Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

119474

Шифр ______________________

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету Физика

(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника Барышников Никита Александрович

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

Регистрационный номер ШМ 0791

Вариант задания 4

Дата проведения "19" марта 2017 г.

Подпись участника

54 (пятьдесят четыре) Б/з

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
8	8	8	10	3	8	3	3	3	–	54

Шифр 119474

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

119474

119474

\+ 1,0

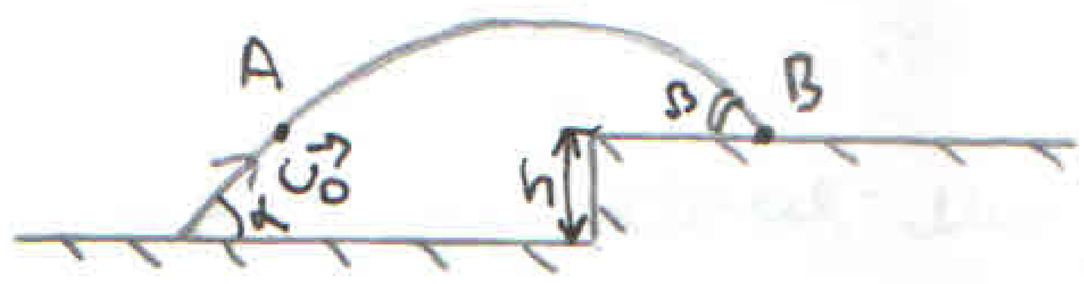
Вариант № 4

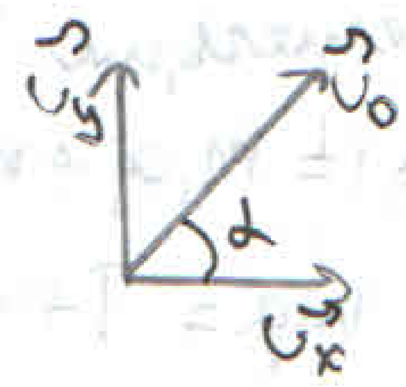
1. $\alpha = 45^0$

$v_0 = 20$ м/с

$h = 8$ м

$\beta - ?$





$v_x = v_0 \cos\alpha \qquad v_y = v_0 \sin\alpha$

$S = v t - \frac{g t^2}{2} \quad ; v = v_y$

$S = v_0 \sin\alpha \, t - \frac{g t^2}{2} \quad ; \quad S = h$

$t^2 \frac{g}{2} - v_0 \sin\alpha \cdot t + h = 0$

$D = v_0^2 \sin^2\alpha - 2gh$

$t = \frac{v_0 \sin\alpha \pm \sqrt{v_0^2 \sin^2\alpha - 2gh}}{g}$

нас интересует, когда $t = \frac{v_0 \sin\alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2\alpha - 2gh}}{g}$ т.к. тело пролетает высоту h в двух местах: в A и B, B - позже. $t_A < t_B$

$\text{tg}\,\beta = \frac{v_{y1}}{v_{x1}}$

$v_{x1} = v_x = v_0 \cos\alpha$

$v_{y1} = v_y - gt = v_0 \sin\alpha - v_0 \sin\alpha - \sqrt{v_0^2 \sin^2\alpha - 2gh}$

$\text{tg}\,\beta = \frac{-\sqrt{v_0^2 \sin^2\alpha - 2gh}}{v_0 \cos\alpha}$

$\text{tg}\,\beta = \frac{-\sqrt{200-160}}{20 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{-2\sqrt{10}}{10\sqrt{2}} = -\sqrt{5}$

