

# কাজ, ক্ষমতা ও শক্তি

High voltage for Board CQ



For any suggestions or  
queries, please contact us.



ASG Compressed Note

## Type 1 - কাজ

এ অধ্যায় কিন্তু অনেকগুলো কনসেপ্ট। এই ছোট ছোট কনসেপ্ট গুলো থেকে কয়েকটা টপিক মিলে একসাথে একটা CQ হয়। তাই শুধু এই অধ্যায়ের সূত্র মুখস্ত না করে সবগুলো কনসেপ্ট একটু ভালোমতো বুঝে মাথগুলাে করার ট্রাই করো।

### প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী

i.  $W = \vec{F} \cdot \vec{S}$  দুইটি ভেক্টর রাশি দেওয়া থাকলে এদের ডট গুণ

ii.  $W = F \cos \theta \rightarrow$  বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ

### নমুনা প্রশ্ন

একটি বস্তু সরলপথে  $(3, 2, -1)$  থেকে  $(2, -1, 4)$  বিন্দুতে গেলো। এর ওপর ক্রিয়াশীল বল  $\vec{F} = 4\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$ । কাজ নির্ণয় করা

সমাধান :

বলের দিকে অতিক্রান্ত ভেক্টর দূরত্ব,

$$\begin{aligned}\vec{r} &= (2 - 3)\hat{i} + (-1 - 2)\hat{j} + \{4 - (-1)\}\hat{k} \\ &= -\hat{i} - 3\hat{j} + 5\hat{k}\end{aligned}$$

ক্রিয়াশীল বল,  $\vec{F} = 4\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$

সুতরাং, কাজ

$$W = \vec{F} \cdot \vec{r}$$

$$= (-\hat{i} - 3\hat{j} + 5\hat{k})(4\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k})$$

$$= (-1 \times 4) + (-3 \times -3) + (5 \times 2)$$

$$= -4 + 9 + 10$$

$$= 15 \text{ একক}$$

2N বল কোনো নির্দিষ্ট ভরের বস্তুর উপর ক্রিয়া করায় বস্তুটি বলের দিকের সাথে  $60^\circ$  কোণ উৎপন্ন করে 5m সরে গেলে কাজের পরিমাণ নির্ণয় করা

সমাধান :

আমরা জানি,

$$W = Fs \cos \theta$$

$$= 5 \times 2 \times \cos 60^\circ$$

$$= 5J$$

এখানে,

$$\text{বল } F = 2N$$

$$\text{সরণ } S = 5m$$

$$\text{মধ্যবর্তী কোণ} = 60^\circ$$

$$\therefore \text{কাজ } W = ?$$

অনুভূমিকের সাথে  $60^\circ$  কোণে 5m লম্বা একটি হেলানো তলের পাদদেশ থেকে শীর্ষদেশে 10 kg ভরের একটি ব্লক তুলতে হবে। তলকে ঘর্ষণহীন ধরে ব্লকটিকে ধ্রুব গতিতে তুলতে কত কাজ করতে হবে নির্ণয় করা

সমাধান :

আমরা জানি,

কৃতকাজ W হলে,

$$= FS \cos \theta$$

$$= mgS \cos \theta$$

$$= 10 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 5 \text{ m} \times$$

$$\cos 30^\circ$$

$$= 424.35 J$$

সুতরাং ব্লকটিকে তুলতে কাজের পরিমাণ

$$424.35 J$$

এখানে, সরণ,  $S = 5 \text{ m}$

ভর,  $m = 10 \text{ kg}$

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

বল ও সরণের অন্তর্ভুক্ত কোণ,  $\theta =$

হেলানো তল ও উল্লম্বের অন্তর্ভুক্ত

$$\text{কোণ} = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$$

কৃতকাজ,  $W = ?$

একজন ছাত্রের মেঝের ওপরে কাঠ দিয়ে বোঝাই একটি ট্রলি দড়িতে বেঁধে 10m টেনে নিয়ে গেলে দড়ির টান 200N এবং তা অনুভূমিকের সাথে  $37^\circ$  কোণে ওপরের দিকে ছাত্রের কর্তৃক কৃতকাজ নির্ণয় করা। সে যদি অনুভূমিকভাবে বল প্রয়োগ করত তবে কত কাজ হতো?

[উত্তর: 1597.27 J; 2000J]

মূর্ত্যাপ্রবে ফেরত

একটি বরফ খণ্ডকে দড়ির সাহায্যে সম্পূর্ণ অনুভূমিক তলের উপর  $5\text{ m}$  দূরত্ব টেনে আনা হলো দড়ির টান  $10\text{ N}$  এবং দড়িটি উক্ত তলের সাথে  $30^\circ$  কোণে থাকলে কৃত কাজের পরিমাণ নির্ণয় করা

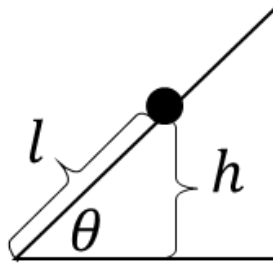
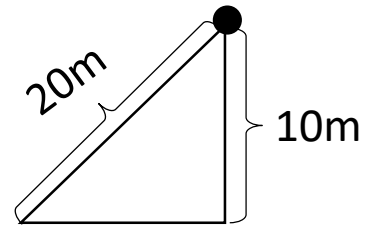
[উত্তর:  $43.3\text{ J}$ ]

### আনত তলে কাজ:

$$W = mgh$$

এখানে,  $h$  = ভূমি থেকে লম্ব উচ্চতা

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



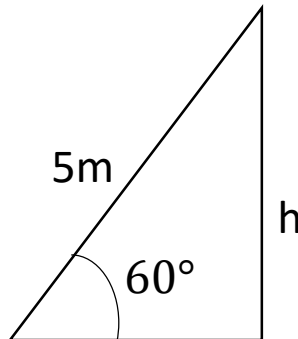
আনত তলে যেখানে থাকবে সেখান থেকে ভূমি পর্যন্ত লম্ব দূরত্ব

$$h = l \sin \theta$$

SINCE 2018

অনুভূমিকের সাথে  $60^\circ$  কোণে  $5\text{ m}$  লম্ব একটি হেলানো তলের পাদদেশ থেকে শীর্ষদেশে  $10\text{ kg}$  ভরের একটি ব্লক তুলতে হবে। তলকে ঘর্ষণহীন ধরে ব্লকটিকে ধ্রুব গতিতে তুলতে কত কাজ করতে হবে নির্ণয় করো।

সমাধান :



এখানে, চিত্র থেকে,

$$\frac{h}{5\text{ m}} = \sin 60^\circ$$

$$\therefore h = 5\text{ m} \times \sin 60^\circ$$

এখানে,

ব্লকের ভর,  $m = 10\text{ kg}$

ধরি, উচ্চতা =  $h$

বের করতে হবে, কাজ  $W = ?$

এখন,

কাজ  $W = \text{বল} \times \text{বলের দিকে সরণের উপাংশ}$

$$= mg \times h$$

$$= 10 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 4.330127 \text{ m}$$

$$= 424.35 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}$$

$$= 424.35 \text{ J}$$

150kg ভরের এক ব্যক্তি 50kg ভরের একটি বোঝা নিয়ে 4m দীর্ঘ একটি সিঁড়ি বেয়ে নামল। যদি সিঁড়িটি দেওয়ালের সাথে  $60^\circ$  কোণে থাকে তবে সে কত কাজ করল তা নির্ণয় কর।

