ঠিক ভেদ করতে পারে। যদি গুলির বেগ তিন গুণ করা হয়, তবে অনুরূপ কয়টি তত্ত্বাকে ভেদ করতে পারবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান অনুরূপ। [উত্তর : ৭টি]

সমস্যা ৬।  $1 \text{ kg}$  ভরের বস্তুকে  $20 \text{ m}$  উচ্চতা থেকে ছেড়ে দেওয়া হলে ত্বপৃষ্ঠকে স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে এর গতিশক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ২৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $196 \text{ J}$ ]

সমস্যা ৭।  $1 \text{ m}$  meter উচু কোনো স্থান থেকে একটি বস্তু অভিকর্ষের টানে নিচে পড়ে। বিনা বাধায় পড়তে থাকলে কোথায় এর গতিশক্তি বিভব শক্তির সমান হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৮।  $200 \text{ gm}$  ভরের একটি বস্তু কত উপর থেকে নিচে পড়লে ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে এর গতিশক্তি  $19.6 \text{ J}$  জুল হবে।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১২।  $100 \text{ g}$  ভরের একটি বস্তু  $10 \text{ m}$  উপর থেকে নিচে পড়ে। ত্বপৃষ্ঠকে স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে এর গতিশক্তি কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৩।  $1.5 \text{ kg}$  ভরের একটি বস্তুকে  $30 \text{ m/s}$  বেগে উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো।  $2 \text{ sec}$  পর এর গতিশক্তি কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৪।  $3 \text{ kg}$  ভরের একটি বস্তু  $30 \text{ m/s}$  বেগে গতীয় আছে। ধেমে ধাবা পূর্ব মুহূর্ত পর্যবেক্ষণ বলের বিবৃত্তি বস্তুটিকে কী পরিমাণ কাজ করতে হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $1350 \text{ J}$ ]



সমস্যা ১৫। একটি মোটর দ্বারা একটি কুয়া থেকে প্রতি মিনিটে 1200 kg পানি 100 m গড় উচ্চতায় উঠানো হয়। মোটরের ক্ষমতা ওয়াট, কিলোওয়াট ও অশক্তমতায় নির্ণয় কর।

সমাধান : গোলাম হোসেন, নাসির ও বিভিন্ন স্যারের ২৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৬। একটি সরল দোলকের বেবের ডর 100 g ও কার্যকর দৈর্ঘ্য 1 m। ববটিকে এমনভাবে ধরা হলো যাতে দোলকের সূতা অনুভূমিক থাকে। এ অবস্থা থেকে ববটিকে ছেড়ে দেওয়া হলো। দোলকের সূতা যখন উল্লম্ব রেখার সাথে ৬০° কোণ তৈরি করে তখন এর গতিশক্তির মান কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 0.49 J]

সমস্যা ২২। একটি কুয়া থেকে ইঞ্জিনের সাহায্যে প্রতি মিনিটে 1500 kg পানি 100 m গড় উচ্চতায় উত্তোলন করা হয়। যদি ইঞ্জিনের কার্যকর ক্ষমতা 70% হয়, তাহলে এর অশক্তমতা কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 46.92 HP]

সমস্যা ২৩। একটি কুয়া থেকে ইঞ্জিনের সাহায্যে প্রতি মিনিটে 1000 kg পানি 10 m গড় উচ্চতায় উঠানো হয়। যদি ইঞ্জিনের ক্ষমতা 40% নষ্ট হয়, তাহলে এর অশক্তমতা নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 3.649 HP]



## NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের অনুশীলনমূলক কাজের পূর্ণাঙ্গ সমাধান

গ্রিয় শিক্ষার্থী, NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহে অনুশীলনমূলক কাজ (একক ও দলগত) দেওয়া আছে। কাজগুলোর পূর্ণাঙ্গ সমাধান পাঠ্যবইয়ের পৃষ্ঠা নম্বর উল্লেখ করে নিচে প্রদত্ত হলো। তোমরা এ কাজগুলো একক বা দলগতভাবে সম্পাদন করে মূল্যায়নের জন্য শ্রেণি শিক্ষকের নিকট জমা দিবে।

কাজ ১। সমতল রাস্তায় একটি গাড়ি সমবেগে ছুটছে। গাড়ির ইঞ্জিন কোন কাজ করছে কি? <sup>১</sup> শামসুর রহমান ও জাকারিয়া স্যার; পৃষ্ঠা ২৬২-এর কাজ সমাধান : সমতল রাস্তায় একটি গাড়ি সমবেগে ছুটছে। ফলে গাড়িটির ইঞ্জিন কাজ করছে। কারণ গাড়ির ইঞ্জিনের বেগ গাড়িটিকে বল প্রয়োগ করতে সাহায্য করছে ফলে গাড়ির সরণ হচ্ছে। সংজ্ঞানসূরে বল প্রয়োগের ফলে যদি বস্তুর সরণ হয় তবে স্টোকে পদার্থবিজ্ঞানের ভাষায় কাজ বলে অভিহিত করা হয়। তবে গাড়ির ইঞ্জিন কাজ করছে।

কাজ ২। একজন ভার উত্তোলনকারী একটি ওজন মাথায় নিয়ে দাঁড়িয়ে আছে তার কাজ কী প্রকৃতির?

