



Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

119290

Шифр

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика

(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника

Солохов Ильдар Ринатович

Город, № школы (образовательного учреждения)

ТБОУ Музей Г 1502 при МЭУ

Регистрационный номер

ШМ0077

Вариант задания

4

Дата проведения “19” марта 2017 г.

Подпись участника

Сол

80 (восемьдесят) баллов -

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

119290

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
6	8	5	10	10	6	8	5	6	12	80

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

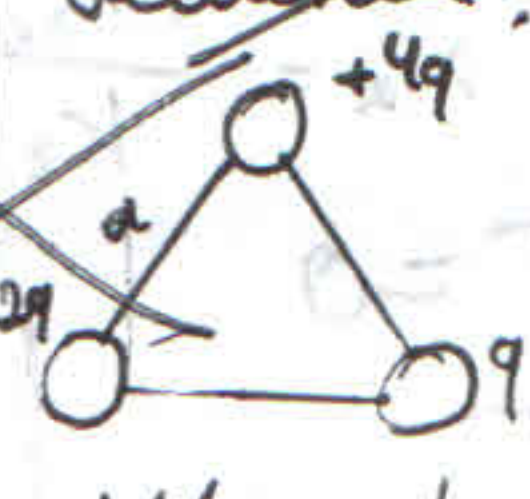
Вариант № 4

$\sqrt{0.9} \pm 0.75$

Дано:
 $C = 20 \text{ мкФ}$
 $L = 4.5 \text{ мГн}$
 $q_m = 10 \text{ нКл}$
 $q = 6 \text{ нКл}$
Найти:
 W_p

Решение:
 $T = 2\pi\sqrt{LC}$


Дано:
 $4q, a$
Найти:
 W_p

Решение:

 $W_p = \frac{1}{2} \left(4q \left(\frac{2q}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} \right) + 2q \left(\frac{4q}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} \right) + q \left(\frac{4q}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{2q}{4\pi\epsilon_0 a} \right) \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{4q \cdot 3q}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{2q \cdot 5q}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{q \cdot 6q}{4\pi\epsilon_0 a} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{12q^2 + 10q^2 + 6q^2}{4\pi\epsilon_0 a} \right) = \frac{28q^2}{8\pi\epsilon_0 a} = \frac{7q^2}{2\pi\epsilon_0 a}$
 $W_p = \frac{7q^2}{4\pi\epsilon_0 a}$

Ответ: $W_p = \frac{7q^2}{4\pi\epsilon_0 a}$

$\sqrt{0.1} \pm 0.75$

Дано:
 $\alpha = 45^\circ$
 $V_0 = 20 \text{ м/с}$
 $h = 8 \text{ м}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$
Найти:
 β

Решение:

 В данной задаче используем законы кинематики

$$\begin{cases} V_x = V_0 \cos \alpha \\ V_y = V_0 \sin \alpha - gt \\ h = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \end{cases} \quad \text{tg } \beta = \frac{V_y}{V_x}$$

$$-\frac{gt^2}{2} + V_0 \sin \alpha t - h = 0 \quad 1. (-2)$$

$$gt^2 - 2V_0 \sin \alpha t + 2h = 0$$

$$D = 4V_0^2 \sin^2 \alpha - 4 \cdot 2 \cdot h \cdot g = 4V_0^2 \sin^2 \alpha - 8gh$$

$$t_1 = \frac{2V_0 \sin \alpha + \sqrt{4V_0^2 \sin^2 \alpha - 8gh}}{2g} = \frac{2V_0 \sin \alpha + 2\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}}{2g}$$

$$t_2 = \frac{2V_0 \sin \alpha - \sqrt{4V_0^2 \sin^2 \alpha - 8gh}}{2g} = \frac{2V_0 \sin \alpha - 2\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}}{2g}$$

$$V_y = V_0 \sin \alpha - gt$$

$$\text{Дано } V_y = V_0 \sin \alpha - g \cdot \frac{V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}}{g} = V_0 \sin \alpha - V_0 \sin \alpha - \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}$$

$$P_1 = 10 = -\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}$$

$$P_0 = 3.1 \quad \text{tg } \beta = \frac{V_y}{V_x} = \frac{-\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}}{V_0 \cos \alpha}$$

