Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 3 2 9 7 4

Класс 11 **Вариант** 2 **Дата Олимпиады** 3.02.2019

Площадка написания МГТУ им. Баумана

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ Цифрой	Σ Прописью	Подпись
Оценка	3	4	5	3	4	5	24	двадцать четыре	

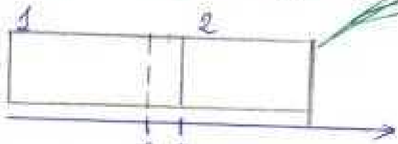
3 4 5 Решено 3 4 5 24 двадцать четыре

№1

Дано: ℓ, m, ν, T

$\tau - ?$

1) Пусть поршень сдвинут от положения равновесия на x



$$V_1 = S\cdot\left(\frac{\ell}{2}+x\right)$$

$$V_2 = S\left(\frac{\ell}{2}-x\right)$$

2) $p=\frac{F}{S}$

Что с нач. парам

$$p_1 = \frac{\nu RT}{V_1} = \frac{\nu RT\cdot 2}{S(\ell+2x)} \Rightarrow F_1 = \frac{\nu RT 2}{\ell+2x}$$

$$p_2 = \frac{\nu RT}{V_2} = \frac{\nu RT\cdot 2}{S(\ell-2x)} \Rightarrow F_2 = \frac{\nu RT 2}{\ell-2x}$$

$p_2 \le p_н$

3) x: $ma_x = F_1 - F_2$

$$ma_x = 2\nu RT\left(\frac{1}{\ell+2x} - \frac{1}{\ell-2x}\right)$$

$$ma_x = 2\nu RT\left(\frac{\cancel{\ell}-2x-\cancel{\ell}-2x}{\ell^2-4x^2}\right)$$

$4x^2 \approx 0$ т.к. колебания малые

$$ma_x = -\frac{8\nu RT}{\ell^2}\cdot x$$

$$a_x = -\frac{8\nu RT}{\ell^2\cdot m}\cdot x$$

3) По закону гармонических колебаний: $\ddot{x} = -\omega_0^2 x$

$$\tau = \frac{2\pi}{\omega_0}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{8\nu RT}{m\cdot\ell^2}} = \frac{1}{\ell}\sqrt{\frac{8\nu RT}{m}}$$

Ответ: $\tau = 2\pi\ell\sqrt{\frac{m}{8\nu RT}}$

3

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

$(a b) c = a (b c)$ $E = mc^2$

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

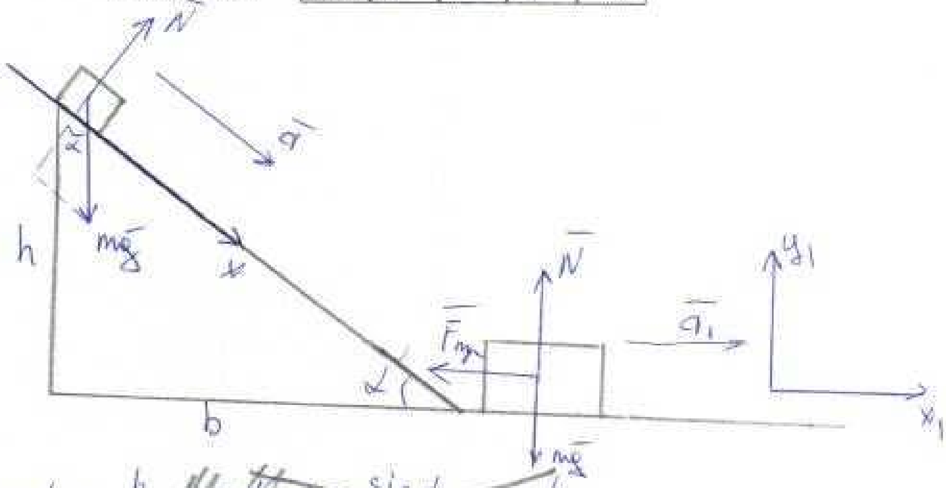
ШИФР 3 2 9 7 4

№4

Дано:
$v_0 = 0$
h, b
P, μ
$m - ?$

Решение.