**সমাধান :**

বলের দিকে অতিক্রান্ত দূরত্ব অর্থাৎ

উচ্চতা  $h$  হলে,

$$\frac{h}{4} = \cos 60^\circ$$

$$\text{বা, } h = 4 \times \cos 60^\circ$$

$$= 2 \text{ m}$$

সুতরাং,

$$\text{মোট কাজ} = F \times h$$

$$= mg \times h$$

$$= 200 \times 9.8 \times 2$$

$$= 3920 \text{ J}$$

এখানে,

$$\text{মোট ভর, } m = 150 + 50$$

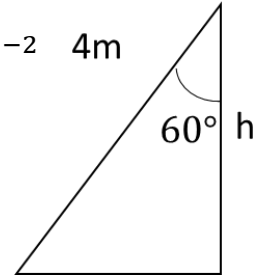
$$= 200 \text{ kg}$$

দেওয়াল ও সিঁড়ির মধ্যবর্তী কোণ,

$$= 60^\circ$$

$$\text{সিঁড়ির দৈর্ঘ্য} = 4 \text{ m}$$

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



অনুভূমিকের সাথে  $30^\circ$  কোণে 12m লম্বা একটি হেলানো তলের পাদদেশ থেকে ঈর্ষাদেশে 20 kg ভরের একটি ব্লক তুলতে হবে। তলকে ঘর্ষণহীন ধরে ব্লকটিকে ধ্রুব গতিতে তুলতে কত কাজ করতে হবে নির্ণয় করো।

[উত্তর: 1176 J]

70 kg ভরের একটি বালক 15 kg ভরের ২টি বাস্কে নিয়ে একটি 7m দৈর্ঘ্যের সিঁড়িতে উঠে। সিঁড়িটি একটি দেওয়ালের সাথে  $45^\circ$  কোণে আনত থাকলে সিঁড়ির উপরে উঠতে বালকটিকে অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কত কাজ করতে হবে?

[উত্তর: 4850.75 J]

সূচীপত্রে ফেরত

## Type ২ - গতিশক্তি ও বিভব শক্তি

গতিশক্তি ও বিভব শক্তি এর ম্যাথ নবম দশম শ্রেণি থেকে করে আসতেছো।  
এখানেও মোটামুটি সব কিছুই সেইম।

### প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী

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

$$v^2 = 2gh$$

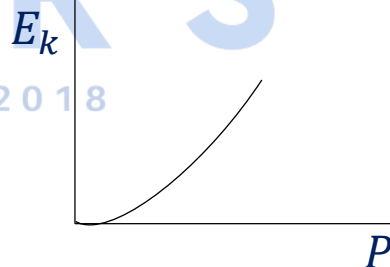
এখানে  $h$  = বস্তু যেখান থেকে পরতে শুরু করেছে তা থেকে যে বিন্দুতে বেগ নির্ণয় করব তার উল্লম্ব দূরত্ব

$$\text{বিভব শক্তি } E_p = mgh.$$

এখানে  $h$  = ভূমি থেকে ঐ বিন্দুর উল্লম্ব দূরত্ব।

### Shortcuts

- গতিশক্তি বিভব শক্তির  $n$  গুণ  $= \frac{h}{n+1}$
- বিভব শক্তি গতিশক্তির  $n$  গুণ  $= \frac{nh}{n+1}$
- একটি চলন্ত বস্তু সমান ভরের অপর বস্তুকে আঘত করলে 100% পরিবর্তিত হবে
- $E_k = \frac{p^2}{2m}$
- অভিকর্ষের টানে স্থিরাবস্থান থেকে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর  $t$  তম সেকেন্ডে হারানো স্থিতিশক্তি বা অর্জিত গতিশক্তি  $E_k = \frac{1}{2}mg^2(2t - 1)$



সূচীপত্রে ফেরত

50 kg ভরের একটি বোমা ভূ-পৃষ্ঠ থেকে 1 km উঁচুতে অবস্থিত একটি বিমান থেকে ফেলে দেওয়া হলো। (i) 10s পরে এবং (ii) ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে এর গতিশক্তি কত?

**সমাধান :**

(i) ধরি, 10 s পর গতিশক্তি,  $K_1$

10s পর বেগ  $v_1$  হলে,

$$V_1 = V_0 + gt$$

$$= 0 + gt$$

$$\therefore V_1 = gt$$

10 s পর গতিশক্তি,

$$K_1 = \frac{1}{2}m \times (gt)^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 50 \text{ kg} \times (9.8 \text{ ms}^{-2} \times 10 \text{ s})^2$$

$$= 2.4 \times 10^5 \text{ J}$$

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,

$$V_2^2 = V_0^2 + 2gh$$

$$\text{বা, } V_2^2 = 2gh$$

$$\therefore K_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}m \times 2gh$$

$$= \frac{1}{2} \times 50 \text{ kg} \times 2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 10^3 \text{ m}$$

$$= 4.9 \times 10^5 \text{ J}$$

সুতরাং ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে গতিশক্তি হবে  $= 4.9 \times 10^5 \text{ J}$

এখানে

বোমার ভর,  $m = 50 \text{ kg}$

উচ্চতা,  $h = 1 \text{ km}$

$$= 1 \times 10^3 \text{ m}$$

আদিবেগ,  $v_0 = 0$

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

সমতল রাস্তায় চলন্ত  $1600\text{ kg}$  ভরের একটি গাড়িকে যখন ব্রেক কামে খামিয়ে দেওয়া হয়, তখন  $500\text{ kJ}$  তাপ উৎপন্ন হয়। ব্রেক প্রয়োগের পূর্ব মুহূর্তে গাড়িটির বেগ কত ছিল?

**সমাধান :**

আমরা জানি,

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

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

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

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

সুতরাং ব্রেক প্রয়োগের পূর্ব মুহূর্তে গাড়িটির বেগ

ছিল  $25 \text{ ms}^{-1}$

এখানে

$$\text{গাড়ীর ভর, } m = 1600 \text{ kg}$$

গতিশক্তি তথা তাপশক্তি,

$$E_k = 500 \text{ kJ}$$

$$= 500 \times 10^3 \text{ J}$$

ব্রেক প্রয়োগের পূর্ব মুহূর্তে বেগ,

$$v = ?$$

$500\text{ g}$  ভরবিশিষ্ট কোনো বস্তু একটি জাহাজের উপর হতে  $10\text{ m}$  নিচে পানিতে পড়ল। (i) বস্তুটির প্রাথমিক বিভবশক্তি (ii) বস্তুটির সর্বোচ্চ গতিশক্তি (iii) বস্তুটির যে বেগ নিয়ে পানির তলকে স্পর্শ করে তা নির্ণয় করা

**সমাধান :**

(i) আমরা জানি,

$$\text{প্রাথমিক স্থিতিশক্তি, } E_p = mgh$$

$$\text{বা, } E_p = 0.5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times$$

$$10 \text{ m}$$

$$= 49 \text{ J}$$

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

$$\text{এখানে বস্তুর ভর, } m = 500 \text{ g}$$

$$= 0.5 \text{ kg}$$

$$\text{সরণ = উচ্চতা, } h = 10 \text{ m}$$

$$\text{বিভব শক্তি, } E_p = ?$$

$$\text{গতিশক্তি, } E_k = ?$$

$$\text{পানি স্পর্শ করার মুহূর্তে বেগ, } v = ?$$

মূর্ত্যাপনে ফেরত



(ii) বস্তুর প্রাথমিক বিভব শক্তি = বস্তুর সর্বোচ্চ গতিশক্তি অর্থাৎ  $E_p = E_k$

$$\therefore Ek = 49 J$$

সুতরাং বস্তুর সর্বোচ্চ গতিশক্তি 49 J

$$(iii) \text{ আবার, } v^2 = v_0^2 + 2gh$$

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

$$= 196 \text{ m}^2 \text{s}^{-2}$$

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

সুতরাং বস্তুটি  $14 \text{ ms}^{-1}$  বেগে পানিকে স্পর্শ করবে।

অভিকর্ষজ ত্বরণ,

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

আদিবেগ,  $v_0 = 0 \text{ ms}^{-1}$

**$h$  মিটার উঁচু স্থান থেকে একটি বস্তু পড়ে গেলে কোথায় এর গতিশক্তি বিভব শক্তির অর্ধেক হবে?**

ধরি,  $m$  ভরের বস্তুটি  $h$  উচ্চতা থেকে পড়ার সময়  $x$  মিটার অতিক্রম করার পর  $P$  বিন্দুতে এর গতিশক্তি বিভব শক্তির অর্ধেক হয়, শর্তানুসারে,

