



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Мельников Сергей Александрович**

Класс: 11

Технический балл: **88**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

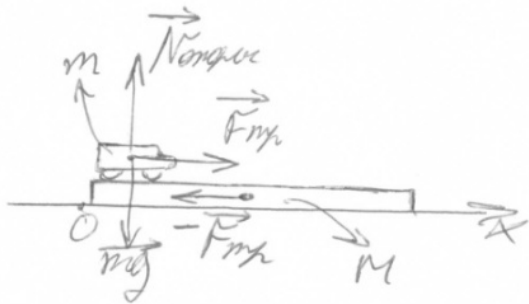
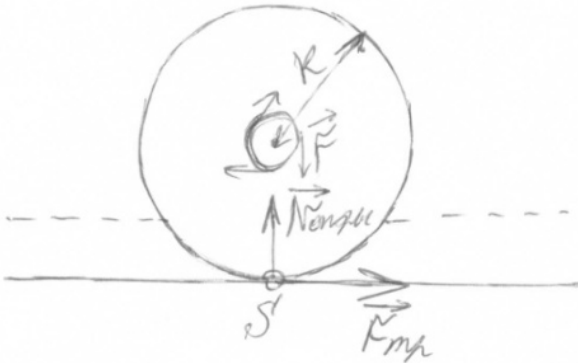
ШИФР РАБОТЫ 9396676

	1	2	3	4	Σ
Задача	15	15	13	15	88
Вопрос	6	9	9	6	

Вариант № 2. Чистовик, лист 1.
Задача 1,3,1.

Дано: $M=1\text{ кг}$, $N=2\text{ км}$, $n=3$, $\mu=0,3$, $\omega?$
 $g=10\text{ м/с}^2$;

Решение:



1) Пока колеса прокатываются, ускорение центра масс автомобиля $a_x = \frac{F_{\text{тр}} x}{m} = \mu g$;

$$a_x = -\frac{F_{\text{тр}} x}{M} = -\frac{\mu mg}{M} = -\frac{\mu g}{3} \text{ — ускорение груза};$$

$a_x = \mu g$; $a_{\text{отн. г.}} = (a_x - a_x) = \frac{4}{3} \mu g$ — ускорение автомобиля отн. груза;

$v_{\text{отн.}} = \frac{4}{3} \mu g t = \omega \cdot R$ — отн. скорость автомо-
(движение равноускоренное); билля, когда колеса не
остановятся скатываются;

2) Масса колеса мала, $F_{\text{тр}} \cdot R \approx \sum M_i$ — моменты сил, действующих на колесо,
($v_{\text{м.}} = v_{\text{отн.}} = 0$);

$$\sum M_i = \omega = N - \text{попытки}$$

($M_i = \sum F_i \cdot r_i$, $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$, $r_i \cdot d\varphi$ — малые перемеще-
ние м. колеса, $F_i \cdot r_i \cdot d\varphi$ — работа);

(смотри пункт 2);

Числовик,
лист 2

$$\text{Тогда } F_{\text{пр}} \cdot R \cdot \omega = N;$$

$$\omega R = \frac{N}{\mu m g}; \quad \frac{N}{\mu m g} = \frac{4}{3} \mu g t;$$

$$t = \frac{3}{4} \frac{N}{\mu g^2} \sim \text{через время в скальезные измерения};$$

$$x = \frac{a_{\text{max}} \cdot t^2}{2} = \frac{2}{3} \mu g \cdot \left(\frac{3}{4}\right)^2 \cdot \frac{N^2}{m^2 (\mu g)^4} =$$

$$= \frac{3}{8} \cdot \frac{N^2}{m^2 (\mu g)^3} = \frac{3}{8} \cdot \frac{4 \cdot 9}{9^3 3^3} =$$

$$m = \frac{1}{3} \text{ кг}$$

$$= \frac{1}{2} (\mu);$$

$$\text{Ответ: } x = \frac{1}{2} \mu;$$

Ответ на вопрос:

- 1) Импульс С.и.м. — векторная сумма импульсов ($\vec{P}_i = m_i \vec{v}_i$) всех точек, входящих в систему;
- 2) З.С.и.: импульс замкнутой С.и.м. сохраняется.

№ 22, 1.

Дано: $m = 5 \text{ кг}$, $V = 1 \mu$, $t = 100^\circ \text{C}$, $S = 30 \text{ м}^2$; $p_0 = 10^5 \text{ Па}$;
 $T = \text{const}$; $x = ?$

Решение:

давление насыщенного водяного пара при $100^\circ \text{C} = 10^5 \text{ Па}$ (таблицы);
т.к. при 100°C начнется кипение в.п.);
(смотри лист 3)



Учитывая,
шмз.

