Question Type-01: কৃতকাজ নির্ণয়

➲ **Formula & Concept:**

♦ কাজ বের করার সূত্রসমূহ:

➢ $W = \vec{F}.\vec{x}$; [ধ্রুব বল দ্বারা কৃত কাজ]

➢ $W = Fx$; [যেখানে বল ও সরণ একই দিকে এবং x = যে সরণ জুড়ে F বল প্রযুক্ত হয়েছে]

➢ $W = \int \vec{F}.d\vec{x}$; [পরিবর্তনশীল বল দ্বারা কৃত কাজ]

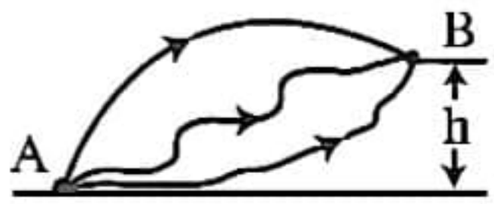
➢ কৌণিক কাজ: $dW = \tau.d\theta \therefore W = \int_{\theta_i}^{\theta_f} \tau.d\theta$

♦ ধ্রুব বল দ্বারা কাজ: ধ্রুব বল দ্বারা কৃত কাজের সমীকরণ, $W = Fs\cos\theta$।
যেখানে, W = কৃত কাজ, F = প্রয়োগকৃত বল এবং $s\cos\theta$ = বলের দিকে সরণের উপাংশ।

♦ অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কৃতকাজ: অভিকর্ষীয় বলের বিরুদ্ধে কাজ, $W = mgh$। এখানে m = বস্তুর ভর; g = অভিকর্ষজ ত্বরণ এবং h = ভরকেন্দ্রের উল্লম্ব সরণ।

লক্ষণীয়ঃ অভিকর্ষ বল একটি সংরক্ষণশীল বল। তাই কৃতকাজ বস্তুর পথের উপর নির্ভরশীল নয়। কাজ/বিভবশক্তির পরিবর্তন হিসেব করতে শুধু উচ্চতার পরিবর্তন (h) হিসেব করতে হয়।

চিত্রে, A হতে B বিন্দুতে যে পথেই যাওয়া হোক, $W = mgh$
সংরক্ষণশীল বলের ক্ষেত্রে, স্থিতিশক্তি + গতিশক্তি = ধ্রুবক।



---

01. A total of 100 J of energy is supplied to a machine. The machine is then capable of displacing a 30N object to 1.5m. What is the approximate efficiency of the machine? **[IUT'18-19]**
(a) 45% (b) 20% (c) 30% (d) 15%
Solution: (a); $w_{out} = Fs = 30 \times 1.5 = 45$; $\eta = \frac{w_{out}}{w_{in}} \times 100 = \frac{45}{100} \times 100 = 45\%$

02. একটি কণার উপর $\vec{F} = (-2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k})$ নিউটন বল প্রয়োগের ফলে কণাটি $(3, -4, -2)$ বিন্দু থেকে $(-2,3,5)$ বিন্দুতে স্থানান্তরিত হয়। বল কর্তৃক সম্পাদিত কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। **[IUT'18-19, KUET'15-16]**
(a) 7J (b) 59.72J (c) 49J (d) 59J (e) 49N
সমাধান: (d); $\overrightarrow{\Delta r} = (-2\hat{i} + 3\hat{j} + 5\hat{k}) - (3\hat{i} - 4\hat{j} - 2\hat{k}) = -5\hat{i} + 7\hat{j} + 7\hat{k}$
$W = \vec{F}.\overrightarrow{\Delta r} = (-2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}).(-5\hat{i} + 7\hat{j} + 7\hat{k}) = 10 + 21 + 28 = 59J$

03. পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে 5km উপরে কিছু মেঘ ভেসে আছে। ঐ মেঘ বৃষ্টিরূপে নেমে এসে ভূ-পৃষ্ঠে 100 km^2 স্থানে 1mm গভীরতার পানি সৃষ্টি করতে পারে। উক্ত পানিকে আবার মেঘে পরিণত করতে কত কাজের প্রয়োজন? **[KUET'15-16]**
(a) 49×10^{11}J (b) 49×10^{8}J (c) 4.9×10^{11}ergs (d) 9.8×10^{11}nN (e) 10^{8}J
সমাধান: (a); পানির ভর, $= V\rho = Ah\rho = 1 \times 10^{8}$kg ; প্রয়োজনীয় কাজ, $W = mgh = 49 \times 10^{11}$J

04. The third floor of a house is 8.0m above the street level. How much work is needed to move a 150kg refrigerator to this third floor? **[IUT'14-15]**
(a) 9.5 kJ (b) 10.8 kJ (c) 11.8 kJ (d) 12.8 kJ
Solution: (c); $W = mgh = 150 \times 9.8 \times 8 = 11.76$ kJ

05. 10N বল প্রয়োগে একটি গাড়ীকে 100m সরাতে কত কাজ করতে হবে? বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ 60°. **[BUET'13-14]**
(a) 100 joule (b) 1000 joule (c) 500 joule (d) 50 joule
সমাধান: (c); $Fs\cos\alpha = W \therefore W = 500J$

06. একটি বালক তার খেলনার উপর $\vec{F} = (9\hat{i} - 2\hat{j} + 2\hat{k})$N বল প্রয়োগ করলে খেলনাটির সরণ $\vec{d} = (2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k})$m হয়। বালকটি দ্বারা সম্পাদিত কাজের পরিমাণ কত? **[RUET'13-14]**
(a) 18J (b) 9J (c) 6J (d) 12J (e) None
সমাধান: (d); $W = F.d = 9 \times 2 + (-2) \times 2 + 2 \times (-1) = 18 - 4 - 2 = 12J$.

07. বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণের মান কত হলে কাজের মান শূন্য হবে? **[Ans: b] [BUET'10-11]**

(a) 0 (b) 90° (c) 180° (d) 360° (e) 60°

08. 40 N ওজনের বস্তুকে মেঝে থেকে 3 m উঁচুতে 2 সেকেন্ড ধরে রাখতে কাজের পরিমাণ হবে- **[BUET'10-11]**

(a) 0 J (b) 40 J (c) 120 J (d) 240 J

সমাধান: (a); বস্তুর সরণ হয়নি। তাই কাজ 0 J.

09. There are some clouds in the sky 1.5 km from the earth surface. The cloud is converted to rain and deposited as water on the surface on earth of area 1×10^6 m^2 with a depth of 1 cm. Calculate the amount of work required to convert the rain from the cloud. **[IUT'10-11, BUTEX'00-01]**

(a) 15.7×10^5 J (b) 14.7×10^{19} J (c) 14.7×10^{10} J (d) 50 J

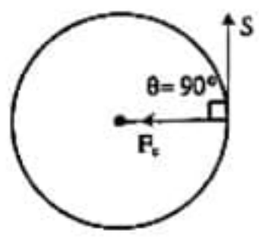
Solution: (c); $w = mgh = \rho Vgh = \rho Adgh = 1000 \times (10^6 \times 0.01) \times 9.8 \times 1.5 \times 10^3 = 14.7 \times 10^{10}$ J

10. কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকার্য কী? **[BUTEX'09-10]**

সমাধান: কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কোন কাজ হয় না।

কারণ, এখানে বল ও সরণ পরস্পর লম্ব।

$\theta = 90°$. ফলে, $W = Fs\cos 90° = 0$J



11. 25gm ভরের একটি বুলেট 100 cms^{-1} বেগে 15cm পুরু একটি কাঠের দেয়ালে প্রবেশ করে ও দেওয়াল ভেদ করে 75 cms^{-1} বেগে বেরিয়ে যায়। বুলেটের গড় বল কত? **[RUET'08-09, 07-08]**

সমাধান: এখানে, $m = 25mg = 0.025kg$

$v^2 = u^2 - 2as$; $a = \frac{u^2 - v^2}{2s} = \frac{(1)^2 - (0.75)^2}{2 \times 0.15} = 1.4583 ms^{-2}$ $\therefore F = ma = 0.0365N$

12. 2mm ব্যাসার্ধের একটি বৃষ্টির ফোঁটা 250m উচ্চতা থেকে মাটির উপর পড়ছে। বৃষ্টির ফোঁটার উপর অভিকর্ষীয় বল কতটা কাজ করবে? **[BUET'07-08]**

সমাধান: অভিকর্ষীয় বল দ্বারা কৃতকাজ, $W = mgh = \frac{4}{3} \times \pi \times r^3 \times \rho \times g \times h$

$= \frac{4}{3} \times (3.1416) \times (2 \times 10^{-3})^3 \times 10^3 \times 9.8 \times 250 = 0.0821$ J

13. একটি মার্বেল পাথর খণ্ডের উচ্চতা 4 ফুট এবং ভর 500 পাউন্ড। 22,500 ফুট পাউন্ড কাজ করতে কতটি মার্বেল পাথর খন্ড একটির উপর একটি রেখে মোট কত ফুট উঁচু একটি স্তম্ভে সাজাতে পারবে? **[CUET'05-06]**

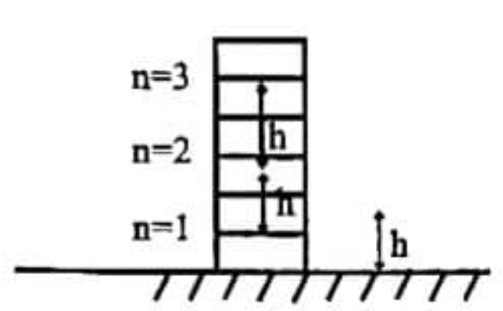
সমাধান: 1 ft-pound = 32 ft-poundal

$\therefore$ 22500 ft-pound $= 22500 \times 32 = 720000$ ft-poundal

$W = mgh \times \frac{n(n-1)}{2} \Rightarrow 720000 = 500 \times 32 \times 4 \times \frac{n(n-1)}{2}$

$\Rightarrow n^2 - n - 22.5 = 0 \therefore n = 5.27 \approx 5$

$\therefore$ স্তম্ভের উচ্চতা হবে $= 5 \times 4 = 20$ ft (Ans.)



মোট n সংখ্যক পাথর হলে

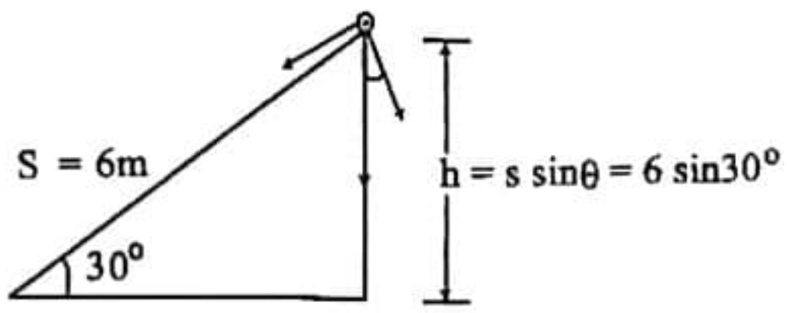
14. 70 kg ভরের এক ব্যক্তি 20 kg ভরের এক বোঝা নিয়ে 6 m দীর্ঘ একটি সিঁড়ি বেয়ে উপরে উঠলো। সিঁড়িটি আনুভূমিক তলের সাথে 30° কোণ করে থাকলে ঐ ব্যক্তি কত কাজ করলো নির্ণয় কর। **[RUET'04-05]**

সমাধান: এখানে, $m = 90$ kg, $s = 6$m, $\theta = 30°$, $w = ?$

আমরা জানি, $W = mgh$

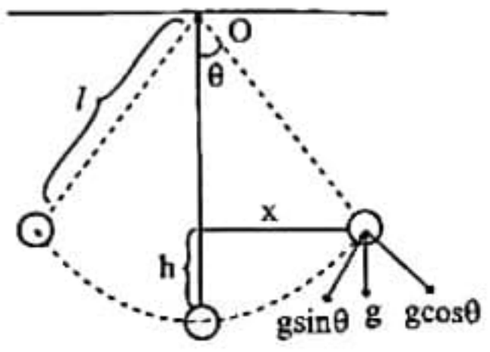
$= 90 \times 9.8 \times 6 \sin 30°$

$= 2646$ Joule. (Ans)



