



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Ломанов Константин Дмитриевич**

Класс: 11

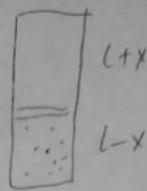
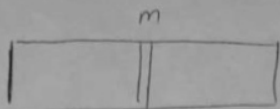
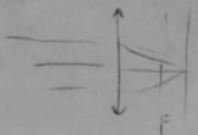
Технический балл: **79**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9423967

	1	2	3	4	Σ
Задача	<i>1</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>14</i>	79
Вопрос	<i>9</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>9</i>	

Упружина (Вопрос 2)

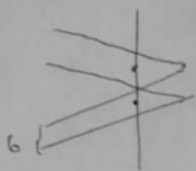


$$L = \frac{V}{S}$$

$$p_{atm} V = \mathcal{O} R T_{100}$$

$$p_b S + Mg = p_{atm} S$$

$$p_b S \left(\frac{V}{S} + x \right) = \mathcal{O} R T_{100}$$



$$p_{atm} S \left(\frac{V}{S} \right)$$

$$\mathcal{O} = \frac{p_{atm} V}{R T_{100}}$$

$$p_b = \frac{\mathcal{O} R T_{100}}{V + Sx}$$

$$\frac{p_{atm} V S}{V + Sx} + Mg = p_{atm} S$$

$$p_b = \frac{p_{atm} V}{R T_{100} (V + Sx)} = \frac{p_{atm} V}{V + Sx}$$

$$\frac{p_{atm} V S}{V + Sx} = p_{atm} S - Mg$$

$$V + Sx = \frac{p_{atm} V S}{p_{atm} S - Mg}$$

$$x = \frac{p_{atm} V S}{p_{atm} S - Mg} - \frac{V}{S}$$

$$x = \frac{10^5 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-2}}{10^2 (10^5 \cdot 10^{-2} - 50)} - \frac{10^{-3}}{10^{-2}}$$

$$x = \frac{10^2}{950} - 10^{-1} = \frac{1000 - 50}{950}$$

$$x = \frac{10^2}{95} - \frac{1}{10} = \frac{95}{95} - \frac{1}{10} = \frac{95 - 9.5}{95} = \frac{85.5}{95}$$

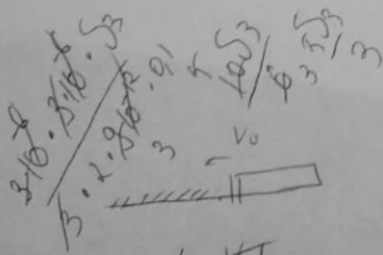
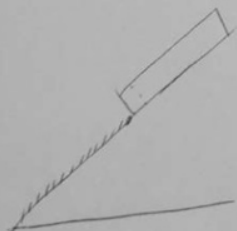
$$x = \frac{2}{19} - \frac{1}{10} = \frac{20 - 19}{190} = \frac{1}{190}$$

$$N' = \frac{mg_{tot}}{L} = 150 \text{ H.}$$

$$\frac{mgx}{L} = m\ddot{x}$$

$$\frac{mg_{tot}}{L} \mu = m\ddot{x}_0$$

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



$L \cdot \mu$

N'
 mg

②

Чистовик Вариант 2
№ 2.

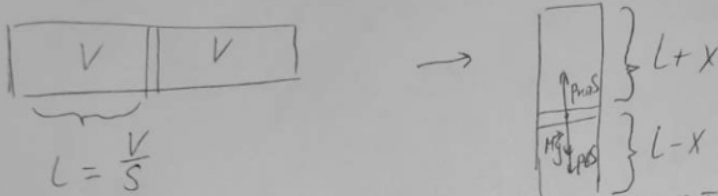
1) Вопросы

(или показатель этого явления)

Влажность - это явление^v, при котором водяные пары содержатся в воздухе

Относительная влажность - это показатель влажности, определяемый отношением плотности водяных паров (явления) к ~~плотности~~ и максимально возможной плотности (явлению) при данной температуре.

