



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

**ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА**

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Воронин Михаил Сергеевич**

Класс: 11

Технический балл: **79**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9402913

	1	2	3	4	$\Sigma$
Задача	15	15	14	5	<b>79</b>
Вопрос	8	10	6	6	

$$F = \mu v = \mu mg = \frac{\mu Mg}{n}$$

$$v = \frac{L}{t} = \frac{FS}{L} \Rightarrow \frac{\mu Mg S}{n t}$$

Уравнение

$$P_1 S = \frac{\nu RT_0}{h}$$

$$P_2 = P_0 = P_{01} = P_{02}$$

$$P_1 S h = \frac{\nu RT_0}{h}$$

$$\frac{P_{01}}{S} = \frac{P_{02}}{S} \Rightarrow P_{01} = P_{02} = P_0$$

$$T = \text{const}$$

$$Mg + P_1 S = P_0 S$$

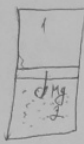
$$\frac{0,001}{10^5 \cdot 0,001} = 0,01$$

$$P_1 S = P_0 S - Mg$$

$$\frac{\nu RT_0}{h} = P_0 S - Mg$$

$$\frac{1000}{58}$$

$$\frac{20 \cdot 0,001}{19,99}$$



$$t = 100^\circ\text{C} \Rightarrow T = 373\text{K}$$

$$V = 1\text{L} = 0,001\text{m}^3$$

$$P_0 = P_{01} = P_{02} = 10^5\text{Pa}$$

$$Mg + P_1 S = P_2 S$$

$$P_2 = \text{const} \Rightarrow Mg + P_1 S = P_2 S - mg$$

$$\frac{P_0 S h}{h} = \frac{P_0 S - Mg}{P_0 V_0}$$

$$\frac{1}{19990}$$

$$\frac{1}{5} \frac{0,2 \cdot 0,01}{0,19}$$

$$\frac{1}{190}$$

$$P_1 S = \frac{\nu RT}{h}$$

$$\frac{\nu RT}{h} = P_2 S - Mg$$

$$\nu RT = P_1 h$$

$$\frac{\nu RT}{P_2 S - Mg} = h$$

$$\frac{V_0}{S} - \frac{P_0 V_0}{P_0 S - Mg} = \Delta h = x$$

$$\frac{0,001}{0,01} - \frac{10^5 \cdot 0,001}{10^5 \cdot 0,001} = 50$$

$$0,1 - \frac{1000}{950} = x$$

$$0,1 - \frac{2}{19}$$

$$\frac{1}{10} - \frac{2}{19} = \frac{19 - 20}{190} = \frac{-1}{190}$$

$$x = \left| \frac{V_0}{S} \frac{P_0 V_0}{P_0 S - Mg} - \frac{V_0}{S} \right|$$

$$\frac{1000}{950} = 1,0526$$

$$\frac{10}{95} = \frac{0,001}{0,01}$$

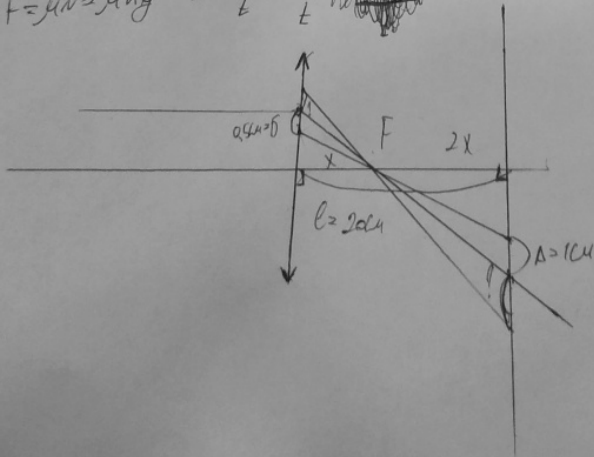
$$\frac{2}{19} = \frac{1}{10}$$

$$\frac{20}{190} = \frac{19}{190} \Rightarrow \frac{1}{190}$$

$$F = \mu v = \mu mg \quad v = \frac{L}{t} = \frac{FS}{L}$$

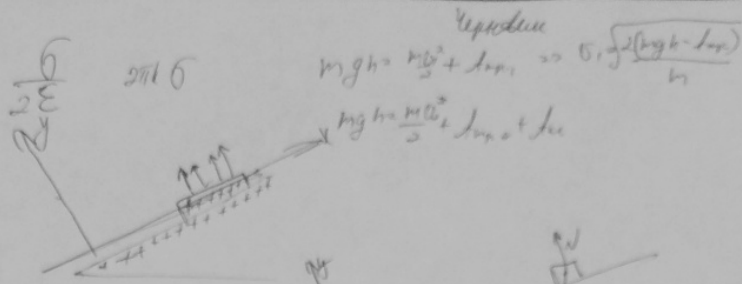
2:1

M4



$$\delta x = 20$$