П.к. $T = \text{const}$, давленные насыщенного пара
хемично, расширение воздуха происходит
по изотерме;

Тогда в сст. равновесия: $p_1 S - p_2 S = mg$;

$$p_0 - (p_0 - \Delta p) = \frac{mg}{S}; \Delta p = \frac{mg}{S};$$

$$(p_0 - \Delta p)(V_0 + \Delta V) = p_0 V_0;$$

$$V_0 + \Delta V = \frac{p_0 V_0}{p_0 - \Delta p}; \Delta V = \frac{p_0}{p_0 - \Delta p} V_0 - V_0$$

$$\alpha = \frac{\Delta V}{S} = \left(\frac{p_0}{p_0 - \Delta p} - 1 \right) \frac{V_0}{S} = \left(\frac{10^5}{10^5 - 5 \cdot 10^3} - 1 \right) \cdot 100^{\uparrow 0,001} =$$

$$= \left(\frac{10^5}{10^5 (1 - 0,05)} - 1 \right) \cdot 100^{\uparrow 0,001} =$$

$$= \frac{0,05}{1 - 0,05} \cdot 100^{\uparrow 0,001} \approx 5 \cdot 0,001 =$$

Ответ: $\alpha = 0,005 \text{ м}$.

$= 0,005 \text{ (м)}$;

Ответы на вопросы:

- 1) Влажность воздуха — плотность водяных паров в воздухе в данных условиях;
- 2) Относительная в.в. — отношение плотности водяных паров в данных усл. к плотности насыщенного пара при данной температуре

$$\left(\frac{\rho}{\rho_{\text{нас.}}} = \frac{p}{p_{\text{нас.}}} \right)$$

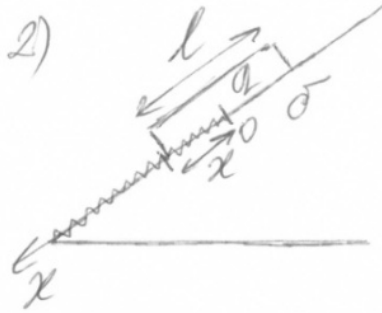
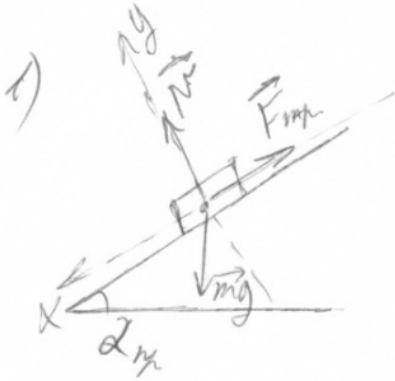
плотности. давлению

Момдук, мсм 4.

Загара 3,5,1.

Дано: $m = 0,1 \text{ кг}$, $d_{\text{тр}} = \frac{1}{6}$; $q = +3 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$; $\frac{v_2}{v_1} = ?$

Решение: ($\sigma = +3 \cdot 10^6 \text{ Кл/м}^2$)



1) и 2) - и в плоскости:

$$1) \begin{cases} mg \cos \alpha = N; \\ mg \sin \alpha = \mu N \end{cases} \quad \begin{cases} mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha; \\ \text{tg } \alpha = \mu; \end{cases}$$

2) Пусть мы поместим под зарядом на плоскости - σ ; заряд пластинки + q ;



$$\begin{cases} mg \cos \alpha = N + qE, \\ \sin \alpha mg - \mu N = ma \end{cases}$$

$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ - поле равномерно заряженной пластины;

$$N = mg \cos \alpha - qE;$$

$$ma = mg \sin \alpha - \mu (mg \cos \alpha - qE) \cdot \frac{2}{\epsilon_2}$$

длина пластины;

(считаем мсм 5)

Учтем, что
учем 5:

$$m a_x = m g \sin \alpha - \mu (m g \cos \alpha - q E) \cdot \frac{x}{l} \cdot dx$$

$$m \frac{dv_x}{dt} \cdot dx = m v_x dv_x = m g \sin \alpha dx - \frac{x dx}{l} \mu (m g \cos \alpha - q E)$$

$$\int_0^v m v_x dv_x = \Delta \frac{m v_x^2}{2} = \frac{m v_x^2}{2} = m g \sin \alpha l - \frac{l^2}{2l} \mu (m g \cos \alpha - q E);$$

$$m v_x^2 = l (2 m g \sin \alpha - \mu m g \cos \alpha + q E);$$

В начале цепи ($v_x = v_1$) $E = 0, q = 0$;

$$m v_1^2 = l (2 m g \sin \alpha - \mu m g \cos \alpha);$$

$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{2 m g \sin \alpha - \mu m g \cos \alpha + q E}{2 m g \sin \alpha - \mu m g \cos \alpha} = 1 + \frac{q \cdot l}{2 \epsilon_0 (2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha) \cdot m g}$$

