



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Герасимов Степан Андреевич**

Класс: 11

Технический балл: ~~88~~

Оценка изменена по апелляции. Новая оценка – 89.

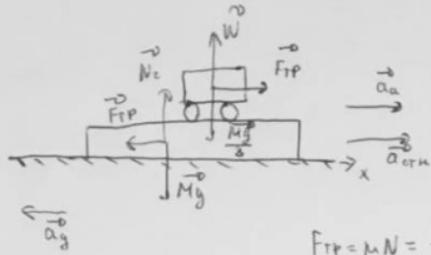
Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9199600

	1	2	3	4	Σ
Задача	12	13	14	12	88
Вопрос	9	9	9	10	

Оценка изменена по апелляции. Новая оценка - 89

11.



$$F_{TP} = \mu N = \frac{\mu Mg}{3}$$

$$\frac{Ma_a}{3} = \frac{\mu Mg}{3}$$

$$a_a = \mu g$$

$$Ma_g = \frac{\mu Mg}{3}$$

$$a_g = \frac{\mu g}{3}$$

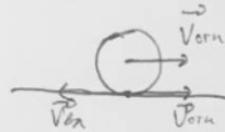
CO: *spesial*

$$\vec{a}_{otrn} = \vec{a}_a - \vec{a}_g$$

$$a_{otrn} = a_a + a_g = \frac{4}{3} \mu g$$

$$N = F_{TP} \cdot V_{otrn}$$

$$V_{otrn} = \frac{3N}{\mu Mg}$$



$V_{otrn} = V_{otrn}$ - нем расчитываем

$$S = \frac{V_{otrn}^2}{2a_{otrn}} = \frac{9N^2 \cdot 3}{2\mu^2 Mg^2 \cdot 4\mu g} = \frac{27}{8} \frac{N^2}{M^2 \mu^3 g^3} \approx$$

$$\approx \frac{27 \cdot 4}{8 \cdot 1 \cdot 1000 \cdot 8^3} = \boxed{0,5 \text{ м}}$$

N1. Вопрос

Пусть P_i - импульс одной из точек,

$$\vec{P}_i = m_i \vec{V}_i$$

Тогда суммарный импульс системы точек равен:

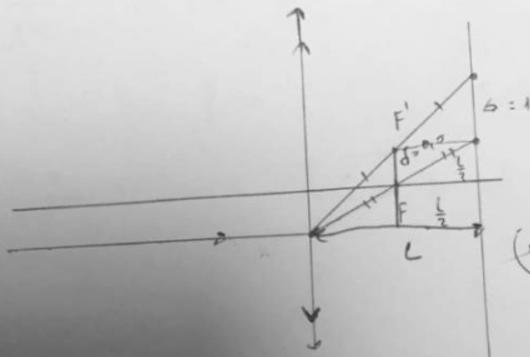
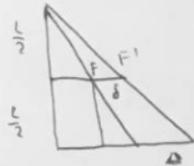
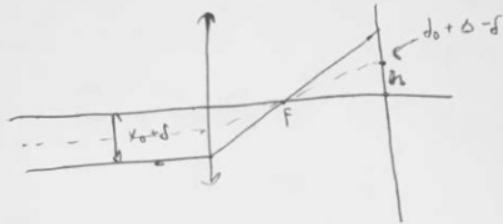
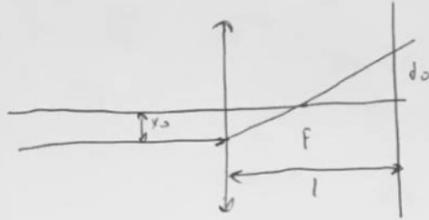
$$\vec{P} = \sum_0^k m_i \vec{V}_i, \quad k - \text{число точек}$$

Суммарный импульс системы равен векторной сумме элементарных импульсов.