2)



$$1. \text{ Для первого случая } p_{в.п.} = p_{н.п.} = \frac{\rho_{в.п.} R T_{100}}{V}$$

2. При поворачивании цилиндра воздух изотермически расширится

$$p_{в.п.} V_1 = p_{в.п.} V_2 \quad p_{н.п.} V = p_{в.п.} S \left(\frac{V}{S} + x \right)$$

3. Возьмем для 2-ого случая $\Pi = \rho \cdot g \cdot h$

$$p_{н.п.} S = Mg + p_{в.п.} S$$

$$p_{н.п.} S = Mg + \frac{p_{н.п.} V S}{S \left(\frac{V}{S} + x \right)}$$

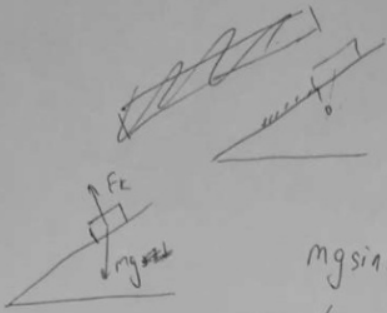
$$p_{н.п.} S - Mg = \frac{p_{н.п.} V}{\frac{V}{S} + x}$$

$$x = \frac{p_{н.п.} V}{p_{н.п.} S - Mg} - \frac{V}{S} \quad x = \frac{10^5 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{м}^3}{10^5 \cdot 10^{-2} \text{ Па} \cdot \text{м}^2 - 50 \text{ Н}} - \frac{10^{-3} \text{ м}^3}{10^{-2} \text{ м}^2} =$$

$$= \left(\frac{10^2}{950} - \frac{1}{10} \right) \text{ м} = \left(\frac{10}{95} - \frac{1}{10} \right) \text{ м} = \left(\frac{2}{19} - \frac{1}{10} \right) \text{ м} = \underline{\underline{\frac{1}{190} \text{ м}}}$$

3

Upruzbeni Bayrakcuk



$$N = mg \cos \alpha$$

$$L \cdot mg \cos \alpha$$

$$\frac{1}{2} \rho \Delta h \times N = \frac{x mg \cos \alpha}{L}$$

$$mg \sin \alpha - N \mu = ma \quad \ddot{x} + x$$

$$mg \sin \alpha - \frac{x mg \cos \alpha}{L} = m \ddot{x} \quad 2ES = \frac{\delta S}{\epsilon_0} \quad mg \cos \alpha \mu = mg \sin \alpha$$

$$\epsilon = \frac{\delta}{2\epsilon_0}$$

$$\ddot{x} + x \frac{g \cos \alpha \mu}{L} = g \sin \alpha$$

$$F_N + N = mg \cos \alpha$$

$$N = mg \cos \alpha - \frac{\delta}{2\epsilon_0} q \cdot \mu \frac{g \cos \alpha}{L} \left[\frac{L \sin \alpha}{\cos \alpha \mu} \right] = g \sin \alpha \quad (tg \alpha = x_0)$$

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

$$x = \frac{(tg \alpha + A) \cos(\omega t)}{\mu} \quad \text{kg } tg \alpha$$

$$mg \sin \alpha - mg \cos \alpha \mu$$

$$\dot{x} = -A \sin(\omega t) \omega \quad A \omega$$

$$N = \frac{x}{L} (mg \cos \alpha - \frac{\delta}{2\epsilon_0} q)$$

$$0 = \frac{(tg \alpha) \cdot \sqrt{\frac{g \cos \alpha}{L}}}{\mu}$$

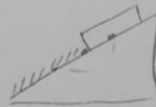
$$mg \sin \alpha - \frac{x}{L} (mg \cos \alpha - \frac{\delta}{2\epsilon_0} q) = m \ddot{x}$$

$$\frac{x mg \cos \alpha}{L}$$

$$\frac{L^2}{2} mg \cos \alpha \quad \omega = \frac{L \sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$mg \sin \alpha = \ddot{x} + \frac{x}{L} (mg \cos \alpha - \frac{\delta}{2\epsilon_0} q)$$

$$x = 1 \quad \sigma_{max} = A \omega$$



$$\frac{mg \cos \alpha - \frac{\delta}{2\epsilon_0} q}{mL} \left[\frac{mL g \sin \alpha}{mg \cos \alpha - \frac{\delta}{2\epsilon_0} q} \right] = x_0 = A$$