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

$$\text{বা, } v^2 = g(h - x)$$

$$\text{বা, } 2gx = g(h - x)$$

$$[\therefore v_0 = 0 \text{ হওয়ায় } v^2 = 2gx]$$

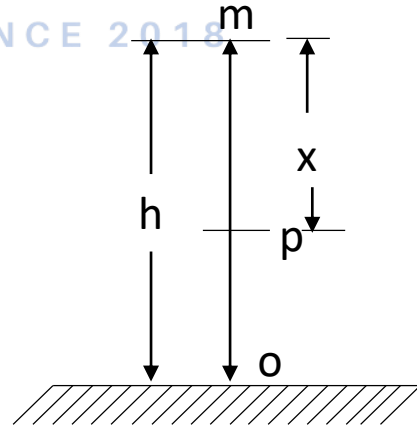
$$\text{বা, } 2x = h - x$$

$$\text{বা, } 3x = h$$

$$\therefore x = \frac{h}{3}$$

$$\text{ভূমি থেকে } P \text{ বিন্দুর উচ্চতা, } OP = h - \frac{1}{3}h = \frac{2}{3}h$$

$\therefore$  ভূমি থেকে আদি উচ্চতার দুই-তৃতীয়াংশ উচ্চতায় গতিশক্তি বিভব শক্তির অর্ধেক হবে।



একটি বস্তুকে  $h$  m উচ্চতা থেকে ফেলে দেওয়া হলো। ভূমি হতে  $10m$  উচ্চতায় বস্তুটির গতিশক্তি বিভবশক্তির দ্বিগুণ হলে কত উচ্চতা থেকে বস্তুটি ফেলা হয়েছিল?

**সমাধান :**

ধরি,  $h$  উচ্চতা হতে  $m$  ভরের বস্তুকে ফেলে দেওয়া হলো।

$10m$  উচ্চতায় বস্তুটির বেগ,

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

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

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

$$= mg(h - 10)$$

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

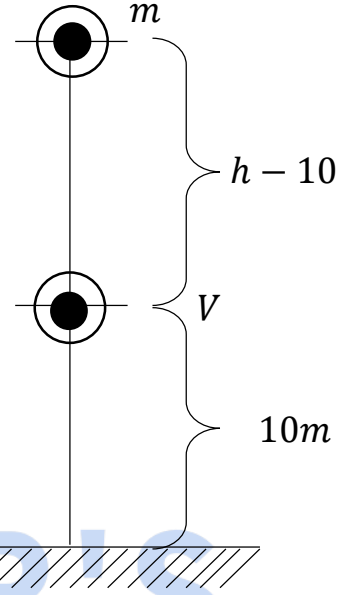
$$\text{প্রশ্নমতে, } mg(h - 10) = 2 \times mg \times 10$$

$$\text{বা, } h - 10 = 20$$

$$\text{বা, } h = 20 + 10$$

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

অতএব, বস্তুটিকে  $30 \text{ m}$  উচ্চতা হতে ফেলা হয়েছিল।



একটি রাইফেলের গুলি একটি তক্তাকে ঠিক ভেদ করতে পারে। যদি গুলির বেগ চার গুণ করা হয়, তবে অনুরূপ কয়টি তক্তা ভেদ করতে পারবে?

**সমাধান :**

১ম ক্ষেত্রে, গতিশক্তি,

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

একটি তক্তা ভেদ করতে প্রয়োজনীয় শক্তি।

২য় ক্ষেত্রে, গতিশক্তি,

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

$$= \frac{1}{2}m16v^2$$

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

$= 16 \times$  একটি তক্তা ভেদ করতে প্রয়োজনীয় গতিশক্তি। বেগ ৪ গুণ করা হলে গুলিটি অনুরূপ ১৬ টি তক্তা ভেদ করতে পারবে।

এখানে,

১ম ক্ষেত্রে,

$$\text{গুলির বেগ} = v \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{গুলির ভর} = m$$

২য় ক্ষেত্রে,

$$\text{গুলির বেগ} = 4v \text{ ms}^{-1}$$

## হাতুড়ি – পেরেক:

- অনুভূমিক  $W = F_x = \frac{1}{2} mv^2 + mgx$
- উল্লম্ব  $W = \frac{1}{2} mv^2$
- পানি ঘেমে পরিণত করতে কৃতকাজ  $= V\rho gh$
- $m$  ভরের কোনো গুলি  $V$  বেগে দেয়ালে  $S$  দূরত্ব ভেদ করে থেমে গেলে  $\frac{1}{2}mv^2 = Fx$

অনুভূমিক কাঠের ওপর একটি পেরেক উল্লম্বভাবে রাখা আছে।  $1\text{ kg}$  ভরের হাতুড়ি দ্বারা  $1\text{ ms}^{-1}$  বেগে পেরেকের ওপর আঘাত করায় এটি  $0.015\text{ m}$  কাঠের মধ্যে ঢুকে গেলে গড় বাধাদানকারী বল কত?

সমাধান :

আমরা জানি, হাতুড়ির বিভব শক্তি +  
গতিশক্তি  
= কাঠের প্রতিরোধ বলের বিরুদ্ধে কাজ

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

$$\therefore F = mg + \frac{mv^2}{2x}$$

$$= 1 \times 9.8 + \frac{1 \times 1^2}{2 \times 0.015} = 43.13\text{ N}$$

এখানে,

$$\text{হাতুড়ির ভর, } m = 1\text{ kg}$$

$$\text{হাতুড়ির বেগ, } h = 4\text{ ms}^{-1}$$

$$\text{পেরেকের সরণ, } x = 0.015\text{ m}$$

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

## প্র্যাকটিস প্রবলেম

$0.50\text{kg}$  ভরের একটি বোমা ভূমি হতে  $1\text{km}$  উঁচুতে অবস্থিত একটি বিমান থেকে ফেলে দেয়া হলো। ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে এর গতিশক্তি নির্ণয় করা

[উত্তর:  $4.9 \times 10^3\text{J}$ ]

$2\text{kg}$  ভরের একটি পাথর  $20\text{m}$  উঁচু থেকে ছেড়ে দেয়া হলো। ভূ-পৃষ্ঠকে স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে এর গতিশক্তি নির্ণয় করা

[উত্তর:  $392\text{J}$ ]

$100\text{g}$  ভরের একটি বস্তু  $10\text{m}$  উপর থেকে নিচে পড়ে। ভূপৃষ্ঠকে স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে এর গতিশক্তি কত জুল হবে?

[উত্তর:  $9.8\text{J}$ ]

$1.5\text{kg}$  ভরের একটি বস্তুকে  $30\text{m/s}$  বেগে উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হল।  $2\text{sec}$  পর এর গতিশক্তি কত হবে?

[উত্তর:  $81.12\text{J}$ ]

একটি রাইফেলের গুলি নির্দিষ্ট পুরুত্বের একটি তক্তা ভেদ করতে পারে। ঐরূপ 16টি তক্তা ভেদ করতে হলে এর বেগ কত গুণা হতে হবে?

[উত্তর: 4 গুণ]

একটি রাইফেলের গুলি নির্দিষ্ট পুরুত্বের দুটি তক্তা ভেদ করতে পারে। গুলির বেগ তিনগুণ করা হলে ঐরূপ কতটি তক্তা ভেদ করতে পারবে?

[উত্তর: 18টি]

একটি রাইফেলের গুলি নির্দিষ্ট পুরুত্বের কাঠের ব্লক ভেদ করতে পারে। গুলির বেগ অর্ধেক করা হলে এর কত অংশ ভেদ করতে পারবে?

[উত্তর: 0.25 অংশ]

## Type 2 – শক্তির নিত্যতা

এই টপিক থেকে ঘ নাঘারে প্রশ্ন চলে এসেছে ধরে নিতে পারো। এটা কয়েকটা সাব টপিক আছে এখানে বিস্তারিতভাবে স্টেপ বাই স্টেপ দেখানো হয়েছে। একবার দেখে নিয়ে তারপর নিজে প্র্যাকটিস করিও।

### type-1: উল্লম্ব

বস্তুটি উপর থেকে নিচে পরলে শক্তির নিত্যতা মেনে চলে কিনা?

