



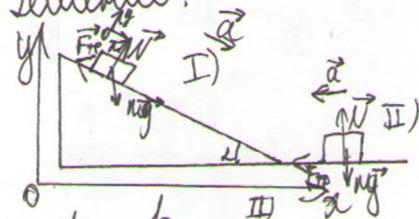
Класс 10 Вариант 2 Дата Олимпиады 3.02.2019.

Площадка написания КНИТУ

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ		Подпись
							Цифрой	Прописью	
Оценка	4	5	4	4	5	1	23	двадцать три	Резбен

1) Дано:  
m  
h  
b  
μ  
P<sub>TP</sub> - ?

Решение:



$$\cos \alpha = \frac{b}{\sqrt{h^2 + b^2}}$$

$$\sin \alpha = \frac{h}{\sqrt{h^2 + b^2}}$$

$$\text{I) } \Sigma F_x: mg \sin \alpha - F_{TP} = ma$$

$$\Sigma F_y: N - mg \cos \alpha = 0$$

$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{TP} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

$$a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$\text{II) } \Sigma F_x: -F_{TP} = -\mu m g a$$

$$\Sigma F_y: N - mg = 0$$

$$F_{TP} = \mu N = \mu mg$$

$$a = \mu g$$

$$P_{TP} = \frac{A_{TP}}{t} = \frac{F_{TP} \cdot S}{t}$$

$$t = \frac{v_k}{a}$$

$$S = \frac{v_k^2}{2a}$$

$$P_{TP} = \frac{F_{TP} \cdot \frac{v_k^2}{2a}}{\frac{v_k}{a}} = \frac{F_{TP} \cdot v_k}{2}$$

I) - первоначальное положение бруска  
II) - положение бруска на противоположной поверхности, и соответствующие оси координат.

$$\frac{v_k^2 - v_0^2}{2a} = S = \frac{v_k^2}{2a}$$

$$v_k = \sqrt{2a \sqrt{h^2 + b^2}}$$

$$v_k = \sqrt{2g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \sqrt{h^2 + b^2}}$$

$$= \sqrt{2g(h - \mu b)}$$

$$P_{TP} = \frac{F_{TP} \cdot v_k}{2} = \frac{\mu mg \cdot \sqrt{2g(h - \mu b)}}{2}$$

$$= \mu mg \sqrt{\frac{g(h - \mu b)}{2}}$$

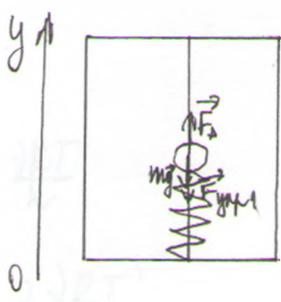
4

4) Дано: Решение:

$\rho$   
 $V$   
 $\frac{1}{3}\rho$   
 $k$   
 $a$   


---

 $h - ?$

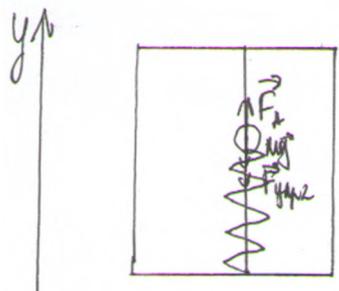


$$Oy: F_A - mg - F_{уп1} = 0$$

$$F_A = \rho g V$$

$$mg = \frac{1}{3} \rho g V$$

$$F_{уп1} = k \Delta x_1$$



Уменьшилась сила упругости, следовательно вылезла часть, т.к. сила Архимеда превзошла силу тяжести  $\downarrow a$

$$Oy: F_A - mg - F_{уп2} = -ma$$

$$F_A = \rho g V$$

$$mg = \frac{1}{3} \rho g V$$

$$F_{уп2} = k \Delta x_2$$

$$h = |\Delta x_2 - \Delta x_1|$$

Цилиндр вылезает вверх относительно дна, т.к. сила упругости уменьшилась, а значит увеличилась разность (дифференциал) сил

$$F_{уп1} = F_A - mg = \frac{2}{3} \rho g V$$

$$F_{уп2} = F_A - mg + ma = \frac{2}{3} \rho g V + \frac{1}{3} \rho V a$$

$$h = \Delta x_2 - \Delta x_1 = \frac{F_{уп2}}{k} - \frac{F_{уп1}}{k} = \frac{\rho V a}{3k}$$

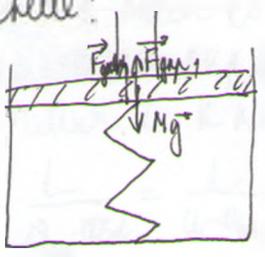
4

5) Дано: Решение:

$h$   
 $k$   
 $\rho$   
 $T$   
 $\frac{h}{z}$   


---

 $T' - ?$



Поршень может начать двигаться вверх только тогда, когда сила Архимеда и упругости будет  $\leq Mg$ . Значит при T:

$$F_{Арх} + F_{уп1} = Mg$$

$$F_{Арх} = \rho S h$$

$$F_{уп1} = k \Delta x_1$$

5)  $pV = \nu RT = pSh$

$F_{газа} = \frac{\nu RT}{h}$

$Mg = k\Delta\alpha_1 + \frac{\nu RT}{h}$   
 или  $T$ :

