

119411

Шифр

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету ФИЗИКА
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника КАРГАШИН Дмитрий Юрьевич

Город, № школы (образовательного учреждения) ГБОУ лицей №1581 г. Москва

Регистрационный номер ШМ0650

Вариант задания №1

Дата проведения “19” марта 20 17 г.

Подпись участника



80 (восемьдесят)

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1	1	0,75	0,75	1	1	0,25	1	0,25	
8	8	10	8	8	10	10	3	12	3	

Шифр

119411

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

119411

Вариант № 1

Дано:

$$\alpha = 60^\circ$$

$$v_0 = 10 \text{ м/с}$$

$$h = 2 \text{ м}$$

$\beta = ?$

Решение:

$$h = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}; \quad \frac{g}{2} t^2 - v_0 \sin \alpha t + h = 0; \quad t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}}{g}$$

По 3СЭ: 9

$$Oy: \frac{mv_0^2 \sin^2 \alpha}{2} = \frac{mv_y^2}{2} + mgh \Rightarrow v_y - \text{скорость по Oy в момент достижения высоты.}$$

$$\tan \beta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{\sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}}{v_0 \cos \alpha} \Rightarrow \beta = \arctg \frac{\sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2gh}}{v_0 \cos \alpha}; \quad \beta = \arctg \frac{\sqrt{35}}{5}$$

Ответ: $\arctg \frac{\sqrt{35}}{5} \approx 50^\circ$

№2.

Дано:

$$m_1 = 5 \text{ кг}$$

$$m_2 = 1 \text{ кг}$$

$$m_3 = 2 \text{ кг}$$

$T = ?$

$a = ?$

Решение:

По II 3.Н.:

$$F_{y1} = T + m_1 g = m_1 g + m_2 g + m_3 g = k \Delta x = g(m_1 + m_2 + m_3)$$

$$T = m_2 g + m_3 g$$

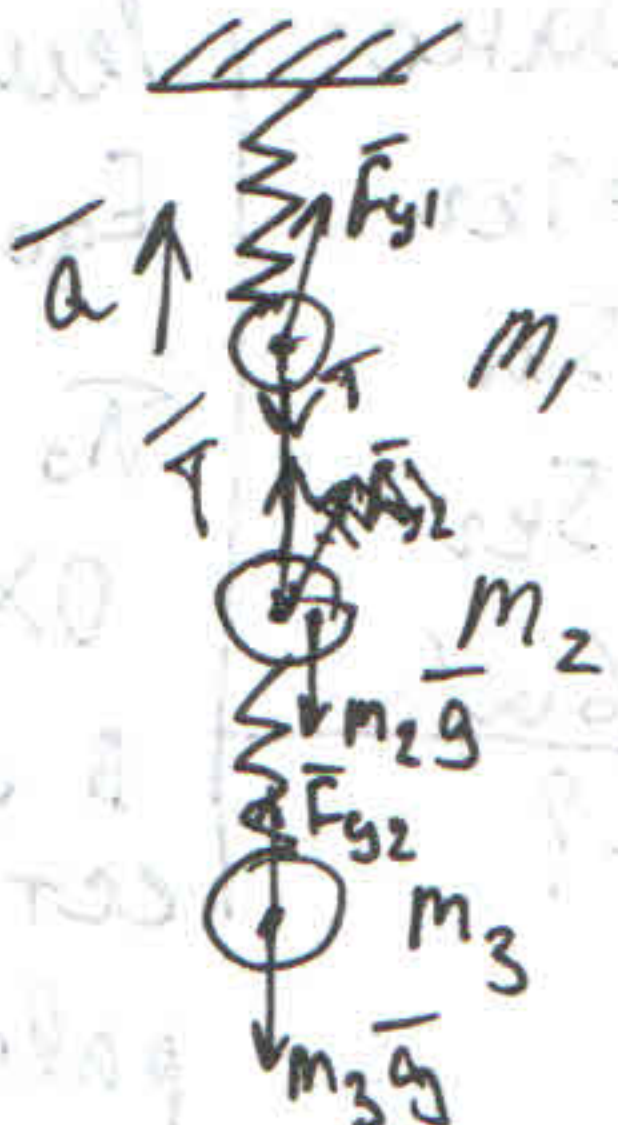
$$F_{y1} = T + m_1 g = m_1 g + m_2 g + m_3 g = k \Delta x = g(m_1 + m_2 + m_3)$$

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

После переименования китч:

$$m_1 a = F_{y1} - m_1 g = m_1 g + m_2 g + m_3 g - m_1 g = m_2 g + m_3 g$$

Ответ: $T = m_2 g + m_3 g$; $a = \frac{g(m_2 + m_3)}{m_1}$ (вверх)



№3.