Question Type-02: সরল দোলক

➲ **Formula & Concept:**



♦ সরল দোলকের ক্ষেত্রে বিভবশক্তি, $E_p = mgh$

(i) $h = \ell(1-\cos\theta)$ (ii) $h = \ell - \sqrt{\ell^2 - x^2}$

$\Rightarrow \boxed{E_p = mg\left[l - \sqrt{l^2 - x^2}\right]} \Rightarrow E_p = mgl(1-\cos\theta)$

এখানে, ববের ভর $= m$, সরল দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য$= l$ এবং ববের আনুভূমিক সরণ$= x$

মুক্তভাবে দুলতে থাকা সরল দোলকের যে কোন দুইটি বিন্দুতে যান্ত্রিক শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি প্রযোজ্য।

অর্থাৎ, $E_{p_1} + E_{k_1} = E_{p_2} + E_{k_2} \Rightarrow mgl(1-\cos\theta_1) + \frac{1}{2}mv_1^2 = mgl(1-\cos\theta_2) + \frac{1}{2}mv_2^2$

➢ ববের সর্বোচ্চ গতিশক্তি, $\frac{1}{2}mv_{max}^2 = mgh$

01. এক মিটার দৈর্ঘ্যের একটি সরল দোলকের ববের ভর 200 গ্রাম। এটাকে 60° কোণে টেনে ছেড়ে দিয়ে মুক্তভাবে দুলতে দেওয়া হলো। ববের গতিশক্তি বের কর যখন (i) এটা সাম্যাবস্থা দিয়ে অতিক্রম করে (ii) সুতা লম্বের সাথে 30° কোণ করে ($g = 10ms^{-2}$)। **[RUET'18-19]**

সমাধান: (i) $\frac{1}{2}mv^2 = mgl(1\cos\theta) \Rightarrow v^2 = 2gl(1-\cos\theta) = 2gl\left(2\sin^2\frac{\theta}{2}\right)$

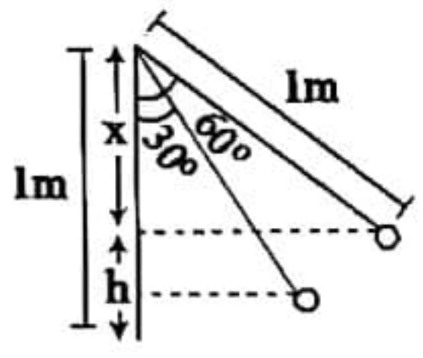
$\therefore v = 2\sqrt{gL}\sin\frac{\theta}{2} = 2\sqrt{10\times1}\sin30°$

$\therefore E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\times200\times10^{-3}\times\left(2\sqrt{10}\times\frac{1}{2}\right)^2$; $E_k = 1\,J$ (Ans.)

(ii) এক্ষেত্রে, $h' = l(1-\cos60°) - l(1-\cos30°) = l(\cos30° - \cos60°)$

$\therefore E_k = mgl(\cos30° - \cos60°) = 0.2\times10\times1\times\left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2}\right) = 0.732J$ (Ans.)

02. 1m কার্যকরী দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট একটি সরল দোলকের ববের ভর 300g, দোলকটিকে সাম্যাবস্থা থেকে 60° কোণে নিয়ে গিয়ে ছেড়ে দেওয়া হলো। ববটির গতিশক্তি বের কর যখন এটি সাম্যাবস্থা দিয়ে অতিক্রম করে এবং যখন সুতা সাম্যাবস্থার সাথে 30° কোণ উৎপন্ন করে। [$g = 10\ ms^{-2}$] **[RUET'18-19, 15-16]**



সমাধান: $m = 0.3kg$; $g = 10\ ms^{-2}$; $L = 1m$

$\therefore x = \cos60° = \frac{1}{2}m$ $\therefore h = 1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}m$ $\therefore mgh = \frac{1}{2}mv^2 + mg(1-\cos\alpha)$

সাম্যাবস্থানে $\alpha = 0°$ $\therefore$ গতিশক্তি $= \frac{1}{2}mv^2 = mgh = 0.3\times10\times\frac{1}{2} = 1.5J$ (Ans.)

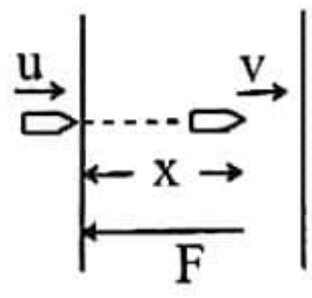
সাম্যাবস্থার সাথে 30° কোণে গতিশক্তি $= \frac{1}{2}mv^2 = mgh - mg(1-\cos30°)$

$= 1.5 - 0.3\times10(1-\cos30°) = 1.0981\,J$ (Ans.)

Question Type-03: গড় বাধাদানকারী বল

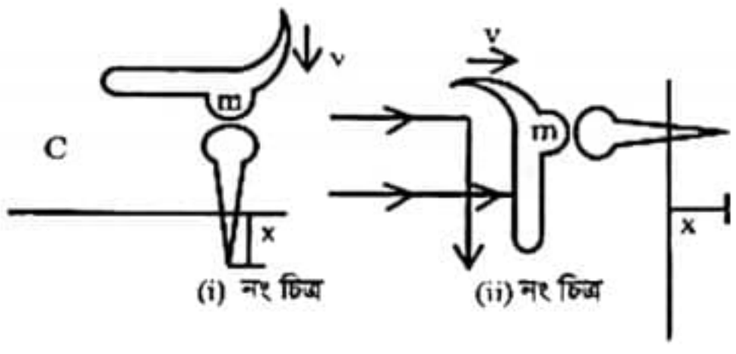
➲ **Formula & Concept:**

ধরি, বুলেটের উপর ধ্রুব বাধাদানকারী বল F বুলেটের গতির বিপরীতে কাজ করে। যদি কাঠের গুঁড়ি বা দেয়ালের ভিতর x সরণে বুলেটের বেগ u থেকে পরিবর্তিত হয়ে v হয় তবে কাজ শক্তি উপপাদ্য অনুসারে, $Fx = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2$



- হাতুড়ি-পেরেক সংক্রান্ত সমস্যাঃ
  - ➢ যখন হাতুড়ি উলম্বভাবে আঘাত করে চিত্র (i):

    m ভরের একটি হাতুড়ি দ্বারা কোন তলের উপর রক্ষিত একটি নগন্য ভরের পেরেককে v বেগে আঘাত করায় পেরেকটি দেয়ালে x দূরত্ব গভীরে প্রবেশ করলো। কৃত কাজ W হলে, $W = \frac{1}{2}mv^2 + mgx$ .... কিন্তু হাতুড়ির বেগ (v) না দিয়ে যদি হাতুড়ি স্থির অবস্থা হতে কত উচ্চতা (h) থেকে নেমে এসেছিল তা দেয়া থাকে তবে কৃত কাজ, $W = mg(h + x)$



  - ➢ যখন হাতুড়ি অনুভূমিক ভাবে আঘাত করে চিত্র (ii):

    এক্ষেত্রে কৃত কাজ, $W = \frac{1}{2}mv^2 = Fx$; [এখানে, F হল দেয়ালের বাধাদানকারী বল এবং আঘাত করার সময়ে বেগ (v) দেয়া থাকলে]

01. 8 kg ভরের একটি লোহার বল 10 m উপর থেকে বালিতে পড়ে 50 cm প্রবেশ করে থেমে যায়। লোহার বলটির উপর বালির গড় বাধা কত? **[CKRUET'21-22]**

(a) 47.04 N (b) 94.08 N (c) 1489.6 N (d) 1568 N (e) 1646.4 N

সমাধান: **(e)**; $Fx = mg(h + x) \Rightarrow F = mg\left(\frac{h}{x} + 1\right) = 8 \times 9.8\left(\frac{10}{0.5} + 1\right)N = 1646.4\ N$

02. A tennis ball coming with velocity, $v_1 = 16ms^{-1}$ is sent back by a racket in the opposite direction with velocity, $v_2 = 20ms^{-1}$. If the change of kinetic energy of the ball is $\Delta E = 9.25J$, then calculate the change of momentum of the ball. **[IUT'20-21]**

(a) $5.626\ kg\ ms^{-1}$ (b) $6.626\ kg\ ms^{-1}$ (c) $7.626\ kg\ ms^{-1}$ (d) $4.626\ kg\ ms^{-1}$

Solution: (d); $\frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2) = \Delta E \Rightarrow \frac{1}{2}m(20^2 - 16^2) = 9.25 \Rightarrow m = 0.12847\ kg$

$\therefore P = m\left(v_f - (-v_i)\right) = m\,(v_f + v_i) = 0.12847\,(16 + 20)\ kgms^{-1} = 4.625\ kgms^{-1}$

03. A ball of mass 0.2 kg is thrown vertically upwards by hand. If the hand moves 0.2 m which applying the force and the ball goes up to 2 m height further, find the magnitude of the force. Consider $g = 10ms^{-2}$.

(a) 22 N (b) 4 N (c) 16 N (d) 20 N **[IUT'19-20]**

Solution: (a); $Fx = mg(h + x) \Rightarrow F = \frac{mg(h+x)}{x} = \frac{0.2\times10\times(2+0.2)}{0.2}N = 22N$

04. A woodpecker is pecking a tree. Its head comes to a stop from an initial velocity of $0.600\ ms^{-1}$ at a distance of only 4.00 mm. What is the magnitude of acceleration? **[IUT'19-20]**

(a) $50.0\ ms^{-2}$ (b) $45.0\ ms^{-2}$ (c) $55.0\ ms^{-2}$ (d) $35.0\ ms^{-2}$

Solution: (b); $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2 = Fs \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2 = mas \therefore a = \frac{v^2-u^2}{2a} = \frac{0-(0.6)^2}{2\times0.004}ms^{-2} = 45\ ms^{-2}$

05. একটি বন্দুকের গুলি কোন দেয়ালের মধ্যে 0.05m প্রবেশ করার পর অর্ধেক বেগ হারায়। গুলিটি দেয়ালের মধ্যে আর কত দূর প্রবেশ করতে পারবে? **[KUET'17-18, BUET'05-06]**

(a) 1.67 cm (b) 0.02 m (c) 1.33 cm (d) 0.022 m (e) 1.52 cm

Solution: (a); $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2 = Fs \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2 = mas \Rightarrow \left(\frac{u}{2}\right)^2 = u^2 - 2as \Rightarrow \frac{3}{4}u^2 = 2as \Rightarrow a = \frac{3u^2}{4\times2s}$

$0 = \frac{u^2}{4} - 2 \times \frac{3u^2}{4\times2\times s} \times s' \Rightarrow s' \times 15 = \frac{1}{4} \Rightarrow s' = 0.0167\ m = 1.67\ cm$

06. M ভরের একটি বস্তুর গতিশক্তি E. এর ভরবেগ হলো- **[BUTEX'14-15]**

(a) $\sqrt{2ME}$ (b) 2ME (c) $\sqrt{\frac{ME}{2}}$ (d) $\frac{2E}{M}$

সমাধান: (a); $E = \frac{P^2}{2M} \Rightarrow P = \sqrt{2ME}$

07. $100ms^{-1}$ বেগে বন্দুকের একটি গুলি 2m পুরু দেয়াল ভেদ করে বেরিয়ে আসার সময় $50ms^{-1}$ বেগ প্রাপ্ত হয়। $100ms^{-1}$ বেগ সম্পন্ন গুলিকে সম্পূর্ণ থামাতে কত মিটার পুরু দেয়ালের প্রয়োজন হবে? **[CUET'10-11]**

(a) 2.67m (b) 1.33m (c) 0.667m (d) None of these

সমাধান: (a); $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2 = Fs \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2 = mas \Rightarrow v^2 = u^2 - 2as$

$\Rightarrow 50^2 = 100^2 - 2 \times a \times 2 \therefore a = 1875ms^{-1}$

ধরি, গুলিটিকে সম্পূর্ণ থামাতে xm পুরুত্ববিশিষ্ট দেয়াল প্রয়োজন। $\therefore 0^2 = 100^2 - 2 \times 1875 \times x \ \therefore x = 2.667m$

08. আনুভূমিক কাঠের উপর একটি পেরেক উল্লম্বভাবে রাখা আছে। 1kg ভরের একটি হাতুড়ি দ্বারা পেরেকটিকে খাড়া নিচের দিকে 4 ms^{-1} আঘাত করা হলো। পেরেকটি কাঠের মধ্যে 0.015 m ঢুকে গেলে গড় বাধাদানকারী বল নির্ণয় কর।

সমাধান: $\frac{1}{2}mv^2 = FS\cos\theta \Rightarrow F \times 0.015\cos0° = \frac{1}{2}\times1\times(4)^2 \Rightarrow F = 533.33\ N$ **[CKRUET'20-21, RUET'05-06]**

$\therefore$ বাধাদানকারী $R = Mg + F = 1\times9.8 + 533.33 = 543.13\ N$ (Ans.)