$F_{газа} = \frac{\nu RT'}{h/2} = \frac{2\nu RT'}{h}$

$F_{упр} = k(\Delta\alpha_1 + \frac{h}{2})$

$Mg = k(\Delta\alpha_1 + \frac{h}{2}) + \frac{2\nu RT'}{h}$

Выразим  $T'$ :

$k\frac{h}{2} + \frac{2\nu RT' - \nu RT}{h} = 0$

$-2T' + T = \frac{kL^2}{2\nu R}$

$T' = \frac{T}{2} - \frac{kL^2}{4\nu R}$

2) Дано:

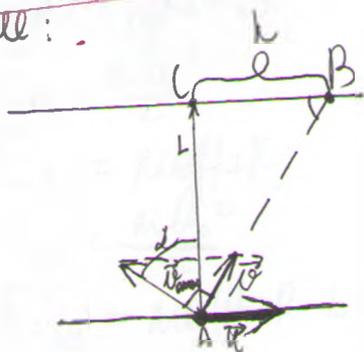
Решение:

$h = 600 \text{ м}$

$\nu = 0,8 \frac{\text{кмоль}}{\text{м}^3}$

$u = 1 \frac{\text{км/ч}}{\text{ч}}$

$L = ?$



Скорость  $v_{max}$  не направлена вправо от перпендикуляра к веревке, и к. если ее значение будет больше  $u \cos \alpha$ , чем  $u \sin \alpha$  она была направлена перпендикулярно к веревке. Значит она направлена под углом  $\alpha$  к перпендикуляру, где  $\alpha < 90^\circ$ . Выпишем его:

$$\frac{L}{u \cos \alpha} = \frac{h}{u \sin \alpha}$$

$$v_{max} = \frac{Lu}{h \cos \alpha + L \sin \alpha}$$

Наибольшее значение  $v_{max}$  будем принимать, когда  $(\frac{Lu}{h \cos \alpha + L \sin \alpha})' \geq 0$ .

$Lu \cdot (-1) \cdot (L \cos \alpha - h \sin \alpha) \geq 0$   
 $h \cos \alpha - h \sin \alpha \geq 0 \Rightarrow \text{tg} \alpha = \frac{h}{L}$

5



$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



ШИФР 37677

2) Значит  $\angle z \angle ABC$ . Следовательно угол между  $\vec{v}$  и  $\vec{v}_{\text{шмш}}$  равен  $90^\circ$ .  
т.к.  $\vec{v} = \vec{v}_{\text{шмш}} + \vec{u}$ , по теореме Пифагора можно найти  $u$ , помня  
что  $\vec{u}$  будет перпендикулярен  $\vec{v}_{\text{шмш}}$ :

$$v = \sqrt{u^2 - v_{\text{шмш}}^2} = 0,6 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

$\text{tg} \alpha = \dots$  исходя из подобия  $\Delta$  шмш и  $\Delta ABC$ :

$$L = h / \text{tg} \alpha = \frac{h}{v} = \frac{u \cdot h}{v_{\text{шмш}}} = 800 \text{ м} + \text{ (5)}$$

3) Дано: Решение:

$$m = 1000 \text{ кг}$$

$$H = 3 \cdot 10^5 \text{ м}$$

$$h = 10^4 \text{ м}$$

$$R = 6,4 \cdot 10^6 \text{ м}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

A - ?

$$G \frac{mM}{(R+H)^2} = m \frac{u_0^2}{(R+H)}$$

$$v_0 = \sqrt{G \frac{M}{R+H}} = \sqrt{g(R+H)}$$

$$v_R = \sqrt{g(R+H-h)}$$

$$E_{k0} = \frac{m v_0^2}{2}$$

$$E_{n0} = mg(H+R)$$

$$E_{kR} = \frac{m v_R^2}{2}$$

$$E_{nR} = mg(H+R-h)$$

$$E_R - E_0 = -mgh + (-0,5 mgh) = -1,5 mgh$$

т.к. нам надо принять спутник на орбиту и  
придать ему нужную скорость, работа равная  
модулю изменения механической энергии:

$$A = |E_R - E_0| = 1,5 mgh = 150 \text{ МДж. (4)}$$

4б) Дано: Решение:

$$0,5R$$

$$R$$

$$1,5R$$

$$v$$

$$\alpha = \arctg \frac{3}{4}$$

$$v_2 = ?$$

$$v_3 = ?$$

$$\vec{p}_0 = \vec{p}_k$$

$$\vec{p}_0 = m \vec{v}$$

$$\vec{p}_k = m \vec{v}_2 + m \vec{v}_3$$

$$\vec{v} = \vec{v}_2 + \vec{v}_3$$

$$v_2 \cdot \sin \alpha + v_3 \cdot \sin \beta = 0$$

$$v_2 \cdot \cos \alpha + v_3 \cdot \cos \beta = v$$

$$v_3 = v \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

$$v_2 \cos \alpha + v \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \cos \beta = v$$

$\beta$  - угол отклонения  
скорости шара от  $15R$



$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



ШИФР 37677

б)



$v_2 = v_3$ , т.к. массы шаров одинаковые:

$$\frac{v_2 \cdot m}{2} = \frac{v_3 \cdot m}{2}$$

$$v_2 = 0,625 \text{ м/с}$$

$$v_3 = 0,375 \text{ м/с}$$

$$\Delta E = \frac{mv_3^2}{2} = 0,0403125 \text{ м.кэВ}$$

1