সমাধান :

A বিন্দুতে,

গতিশক্তি,  $E_{KA} = 0$  [বস্তুটি স্থির]

বিভবশক্তি,  $E_{PA} = mgh_A$

$$= 10 \times 9.8 \times 10 = 980 \text{ J}$$

মোট শক্তি,  $E_A = 0 + 980 = 980 \text{ J}$

B বিন্দুতে

$$E_{KB} = \frac{1}{2}mv_B^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 10 \times 117.6 = 588 \text{ J}$$

B বিন্দুতে বেগ,

$$V_B^2 = U^2 + 2gh_{AB}$$

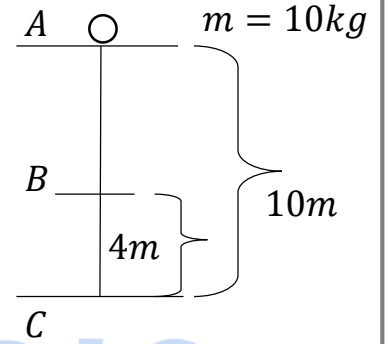
$$= 2gh_{AB}$$

$$= 2 \times 9.8 \times (10 - 4) = 117.6 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$$

$$E_{PB} = mgh_B$$

$$= 10 \times 9.8 \times 4 = 392 \text{ J}$$

$$E_B = 588 + 392 = 980 \text{ J}$$



$h_B = 4m$   
(গতিশক্তির সময় দূরত্ব হিসাব  
হবে উপর থেকে নিচে কিন্তু  
বিভবের সময় নিচ থেকে উপরে)

C বিন্দুতে

$$E_{kc} = \frac{1}{2}mv_c^2$$

$$= \frac{1}{2}m \times 96$$

$$= 2 \times 9.8 \times 10 = 980 \text{ J}$$

$$v_c^2 = 2gh_{AC}$$

$$= 2 \times 9.8 \times 10 = 196 \text{ J}$$

$$E_{PC} = mgh_c$$

$$= m \times g \times 0 = 0 \text{ J}$$

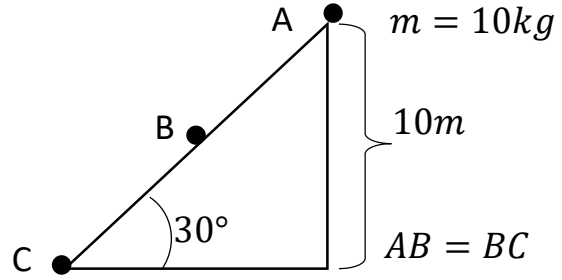
$$E_c = 980 + 0 = 9800 \text{ J}$$

সেহেতু,  $E_A = E_B = E_C$  নিত্যতা মেনে চলে। এখানে শুধু দুই ধরনের শক্তি ছিল তাই দুইটা বের করেছি, ঘর্ষণ থাকলে ঘর্ষণ দ্বারা কাজও যোগ হতো।



## type-2: আনত তল

২৬. বস্তুটি A থেকে C তে ঘর্ষণহীন ভাবে গড়িয়ে পরলে শক্তির নিত্যতা মেনে চলে কিনা?



সমাধান :

A বিন্দুতে,

গতিশক্তি  $E_{KA} = 0$  [বস্তু স্থির]

বিভব শক্তি  $E_{PA} = mgh_A$

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

$$E_A = 980 J$$

B বিন্দুতে গতিশক্তি

$$E_{KB} = \frac{1}{2} m V_B^2$$
$$= \frac{1}{2} m (U_B^2 + 2ah_{AB})$$

$$= \frac{1}{2} m (0^2 + 2 \times g \sin 30^\circ \times 10)$$

$$= 490 J$$

$$AB = \frac{1}{2} AC$$

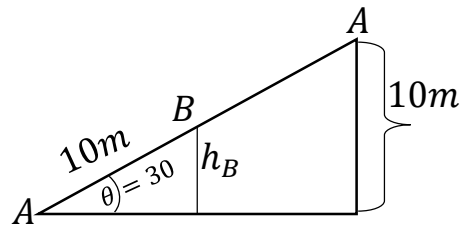
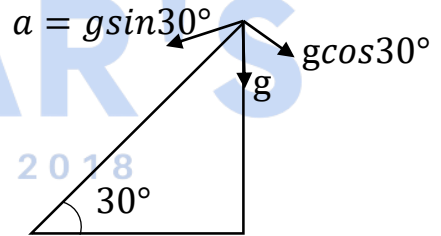
$$= \frac{1}{2} \times \frac{10}{\sin 30^\circ} = 10 m$$

বিভব শক্তি

$$E_{PB} = mgh_B \rightarrow \text{ভূমি থেকে উচ্চতা}$$

$$= 10 \times 9.8 \times 5 = 490 J$$

$$E_B = 490 + 490 = 980 J$$



$$\therefore h_B = 10 \times \sin 30^\circ = 5m$$

মূর্ত্যপত্রে ফেরত

C বিন্দুতে,

$$E_{PA} = 0 [h_c = 0]$$

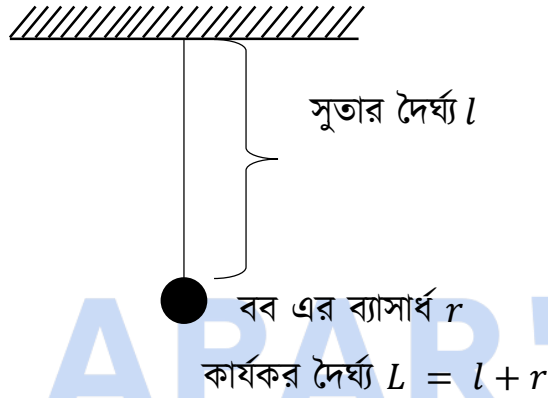
$$E_{KA} = m(U^2 + 2ah_{AC}) \quad AC = 20m$$

$$= \frac{1}{2} \times 10 \times 2 \times g \sin 30^\circ \times 20 = 980J$$

$$E_c = 980 J$$

$$E_A = E_B = E_C \text{ নিত্যতা মেনে চলে।}$$

### type-3: মরল দোলক

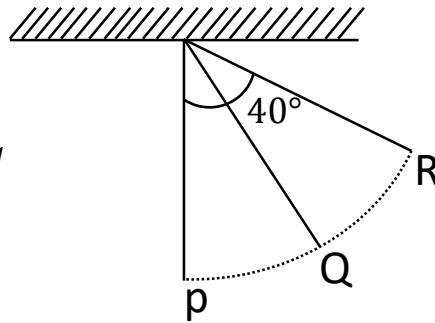


P,Q,R বিন্দুতে সান্দ্রিক নিত্যতা প্রযোজ্য কিনা যাচাই করা

সমাধান :

$$m = 0.02 \text{ kg}$$

$$L = 0.98m$$



R অর্থাৎ সবচেয়ে উপরের বিন্দুর গতিশক্তি শূন্য এবং P সবচেয়ে নিচের বিন্দুর বিভব শক্তি = 0, Q এ গতিশক্তি ও বিভব শক্তি উভয় থাকবে।

