



ШИФР

4 5 2 2 1

Класс 11 Вариант 002 Дата Олимпиады 03.02.19

Площадка написания Горный университет

Задача	1	2	3	4	5	6	Σ		Подпись
							Цифрой	Прописью	
Оценка	2	5	5	5	5	5	27	двадцать семь	НТ

1. $\frac{l}{m}$
 $\downarrow$
 $T = \text{const}$
 $\tau = ?$

Решение:

$$\tau = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}, \text{ где}$$

k - коэффициент при потенциальной энергии или возвращающий силе.

Пусть S - площадь цилиндра, x - малое смещение поршня, V - нач. объем.
Процесс изотермический, $pV = \text{const}$, $pV = p_1 V_1 = p_2 V_2$
 $V_1 = V - \Delta V$, $V_2 = V + \Delta V$

$$kx = p_1 S - p_2 S$$

Так как $pV = p_2 V_2$ и $pV = p_1 V_1$, то $p_1 = \frac{pV}{V_1} = \frac{pV}{V - \Delta V}$
 $p_2 = \frac{pV}{V_2} = \frac{pV}{V + \Delta V}$

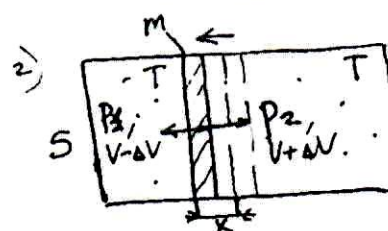
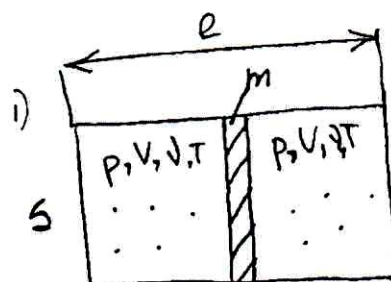
$$kx = \frac{pVS}{V - \Delta V} - \frac{pVS}{V + \Delta V}$$

$$kx = pVS \left(\frac{1}{V - \Delta V} - \frac{1}{V + \Delta V} \right); \quad kx = pVS \left(\frac{V + \Delta V - V - \Delta V}{V^2 - \Delta V^2} \right)$$

$$kx = \frac{2pVS\Delta V}{V^2 - \Delta V^2}$$

$$kx = \frac{2pVS^2 x}{\left(\frac{l}{2}\right)^2 - Sx^2}$$

$$k = \frac{2pV}{\left(\frac{l}{2}\right)^2 - x^2}, \text{ т.к. } x - \text{малое смещение, то}$$



Толщина
самого
поршня
пренебрегаем

$$p \leq p_{\text{max!}}$$

$$\Delta V = Sx$$

$$V = S \frac{l}{2}$$

ШИФР

4 5 2 2 1

$$k = \frac{2pV}{\left(\frac{l}{2}\right)^2}, \quad pV = \frac{1}{2}RT$$

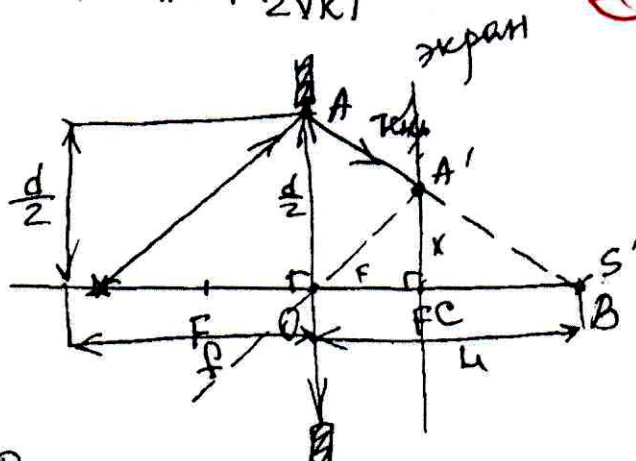
$$k = \frac{8\sqrt{RT}}{l^2}$$

$$\phi = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{m l^2}{8\sqrt{RT}}} = \pi l \sqrt{\frac{m}{2\sqrt{RT}}}$$

Ответ: $\phi = \pi l \sqrt{\frac{m}{2\sqrt{RT}}}$

2. F

$$\frac{d}{l} = ?$$



Решение:

$f > F$, чтобы изображение было
на экране

$$l = 2x$$

Найдем L - расстояние от линзы до B.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{L} \quad ; \quad L = \frac{Ff}{f-F}$$