$$x = \frac{20}{5} = 6 \frac{2}{3} \text{cm}$$

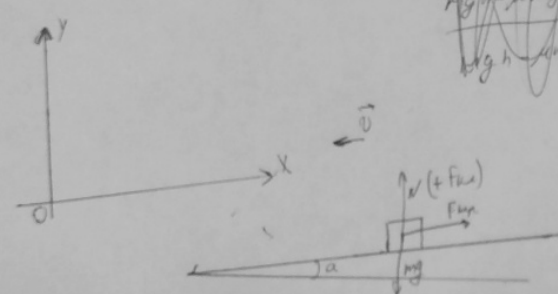


$v_1 =$   
 $N = mg \cos \alpha$   
 $N + F_r = mg \cos \alpha$   
 $N = mg \cos \alpha - \frac{64}{2E}$

$F = \mu N$   
 $mg \sin \alpha - \mu N$

~~$W_g = mgh - \mu mg \cos \alpha s$   
 $W_f = \mu mg \cos \alpha s$   
 $mgh - \mu mg \cos \alpha s = \frac{1}{2}mv^2$   
 $mgh - \mu mg \cos \alpha s$~~

MB



$mg \sin \alpha = \frac{mv^2}{2s} + F_r$   
 $v_1 = \sqrt{\frac{2}{m} (mgh \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha s)}$   
 $v_2 = \sqrt{\frac{2}{m} (mgh \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha s)}$   
 $v_2 = \sqrt{2g (h \sin \alpha - \mu s \cos \alpha)}$

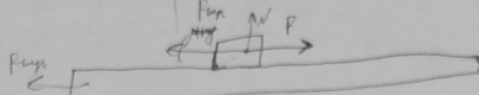
$\mu mg$   
 $mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha$   
 $\mu = \tan \alpha = \tan 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}}$   
 $kl = 4/e^2$

$\sqrt{\frac{mgh \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha s + \frac{64}{2E}}{mgh \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha s}} = \sqrt{1 + \frac{\mu 64}{2E}}$   
 $1 + \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{3 \cdot 10^6 \cdot 10^4}{4 \cdot 10^{10}} = \sqrt{1 + \frac{1}{\sqrt{3}}} = \sqrt{\frac{\sqrt{3} + 1}{\sqrt{3}}}$

$M = 100$   
 $v = 20 \text{ km}$   
 $n = \frac{M}{S}$   
 $n = 3$   
 $\mu = 0.5$

$\frac{x \cdot \mu}{c}$

$m_1 v_1 = m_2 v_2$   
 $\mu m g = F_{\text{тр}} = F = \frac{M v}{S} = \frac{K}{v}$



$\mu \frac{M}{n} g = \frac{M v}{S}$

$\frac{v}{v} = \mu \frac{M}{n} g$

$\frac{\mu M g}{n} = \frac{x}{v}$

$v_1 + v_2 = 20 \text{ m/c} \Rightarrow v_1 = 15 \text{ m/c}, v_2 = 0.5 \text{ m/c}$

$\sum F = m a \Rightarrow A \frac{M v}{S} - \mu m g = m a$

$a = \frac{F}{m} - \mu g$

$t = \frac{v}{a} \Rightarrow \frac{a v^2}{2} = \frac{v^2}{2a}$

$m_1 v_1 = m_2 v_2 \quad \frac{M}{n} v_1 = M v_2$

$\frac{M}{v} = F_{\text{тр}} = \frac{\mu M v}{n} = 10$

$0 \rightarrow 20 \text{ m/c} \quad 15 \text{ m/c} \text{ и } 0.5 \text{ m/c}$

$\frac{1}{2}$

$F_{\text{тр}} = M a \Rightarrow a = \frac{F_{\text{тр}}}{M} = \frac{\mu M g}{n} = 0.5$