বিকল্প: $\frac{1}{2}mv^2 + mgh = F.h \Rightarrow F = \frac{\frac{1}{2}mv^2+mgh}{h}$

$\Rightarrow F = \frac{\frac{1}{2}\times1\times4^2+1\times9.8\times D.015}{0.015} \ \therefore F = 543.13\ N$

09. $100\ ms^{-1}$ বেগে গতিশীল একটি বুলেট গাছের ভিতর 0.1m ঢুকে থেমে যায়। কতটুকু ঢুকার পর এর বেগ হ্রাস পেয়ে অর্ধেক হবে?

সমাধান: xm ঢুকার পর বেগ অর্ধেক হলে, $Fx = \frac{1}{2}m\left(u^2 - \frac{u^2}{4}\right) = \frac{3}{4}\times\frac{1}{2}\ mu^2$ .... (i) **[BUTEX'18-19]**

আবার, $F \times 0.1 = \frac{1}{2}\ mu^2$ .... (ii); (i) & (ii) হতে পাই, $Fx = F \times 0.1 \times \frac{3}{4} \Rightarrow x = 0.075m$ [Ans.]

10. একটি রাইফেলের গুলি প্রতিটি 5cm পুরুত্বের দুইটি কাঠের তক্তাকে ভেদ করতে পারে এবং পৃথকভাবে কোন একটি দেয়ালের মধ্যে 20cm ভেদ করতে পারে। গুলিটি দেয়ালের মধ্যে কতটুকু ভেদ করতে পারবে যদি উল্লেখিত তক্তার একটি তক্তা দেয়ালের সামনে সংযুক্ত করা থাকে? **[BUET'11-12]**

সমাধান: যেহেতু গুলিটি 5cm পুরুত্বের দুটি তক্তা ভেদ করতে পারে।

সুতরাং, একটি তক্তা ভেদ করলে এর গতিশক্তি অর্ধেক হয়। যদি গুলির বেগ v হয় এবং একটি তক্তা ভেদ করলে বেগ v′ হয়।

$\therefore \frac{1}{2}mv'^2 = \frac{1}{2}\times\frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v' = \frac{v}{\sqrt{2}}$; এখন গুলিটি দেয়ালে 20cm প্রবেশ করতে পারে।

$\therefore 0^2 = v^2 + 2as \Rightarrow 0 = v^2 + 2a \times 20 \Rightarrow a = \frac{-v^2}{40}$

এখন, দেয়ালের সামনে একটি তক্তা রাখলে, $0 = v'^2 + 2as' \Rightarrow s' = -\frac{v'^2}{2a} = -\frac{v^2}{2\times2\times\frac{-v^2}{40}} = \frac{40}{4} = 10cm$

11. একটি বন্দুকের গুলি 100 কি. মি./ ঘন্টা বেগে উপরের দিকে ছোড়ায় 15 সে. মি. পুরু ছাদ ভেদ করার পর অর্ধেক বেগ হারায়। গুলিটি পুনরায় উপর হতে নীচে এসে ছাদটিকে আঘাত করার পর আর কতদূর ছাদটি ভেদ করবে? **[CUET'11-12]**

সমাধান: 15cm ভেদ করার পর বেগ হয় $\frac{v}{2}$ $\therefore$ ভেদ করার পর গতিশক্তি $E_k = \frac{1}{2}m\left(\frac{v}{2}\right)^2 = \frac{1}{2}m\frac{v^2}{4}$

$\therefore$ ব্যয়িত গতিশক্তি $= \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}m\frac{v^2}{4} = \frac{1}{2}mv^2 \times \frac{3}{4}$; $\frac{1}{2}mv^2 \times \frac{3}{4}$ শক্তি দিয়ে ভেদ করতে পারে 15cm

$\therefore \frac{1}{2}m\frac{v^2}{4}$ শক্তি দিয়ে ভেদ করতে পারে $\frac{15}{3} = 5cm$ (Ans:)

12. একটি বুলেট একটি দেয়ালের মধ্যে 0.06m প্রবেশ করার পর এর আদিবেগের অর্ধেক হারায়। বুলেটটি দেয়ালের মধ্যে আর কতদূর প্রবেশ করতে পারবে? **[BUET'08-09]**

সমাধান: $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2 = Fx \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2 = max$

$\Rightarrow \left(\frac{v}{2}\right)^2 = v^2 - 2a \times 0.06$ or, $2a \times 0.06 = v^2 - \frac{v^2}{4} = \frac{3v^2}{4}$ or, $2a = \frac{3v^2}{4\times0.06} = 12.5\, v^2$

আবার, $0 = \frac{v^2}{4} - 2fa = \frac{v^2}{4} - 12.5v^2 \times x \quad \therefore x = \frac{1}{4\times12.5} = 0.02$ m

13. একটি গুলি প্রতি সেকেন্ডে 200 মিটার সরল গতিতে চলে 50 cm পুরু একটি কাঠের গুঁড়িকে কোন রকমে ছেদ করে। ঐ একই ধরনের গুলি একই কাঠের 40 cm পুরু গুঁড়ি হতে কত বেগে বের হবে? **[RUET'06-07]**

সমাধান: ১ম ক্ষেত্রে, $u = 200ms^{-1}$, $s = 50$ cm $= 0.5$m, $v = 0$

$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2 = Fs \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2 = mas \therefore a = \frac{u^2-v^2}{2s} = \frac{(200)^2}{2\times0.5} = 40000ms^{-2}$

২য় ক্ষেত্রে, $s = 40cm = 0.4m$, $u = 200\ ms^{-1}$, $v = ?$

$\therefore v^2 = u^2 - 2as \Rightarrow v = \sqrt{u^2 - 2as} \Rightarrow v = \sqrt{(200)^2 - 2 \times 40000 \times 0.4} = 89.44\ ms^{-1}$.

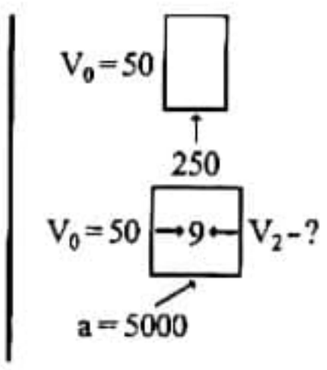
14. 50 m/s বেগে ছুঁড়া একটি বুলেট একখন্ড কাঠে 25cm প্রবেশ করতে পারে। একই বেগ সম্পন্ন বুলেট 9 cm পুরু অনুরূপ কাঠে লাগলে কত বেগে বেরিয়ে যাবে? **[BUTEX'06-07]**

সমাধান: $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = Fs \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = mas$

$v^2 = v_0^2 - 2as \Rightarrow a = \frac{v_0^2}{2S} = \frac{50^2}{2\times.25} = 5000ms^{-2}$

$\therefore v_2^2 = v_0^2 - 2as = (50)^2 - 2 \times 5000 \times 0.09 = 1600$

$\therefore v_2 = 40ms^{-1}$



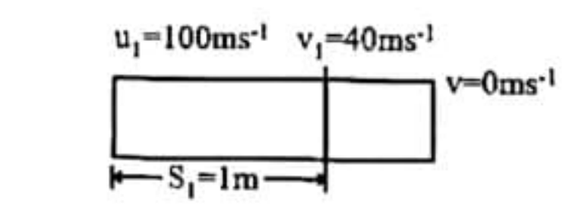
15. $100\ ms^{-1}$ বেগে চলন্ত একটি বুলেট 1 m পুরু বালির স্তুপ ভেদ করে বেরিয়ে আসার সময় $40\ ms^{-1}$ বেগ প্রাপ্ত হয়। $100\ ms^{-1}$ বেগ সম্পন্ন বুলেটকে সম্পূর্ণ থামাতে কত মিটার পুরু বালুর স্তুপ প্রয়োজন? **[CUET'04-05]**

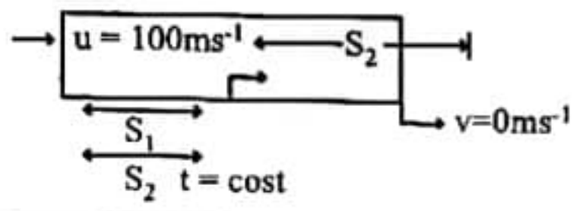
সমাধান: বুলেটের গতিশক্তি= $\frac{1}{2}m(100)^2$;

1m ভেদ করার পর গতিশক্তি = $\frac{1}{2}m(40)^2$

∴ বাকি গতি শক্তি = $\frac{1}{2}m(100^2 - 40^2)$ দিয়ে ভেদ করে 1m

$\therefore \frac{1}{2}m\ 100^2$ দিয়ে ভেদ করে = $\frac{100^2}{(100^2-40^2)} = 1.19$m (Ans:)





Qucstion Type-04: স্প্রিং বল (পরিবর্তনশীল বল) দ্বারা কৃতকাজ

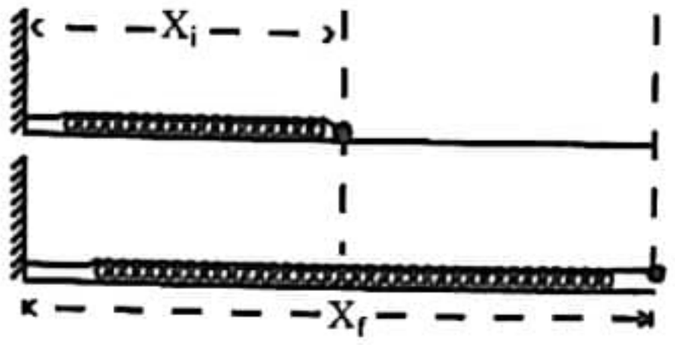
➲ **Formula & Concept:**

➢ পরিবর্তনশীল বল দ্বারা কৃত কাজ, $W = \int_{x_1}^{x_2} F(x)dx$

➢ স্প্রিং সম্প্রসারণে স্প্রিং বল কর্তৃক কৃত কাজ, $W = \frac{1}{2}k(x_i^2 - x_f^2)$।

যেখানে, k = স্প্রিং ধ্রুবক; x_i = সাম্যাবস্থান হতে আদি দূরত্ব;

x_f = সাম্যাবস্থান হতে শেষ দূরত্ব।



[লক্ষণীয়: স্প্রিং প্রসারিত অবস্থায় থাকলে, $x = +ve$ এবং স্প্রিং সংকুচিত অবস্থায় থাকলে, $x = -ve$]

♦ স্প্রিং-এ সঞ্চিত স্থিতিশক্তি:

➢ সাম্যাবস্থান থেকে x পরিমাণ সংকুচিত বা প্রসারিত অবস্থায় স্প্রিং-এ সঞ্চিত শক্তি, $E_p = \frac{1}{2}kx^2$ (শিথিল অবস্থা হতে স্প্রিং এর প্রান্ত x একক পর্যন্ত সংকুচিত/প্রসারিত করা হয়েছে)

স্প্রিং এ সংযুক্ত বস্তুকে মুক্তভাবে দুলতে দেয়া হলে এর গতি পথের যেকোনো দুটি বিন্দুতে এটি যান্ত্রিক শক্তির সংরক্ষণশীলতা মেনে চলে। অর্থাৎ, $E_{p1} + E_{k1} = E_{p2} + E_{k2}$

01. When a rubber-band is stretched by a distance x, it exerts a restoring force of magnitude $F = ax + bx^2$ Where a and b are constants. The work done in stretching the upstretched rubber band by L is: **[IUT'19-20]**

(a) $\frac{aL^2}{2} + \frac{bL^3}{3}$ (b) $\frac{1}{2}\left(\frac{aL^2}{2} + \frac{bL^3}{3}\right)$ (c) $aL^2 + bL^3$ (d) $\frac{1}{2}(aL^2 + bL^3)$

Solution: (a); $\int_0^L F.dx = a\left[\frac{x^2}{2}\right]_0^L + b\left[\frac{x^3}{3}\right]_0^L = \frac{aL^2}{2} + \frac{bL^3}{3}$

02. In a spring balance, the length of the spring is 20 cm which can read from 0 to 60 N. Find the potential energy of the spring when it reads 40 N. **[IUT'17-18]**

(a) 0.267 J (b) 26.7 J (c) 2.67 J (d) 267 J

Solution: (c); $F = kx \Rightarrow k = \frac{F}{x} = \frac{60}{0.2}Nm^{-1} = 300Nm^{-1}$

So, For 40N ; $x = \frac{F}{k} = \frac{40}{300} = 0.133 \therefore w = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2} \times 300 \times 0.133^2 J = 2.67\,J$ (Ans.)