1) Запишем 2-й закон Ньютона для того момента, когда брусок начинает своё движение:



x: $ma = mg \cdot \sin\alpha$

$a = g\sin\alpha$

2) $tg\,\alpha = \dfrac{h}{b}$ ~~$tg\,\alpha = \dfrac{\sin\alpha}{\sqrt{1-\sin^2\alpha}} = \dfrac{h}{b}$~~

$\Downarrow$

$\alpha = arctg\left(\dfrac{h}{b}\right)$

3) Длина „пути наклона" равна $l = \sqrt{h^2+b^2}$ по т Пифагора

4) $l = \dfrac{v_k^2 - v_0^2}{2a} \Rightarrow v_k^2 = 2al + \underset{0}{v_0^2} \Rightarrow v_k = \sqrt{2al}$

$v_k = \sqrt{2g\sin(arctg[\frac{h}{b}]) \cdot \sqrt{h^2+b^2}}$ +

скорость у основания горизонтального участка

5) Запишем 2-й закон Ньютона для того момента, когда брусок начинает своё движение по горизонтальному участку:

x_1: $ma_1 = -\mu N$
y_1: $N = mg$
$\Rightarrow ma_1 = -\mu mg \Rightarrow a_1 = -\mu g$

6) Путь, который прошло тело до остановки равен. $S = \dfrac{\overset{0}{v_k^2} - v_k^2}{2a_1} \Rightarrow$

$\Rightarrow S = \dfrac{-v_k^2}{-2\mu g} = \dfrac{v_k^2}{2\mu g} \Rightarrow S = \dfrac{2g\sin(arctg[\frac{h}{b}]) \cdot \sqrt{h^2+b^2}}{2\mu g} = \dfrac{\sin(arctg[\frac{h}{b}]) \cdot \sqrt{h^2+b^2}}{\mu}$

7) Время, за которое тело прошло половину горизонтального пути равно:

$\dfrac{S}{2} = v_k \cdot t + \dfrac{a_1 t^2}{2} \Rightarrow \dfrac{a_1}{2}t^2 + v_k \cdot t - \dfrac{S}{2} = 0$

$D = v_k^2 + 4 \cdot \dfrac{S}{2} \cdot \dfrac{a_1}{2} = v_k^2 + S \cdot a_1$

$t = \dfrac{-v_k + \sqrt{v_k^2 + S\cdot a_1}}{a_1}$

8) $P = \dfrac{\mu mg \cdot S}{2 \cdot t}$ ⊖

$P = \dfrac{\mu mg \cdot v_k^2 \cdot (-\mu g)}{2\mu g \cdot 2 \cdot (-v_k + \sqrt{v_k^2 - S\mu g})} \Rightarrow P = \dfrac{-m v_k^2 \mu g}{4(-v_k + \sqrt{v_k^2 - S\mu g})}$

$\Downarrow$

ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

$(ab)c=a(bc)$ $E=mc^2$

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 3 2 9 7 4

$$m = \frac{P\cdot 4\left(-v_k+\sqrt{v_k^2-5\mu g}\right)}{-v_k^2\,\mu g}$$

3

Ответ: $m=\left(P\cdot 4\left(\left(\sqrt{2g\sin\left(\operatorname{arctg}\left[\frac{h}{b}\right]\right)\cdot\sqrt{h^2+b^2}}\right)-\sqrt{2g\sin\left(\operatorname{arctg}\left[\frac{h}{b}\right]\right)\cdot\sqrt{h^2+b^2}-\left(\sin\left(\operatorname{arctg}\left[\frac{h}{b}\right]\right)\cdot\sqrt{h^2+b^2}\right)\cdot g}\right)\right):\left(2g\sin\left(\operatorname{arctg}\left[\frac{h}{b}\right]\right)\cdot\sqrt{h^2+b^2}\cdot\mu\cdot g\right)$

−

№6

Дано:
$R=1\,Ом$
$v=10\,м/с$
$B=0{,}5\,Тл$
$L_1=0{,}1\,м$
$L_2=0{,}05\,м$
$L_3>L_2$

$Q-?$

Решение.

