



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

**ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА**

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Обжерин Евсей Романович**

Класс: 11

Технический балл: **85**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9119707

	1	2	3	4	$\Sigma$
Задача	5	15	15	14	<b>85</b>
Вопрос	9	9	9	9	

№1 Чистовик 1

Ответ на вопрос: импульс системы тел равен векторной сумме импульсов каждого тела этой системы.  $\vec{P}_c = \sum_0^n \vec{P}_i$

Закон сохранения импульса гласит, что

1) При отсутствии внешних сил импульс системы тел сохраняется, так как для внутренних сил из III закона Ньютона импульсы сил  $\vec{F}_{ij} = -\vec{F}_{ji}$ , поэтому  $\vec{F}_{ij} \Delta t + \vec{F}_{ji} \Delta t = 0$ .

2) Если есть ось на которую сумма сил нулевая, то импульс по этой оси сохраняется.

3) И если время взаимодействия очень мало, то есть  $\Delta t \rightarrow 0$ , то импульс так же будет сохраняться.

№2 числовик 3

Ответ на вопрос:

Влажностью или же абсолютной влажностью называют плотность насыщенного паров воды при данной температуре

Относительной влажностью называют <sup>парциального</sup> отношение давления паров воды при данной к давлению насыщенного паров воды при данной температуре

$$\varphi = \frac{p}{p_{нас}} \approx \frac{P}{P_{нас}} \leftarrow \text{плотность}$$

из уравнения состояния.

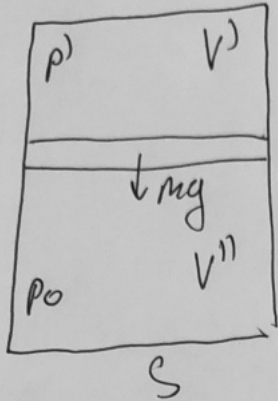
Решение задачи.

В начальный момент до поворота давление в обеих частях сосуда равно  $p_0$ , так при  $t = 100^\circ\text{C}$  давление насыщенного пара равно атмосферному. Из уравнения

состояния найдем начальное кол-во вещества воздуха  $\nu_0 = \frac{p_0 V}{RT}$ .



№2 числовой 4



состояние

Давление насыщенного  
паров не зависит  
от объема и равно  
 $p_0$ . Условие равновесия  
 $p' + \frac{mg}{S} = p_0$

из уравнения

$$p' = \frac{p_0 RT}{V'} = \frac{p_0 V}{V + xS}$$

Тогда получим  $\frac{p_0 V}{V + xS} = p_0 - \frac{mg}{S}$

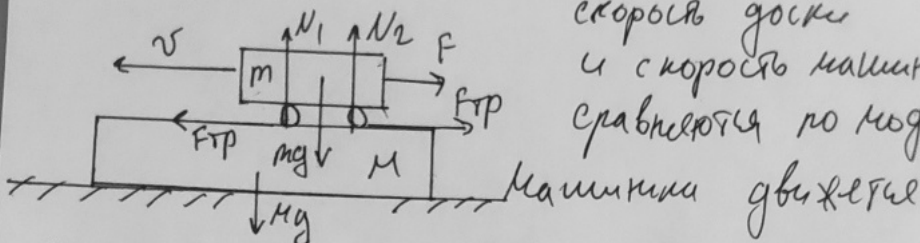
$$xS = \frac{p_0 V}{p_0 - \frac{mg}{S}} - V$$

$$x = \frac{p_0 V}{Sp_0 - mg} - \frac{V}{S} = \frac{10^5 \cdot 10^{-3}}{16^2 \cdot 10^5 - 50} - \frac{10^{-3}}{10^{-2}} =$$

$$= \frac{5}{950} = \frac{1}{190} \approx 0,05 \text{ м.}$$

Ответ:  $x = \frac{p_0 V}{Sp_0 - mg} - \frac{V}{S} \approx 0,05 \text{ м.}$

№1 Решение 2 задачи



Проскальзывание прекратится, когда скорость доски и скорость машинки сравняются по модулю.

