



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Коровина Анна Васильевна**

Класс: 11

Технический балл: **87**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9952979

	1	2	3	4	Σ
Задача	<i>11</i>	<i>15</i>	<i>10</i>	<i>15</i>	87
Вопрос	<i>8</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>8</i>	

Черновик. МЕМ-1.

$m = 1 \text{ кг}$
 $N = 2 \text{ ВТ}$
 $n = 3$
 $\mu = 0,3$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 $x = ?$

m_1 - масса груза
 M - масса груза
 μ - коэф. трения



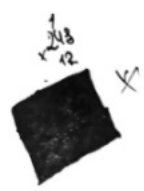
~~Сила тяжести~~

$F = mg$

$3 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^{-6}$
 94



Дано:



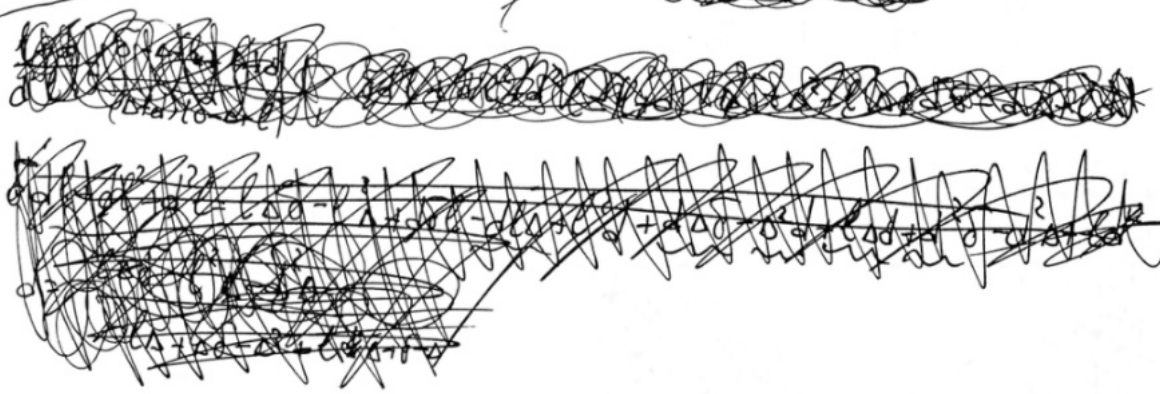
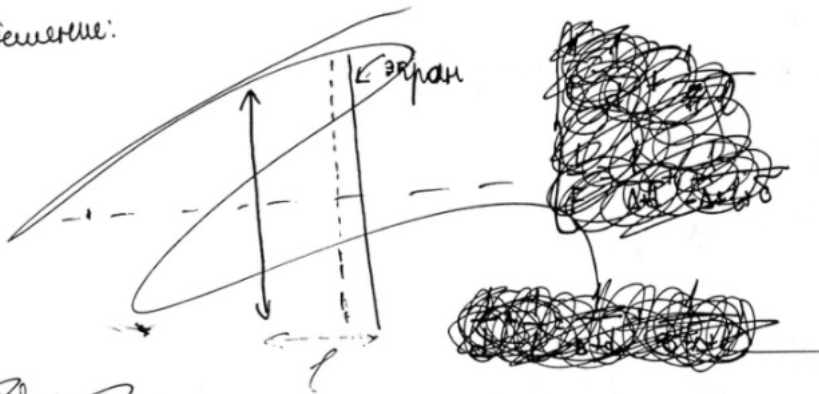
$V = 1 \text{ м}$
 $t = 100^\circ \text{C}$
 $S = 0,01 \text{ м}^2$

Дано:
 $n = 1002$
 $K_{тр} = 300$
 $\sigma = 13 \frac{\text{мкКл}}{\text{м}^2}$
 $q = 13 \frac{\text{мкКл}}{\text{м}^2}$
 $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$



