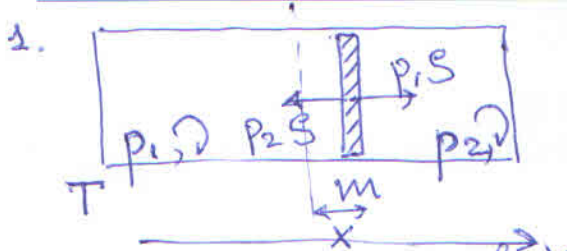


Класс 11 Вариант 2 Дата Олимпиады 03.02.19

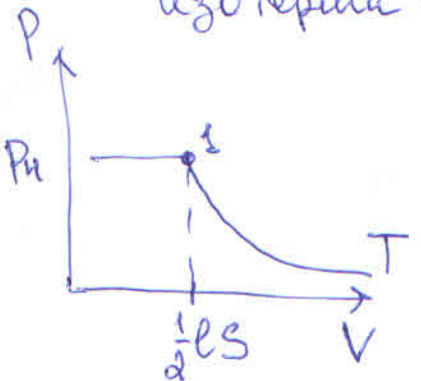
Площадка написания МГТУ им. Баумана

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ		Подпись
							Цифрой	Прописью	
Оценка	5	5	5	3	3	5	26	двадцать шесть	АА



объем половины сосуда - $V = \frac{1}{2} l S$, где сечение цилиндра S , $\frac{1}{2} l S$, где поршень смещен на малое расстояние x :
Уравнение

где касая. паров x изотерма имеет вид:



т.к. малое колебание \rightarrow при изменении объема изменяется давление \rightarrow на новом равновесии поршень соответствует состоянию 1 \rightarrow при смещ. поршня давление изменяется только в левой части сосуда (при увелич. объема)

$\Rightarrow p_2 = p_1$ (1)

Уравнение Менделеева-Клапейрона где:

положен. равнов.: $p_1 \cdot \frac{1}{2} l S = \nu R T$ (2)

правой части сосуда: $p_1 (\frac{1}{2} l S + x S) = \nu R T$ (3)

Второй закон Ньютона где поршне:

$m \ddot{x} = p_1 S - p_2 S$ (4)

(2) - (4) $\Rightarrow m \ddot{x} = \frac{\nu R T}{\frac{1}{2} l + x} - \frac{\nu R T}{\frac{1}{2} l} \Rightarrow$

$m \ddot{x} + \frac{1}{2} l \nu R T - \frac{1}{2} l \nu R T + \nu R T x = 0$; при малых $x \ll l$; x в знаменателе пренебрежем

$\ddot{x} + \frac{4 \nu R T x}{m l} = 0$ - уравнение гармонич. колебаний

$\omega^2 = \frac{4 \nu R T}{m l}$ период $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi l \sqrt{m}}{2 \sqrt{4 \nu R T m}} = \frac{\pi l \sqrt{m}}{\sqrt{\nu R T}}$ (5) (+)

$(ab)c = a(bc)$

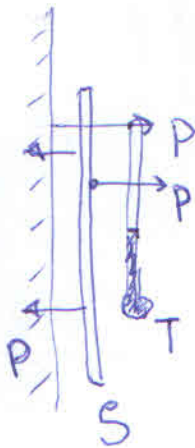
$E = mc^2$



ШИФР

3 4 5 5 9

3.



кол-во теплота, выделенное на нагревание за время Δt (малое)
 $dQ = \frac{U^2}{R} dt$, где R - сопротивление нагревателя
 мощность теплового потока с единица площади нагревателя
 $P = \frac{dQ}{S \Delta t} = \frac{U^2}{SR}$

$T \sim P$

Температура, показываемая термометром (мощность теплотерм $N = \alpha(T - t_0)$ в установившемся режиме пропорциональна температуре среды $N = P \Rightarrow P \sim T$)

когда установили зеркало, $P_{\text{с з}} = \frac{2U^2}{SR}$ (повысилась от отражения от зеркала)
 без зеркала $P_0 = \frac{U_0^2}{SR}$

чтобы температура не изменилась

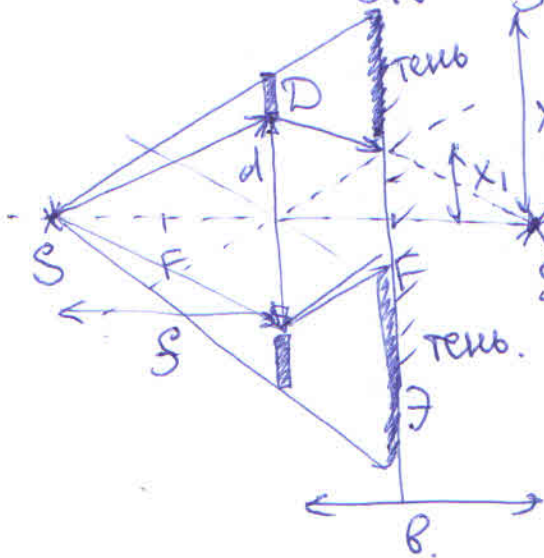
$P_0 = P_1 \Rightarrow \frac{2U^2}{SR} = \frac{U_0^2}{SR}$

$\Rightarrow U_1 = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$

$U_1 \approx 156 \text{ В}$

4
5

2.