Машинки движется

с постоянной скоростью, поэтому для

нее по второму закону Ньютона  $F_{тр} - F = 0 \cdot m$

где  $F$  - это сила развиваемая двигателем

$$\text{где } F_{тр} = \mu(N_1 + N_2) = \mu mg = \mu \cdot \frac{M}{n} g.$$

С другой стороны по I закону

Ньютона на доску пишется действующая

сила равна  $F_{тр}$ , и для нее по

второму закону Ньютона  $F_{тр} = Ma$ ,  $a \cdot l = v^2$

$$\text{А ищем мы } L = v^2 = \frac{v^2}{a} = \frac{v^2 \cdot M}{F_{тр}}$$

по мощности  $N = F \cdot v \cos 0^\circ = F \cdot v$ , а  $F = F_{тр}$ ,

$$\text{тогда } L = \frac{v^2 \cdot M}{F_{тр}} = \frac{N^2 \cdot M \cdot n^3}{\mu^3 M^3 \cdot g^3} = \frac{2^2 \cdot 1 \cdot 27}{0,3^3 \cdot 1^3 \cdot 1000} = 4 \text{ м.}$$

$$\text{Ответ: } L = \frac{N^2 \cdot M \cdot n^3}{\mu^3 \cdot M^3 \cdot g^3} = 4 \text{ м.}$$

№3 задание 5

Ответ на вопрос:

Емкость - это характеристика

проводника, которая показывает сколько

может накопить ~~это~~ заряд при

поданном на него напряжении  $C = \frac{q}{\Delta\phi}$ , причем

емкость - зависит от геометрических параметров тела проводника.

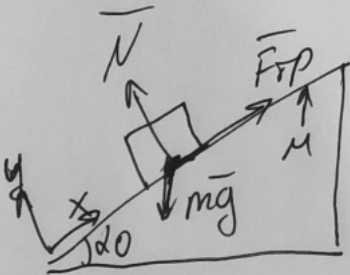
Для плоского конденсатора  $C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$ , где

$S$  - площадь пластины,  $d$  - расстояние

между ними,  $\epsilon$  - диэлектрическая проницаемость,

а  $\epsilon_0$  - электрическая постоянная.

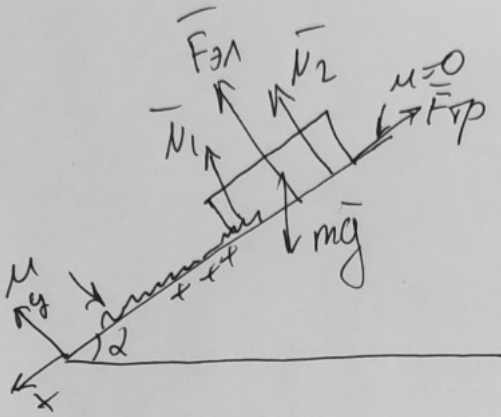
Решение задачи.



По условию  $\alpha_0$  - это критический угол равновесия, тогда на оси  $y$  и  $x$   $N = mg \cos \alpha_0$ , и  $mg \cos \alpha_0 = mg \sin \alpha_0$ , отсюда

$$\mu = \tan \alpha_0.$$

N3 числовик. 6



Рассмотрим  
силы действующие  
на шайбу,  
плоскость создает  
напряжение  
 $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ , причем

поле однородное, ось груза плоскости

$L$ , тогда на ось  $y$   $N_1 + N_2 + F_{эл} = mg \cos \alpha$

причем  $N_1 = \frac{x}{L} (mg \cos \alpha - F_{эл})$ , а

$$N_2 = \frac{L-x}{L} (mg \cos \alpha - F_{эл})$$

$$F_{тр} = \mu N_1$$

Электрометрическое поле работы не  
совершает, а работу совершает только

$$mg, F_{тр}. \text{ Но } A_{F_{тр}} = \int_0^L -\mu \frac{x}{L} (mg \cos \alpha - F_{эл}) dx =$$

$$= -\mu \cdot \frac{L}{2} (mg \cos \alpha - F_{эл})$$

из условия 7

по ЗСЭ:

$$\frac{mv^2}{2} = mgL \sin \alpha + A_{тр} = mgL \sin \alpha - \mu \cdot \frac{L}{2} (mg \cos \alpha - \frac{q\epsilon_0}{2\epsilon_0})$$