R বিন্দুতে,

$$\text{গতিশক্তি } E_{KR} = 0$$

মূর্ত্যপত্রে ফেরত



বিভবশক্তি  $E_{PR} = mgh_{PR}$

$$= mgL (1 - \cos 40^\circ)$$

$$= 0.045J$$

$$E_P = 0.045J$$

$$h_{PR} = L - L\cos 40^\circ$$

$$= L(1 - \cos 40^\circ)$$

Q বিন্দুতে গতিশক্তি,

$$E_{KQ} = \frac{1}{2} mv_Q^2$$

$$= \frac{1}{2} m(2gh_{RQ})$$

$$= mgL(\cos 25^\circ - \cos 40^\circ)$$

$$= 0.027J$$

বিভব শক্তি,

$$E_{PQ} = mgL (1 - \cos \theta_2)$$

$$= 0.02 \times 9.8 \times 0.98(1 - \cos 25^\circ)$$

$$= 0.018J$$

$$\text{মোট শক্তি } E_Q = 0.027 + 0.018 = 0.045J$$

P বিন্দুতে,

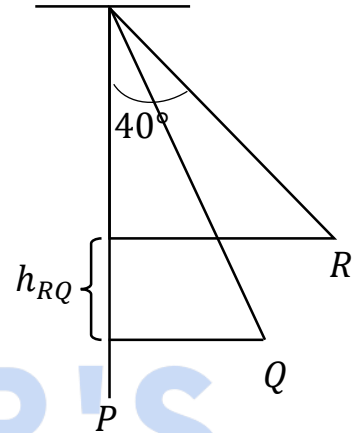
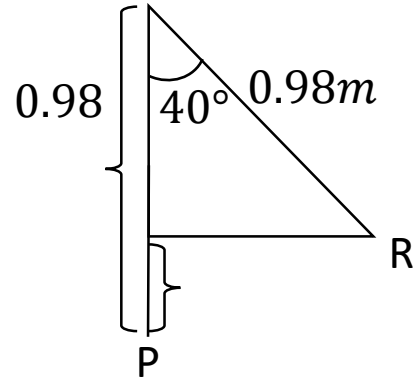
গতিশক্তি,

$$E_{KP} = \frac{1}{2} mV_p^2$$

$$= \frac{1}{2} m \times 2 \times g (h_L - h_R)$$

$$= \frac{1}{2} \times m \times 2 \times g(0.98 - L\cos 40^\circ)$$

$$= 0.045J$$



$$\begin{aligned} h_{RQ} &= h_Q - h_R \\ &= L\cos 25^\circ - L\cos 40^\circ \\ &= L(\cos 25^\circ - \cos 40^\circ) \end{aligned}$$

General case: কোণ দেওয়া থাকলে

R বিন্দু বিভব শক্তি,

$$= mgh_P \rightarrow R$$

$$= mgL(1 - \cos\theta_2)$$

যে বাহু তার কোণ

Q বিন্দুতে বিভব শক্তি,  $= mgh_P \rightarrow Q$

$$= mgL(1 - \cos\theta_1)$$

P বিন্দুতে বিভব শক্তি  $= 0$

R বিন্দুতে গতি শক্তি  $= 0$

Q বিন্দুতে গতি শক্তি,

$$= \frac{1}{2}mV_Q^2$$

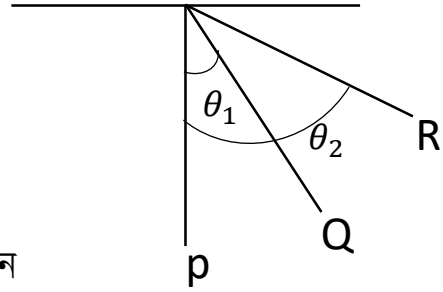
$$= \frac{1}{2}m + 2 \times g(h_Q - h_R)$$

$$= \frac{1}{2}m \times 2 \times g \times L(\cos\theta_1 - \cos\theta_2)$$

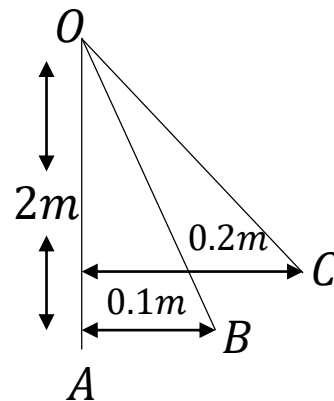
P বিন্দুতে গতি শক্তি,

$$= \frac{1}{2} \times m \times 2 \times g(h_P - h_R)$$

$$= \frac{1}{2} \times m \times 2 \times g \times L(\cos 0^\circ - \cos\theta_2)$$



চিত্রে C বিন্দু একটি সরল দোলকের সর্বাধিক সরণ নির্দেশ করছে। ববের ভর 30 gm।



মূর্ত্যাপ্রবে ফেরত

উদ্দীপকে যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা সূত্র পালিত হয় কি না। B ও C অবস্থানের ভিত্তিতে গাণিতিকভাবে মতামত দাও।

উদ্দীপক অনুযায়ী,

বরের ভর,  $m = 20 \text{ gm} = 20 \times 10^{-3} \text{ kg}$

চিত্র অনুযায়ী,  $OA = OB = OC = 2\text{m}$

$MC = 0.2\text{m}$

$NB = 0.1$

$\triangle OMC$  -এ

$$OC^2 = OM^2 + MC^2$$

$$\text{বা, } 2^2 = OM^2 + (0.2)^2$$

$$\text{বা, } OM^2 = 2^2 - (0.2)^2$$

$$\text{বা, } OM = \sqrt{2^2 - (0.2)^2}$$

$$\therefore OM = 1.99 \text{ m}$$

$$AM = OA - OM = (2 - 1.99)\text{m} = 0.01 \text{ m}$$

$$\text{অনুরূপভাবে } ON = \sqrt{2^2 - (0.1)^2} = 1.997 \text{ m}$$

$$AN = OA - ON = (2 - 1.997)\text{m} = 0.003 \text{ m}$$

C বিন্দুর ক্ষেত্রে,

C বিন্দুতে বরের বিভবশক্তি,

$$U_c = mg \times AM$$

$$= 20 \times 10^{-3} \times 10.07 \times 0.01$$

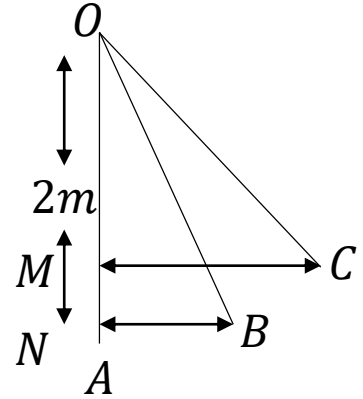
$$= 0.002014 \text{ J}$$

C বিন্দুতে বরের গতিশক্তি,  $K_c = 0$

$$\therefore \text{C বিন্দুতে মোট শক্তি, } E_c = U_c + K_c$$

$$= 0.002014 + 0$$

$$= 0.002014 \text{ J}$$



সূচীপত্রে ফেরত

B বিন্দুর ক্ষেত্রে,

$$B \text{ বিন্দুতে বরের গতিশক্তি, } K_B = \frac{1}{2} m v^2$$

$$v^2 = 2 g \times MN [MN = AM - AN = 0.01 - 0.003] m = 0.007]$$

$$\therefore K_B = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m \times 2 g MN$$

$$= mg \times MN$$

$$= 20 \times 10^{-3} \times 10.07 \times 0.007$$

$$= 0.0014098 \text{ J}$$

$$B \text{ বিন্দুতে বরের বিভবশক্তি, } U_B = mg \times AN$$

$$= 20 \times 10^{-3} \times 10.07 \times 0.003$$

$$= 0.0006042 \text{ J}$$

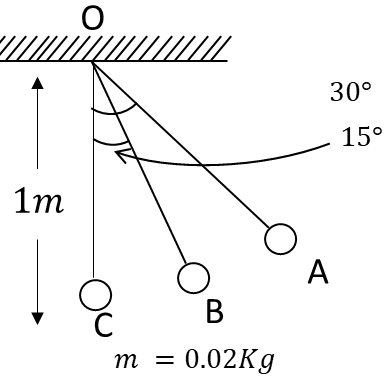
$$B \text{ বিন্দুতে মোট শক্তি, } E_B = U_B + K_B$$

$$= (0.0006042 + 0.014098) \text{ J}$$

$$= 0.002014 \text{ J}$$

অতএব, দোলায়মান দোলকটি B ও C অবস্থানে শক্তির নিত্যতা সূত্র পালন করে।

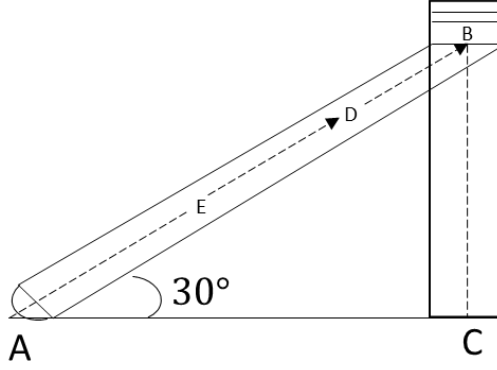
উপরের উর্দ্বাপকে  $0.02 \text{ kg}$  ভরের একটি বস্তুকে বিন্দু থেকে  $1 \text{ m}$  লম্বা সুতার সাহায্যে ঝুলানো হলো। A বিন্দু সর্বোচ্চ বিস্তার নির্দেশ করে যা O বিন্দুতে  $30^\circ$  কোণ উৎপন্ন করে, এটিকে A বিন্দু পর্যন্ত টেনে ছেড়ে দেয়া হলে এটি দুলতে শুরু করে।  $[g = 9.8 \text{ ms}^{-2}]$