формула тонкой линзы:

$\frac{1}{F} = \frac{1}{S} + \frac{1}{b} \Rightarrow b = \frac{F \cdot S}{S - F}$

(расстояние от линзы до изображения источника)

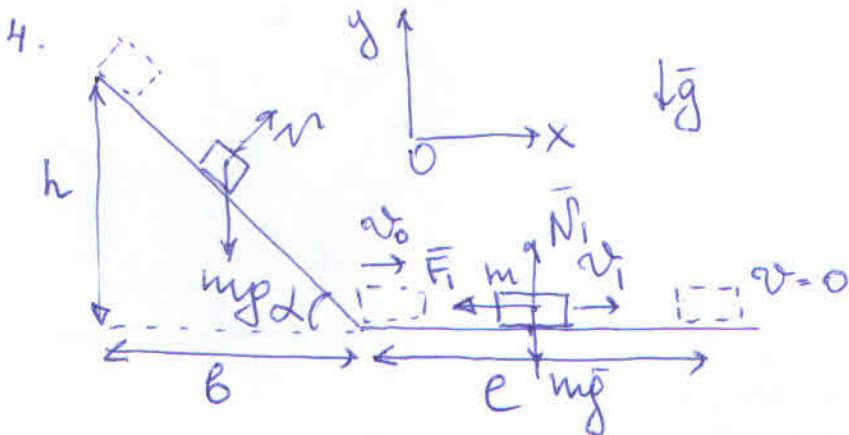
Из геометрии рисунка (= длин лучей, проходящих вблизи края оправы) внешний ради диаметр тени:

$\frac{X_2}{D} = \frac{f + F}{f} \Rightarrow X_2 = D \left(1 + \frac{F}{f} \right)$

внутр. диаметр тени $X_1 = \frac{b - F}{f} \Rightarrow X_1 = \frac{dF}{f}$
 (тень представляющей собой кольцо)

4

5



Из закона сохранения энергии, скорость бруска в начале горизонтального участка v_0 :

$$mgh = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gh}$$

Во время движения по гориз. участку еще трение скольжения $F_1 = \mu N_1$. Второй закон Ньютона для бруска, Ox :

$$N_1 - mg = 0 \Rightarrow F_1 = \text{const}, F_1 = \mu mg$$

Работа силы трения при перемещ. на dx

$$dA = \mu mg dx \Rightarrow \text{мощность в точке экстр. } x \quad P_x = \mu mg \frac{dx}{dt}$$

$$\Rightarrow \text{мощ-ть в середине } l: P = \mu mg v_1 \quad \checkmark$$

v_0 - скорость в начале гориз. участка.

Изменение энергии до остановки. $\frac{mv_0^2}{2} = \mu mgl \Rightarrow$

до середины l :

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{1}{2} \mu mgl \Rightarrow$$

$$v_x^2 \quad \frac{mv_0^2}{2} = \left(\frac{P}{\mu mg}\right)^2 + \frac{v_0^2}{2} \Rightarrow \frac{P}{\mu mg} = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$$

при переходе с накл. плоскости терется } \ominus
 вертикал. составляющая скорости,

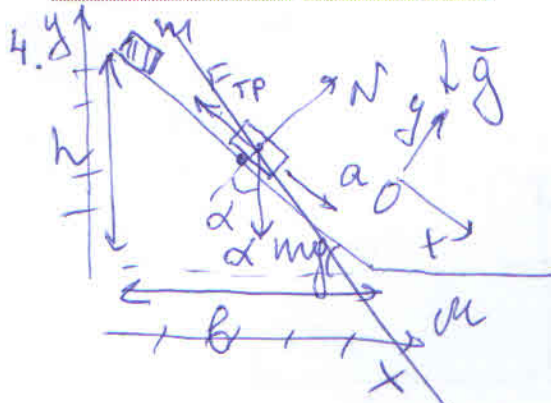
$$v_0 = v \cos \alpha = v \cdot \frac{b}{\sqrt{h^2 + b^2}} \Rightarrow$$

$$v_0 = \sqrt{2gh} \cdot \frac{b}{\sqrt{h^2 + b^2}} \Rightarrow m = \frac{P}{\mu g b} \sqrt{\frac{h^2 + b^2}{gh}} \quad \ominus$$

3

ШИФР

3	4	5	5	9
---	---	---	---	---



Второй закон Ньютона для бруска в середине horiz. участка:

$$Ox: \mu mg \sin \alpha - F_{тр} = ma \quad (1)$$

$$Oy: N - \mu mg \cos \alpha = 0 \quad (2)$$

сила трения эквивалентная

$$F_{тр} = \mu N \quad (3)$$

интенсивность силы трения при движении со скоростью v

$$P = F_{тр} \cdot v \quad (4)$$

из закона сохранения энергии:

$$mgh = \frac{1}{2} mgh + A_{тр} + \frac{mv^2}{2} \quad (5)$$

из (2), (3) $\Rightarrow F_{тр} = \text{const}$, $F_{тр} = \mu mg \cos \alpha$.