$t = \frac{v}{a} = 0.5 \text{ c}$

$S = \frac{a t^2}{2} = \frac{0.5 \cdot 0.25}{2} = \frac{0.125}{2} = 0.0625$

1.2) Если сила и импульс замкнутой системы остаются неизменными

1.1)  $\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_n = \vec{p}_{\text{сист}}$

2.1)  $\frac{m}{V}$  масса возмущения в ед. объема

2.2)  $\frac{P}{P_{\text{пр}}}$  100% ~~мощности~~ относительные величины ~~взаимного~~ давления и т.п., учитываются на 100%

3.1) величина, характеризующая относительные фазы и размеры возмущения

3.2)  $\frac{\epsilon \epsilon_0 \delta}{d} = \frac{q}{n}$

4.1) расстояние от ц. линии до точки, в которой содержится все число осц. лучи.

4.2) величина, обратно пропорциональная фазуальному расстоянию

3

Кинематика

№ 1.

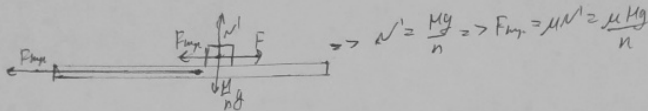
Дано:

- $M = 1 \text{ кг}$
- $n = 2 \text{ км}$
- $n = 3$
- $\mu = 0.3$
- $g = 10 \text{ м/с}^2$

Найти:  
x - ?

Решение:

Система находится в инерциальной системе отсчёта  $\Rightarrow$  выполняются ЗСН, ЗСА.  
 $\Rightarrow |v_1| = |v_2| \Rightarrow |v_1| = |v_2| \Rightarrow |v_1| = n|v_2|$   
 $N'$  - сила реакции опоры



$\Rightarrow N' = \frac{Mg}{n} \Rightarrow F_{тр} = \mu N' = \frac{\mu Mg}{n}$

Колёса перестают проскальзывать, когда  $F_{тр} = F \Rightarrow a = 0$ ;  $F = \frac{Mg}{n}$   
 $\Rightarrow |v_0| = \frac{nN}{\mu Mg} = (1+n)v_2$ ; На дорогу действует  $F_{тр} \Rightarrow a \leq F = ma \Rightarrow a = \frac{\mu Mg}{nM} = \frac{\mu g}{n}$   
 $\Rightarrow t = \frac{v_2}{a} = \frac{v_2}{\frac{\mu g}{n}} = \frac{n v_2}{\mu g}$ ; Средняя скорость  $\Rightarrow \frac{v_0}{t} \Rightarrow S = \frac{at^2}{2} = \frac{v_0 t}{2} \Rightarrow S = \frac{v_0}{2}$   
 $a = 1 \text{ м/с}^2 \Rightarrow t = \frac{v_2}{a} = \frac{v_0}{(1+n)a} \Rightarrow t = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$ ;  $S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$ ;  $v = 0.4 \text{ м/с} \Rightarrow S = \frac{at^2}{2}$   
 средняя скорость машины относительно земли  $a = \frac{v_0}{t} \Rightarrow a_{гн} = 4 \text{ м/с}^2$ ;  $S = \frac{a_{гн} t^2}{2} \Rightarrow S = 0.5 \text{ м} = x$   
 Ответ: 0.5 м.

Импульс системы материальных точек определяется как векторная сумма импульсов, т.е.  $\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_n = \vec{p}_{сум}$   
 ЗСН; Результирующая сумма импульсов замкнутой системы остается неизменной.

Учимся

№2

Дано:

$$m = 5 \text{ кг}$$

$$V = 12 = 900 \text{ м}^3$$

$$t = 100^\circ\text{C} \Rightarrow T = 373 \text{ К}$$

$$S = 901 \text{ м}^2$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

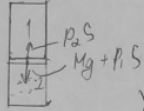
$$p_0 = 10^5 \text{ Па}$$

Найти:

$$x - ?$$

Решение:

Капа Шенклер полусферична, на нея всички действа  
вусет сили давлений, които са равни по големина  $\rightarrow p_1 = p_2 = p_0$ . Капа е  
ставена вертикално, в какъвто издължение по-голямата част (м.к. кап  
калциевия)  $\Rightarrow p_2$ -состав  $\Rightarrow p_2 S = Mg + p_1 S$ ;  $pV = \nu RT$ ;  $pS = \frac{\nu RT}{h}$



$$\Rightarrow \frac{\nu RT}{h} = p_2 S - Mg \Rightarrow h = \frac{\nu RT}{p_2 S - Mg} = \frac{p_0 V_0}{p_2 S - Mg}$$

$$x = \Delta h = \left| \frac{V_0}{S} - \frac{p_0 V_0}{p_2 S - Mg} \right| \Rightarrow x = \frac{1}{10} \text{ м} \quad x = \frac{1}{190} \text{ м}$$

Отвеч.:  $\frac{1}{190}$  м.