$\triangle AOB \sim \triangle A'CB$ по 2м углам

$$\frac{AO}{AC} = \frac{OB}{CB} \quad ; \quad \frac{d}{2x} = \frac{L}{L-F} \quad ; \quad \frac{d}{2x} = \frac{Ff}{(f-F)(\frac{Ff}{f-F} - f)}$$

$$2x = l$$

$$\frac{d}{l} = \frac{f}{(f-F)(\frac{f-f+F}{f-F})} = \frac{f}{F}$$

$$l = \frac{d \cdot F}{f}$$

Ответ: $l = \frac{d \cdot F}{f}$

3. По

н?

$$Q_1 = \frac{U_0^2}{R} t$$

Решение:

или $Q_1 = k U_0^2$, где k - коэффициент пропорциональности

ШИФР

4 5 2 2 1

После установки
зеркала перед термометром
"прохладит" $Q_2 = 2Q_1$

$$Q_2 = kU^2$$

$$Q_1 = kU_0^2$$

~~$$Q_2 = 2Q_1$$~~

~~$$kU^2 = 2kU_0^2$$~~

~~$$U^2 = 2U_0^2$$~~

~~$$U = U_0\sqrt{2}$$~~

~~$$\text{Ответ: } U = U_0\sqrt{2}$$~~

Чтобы температура осталась той же

$$Q_2 = \frac{Q_1}{2}$$

$$kU^2 = \frac{kU_0^2}{2}; U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$$

$$U = \frac{220}{\sqrt{2}} \approx 156 \text{ В.}$$

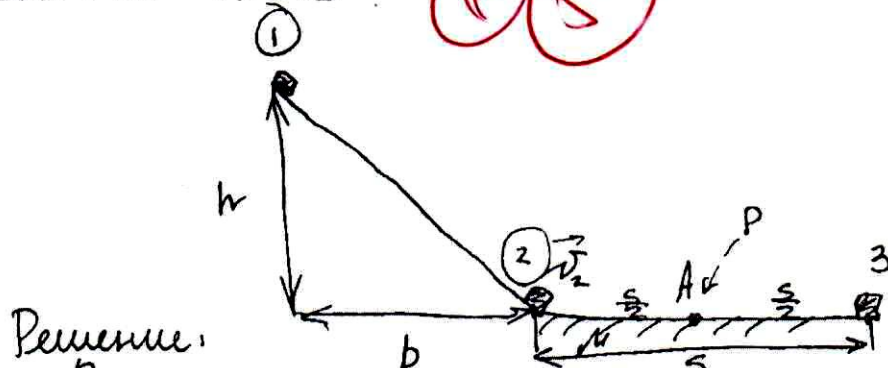
Ответ: $U = 156 \text{ В}$

⊖ ⊕

4. h
 b
 P
 U
 $m = ?$

$$v_1 = 0 \text{ м/с}$$

$$v_3 = 0 \text{ м/с}$$



Решение:

По закону сохранения энергии:

$$E_1 = E_2$$

$$mgh = \frac{mv_2^2}{2}; v_2 = \sqrt{2gh}$$

Рассмотрим участок, где действуют силы
трения P :

ШИФР

4 5 2 2 1

$$P = \frac{|A|}{\Delta t} = \frac{F_{\text{тр}} \cdot \Delta x}{\Delta t} = F_{\text{тр}} v_{\text{мин.}}$$

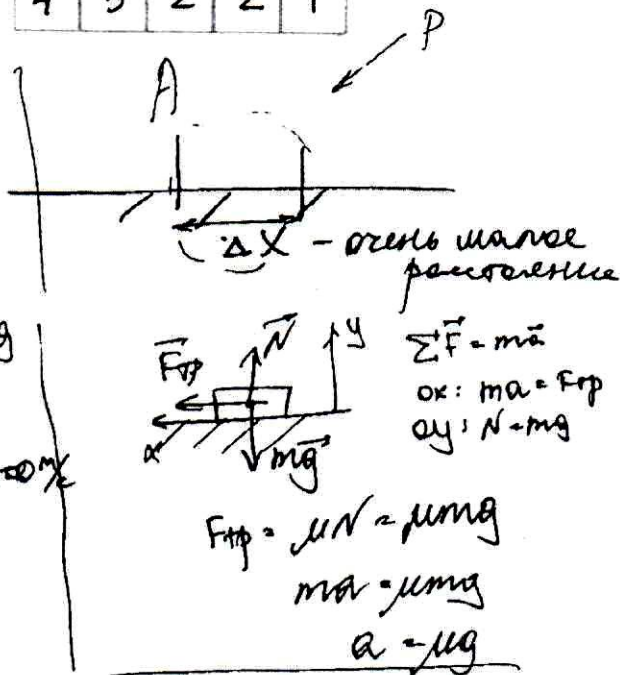
Найдем скорость в точке А:

$$1) \frac{S}{2} = \frac{v_2^2 - v_A^2}{2a} = \frac{v_2^2 - v_A^2}{2\mu g} \quad | a = \mu g$$

$$2) \frac{S}{2} = \frac{v_A^2 - v_3^2}{2\mu g} = \frac{v_A^2}{2\mu g} \quad \text{так как } v_3 = 0$$

$$\frac{v_2^2 - v_A^2}{2\mu g} = \frac{v_A^2}{2\mu g}$$

$$v_A^2 = \frac{v_2^2}{2} = \frac{2gh}{2} = gh; \quad v_A = \sqrt{gh} = v_{\text{мин.}}$$



$$P = \mu mg \sqrt{gh}$$

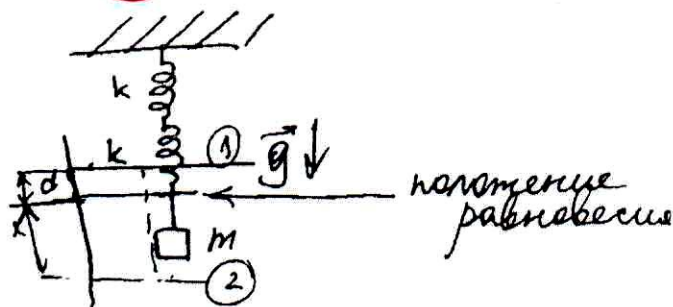
$$m = \frac{P}{\mu g \sqrt{gh}} = \frac{P \sqrt{gh}}{\mu g^2 h}$$

Ответ: $m = \frac{P \sqrt{gh}}{\mu g^2 h}$ (4) (5)

5. k
 m
 x -?

Решение:

$$\frac{1}{k_0} = \frac{1}{k} + \frac{1}{k}; \quad k_0 = \frac{k}{2}$$



Если пружина всегда натянута, то
вверх у нее нет энергии статич.

В положении равновесия:

$$k_0 d = mg; \quad d = \frac{2mg}{k}$$

По закону сохранения энергии:

$$E_1 = E_2$$

$$mg(x+d) = \frac{k_0(x+d)^2}{2}$$

$$2mg = k_0(x+d)$$

ШИФР

4 5 2 2 1

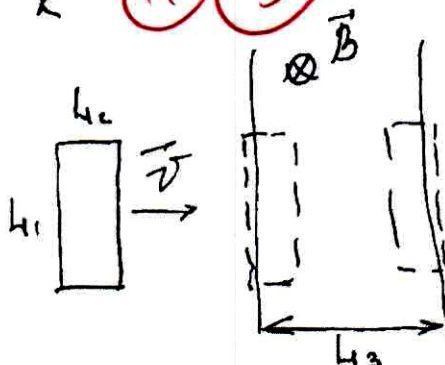
$$k_0 = \frac{k}{2}$$

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

$$x = \frac{4mg}{k} - d = \frac{4mg}{k} - \frac{2mg}{k} = \frac{2mg}{k}$$

Ответ: $x = \frac{2mg}{k}$ (4) (5)

6. $R = 10 \text{ M}$
 $V = 10 \text{ м/с}$
 $B = 0,5 \text{ Тл}$
 $L_1 = 0,10 \text{ м}$
 $L_2 = 0,05 \text{ м}$
 $L_3 > L_2$
 $Q = ?$



Ток в рамке будет постоянным $I = \text{const}$, т.к. $\Phi(t)$ меняется линейно.

Решение:

Q_1 — теплоты, выделяющиеся при первом пересечении границы области поле.

$$Q_1 = I^2 R t = \frac{\mathcal{E}_i^2}{R} t$$

$$\mathcal{E}_i = \frac{\Delta \Phi}{t} = \frac{B \Delta S}{t} = \frac{B L_1 L_2}{t}, t = \frac{L_2}{V}; \mathcal{E}_i = \frac{B L_1 L_2 V}{L_2}$$

$$Q_1 = \frac{B^2 L_1^2 V^2}{R} t = \frac{B^2 L_1^2 V^2 L_2}{R V} = \frac{B^2 L_1^2 L_2 V}{R}$$

$Q = 2Q_1$, процесс будет повторяться только направлением тока в рамке.

$$Q = \frac{2 B^2 L_1^2 L_2 V}{R}$$

$$Q = \frac{2 \cdot 0,5^2 \cdot 0,1^2 \cdot 0,05 \cdot 10}{1} = 0,0025 \text{ Дж} = 2,5 \text{ мДж}$$

Ответ: $Q = 2,5 \text{ мДж}$

(4) (5)