



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Нагибин Владимир Сергеевич**

Класс: 11

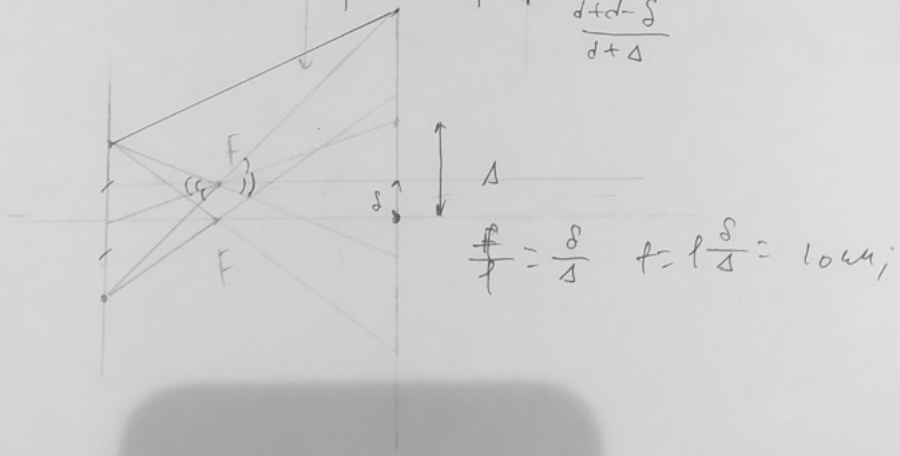
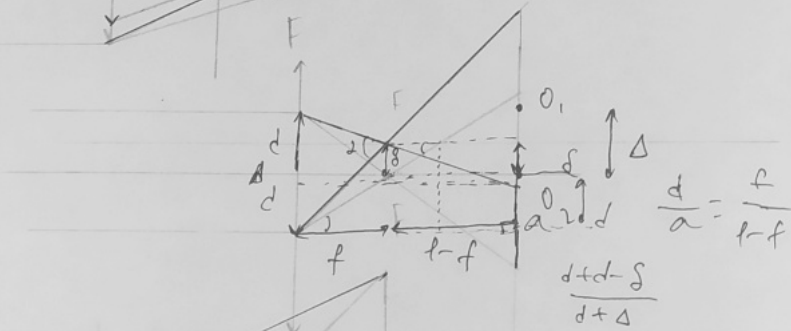
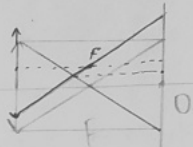
Технический балл: **86**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9796482

	1	2	3	4	Σ
Задача	<i>10</i>	<i>15</i>	<i>10</i>	<i>15</i>	86
Вопрос	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	

репродукт 4



репробан 1

$$mgl \sin \alpha = l \left(\frac{mg \cos \alpha}{2} - \frac{qE}{2\epsilon_0 m} \right) + \frac{mv_2^2}{2}$$

$$v_2^2 = 2gl \sin \alpha + \frac{qE}{\epsilon_0 m} - gl \cos \alpha;$$

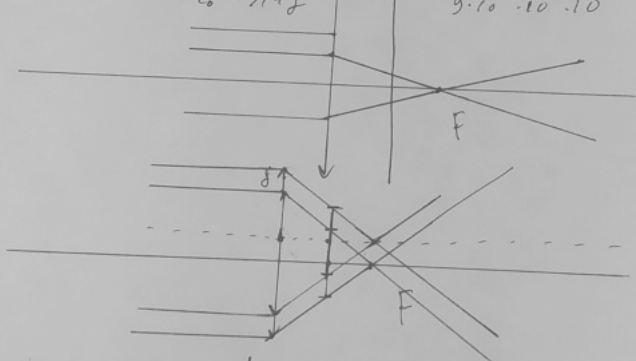
$$\mu = \tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$v_2^2 = l(2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{2g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha}{2g \sin \alpha + \frac{qE}{\epsilon_0 m} - g \mu \cos \alpha} = \frac{2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha}{2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha + \frac{qE}{\epsilon_0 m g}}$$