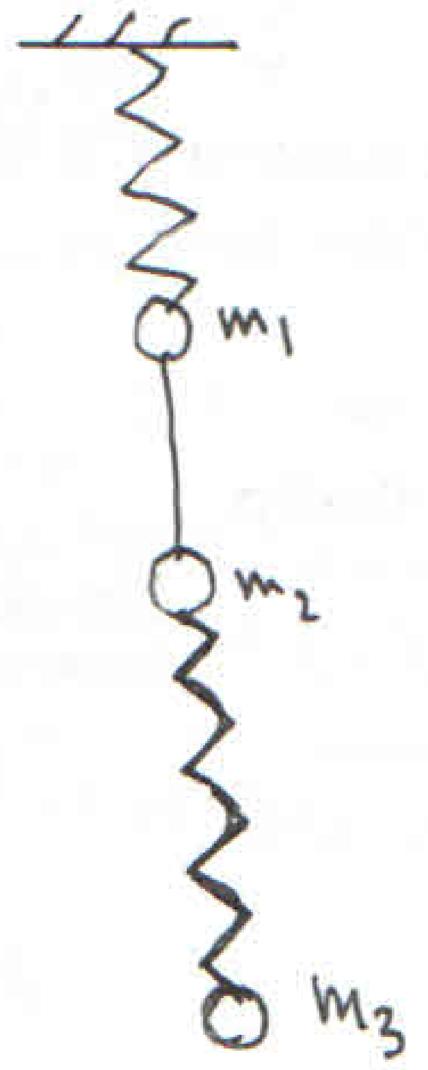
$\beta = \text{arctg}(-\sqrt{5})$

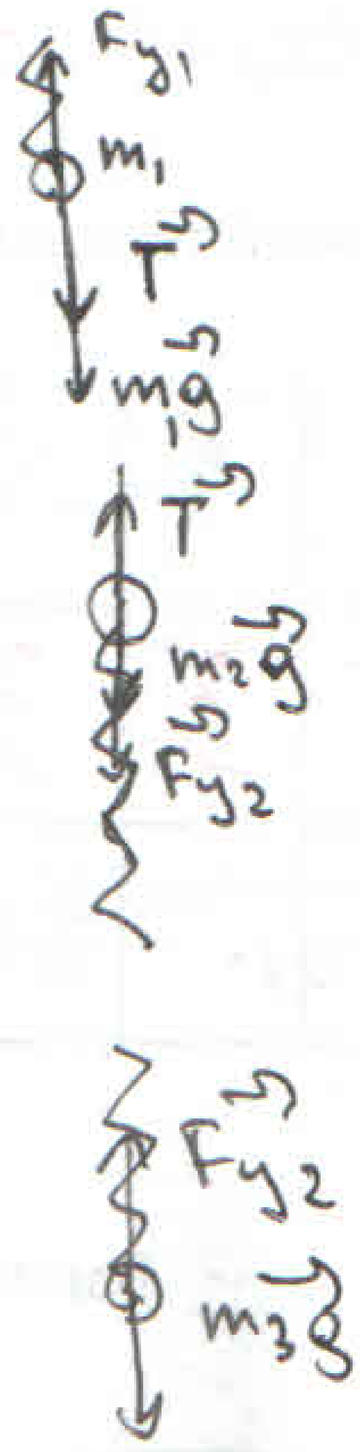
Ответ: $\text{arctg}(-\sqrt{5})$

2. + 1,0

$m_1 = 1$ кг
$m_2 = 4$ кг
$m_3 = 3$ кг

$\Sigma F = ma$





$F_{y1} = T + m_1 g$

$T = m_2 g + F_{y2}$

$F_{y2} = m_3 g$

$T = m_2 g + m_3 g$

если нить перережь, то $T=0$

$F_{y1} = m_1 g + m_1 a$

$m_1 a = T + m_1 g - m_1 g = T$

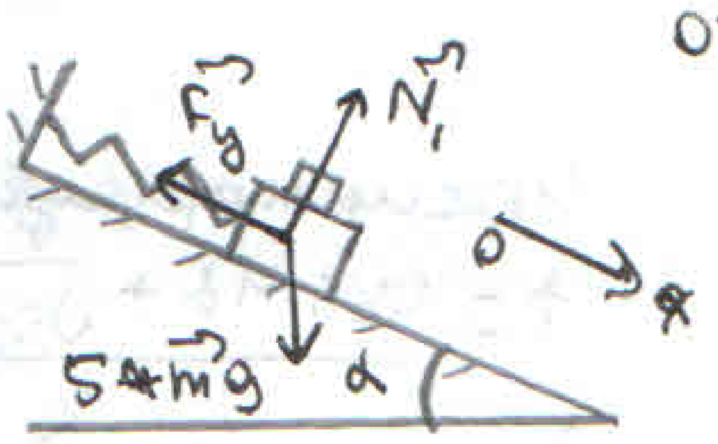
$a = \frac{m_2 g + m_3 g}{m_1}$

$T = 10(4+3) = 70$ Н

$a = \frac{10(4+3)}{1} = 70$ м/с² вверх.

Ответ: 70 Н ; 70 м/с² (вверх)

3. ± 0,75



Ox: $F_y = 5mg\sin\alpha + ma$

~~ma~~ $a = x''$ $\quad F_y = -kx$

$x'' + \frac{k}{5m}x + 5g\sin\alpha = 0$

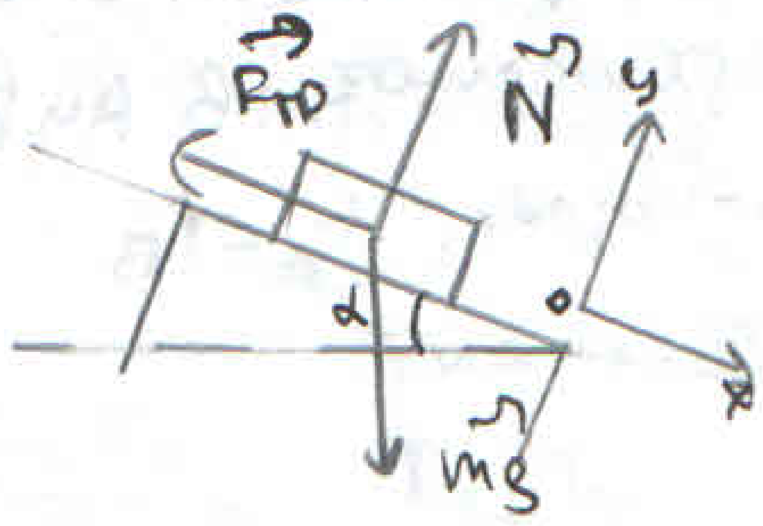
$x = A\cos(\omega t)$ $\quad$ ($5g\sin\alpha$) не влияет на T, только сдвигает колебание вниз, т.к. действует всегда одинаково.