Пусть $\mu = \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \frac{\pi}{6}$, $l = 2 \operatorname{tg} \alpha$;

$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = 1 + \frac{5 \cdot q}{2 \epsilon_0 \cdot \sin \alpha \cdot m g} = 1 + \frac{3 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 9 \cdot 10^{-2} \cdot 0,5 \cdot 1} = 2;$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{2}.$$

Ответ: в $\sqrt{2}$ раз.

Ответы на вопросы:

1) Электроёмкость цилиндрического проводника - отталкивание зарядов на его поверхности к его потенциалу: $C = \frac{q}{\varphi}$

Электроёмкость конденсатора - отталкивание зарядов на его обкладках к разности потенциалов (смотрите листы) лоб-лоб: $C = \frac{q}{\Delta \varphi}$.

Чистовик,
мст в

2) Электроемкость плоского конденсатора:

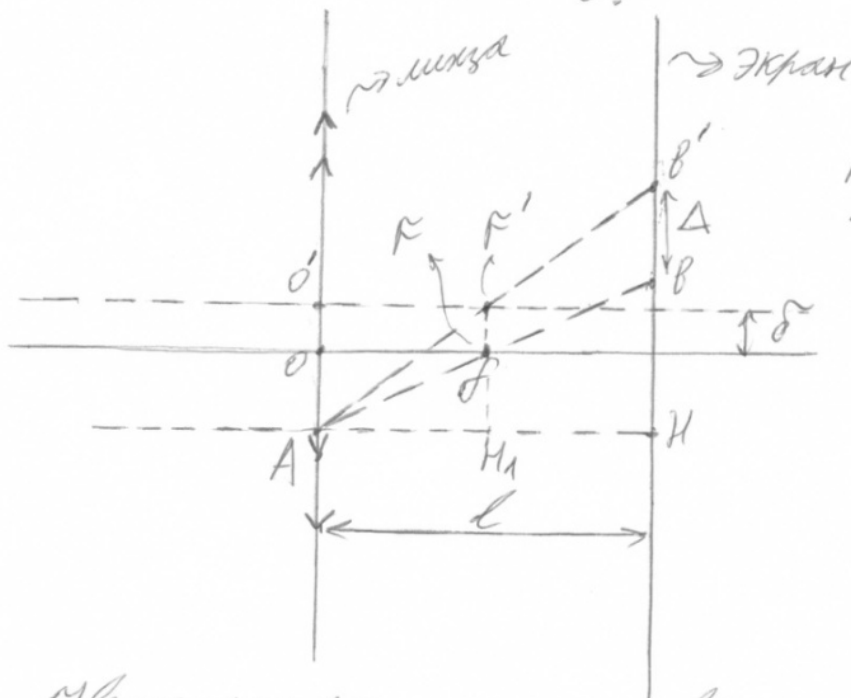
$$C = \frac{Q}{\Delta \varphi} = \frac{S \epsilon \epsilon_0}{d} \rightarrow \text{плоская обкладка}$$

электр. пропускания среды
расстояние между обкладками;

Задача 4,3,1.

Дано: $l = 0,2 \text{ м}$; $\delta = 0,5 \text{ см}$; $\Delta = 1 \text{ см}$; $f = ?$

Решение:



т. Ф лежит
между линзой
и экраном
(исх. пр. против
реш. условия)

Нетрудно доказать, что в центре светлого пятна всегда будет падать одна и та же луч (смотрите решение далее);

$$\Delta AFF' \sim \Delta ABB'; \frac{AF'}{AB'} = \frac{\delta}{\Delta}; \Delta AF'H_1 \sim \Delta AB'H_1;$$

$$(FF' \parallel OO' \parallel BB');$$

$$\frac{AH_1}{AH} = \frac{AF'}{AB'}; AH_1 = f; AH = l$$

$$(\text{Смотрите мон } \times) \quad f = l \cdot \frac{\delta}{\Delta} = 20 \cdot 0,5 = 10 \text{ (см)};$$