1) Пусть Q_1 – теплота, которая выделилась при начале прохождения пути до того момента, пока рамка полностью „не заедет" в магнитное поле, а Q_2 – теплота, которая выделится от того момента, когда тело начнет покидать область магнитного поля, пока не покинет его полностью $\Rightarrow Q=Q_1+Q_2$

2) $d\Phi = B\,dS\cdot\underset{1}{\underset{\parallel}{\cos\alpha}} \Rightarrow \int_0^{\Phi} d\Phi=\int_0^{L_1 L_2} B\,dS \Rightarrow \Phi = BL_1L_2$

$$\mathcal{E}=\frac{\Phi}{t}$$

$$Q_1=\frac{\mathcal{E}^2}{R}t=\frac{\Phi^2}{Rt}=\frac{B^2L_1^2L_2^2}{Rt}$$

$$L_2=v\cdot t \Rightarrow t=\frac{L_2}{v}$$

$$Q_1=\frac{B^2L_1^2L_2^{\cancel{2}}}{R\cancel{L_2}}\cdot v=\frac{B^2L_1^2L_2\cdot v}{R}$$

$$Q_2=\frac{B^2L_1^2L_2\cdot v}{R} \Rightarrow Q=Q_1+Q_2=\frac{2B^2L_1^2L_2\cdot v}{R}$$

$$Q=2{,}5\cdot 10^{-3}\,Дж$$

Ответ: $2{,}5\cdot10^{-3}\,Дж$.

+ 5

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 32974

№5

Дано

m, k

Δx_{max} — ?

Решение

1) $x\; ma_x = mg - T - k\Delta x$

Рассмотрим случай, когда $T=0$ (пограничный случай)

$ma_x = mg - k\Delta x$

2) $a_{max} = \omega^2 \cdot A$ $(A = \Delta x_{max})$

$a_{max} = \frac{dv}{dt}$ при $\Delta x = 0$

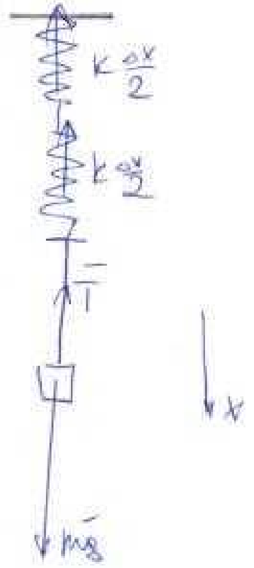
⇓

$ma_{max} = mg$ V $\omega^2 = \frac{2k}{m}$ 0

$\cancel{m}\frac{k}{m} \cdot \Delta x_{max} = \cancel{m}g$

$\Delta x_{max} = \frac{mg}{k}$

Ответ: $\frac{mg}{k}$ 0



4

№3

Дано

$U_0 = 220$ В

U_1 — ?

Решение:

1) Когда нет зеркала вся энергия за время τ тратится на „нагрев грапучника" $\Rightarrow$ $P_0 = \frac{Q_0}{t}$

$P_0 = \frac{U_0^2}{R} \Rightarrow \frac{U_0^2}{R} = \frac{Q_0}{\tau}$

2) Когда появилось зеркало $\Rightarrow$ стало передаваться двойное тепло (т.к зеркало идеально отражающее)

⇓

$\frac{U_0^2}{R} = \frac{2Q_0}{\tau}$

3) Чтобы было Q_0 надо уменьшить напряжение до U_1: $\frac{U_1^2}{R} = \frac{Q_0}{\tau}$