Влажность воздуха - масса водяного пара в ед. объёма.

Относительная влажность воздуха - отношение давления воздуха и  
давления насыщенного пара, умноженное на 100 %

№3

Числом

Дано:

$m = 100 \text{ г} = 0.1 \text{ кг}$

$\alpha = 30^\circ$

$\sigma = +3 \text{ мкКл/м}^2 = 3 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}^2$

$\rho = +3 \text{ мкКл/м} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}$

$\epsilon_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ Дж/м}$

$g = 10 \text{ м/с}^2$

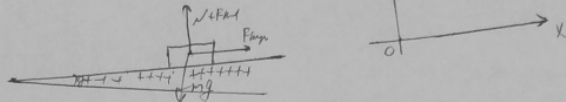
Найти:

$\frac{v_2}{v_1} = ?$

Решение:

Система находится в инерциальной системе отсчета  $\Rightarrow$  вл- закон Ньютона ДСН.

$mg \sin \alpha - \mu N = 0 \Rightarrow mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha \Rightarrow \mu = \tan \alpha$



По 3-й  $mg \sin \alpha = \frac{mv_1^2}{2} + F_{тр} l + A_{упр} \Rightarrow$

$\Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{2}{m} (mg \sin \alpha - \int_0^l F_{тр} dx)}$

$F_{тр} N = \mu mg \cos \alpha$

$mg \sin \alpha = \frac{mv_2^2}{2} + A_{тр} + A_{упр}$

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

0, т.к. перпендикулярно оси координат  $Ox = 0$ , то

$\Rightarrow A_{тр} = \mu mg \cos \alpha \cdot l = \frac{\mu \rho g}{2 \epsilon_0} \Rightarrow$

$\Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{2}{m} (mg \sin \alpha - \int_0^l F_{тр} dx)}$

$\Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{mg \sin \alpha - \int_0^l F_{тр} dx}{mg \sin \alpha - \int_0^l F_{тр} dx}} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{3+1}{3}}$

Ответ:  $\sqrt{\frac{3+1}{3}}$

Диэлектрическая проницаемость - величина, характеризующая отталкивание зарядов и разделение диполей.

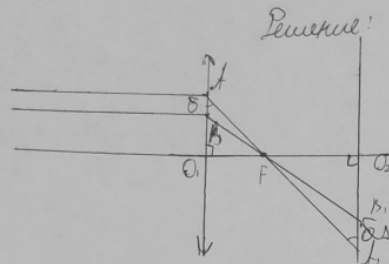
$\epsilon = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$



№4

Дано:  
 $l = 20 \text{ см}$   
 $\Delta = 1 \text{ см}$   
 $\delta = 95 \text{ см}$

Найти:  
 $f - ?$



$$\left. \begin{array}{l} \angle F B \delta = \angle F B_1 \delta, (\text{верт.}) \\ \angle F B \delta = \angle F B_1 \delta, (\text{накрест лежащие}) \end{array} \right\} \Rightarrow \Delta F B \delta \sim \Delta F B_1 \delta, (\text{по двум углам}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F B : F B_1 = \delta : \delta; \quad \angle O_1 = \angle O_2 = 90^\circ; \quad \angle B F \delta = \angle B_1 F \delta, (\text{накрест лежащие}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta F O_2 \delta \sim \Delta F O_1 \delta, (\text{по двум углам}) \Rightarrow O_2 F : O_1 F = \delta : \delta = 2 : 1; \quad O_1 O_2 = l \Rightarrow$$

$$\Rightarrow O_1 F = \frac{1}{3} l = f \Rightarrow f = \frac{20}{3} = 6 \frac{2}{3} \text{ см}$$

Ответ:  $6 \frac{2}{3} \text{ см}$

Рассмотрим <sup>опт.</sup> стержень линзы до точки, в которой содержится все прелом. лучи — оптический центр линзы.

Оптическая сила линзы — величина, обратная фокусному расстоянию