Ищем отношение  $\frac{v_2}{v_1}$  для  $\alpha = 60^\circ$   
 $\alpha = 60^\circ$  — направление

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{2mgL \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha + \mu \frac{q\epsilon_0}{2\epsilon_0}}{2mgL \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha}}$$

$$= \sqrt{1 + \frac{\mu}{4 \sin \alpha - 2 \mu \cos \alpha}}$$

подставим  $\mu = \tan 30^\circ$ ,  $\alpha = 60^\circ$  по условию.

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

Ответ:  $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{\sqrt{3}+1}{\sqrt{3}}}$ , примерно

более точно.



нч. число  $\delta$

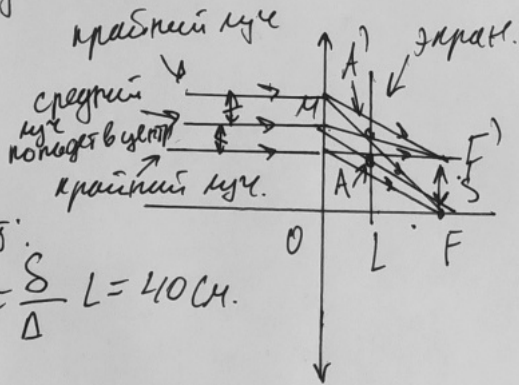
Ответ на вопрос.

Фокусное расстояние - это расстояние от центра тонкой линзы до фокуса.

Оптическая сила - величина обратная фокусному расстоянию.

Решение.

$OL$  и  $OF$  - высоты в треугольниках  $\triangle MAA'$  и  $\triangle MFF'$ .



Ответ:

$$F = \frac{\delta}{\Delta} L = 40 \text{ см.}$$

Расстояние

$$F'F = \delta, \text{ а}$$

расстояние

$$AA' = \Delta \text{ по}$$

условию, что

середина между

крайними параллельными

лучами.

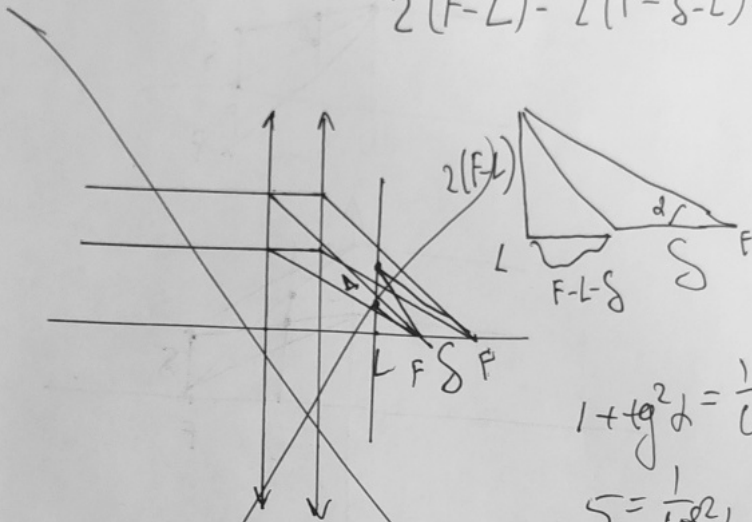
С другой стороны у нас есть подобная треугольнички, если мы проведем две средние луча  $\triangle MAA'$  и  $\triangle MFF'$  из параллельности  $AA' \parallel F'F$  тогда  $\frac{MM'}{FF'} = \frac{F}{L} = \frac{\delta}{\Delta}$ . Зная

всего значения  $\delta$  и  $\Delta$  перенесем, получим.

$$F = \frac{\delta}{\Delta} L = \frac{1}{0,5} \cdot 20 = 40 \text{ см, так как очевидно } \delta > \Delta \text{ должно быть.}$$

Упробук 10

$$2(F-L) - 2(F-S-L) = A$$



$$1 + \tan^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$S = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