03. Two discs A and B are mounted coaxially on a vertical axle. The discs have moments of inertia I and 2I, respectively about the common axis. Disc A is imparted an initial angular velocity 2ω using the entire potential energy of a spring compressed by a distance x_1. Disc B is imparted an angular velocity ω by a spring having the same spring constant and compressed by a distance x_2. Both the discs rotate in the clockwise direction. The ratio of x_1/x_2 is- **[IUT'17-18]**

(a) 2 (b) 1/2 (c) $\sqrt{2}$ (d) $1/\sqrt{2}$

Solution: (c); $\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}I\omega^2; \frac{x_1}{x_2} = \sqrt{\frac{I_1\omega_1^2}{I_2\omega_2^2}} = \sqrt{\frac{I \times 4\omega^2}{2I \times \omega^2}} = \sqrt{2}$

04. 3kg 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 সেকেন্ডে। $t = 0$ হতে $t = 4$ সেকেন্ড সময়ে বলটি দিয়ে বস্তুর উপর কৃতকাজের পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান: $x = 3t - 4t^2 + t^3 \Rightarrow v = 3 - 8t + 3t^2 \Rightarrow a = -8 + 6t$ **[BUET'16-17]**

$dW = Fdx = madx$; এখানে, $dx = vdt = (3 - 8t + 3t^2)dt \therefore W = \int_0^4 3(-8 + 6t)(3 - 8t + 3t^2)dt = 528J$

বিকল্প: $x = 3t - 4t^2 + t^3 \Rightarrow v = 3 - 8t + 3t^2$

$t = 0s$ এ বেগ $= 3ms^{-1}$, $t = 4s$ এ বেগ $= 3 - 8 \times 4 + 3 \times 4^2 = 19$

∴ কৃতকাজ = গতিশক্তির পরিবর্তন $= \frac{1}{2}m(v_4^2 - v_0^2) = \frac{1}{2} \times 3(19^2 - 3^2) = 528J$

Question Type-05: বিভবশক্তি ও গতিশক্তি

➲ **Formula & Concept:**

বিভবশক্তি, $E_p = mgh$; গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{P^2}{2m}$ যেখানে, P = বস্তুর ভরবেগ; m = বস্তুর ভর

01. একজন বালক ও একজন লোক একত্রে দৌড়াচ্ছেন। বালকটির ভর লোকটির ভরের অর্ধেক এবং লোকটির গতিশক্তি বালকটির গতিশক্তির অর্ধেক । লোকটি যদি তার বেগ $1\ ms^{-1}$ বৃদ্ধি করেন, তবে তার গতিশক্তি বালকটির গতিশক্তির সমান হয়। বালক ও লোকটির আদিবেগ নির্ণয় কর। **[CKRUET'21-22]**

(a) $2.31\ ms^{-1}, 4.62\ ms^{-1}$ (b) $2.20\ ms^{-1}, 4.30\ ms^{-1}$
(c) $2.21\ ms^{-1}, 4.82\ ms^{-1}$ (d) $2.41\ ms^{-1}, 4.62\ ms^{-1}$ (e) $2.41\ ms^{-1}, 4.82\ ms^{-1}$

সমাধান: (e); বালকের ভর m এবং বেগ v_b আবার, লোকের ভর M এবং বেগ v_m, $m = \frac{M}{2}$

$E_b = 2E_m \Rightarrow \frac{1}{2}mv_b^2 = 2 \times \frac{1}{2}Mv_m^2 \Rightarrow \frac{1}{2}.\frac{M}{2}v_b^2 = Mv_m^2 \Rightarrow v_m = \frac{v_b}{2} \Rightarrow v_b = 2v_m$

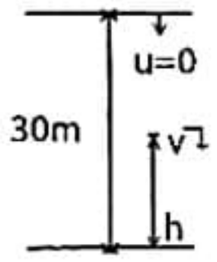
আবার, $\frac{1}{2}M(v_m + 1)^2 = \frac{1}{2}mv_b^2 \Rightarrow M(v_m + 1)^2 = \frac{M}{2}(2v_m)^2 \Rightarrow (v_m + 1)^2 = 2v_m^2$

$\Rightarrow v_m + 1 = \sqrt{2}v_m \Rightarrow v_m(\sqrt{2} - 1) = 1 \therefore v_m = 2.4142\ ms^{-1}$ and $v_b = 4.8284\ ms^{-1}$

02. A body is allowed to fall freely from a height of 30 m. From the ground, where will its kinetic energy be twice the potential energy? **[IUT'21-22, BUTEX'16-17, CUET'10-11, 03-04]**

(a) 15 m (b) 12 m (c) 8 m (d) 10 m

Solution: (d); $v^2 = u^2 + 2g(30 - h) \Rightarrow v^2 = 2g(30 - h)$



$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow E_k = \frac{1}{2}m.\,2g(30 - h) \Rightarrow E_k = 30mg - mgh$

$E_p = mgh \Rightarrow E_k = 2E_p \Rightarrow 30mg - mgh = 2mgh$

$\Rightarrow 30g = 3gh \therefore h = 10$ meter

03. আহনাফ 250 gm ভরের 0°C তাপমাত্রায় একটি বরফ খন্ড একটি নির্দিষ্ট উচ্চতা থেকে ফেলে দিল। মাটিতে পড়ার পর শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতির কারণে উৎপাদিত তাপের জন্য বরফ খন্ডটি 10% গলে গেল। আহনাফ কত উচ্চতা থেকে বরফ খণ্ডটি ফেলেছিল? **[CKRUET'20-21]**

(a) 4428.57 m (b) 3428.57 m (c) 3227.60 m (d) 3957.57 m (e) 3528.9 m

সমাধান: (b); বরফ খন্ডের ভর m ; গলে গেছে m এর $10\% = \frac{m}{10}$

এখন, $mgh = \frac{m}{10} \times l_f \Rightarrow h = \frac{l_f}{10g} = \frac{3.36\times10^5}{10\times9.8}m = 3428.57m$

04. A block of mass 3kg slides down a frictionless inclined plane of length 6m and height 4m. If the block is released from rest at the top of the inclined plane, what is its speed when it reaches the bottom? **[IUT'18-19]**

(a) $9.78ms^{-1}$ (b) $5.42ms^{-1}$ (c) $8.85ms^{-1}$ (d) $10ms^{-1}$

Solution: (c); $E_p = E_k$; $mgh = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9.8 \times 4} = 8.85\ ms^{-1}$

05. A satellite is currently orbiting Earth in a circular orbit of radius R with velocity, v_1. Its kinetic energy is K_1. If the satellite is moved and enters into a new circular orbit of radius 2R and moving with the same speed, what will be its kinetic energy? **[IUT'18-19]**

(a) $\frac{K_1}{4}$ (b) $\frac{K_1}{2}$ (c) K_1 (d) $2K_1$

Solution: (c); $E_k = \frac{1}{2}mv^2$; Velocity is constant (as per question) So, E_k is same.

06. একটি গুলি নির্দিষ্ট পুরুত্বের একটি কাঠের তক্তাকে কেবল ভেদ করতে পারে। গুলির বেগ দ্বিগুণ হলে অনুরূপ কয়টি তক্তাকে ভেদ করতে পারবে? **[BUTEX'15-16]**

(a) 8 (b) 6 (c) 2 (d) 4

সমাধান: (d); বেগ দ্বিগুণ করলে গতিশক্তি চারগুণ হয়। অতএব, 4 টি তক্তাকে ভেদ করতে পারে।

07. When the velocity of a moving object is increased by $4ms^{-1}$, its kinetic energy is doubled. What is the initial velocity of the object? **[IUT'14-15]**

(a) $4.66ms^{-1}$ (b) $9.66ms^{-1}$ (c) $7.66ms^{-1}$ (d) $6.66ms^{-1}$

Solution: (b); $E_1 = \frac{1}{2}mv^2$; $E_2 = 2E_1 = mv^2 = \frac{1}{2}m(v + 4)^2$

$\Rightarrow 2v^2 = (v + 4)^2 \Rightarrow 2v^2 = v^2 + 8v + 16$

$\Rightarrow v^2 - 8v - 16 = 0 \Rightarrow v = 4 \pm 4\sqrt{2}$ [v cannot be (−ve)]

$\therefore v = 4 + 4\sqrt{2} = 9.66\ ms^{-1}$

08. 80 m উচ্চতা থেকে যদি একটি বল মেঝেতে পড়ে এবং বলটির 20% শক্তি মেঝের সাথে প্রতিঘাতে হ্রাস পায়, তবে বলটি মেঝেতে বাড়ি খেয়ে যে উচ্চতায় উঠবে- **[RUET'13-14, BUET'11-12]**

(a) 60 m (b) 64 m (c) 68 m (d) 72 m

সমাধান: (b); 80 m উচ্চতা হতে মেঝেতে পড়লে বলের শক্তি $= mgh = mg \times 80$

এর 20% শক্তি হ্রাস পেলে শক্তি বাকি থাকে $= 80\% \times mg \times 80 = 0.8 \times mg \times 80 = mg \times 64$

নির্ণেয় উচ্চতা h' হলে $mgh' = mg \times 64 \Rightarrow h' = 64$ m

09. নিচের বস্তুসমূহের মধ্যে কোনটির গতিশক্তি বেশী? **[BUET'12-13]**

(a) ভর 3M এবং বেগ v (b) ভর 3M এবং বেগ 2v (c) ভর 2M এবং বেগ 3v (d) ভর M এবং বেগ 4v

সমাধান: (c); (a) এর জন্য $E_k = \frac{1}{2} \times 3M \times v^2 = 1.5Mv^2$ (c) এর জন্য $E_k = \frac{1}{2} \times 2M \times (3V)^2 = 9Mv^2$

(b) এর জন্য $E_k = \frac{1}{2} \times 3M \times (2v)^2 = 6Mv^2$ (d) এর জন্য $E_k = \frac{1}{2} \times M \times (4v)^2 = 8Mv^2$

10. উড়োজাহাজ থেকে নিক্ষিপ্ত বোমা মাঝপথে ফেটে গেলে এর- **[Ans: a] [BUTEX'12-13]**

(a) গতিশক্তি বাড়বে (b) মোট শক্তি বাড়বে (c) মোট শক্তি কমবে (d) মোট ভরবেগ কমবে

11. 1 kg ভর সম্পন্ন একটি বুলেটকে 400 ms^{-1} বেগ দিয়ে বন্দুক থেকে ছোঁড়া হলে এর গতিশক্তি কত? **[BUET'11-12]**