$$mg \sin \alpha = \frac{m \sigma^2}{2} + \mu g \cos \alpha \frac{L}{2\mu}$$

$$\frac{mg \sin \alpha}{mg \cos \alpha - \frac{\delta}{2\epsilon_0} q} \cdot \frac{mg \cos \alpha - \frac{\delta}{2\epsilon_0} q}{mL}$$

$$\sigma^2 = 2g \sin \alpha - g \cos \alpha L$$

$$U = Ed$$

$$\frac{\epsilon_0}{d}$$

$$\frac{\delta}{2\epsilon_0} d$$

$$\frac{q \epsilon_0}{2d}$$

$$1 + \frac{6g\mu}{2\epsilon_0 m \mu g (2 \sin \alpha - \cos \alpha \mu)}$$

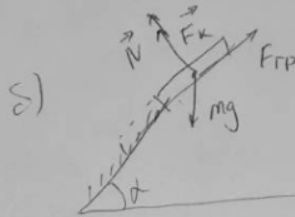
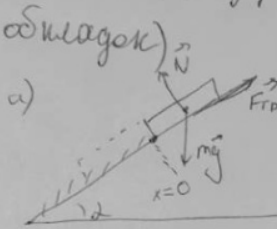
4

Условие Вариант 2
 д 3

Вопросы.

- 1) Электроёмкость проводника - это величина, определяемая отношением ^(полюса) заряда на проводнике к потенциалу проводника
- 2) $C = \frac{q}{U} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$

(В случае плоского конденсатора - это величина, определяемая отношением заряда (на положительном) к разности потенциалов обкладок)



$$mg \cos \alpha = F_k + N$$

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

По 3.С.Э:

$$mgL \sin \alpha = \frac{mV_1^2}{2} + (A_{тр})$$

$$- \Delta A_{тр} = \alpha N \mu = \frac{\mu}{L} mg \cos \alpha \Delta x$$

$$A_{тр} = -\frac{L^2}{2\mu} mg \cos \alpha \mu = -\frac{L mg \cos \alpha \mu}{2}$$

$$mgL \sin \alpha = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{mgL \cos \alpha \mu}{2}$$

$$V_1^2 = 2gL(\sin \alpha - \cos \alpha \mu)$$

$$V_1 = \sqrt{2gL(2\sin \alpha - \cos \alpha \mu)}$$

По 3.С.Э.

$$mgL \sin \alpha = \frac{mV_2^2}{2} - A_{тр} \quad (F_k \text{ не совершает работы})$$

$$\Delta A_{тр} = -\frac{\mu}{L} (mg \cos \alpha - \frac{\sigma}{2\epsilon_0} q) \Delta x$$

$$A_{тр} = -\frac{L}{2} \mu (mg \cos \alpha - \frac{\sigma}{2\epsilon_0} q)$$

$$mgL \sin \alpha = \frac{mV_2^2}{2} + \frac{L}{2} \mu (mg \cos \alpha - \frac{\sigma}{2\epsilon_0} q)$$

$$V_2^2 = 2gL \sin \alpha - L\mu (g \cos \alpha - \frac{\sigma q}{2\epsilon_0 m})$$

$$V_2 = \sqrt{2gL \sin \alpha - L\mu (g \cos \alpha - \frac{\sigma q}{2\epsilon_0 m})}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \sqrt{\frac{L (g(2\sin \alpha - \cos \alpha \mu) + \frac{\sigma q \mu}{2\epsilon_0 m})}{2gL(2\sin \alpha - \cos \alpha \mu)}}$$

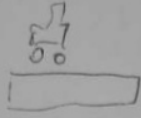
$$\mu = \operatorname{tg} \alpha_{тр} \quad (mg \cos \alpha \mu = mg \sin \alpha)$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \sqrt{\frac{g \sin \alpha + \frac{\sigma q \operatorname{tg} \alpha}{2\epsilon_0 m}}{g \sin \alpha}}$$

$$= \sqrt{1 + \frac{\sigma q \operatorname{tg} \alpha}{2\epsilon_0 m g \sin \alpha}} = \sqrt{1 + \frac{1}{J_3}}$$