(গ) উর্দ্বাপকের B বিন্দুতে দোলকটির গতিশক্তি বের করা

(ঘ) উর্দ্বাপকে ব্যবহৃত দোলকটি যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা সূত্র মেনে চলে কিনা-  
গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।

সূর্চাপকে ফেরত



শিশুপার্ক স্থাপিত একটি স্লিপারের উচ্চতা  $BC = 2m$  এবং হেলানো তলটি  $30^\circ$  কোণে ঢালু।  $25\text{ kg}$  ভরের একজন শিশু স্লিপারের শীর্ষ বিন্দু (B) থেকে ঘর্ষণহীনভাবে স্লিপিং করে ভূমিতে A বিন্দুতে পৌঁছে।

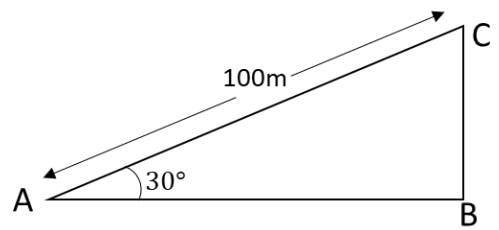
(গ) আনত স্লিপারের দৈর্ঘ্য হিসাব করা।

(ঘ) উদ্দীপক অনুসারে স্লিপারের 'দৈর্ঘ্যের এক চতুর্থাংশ দূরত্ব (D) ও অর্ধেক দূরত্ব (E) অতিক্রমকালে যান্ত্রিক শক্তির পরিমাণ সমান হবে কি না? গাণিতিকভাবে যাচাই করা।

$1800\text{ kg}$  ভরের একটি গাড়ি  $60\text{ kg}$  ভরের একজন ড্রাইভারসহ পাশের চিত্রের আনত তল বরাবর ইঞ্জিনের সর্বোচ্চ ক্ষমতা ব্যবহার করে A বিন্দু হতে B বিন্দুতে পৌঁছাতে গাড়িটি  $30\text{ sec}$  সময় নেয়।  $[g = 9.8\text{ ms}^{-2}]$

গ) গাড়িটির ইঞ্জিনের অশ্বক্ষমতা নির্ণয় করা।

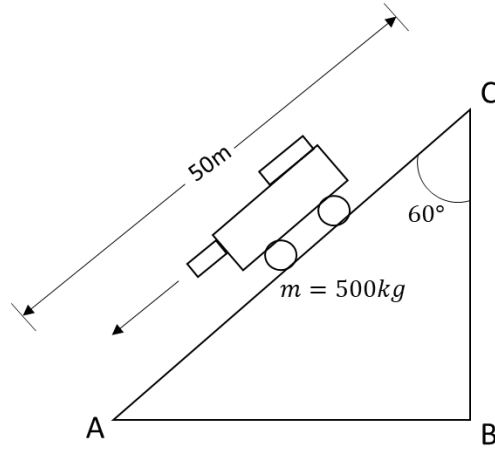
(ঘ) উদ্দীপকের গাড়িটি অনুভূমিক রাস্তায়  $10\text{ s}$  - এর মধ্যে স্থিরাবস্থা থেকে  $60\text{ kmh}^{-1}$  বেগ অর্জন করতে পারবে কিনা তার গাণিতিক ব্যাখ্যা করা।



একটি দালানের ছাদের সাথে দুটি মই লাগানো আছে। একটি মই এর দৈর্ঘ্য  $5\text{ m}$  এবং এটি অনুভূমিকের সাথে  $60^\circ$  কোণ করে রয়েছে। দ্বিতীয় মইটির দৈর্ঘ্য  $6\text{ m}$  এবং এটি অনুভূমিকের সাথে  $46.2^\circ$  কোণ করে রয়েছে। দুইজন নির্মাণ শ্রমিক উভয়ে  $20\text{ kg}$  বোঝা নিয়ে। মিনিটে ভিন্ন ভিন্ন মই ব্যবহার করে ছাদে উঠতে পারেন। প্রথম মই বেয়ে যিনি উঠেন তার ভর  $60\text{ kg}$  এবং দ্বিতীয় মই বেয়ে যিনি উঠেন তার ভর  $70\text{ kg}$ ।

(গ) প্রথম শ্রমিকের ক্ষেত্রে ছাদে উঠার জন্য সম্পাদিত কাজ নির্ণয় করা।

(ঘ) উভয় শ্রমিকের ক্ষমতা অভিন্ন হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা।

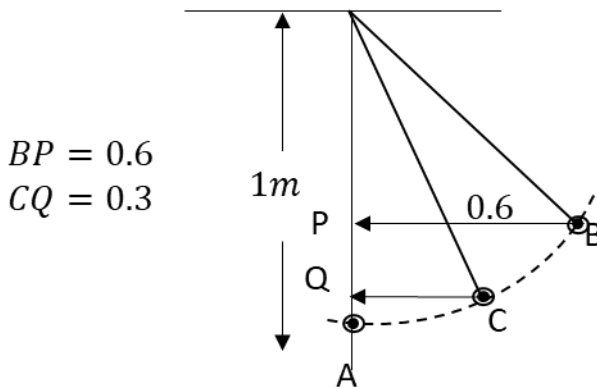


চিত্রে প্রদর্শিত গাড়িটি A বিন্দু হতে  $20\text{m/sec}$  বেগে AC তলে নামছে। গাড়ির চালক ব্রেক করায় গাড়িটি 50m দূরত্ব অতিক্রম করে থেমে যায়।

- (গ) কী পরিমাণ গতি প্রতিরোধকারী বল গাড়িটির উপর ক্রিয়া করে নির্ণয় করা।  
 (ঘ) উদ্দীপকে শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি পালিত হবে কি? গাণিতিক যুক্তি সহ মতামত দাও।

প্রতিটি  $0.125\text{m}^3$  আয়তনের এবং  $250\text{kg}$  ভরের 4টি ব্লকে পরপর মাজিয়ে স্তম্ভ তৈরি করা হলো।

- (গ) উদ্দীপকে বর্ণিত স্তম্ভের উপর হতে কোনো একটি বস্তুকে ফেলে দিলে ভূমি হতে কত উচ্চতায় এর গতিশক্তি বিভব শক্তির দ্বিগুণ হবে?  
 (ঘ) উদ্দীপকে আনুভূমিকের সাথে  $30^\circ$  কোণে আনত রাখতে কাজ ও উদ্দীপকে বর্ণিত স্তম্ভ তৈরিতে কাজের তুলনামূলক গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও।



রাফিদ উপরের চিত্র অনুযায়ী একটি  $0.2\text{kg}$  ভরের বস্তু দুলাচ্ছে।

- গ) A বিন্দুতে বস্তুটির বেগ নির্ণয় করা।  
 (ঘ) উদ্দীপকের বস্তুটি শক্তির সংরক্ষণ সূত্রকে সমর্থন করে কি-না-গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা দাও।

### Type 3 – কুয়া থেকে পানি

কুয়া থেকে পানি উত্তোলনের ম্যাথ তো জাতীয় প্রবলেম। অনেকের এখানে  $h$  নিয়ে প্রবলেম হয়। আশা করি সব কনফিউশন ক্লিয়ার হবে।