(a) 4×10^4J (b) 8×10^3J (c) 4×10^3J (d) 8×10^4J (e) 4.8×10^4J

সমাধান: (d); $E_k = \frac{1}{2} \times 1 \times 400^2 = 8 \times 10^4$J

12. একজন বালক ও একজন লোক একত্রে দৌড়াচ্ছেন। বালকটির ভর লোকটির ভরের অর্ধেক এবং লোকটির গতি শক্তি বালকটির গতিশক্তির অর্ধেক। লোকটি যদি তার বেগ 1ms^{-1} বৃদ্ধি করেন তবে তার গতিশক্তি বালকটির গতিশক্তির সমান হয়। এদের আদিবেগ নির্ণয় কর। **[KUET'11-12]**

(a) বালকের আদিবেগ 5.82 ms^{-1} এবং লোকের আদিবেগ 3.41 ms^{-1}

(b) বালকের আদিবেগ 4.82 ms^{-1} এবং লোকের আদিবেগ 2.41 ms^{-1}

(c) বালকের আদিবেগ 4.21 ms^{-1} এবং লোকের আদিবেগ 2.44 ms^{-1}

(d) বালকের আদিবেগ 2.41 ms^{-1} এবং লোকের আদিবেগ 4.82 ms^{-1}

(e) বালকের আদিবেগ 4.82 cms^{-1} এবং লোকের আদিবেগ 2.41 ms^{-1}

সমাধান: (b); বালকের ভর m হলে ও বেগ v_1 হলে, লোকটির বেগ v_2 হলে,

$\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2} \times 2m \times v_2^2 \times 2 \therefore v_1 = 2v_2$আবার, $\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2} \times 2m \times (v_2 + 1)^2$

$\Rightarrow 4v_2^2 = 2(v_2 + 1)^2 \Rightarrow 2v_2 = \sqrt{2}v_2 + \sqrt{2} \therefore v_2 = 2.41\ ms^{-1} \therefore v_1 = 4.82\ ms^{-1}$

13. 25 kg কেজি ভরের কোন বস্তুকে 40 m উঁচুতে খাড়াভাবে তুললে বস্তুটির স্থিতি শক্তি কত হবে? **[BUET'10-11]**

(a) 98.10 J (b) 98.10 ergs (c) 9810 egrs (d) 9810 J (e) 9810 eV

সমাধান: (d); $E_p = mgh = 25 \times 9.81 \times 40 = 9810$ J

14. 10 m উপর থেকে 10 kg ভরের একটি মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর মাটি থেকে 5m উপরে মোট শক্তি হবে-

(a) 490 J (b) 100 J (c) 735 J (d) 980 J **[BUET'10-11]**

সমাধান: (d); পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে যে কোন উচ্চতায় মোট শক্তি বস্তুর আদি উচ্চতায় বিভব শক্তির সমান।

$10 \times 10 \times 9.8 = 980$ J

15. If the kinetic energy of a body is increased by 300%, its momentum is increased by- **[IUT'10-11]**

(a) 100% (b) 150% (c) 300% (d) 400%

Solution: (a); $E_k = \frac{P^2}{2m}$; $\ln E_k = 2\ln P - \ln(2m)$ ..... (i); $\ln E'_k = 2\ln P' - \ln(2m)$ ..... (ii)

(ii) $-$ (i) $\Rightarrow \ln E'_k - \ln E_k = 2\ln P' - 2\ln P \Rightarrow \ln \frac{E'_k}{E_k} = 2\ln \frac{P'}{P} \Rightarrow \ln \frac{400}{100} = 2\ln \frac{P'}{P}$

$\Rightarrow \ln 4 = \ln \left(\frac{P'}{P}\right)^2 = 4 = \left(\frac{P'}{P}\right)^2 \Rightarrow P' = 2P = 200 \therefore \Delta P = 200 - 100 = 100\%$

16. কোভিড-১৯ (COVID-19) অতিমারী সময়ে 4×10^3kg ভরের একটি পিকআপ ট্রাক এবং 10^3kg ভরের একটি মাইক্রোবাস অক্সিজেন সিলিন্ডার সরবরাহের জন্য একটি হাসপাতালে যাচ্ছিল। পিকআপ ট্রাকের বেগ ঘণ্টায় 80 km ছিল। একই গতিশক্তি সম্পন্ন হতে হলে মাইক্রোবাসকে কত বেগে চলতে হবে? **[BUET'20-21]**

সমাধান: $\frac{1}{2}m_p v_p^2 = \frac{1}{2}m_m v_m^2 \Rightarrow v_m^2 = \frac{m_p}{m_m}.v_p^2 \Rightarrow v_m = v_p.\sqrt{\frac{m_p}{m_m}} = 80 \times \sqrt{\frac{4\times10^3}{10^3}} = 80 \times 2 = 160\,\text{kmh}^{-1}$

17. একটি বস্তুকে নির্দিষ্ট উচ্চতা থেকে ফেলে দেয়া হল। ভূমি হতে 10 মিটার উচ্চতায় গতিশক্তি স্থিতিশক্তির দ্বিগুণ হলে কত উচ্চতা থেকে বস্তুটিকে ফেলা হয়েছিল? **[KUET'19-20]**

সমাধান: h { ; $E_k = 2E_p \Rightarrow mg(h-10) = 2 \times mg \times 10 \Rightarrow h - 10 = 20 \therefore h = 30m$ } 10

$\therefore$ বস্তুটিকে 30m উচ্চতা থেকে ফেলা হয়েছিল। (Ans.)

18. একটি বল 60m উঁচু হতে মাটিতে পতিত হলে এটি 75% শক্তি হারিয়ে ফেললে এটি প্রতিফলিত হয়ে কত উচ্চতায় উঠবে?

সমাধান: $mgh' = 0.25 \times mgh$ [অবশিষ্ট শক্তি= 25%] $\therefore h' = 0.25h = 15m$ (Ans.) **[BUTEX'19-20]**

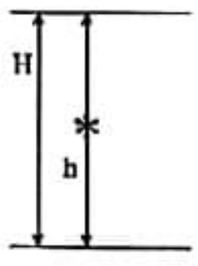
19. 100 m উচ্চতা থেকে 5 kg ভর মুক্তভাবে অভিকর্ষের টানে পড়তে থাকবে, 4 sec পরে ভরটির গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তি কত হবে?

সমাধান: বস্তুর মোট শক্তি $E_{Total} = mgH$ **[RUET'10-11]**

4 sec পর ভূমি হতে বস্তুর উচ্চতা, $h = H - \frac{1}{2}gt^2 = 100 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times 4^2\,m = 21.6\,m$

$\therefore$ বস্তুর স্থিতিশক্তি $= mgh = 5 \times 9.8 \times 21.6\,J = 1058.4\,J$

$\therefore$ বস্তুর গতিশক্তি $= mg(H-h) = 5 \times 9.8 \times 78.4\,J = 3841.63\,J$



20. 2 kg ভরের একটি বস্তুকে ভূমি থেকে খাড়া উর্ধ্বে নিক্ষেপ করা হলো এবং বস্তুটি 8 sec পর পুনরায় ভূমিতে ফিরে এল। নিক্ষেপের মুহূর্তে এবং নিক্ষেপের 2 sec পরে বস্তুটির বিভব শক্তি এবং গতি শক্তি কত? ($g = 9.8\,ms^{-2}$) **[RUET'09-10]**

সমাধান: শর্তমতে, $8 = \frac{2v_0}{g} \Rightarrow v_0 = 39.2\,ms^{-1}$

নিক্ষেপের মুহূর্তেঃ বিভব শক্তি $= mgh = m \times g \times 0 = 0$

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

$= 1536.64\,J$ (Ans.)

2 sec পর, $v = v_0 - g \times 2 = 39.2 - (9.8 \times 2) =$

$19.6\,ms^{-1}$

$\therefore$ গতিশক্তি $= \frac{1}{2} \times 2 \times 19.6^2 = 384.16\,J$

$\therefore$ বিভবশক্তি $= (0 + 1536.64) - 384.16J$

$= 1152.48\,J$ (Ans.)

21. একটি 50g ভরের বুলেট $10\,ms^{-1}$ বেগে 950 g ভরের খন্ডকে (স্থিরাবস্থায়) আঘাত করে এবং আঁটকে যায়। হারানো গতিশক্তির পরিমাণ কত? **[BUTEX'09-10]**

সমাধান: $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv^2 - 0 = \frac{1}{2} \times 0.05 \times 10^2 = 2.5\,J$ (Ans.)

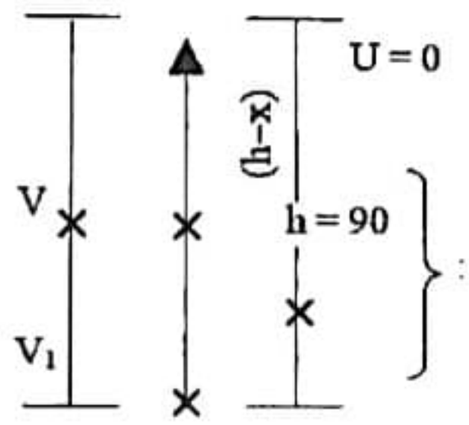
22. 60 kg ভরবিশিষ্ট একটি বস্তু স্থির অবস্থায় ছিল। 30 N বল প্রয়োগ করায় বস্তুটি গতিপ্রাপ্ত হলো। 10s পরে বস্তুটির গতিশক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান: 10s পর বস্তুটির বেগ, $v = u + at = u + \frac{F}{m}t = 0 + \frac{30}{60} \times 10 = 0.5 \times 10 = 5ms^{-1}$ **[RUET'07-08]**

$\therefore$ 10s পর বস্তুটির গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 60 \times 5^2 = 30 \times 25 = 750J$ (Ans.)

23. 90 ফুট উচ্চতা হতে একটি বস্তুকে পতিত হতে দেয়া হল। কোথায় এর গতিশক্তি স্থিতি শক্তির অর্ধেক হবে? **[KUET'04-05]**

সমাধান: ধরি, x উচ্চতায় $\frac{1}{2}E_P = E_K$ হবে।



x উচ্চতায় $E_P = mgx$ এবং $E_K = \frac{1}{2}m.2g\,(h-x) = mg(h-x)$

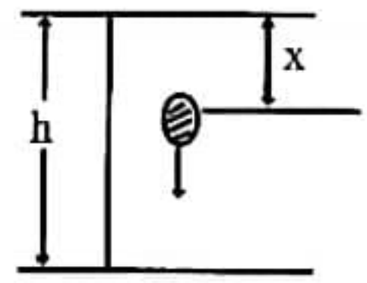
$[v^2 = u^2 + 2g(h-x) \Rightarrow v^2 = 2g(h-x)]$

এখন, $\frac{1}{2}mgx = mg(h-x) \Rightarrow \frac{1}{2}x = (h-x) \Rightarrow \frac{3}{2}x = h$

$\therefore x = \frac{2}{3}h = 60ft$ (Ans.)

24. 300m উঁচু হতে একটি বস্তু অভিকর্ষের টানে মুক্তভাবে নিচে পড়লে কোথায় তার গতিশক্তি স্থিতিশক্তির অর্ধেক হবে? **[KUET'04-05]**

সমাধান: ধরা যাক, m ভর বিশিষ্ট বস্তুটি h উচ্চতা থেকে অভিকর্ষের টানে মুক্তভাবে পড়ছে। x m পড়ার পর এর গতিশক্তি স্থিতিশক্তির অর্ধেক হবে।



তাহলে, $E_P = 2E_K \Rightarrow mg(h-x) = 2 \times \frac{1}{2} \times mv^2 \Rightarrow mg(h-x) = m \times 2gx$

$\Rightarrow h = 3x \therefore x = \frac{h}{3} = \frac{300}{3} = 100m$ $\therefore$ ভূমি থেকে $(300-100) = 200$ m উচ্চতায়(Ans)

বিকল্প: গতিশক্তি = ব্যয়িত বিভবশক্তি = mgx.