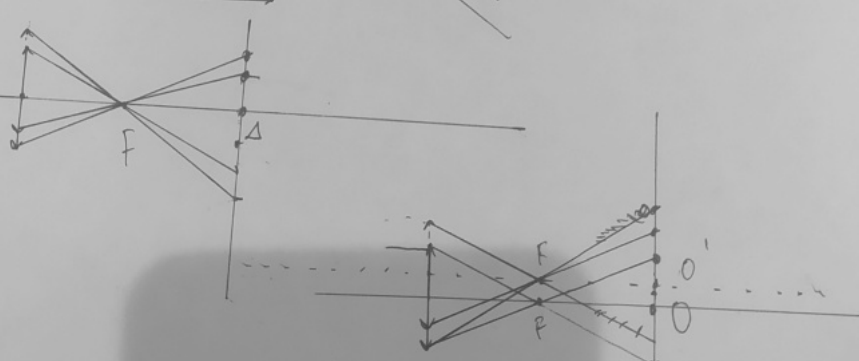
$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = 1 + \frac{qE}{\epsilon_0 m (2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha)} = 1 + \frac{qE}{g \epsilon_0 m (2 \sin \alpha - \sin \alpha)}$$

$$= 1 + \frac{qE}{\epsilon_0 m g \sin \alpha} = 1 + \frac{3 \cdot 10^{-6} \cdot 9 \cdot 10^6 \cdot 2}{9 \cdot 10^{-12} \cdot 10 \cdot 10} = 3$$



$$q = cu;$$

$$c = \frac{q}{u};$$



$$1 + \frac{3 \cdot 10^{-6} \cdot 9 \cdot 10^6 \cdot 2}{2 \cdot 10^{-12} \cdot 10 \cdot 10} = 1 + \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3} + 1}{\sqrt{3}}$$

$$1 + \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{3 + \sqrt{3}}{3}$$

reprodukt 2



$$p_0 V = \rho R T_0; \quad \rho = \frac{10^5 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 373} \quad h = \frac{V}{S}$$

$$p_0 S (h-x) = \rho R T_0;$$

$$p_2 S (h-x) = \rho R T_0;$$

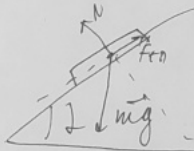
$$p_2 S (h+x) = p_0 V;$$

$$p_2 = p_0 - \frac{\rho g x}{S}; \quad \frac{p_2}{1000} = \frac{p_0 - \frac{\rho g x}{S}}{1000}$$

$$p_2 S (\frac{V}{S} - x) = p_0 V; \quad p_2 V + p_2 x S = p_0 V;$$

$$p_2 V + p_2 x S = p_0 V; \quad x = \frac{p_0 V - p_2 V}{p_2 S} = \frac{V(p_0 - p_2)}{p_2 S}$$

$$= \frac{V(p_0 - p_0 + \frac{\rho g x}{S})}{(p_0 - \frac{\rho g x}{S}) S} = \frac{V \rho g x}{S^2 p_0 - \rho g x S} = \frac{V \rho g}{S^2 p_0 - \rho g x S}$$



$$N = mg \cos \alpha; \quad FFR = \mu mg \sin \alpha; \quad \mu mg \cos \alpha = mg \sin \alpha; \quad \mu = \tan \alpha;$$

$$FFR = \mu N = \frac{\mu}{\rho} \rho mg \cos \alpha; \quad FFR = \frac{\mu}{\rho} \rho mg \cos \alpha; \quad \text{Approx: } \frac{\mu mg \cos \alpha}{\rho} \int dx$$

$$\frac{\mu g \rho S \sin \alpha}{2} = \frac{\mu v^2}{2} + \frac{\mu mg \cos \alpha}{2}; \quad 2 g \rho S \sin \alpha - \mu g \rho \cos \alpha = v^2;$$

$$v^2 = g \rho (2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha);$$

$$FFR = \mu N$$

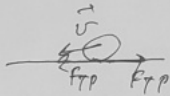
$$N = \rho mg \cos \alpha - \frac{q \sigma}{2 \epsilon_0};$$

$$F = q E = \frac{q \sigma}{2 \epsilon_0}$$

$$= \rho \left(\frac{\mu g \cos \alpha}{2} - \frac{q \sigma}{2 \epsilon_0} \right) \int dx = \frac{\mu g \cos \alpha \rho}{2} - \frac{q \sigma \rho}{2 \epsilon_0} =$$