Закон сохранения импульса: Если на систему тел не действуют внешних сил, или все силы скомпенсированы, то импульс системы остается неизменной. $\vec{P} = \text{const.}$

$$\vec{F} \text{ ext} = \dot{\vec{p}}, \text{ и, к } \vec{F} = \vec{0}, \text{ то } \dot{\vec{p}} = \vec{0}.$$

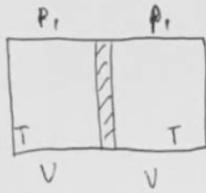
Uppräpning



$f'f$ - gyllene linse

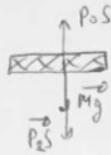
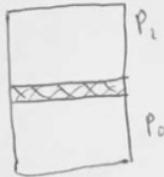
$$f = \frac{L}{2} = 10 \text{ cm}$$

N2.



$P_1 = P_0 = 10^5 \text{ Па}$ - нап. насыщенн. при 100°C .

$$P_0 V = \nu_{\text{дог}} RT$$



нап. насыщенн. насыщенн.

$$P_0 S = P_2 S + Mg$$

$$P_2 = P_0 - \frac{Mg}{S}$$

$$P_2 V_2 = \nu_{\text{дог}} RT = P_0 V$$

$$\left(P_0 - \frac{Mg}{S}\right) V_2 = P_0 V$$

$$\frac{P_0 S - Mg}{S} V_2 = P_0 V$$

$$V_2 = \frac{P_0 S V}{P_0 S - Mg}$$

$$\Delta V = V_2 - V = V \left(\frac{P_0 S}{P_0 S - Mg} - 1 \right)$$

$$\Delta x = \frac{\Delta V}{S} = \frac{V}{S} \left(\frac{P_0 S}{P_0 S - Mg} - 1 \right) \approx$$

$$= \frac{10^{-2}}{10^{-2}} \left(\frac{10^5 \cdot 10^{-2}}{10^5 \cdot 10^{-2} - 50} - 1 \right) = \frac{1}{10} \left(\frac{1000}{950} - 1 \right) =$$

$$= \frac{1}{10} \left(\frac{1000 - 950}{950} \right) = \frac{50}{950 \cdot 10}$$

$$= \frac{1}{190} \text{ м.}$$

$$\frac{950}{5} \left| \frac{5}{190} \right.$$

№ 2. Вопрос.

Влажность воздуха - величина, которая характеризует количество воды в воздухе в единицу объема.

$$\rho = \frac{m_0}{V}$$

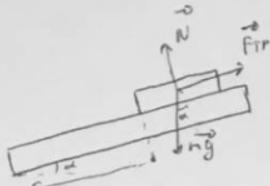
Относительная влажность воздуха - отношение фактической влажности воздуха к влажности насыщенного пара при некоторой температуре.

$$\text{Влаж. } \varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{нп}}} \cdot 100\%.$$

Плотность насыщенного пара - критическая плотность, т.е. если увеличить массу воды, то вода конденсируется, а плотность останется неизменной.

~~Handwritten scribble~~

1)

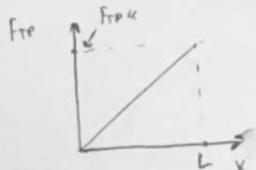


$$\mu = \tan(\alpha) = \tan(30^\circ) = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$F_{fr} = \mu mg \cos \alpha$$

$$F_{fr0} = 0$$

$$F_{fr} = \frac{F_{fr0}}{L} x, \quad L - \text{gesamte Strecke.}$$



$$A_{F_{fr}} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot \mu mg \cos \alpha = \frac{\mu mg L \cos \alpha}{2}$$

$$\Delta E = A_{F_{fr}}$$

$$E_1 = mgl \sin \alpha$$

$$E_2 = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$mgl \sin \alpha = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{\mu mgl \cos \alpha}{2}$$

$$\frac{mv_2^2}{2} = mgl \sin \alpha - \frac{\mu mgl \cos \alpha}{2}$$

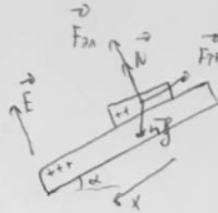
$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{mgl \sin \alpha - \frac{\mu mgl \cos \alpha}{2} + \frac{MLF_{\Delta N}}{2}}{mgl \sin \alpha - \frac{\mu mgl \cos \alpha}{2}} =$$

$$= 1 + \frac{MLF_{\Delta N}}{2mgl \sin \alpha - \mu mgl \cos \alpha} = \boxed{1 + \frac{\frac{\mu \cdot 9G}{2 \cdot 80}}{2g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha}} =$$

$$= 1 + \frac{\frac{1}{\sqrt{3}} \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot 9.81}{2 \cdot 8 \cdot 10^3} = 1 + \frac{1}{2\sqrt{3}} = 1 + \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\boxed{\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{1 + \frac{1}{\sqrt{3}}}}$$