বিভব শক্তি = $mg(h-x)$.; $\frac{mgx}{mg(h-x)} = \frac{1}{2}$; বা $x = \frac{h}{3}. = 100m.$

অর্থাৎ, ভূমি থেকে $(300-100) = 200m$ উচ্চতায়।

25. 25 gm ভরের একটি গুলি 0.5 kms^{-1} বেগে বের হয়ে গেল। এটি একটি লক্ষ্যবস্তুকে আঘাত করে তা থেকে 0.4 kms^{-1} বেগে বের হয়ে যায়। লক্ষ্য বস্তুর ভিতর দিয়ে চলতে গুলিটির কত শক্তি ব্যয় হবে? **[CUET'03-04]**

সমাধান: $m = 0.025kg$; $u = 0.5\ kms^{-1} = 500ms^{-1}$; $v = 0.4kms^{-1} = 400ms^{-1}$

$\therefore W = \frac{1}{2}m(u^2 - v^2) = \frac{1}{2} \times 0.025 \times \{(500)^2 - (400)^2\} = 1125J$ (Ans.)

Question Type-06: কাজ-শক্তি উপপাদ্য

➲ **Formula & Concept:**

♦ কাজ শক্তি উপপাদ্য

$\Delta E_K = E_{K_f} - E_{K_i} = W$ অর্থাৎ, একটি বস্তুর গতিশক্তির পরিবর্তন = বস্তুটির ওপর net কৃত কাজ

$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2 =$ Net Work Done on the particle.

এটিই কাজ-শক্তি উপপাদ্য (Work-Energy Theorem)

01. A truck of mass 900 kg moves with a velocity of 60 km per hour. The truck is stopped at a distance of 50 m by applying brake. If the frictional force of the ground is 200 N, then calculate the magnitude of force due to brake. **[IUT'21-22]**

(a) 2100 N (b) 2500 N (c) 2300 N (d) 2700 N

Solution: (c); $(F_{break} + F_k)\,d = \frac{1}{2} \times 900 \times \left(\frac{60}{3.6}\right)^2 \Rightarrow F_{break} = 2300$ N

02. The muzzle velocity of a 3.30 g bullet fired from a rifle is 965 ms^{-1} just as it leaves the 45.0 cm barrel. Assume that the barrel is frictionless and a constant horizontal acceleration of the bullet in the barrel. What is the force exerted by the rifle on the bullet while it is in the barrel? **[IUT'19-20]**

(a) 3314.5 N (b) 3514.50 N (c) 3414.50 N (d) 3427.50 N

Solution: (c); $F\,x = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow F = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{x} = \frac{\frac{1}{2}\times 3.3\times 10^{-3}\times (965)^2}{\frac{45}{100}} N = 3414.5\ N$

03. 20000 kg ভরের একটি গাড়ীর ইঞ্জিনের ক্ষমতা 560H. P. ও কর্মদক্ষতা 80%, গাড়িটিকে স্থির অবস্থা থেকে 25ms^{-1} বেগে আনতে ন্যূনতম কত সময় লাগবে? [1 H. P = 0.746 kW] **[KUET'16-17]**

(a) 3.74 sec. (b) 6 sec. (c) 18 sec. (d) 37.4 sec. (e) 374 sec.

সমাধান: (c); কৃতকাজ = গতিশক্তির পরিবর্তন $= \frac{1}{2}mv^2$

$\therefore \frac{1}{2}mv^2 = 0.8\times 560\times 746t \Rightarrow \frac{1}{2}\times 20000\times 25^2 = 0.8\times 560\times 746t \Rightarrow t = 18.7$

Question Type-07: ক্ষমতা

➲ **Formula & Concept:**

➢ দক্ষতা, $\eta = \frac{\text{প্রাপ্ত ক্ষমতা}}{\text{প্রদত্ত ক্ষমতা}}\times 100\% = \frac{P'}{P}\times 100\%$

➢ দক্ষতা, $\eta = \frac{\text{প্রাপ্ত কাজ}}{\text{প্রদত্ত শক্তি}}\times 100\% = \frac{W}{E}\times 100\%$

➢ দক্ষতা, $\eta = \frac{\text{প্রদত্ত শক্তি - বর্জিত শক্তি}}{\text{প্রদত্ত শক্তি}}\times 100\% = \frac{E_1 - E_2}{E_1}\times 100\%$

➢ ক্ষমতা, $P = \frac{W}{t} = \frac{\vec{F}.\vec{s}}{t} = \vec{F}.\vec{v}$ আবার, $P = \frac{mgh}{t}$ [F = প্রযুক্ত বল, v = বস্তুর বেগ]

01. 900 kg ওজনের একটি লিফট 350 kg ভর নিয়ে 100 sec সময়ে নিচতলা থেকে 18th ফ্লোরে 75 m উচ্চতায় আরোহণ করে। লিফটের প্রয়োগকৃত ক্ষমতা কত? **[CKRUET'21-22]**

(a) 9.100 kW (b) 7.500 kW (c) 9.187 kW (d) 10.201 kW (e) 9.180 kW

সমাধান: (c); $P = \frac{(M_L+M_0)gh}{t} = \frac{(900+350)\times 9.8\times 75}{100} W = 9187.5W = 9.1875\ kW$

02. An 80 W electric fan is rotating at 300 rpm. How much torque is being produced by the electric motor of the fan? Neglect all losses. **[IUT'21-22]**

(a) 3.55 Nm (b) 2.85 Nm (c) 2.55 Nm (d) 2.98 Nm

Solution: (c); $P = \tau\omega \Rightarrow 80 = \tau\times\frac{300\times 2\pi}{60} \Rightarrow \tau = \frac{80\times 60}{300\times 2\pi} Nm = 2.55\ Nm$

03. In a construction site, a lifting machine on the ground is used to lift bricks to the 8th floor which is 25 m high. At a time, the machine can lift a 2000 kg load in 1 min. The power supplied to the engine of the lift is 15 HP. What is the efficiency of the lifting machine? (Use g = 9.81 ms^{-2} and 1 HP = 746 W). **[IUT'21-22]**

(a) 87% (b) 73% (c) 83% (d) 76%

Solution: (b); $P_{out} = \frac{2000\times 9.81\times 25}{1\times 60} W = 8175\ W = 10.96\ HP$; $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{10.96}{15}\times 100\% = 73.06\% \approx 73\%$

04. A coal-fired power plant that operates at an efficiency of 38% generates 750 MW of electric power. How much heat does the plant discharge to the environment in one day (24 h)? **[IUT'21-22]**

(a) 1.057×10^{14} J/day (b) 2.570×10^{14} J/day (c) 1.570×10^{14} J/day (d) 2.057×10^{14} J/day

Solution: (a); $0.38 = \frac{750\times 10^6}{P_{in}} \Rightarrow P_{in} = 1973.6842\ MW \therefore Q_2 = Q_1 - W = Q_1 - Q_1\times\eta = Q_1(1-\eta)$

$= P_{in}\times t\times(1-\eta) = 1973.6842\times 10^6\times 24\times 60\times 60\times(1-0.38) J/day = 1.057\times 10^{14}\ J/day$

05. An engine pumps 1000 kg of water per minute from a well of a depth of 100 m. If the 42% efficiency of the engine is lost, find the horsepower of the engine. **[IUT'21-22]**

(a) 37.75 H.P. (b) 47.75 H.P. (c) 33.75 H.P. (d) 43.75 H.P.

Solution: (a); $P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{\frac{1000\times9.8\times100}{60}}{1-0.42}\ W = 2.81609 \times 10^4 W = 37.75\ HP$

06. একটি বানর 20 মিটার উচু নারিকেল গাছ থেকে নারিকেল ফেলছে। প্রত্যেকটি নারিকেলের ভর 3 kg এবং বানরটি প্রতি সেকেন্ডে 2 টি করে নারিকেল ফেলছে। নারিকেলের সমস্ত স্থিতিশক্তি বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হলে উক্ত বিদ্যুৎ শক্তির সাহায্যে কয়টি 50 ওয়াট এর বৈদ্যুতিক বাতি প্রজ্জ্বলিত করা যাবে? **[CKRUET'20-21]**

(a) 20 (b) 24 (c) 13 (d) 1176 (e) 25

সমাধানঃ (b); সব স্থিতিশক্তি বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হলে বিদ্যুৎ উৎসের ক্ষমতা, $P = \frac{w}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{2\times3\times10\times20}{1} = 1200W$

50W এর বাতি জ্বালানো যাবে $= \frac{1200}{50} = 24$ টি

07. 100 m গভীর কুয়া থেকে একটি পাম্প ঘন্টায় 7000 kg পানি উত্তোলন করতে পারে। পাম্পটির ক্ষমতা নির্ণয় কর। [দেওয়া আছে, পাম্পটির কর্মদক্ষতা = 72%, $g = 9.8\ ms^{-2}$ **[CKRUET'20-21]**

(a) 2646.6 W (b) 1372 W (c) 82320 W (d) 1905.6 W (e) None of them

সমাধানঃ (a); কার্যকরী ক্ষমতা, $P_{out} = \frac{mgh}{t} = \frac{7000\times9.8\times100}{3600} = 1905.56W$

ক্ষমতা P_{in} হলে, $\frac{P_{out}}{P_{in}} = 72\% \Rightarrow P_{in} = \frac{P_{out}}{0.72} = \frac{1905.56}{0.72} = 2646.6W$

08. কোনো কুয়া থেকে 30 m উপরে পানি তোলার জন্য 5 kW এর একটি পাম্প ব্যবহার করা হয়। পাম্পের কর্মদক্ষতা 90% হলে প্রতি মিনিটে কত লিটার পানি তোলা যাবে? [$g = 9.8\ ms^{-2}$] **[CKRUET'20-21]**

(a) 1000 liters (b) 815 liters (c) 1200 liters (d) 918 liters (e) 1918 liters

সমাধানঃ (d); কার্যকরী ক্ষমতা, $P_{out} = P_{in} \times \eta = 5 \times 10^3 \times 90\% = 4500W$

$P_{out} = \frac{mgh}{t} \Rightarrow m = \frac{P_{out}t}{gh} = \frac{4500\times60}{9.8\times30} = 918.37kg \therefore V = 918.37L$

09. A marathon runner with mass 60.0 kg runs up the stairs to the tallest building of the world Burj Khalifa of height 828 m in 30.0 minutes. What is his average power output in horsepower? **[IUT'19-20]**

(a) 0.423 hp (b) 0.363 hp (c) 0.462 hp (d) 0.333 hp

Solution: (b); $P = \frac{mgh}{t} \div 746\ (\text{in hp}) = \frac{60\times9.8\times828}{30\times60} \div 746\ hp = 0.363\ hp$

10. একটি ইঞ্জিন 5 মিনিটে কুয়া থেকে 10,000 লিটার পানি 10m গড় উচ্চতায় তুলতে পারে। ইঞ্জিনটির ক্ষমতা 70% কার্যকর হলে এর অশ্ব ক্ষমতা কোনটি? **[KUET'18-19]**

(a) 3.35hp (b) 3.07hp (c) 3.65hp (d) 4.38hp (e) 6.25hp

সমাধানঃ (e); $P_{in} = \frac{100}{70} \times \frac{10,000\times9.8\times10}{5\times60\times746}\ hp = 6.25hp$

11. Along a straight horizontal road, a truck of mass 1800 kg travels. The truck's engine is working at a constant rate of 30 kW. When the truck's speed is 20 ms^{-1}, its acceleration is 0.4 ms^{-2}. The magnitude of the resistance to the motion of the truck is R newtons. Find the value of R. **[IUT'18-19]**

(a) 640 (b) 820 (c) 780 (d) 960

Solution: (c); We know, $P = Fv \Rightarrow P = (R + ma)v$

$\Rightarrow 30 \times 10^3 = (R + 1800 \times 0.4) \times 20 \Rightarrow R = 780N$

12. একটি কুয়া থেকে ইঞ্জিনের সাহায্যে প্রতি ঘণ্টায় $25 \times 10^6 kg$ পানি 50m উচ্চতায় উঠানো হয়। 70% ক্ষমতা ক্ষয় হলে এর অশ্বক্ষমতা নির্ণয় কর। **[KUET'17-18]**

(a) 4.8×10^6 H.P. (b) 6516 H.P. (c) 5.7×10^3 H.P. (d) 3649 H.P. (e) 6251 H.P.