Дано: Решение:

α
 $3m$
 m
 k
 A
 $\mu - ?$

II 3.Н. гнз тела m :

OX:

$$ma = F_{\text{тр}} - mg \cdot \sin \alpha; F_{\text{тр}} = \mu N_m = \mu mg \cos \alpha$$

OY:

$$N_m = mg \cdot \cos \alpha$$

$$\mu a = \mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha; \mu = \frac{a + g \sin \alpha}{g \cos \alpha}$$

II 3.Н гнз тела $3m$:

OX:

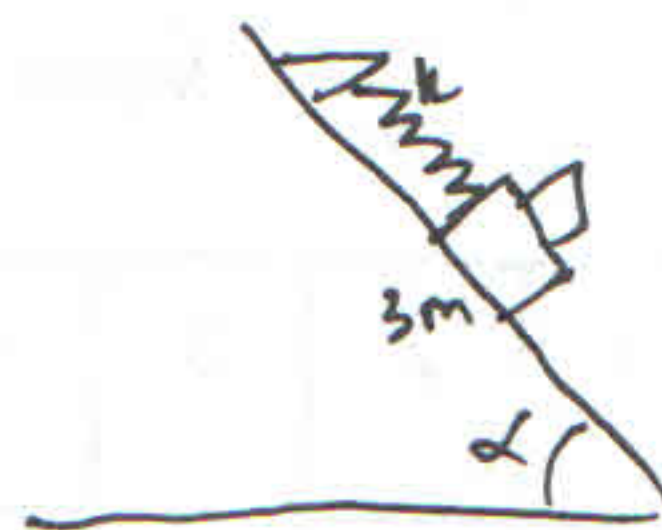
$$4ma = F_y - 4mg \cdot \sin \alpha = kA - 4mg \sin \alpha$$

$$F_y = k \cdot A$$

$$a = \frac{kA - 4mg \sin \alpha}{4m}$$

$$\mu = \frac{\frac{kA - 4mg \sin \alpha}{4m} + g \sin \alpha}{g \cos \alpha} = \frac{kA - 4mg \sin \alpha}{4mg \cos \alpha} + \frac{4mg \sin \alpha}{4mg \cos \alpha} = \frac{kA}{4mg \cos \alpha}$$

Ответ: $\frac{kA}{4mg \cos \alpha}$.



№4.

Дано:

$m = 1 \text{ кг}$
 $h = 5 \text{ м}$
 $M = 5 \text{ кг}$
 $v = 6 \text{ м/с}$
 $\Delta E - ?$

Решение:

По 3СЭ: $mgh = \frac{Mv^2}{2} \Rightarrow v^2 = 2gh$

По 3СЭ:

OX: $Mv = (m+M)u \Rightarrow u = \frac{Mv}{m+M}$

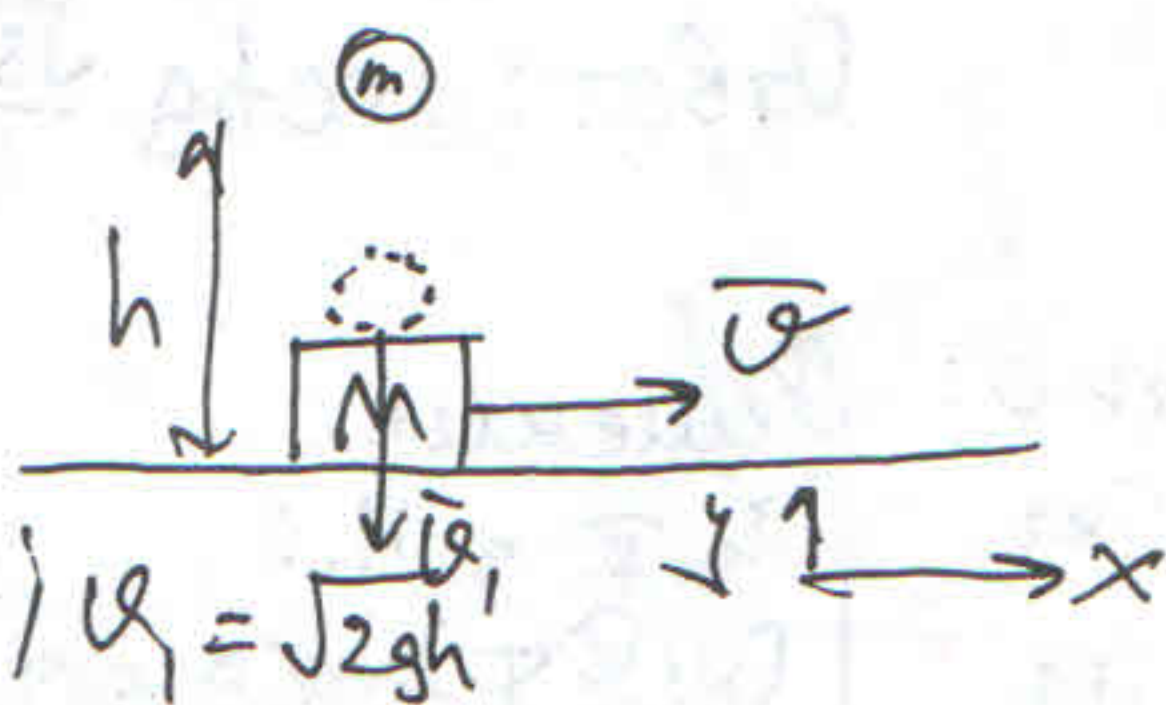
В момент попадания в песок шарик тормозится, т.е. есть некая сила F_c , совершающая работу по торможению, равную $A = mgh$

