ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

(ab)c=a(bc)   E=mc²

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 3 4 6 5 3

Класс 11 **Вариант** 2 **Дата Олимпиады** 03.02.19

Площадка написания СПбГЭТУ ЛЭТИ

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ Цифрой	Σ Прописью	Подпись
Оценка	4	5	~~1~~	5	5	5	~~25~~	~~двадцать пять~~	
	4	5	3	5	5	5	№1 27	двадцать семь	

Дано:

l

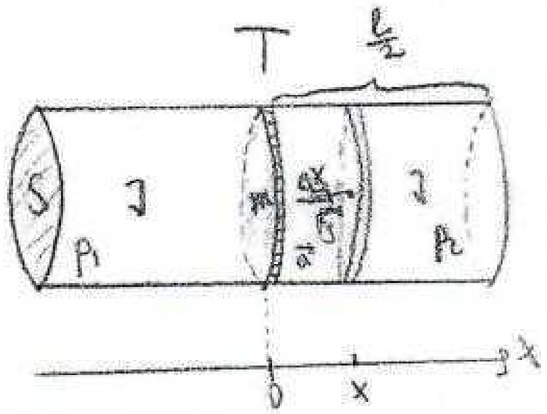
m

ν

T

$\Delta x \ll l$

$\tau - ?$



Решение:

$$F_g = (p_2 - p_1) S \qquad \frac{F_g(x)}{S} = p_2(x) - p_1(x)$$

$$\begin{cases} V_0 = \frac{lS}{2} \\ V_2 = \left(\frac{l}{2} - x\right) S \\ V_1 = \left(\frac{l}{2} + x\right) S \end{cases}$$

$$\begin{rcases} p_0 V_0 = \nu R T \\ p_1 V_1 = \nu R T \\ p_2 V_2 = \nu R T \end{rcases} \qquad \begin{rcases} \frac{p_1}{p_0} = \frac{V_0}{V_1} \\ \frac{p_2}{p_0} = \frac{V_0}{V_2} \end{rcases} \qquad \begin{rcases} p_1 = p_0 \frac{\frac{l \cdot S}{2}}{\left(\frac{l}{2} + x\right) S} \\ p_2 = p_0 \frac{\frac{l \cdot S}{2}}{\left(\frac{l}{2} - x\right) S} \end{rcases}$$

$$\begin{cases} p_1 = p_0 \frac{l}{l+2x} \\ p_2 = p_0 \frac{l}{l-2x} \end{cases} \Rightarrow p_2(x) - p_1(x) = p_0 \left(\frac{l}{l-2x} - \frac{l}{l+2x} \right) = p_0 l \left(\frac{l+2x - l + 2x}{l^2 - 4x^2} \right) = p_0 l \frac{4x}{l^2 - 4x^2} =$$

$$= \frac{\nu R T}{V_0} \cdot l \cdot \frac{4x}{l^2 - 4x^2} = \frac{\nu R T \cdot 2}{l \cdot S} l \cdot \frac{4x}{l^2 - 4x^2} = \frac{8 \nu R T x}{S(l^2 - 4x^2)} \Rightarrow F_g(x) = \frac{8 \nu R T x}{l^2 - \underbrace{4x^2}_{\to 0}} \approx \frac{8 \nu R T x}{l^2}$$

II з. Ньютона: $\vec{F_g} = m\vec{a}$ $\quad$ Ox: $F_g + m\ddot{x} = 0$

$$\Leftrightarrow m\ddot{x} + \frac{8 \nu R T}{l^2} x = 0 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{8 \nu R T}{l^2 m}}$$

$$\Rightarrow \tau = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{l^2 m}{8 \nu R T}} = \pi \sqrt{\frac{l^2 m}{2 \nu R T}}$$