Задача 3

$$v_0 = 0;$$



$$\frac{N \mu g (1 + \frac{1}{n})}{m N n} = \frac{\mu g (1 + \frac{1}{n})}{n}$$

$$N = F_T \cdot n;$$

$$m a_1 = F_T - F_{TP};$$

$$\mu a_2 = F_{TP};$$

$$a_2 = \frac{F_{TP}}{m};$$

$$a_0 = a_1 - a_2 = \frac{F_T - F_{TP}}{m} - \frac{F_{TP}}{m}; \quad v = a_2 t;$$

$$v = \frac{F_{TP}}{m} t; \quad x = \frac{a_2 t^2}{2};$$

$$a_1 = \frac{N}{m} - \mu g;$$

$$a_1 = \frac{N}{m} - \frac{F_{TP}}{m};$$

$$F_{TP} = \mu n g$$

$$a_2 = \frac{\mu g}{n};$$

~~v = a~~

$$\frac{N}{m} - \mu g = \frac{\mu g}{n};$$

$$\frac{N}{m} = \mu g + \frac{\mu g}{n};$$

$$\frac{N}{m} = \mu g (1 + \frac{1}{n});$$

$$v = \frac{N}{m \mu g (1 + \frac{1}{n})};$$

$$v = a_2 t;$$

$$= \frac{N}{\mu g^2 m (1 + \frac{1}{n})};$$

$$x = \left(\frac{N}{m} - \mu g \right) \frac{t^2}{2};$$

$$t = \frac{v \cdot n}{\mu g (1 + \frac{1}{n})} = \frac{N \cdot n}{\mu g^2 m (1 + \frac{1}{n})};$$

$$= \left(\frac{\mu g (1 + \frac{1}{n})}{n} - \mu g \right) \frac{N^2}{\mu^3 g^3 m (1 + \frac{1}{n})^2};$$

$$= \frac{N^2}{2 n (1 + \frac{1}{n})^2 \mu^3 g^3 m^2};$$

$$= \frac{4 \cdot 10^2 \cdot 9}{8 \cdot 16 \cdot 27 \cdot 10^3 \cdot 1} = \frac{1}{72} \text{ м};$$

$$\frac{4 \cdot 10^2 \cdot 9}{2 \cdot 8 \cdot 16 \cdot 27 \cdot 2} = \frac{9}{8}$$

сметовик

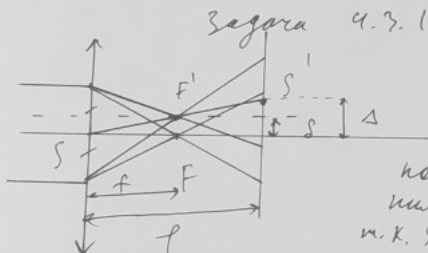
МСТ 4

вопрос к заданию 3.5.1

диэлектрическая - диэлектрика, поле. как-де то какой заряд
 поном объект не конденсаторе при заданной конденсаторе.

где многого конденсатора, когда $d \ll \sqrt{S}$ и вынужден
 диэлектрик: $C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$; S - площадь пластины

ϵ - диэлектрическая проницаемость диэлектрика, где воздух
 $\epsilon = 1$;



концентрация лучей как
 точка от ил. симметрии
 но от ул. отн. отн.

если точка линза уже по-
 нимания ул. отн. отн. отн. отн.
 т.к. SF' - ось, то и F'S' - ось;

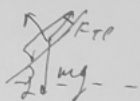
из подобия $\frac{f}{f} = \frac{\delta}{\delta}$; $f = \frac{\delta}{\delta} l = 10 \text{ см}$;

вопрос: \otimes фокусное расстояние - это расстояние от линзы
 до фокуса. Фокус - точка в которой собираются все лучи
 их преломления. Валушка, обратная фокусному расстоя-
 нию - получается симметричной силой линза

Задание

Задача 3.5.1

МКТ 3



из к.г.: $N = mg \cos \alpha$

$\mu mg \cos \alpha = mg \sin \alpha$; $\mu = \tan \alpha$

1) при движении на поверхность, работа силы трения



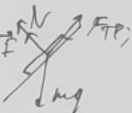
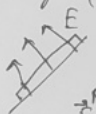
$F_{TP} = \int \mu mg \cos \alpha$; l - длина пути движения;
 $dA_{FTP} = \mu mg \cos \alpha \cdot dx$ - работа силы трения

$A_{FTP} = \int_0^l \frac{\mu mg \cos \alpha}{l} \cdot dx = \mu mg \cos \alpha \cdot l$

з.т.: $mg l \sin \alpha = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{\mu mg \cos \alpha l}{2}$

$v_2^2 = gl(2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha)$

на электрической генерации поле $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$



$F = q \cdot E = \frac{q\sigma}{2\epsilon_0}$

$N = \mu mg \cos \alpha = \frac{q\sigma}{2\epsilon_0}$

$F_{TP}(x) = \int \mu mg \cos \alpha = \frac{\mu q q \sigma}{2\epsilon_0}$

$A_{FTP} = \frac{\mu mg \cos \alpha l}{2} = \frac{\mu q q \sigma l}{2\epsilon_0}$