$\omega = \sqrt{\frac{k}{m5}}$

$a = -A\omega^2\cos(\omega t)$

$a = -A\frac{k}{5m}\cos(\omega t)$

$a_{max} = A\frac{k}{m}$



Ox: $F_{тр} = mg\sin\alpha + ma$ — это случай при котором $F_{тр}$ максимальна

Oy: $N = mg\cos\alpha$ $\qquad$ ~~N = μ~~ $F_{тр} = \mu N$

$F_{тр} = mg\mu\cos\alpha$

$mg\mu\cos\alpha = mg\sin\alpha + Ak$

$\mu = \frac{mg\sin\alpha + Ak}{mg\cos\alpha}$

~~Δ μ =~~

Ответ: $\frac{mg\sin\alpha + Ak}{mg\cos\alpha}$.

4. ЗСЭ:

+ $mgh + \frac{Mv^2}{2} = \frac{(M+m)v_1^2}{2} + \Delta E$ (v_1 – скорость ящика с камнем после падения камня)

1,0

ЗСИ

$Mv = (M+m)v_1 \qquad v_1 = v\frac{M}{M+m}$

$mgh + \frac{Mv^2}{2} = v^2\frac{M^2}{2(M+m)} + \Delta E$

$\Delta E = mgh + \frac{Mv^2}{2}\left(\frac{m}{(M+m)}\right)$

$\Delta E = 3\cdot10\cdot10 + \frac{9\cdot16}{2}\cdot\frac{3}{12} = 300 + 18 = 318$ Дж

Ответ: 318 Дж.

