

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Шифр _____

(заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету Физика

(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. участника

Табата Евгений Сергеевич

Город, № школы (образовательного учреждения)

Алматы, № 134, 11 класс.

Регистрационный номер

ШМ 6258

Вариант задания

24

Дата проведения " 17 " марта 20 18 г.

Подпись участника

Евгений

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
12	12	18	10	20	20					90

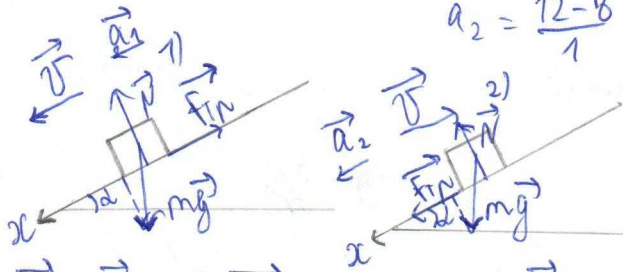
Шифр _____

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 24

① Из графика \Rightarrow , что $a_1 = \frac{16-14}{1} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ - ускорение камня до удара об упор

$a_2 = \frac{12-8}{1} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ - после удара \Rightarrow присутствует трение;



$$m\vec{a}_1 = \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{fr}$$

$$m\vec{a}_2 = \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{fr}$$

От: $ma_1 = mgs \sin \alpha - F_{fr}$; От: $ma_2 = mgs \sin \alpha + F_{fr}$

$$\begin{cases} ma_1 = mgs \sin \alpha - F_{fr} \\ ma_2 = mgs \sin \alpha + F_{fr} \end{cases}$$

$$ma_1 + ma_2 = 2mgs \sin \alpha;$$

$$2gs \sin \alpha = a_1 + a_2; \sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g}; \alpha = \arcsin\left(\frac{a_1 + a_2}{2g}\right) = \arcsin 0,3;$$

Ответ: $\arcsin 0,3;$

② Дано: $n_N = \beta n_0; \beta = 4;$

$$V = 75 \text{ м}^3; V_N = 500 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}; P = 10^5 \text{ Па};$$

$m_N - ?$

$$\mu_N = 0,028 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}; \mu_0 = 0,032 \frac{\text{кг}}{\text{моль}};$$

Решение: $PV = \nu RT; PV = \frac{m}{\mu} RT; P = \frac{m}{V} \cdot \frac{RT}{\mu} = \rho \frac{RT}{\mu};$

$$\left. \begin{aligned} P_N &= \frac{n_N}{\mu_N} RT = \frac{\beta n_0}{\mu_N} RT; \\ P_0 &= \frac{n_0}{\mu_0} RT \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{P_N}{P_0} = \frac{\beta \mu_0}{\mu_N}; P_0 = P_N \cdot \frac{\mu_N}{\beta \mu_0};$$

$$P = P_0 + P_N = P_N \left(1 + \frac{\mu_N}{\beta \mu_0}\right); P_N = \frac{P}{1 + \frac{\mu_N}{\beta \mu_0}};$$

$$P_N = \frac{1}{3} v_{0N}^2 m_{0N} n_N = \frac{1}{3} v_{0N}^2 m_{0N} \cdot \frac{N_N}{V} = \frac{1}{3} v_{0N}^2 \frac{m_N}{V};$$

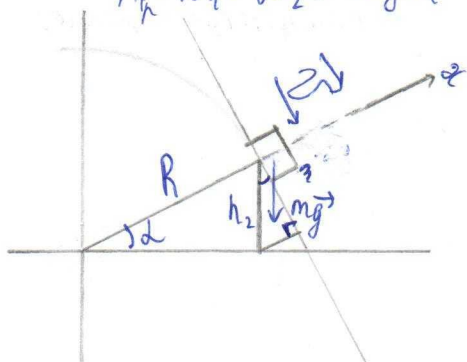
$$m_N = \frac{3 P_N V}{v_{0N}^2} = \frac{3 P_N V}{v_{0N}^2 \left(1 + \frac{\mu_N}{\beta \mu_0}\right)} = \frac{3 \cdot 10^5 \cdot 75}{500^2 \cdot \left(1 + \frac{0,0297}{4 \cdot 0,032}\right)} = \frac{3 \cdot 10^5 \cdot 25,3}{5^2 \cdot 10^4 \cdot \frac{39,7}{32}} = \frac{30 \cdot 32}{13} \approx 73,85 \text{ m};$$