### প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী

কুয়া থেকে পানি তোলার ম্যাথ এ সবচেয়ে প্রবলেম করে  $h \rightarrow$  অর্থাৎ ডরকেন্ড্রের সরণ। সবসময় মনে রাখবা,

$$h = \frac{\text{উপরের স্ক্রের সরণ} + \text{নিচের স্ক্রের সরণ}}{2}$$

$$// h = \frac{\text{খালি} + \text{যতটুকু খালি করতে হবে}}{2}$$

পূর্ণ কুয়া খালি করতে,

$$h' = \frac{0+h}{2} = \frac{h}{2}$$

পূর্ণ কুয়া অর্ধেক খালি করতে,

$$h' = \frac{0+\frac{h}{2}}{2} = \frac{h}{4}$$

কুয়া থেকে পানি তোলার পর আরো নানা কাজ করতে পারে, যেমন নির্দিষ্ট বেগে নিক্ষেপ কিংবা  $H$  উচ্চতা উপরে উঠানো।  $V$  বেগে নিক্ষেপ করলে,

$$W_{total} = mgh' + \frac{1}{2}mv^2$$

$m$  কিন্তু পানির ভর

$$m = \rho V$$

$$m = \rho \pi r^2 h$$

এই  $h$  কিন্তু পানি কতটুকু ছিল।

একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা  $10\text{m}$ , ব্যাস  $4\text{m}$ ।  $20$  মিনিটে কুয়াটিকে পানিসূন্য করতে পারে এমন পাম্পের ক্ষমতা নির্ণয় করা

সমাধান :

আমরা জানি,

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

কিন্তু কাজ,  $W = F \times h$

এখানে  $F$  হচ্ছে পানির ওজন,  $F = mg$

কিন্তু  $m$  হচ্ছে কুয়ার পানির ভর।

পানির ঘনত্ব  $\rho$  এবং আয়তন  $V$  হলে,

$$m = V\rho$$

কিন্তু পানির আয়তন হচ্ছে কুয়ার আয়তন।

$$\therefore V = \pi r^2 l$$

$$\text{সুতরাং } P = \frac{W}{t} = \frac{Fh}{t}$$

$$= \frac{mgh}{t} = \frac{V\rho gh}{t} = \frac{\pi r^2 l \rho gh}{t}$$

$$= \frac{3.14 \times (2\text{ m})^2 \times 10\text{ m} \times 10^3\text{ kg m}^{-3} \times 9.8\text{ m s}^{-2} \times 5\text{ m}}{1200\text{ s}}$$

$$= 5128.67\text{ W}$$

$$= \frac{5128.67}{746}\text{ H.P}$$

$$= 6.87\text{ H.P}$$

এখানে,

কুয়ার গভীরতা,  $l = 10\text{ m}$

কুয়ার ব্যাস,  $d = 4\text{ m}$

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

সময়,  $t = 20\text{ min}$

$$= 20 \times 60\text{ s} = 1200\text{ s}$$

পানি উঠানোর কার্যকর বা গড়

উচ্চতা,

$$h = \frac{0+10\text{ m}}{2} = 5\text{ m}$$

ক্ষমতা,  $P = ?$



একটি ইঞ্জিন  $20m$  গভীর একটি কূপ হতে প্রতি মিনিটে  $100\text{ kg}$  পানি তোলে। ইঞ্জিন কর্তৃক বল এবং ইঞ্জিনের ক্ষমতা নির্ণয় করো।

**সমাধান :**

আমরা জানি,

$$F = mg$$

$$= 100\text{ kg} \times 9.8\text{ ms}^{-2} = 980\text{ N}$$

আবার,

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

$$= \frac{980 \times 20}{60}$$

$$= 326.66\text{ W}$$

এখানে,

$$\text{গভীরতা, } h = 20\text{ m}$$

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

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

$$\text{প্রযুক্ত বল, } F = ?$$

$$\text{ক্ষমত, } P = ?$$

একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা  $12m$  এবং ব্যাস  $1.8m$ । একটি পাম্প 24 মিনিটে কুয়াটিকে পানিশূন্য করতে পারে। পাম্পটির অশ্বক্ষমতা কত?

**[উত্তর: 1.67HP]**

একটি পানিপূর্ণ ডু-গর্ভস্থ জলাধারের গভীরতা  $7.5\text{ m}$  এবং চোঙাকৃতি জলাধারের ব্যাস  $4m$ । যে পাম্প 30 মিনিটে জলাধারকে সম্পূর্ণ খালি করতে পারে তার ক্ষমতা কত H.P?

SINCE 2018

**[উত্তর: 2.58 HP]**

মূর্ত্যাপ্রবে ফেরত

## প্র্যাকটিস CQ

পানিপূর্ণ একটি কুয়ার গভীরতা  $10m$  ব্যাস  $2m$ । কুয়াটিকে পানিশূন্য করার জন্য  $2HP$  ক্ষমতার একটি পাম্প চালু করা হলো। অর্ধেক পানি শূন্য হওয়ার পর পাম্পটি নষ্ট হলে  $3HP$  ক্ষমতার অপর একটি পাম্প চালু করে কুয়াটিকে পানিশূন্য করা হলো।

(গ) উর্দাপকের ১ম পাম্পটি মিনিটে কী পরিমাণ পানি উত্তোলন করবে? বের করা

(ঘ) উর্দাপকের উভয় পাম্পের ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় সময় একই ছিলো কি- না? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই করা

একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা  $12m$  এবং ব্যাসার্ধ  $1.2m$ । একটি পাম্প 20 মিনিটে কুয়াটিকে পানিশূন্য করতে পারে। পাম্পটির ক্ষমতা 52% নষ্ট হলেও পাম্পচালক কুয়াটির সম্পূর্ণ পানি একই পাম্প দ্বারা দ্বিগুন সময়ে খালি করা সম্ভব বলে মন্তব্য করেন।

(গ) কুয়াটিকে পানিশূন্য করতে কৃতকাজের পরিমাণ নির্ণয় করা

(ঘ) উর্দাপকে পাম্পচালকের মন্তব্যের যথার্থতা বিশ্লেষণ করা

একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা  $14m$  এবং ব্যাস  $2.4m$ । একটি পাম্প 22 মিনিটে কুয়াটিকে পানিশূন্য করতে পারে। কিন্তু এক-তৃতীয়াংশ পানি উত্তোলন করার পর পাম্পটি নষ্ট হয়ে যায়। পরে 70% দক্ষতার আর একটি পাম্প যুক্ত করে 30 মিনিটে বাকি পানি উত্তোলন করা হয়।

(গ) ১ম পাম্পটি কত সময়ব্যাপী কাজ করে তা নির্ণয় করা

(ঘ) কোন পাম্পটির ক্ষমতা বেশি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা

$4m$  ব্যাসবিশিষ্ট একটি পানিপূর্ণ কুয়ায় একটি পাম্প  $5 kg$  পানিকে  $20 m$  উচ্চতায় তুলে  $10 ms^{-1}$  বেগে নিক্ষেপ করে।  $5 HP$  ক্ষমতার অন্য একটি পাম্প পানিপূর্ণ কুয়াকে পানিশূন্য করে।

(গ) ১ম পাম্পের শক্তি নির্ণয় করা

(ঘ) কুয়াটি পানিশূন্য করতে কোন পাম্পটির কম সময় লাগবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা

## Type 4 –কর্ম দক্ষতা

### প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী

১. কৃত কাজ  $W = mgh$

২. প্রাপ্ত ক্ষমতা  $P = \frac{W}{t}$

৩. ক্ষমতা,  $P = Fv$

৪. কর্ম দক্ষতা  $\eta = \frac{P}{P'} \times 100\%$

এখানে,

$m$  = বস্তু বা ব্যক্তির ভর

$g$  = অভিকর্ষজ ত্বরণ

$h$  = ভূ-পৃষ্ঠ থেকে বস্তু বা ব্যক্তির উচ্চতা

$P'$  = প্রকৃত ক্ষমতা

$t$  = সময়

একটি মোটর মিনিটে  $5.5 \times 10^5 \text{ kg}$  পানি  $100 \text{ m}$  উপরে ওঠাতে পারে। মোটরটির কার্যদক্ষতা 70% হলে এর ক্ষমতা নির্ণয় করা