⇓

$\frac{U_0^2}{\cancel{R}} = 2\frac{U_1^2}{\cancel{R}} \Rightarrow U_1 = \frac{U_0}{\sqrt{2}} \approx 155,56$ В

Ответ: 155,56 В

(+) 5

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 3 2 9 7 4

№2

Дано:

F, d, D

f

$k - ?$

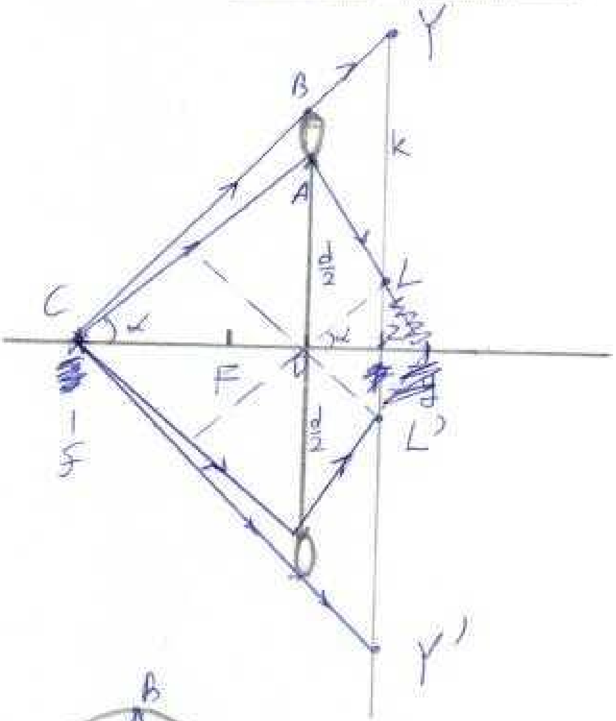
Решение

1) $AB = \frac{D-d}{2}$

2) Пусть $\alpha = \angle OCA$ – угол в прямоугольном $\triangle CAO$

$\Downarrow$

$tg\alpha = \frac{d}{2f}$



3) $\angle ACO = \angle LOF$ (по построению лучей)

$tg\alpha = \frac{LZ}{F}$

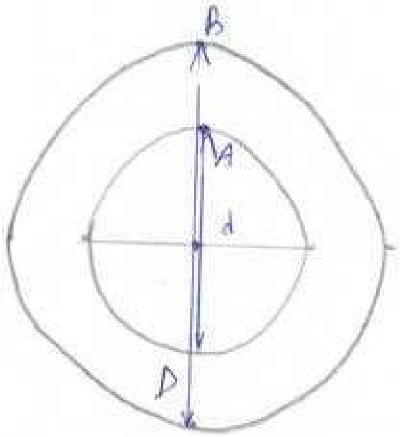
$\Downarrow$

$\frac{LZ}{F} = \frac{d}{2f}$

$\Downarrow$

$LZ = \frac{dF}{2f}$ + ~~$= \frac{dF}{2f}$~~

4



4) $\triangle BCO \sim \triangle YCZ$

$\Downarrow$

~~$\angle BCO = tg\beta$~~ $\frac{BO}{YZ} = \frac{CO}{CZ}$

$\Downarrow$

$YZ = \frac{BO \cdot CZ}{CO} = \frac{D}{2}\frac{(F+f)}{f}$

5) $k = YL = YZ - LZ = \frac{D}{2}\frac{(F+f)}{f} - \frac{dF}{2f}$

Ответ: $k = \frac{D}{2}\frac{(F+f)}{f} - \frac{dF}{2f}$ 0

32974

№1

Давление $p_2 = P_{нас. пара}$, в этом и ошибка. Ход решения верный. Балл без изменений.

№4

У Вас записана средняя мощность, а нужна мгновенная $P = F v \cos\alpha$.
Балл без изменений.

Задачи №2 и №5 оценены верно, есть незначительные ошибки в решении.

ЦЕНТР ДОВУЗОВСКОЙ ПОДГОТОВКИ

02.04.19

(Башкин С.В.)