работа $A_{тр} = F_{тр} \cdot S = \mu mg \cos \alpha \cdot \sqrt{\frac{b^2}{4} + \frac{h^2}{4}} = \frac{1}{2} \mu mg \cos \alpha \sqrt{b^2 + h^2}$
 (перемещ.) , $\cos \alpha = \frac{b}{\sqrt{h^2 + b^2}} \Rightarrow A_{тр} = \frac{1}{2} \mu mg b$.

$$\Rightarrow (5): \frac{1}{2} mgh - \mu mg b = \frac{mv^2}{2}$$

$$\Rightarrow (4): P = \mu mg \cdot \frac{b}{\sqrt{h^2 + b^2}} \cdot \sqrt{gh - \mu gb} =$$

$$m = \frac{P \sqrt{h^2 + b^2}}{\mu g b \sqrt{g(h - \mu b)}}$$

5.



нить начинает провисать, если сила натяжения нити T=0

из 2го закона Ньютона $\Rightarrow F_y = T \Rightarrow$

$F_y = 0$ т.к. при колебаниях, при движении груза вверх F_y уменьшается (уменьш. деформация пружины)

$F_y = 0$ в наибольшей позиции, когда $v=0$

Закон сохранения энергии:

$$mgx = \frac{1}{2} kx^2 \quad (x - \text{максимальное растяжение, жесткость двух последовательно соединенных пружин } k' = \frac{1}{2}k)$$

$$x = \frac{4mg}{k}$$

$$x = A + x_0$$

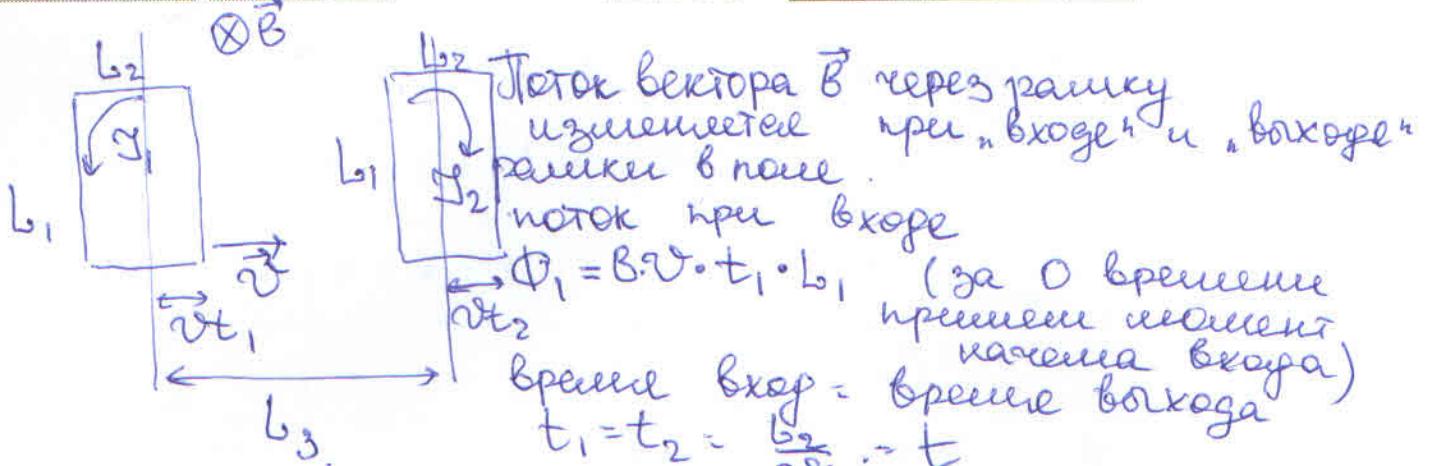
$$x_0 = ?$$

3

ШИФР

3 4 5 5 9

6.



ЭДС индукции, возник. в рамке при входе $\mathcal{E}_1 = -Bv l_1$

при выходе $\mathcal{E}_2 = v l_2 B$

$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d\Phi_2}{dt} = -\frac{d(l_2 l_1 B)}{dt}$

правило Кирхгофа для рамки:

$$\mathcal{E}_1 = I_1 R$$

$$\mathcal{E}_2 = I_2 R$$

т.к. $|\mathcal{E}_1| = |\mathcal{E}_2|$, $t_1 = t_2$, кон-ва

$Q_1 = Q_2$ (при входе и выходе)

теплота

$$Q_1 = Q_2 = I^2 R t = \frac{(Bv l_1)^2}{R^2} R \cdot \frac{l_2}{v} = \frac{B^2 v l_1^2 l_2}{R}$$

$$Q = Q_1 + Q_2; I_1 = I_2 = I$$

$$Q = 2 \frac{B^2 l_1^2 v l_2}{R}$$

$$Q = 2,5 \text{ мДж}$$

(+)

(5)