Дано:
 $l = 20 \text{ см}$
 $\delta = 0,5 \text{ см}$
 $\Delta = 1 \text{ см}$
 $F = ?$

Решение:



Equatione Lucr. 2.



$$v = \frac{N}{F_{cp}}$$

$$F_{cp} = \mu \cdot g \cdot \frac{1}{3} \mu \cdot g$$

$$0 = -\mu \cdot g + \mu \cdot v - \mu \cdot g \Rightarrow \mu = \frac{\mu \cdot g}{\mu \cdot v} = \frac{v}{g}$$

verificarea la bornele extremitatilor



$$\frac{2 \cdot \mu \cdot g}{3} \cdot \frac{1}{3} \mu \cdot g \cdot \frac{1}{3}$$

$$\frac{2}{3} \cdot \frac{5 \cdot 10}{10^8 \cdot 10^1 - 5 \cdot 10}$$

23kN
Fcp ...

$$x = 2a$$



$$p_{12} = p_0$$



$$p_{12} = p_0$$

~~pas = p0~~
pas = p0

$$p_{12} = p_0 - \mu \cdot g \cdot x$$

$$p_{12} = p_0 + (\mu \cdot g) \cdot x \Rightarrow \mu + S_x = \frac{p_{12} \cdot V}{p_{12} \cdot L}$$



$$23kN$$

ktc $F_{cp} = \mu \cdot m \cdot g$

$$\frac{L^2}{2} \cdot A + p \cdot L \cdot \mu \cdot g = \mu \cdot g \cdot (S_x \cdot L + A \cdot p)$$

$$A \cdot p = - \int_0^L F_{cp}(x) dx$$



$$F_{cp} = \mu \cdot m \cdot g$$

$$p_{12} = p_0 - \mu \cdot g \cdot x$$

Exemplu

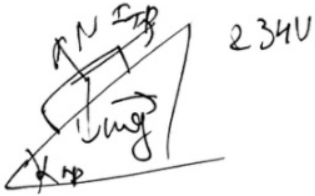
Упроданк. Мер. 3.

$$\frac{mv_2}{2} = \Delta p + \Delta m g$$

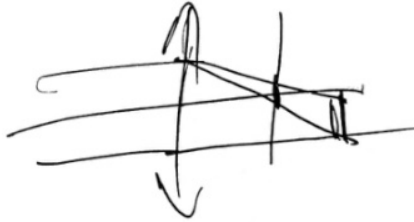
$$\Delta m g = m g \mu l \sin \alpha - \int_0^l (\mu g \cos \alpha - \frac{q \sigma}{2 \epsilon_0}) \frac{x}{l} dx$$

$$\frac{mv_2}{2} = m g l \sin \alpha - \mu l m g \cos \alpha - \frac{q \sigma}{2 \epsilon_0} \frac{l}{2}$$

$$v_2^2 = 2 g l \dots \quad v_1^2 = 2 g l \sin \alpha - \mu g l \cos \alpha \quad v_2^2 = 2 g l \dots$$



234U



Чистовик. Лист 1.

Вариант 12.
№1.

1. 1. 2. 2. 1. 1.

Полный импульс системы материальных точек - это векторная величина, равная сумме произведений масс материальных точек на их скорости. $\vec{p} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots + m_n \vec{v}_n$. Закон сохранения импульса: векторная сумма импульсов всех тел, входящих в замкнутую систему, остается постоянной при любых взаимодействиях этих тел между собой внутри системы.