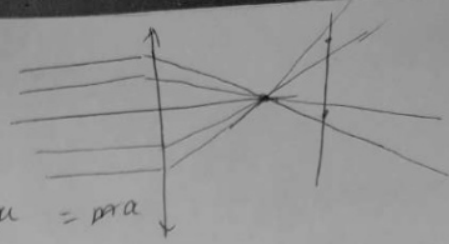
5

Цепочка



$$\frac{m}{3} g \mu = ma$$

$$a = \frac{5\mu}{3}$$



$$3 \frac{N^2}{F^2} + \frac{4N^2}{F^2}$$

$$2g\mu$$

$$\sigma = \frac{E}{N}$$

$$F\sigma = N \quad \sigma = \frac{N}{F}$$

$$g\mu \frac{3}{2} t = \frac{F}{N}$$

$$t = \frac{3F}{N g \mu} \quad \frac{F}{\sigma} = \frac{d}{\Delta}$$

$$S = \frac{E}{N} \cdot \frac{3F}{N g \mu} + \frac{3F^2}{2g\mu N^2}$$

$$S = \frac{4F^2}{2N^2 g \mu} = \frac{4 \cdot m^2 g \mu}{9 \cdot 2 N^2 g \mu}$$

$$\frac{3F^2}{N^2 2g\mu}$$

$$\frac{4}{18} \cdot \frac{10 \cdot 93}{6 \cdot 4}$$

$$\frac{4}{24} \mu$$

$$\frac{7}{18} \frac{m^2 g \mu}{N^2}$$

$\frac{m}{c^2}$

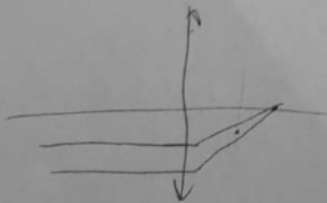
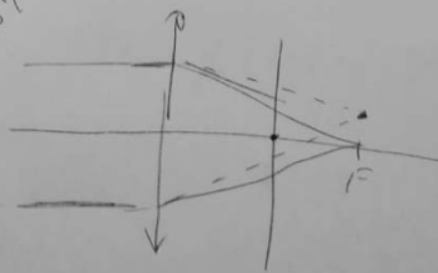
$$\frac{15 \cdot 9 \cdot 4}{1000 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 0,3}$$

$$\frac{4 \cdot 9 \cdot 4}{2 \cdot 4} = 2$$

$$\frac{2 \cdot 8 \cdot 10^{-6} \cdot 8 \cdot 10^{-6}}{53 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 10^{-6} \cdot 9 \cdot 10^{-6}}$$

$$\frac{15 N^2}{F^2 2g\mu} \quad \frac{15 N^2 g}{m^2 g \mu^2 2g\mu}$$

4



⑥

Чистовик 2 Воиловит

①

Вопросы.

1) Импульс системы материальных точек - это сумма импульсов всех мат. точек входящих в систему (\Leftrightarrow импульсу центра масс.)

Импульс мат. точки - это произведение массы мат. точки на её скорость $\vec{p} = m\vec{v}$

2) Импульс системы материальных точек сохраняется при отсутствии внешних сил

$$\delta F_{\text{тр}} = N, \text{ где } F_{\text{тр}} = \frac{m}{3} g \mu$$

$$\delta = \frac{N}{F_{\text{тр}}} = \frac{3N}{mg\mu} \quad \text{Скорость автомобиля постоянная относительно доски}$$

Проектируемые будет до тех пор, пока скорость доски не станет равной скорости автомобиля.

Перейдем в С.О. доски. Автомобиль движется в ней

с начальной скоростью 0 и постоянным ускорением $a_g = \frac{1}{3}g\mu$

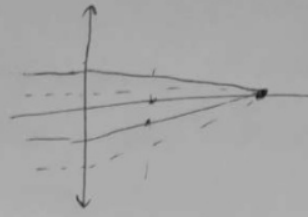
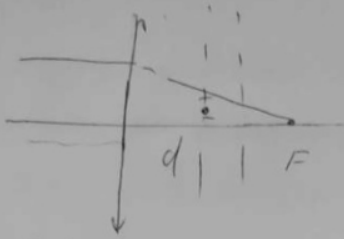
Проектируемые закончатся, когда $v_{\text{авт}} = 2v$

$$S = 3 \frac{(v^2 + 4v^2)}{g\mu} = \frac{15 \cdot 9N^2}{m^2 g^3 \mu^3}$$

$$S = \frac{15 \cdot 9 \cdot 48r^2}{1m^2 \cdot 1000 \frac{m}{c^6} \cdot (0,3)^3} = 20m$$