2)



$$E = \frac{G}{2 \cdot 80}$$

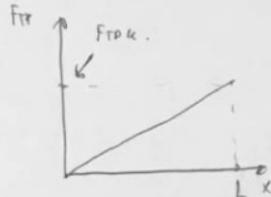
$$F_{\Delta N} = 9E = \frac{9G}{2 \cdot 80}$$

$$N + F_{\Delta N} = mg \cos \alpha$$

$$N = mg \cos \alpha - F_{\Delta N}$$

$$F_{fr} = \mu (mg \cos \alpha - F_{\Delta N})$$

$$F_{fr0} = 0$$



$$A_{F_{fr}} = \frac{ML(mg \cos \alpha - F_{\Delta N})}{2}$$

$$mgl \sin \alpha = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{\mu mgl \cos \alpha}{2} - \frac{MLF_{\Delta N}}{2}$$

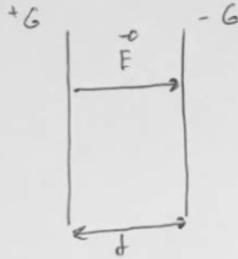
~~$$\frac{mv_2^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + \frac{MLF_{\Delta N}}{2}$$~~

$$\frac{mv_2^2}{2} = mgl \sin \alpha - \frac{\mu mgl \cos \alpha}{2} + \frac{MLF_{\Delta N}}{2}$$

N3 Вопрос.

Диэлектрическая - коэффициент пропорциональности между зарядом и напряжением кондензаторов. $\Delta\varphi C = q$

Расстояние между пластинами кондензатор. Вывести формулу емкости



$$E = \frac{G}{\epsilon_0} = \frac{q}{\epsilon_0 S}$$

$$\Delta\varphi = E \cdot d = \frac{q d}{\epsilon_0 S}$$

$$C = \frac{q}{\Delta\varphi} = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

S - площадь пластин.

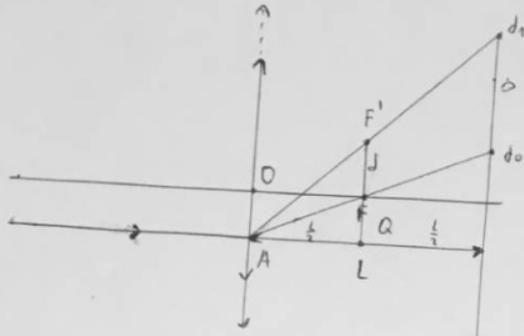
d - расстояние между ними.

ϵ_0 - электрическая постоянная.

~~Эта формула справедлива только для конденсаторов с параллельными пластинами.~~

Числовое значение способности проводника накапливать электрический заряд.

№4.



$$FF' = \delta = 0,5 \text{ см}$$

$$d_0 d_1 = \delta = 1 \text{ см}$$

$$L = 20 \text{ см}$$

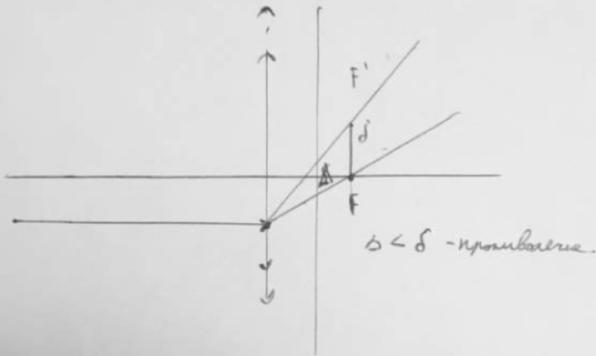
Поскольку $\frac{d}{\delta} = \frac{1}{2}$, то

FF' - средняя линия.

Поскольку $F'Q$ - ср. линия.

$$\boxed{AQ = \frac{L}{2} = F = 10 \text{ см}}$$

Значит точка нахождения главной точки.

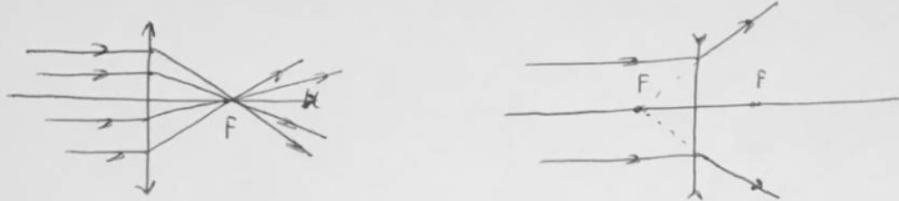


Если точка будет справа, то будет правильное ($\delta < \delta_1$)

№4 Вопрос.

Фокусное расстояние — расстояние от линзы, на которой собирается параллельный луч света, прошедший через линзу.

Фокусное расстояние определяется материалами и геометрическими размерами линзы. $\frac{1}{F} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$, оно зависит от радиусов кривизмы полостей линзы и от коэффициента преломления материала линзы.



Оптическая сила линзы: обратная величина от фокусного расстояния.

$$D = \frac{1}{F}, \text{ измеряется в диоптриях.}$$

Если линза рассеивающая, то $D < 0$.

Если собирающая, то $D > 0$.

Если линза рассеивающая, то фокусное расстояние отрицательно.

В рассеивающей линзе изображение мнимое, поэтому ~~лучи~~ оно будет на продолжении лучей в фокусе.

reproduced

N3

$$V_1^2 = 2gl \left(h_2 - \frac{h_1 v_1}{2} \right) \mu g L h_2 = \frac{h_1 v_1^2}{2} + \frac{m g \cos \alpha L}{2}$$

$$\frac{h_1 v_1^2}{2} = m g L \left(h_2 - \frac{h_1 \cos \alpha}{2} \right)$$

$$h_1 v_1^2 = 2m g L \left(h_2 - \frac{h_1 \cos \alpha}{2} \right) + \mu F L$$

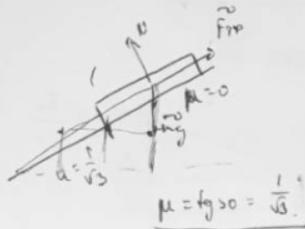
$$\frac{h_1 v_1^2}{2} - \frac{h_1 v_1^2}{2} + \frac{\mu F L}{2} = 0$$

$$V_2^2 = 2g L \left(h_2 - \frac{h_1 \cos \alpha}{2} \right) + \frac{\mu F L}{m}$$

$$A_{fric_1} - A_{fric_2} = \frac{\mu F L}{2}$$

$$m v_1^2 + m v_2^2 + \mu F L = 0$$

$$= \frac{\mu m g \cos \alpha L}{2} - \frac{\mu F L}{2}$$



$$\Delta E = F_{fric} \cdot L$$

$$E_i = m g L h_2$$

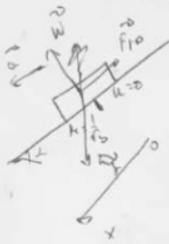
$$E_f = \frac{m v_1^2}{2}$$

$$m g L h_2 = \frac{m v_1^2}{2} + A_{fric}$$

$$A_{fric_1} = \frac{\mu (m g \cos \alpha - F) L}{2}$$

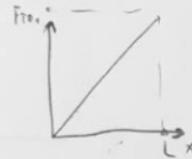
$$m g L h_2 = \frac{m v_1^2}{2} + A_{fric_1}$$

$$A_{fric_1} = \frac{\mu m g \cos \alpha L}{2}$$



$$F_{fric} = \mu m g \cos \alpha$$

$$F_{fric} = 0$$



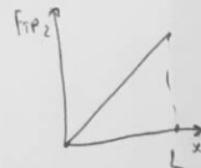
$$\frac{V_1^2}{V_2^2} = \frac{2g L \left(h_2 - \frac{h_1 v_1}{2} \right)}{2g L \left(h_2 - \frac{h_1 \cos \alpha}{2} \right) + \frac{\mu F L}{m}}$$