Дано:

$$M = 1 \text{ кг}$$

$$N = 2 \text{ ВТ}$$

$$n = 3$$

$$\mu = 0,3$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$x = ?$$

Решение:

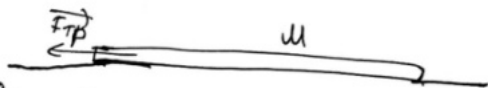
1) когда перестанет скользить: $N = F_{\text{тр}} \cdot \mu_{\text{max}}$

$$v_{\text{отн}} = \frac{N}{F_{\text{тр}}} = \frac{N}{\frac{1}{3} \mu M g} = \frac{3N}{\mu M g}$$

$$2) 3M \text{ на } x: 0 = -M v_1 + m(v - v_1)$$

$$v_1 = \frac{m v}{M + m} = \frac{\frac{1}{3} M v}{\frac{4}{3} M} \quad v = \frac{v_1}{4}$$

$$v_1 = \frac{3}{4} \frac{N}{\mu M g}$$

3) пока скользит машина ~~по~~ доска не движется

$$2M \cdot F_{\text{тр}} = M a$$

$$F_{\text{тр}} = \frac{1}{3} \mu M g \Rightarrow a = \frac{1}{3} \mu g$$

$$2ax = v_1^2 - 0$$

$$x = \frac{v_1^2}{2a} = \frac{\left(\frac{3}{4} \frac{N}{\mu M g}\right)^2}{\frac{2}{3} \mu g} = \frac{9}{16} \cdot \frac{3}{2} \frac{N^2}{\mu^2 (\mu g)^3}$$

$$x = \frac{27}{32} \frac{N^2}{\mu^2 (\mu g)^3} = \frac{1}{(3^2)} \cdot \frac{27}{32} = \frac{3}{32} = 0,125 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } \frac{27}{32} \frac{N^2}{\mu^2 (\mu g)^3} = 0,125 \text{ м} = x.$$

Чистовик. Лист 2.

1/2. Влажность воздуха - это величина, которая характеризует содержание водяных паров в воздухе. Абсолютной влажностью воздуха называют массу водяных паров, содержащихся в воздухе при данных условиях. Относительной влажностью воздуха называется отношение парциального давления водяного пара p , содержащегося в воздухе при данной температуре, к давлению p_n насыщенного пара при той же температуре, выражается в % $\varphi = \frac{p}{p_n} \cdot 100\%$

Дано: Решение:

$$n = 5 \text{ кг}$$

$$V = 1 \text{ м}$$

$$t = 100^\circ \text{C}$$

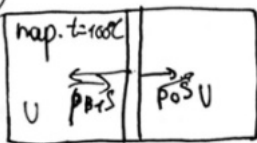
$$S = 0,01 \text{ м}^2$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$p_0 = 10^5 \text{ Па}$$

$$x = ?$$

1



$$p_{B1} = p_0 = 10^5 \text{ Па}$$

2



пар. остается насыщенным

$$p_{B2} = p_0 = 10^5 \text{ Па} \quad | \quad t = 100^\circ \text{C}$$

$$p_{B2} S + mg = p_0 S$$

$$p_{B2} = p_0 - \frac{mg}{S}$$

$$3) T = \text{const}$$

$$p_{B1} V = p_{B2} (V + Sx)$$

$$V + Sx = \frac{p_{B1}}{p_{B2}} V$$

$$x = \frac{V}{S} \left(\frac{p_{B1}}{p_{B2}} - 1 \right) = \frac{V}{S} \left(\frac{p_0}{p_0 - \frac{mg}{S}} - 1 \right)$$

$$x = \frac{V}{S} \cdot \frac{\frac{mg}{S}}{p_0 - \frac{mg}{S}} = \frac{V}{S} \frac{mg}{p_0 S - mg} = 5,3 \text{ (мм)}$$

$$\text{Ответ: } x = \frac{V}{S} \frac{mg}{p_0 S - mg} = 5,3 \text{ мм}$$

0.1.12-11.10.2011 22.11

Чистовик А.М. 3.

1.3. Электрическая емкость плоского конденсатора: $C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$, где C - электрическая емкость плоского конденсатора; S - площадь обкладки; d - расстояние между обкладками, ϵ - диэлектрическая проницаемость выш-ва, ϵ_0 - электрическая постоянная $\epsilon_0 = 9 \cdot 10^9 \frac{\Phi}{\text{м}}$.