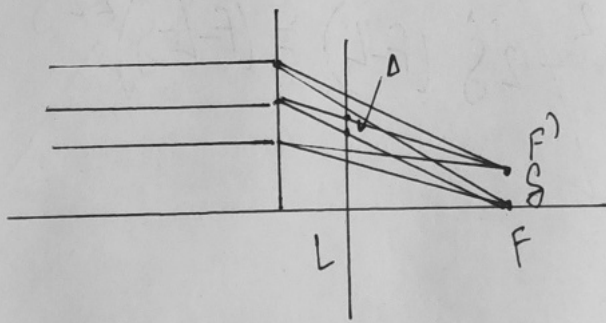
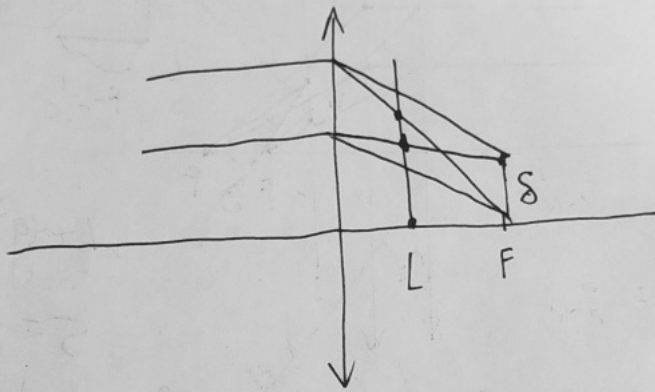
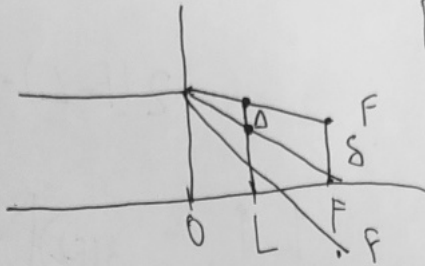
$$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{S}}$$

$$4(F-L)^2 + (F-L-S)^2 = S^2 + S(F-L)^2$$

$$S^2 + (F-L)^2 - 2S(F-L) = (F-L-S)^2 - 2S \cdot \frac{1}{\sqrt{S}} \cdot \frac{1}{\sqrt{S}} (F-L)$$

зробоук. 9

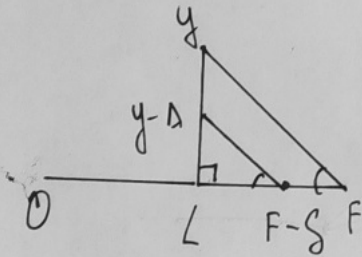
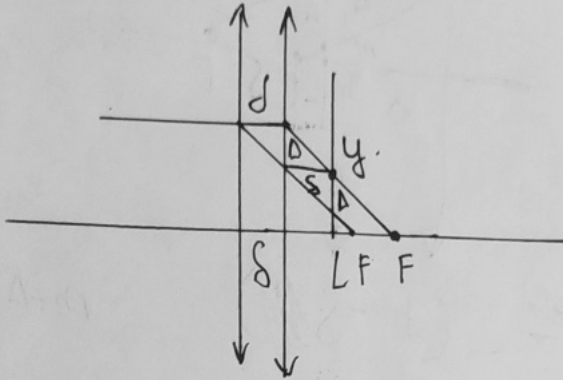
$$F = 2L = 40 \text{ см.}$$