$mg l \sin \alpha = \mu l q \left(\frac{\mu \cos \alpha}{2} - \frac{q \sigma}{2\epsilon_0 m} \right) + \frac{mv_2^2}{2}$

$v_2^2 = gl \left(2 \sin \alpha + \frac{\mu q \sigma}{2\epsilon_0 m} - \mu \cos \alpha \right)$

$2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha = 2 \sin \alpha - \frac{\sin \alpha \cdot \cos \alpha}{\cos \alpha} = \sin \alpha$

$\frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{2 \sin \alpha + \frac{\mu q \sigma}{2\epsilon_0 m}}{2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha} = 1 + \frac{\mu q \sigma}{2\epsilon_0 m \sin \alpha}$

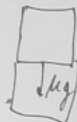
$\frac{v_2^2}{v_1^2} = 1 + \frac{q \cdot \sigma}{2\epsilon_0 m \cos \alpha} = \frac{3 + \sqrt{3}}{3}$

$v_1 = \sqrt{\frac{3}{3 + \sqrt{3}}} \cdot v_2$

число

Задача 2.2.1. В.2

АУСГ 2



м.к. кер-наблюд. ; $P_H = P_0$
 упр-е μ -к же воздуха $P_0 V = \nu RT$;
 $P_0 = P_0$, м.к. наблюдение; $\nu = \frac{P_0 V}{RT}$;

упр. наблюдение кер элементна наблюдение
 $P_H = \frac{\mu g}{S} + P_2$; P_2 - давление воздуха;

$$P_2(V + \Delta V) = \nu RT; \quad \Delta V = x \cdot S$$

$$P_2(V + xS) = P_0 V; \quad P_2 V + P_2 xS = P_0 V;$$

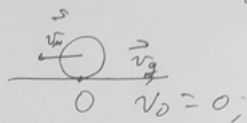
$$x = \frac{V(P_0 - P_2)}{P_2 S} = \frac{V(P_0 - P_0 + \frac{\mu g}{S})}{P_0 + \frac{\mu g}{S}} = \frac{V}{S} \frac{1}{\frac{SP_0}{\mu g} - 1} = \frac{1}{190} \text{ м};$$

Вопрос: Клапаном-корпусом, соединяющим кол-во
 воды в реке, море реки это клапаном наблюд.

Опр. Клапаном воздуха - это давление, кер-м
 одновременно манометром наблюд. кер в газовой манометр к манометру
 кер наблюд. кер упр кер не наблюдение. кер 100% -
 кер наблюд.

тормозух Задача 1.3.1 В.2 МСТ 1

шарик не проскальзывает:



$$v_0 = 0;$$

а шарик она имеет, когда $v_m = v_g = v$;

$$23 \text{ Н} \text{ для } \text{шарика}; m a_1 = F_T - F_{TP}; N = F_T \cdot r; F_T = \frac{N}{r};$$

$$m = \frac{M}{n}; \frac{M a_1}{n} = \frac{N}{r} - \frac{\mu M g}{n}; a_1 = \frac{N n}{r M} - \mu g;$$

$$\text{для } \text{горки}; M a_2 = \frac{\mu M}{n} g; a_2 = \frac{\mu g}{n};$$

$$v = a_1 t_1 = a_2 t_2; t_1 = t_2 \Rightarrow a_1 = a_2; \frac{\mu g}{n} = \frac{N n}{r M} - \mu g;$$

$$\mu g \left(1 + \frac{1}{n}\right) = \frac{N n}{r M}; v = \frac{\mu g (1+n) M}{N n}; a_1 = \frac{N n \cdot \mu g (1+n) M}{M n^2 \cdot M} - \mu g =$$

$$x = \frac{v^2}{2 a_1} = \frac{\mu^2 g^2 (1+n)^2 M^2 \mu g}{2 N^2 n^4 \cdot n} = \mu g \left(\frac{1+n}{n} - 1\right) = \frac{\mu g}{n}$$

$$x = \frac{2 \mu^3 g^3 (1+n)^2 M^2}{2 N^2 n^5} = \frac{g}{8} = 1,125 \text{ м};$$

вопрос: импульс - это вектор, равный: $\vec{p} = m \vec{v}$;

импульс имеет векторную природу. как векторная сумма всех импульсов $\vec{p} = \sum_{i=1}^n \vec{p}_i$;

по второму закону Ньютона $\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \vec{F}$, когда сумма внешних и внутренних сил скомпенсирована, но если $\vec{F} = 0$, то вместе с тем, что $\Delta \vec{p} = 0$ - изменение импульса шарика $\vec{p}_1 - \vec{p}_2 = 0$.

Импульс до равен импульсу после