$$P_2 = 6. \quad \text{tg } \beta = -\frac{\sqrt{20^2 \cdot \sin^2 45 - 2 \cdot 10 \cdot 8}}{20 \cdot \cos 45} \Rightarrow \alpha \text{ or } \beta = 77^\circ$$

$$\text{Найти } \text{tg } \beta = -\frac{\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}}{V_0 \cos \alpha} \Rightarrow \beta = 77^\circ$$

$$+ \sqrt{2} \cdot 2. (1.0)$$

Дано:

$$m_1 = 1 \text{ кг}$$

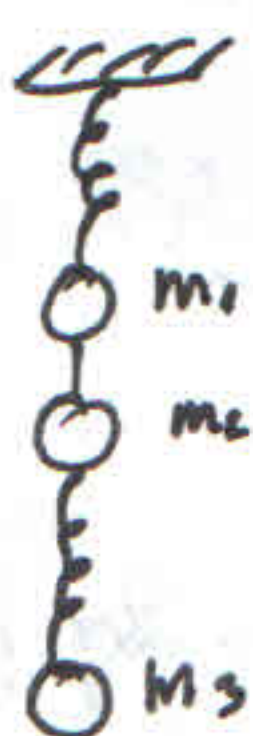
$$m_2 = 2 \text{ кг}$$

$$m_3 = 3 \text{ кг}$$

Найти:

$$T, a$$

Решение:



$$m_3 g = k_2 x_2 \Rightarrow x_2 = \frac{m_3 g}{k_2}$$

$$k_2 x_2 + m_2 g = T = 0$$

$$k_2 x_2 + m_2 g = T$$

$$\frac{k_2 m_3 g}{k_2} + m_2 g = T$$

$$m_3 g + m_2 g = T \Rightarrow T = g(m_2 + m_3) = 10 \cdot (2 + 3) = 70$$

Используем в качестве закона Ньютона; закон Гука

$$kx_1 - (m_2 + m_3)g - m_1 g = 0$$

$$kx_1 = m_1 g + (m_2 + m_3)g \Rightarrow kx_1 = g(m_1 + m_2 + m_3)$$

$$x_1 = \frac{g(m_1 + m_2 + m_3)}{k}$$

$$(m_1 + m_2 + m_3)g - m_1 g = m_1 a$$

$$m_2 g + m_3 g - m_1 g = m_1 a$$

$$g(m_2 + m_3) = m_1 a \Rightarrow a = \frac{g(m_2 + m_3)}{m_1} = \frac{10(2+3)}{1} = 70 \text{ м/с}^2$$

$$\text{Об } \text{Об } T = g(m_2 + m_3) = 70 \text{ Н}; \quad a = \frac{g(m_2 + m_3)}{g} = 70 \text{ м/с}^2$$

З3.

$$+ (0.5)$$

Дано:

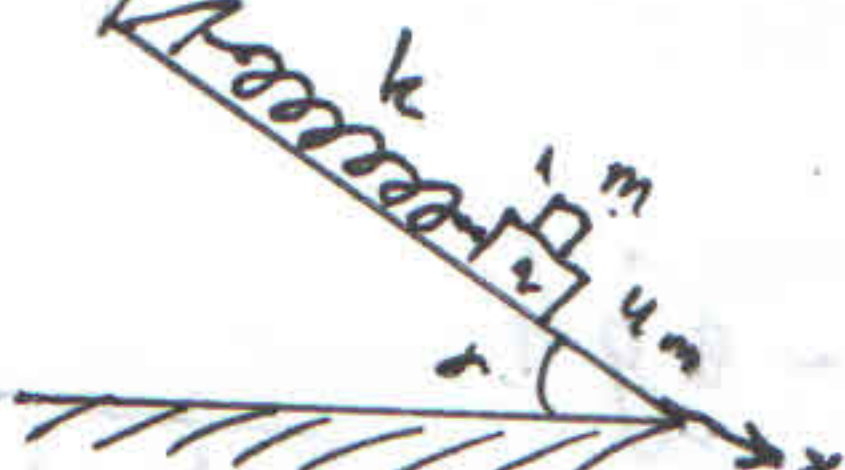
$$\alpha, 4 \text{ м, м}$$

$$k, \text{ Н/м}$$

Найти:

$$\mu$$

Решение:



$$a_{\max} = A \cdot \omega^2 = \frac{gk}{m_1 + m_2}$$

$$dx = -a_{\max} = -\frac{gk}{m_1 + m_2}$$

По II з. Н:

$$-\mu m_1 g \cos \alpha + m_1 g \sin \alpha = -m_1 \frac{gk}{m_1 + m_2}$$

$$\mu g \cos \alpha + g \sin \alpha = \frac{\Delta k}{m_1 + m_2}$$

$$g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = \frac{\Delta k}{m_1 + m_2}$$

$$g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)(m_1 + m_2) = \Delta k$$

$$k = \frac{(m_1 + m_2)g}{\Delta} \cdot (\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$k = \frac{(4m + m)g}{\Delta} \cdot (\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$k = \frac{5mg}{\Delta} (\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$\text{Ombem: } k = \frac{5mg}{\Delta} (\mu \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$\sqrt{0.4 + 1.0}$$

Dato:

$$m = 3 \text{ kg}$$

$$h = 10 \text{ m}$$

$$M = 9 \text{ kg}$$

$$V = 4 \text{ m/s}$$

Heim:

Q

Penyelesaian:

• m

$$\mu \rightarrow V$$

Itu hukum konservasi energi:

$$\frac{\mu V^2}{2} + mgh = \frac{(m + M)V_1^2}{2} + Q$$

Itu hukum konservasi momentum:

$$mV = (m + M)V_1 \Rightarrow V_1 = \frac{mV}{m + M}$$

$$M \cdot V = (m + M)V_1 \Rightarrow V_1 = \frac{MV}{m + M}$$

$$\begin{cases} \frac{\mu V^2}{2} + mgh = \frac{(m + M)V_1^2}{2} + Q \\ V_1 = \frac{MV}{m + M} \end{cases}$$

$$\frac{\mu V^2}{2} + mgh - \frac{(m + M)V_1^2}{2} = Q$$

$$\frac{\mu V^2}{2} + mgh - \frac{(m + M) \mu^2 V^2}{2(m + M)^2} = Q$$

$$Q = \frac{\mu V^2}{2} + mgh - \frac{\mu^2 V^2}{2(m + M)} = \frac{\mu V^2}{2} \left(1 - \frac{\mu}{m + M} \right) + mgh$$

$$Q = \frac{\mu V^2}{2} \cdot \frac{m}{m + M} + mgh \Rightarrow Q = \frac{m \mu V^2}{2(m + M)} + mgh$$

$$Q = \frac{3 \cdot 9 \cdot 4^2}{2(3 + 9)} + 3 \cdot 10 \cdot 10 = 318 \text{ J}$$

$$\text{Ombem: } Q = \frac{m \mu V^2}{2(m + M)} + mgh = 318 \text{ J}$$

№ 5. + 0.75
1.0

Дано:

$$p_1 = 10^5 \text{ Па}$$

$$p_0 = 3 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

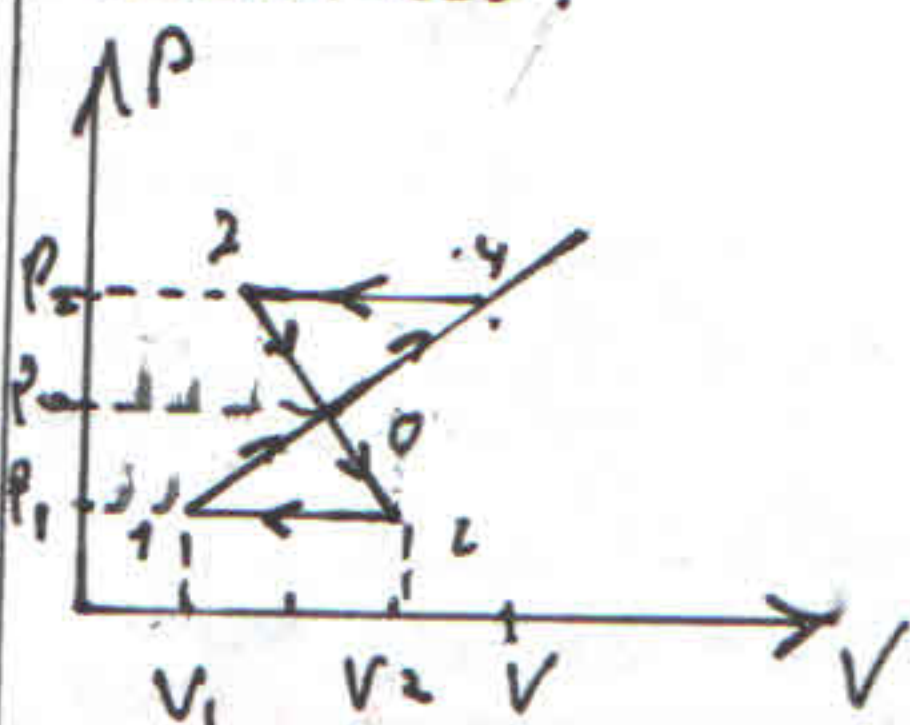
$$p_2 = 6 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$V_2 - V_1 = 6 \text{ м}$$