---

5. 0,25 ?

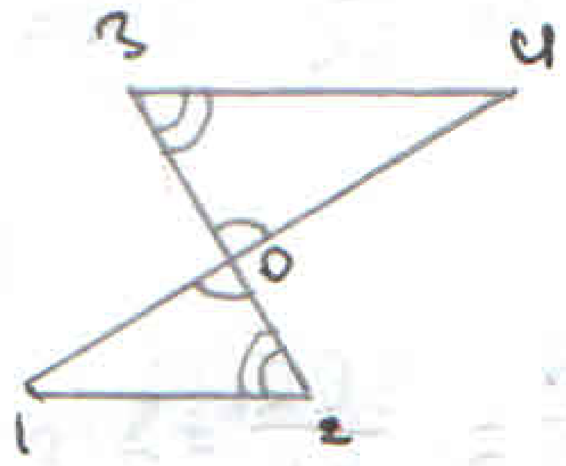
+ $A = A_{14} + A_{32} - A_{43} - A_{21}$

$A_{14} = \frac{P_2+P_1}{2}(V_4 - V_1)$ т.к. P изменяется линейно.

$A_{32} = \frac{P_2+P_1}{2}(V_2 - V_3)$

$A_{43} = P_2(V_4 - V_3)$

$A_{12} = P_1(V_2 - V_1)$



$\Delta 120 \sim \Delta 430$

$\frac{V_2-V_1}{P_0-P_1} = \frac{V_4-V_3}{P_2-P_0}$

$V_4 - V_3 = (V_2-V_1)\frac{P_2-P_0}{P_0-P_1}$

$A = \frac{P_2+P_1}{2}(V_4+V_2-V_3-V_1) - P_1(V_2-V_1) - P_2(V_4-V_3) =$

$= (V_2-V_1)\frac{P_2-P_1}{2} + (V_4-V_3)\frac{P_1-P_2}{2} = \frac{P_2-P_1}{2}(V_2-V_1+V_3-V_4) = (V_2-V_1)\frac{P_2-P_1}{2}\left(1+\frac{P_2-P_0}{P_0-P_1}\right) =$

$= (V_2-V_1)\frac{(P_2-P_1)^2}{2(P_0-P_1)}$

$A = 6\cdot10^{-3}\,\frac{25\cdot10^{10}}{4\cdot10^{5}} = 37{,}5\cdot10^2 = 3750$ Дж.

Ответ: 3750 Дж.

---

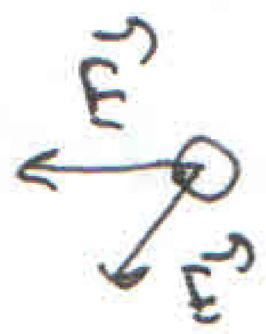
7 $\quad O^{+2q} \qquad O^{+q}$ (после всех операций)

+ 0,25

$\Rightarrow$

$\underset{+q}{O} \quad O \quad \underset{+2q}{O} \quad O\ +q$

$+2q$:



$E = \frac{qk}{a^2}$

$E_O^2 = E^2 + E^2 - 2E^2\cos 120^\circ = 3E^2 \qquad E_0 = E\sqrt{3}$

$\varphi_0 = E_0 a = \frac{qk\sqrt{3}}{a} \qquad W_1 = \varphi_0 2q = \frac{2q^2k\sqrt{3}}{a}$

$+q$:

$E_1^2 = E^2 + 4E^2 - 4E^2\cos120^\circ = 7E^2; \quad E_1 = \sqrt{7}E$

$\varphi_1 = E_1 a = \frac{qk\sqrt{7}}{a} \qquad W_2 = 2\cdot\varphi_1 q = \frac{2q^2k\sqrt{7}}{a}$