$$E_{\text{после}} = A + \frac{(m+M)u^2}{2} = mgh + \frac{(m+M) \frac{M^2 v^2}{(m+M)^2}}{2} = mgh + \frac{M^2 v^2}{2(m+M)}$$

$$\Delta E = E_{\text{после}} - E_{\text{до}} = mgh + \frac{M^2 v^2}{2(m+M)} - \frac{Mv^2}{2} - mgh = \frac{Mv^2}{2} \left(\frac{M}{m+M} - 1 \right)$$

$$\Delta E = \frac{5 \cdot 36}{2} \left(\frac{5}{6} - 1 \right) = 90 \cdot \left(-\frac{1}{6} \right) = -15 \text{ Дж}$$

Ответ: $\Delta E = -15 \text{ Дж}$, т.е. энергия уменьшилась.



№5.

Дано:

$$P_1 = 10^5 \text{ Па}$$

$$P_0 = 3 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$P_2 = 4 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$V_2 - V_1 = 10 \text{ л}$$

A - ?

Решение:

$$\Delta 102 \sim \Delta 034 \quad k = \frac{P_2 - P_0}{P_0 - P_1} \quad \text{+ работа равна площади под графиком +}$$

$$S_{\Delta 102} = \frac{1}{2} (V_2 - V_1) \cdot (P_0 - P_1) = A_{102} \quad \text{+}$$

$$\frac{S_{\Delta 034}}{S_{\Delta 102}} = k^2 = \frac{A_{034}}{A_{102}} \Rightarrow A_{034} = k^2 \cdot A_{102}$$

$$A = A_{102} + A_{034} = \frac{(V_2 - V_1)(P_0 - P_1)}{2} \left(1 + \frac{(P_2 - P_0)^2}{(P_0 - P_1)^2} \right)$$

$$A = \frac{10 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^5}{2} \left(1 + \frac{10^{10}}{4 \cdot 10^{10}} \right) = 10^3 \cdot 1,25 \text{ Дж}$$

Ответ: 1250 Дж.

№6.

Дано:

$\nu = 1 \text{ моль}$

$i = 3$

$\gamma; A$

$T_1 - ?$

Решение:

в адиабатном процессе $Q = 0$

$$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T$$

$$\gamma = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{A}{\frac{i}{2} \nu R T_1}$$

$$T_1 = \frac{A}{\frac{i}{2} \nu R \gamma} = \frac{A}{5 \cdot 12,465}$$

$$\text{Ответ: } T_1 = \frac{A}{\frac{i}{2} \nu R \gamma} = \frac{A}{5 \cdot 12,465}$$

№7.