Ответ: $\pi \sqrt{\frac{l^2 m}{2 \nu R T}}$

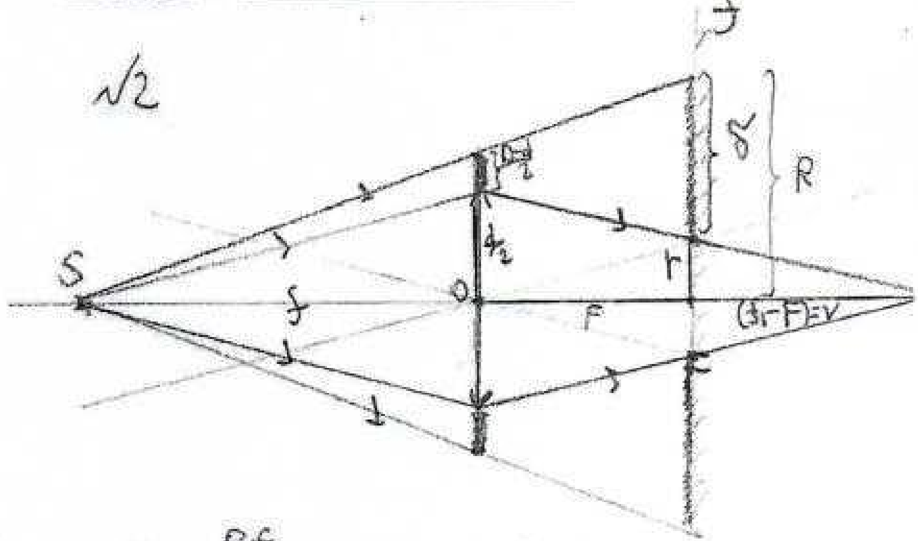
ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ГАЗПРОМ

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

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 3 4 6 5 3

№2



Дано:
F
d, D
f

δ-?

Решение:

$$\frac{1}{F}=\frac{1}{f}+\frac{1}{f_1} \qquad f_1=\frac{Ff}{f-F}$$ – формула тонкой линзы

$$v = f_1 - F = \frac{Ff - Ff + F^2}{f-F} = \frac{F^2}{f-F}$$

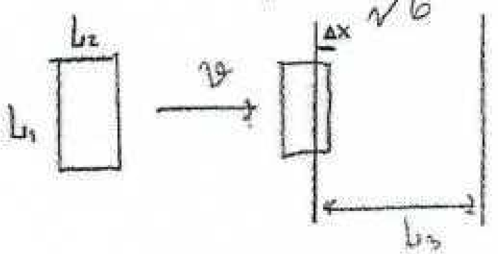
Из подобия: $$\frac{\frac{d}{2}}{r} = \frac{f_1}{v} = \frac{\frac{Ff}{f-F}}{\frac{F^2}{f-F}} = \frac{f}{F} \Rightarrow r = \frac{d}{2}\cdot\frac{F}{f}$$

$$\frac{R}{D/2} = \frac{f+F}{f} \Rightarrow R = \frac{D}{2}\frac{f+F}{f}$$

$$\Rightarrow \delta = R - r = \frac{D}{2}\frac{(f+F)}{f} - \frac{d}{2}\frac{F}{f}$$

Ответ: $\frac{D}{2}\frac{(f+F)}{f} - \frac{d}{2}\frac{F}{f}$ +

№6



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

Q-?

Решение:

$|\mathcal{E}_i| = \left|\frac{d\Phi}{dt}\right|$, видно, что $\mathcal{E}_i$ будет только тогда, когда изменяется поток. $B=const \Rightarrow$ изменяется S

$$S(t)=\Delta x(t)\cdot L_1 = vtL_1 \Rightarrow \Phi(t)=BvtL_1 \Rightarrow \mathcal{E}_i=\Phi'=BvL_1$$

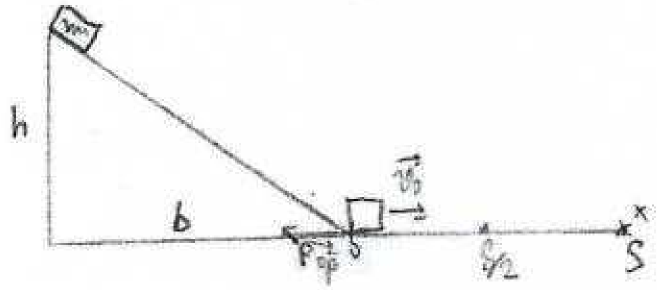
Таких участка два: когда рамка „въезжает" в поле и „выезжает" из него

$$P=\frac{\mathcal{E}^2}{R};\ Q=P\Delta t;\ \Delta t=\frac{L_2}{v} \Rightarrow Q_i=\frac{B^2v^2L_1^2}{R}\cdot\frac{L_2}{v}=\frac{B^2L_1^2vL_2}{R}$$

$$\Rightarrow Q=2Q_i=\frac{2B^2vL_1^2L_2}{R}=\frac{2\cdot(0{,}5)^2\cdot10\cdot(0{,}1)^2\cdot0{,}05}{1}=2{,}5\cdot10^{-3}\text{ Дж}$$

Ответ: $2{,}5\cdot10^{-3}$ Дж +

№4



Дано:
h; b
P
μ
m-?