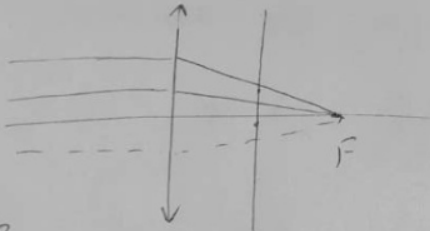
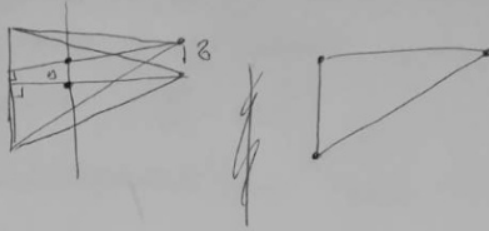
7

Чертовик Вариант 2



$$\frac{L}{2} = \frac{F-L}{F} \quad F = -L$$

$$2F = F - L$$



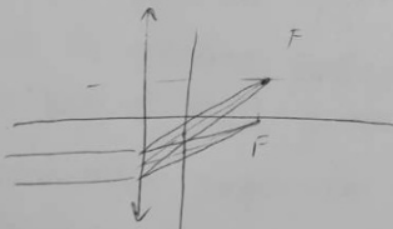
$$\frac{\Delta}{b} = \frac{F-d}{d}$$

$$\frac{b}{F} = \frac{\Delta}{d-F}$$

$$\Delta L = Fb - Lb$$

$$Fb = L(\Delta + b)$$

$$F = \frac{L(\Delta + b)}{b}$$



$$\frac{b}{\Delta} = \frac{F}{d-F} \quad 0,5 = \frac{F}{d-F}$$

$$L \frac{1,5}{0,5} = 3L$$

$$0,5d - 0,5F = F$$

$$0,5d = 1,5F$$

$$d = 3F$$

$$\boxed{F = 60 \text{ cm}}$$



$$\frac{b}{F} = \frac{\Delta}{d}$$

$$\frac{b}{\Delta}$$

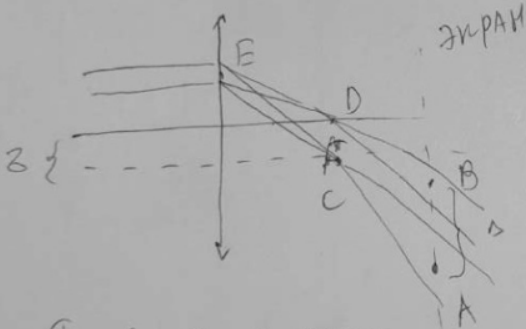
⑧

Чистовик

Вариант 2

Вопросы.

- 1) Фокусное расстояние - это расстояние от плоскости линзы до изображения, полученного от параллельного пучка света
- 2) Оптическая сила тонкой линзы - это величина, обратная фокусному расстоянию, измеряемая в диоптриях $D = \pm \frac{1}{F}$ ($F > 0$)

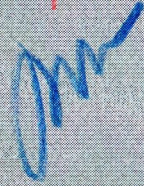
Главная ось сместится на b Составим пропорцию
 $\triangle CDE$ и $\triangle ABE$

это

$$\frac{b}{F} = \frac{l}{l}$$

$$F = \frac{lb}{l} = \underline{\underline{10 \text{ см}}}$$

Оценка
не нужна
2022




Председателю апелляционной
комиссии олимпиады школьников
"Ломоносов" Рязань МГУ имени
М.В. Ломоносова академик
В.А. Садовничему
от ученика 11 класса СУНЦ
МГУ, г. Москва
Ломонова Константина
Викторовича

апелляция

Прошу пересмотреть выставленные результаты
баллы 49 за мою работу заключительного этапа
по физике, поскольку считаю, что в задании 1.3.1
допущены издательские вычислительные ошибки и
задачу можно решить большим количеством баллов. Кроме
того касается и методических вопросов.

Дата 24.03.2022

 Ломоносов К.Р.