Дано:

a

q

$W_p - ?$

Решение:

После перераспределения зарядов шарик

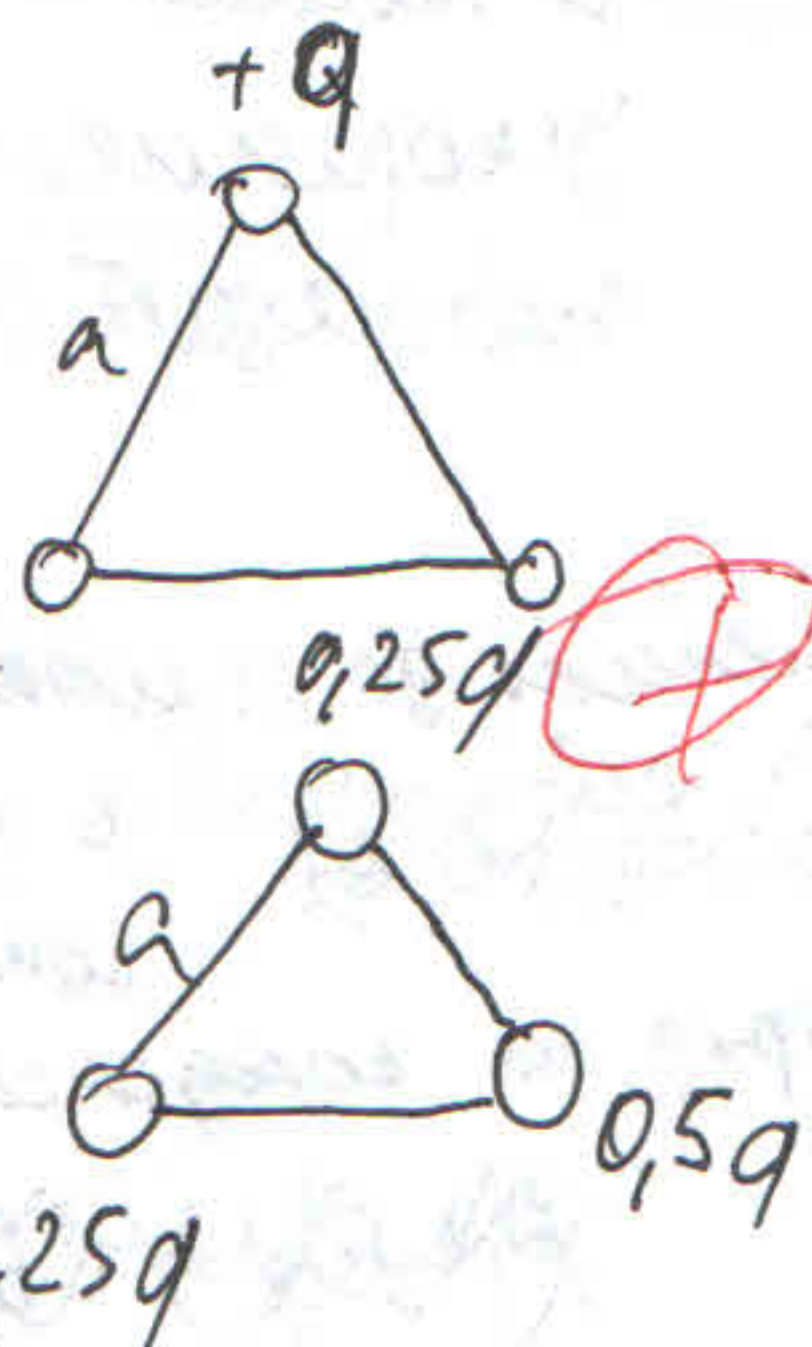
будут иметь заряды $+0,25q; +0,25q; +0,5q$

согласно закону сохранения заряда

$$W_p = \frac{k (0,25q)^2}{a} + \frac{k \cdot 0,25 \cdot 0,5 \cdot q^2}{a} + \frac{k \cdot 0,25 \cdot 0,5q^2}{a} =$$

$$= \frac{kq^2}{a} (0,0625 + 0,125 + 0,125) = 0,3125 \frac{kq^2}{a}$$

Ответ: $W_p = 0,3125 \frac{kq^2}{a}$



№9.

Дано:

$$T = 2\pi \cdot 10^{-5} \text{ c}$$

$$Q = 5 \text{ нКл}$$

$$I = 0,8 \text{ мА}$$

$$I_m = ?$$

Решение:

$$q = q_m \cdot \cos \omega t$$

$$I = q' = -q_m \cdot \omega \cdot \sin \omega t$$

$$+q_m = \frac{I}{-\omega \sin \omega t}$$

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

$$\sin \omega t = \sqrt{1 - \cos^2 \omega t} = \sqrt{1 - \frac{q^2}{q_m^2}}$$

$$q_m = \frac{I}{-\omega \sqrt{1 - \frac{q^2}{q_m^2}}}$$

$$q_m^2 \omega^2 \left(1 - \frac{q^2}{q_m^2}\right) = I^2$$

$$\frac{q_m^2 \omega^2 (q_m^2 - q^2)}{q_m^2} = \frac{I^2 q_m^2}{q_m^2}$$

$$\omega^2 q_m^2 - \omega^2 q^2 = I^2$$

$$\omega^2 q_m^2 = I^2 + \omega^2 q^2$$

$$q_m^2 = \frac{I^2 + \omega^2 q^2}{\omega^2} = \frac{I^2}{\omega^2} + q^2$$

$$q_m = \sqrt{\frac{I^2}{\omega^2} + q^2}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$I_m = q_m \cdot \omega = \sqrt{\frac{I^2}{\omega^2} + q^2} \cdot \omega = \sqrt{\frac{I^2 \cdot T^2}{4\pi^2} + q^2} \cdot \frac{2\pi}{T}$$

$$I_m = \sqrt{89} \cdot 10^{-4} \text{ А}$$

Ответ: $I_m = \sqrt{89} \cdot 10^{-4} \text{ А} = 9,4 \cdot 10^{-4} \text{ А}$

№10.

Дано:

L
 b
 m
 C
 B

$$a = ?$$

Решение:

Если ток движется по перемычке от наблюдателя:

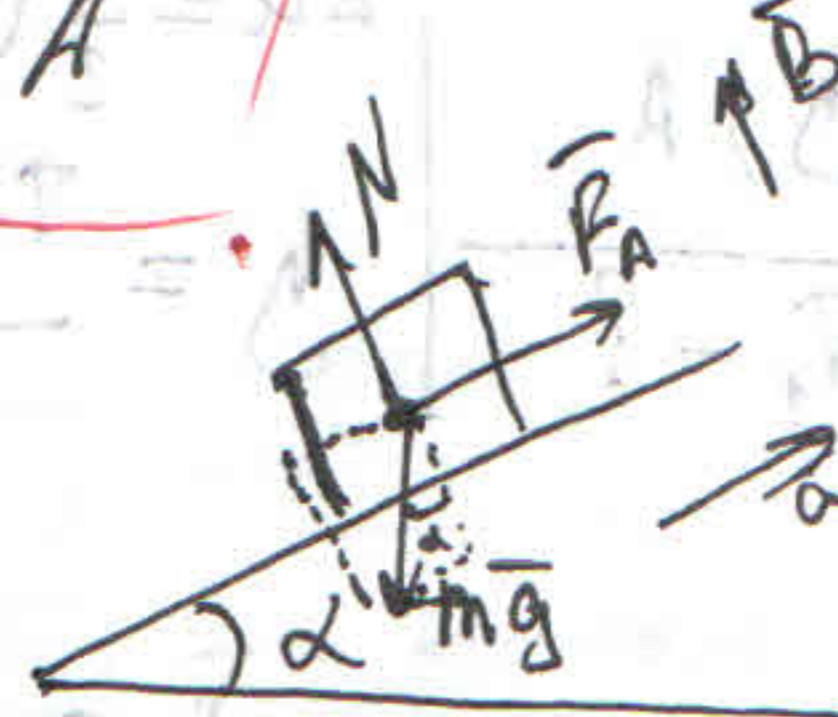
$$F_A = B I b \cdot \sin \alpha = B I b$$

$$Ox: ma = F_A - mg \sin \alpha = B I b - mg \sin \alpha \Rightarrow a = \frac{B I b}{m} - g \sin \alpha$$

Ёмкость батареи конденсаторов:

$$C_m = \left(\frac{1}{C} + \frac{1}{C}\right) + C = \frac{2}{C} + C = \frac{2+C^2}{C}$$

В начальный момент времени перемычка скользит вниз с ускорением $a = g \sin \alpha$, в результате чего возникает \mathcal{E}_i , зарядящий батарею конденсаторов. Ответ: $a = g \sin \alpha$



№8.

Дано:

E
 C
 $Q = ?$

Решение: до замыкания ключа общая энергия в конденсаторах $= \frac{3E^2 \cdot C^2}{4C} = \frac{3E^2 C}{4}$. В результате замыкания ключа часть заряда, запасённого в конденсаторе с пойдёт на резистор.

Заряд на конденсаторе с $q_c = CE$. $Q = \frac{3E}{2C}$ - общий заряд вытеснен

$$Q = E q = CE^2 = Q$$

Ответ: $Q = CE^2$

367