Решение:

З.С.Э: $mgh = \frac{mv_0^2}{2}$

$v_0 = \sqrt{2gh}$

$F_{тр} = \mu N = \mu mg$

II з. Ньютона: Ox: $F_{тр} = ma \Rightarrow a = \frac{F_{тр}}{m} = \mu g$

$A_{тр}(t) = \mu mg \cdot S(t)$

$S(t) = v_0 t - \frac{at^2}{2} \Rightarrow A_{тр}(t) = \mu mg v_0 t - \mu mg \frac{\mu g t^2}{2} =$

$= \mu mg\sqrt{2gh}\, t - \mu^2 m g^2 \frac{t^2}{2}$.

Найдём момент t_0, когда $x = \frac{S}{2}$: З. Изм. Э.: $mgh = \mu mg \cdot S \Rightarrow S = \frac{h}{\mu}$

$\Rightarrow \frac{S}{2} = \frac{h}{2\mu}$. Из кинематики: $v_0 t_0 - \frac{at_0^2}{2} = \frac{h}{2\mu}$

$\sqrt{2gh}\, t_0 - \frac{\mu g}{2} t_0^2 = \frac{h}{2\mu}$

$2\mu\sqrt{2gh}\, t_0 - \mu^2 g t_0^2 = h$

$\Rightarrow t_0 = \frac{2\mu\sqrt{2gh} \pm \sqrt{8\mu^2 gh - 4\mu^2 g h}}{2\mu^2 g} = \frac{(\sqrt{2} \pm 1)\sqrt{h}}{\mu\sqrt{g}}$

$P(t) = \frac{dA}{dt} = \mu mg\sqrt{2gh} - \mu^2 m g^2 t$ +

Подставим t_0:

$P = P(t_0) = \mu mg\sqrt{2gh} - \mu^2 m g^2 \cdot \frac{(\sqrt{2} \pm 1)\sqrt{h}}{\mu\sqrt{g}} =$

$= \sqrt{2}\,\mu mg\sqrt{gh} - \sqrt{2}\,\mu mg\sqrt{gh} \mp \mu mg\sqrt{gh} = |\mu mg\sqrt{gh}|$

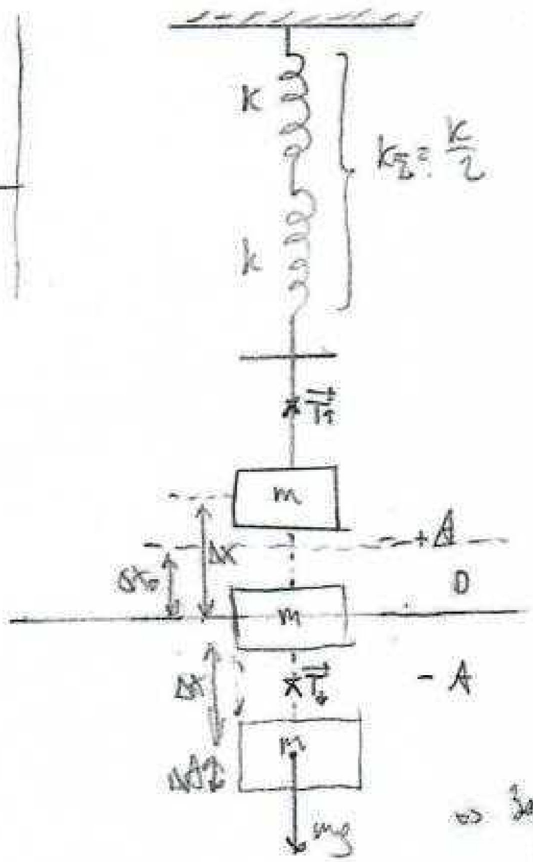
$\Rightarrow m = \frac{P}{\mu g\sqrt{gh}}$ +

Ответ: $\frac{P}{\mu g\sqrt{gh}}$. +

№5

Дано:
k
m

ΔA - ?



Решение:

$$\frac{1}{k_\Sigma} = \frac{1}{k} + \frac{1}{k}$$

$$\Rightarrow k_\Sigma = \frac{k}{2}$$

Рассмотрим верхнее и нижнее положения, а также состояние покоя системы (положение равновесия)

Условие равновесия: $mg = k_\Sigma \Delta x_0$

$$\Delta x_0 = \frac{mg}{k_\Sigma}$$

В нижнем положении нить всегда будет натянута

$\Rightarrow$ Запишем условие для верхнего ($T \exists$; $T > 0$):

$F_{упр} - mg = 0$ $\quad k_\Sigma \cdot \Delta x = mg \Rightarrow \Delta x = \frac{2mg}{k}$.

иначе в верхней точке груз „подлетит".

Тогда $\frac{k_\Sigma(\Delta A + \Delta x)^2}{2} + mg(\Delta A + 2\Delta x)$ $\quad k_\Sigma \Delta A^2 + mg\Delta x = mg\Delta A$.

Запишем равенство энергий:

$\frac{mg}{\Delta x}(\Delta x^2 + \Delta x \Delta A + \Delta A^2) = 3mg\Delta x + mg\Delta A$.

$$\frac{\Delta A^2}{\Delta x} + \Delta A - 2\Delta x = 0$$

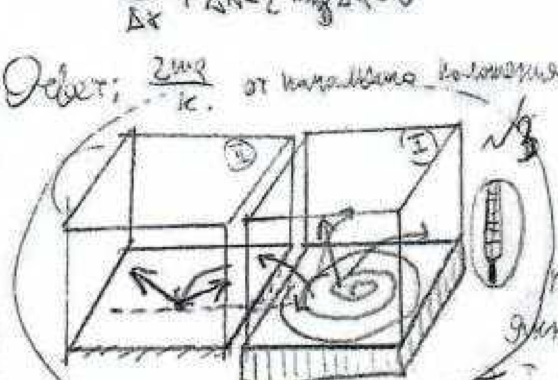
$\Rightarrow \Delta A = \frac{-\Delta x \pm \sqrt{\Delta x^2 + 8\Delta x^2}}{2} =$

$= \left[\begin{array}{l} \Delta x \\ -2\Delta x \text{ (если груз перевернут)} \end{array}\right. \Rightarrow \Delta A = \frac{2mg}{k}$

Ответ: $\frac{2mg}{k}$ от начального положения вниз.

+

№3



Дано:
$U_0 = 220$ В
$T = const$

U_1 - ?

Решение:

Чтобы термометр показывал пост. T, необходимо, чтобы к нему подводилась постоянная мощность одной величины

I случай: поставим на нагреватель куб

Тогда теплопередача в равной мере проходит через 5 его граней, а грани (считаем, что тело имеет вольфрам и лилейно-черного куба)

$P_{эфф,I} = \frac{1}{5} \cdot \frac{U_0^2}{R}$

зеркало!

II случай: зеркало ид. отр. $\Rightarrow$ возвращает некоторую часть мощности обратно.

Поставим куб и на зеркало. При изменении для распространения от одного куба к другому теряется мощность.

ГАЗПРОМ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

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

Использовать только эту сторону листа, обратная сторона не проверяется!

ШИФР 3 4 6 5 3

№3 (продолжение)

Найдём, какую часть мощности можно оставить при переходе между кубами:

– Из I во II переходит $\frac{1}{5} P_1$

– Из II в зеркало попадает $\frac{1}{5}$ от прошедшего, т. е. $\frac{1}{25} P_1$

– ход прямого и обратного луча равны => от зеркала переходит $\frac{1}{25} P_1 \cdot \frac{1}{2}$

– аналогично в I куб возвращается $\left(\frac{1}{25} P_1 \cdot \frac{1}{2}\right)$ (т.к. направлено вдоль одной оси.

Тогда до вольтметра доходит $\frac{1}{5} P_1 + \frac{1}{2\cdot 25} P_1 = 0{,}22 P_1 = P_{эфф.2}$.

где $P_1 = \frac{U_1^2}{R}$

Запишем равенство мощностей:

$$P_{эфф.1} = P_{эфф.2}$$

$$\frac{1}{5} \frac{U_0^2}{R} = 0{,}22 \frac{U_1^2}{R} \qquad \frac{U_1}{U_0} = \sqrt{[illegible]}$$

$$\Rightarrow U_1 = \sqrt{\frac{5}{6}}\, U_0 \approx 209{,}8 \text{ В.}$$

?

Ответ: 209,8 В.

2 3б.

34653

№3

Мощность удваивается, откуда Вы берёте $\frac{1}{3}$ не поясняется. Балл повышен. Ход решения верный, но ответ — нет. (см. работу)

02.04.19

(Башкин С.В.)

ЦЕНТР ДОВУЗОВСКОЙ ПОДГОТОВКИ