সমাধান: (সঠিক উত্তর নেই); $P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{\frac{25\times10^6\times9.0\times50}{3600\times746}}{0.3} \cong 15204.55HP$

13. An electric motor develops 65kW of power as it lifts a loaded elevator to 17.5 m in 35 s. How much force does the motor exert? **[IUT'16-17]**

(a) 1.75×10^5N (b) 1.30×10^5N (c) 1.45×10^5N (d) 1.95×10^5N

Solution: (b); $P = \frac{F.X}{t} \therefore F = 1.3 \times 10^5$N

14. একটি পানি পূর্ণ কূয়ার দৈর্ঘ্য 5m, প্রস্থ 3m ও গভীরতা 10m। 80% কর্মদক্ষতা বিশিষ্ট একটি পাম্প 20 মিনিটে কূয়াটিকে পানিশূন্য করতে পারে। পাম্পটির অশ্বক্ষমতা কত? **[CUET'15-16]**

(a) None of them (b) 6.6HP (c) 8.21HP (d) 10.26 HP

সমাধান: (d); পানি তুলতে প্রয়োজনীয় ক্ষমতা $= \frac{mgh}{t} = \frac{abc\rho g.\frac{c}{2}}{t} = 6125$ W

$\therefore$ পাম্পের ক্ষমতা $= \frac{6125}{80} \times 100 = 7.656 \times 10^3$W $= 10.26$HP

15. ক্রেনের সাহায্যে 200 kg ভরের একটি বোমাকে 0.1 ms^{-1} বেগে উঠানো হলে ক্রেনের ক্ষমতা কত? **[BUTEX'15-16]**

(a) 19.6 W (b) 98 W (c) 196 W (d) 200 W

সমাধান: (c); $P = Fv = mg \times v = (200 \times 9.8 \times 0.1)W = 196W$

16. কোন বস্তুর উপর F বল প্রয়োগ করলে বস্তুটি যদি V বেগে গতিশীল হয় তাহলে ক্ষমতা– **[BUTEX'15-16]**

(a) Fv (b) F/v (c) Fv/2 (d) v/F

সমাধান: (a); $P = \frac{W}{t} = \frac{Fd}{t} = FV$

17. একটি পাম্প ঘন্টায় 25×10^6kg পানি 50m গভীর কুয়া থেকে তুলতে পারে। পাম্পের ক্ষমতা 70% কার্যকর হলে প্রকৃত ক্ষমতা কত? **[KUET'14-15]**

(a) 4.06MW (b) 4.86MW (c) 2.38MW (d) 420MW (e) 238MW

সমাধান: (b); $P \times \frac{70}{100} = \frac{mgh}{t} = \frac{25\times10^6\times9.8\times50}{60\times60} \Rightarrow P = 4.86$MW

18. 60kg ভরের একজন লোক প্রতিটি 15 cm উঁচু 50 টি সিঁড়ি 20 s এ উঠতে পারে। লোকটির অশ্বক্ষমতা কত? **[RUET'14-15]**

(a) 0.396 HP (b) 0.496 HP (c) 0.596 HP (d) 0.296 PH (e) None

সমাধান: (d); $W = \frac{mgh}{t} = \frac{60\times9.8\times0.15\times50}{20} = 220.5W = 0.296$ HP

19. 50kg ভরের এক ব্যক্তি 5sec এ কোন সিড়ি বেয়ে 20 ধাপ উপরে উঠল। প্রতি ধাপের উচ্চতা 10cm। লোকটি কত ক্ষমতা ব্যবহার করল? **[CUET'14-15]**

(a) 1.9×10^4watt (b) 490 watt (c) 196 watt (d) None of them

সমাধান: (c); $p = \frac{mgh}{t} = \frac{50\times9.8\times\frac{20\times10}{100}}{5}W = 196$watt

20. একটি পানিপূর্ণ কুপের গভীরতা ও ব্যাস যথাক্রমে 10m ও 4m। একটি পাম্প 20 মিনিটে কূপটিকে পানি শূন্য করতে পারে। পাম্প এর অশ্ব ক্ষমতা নির্ণয় কর। **[CUET'14-15, BUET'09-10]**

(a) 5.1 HP (b) 51.28 HP (c) 6.87 HP (d) None of them

সমাধান: (c); $m = \frac{1}{4}\pi d^2 l \times \rho$; $t = 20min = (20 \times 60)s$

$h = \frac{0+l}{2} = \frac{10}{2} = 5m \quad \therefore p = \frac{mgh}{t} = \frac{\frac{1}{4}\times3.1416\times4^2\times10\times10^3\times9.8\times5}{20\times60\times746}$HP $= 6.87$ HP

21. It is required to install an electric pump to lift water from an underground tank to a 1000-liter overhead reservoir which has 25 m height. What must be the power of the electric motor to fill the tank in 10 mins? **[IUT'14-15]**

(a) 0.45 hp (b) 0.55 hp (c) 0.50 hp (d) 0.65 hp

Solution: (b); $P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{1000\times9.8\times25}{10\times60\times746} = 0.547$ hp

22. একটি মোটর একটি 120 m গভীর কূপ থেকে 5 মিনিট এ 400kg পানি উত্তোলন করতে সক্ষম। মোটরটির অশ্বক্ষমতা কত?

(a) 3.0 hp (b) 2.8 hp (c) 2.5 hp (d) 2.1 hp **[BUTEX'13-14, BUET'07-08]**

সমাধান: (d); $\frac{P}{746} = \frac{\frac{W}{t}}{746} = \frac{mgh}{746\times t} = \frac{400\times9.8\times120}{746\times5\times60} = 2.1$ hp

23. একটি জল বিদ্যুৎ কেন্দ্রের বাধের গভীরতা 20m। প্রতি সেকেন্ডে কত কেজি পানি অবশ্যই টারবাইন ব্লেডের উপর পড়লে এটি 0.5MW বিদ্যুৎ উৎপন্ন করবে? $[g = 10ms^{-2}]$ **[BUTEX'13-14, KUET'08-09]**

(a) $25 \times 10^2 kg$ (b) $25 \times 10kg$ (c) $25 \times 10^3 kg$ (d) $25 \times 10^4 kg$

সমাধান: (a); $mgh = Pt$; $m = \frac{Pt}{gh} = 2500kg$

24. এক জুল কত কিলোওয়াট ঘন্টার সমান? **[BUET'12-13]**

(a) $8.78 \times 10^{-7} kWh$ (b) $0.78 \times 10^{-7} kWh$ (c) $1.78 \times 10^{-7} kWh$

(d) $2.78 \times 10^{-7} kWh$ (e) $7.28 \times 10^{-7} kWh$

সমাধান: (d); $1J = \frac{1}{1000} kJ = \frac{1}{1000} kW.s = \frac{1}{1000 \times 3600} kWh = 2.78 \times 10^{-7} kWh$

25. পৃথিবীর পৃষ্ঠের 20m নিচ থেকে মোটর পাম্পের সাহায্যে পানি টেনে উঠানো হয় এবং প্রতি মিনিটে 600 kg পানি নির্গত হয়। যদি পানি বাইরে আসার বেগ $5ms^{-1}$ হয়, মোট পাম্পের ক্ষমতা কত? **[KUET'12-13]**

(a) 1.96 kW (b) 2 kW (c) 2.085 kW (d) 125 kW (e) 2.085 W

সমাধান: (c); $m = 600$ kg; $h = 20$ ml; $v = 5\ ms^{-1}$; $g = 9.8\ ms^{-2}$; $t = 60$ sec

এখানে, $P = \frac{mgh + \frac{1}{2}mv^2}{t} = \frac{600 \times 9.8 \times 20 + \frac{1}{2} \times 600 \times (5)^2}{60} = 2085W = 2.085\ kW$

[আমরা এখানে ২ ধাপে কাজ করি পানির অবস্থান পরিবর্তন করি এবং গতিশক্তি প্রদান করি।]

26. A marathon runner of mass 70 kg runs up the stairs to the top of the Sears tower that is 443 m high in 15 minutes. What is the average power output of the runner in horse power (hp)? **[IUT'11-12]**

(a) 0.453 hp (b) 1.5 hp (c) 0.50 hp (d) 0.7 hp

Solution: (a); $P = \frac{mgh}{t \times 746}$ (in hp) $= \frac{70 \times 9.8 \times 443}{15 \times 60 \times 746} = 0.453$ hp

27. মোটরের দক্ষতা 80%, এটা একটি ক্রেনকে চালনা করছে। ক্রেনের দক্ষতা 50%, যদি মোটরের ক্ষমতা 4.73KW হয় তবে, ক্রেনটি 746 N ওজনের বস্তুকে কত গড় বেগে উপরে উঠাতে পারবে? **[BUTEX'21-22]**

সমাধান: মোটরের ক্ষমতা, $P = 4.73kW = 4730W$ এবং মটরের কার্যকরী ক্ষমতা, $P_1 = 0.8 \times 4730W = 3784W$

ক্রেনের দক্ষতা= 50%, ক্রেনের কার্যকরী ক্ষমতা, $P_2 = 0.5\ P_1 = 0.5 \times 3784\ W = 1892\ W$

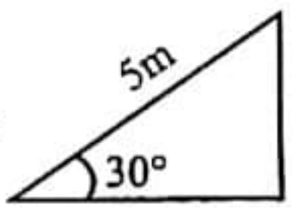
এখানে, F=746 N আমরা জানি, $P_2 = Fv \Rightarrow v_2 = \frac{P_2}{F} = \frac{1892}{746} = 2.536\ ms^{-1}$

28. একটি পানিপূর্ণ পুকুরের গভীরতা 10 মিটার, দৈর্ঘ্য 10 মিটার এবং প্রস্থ 5 মিটার। 30 মিনিটে পুকুরটিকে পানি শূন্য করতে কত অশ্বক্ষমতার পাম্প ব্যবহার করতে হবে? $[g = 980cms^{-2}]$ **[KUET'19-20]**

সমাধান: পুকুরের পানির আয়তন, $V = (10 \times 5 \times 10) = 500m^3$

পুকুরের ভরকেন্দ্রের গভীরতা, $h = \frac{10}{2} = 5m$ $\therefore P = \frac{mgh}{t} = \frac{\rho Vgh}{t} = \frac{1000 \times 500 \times 9.8 \times 5}{30 \times 60 \times 746} = 18.245$ HP (Ans.)

29. একটি দালানের ছাদের সাথে লাগানো 5m লম্বা একটি মই অনুভূমিকের সাথে 30° কোণ করে আছে। 60 kg ভরের এক ব্যক্তি 25 kg ভরের ওজনসহ 10 sec এ ছাদে উঠলে তার অশ্বক্ষমতা বের কর। **[RUET'19-20]**

সমাধান: 

; $h = 5 \sin 30° = 2.5$ m

$\therefore$ লোকটির অশ্বক্ষমতা, $P = \frac{mgh}{t} = \frac{(60+25) \times 9.8 \times 2.5}{10 \times 746}$ HP $= 0.279$ HP

30. কোনো কুয়া থেকে 30 m উপরে পানি তোলার জন্য 5 kW এর একটি পাম্প ব্যবহার করা হয়। পাম্পের কর্মদক্ষতা 90% হলে প্রতি মিনিটে কত লিটার পানি তোলা যাবে? [$g = 9.8\ ms^{-2}$] **[BUET'18-19]**

সমাধান: $P = 5 \times 10^3 \times 0.9 = 4500\ W, h = 30m, t = 1min = 60s$

$P = \frac{mgh}{t} \Rightarrow m = \frac{Pt}{gh}\ \therefore m = 918.367\ kg\ \because \rho_w = \frac{m}{V} = 1\frac{kg}{L}\ \therefore V = 918.367\ L$ (Ans.)