সমাধান :

আমরা জানি, কৃত কাজ  $W$  হলে,  
কার্যকর ক্ষমতা,

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fh}{t}$$

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

$$= \frac{5.5 \times 10^5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} \times 100 \text{ m}}{60 \text{ s}}$$

$$= 8.98 \times 10^6 \text{ W}$$

$$\text{আবার, } 0.7P' = P$$

$$\text{বা, } 0.7P' = 8.98 \times 10^6 \text{ W}$$

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

এখানে,

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

সরণ,  $h = 100 \text{ m}$

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

পাম্পের ক্ষমতা,  $P' =$

পাম্পের কার্যকর ক্ষমতা,

$$P = P' \text{ এর } 70\% = \frac{70}{100} P'$$

$$= 0.7P'$$

অভিকর্ষজ ত্বরণ,

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

একটি পাম্প 4.9 মিনিটে কুয়া থেকে 10,000 লিটার পানি 6m গড় উচ্চতায় তুলতে পারে। পাম্পের ক্ষমতার 80% কার্যকর হলে এর ক্ষমতা নির্ণয় করো।

**সমাধান :**

আমরা জানি,

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

$$= \frac{10000 \times 9.8 \times 6}{4.9 \times 60}$$

$$= 2000 \text{ W}$$

$$\text{কিন্তু, } \eta = \frac{P}{P'} = 80\%$$

$$\text{বা, } P = 0.8P'$$

$$\therefore P' = \frac{P}{0.8}$$

$$= 2500 \text{ W}$$

$$= 2.5 \text{ kW}$$

এখানে,

$$\text{পানির পরিমাণ} = 10,000$$

$$\text{লিটার} = 10,000 \text{ kg}$$

$$\therefore \text{পানির ভর, } m = 10000 \text{ kg}$$

$$\text{গড় উচ্চতা, } h = 6m$$

$$\text{সময়, } t = 4.9$$

$$\text{মিনিট} = 4.9 \times 60s$$

$$\text{দক্ষতা, } n = 80\% \text{ পাম্পের প্রকৃত}$$

$$\text{ক্ষমতা, } P = ?$$

৩৬. একটি পানিপূর্ণ কুয়ার দৈর্ঘ্য 3m, প্রস্থ 2m ও গভীরতা 20m। 70% কর্মদক্ষতা বিশিষ্ট একটি পাম্প 20 মিনিটে কুয়াটাকে পানিশূন্য করতে পারে। পাম্পটির অশ্বক্ষমতা নির্ণয় কর।

[CUET: '04-05, '09-10]

**সমাধান :**

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

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

$$h = \frac{20}{2} = 10$$

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

$$\Rightarrow 0.7P_{\text{in}} = \frac{1000 \times 120 \times 9.8 \times 10}{20 \times 60}$$

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

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

মূর্ত্যাপ্রবে ফেরত

কোনো কুয়া থেকে 30m উপরে পানি তোলার জন্য 5kW এর একটি পাম্প ব্যবহার করা হয়। পাম্পের কর্মদক্ষতা 90% হলে প্রতি মিনিটে কত লিটার পানি তোলা যাবে?  
[g = 9.8m/sec<sup>2</sup>] **[BUET: '18-19]**

**সমাধান :**

কার্যকর ক্ষমতা,

$$P = 5 \times 10^3 \times \frac{90}{100}$$

$$= 4500 \text{ W}$$

$$\text{এখন, } Pt = mgh$$

$$\therefore m = \frac{Pt}{gh} = \frac{4500 \times 60}{9.8 \times 30}$$

$$= 918.367 \text{ kg}$$

$$= 918.367 \text{ L}$$

[∵ 1kg ভরের পানির আয়তন 1L]

একটি পাম্প 4.9 মিনিটে কুয়া থেকে 10,000 লিটার পানি 6m গড় উচ্চতায় তুলতে পারে। পাম্পের ক্ষমতা 80% কার্যকর হলে। এর ক্ষমতা নির্ণয় করা

**[উত্তর: 2.5 kW]**

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 অশ্বক্ষমতা কত?

**[উত্তর: 46.92 hp]**

একটি কুয়া থেকে ইঞ্জিনের সাহায্যে প্রতি মিনিটে 1000 kg পানি 10 m গড় উচ্চতায় উঠানো হয়। যদি ইঞ্জিনটি ক্ষমতা 40% নষ্ট হয়, তাহলে এর অশ্বক্ষমতা নির্ণয় কর?

**[উত্তর: 3.649 hp]**

100m গভীর একটি কুয়া থেকে ইঞ্জিনের সাহায্যে প্রতি মিনিটে 1000 kg পানি উঠানো হয়। যদি ইঞ্জিনটির ক্ষমতা 42% নষ্ট হয়। তাহলে এর অশ্বক্ষমতা নির্ণয় করা

**[উত্তর: 37.75H.P]**

কোন কুয়া থেকে 20m উপরে পানি তোলার জন্য 6kW এর একটি পাম্প ব্যবহার করা হচ্ছে। পাম্পের দক্ষতা 88.0% হলে প্রতি মিনিটে কত লিটার পানি তোলা যাবে?

**[উত্তর: 1616.325 litre]**

## Type 5 – কৃতকাজ ও গতিশক্তি সংক্রান্ত:

### প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী

১. কৃতকাজ  $W = Fx$

২. গতিশক্তির পরিবর্তন

$$= \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

৩. কৃতকাজ = গতিশক্তির পরিবর্তন

$$\therefore Fx = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

এখানে,

$F$  = প্রয়োগকৃত বল

$x$  = বল প্রয়োগে ফলে সরণ

$v_0$  = বল প্রয়োগের পূর্বের বেগ

$v$  = বল প্রয়োগের পরের বেগ

$10cm \times 10cm \times 3cm$  আকৃতির একটি ইটের ভর  $10kg$  ইটটিকে আনুভূমিক হতে উল্লম্ব অবস্থায় নিতে কৃতকাজ =?

সমাধান :

$$W = mgh$$

$$= 10 \times 9.8 \left( \frac{0.1}{2} - \frac{0.03}{2} \right)$$

$$= 3.43J$$

একটি সুষম ইটের সাইজ  $6cm \times 8cm \times 10cm$  এর ভর  $2.5 kg$  যেটি ভূপৃষ্ঠে এমনভাবে আছে যে তার একটি বৃহত্তম তল ভূমির ওপর অবস্থিত এই ইটকে তার একটি ক্ষুদ্রতম তলের উপর দাড়া করতে কত কাজ =?

সমাধান :

$$W = mg \left( \frac{0.1}{2} - \frac{0.06}{2} \right)$$

$$= 0.49J$$

সূচীপত্রে ফেরত

স্তম্ভ বানাতে  $W = mgh$   $n_{c_2} = mgh \frac{n(n-1)}{2}$

$0.008 m^3$  আয়তন বিশিষ্ট ঘনক আকৃতির 10 টি পাথর স্তম্ভকে পরপর মাজিয়ে ১টি উচ্চ স্তম্ভ বানাতে কৃতকাজ = ? প্রতিটি পাথরের ভর 0.1 kg

সমাধান :

$$v = h^3 \therefore n = \sqrt{0.008} = 0.2 \text{ m}$$

$$w = mgn \frac{n(n-1)}{2}$$

$$= 0.4 \times 9.8 \times 0.2 \times \frac{10(10-1)}{2}$$

$$= 8.82 \text{ J}$$

মোম তৈরিতে কৃতকাজ:

$$w = mgh$$

$$= \rho A d g h$$

$1 km^2$  জায়গা জুড়ে  $2mm$  বৃষ্টিপাত হলো।  $h = 1 km$  হলে  $w = ?$

$$w = mgh$$

$$= \rho A d g h$$

$$= 1000 \times (1000)^2 \times 2 \times 10^{-3} \times 10^3 \times 9.6$$

$$= 1.96 \times 10^{10}$$