$$\frac{S}{D}$$



1) Черновик. 12



$$\frac{y}{F-L} = \frac{y-\Delta}{F-\delta-L}$$

$$Fy - \delta y - Ly = Fy - Ly + \Delta L - \Delta F$$

$$-\delta y = \Delta L - \Delta F$$

$$-0,5y = L - F$$

$$2F - 2L = y$$

$$2F - 2L = y$$

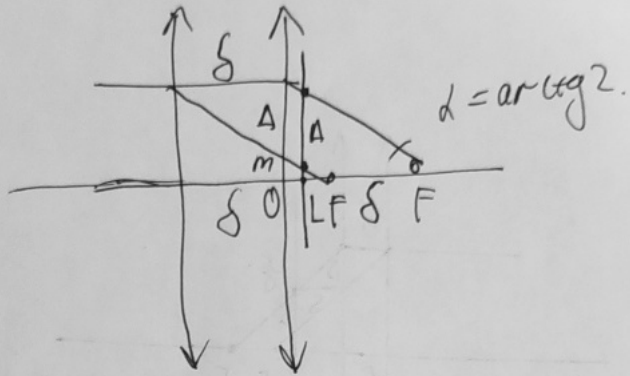
$$F = \frac{y+L}{2}$$

$$F = \frac{y+1}{2}$$

$$2F = y+1$$

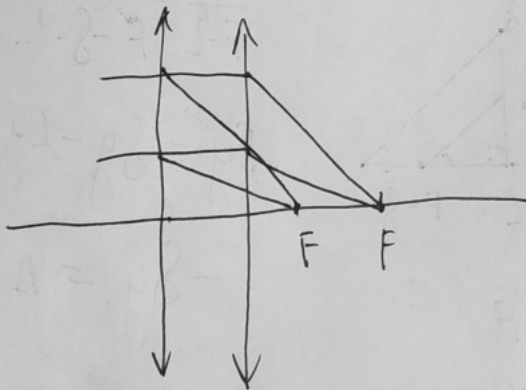
$$y+1 - 2L = y$$

Задача 11



$$m = \frac{2}{\sqrt{5}} (F - S \sin \alpha)$$

$$m + \Delta = 2F$$



Чертовик. 14.

$$L = v^2 = \frac{P}{F_{\text{тр}}} \cdot \frac{v \cdot M}{F_{\text{тр}}} = \frac{P \cdot M}{F_{\text{тр}}^2} =$$

$$v = \frac{P}{F_{\text{тр}}} = \frac{P \cdot M \cdot n^3}{\mu^3 \cdot M^3 \cdot g^3} =$$

$$a = \frac{F_{\text{тр}}}{M} \quad v = \frac{v}{a} = \frac{v \cdot M}{F_{\text{тр}}} =$$

$$v = \frac{P}{F_{\text{тр}}} \quad L = v^2 = \frac{P}{F_{\text{тр}}} \cdot \frac{v}{a} =$$

$$v = \frac{v}{a} \quad a = \frac{F_{\text{тр}}}{M} = \frac{P}{F_{\text{тр}}} \cdot \frac{P \cdot M}{F_{\text{тр}}^2}$$

$$F_{\text{тр}} = \mu \frac{M}{3} g = 0,3 \cdot \frac{1}{3} \cdot 10 = 1 \text{ Н.}$$

$$L = \frac{2 \cdot 2 \cdot 1}{13} = 4 \text{ М.}$$

чертовик 13  
 1) Импеданс системы  $-\sum_0^n r_i$  векторная  
 сумма импедансов  
 системы  
 замкнутой системы  
 малое время

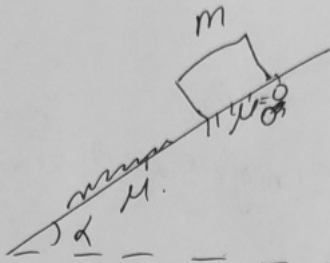
2)  $\varphi = \frac{f}{r_{нас}}$  при данной температуре  
 влажность показывает  $\varphi$  - относительное  
 давление  
 плоскость воды абсолютная  
 влажность

3) Емкость  $C = \frac{q}{\Delta\varphi}$ ;  $C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$   
 характеристики тело наконечник заряд.

4) Расстояние от центра линзы до  
 фокуса.

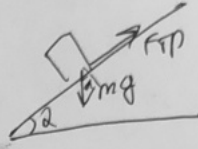
Вспомогательная сила обратная величина  
 фокусному расстоянию.