Найти:

A

Решение:



$$A = S_{201} - S_{021}$$

$$S_{021} = \frac{(V_2 - V_1)(p_0 - p_1)}{2}$$

$$\frac{S_{021}}{S_{201}} = \frac{h_1^2}{h_2^2} = \frac{(p_0 - p_1)^2}{(p_2 - p_0)^2}$$

$$S_{201} = S_{021} \cdot \frac{(p_2 - p_0)^2}{(p_0 - p_1)^2}$$

$$S_{201} = \frac{(V_2 - V_1)(p_0 - p_1)}{2} \cdot \frac{(p_2 - p_0)^2}{(p_0 - p_1)^2} = \frac{(V_2 - V_1) \cdot (p_2 - p_0)^2}{2(p_0 - p_1)}$$

$$A = \frac{(V_2 - V_1)(p_2 - p_0)^2}{2(p_0 - p_1)} - \frac{(V_2 - V_1)(p_0 - p_1)}{2}$$

$$A = (V_2 - V_1) \left(\frac{(p_2 - p_0)^2 - (p_0 - p_1)^2}{2(p_0 - p_1)} \right) = (V_2 - V_1) \left(\frac{(p_2 - p_0 - p_0 + p_1)(p_2 - p_0 + p_0 - p_1)}{2(p_0 - p_1)} \right) =$$

$$= (V_2 - V_1) \left(\frac{(p_2 + p_1 - 2p_0)(p_2 - p_1)}{2(p_0 - p_1)} \right) = \frac{(V_2 - V_1)(p_2 - p_1)(p_2 + p_1 - 2p_0)}{2(p_0 - p_1)}$$

$$A = \frac{(V_2 - V_1)(p_2 - p_1)(p_2 + p_1 - 2p_0)}{2(p_0 - p_1)}$$

$$A = \frac{6 \cdot (6 \cdot 10^5 - 10^5)(6 \cdot 10^5 + 10^5 - 2 \cdot 3 \cdot 10^5)}{2(3 \cdot 10^5 - 10^5)} =$$

$$= \frac{6 \cdot 5 \cdot 10^5 \cdot 10^5}{2 \cdot 2 \cdot 10^5} = 750000 = 750 \text{ к Дж}$$

Ответ: $A = \frac{(V_2 - V_1)(p_2 - p_1)(p_2 + p_1 - 2p_0)}{2(p_0 - p_1)} = 750 \text{ к Дж.}$

119290

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Шифр _____

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Вариант № 4

$\sqrt{0}$ 6. + (1.0)

Дано:

$\nu = 1 \text{ моль}$

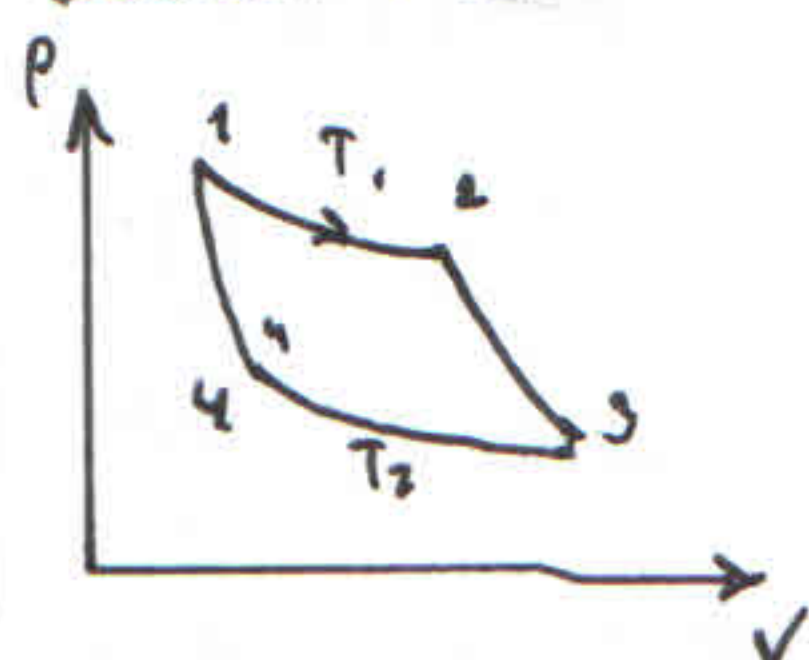
$i = 3$

η, A

Найти:

T_x

Решение:



$$\eta = 1 - \frac{T_x}{T_H} = \frac{T_H - T_x}{T_H} \quad (\text{по формуле Карно})$$

$$\eta T_H = T_H - T_x$$

$$T_x = T_H - \eta T_H$$

$$T_x = T_H (1 - \eta)$$

~~$A = Q + \Delta U$~~ (по I закону термодинамики) $Q = A + \Delta U$

$$Q_{12} = A_{12} + U_2 - U_1$$

$$0 = A_{23} + U_3 - U_2 = A_{23} + \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2)$$

$$A_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_H - T_x)$$

$$T_x = T_H (1 - \eta) \Rightarrow T_H = \frac{T_x}{1 - \eta} \quad T_H = \frac{T_x}{1 - \eta}$$

$$A_{23} = \frac{3}{2} \nu R \left(\frac{T_x}{1 - \eta} - T_x \right) \Rightarrow A_{23} = \frac{3}{2} \nu R T_x \left(\frac{1}{1 - \eta} - 1 \right)$$

$$A_{23} = \frac{3}{2} \nu R T_x \left(\frac{1 - 1 + \eta}{1 - \eta} \right) \quad A_{23} = \frac{3}{2} \nu R T_x \frac{\eta}{1 - \eta}$$

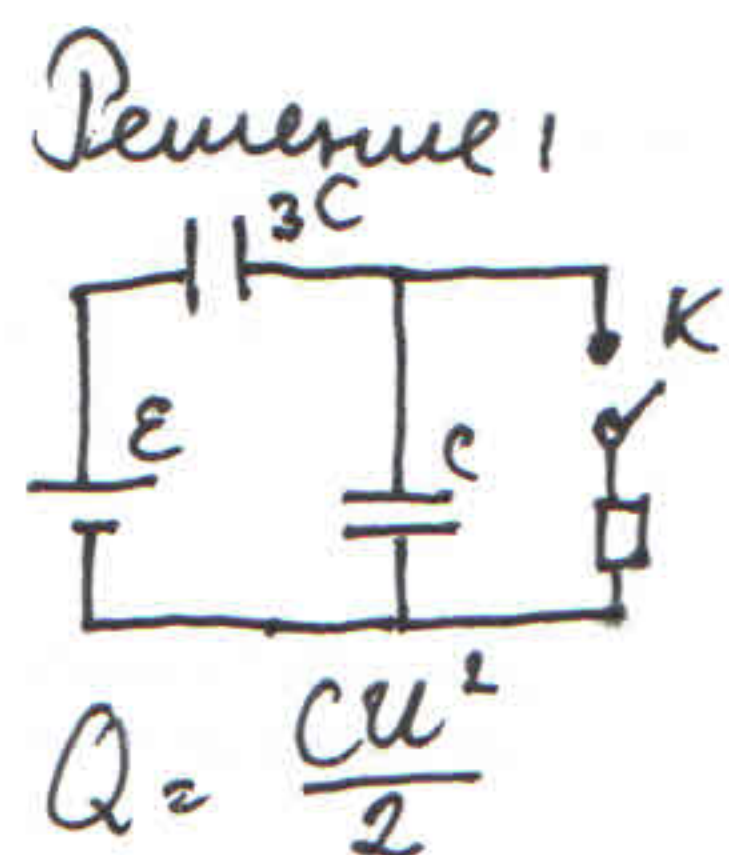
$$T_x = \frac{2 A_{23} (1 - \eta)}{3 \eta \cdot R}$$