<sup>১</sup> শামসুর রহমান ও জাকারিয়া স্যার; পৃষ্ঠা ২৬২-এর কাজ

সমাধান : একজন ভার উত্তোলনকারী একটি ওজন মাথায় নিয়ে দাঁড়িয়ে থাকলে বস্তুটি বা ভারটি উত্তোলনকারীর মাথায় অভিকর্ষজ হৃতরেণের প্রভাবে যে পরিমাণ বল প্রয়োগ করে উত্তোলনকারীও সমপরিমাণ বল ভারের উপর প্রয়োগ করে কিন্তু তাতে বস্তুর কোনো সরণ হবে না ফলে পদার্থবিজ্ঞানের ভাষায় এটিকে কাজ বলা যাবে না।

কাজ ৩। 70 kg ভরের এক ব্যক্তি 20 kg ভরের একটি বোঝা নিয়ে 4 m দীর্ঘ একটি সিঁড়ি বেয়ে 20 s-এ নিচে নামল। যদি সিঁড়িটি দেওয়ালের সাথে 60° কোণে থাকে। তবে ঐ ব্যক্তি কত কাজ করল?

<sup>১</sup> শামসুর রহমান ও জাকারিয়া স্যার; পৃষ্ঠা ২৬২-এর কাজ

সমাধান : আমরা জানি,

$$W = FS \cos \theta$$

$$\text{কিন্তু, } F = mg = 90 \text{ m} \times 9.8 \text{ m s}^{-2}$$

$$[\because g = 9.8 \text{ m s}^{-2}]$$

$$= 882 \text{ N}$$

$$\therefore W = 882 \times 4 \times \cos 60^\circ$$

$$= 3528 \times \frac{1}{2} = 1764 \text{ J}$$

$$\therefore \text{ঐ ব্যক্তি দ্বারা কাজের পরিমাণ } 1764 \text{ J।}$$

কাজ ৪। তোমরা তিন বন্ধু একসঙ্গে নদীতে গেলে। তৃতীয় একই সাঁতার জানো কিন্তু অন্য বন্ধুরা সাঁতার জানে না। তৃতীয় স্নোতের বিবুল্মে সাঁতার কেটে তীরে থাকা বন্ধুদের সাপেক্ষে স্থির আছ। তৃতীয় কী কাজ সম্পর্ক করলে?

<sup>১</sup> শামসুর রহমান ও জাকারিয়া স্যার; পৃষ্ঠা ২৬২-এর কাজ

সমাধান : আমি কোনো কাজ করিনি। কারণ আমি স্নোতের প্রতিকূলে সাঁতার কেটে আমার বন্ধুদের সাপেক্ষে স্থির থাকায় আমার বেগ = স্নোতের বেগ। ফলে কোনো সরণ হয়নি অর্থাৎ কাজ  $W = 0$ .

কাজ ৫। কোনো বস্তুর ওপর 0.01 kg-wt বল প্রয়োগে বলের অভিমুখে বস্তুর 3 m সরণ হয়। কৃতকাজের মান বের কর।

<sup>১</sup> শামসুর রহমান ও জাকারিয়া স্যার; পৃষ্ঠা ২৬৬-এর কাজ

সমাধান : আমরা জানি,

$$W = FS$$

$$= 0.098 \text{ N} \times 3 \text{ m}$$

$$= 0.294 \text{ J}$$

$$[\because 1 \text{ kg-wt} = 9.8 \text{ N}]$$

$$= 0.098 \text{ N}$$

$$\text{সরণ, } S = 3 \text{ m}$$

$$\text{কাজ, } W = ?$$

কাজ ৬। একটি স্প্রিং-এর দু'পাণ্ঠে চেপে সংকুচিত কর এবং ঐ অবস্থায় একে এসিডে ডুবাও। এসিডে স্প্রিং গলে গলে। স্প্রিং-এর স্থিতিশক্তির কী হলো?

<sup>১</sup> শামসুর রহমান ও জাকারিয়া স্যার; পৃষ্ঠা ২৭০-এর কাজ

সমাধান : একটি স্প্রিংকে সংকুচিত করলে যে স্থিতিশক্তির সঞ্চয় হয়েছিল তা এসিডে ডুবানোর ফলে যখন স্প্রিংটি গলে যায় তখন তাপশক্তিতে বৃপ্তিরিত হয়। ফলে স্বাভাবিকভাবে স্প্রিংকে এসিডে গলালে যে পরিমাণ তাপশক্তি উৎপন্ন হবে স্প্রিংটিকে সংকুচিত করে এসিডে ডুবালে তার চেয়ে বেশি পরিমাণে তাপ উৎপন্ন হবে।

কাজ ৭। একটি স্প্রিংকে স্বাভাবিক অবস্থা থেকে 10 cm প্রসারিত করতে 30 N বল প্রয়োজন হয়। স্প্রিংটির কত সরণে কাজ 0.96 J হবে?

<sup>১</sup> শামসুর রহমান ও জাকারিয়া স্যার; পৃষ্ঠা ২৭১-এর কাজ

সমাধান : আমরা জানি,

$$F = kx_1$$

$$\text{বা, } k = \frac{F}{x_1}$$

$$= \frac{30}{0.10}$$

$$= 300 \text{ Nm}^{-1}$$

$$\text{আবার কাজ, } W = \frac{1}{2} kx_2^2$$

$$\text{বা, } 0.96 \text{ J} = \frac{1}{2} \times 300 \text{ Nm}^{-1} \times x_2^2$$

$$\text{বা, } x_2^2 = 0.0064 \text{ m}^2$$

$$\text{বা, } x_2 = 0.08 \text{ m} = 8 \text{ cm}$$

$$\therefore \text{সরণ } 8 \text{ cm।}$$

$$\text{এখনে,}$$

$$\text{বল, } F = 30 \text{ N}$$

$$x_1 = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$$

$$x_2 = ?$$

$$W = 0.96 \text{ J}$$