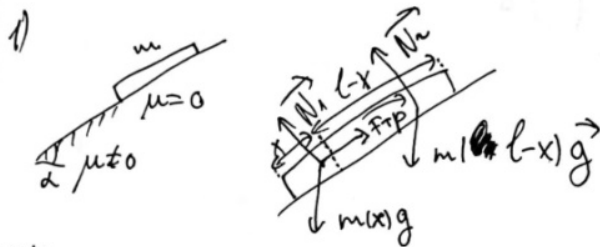
~~Закон сохранения энергии. Вектор напряженности электрического поля. Закон сохранения энергии. Вектор напряженности электрического поля.~~

свойств проводника, определяющей возможность накопления зарядов на нем, является электрическая емкость. Электрическая емкость удлинённого проводника: $C = \frac{q}{\Phi}$ - потенциал

Дано:

- $m = 100 \text{ г}$
- $\alpha = 30^\circ$
- $\sigma = 13 \frac{\text{мкКл}}{\text{м}^2}$
- $q = 13 \text{ мкКл}$
- $\epsilon_0 = 9 \cdot 10^9 \frac{\Phi}{\text{м}}$
- $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
- $\frac{v_2}{v_1} = 1$

Решение:



$m(x)$:

~~$N_1 = m(x) g \cos \alpha$~~

$F_{\text{тр}} = \mu m(x) g \cos \alpha = \mu m g \cos \alpha \frac{x}{l}$

2) Т. об. изменение кинетической энергии:

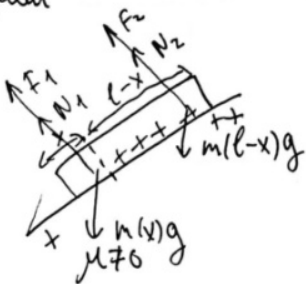
$\frac{m v^2}{2} - 0 = A_{\text{тр}} + A_{\text{мг}}$

$A_{\text{мг}} = m g h = m g l \sin \alpha$

$A_{\text{тр}} = - \int_0^l F_{\text{тр}}(x) dx = - \frac{\mu m g \cos \alpha}{l} \int_0^l x dx$

$A_{\text{тр}} = - \frac{\mu m g \cos \alpha}{l} \cdot \frac{l^2}{2} = - \frac{\mu}{2} m g l \cos \alpha \Rightarrow \frac{m v^2}{2} = m g l \sin \alpha - \frac{1}{2} \mu m g l \cos \alpha$

с зарядами



$N_1 + F_1 = m(x) g \cos \alpha$

$F = q(x) \cdot E = \frac{q}{l} x \cdot \frac{\sigma}{2 \epsilon_0} = \frac{q \sigma}{2 \epsilon_0 l} x$

$m(x) = m \cdot \frac{x}{l}$

$N_1 = \frac{x}{l} (m - \frac{q \sigma}{2 \epsilon_0})$

Условия. Дана.

$$F_{TP} = \mu N_1 = \mu \left(m_1 - \frac{q\sigma}{2\varepsilon_0} \right) \frac{x}{l}$$

$$3) \frac{mv_2^2}{2} - 0 = A_{TP} + A_{mg}$$

$$A_{mg} = mgh = mgl \sin \alpha$$

$$A_{TP} = - \int_0^l \left(\mu g m \cos \alpha - \frac{q\sigma}{2\varepsilon_0} \right) \frac{x}{l} dx = - \frac{1}{2} \mu \left(mg \cos \alpha - \frac{q\sigma}{2\varepsilon_0} \right) l$$

~~_____~~

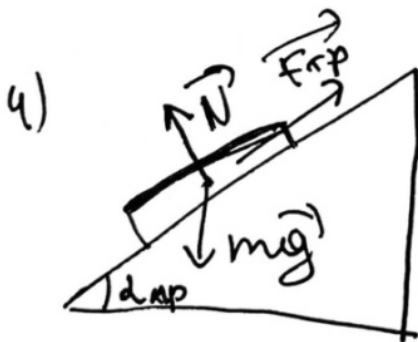
Ускорение ~~тогда~~ μ $\cos \alpha$.