$$T_x = \frac{2 A (1 - \eta)}{3 \eta R}$$

Ответ: $T_x = \frac{2 A (1 - \eta)}{3 R \eta}$

$\sqrt{2} \cdot 8 \pm 0,5$

Dano:
 $3C, C, E$
Найти:
 Q



$$C_0 = 3C + C = 4C$$

$$Q = \frac{4C \cdot U^2}{2}$$

$$U = E$$

$$Q = 2CU^2 = 2CE^2$$

$$\boxed{Q = 2CE^2}$$

Ответ: $Q = 2CE^2$

$\sqrt{2} \cdot 9 \pm 0,5$

Dano:
 $C = 20 \text{ мкФ}$
 $L = 4,5 \text{ мГн}$
 $q_m = 10 \text{ нКл}$
 $q = 6 \text{ нКл}$

Найти:
 I

Решение:

$$I = I_m (\cos \omega t + \varphi)$$

$$q = q_m (\cos \omega t + \varphi)$$

$$q = q_m \cos \omega t \Rightarrow \cos \omega t = \frac{q}{q_m}$$

$$T = 2\pi \sqrt{LC} \text{ по формуле Томпсона}$$

$$q = q_m \cdot \cos \omega t \quad I = q \cdot t = (q_m \cdot \cos \omega t)$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2\pi \sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$I = q_m \cdot \frac{1}{\sqrt{LC}} \cdot \cos \left(\frac{t}{\sqrt{LC}} \right)$$

$$q = q_m \cdot \cos \frac{2\pi t}{T}$$

$$\begin{cases} q_m = \frac{q}{\cos \frac{2\pi t}{T}} \\ q_m = \frac{I \sqrt{LC}}{\cos \left(\frac{t}{\sqrt{LC}} \right)} \end{cases}$$

$$\frac{q}{\cos \frac{2\pi t}{T}} = \frac{I \sqrt{LC}}{\cos \left(\frac{t}{\sqrt{LC}} \right)}$$

$$I \sqrt{LC} \cdot \cos \left(\frac{2\pi t}{T} \right) = q \cdot \cos \left(\frac{t}{\sqrt{LC}} \right)$$
$$\boxed{I = \frac{q}{\sqrt{LC}}}$$

$$I = \frac{6 \cdot 10^{-9}}{\sqrt{4,5 \cdot 10^{-6} \cdot 20 \cdot 10^{-6}}} \approx 2 \cdot 10^{-5} \text{ А}$$

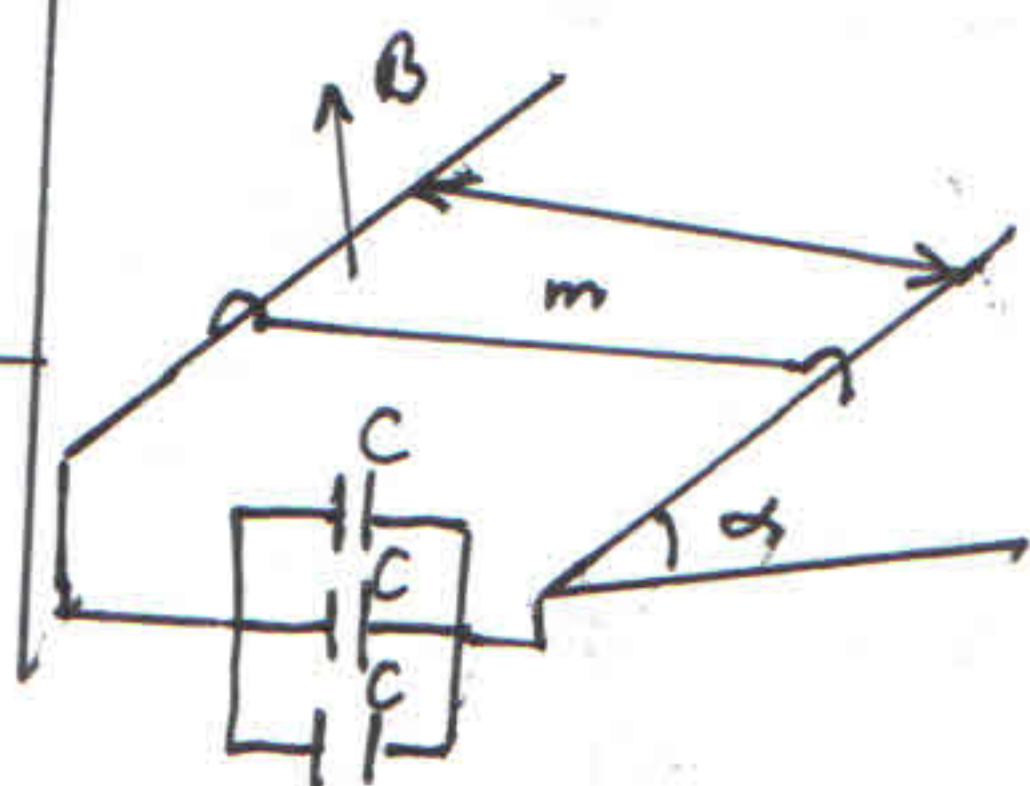
Ответ: $I = \frac{q}{\sqrt{LC}} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ А}$

$\sqrt{0} 10. + (1.0)$

Dano:
 α, b
 m, C, B

Найти:
 a

Решение:



$$q = C \cdot U$$

$$F_A = I \cdot B \cdot l$$

$$C_0 = 3C$$

Итог в \mathcal{H} :

$$\vec{m}\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_A = m\vec{a}$$

~~$x: mg \sin \alpha$~~

$$x: mg \sin \alpha - I B l = m a$$

$$I = \dot{q} (C \cdot U)' = C_0 \dot{V}_x \cdot B \cdot l = C_0 a_x \cdot B \cdot l = a_x \cdot C_0 B \cdot l$$

$$U = \mathcal{E} = V_x \cdot B \cdot l$$

$$mg \sin \alpha - a_x \cdot C_0 B^2 l^2 = m a$$

$$mg \sin \alpha = m a + a_x \cdot C_0 B^2 l^2$$

$$mg \sin \alpha = a (m + C_0 B^2 l^2)$$

$$a = \frac{mg \sin \alpha}{m + C_0 B^2 l^2}$$

$$a = \frac{mg \sin \alpha}{m + 3C B^2 l^2}$$

Ответ: $a = \frac{mg \sin \alpha}{m + 3C B^2 l^2}$

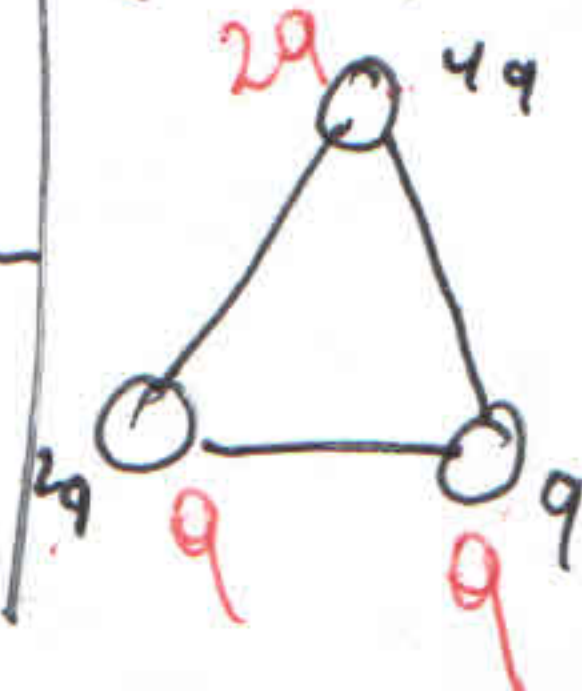
$\sqrt{0} 7. + (0.75)$

Dano:

$4q, a$

Найти:
 W_p

Решение:



$$W_p = \sum q_i \varphi_i$$

$$W_p = \frac{1}{2} \left(4q \left(\frac{2q}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} \right) + 2q \left(\frac{4q}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 a} \right) + q \left(\frac{4q}{4\pi\epsilon_0 a} \right) \right)$$

$$= \frac{1}{2} \left(\frac{3q \cdot 4q}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{2q \cdot 5q}{4\pi\epsilon_0 a} + \frac{q \cdot 6q}{4\pi\epsilon_0 a} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{12q^2 + 10q^2 + 6q^2}{4\pi\epsilon_0 a} \right) =$$

$$= \frac{26q^2}{8\pi\epsilon_0 a} = \frac{7q^2}{2\pi\epsilon_0 a}$$

$$W = \frac{7q^2}{2\pi\epsilon_0 a}$$

Ответ: $W_p = \frac{7q^2}{2\pi\epsilon_0 a}$