Оответь: 73,85 м;

③ Дано: $m = 0,01 \text{ м}; h_1 = 0,7 \text{ м}; h_2 = 0,3 \text{ м};$
 Найти $A_{тл} - ?$

Решение: $W_1 = mgh_1; W_2 = mgh_2 + \frac{mv^2}{2};$

$$A_{тл} = W_1 - W_2 = mgh_1 - mgh_2 - \frac{mv^2}{2};$$



на высоте h_2 от поверхности $\Rightarrow N=0; a_y = g \sin \alpha;$

$$a_y = \frac{v^2}{R}; \sin \alpha = \frac{h_2}{R} \Rightarrow \frac{v^2}{R} = g \cdot \frac{h_2}{R};$$

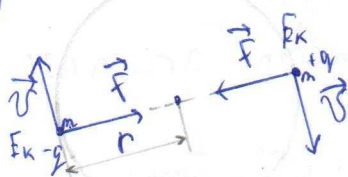
$$v^2 = h_2 g; \Rightarrow$$

$$A_{тл} = mgh_1 - mgh_2 - \frac{mgh_2}{2} = mgh_1 - \frac{3mgh_2}{2} = mg(h_1 - 1,5h_2) =$$

$$= 0,01 \cdot 10 \cdot (0,7 - 0,45) = 0,1 \cdot 0,25 = 0,025 \text{ Дж};$$

Оответь: $2,5 \cdot 10^{-2} \text{ Дж};$

④



$$W_k = 2E_k = 2 \cdot \frac{mv^2}{2} = mv^2$$

$$F = m a_y = \frac{mv^2}{R}; \quad F = \frac{kq^2}{R^2} \cdot R = \frac{kq^2}{R}$$

$$F = m a_y = \frac{mv^2}{r}; \quad mv^2 = F r = \frac{kq^2}{r^2} \cdot r = \frac{kq^2}{r};$$

$$W_k = \frac{kq^2}{r}; \quad W_n = 0, \text{ м.к. } |E_{n1}| = |E_{n2}|, \text{ и } E_{n1}, E_{n2} \text{ перпендикулярны по энергии} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W = W_k = \frac{kq^2}{r} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r};$$

Оответь: $W = \frac{kq^2}{r} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r} \text{ Дж};$

5) E в центре сферы $= 0$; Если удалить участок ΔS , то E будет равна напряжённости, созд. участком той же площади ΔS , противоположным удалённому: \oplus

$$E = \frac{kq}{R^2}; \quad q = \Delta S \cdot \sigma; \quad \sigma = \frac{Q}{S} = \frac{Q}{4\pi R^2};$$

$$q = \frac{Q \Delta S}{4\pi R^2};$$

$$E = \frac{k Q \Delta S}{4\pi R^2 \cdot R^2}$$

$$\frac{Q \Delta S}{4\pi \epsilon_0 \cdot 4\pi R^4} = \left(\frac{1}{4\pi R^2} \right)^2 \cdot \frac{Q \Delta S}{\epsilon_0};$$

$$\text{Ответ: } \left(\frac{1}{4\pi R^2} \right)^2 \cdot \frac{Q \Delta S}{\epsilon_0} \text{ В/м};$$

6) Минимальное t , через которое грузики будут сильнее всего растянуты, равно $\frac{3}{4}$ периода колебаний гармон. системы.

$$t = \frac{3}{4} T;$$

$$W_{\text{п.р.}} = \frac{2kA^2}{2} \cdot 3; \quad W_{\text{к.р.}} = \frac{mv^2}{2};$$

$$\frac{2kA^2}{2} \cdot 3 = 3 \cdot \frac{mv^2}{2};$$

$$2kA^2 = mv^2$$

$$2kA^2 = m\omega^2 A^2$$

$$\omega^2 = \frac{2k}{m}; \quad \omega = \sqrt{\frac{2k}{m}};$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}; \quad T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{2k}};$$

$$t = \frac{3}{4} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{m}{2k}} = \frac{3}{2} \pi \sqrt{\frac{m}{2k}};$$

$$\text{Ответ: } \frac{3}{2} \pi \sqrt{\frac{m}{2k}} \text{ с};$$