$W_0 = W_1 + W_2 = \frac{2q^2k}{a}(\sqrt{3}+\sqrt{7})$

Ответ: $\frac{2q^2k}{a}(\sqrt{3}+\sqrt{7})$

9. $\omega = \sqrt{LC}$ + 0,25

$q = Q_m \cos(\omega t)$

$I = q' = -Q_m \omega \sin(\omega t)$

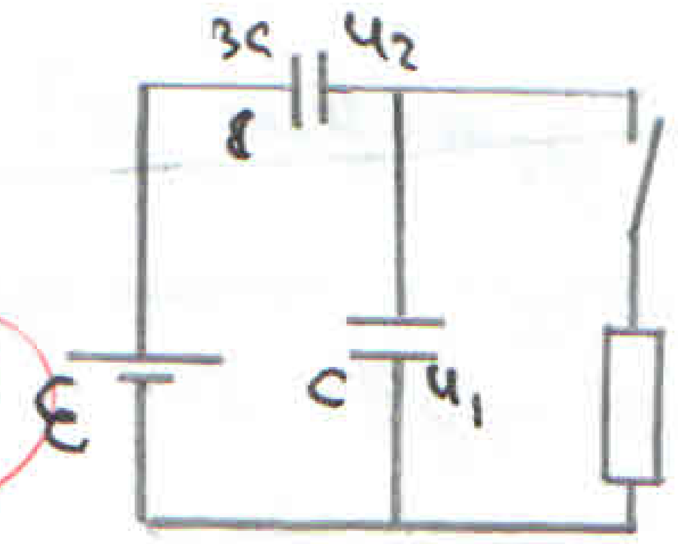
$\cos(\omega t) = \frac{q}{Q_m}$; $\sin\omega t = \sqrt{1 - \frac{q^2}{Q_m^2}} = \frac{\sqrt{Q_m^2 - q^2}}{Q_m}$

$I = \omega \sqrt{Q_m^2 - q^2} = \sqrt{LC(Q_m^2 - q^2)}$

$I = \sqrt{20 \cdot 10^{6} \cdot 46 \cdot 10^{3} (64 \cdot 10^{-18})} \approx 3.8 \cdot 10^{-13} = 24 \cdot 10^{-13}$ A.

Ответ: $24 \cdot 10^{-13}$ A

8.



+ 0,25

$\mathcal{E} = U_1 + U_2$

$U_1 = \frac{Q}{C}$

$U_2 = \frac{Q}{3C}$

$\mathcal{E} = Q \frac{4}{3C}$; $Q = \frac{3\mathcal{E}C}{4}$

$A = UIt$

$U = U_1 \quad It = Q$

$A = \frac{3\mathcal{E}C}{4} \cdot U_1$; $U_1 = \frac{Q}{C} = \frac{3\mathcal{E}C}{4C} = \frac{3}{4}\mathcal{E}$?

$A = \frac{9}{16}\mathcal{E}^2 C$

Ответ: $\frac{9}{16}\mathcal{E}^2 C$

7. 6 + 0,75

$Q = 0 \Rightarrow A = \Delta U$

$A = \frac{3}{2}\Delta T \nu R$

$\Delta T = \frac{2A}{3\nu R}$

$\Delta T = T_н - T_х$

$T_н = T_х + \Delta T$

$\eta = \frac{T_н - T_х}{T_н} = 1 - \frac{T_х}{T_н} = 1 - \frac{T_х}{T_х + \Delta T} = 1 - 1 + \frac{\Delta T}{T_х + \Delta T} = \frac{\Delta T}{T_х + \Delta T}$

$T_х + \Delta T = \frac{\Delta T}{\eta}$?

$T_х = \Delta T\left(\frac{1}{\eta} - 1\right) = \Delta T\left(\frac{1-\eta}{\eta}\right)$

$T_х = \frac{2A}{3\nu R}\left(\frac{1-\eta}{\eta}\right)$ верно

Ответ: $\frac{3}{2}\frac{A}{\nu R}\left(\frac{1-\eta}{\eta}\right)$