$$\frac{m v_2^2}{2} = m g l \sin \alpha - \mu (m g \cos \alpha - \frac{q \sigma}{2 \epsilon_0}) \frac{l}{2}$$

$$v_2^2 = 2 g l \sin \alpha - \mu g l \cos \alpha + \mu \frac{q \sigma}{2 m \epsilon_0} l$$

$$v_1^2 = 2 g l \sin \alpha - \mu g l \cos \alpha$$

$$v_2^2 = v_1^2 + \mu \frac{q \sigma}{2 \epsilon_0 m} l$$



$$m g \sin \alpha_{\text{кр}} = F_{\text{тр}} = \mu m g \cos \alpha_{\text{кр}}$$

$$\sin \alpha_{\text{кр}} = \mu \cos \alpha_{\text{кр}}$$

$$\mu = \tan \alpha_{\text{кр}}$$

$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = 1 + \frac{\mu g \sigma l}{2 m \epsilon_0 v_1^2} = 1 + \frac{q \sigma l \tan \alpha_{\text{кр}}}{2 \epsilon_0 v_1^2 m}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{1 + \frac{q \sigma l \tan \alpha_{\text{кр}}}{2 \epsilon_0 v_1^2 m}}$$

Чистовик. ~~Лист 6~~ Лист 6.

№4.

Фокусное расстояние тонкой линзы - это расстояние от центра линзы до основных фокусов линзы. Оптическая сила линзы - это способность линзы преломлять лучи. Оптическая сила линзы принимает значение, обратное ~~фокусному расстоянию~~ значению фокусного расстояния. $D = \frac{1}{F}$, где F - фокусное расстояние, D - оптическая сила линзы. $[D] = \frac{1}{\text{метр}}$; $[F] = 1 \text{ м}$.

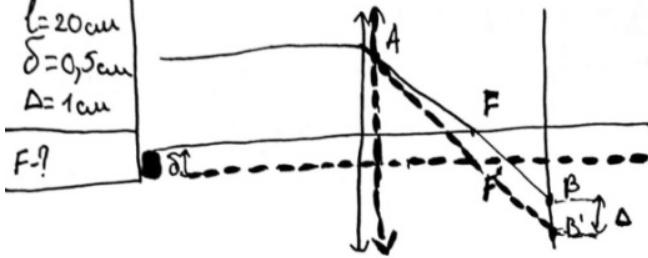
Дано: Решение:

$$l = 20 \text{ см}$$

$$\delta = 0,5 \text{ см}$$

$$\Delta = 1 \text{ см}$$

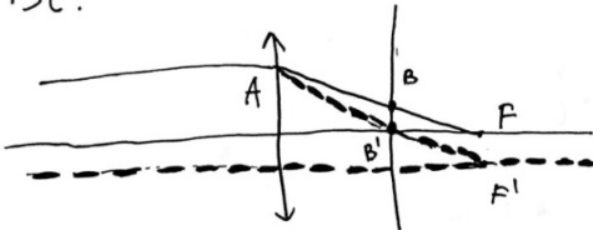
$F = ?$



$$\triangle AFF' \sim \triangle ABB': \frac{\delta}{F} = \frac{\Delta}{l}$$

$$F = \frac{l\delta}{\Delta} = \frac{20 \cdot 0,5}{1} = 10 \text{ см}$$

если $F > l$:



также же $\triangle ABB' \sim \triangle AFF'$

$$\text{Ответ: } F = \frac{l\delta}{\Delta} = 10 \text{ см}$$

Если направить пучок света на тонкую собирающую линзу, ~~параллельно~~ параллельно её главной ~~оптической~~ оптической оси, то после преломления все эти лучи пройдут через F , лежащую на главной оптической оси, которая и называется фокусом линзы.

Пример:

