



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Шарапов Егор Владимирович**

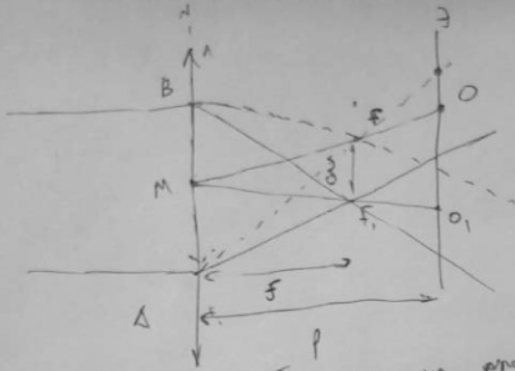
Класс: 11

Технический балл: **81**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9433075

	1	2	3	4	Σ
Задача	2	14	14	15	81
Вопрос	9	10	8	9	



аналитично центр б'уде на протилежних м'єдках MF и MF'
 $OO_1 = \Delta$; $\Delta MF'F$, $\Delta MOO_1 \Rightarrow \frac{f}{p} = \frac{fF_1}{O_1} = \frac{f}{\Delta} \Rightarrow f = \frac{p \cdot \Delta}{\Delta} = \frac{20 \cdot 95}{1} = 190 \text{ см} = 1.9 \text{ м}$

Вопрос

Фокусное расстояние - это расстояние от главного оптического центра линзы до фокуса. Вспомогательный фокус это точка, через которую проходят все лучи света, параллельные главной оптической оси линзы от. оси [F] = диаметр. и фокусное расстояние всегда положительное.

оптическая сила линзы - это величина, обратная фокусному расстоянию линзы

$D = \pm \frac{1}{f}$ где знак

\ominus для рассеивающей

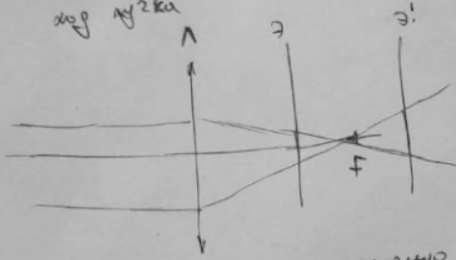
\oplus для собирающей

$[D] = \text{диоптр} = \text{м}^{-1}$

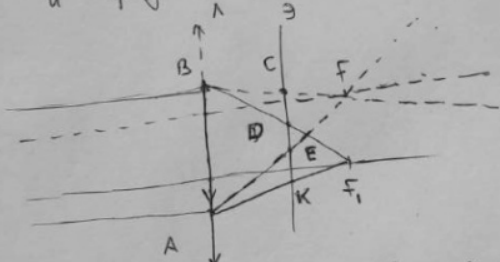
1/4 $\rho = \rho_0$
 Фокусная точка F - это расстояние от центра линзы до фокуса линзы, в выпукл. линзе через который проходит все лучи света, параллельные OO' , и собирается в F ($[F] = m^{-1} = \text{диоп.}$ (всегда положительна))
 Оптическая сила линзы D - это величина, обратная расстоянию от центра линзы до фокуса линзы $D = \pm \frac{1}{f}$ где знак выбирается в зависимости от типа линзы $(+)$ собир.; $(-)$ рассеивающая (формула для одной линзы)
 $[D] = \text{диоп.}$

Задача

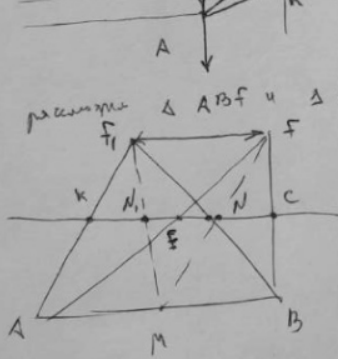
ли лучи падают параллельно, но они собираются в фокусе, и линза может располагаться как за фокусом так и перед ним, поэтому при получении изображения и того же изображения



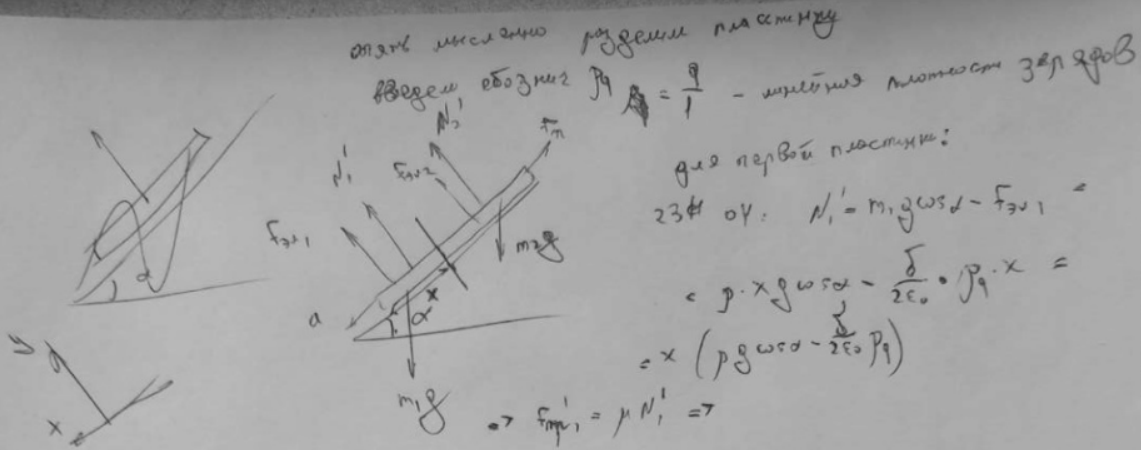
ли линза смещается параллельно перпендикулярно оси от оси на δ , то фокус смещается на это же расстояние δ по вертикали



лучи эрми расположатся между фокусом F и линзой.



рассмотрим $\triangle ABF$ и $\triangle ABF_1$, N - центр изображения лежит на биссектрисе углов α
 N - центр изображения после смещения
 N_1 - центр перед смещением
 $N, N_1 < FF$ но по условию $N, N_1 = \Delta > FF = \delta$
 \Rightarrow предмет между и эрми расположен за фокусом



$\Rightarrow dA_{тр} = F_{тр1}' \cdot dx$

23# $\int_0^l \rho g \sin \alpha - \int_0^l \frac{x}{l} \left(\rho g \cos \alpha - \frac{\delta}{2 \epsilon_0} \rho \right) dx = \frac{m v_2^2}{2}$

$\rho g \sin \alpha - \frac{\rho}{2} \left(g \cos \alpha - \frac{\delta}{2 \epsilon_0} g \right) = \frac{m v_2^2}{2} \Rightarrow v_2^2 = l \left(2g \sin \alpha - \frac{\delta}{2 \epsilon_0 m} (g \cos \alpha - \frac{\delta}{2 \epsilon_0} g) \right)$

$\Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{\rho (2g \sin \alpha - \frac{\delta}{2 \epsilon_0 m} (g \cos \alpha - \frac{\delta}{2 \epsilon_0} g))}{\rho (2g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha)} \right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{2g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha + \frac{\delta g}{2 \epsilon_0 m}}{2g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha} \right)^{\frac{1}{2}}$

$= \left(1 + \frac{\delta g}{2 \epsilon_0 m (2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha)} \right)^{\frac{1}{2}}$

~~в предположении, что $\alpha_{пр} = \alpha$~~
~~в предположении, что $\alpha_{пр} = \alpha$~~

~~$\frac{v_2}{v_1} = \left(1 + \frac{3 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^{-6}}{10 \cdot 2 \cdot 9 \cdot 10^{-12} \cdot 10^{-1} \cdot \sin 30^\circ} \right)^{\frac{1}{2}} = (1+1)^{\frac{1}{2}} = \sqrt{2}$~~

$\frac{v_2}{v_1} = \left(1 + \frac{3 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^{-6}}{10 \cdot 2 \cdot 9 \cdot 10^{-12} \cdot 10^{-1} (2 \sin 30^\circ - \mu \cos 30^\circ)} \right)^{\frac{1}{2}} =$

$= \left(1 + \frac{1}{2(1 - \frac{1}{2})} \right)^{\frac{1}{2}} = \sqrt{2}$

Ответ: $\sqrt{2}$

3

Анализ:

Электропривод - это способность тела запасать электрическую энергию

для плоского конденсатора:

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

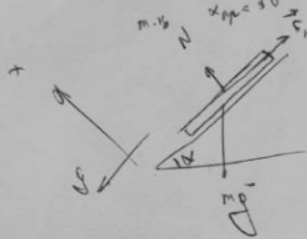
где S - пл. обкладки, d - расстояние между обкладками ϵ диэлектрик
 где ϵ_0 диэлектрик постоянная

или

$$C = \frac{Nq}{U} = \frac{q}{U}$$

где q - заряд обкладки конденсатора U - напряжение между обкладками

Задана пластина склеена пластиной, лежащую полностью на шероховатой поверхности

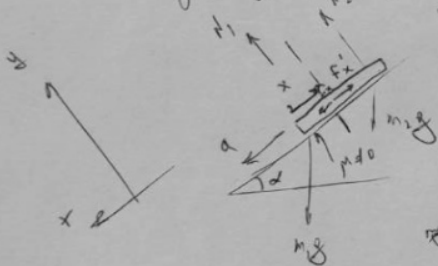


ЗЗН. ох: $N = mg \cos \alpha$

оу $mg \sin \alpha = F_f = \mu N = \mu mg \cos \alpha \Rightarrow$

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

Пластина рассматривается как непрерывная пластинка и плиту, пусть в некоторый момент времени вехах на рисе x на шероховатой поверхности равномерно разделим пластину на две половины отосранными тремя; F_1, F_2 сил вехах половин



ЗЗН для первой половины

оу $N_1 = m_1 g \cos \alpha = \rho \cdot x \cdot g \cos \alpha$

т.к. трение есть только в области первой пластинки

то $F_{тр} обш = F_{тр1} = \mu N_1 = \mu \rho x \cdot g \cos \alpha$

ошибка $dN_{тр} = \mu F_{тр} \cdot dx = \mu \rho x \cdot g \cos \alpha \cdot dx$

$\Delta P = \int_0^x \mu \rho x \cdot g \cos \alpha \cdot dx = \frac{\mu \rho g \cos \alpha}{2} x^2$

где $\rho g \cos \alpha \cdot A_{пр} = \frac{\mu \rho g \cos \alpha}{2} x^2$

$\rho g \cos \alpha \cdot \frac{1}{2} g \cos \alpha = \frac{\mu \rho g \cos \alpha}{2} \Rightarrow \sigma_1^2 = g^2 (\cos^2 \alpha - \mu \cos \alpha)$

в силу реакции (2) пластина будет скользить по шероховатой поверхности. Ответ: Значит на пластинку будет действовать сила отталкивания $F_{отт} = E \cdot q = \frac{U}{2\epsilon_0} q$ сила будет направлена перпендикулярно оси движения \Rightarrow не будет совершена работа, но повлияет на силу реакции опоры:

3

№2 пар

вместимость - это плотность паров в воздухе
 плотность паров в воздухе относительно воздуха - это отношение давлений пара к давлению насыщенного пара при данной температуре

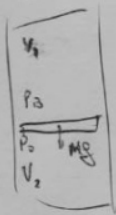
$$\varphi = \frac{p(T)}{p_{n}(T)} \cdot 100\% \quad [pT = \frac{m}{V}]$$

Предположим пар в конце насыщен, тогда закон идеального газа применим для воздуха в начале и в конце

$$\begin{aligned} p_0 V &= \nu RT \\ p_n \cdot V_1 &= \nu RT \end{aligned}$$

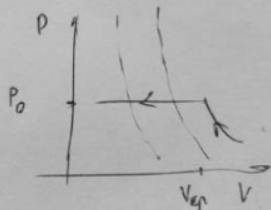
$$\Rightarrow p_0 V = p_n \cdot V_1 \quad (1)$$

здесь ν количество молей воздуха p_0 - начальное давление воздуха



$$p_n + \frac{mg}{S} = p_0 \Rightarrow p_n = p_0 - \frac{mg}{S} \quad (2) \text{ подм в (1)}$$

$V_1 = \frac{p_0 V}{p_n} = \frac{p_0 V}{p_0 - \frac{mg}{S}} > V \Rightarrow$ объем воздуха увеличился \Rightarrow пар сдвинулся, расстояние между равновесиями



так в данной задаче насыщен пар сдвинулся, но законы идеального газа не применимы, так как пар не идеальный газ

$$\begin{aligned} p_n &< p_0 \\ p_n &= \frac{p_0 V_2}{RT} \\ p_n &= \frac{p_0 V}{RT} \end{aligned} \Rightarrow \frac{p_0 V_2}{RT} > \frac{p_0 V}{RT} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V > V_2 = 2V - V_1 \Rightarrow V_1 > V \text{ это верно, противоречия нет} \Rightarrow \text{пар}$$

в конце действительно насыщен, откуда

$$x = \frac{V_1 - V}{S} = \frac{\frac{p_0 V}{p_n - \frac{mg}{S}} - V}{S} = \frac{V \cdot \frac{mg}{S}}{S \left(\frac{p_0 - \frac{mg}{S}}{S} - 1 \right)} = \frac{V}{S \left(\frac{p_0}{S} - 1 \right)} = \frac{10^{-3} \cdot 1}{0,01 \cdot \left(\frac{1,01 \cdot 10^5}{5 \cdot 10} - 1 \right)} = \frac{10^{-1}}{(20-1)} =$$

$$\begin{array}{r} 1000 \quad | \quad 190 \\ - 950 \\ \hline 500 \quad | \quad 52 \\ - 380 \\ \hline 120 \end{array}$$

$$= \frac{1}{190} \text{ м} \approx 0,05 \text{ м} \approx 5 \text{ см} \quad \text{Ответ: 5 см}$$

Докажем, что предположив, что пар в конце насыщен, мы приходим к противоречию или пар в конце насыщен, но мы можем сказать, что $p_n = \text{const} \Rightarrow$

$$\Rightarrow p_n = p_0$$

$$\Rightarrow p_n \cdot V_2 = p_0 V, \text{ также знаем что } p_n \cdot V_1 = p_0 V \text{ вернемся к } V_1 \text{ и } V_2 \text{ и}$$

$$\text{суммируем } V_1 + V_2 = \frac{p_0 V}{p_n} + \frac{p_0 V}{p_n} = 2V \Rightarrow \frac{1}{p_n} + \frac{1}{p_n} = \frac{2}{p_0} \text{ подставим (2) в уравнение}$$

ответственно из равенства давлений над и под поршнем

$$p_n = p_n - \frac{mg}{S} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{p_n} + \frac{1}{p_n - \frac{mg}{S}} = \frac{2}{p_0} \text{ оценим знаменатели } \frac{1}{p_n - \frac{mg}{S}} > \frac{1}{p_n} \Rightarrow \frac{2}{p_0} = \frac{1}{p_n} + \frac{1}{p_n - \frac{mg}{S}} > \frac{2}{p_n} \Rightarrow p_n > p_0 \text{ - противоречие}$$

следовательно предположим, что пар не насыщен ст.г.

(2)

1) Импульс системы - это сумма импульсов каждой из составляющих точек системы

$$\vec{P}_{\text{сист}} = \sum_{i=1}^N \vec{P}_i = \sum_{i=1}^N m_i \vec{v}_i$$

ЗСИ - суммарный импульс системы постоянен $\vec{P}_{\text{сист}} = \text{const}$

импульс сохраняется, когда на систему не действуют внешние силы или по какой-либо из осей $F_{\text{оси}} = 0$ $F_{\text{иной}} = 0$
 также импульс может сохраняться по оси, когда сила на эту ось 0

Задание

определить скорость $N = F_m \cdot t$ где t - ось авто, F_m - сила на ось авто
 проследовать траекторию в момент, когда скорость оси сравняется со скоростью ~~автомобиля~~ ~~времени~~ колес автомобиля



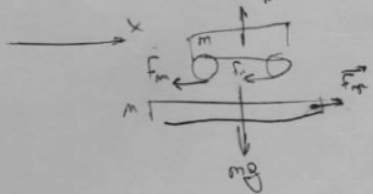
$v_0 = v_A$ где v_0 - ось доски, v_A - ось колес
~~где ось автомобиля~~

по закону сохранения энергии для доски

$$\Delta K = \Delta W_{\text{тр}} \Rightarrow \frac{M v_0^2}{2} = F_{\text{тр}} \cdot l_{\text{полн}}(1) \quad \text{где } l_{\text{полн}} \text{ - относительное перемещение автомобиля и доски}$$

то проследовать

где ось авто: $F_{\text{тр}} = F_{\text{тр макс}} = \mu N = \mu mg \Rightarrow$
 \Rightarrow по (1) $\frac{M v_0^2}{2} = \mu mg \cdot l_{\text{полн}} = \mu mg x (2)$



Заметим 23А где автомобиль на ось:

$$m a_x^A = F_m - F_{\text{тр}} = \frac{N}{n} - \mu mg (3)$$

для доски

$$M a_x^B = F_m = \mu mg (4)$$

в момент прекращения проследования $v_{\text{авт}} = v_{\text{доски}} \Rightarrow \begin{cases} v_0 = v_A \\ v_0 = v_A \end{cases} (4) \text{ и } (3)$

$$\begin{cases} a_x^A = \frac{N}{m n} - \mu g \\ a_x^B = \frac{\mu mg}{M} = \frac{\mu g}{n} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{M g}{n} = \frac{N}{m n} - \mu g \Rightarrow \mu g \left(\frac{1}{n} + 1 \right) = \frac{N}{m n} = \frac{N}{m n g} \cdot 2 v_0^2 = \frac{M \mu g}{n} \cdot \frac{1}{n+1} \\ v_0 = v_A \end{cases}$$

$$\Rightarrow v_0 = \frac{N}{M \mu g} \cdot \frac{n}{n+1} \quad \text{по (2)} \quad M g \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{N}{M \mu g} \right)^2 \left(\frac{n}{n+1} \right)^2 = \mu mg x = 9$$

$$\Rightarrow v = \frac{1}{2} \left(\frac{N}{M \mu g} \right)^2 \left(\frac{n}{n+1} \right)^2 = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{3}{3} \right)^2 \left(\frac{1/2}{3/4} \right)^2 = \frac{9}{8} \text{ м} = 1,125 \text{ м}$$

Оконч. 1,125 м

1