$$m a = - \frac{F_{fric} x}{L} + m g \sin \alpha$$

$$\frac{\mu m g \cos \alpha}{L} x + m \ddot{x} = 0$$

$$E = \frac{G}{260} \quad 1 + \frac{\mu F L}{m}$$

$$\omega^2 = \frac{\mu g \cos \alpha}{L}$$



$$F = q E = \frac{q G}{260}$$

$$N + F = m g \sin \alpha$$

$$x(t) = A \cos(\omega t + \phi_0)$$

$$x(0) = 0$$

$$\cos(\phi_0) = 0$$

$$\phi_0 = \frac{\pi}{2}$$

$$x(t) = A \sin(\omega t)$$

$$v(t) = A \omega \cos(\omega t)$$

$$x(T) =$$

$$v(T) = v_1$$

$$N = m g \cos \alpha - F$$

$$F_{fric} = (m g \cos \alpha - F) \mu$$

$$F_{fric} = 0$$

$$m \ddot{x} + \frac{(m g \cos \alpha - F) \mu}{L} x = 0$$

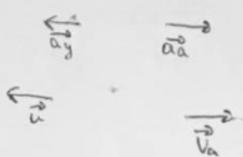
$$\omega^2 = \frac{(m g \cos \alpha - F) \mu}{m L}$$

Carroll

21.



$$F_{fp} = \mu \frac{Mg}{3}$$



$$N_{\text{min}} = F_{fp} \cdot V$$

$$N_{\text{min}} = \mu \frac{MgV}{3}$$

Kecepatan

$$\mu M \frac{Mg}{3} = \frac{M}{3} a_n$$

$$a_n = Mg$$

$$a_g M = \mu \frac{Mg}{3}$$

$$a_g = \frac{\mu g}{3}$$

$$V_{\text{kon}} = \frac{3N}{\mu Mg}$$

untuk menggunakan:

$$V_{\text{kon}} =$$

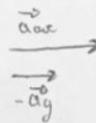
$$\vec{a}_{\text{obj}} = \vec{a}_{\text{orn}} + \vec{a}_g$$

$$V_k = V_{\text{orn}}$$

$$\vec{a}_{\text{orn}} = \vec{a}_{\text{obj}} - \vec{a}_g$$

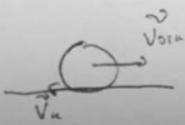


$$0 = \frac{M}{3} V - \mu M$$



$$a_{\text{orn}} = Mg \left(\frac{1}{3} + 1 \right) = \frac{4}{3} Mg$$

$$V = \frac{3N}{\mu Mg}$$

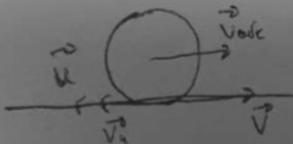


$$\frac{V}{3} = u$$

$$S = \frac{1}{2} a_{\text{orn}} t^2$$

$$V_{\text{orn}} = \frac{4}{3} V$$

$$V_{\text{kon}} = V_{\text{kon}} - u = \frac{V}{3} + V = \frac{4}{3} V$$



$$S = \frac{V^2}{2 a_{\text{orn}}} = \frac{3N^2}{2 \mu^2 Mg^2 \cdot \frac{4}{3} Mg} =$$

$$V_{\text{kon}} = \frac{4N}{\mu Mg}$$

$$V = V_k + u$$

$$= \frac{3N^2}{2 \mu^2 g^2 M^2}$$

$$S = \frac{16N^2}{\mu^2 Mg^2 \cdot 2 \cdot \frac{4}{3} Mg}$$

$$= \frac{6N^2}{\mu^2 g^2 M^2}$$

Председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников «Ломоносов»
Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова
академику В.А. Садовничему
ученика 11 класса Курчатовской школы
ул. Маршала Василевского, 9, корп. 1, Москва.
Герасимова Степана Андреевича

Апелляция

Прошу пересмотреть выставленные технические баллы "88" за мою работу заключительного этапа по физике, а именно пересмотреть баллы за теоретические вопросы, так как на каждый из четырех вопросов присутствует полный ответ с незначительными недочетами, за которые может быть снято, по моему мнению, меньше баллов.

Дата

24.03.2022

(подпись)



Оценка
ученика с
на "88"
2022