31. সর্বোচ্চ 1800 kg ভর বহনে সক্ষম একটি লিফট 2 ms^{-1} সমবেগে উপরের দিকে উঠছে। গতির বিরুদ্ধে ক্রিয়ারত ঘর্ষণ বলের মান 4000N, লিফট এর জন্য সর্বনিম্ন কত HP বিশিষ্ট মটরের প্রয়োজন হবে। **[RUET'18-19]**

সমাধান: $F = 4000N$; $W = (1800 \times 9.8)N\ \therefore T = F + W = 21640N$

$\therefore P = TV = (21640 \times 2)\ Watt = 43280\ Watt = \frac{43280}{746} HP;\ P = 58.016\ HP$ (Ans.)

32. একটি জলবিদ্যুৎ পাওয়ার স্টেশন লেকের পানি ব্যবহার করে। টার্বাইন থেকে পানি স্তরের উচ্চতা 50m। দক্ষতা 50% ধরে 1MW ক্ষমতা পাওয়ার জন্য প্রতি সেকেন্ডে টার্বাইন দিয়ে প্রবাহিত পানির ভর নির্ণয় কর। **[RUET'18-19]**

সমাধান: $50\% \times mgh = Pt \Rightarrow \frac{1}{2} \times m \times 9.8 \times 50 = 10^6 \times 1 \Rightarrow m = 4081.633\ kg$ (Ans.)

33. একটি কুয়া থেকে ইঞ্জিনের সাহায্যে প্রতি মিনিটে 1000kg পানি 10m গড় উচ্চতায় উঠানো হয়। যদি ইঞ্জিনটির ক্ষমতা 40% নষ্ট হয় তাহলে এর অশ্বক্ষমতা নির্ণয় কর। **[BUTEX'18-19]**

সমাধান: লব্ধ কার্যকর ক্ষমতা, $P_{out} = \frac{mgh}{t} = \frac{1000 \times 9.8 \times 10}{60} = 1633.33W$

প্রদত্ত ক্ষমতা, $P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta} \Rightarrow P_{in} = \frac{1633.33}{(1-0.4\%)} = 2722.22W = 3.65\ HP$ (Ans.)

34. 1 টি ক্রেন প্রতিটি 50 kg ওজনের 12 টি সিমেন্টের ব্যাগ সমদ্রুতিতে 160 m উঁচু একটি নির্মানাধীন ভবনের ছাদে ওঠাতে 1 min 10 sec সময় নেয়। ক্রেনটির ক্ষমতা অশ্বশক্তিতে বের কর। **[BUET'17-18]**

সমাধান: আমরা জানি, ক্ষমতা, $P = Fv$

এখানে, $F = Nmg = 12 \times 50 \times 9.8\ N = 5880N$

$v = \frac{s}{t} = \frac{160\ m}{70\ s} = \frac{16}{7}\ ms^{-1}$

সুতরাং, নির্ণেয় $P = Fv = 5880 \times \frac{16}{7}\ W$

$= 13440\ W = \frac{13440}{746}\ HP = 18.02\ HP$

$N = 12$
$m = 50\ kg$
$g = 9.8\ ms^{-2}$
$s = 160\ m$
$t = (1 \times 60 + 10)\ s = 70s$

35. একটি পানি বিদ্যুৎ কেন্দ্রের বাঁধের উচ্চতা 15m। 5MW বিদ্যুৎ উৎপাদনের জন্য প্রতি সেকেন্ডে টারবাইনের ব্লেডগুলোর উপর কত কেজি পানি পড়তে হবে? **[RUET'17-18, BUET'10-11]**

সমাধান: $5MW = 5 \times 10^6 W,\ h = 15m,\ t = 1s$এখন, $Pt = mgh \Rightarrow m = \frac{Pt}{gh} = \frac{5 \times 10^6 \times 1}{9.8 \times 15} = 34.01 \times 10^3 kg$ (Ans.)

36. একটি ইঞ্জিন 200 m গভীর কূপ থেকে প্রতি মিনিটে 500 kg পানি উত্তোলন করে। যদি 20% ক্ষমতার অপচয় হয় তাহলে ইঞ্জিনটির প্রকৃত ক্ষমতা কত? **[BUET'12-13]**

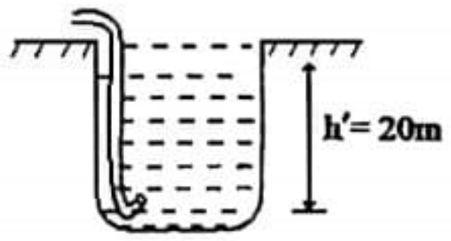
সমাধান: $P_{out} = P_{in} \times \eta \Rightarrow \frac{mgh}{t} = P_{in} \times \eta \Rightarrow P_{in} = \frac{mgh}{t} \times \frac{1}{\eta} = \frac{(500 \times 9.8 \times 200)}{60} \times \frac{1}{80\%}\ W = 20416.67\ W$

37. 1200 kg ভরের একটি গাড়ীর ইঞ্জিনের ক্ষমতা 134.05 H. P ও কর্মদক্ষতা 90%. গাড়ীটিকে স্থিরাবস্থা থেকে 30 ms^{-1} বেগে আনতে ন্যূনতম কত সময় লাগবে? (1 H. P. = 0.746 kW) **[BUET'10-11]**

সমাধান: প্রাপ্ত ক্ষমতা, $P = 134.05 \times 746 \times 90\% W = 90001.17$

গতিশক্তি = কৃতকাজ; $\frac{1}{2}mv^2 = Pt \Rightarrow t = \frac{1}{2P}mv^2 \Rightarrow t = 5.999922001\ sec \Rightarrow t \approx 6\ sec$ (Ans.)

38. একটি পানিপূর্ণ কুয়ার দৈর্ঘ্য 3m, প্রস্থ 2m ও গভীরতা 20 m। 70% কর্মদক্ষতা বিশিষ্ট একটি পাম্প 20 মিনিটে কুয়াটাকে পানিশূন্য করতে পারে। পাম্পটির অশ্বক্ষমতা নির্ণয় কর? **[CUET'09-10, 04-05]**



সমাধান: $v = 3 \times 2 \times 20 = 120\ m^3$; $P_{out} = P_{in} \times \frac{70}{100} = 0.7p_{in}$

$\therefore P_{out} = \frac{w}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{\rho vgh}{t}$; $\rho = \frac{m}{v} \Rightarrow m = \rho v$

$\Rightarrow 0.7P_{in} = \frac{1000 \times 120 \times 9.8 \times \frac{0+2}{2}}{20 \times 60}$; $P_{in} = 14000\ W \therefore P_{in} = 18.767\ H.P$ (Ans.)

39. (ক) ক্ষমতার মাত্রা কী?

(খ) একটি বস্তুর গতিশক্তি ও ভরবেগের সম্পর্ক কি? **[BUTEX'09-10]**

(গ) 10kW শক্তি সম্পন্ন একটি ইঞ্জিনের 200 kg ভরের একটি বস্তুকে 40m উচ্চতায় তুলতে কত সময় লাগবে ($g = 10ms^{-2}$)?

সমাধান: (a) ক্ষমতার মাত্রা $[ML^2T^{-3}]$ (b) $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{m^2v^2}{2m} = \frac{(mv)^2}{2m} = \frac{p^2}{2m}$

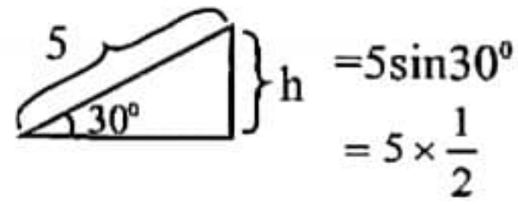
(c) $P = \frac{mgh}{t} \Rightarrow t = \frac{mgh}{P} = \frac{200 \times 10 \times 40}{10 \times 1000} = 8s$

40. কোন কুয়া থেকে 20m উপরে পানি তোলার জন্য 6kW ক্ষমতার একটি পাম্প ব্যবহার করা হচ্ছে। পাম্পের দক্ষতা 82.2% হলে প্রতি মিনিটে কত লিটার পানি তোলা যাবে? **[RUET'08-09]**

সমাধান: $P_{input} = 6kW = 6000\ W$; $P_{output} = \frac{82.2}{100} \times 6000 = 4932\ w$

$P = \frac{w}{t}$; $4932 = \frac{m \times 9.8 \times 20}{60}$; $m = 1509.796\ kg$ (Ans.)

41. একটি দালানের ছাদের সাথে লাগান 5m লম্বা একটি মই অনুভূমিকের সাথে 30° কোণ করে আছে। 60 kg ভরের এক ব্যক্তি 20 kg ভরের বোঝা নিয়ে 10 sec এ ছাদে ওঠেন। তার অশ্বক্ষমতা বের কর। **[CUET'08-09, BUTEX'04-05]**



সমাধান: $W = mgh = 80 \times 9.8 \times 5 \sin 30°J = 1960\ J$

$p = \frac{W}{t} = \frac{1960}{10} = 196\ W$

ব্যক্তির অশ্ব ক্ষমতা $= \frac{196}{746}\ HP = 0.2627\ HP$ (Ans.)

42. একটি পাম্প মিনিটে 1200 gallon পরিমাণ পানি 6 ft উঁচুতে 32 fts^{-1} (9.8 ms^{-1}) গতিবেগে নিক্ষেপ করতে পারে। 1 gallon পানির ভর 10 lb হলে ইঞ্জিনের অশ্বক্ষমতা নির্ণয় কর। **[RUET'06-07, 05-06]**

সমাধান: $m = 1200 \times 10 \times 0.4536 = 5443.2\ kg$; $6ft = 6 \times 0.3048 = 1.83$ [$1lb = .4536\ kg$]

$\therefore w = mgh + \frac{1}{2}mv^2 = 5443.2 \times 9.8 \times 1.84 + \frac{1}{2} \times 5443.2 \times (9.8)^2 = 359000.813\ J$ [1 ft. = 0.3048 m]

$\therefore P = \frac{w}{t} = \frac{359521}{60} = 5992W = \frac{5992}{746}HP = 8\ HP$ (Ans.)

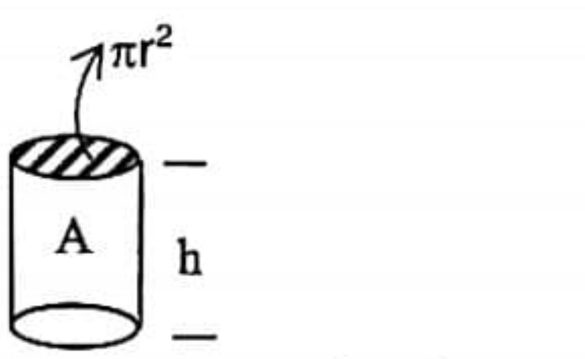
43. একটি পানি পূর্ণ কুয়ার গভীরতা 7.2 মিটার ও ব্যাস 4 মিটার। 31.4 মিনিটে কুয়াটিকে পানি শূন্য করতে পারে এরূপ একটি বৈদ্যুতিক পাম্পের ক্ষমতা নির্ণয় কর। **[BUTEX'03-04]**

সমাধান: কুয়ার ভরকেন্দ্র $= \frac{\text{উচ্চতা}}{2} = \frac{7.2}{2} = 3.6\ m$

কুয়ার আয়তন= $\pi r^2 h = \pi(2)^2 \times 7.2 = 90.47 \times 10^3$ Litre

$\therefore$ কুয়ার পানির ভর= 90.47×10^3 kg [$\because$1 litre পানির ভর = 1 kg]

$\therefore P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{90.47 \times 10^3 \times 9.8 \times 3.6}{31.4 \times 60} = 1.69\ kW$ (Ans.)



$A = 2\pi rh$, $r = \frac{d}{2} = \frac{4}{2} = 2m$

$v = \pi r^2 h$