№3 черновик 16



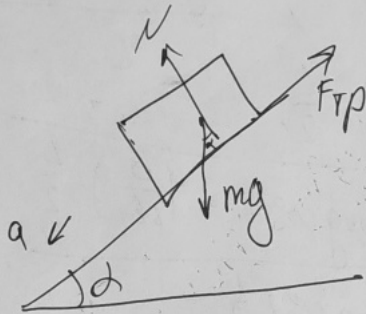
Пусть глина массой  $L$

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



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

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



$$N = N_1 + N_2$$

$$N_1 = mg \cos \alpha \frac{L-x}{L}$$

$$N_2 = mg \cos \alpha \frac{x}{L}$$

$$ma = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha \frac{x}{L}$$

$$a = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha \frac{x}{L}$$

~~da = -\mu g \cos \alpha \frac{dx}{L}~~

$$A_{\text{тр}} = \int_0^L -\mu g \cos \alpha m \frac{x}{L} dx =$$

$$\frac{mv^2}{2} = +A_{\text{тр}} + mgL \sin \alpha$$

$$= -\frac{\mu g \cos \alpha m}{L} \int_0^L x dx =$$

$$= -\frac{\mu g \cos \alpha m}{L} \cdot \frac{L^2}{2} = -\mu mg \cos \alpha \cdot \frac{L}{2}$$

$$\frac{mv^2}{2} = -\mu mg \cos \alpha \cdot \frac{L}{2} + mgL \sin \alpha$$

Упробук 15

$$N + q \cdot \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = mg \cos \alpha.$$

$$N = mg \cos \alpha - q \cdot \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = N_1 + N_2.$$

$$N_2 = \frac{x}{L} (mg \cos \alpha - q \frac{\sigma}{2\epsilon_0})$$

$$\frac{mv_2^2}{2} = A_{\text{тр}2} + mg L \sin \alpha.$$

$$A_{\text{тр}2} = \int_0^L -\mu N_2(x) dx = -\mu (mg \cos \alpha - q \frac{\sigma}{2\epsilon_0}) \cdot \int_0^L x dx$$

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

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{mg L \sin \alpha - \mu (mg \cos \alpha - q \frac{\sigma}{2\epsilon_0}) \cdot \frac{L}{2}}{mg L \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha \cdot \frac{L}{2}}}$$

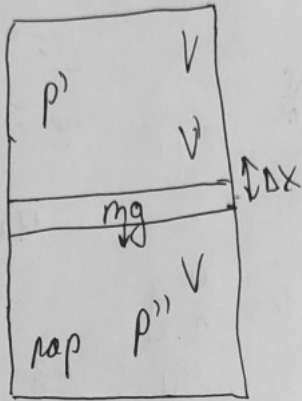
$$= \sqrt{\frac{2mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha + \mu \frac{q\sigma}{2\epsilon_0}}{2mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha + \mu \frac{3 \cdot 3 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 9 \cdot 10^{-12}}}{2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha}{2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha} + \frac{\mu}{4 \sin \alpha - 2 \mu \cos \alpha}} = \sqrt{1 + \frac{\mu}{4 \sin \alpha - 2 \mu \cos \alpha}} = \sqrt{1 + \frac{1}{\sqrt{3}(2 - \mu)}} = \sqrt{\frac{\sqrt{3} + 1}{\sqrt{3}}}$$



Черновик 13



$$pV = \nu RT$$

В начале

$$p_1 = p_2 = p_0$$

$$\nu_0 = \frac{pV}{RT}$$

$$p'' = \frac{mg}{S} + p'$$

$p'' = p_0$  находится над поршнем

$$p' = \frac{\nu_0 RT}{V'} = \frac{pV}{(h+\Delta x)S} = \frac{h = \frac{V}{S}}{V + \Delta x S}$$

$$p_0 = \frac{mg}{S} + \frac{p_0 V}{V + \Delta x S}$$

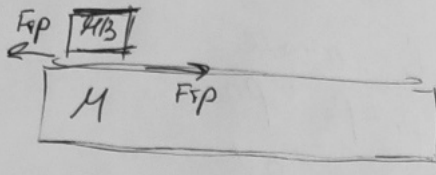
$$(p_0 - \frac{mg}{S}) = \frac{p_0 V}{V + \Delta x S}, \quad V + \Delta x S = \frac{p_0 V}{p_0 - \frac{mg}{S}}$$

$$\Delta x S = \frac{p_0 V}{p_0 - \frac{mg}{S}} - V; \quad \Delta x = \frac{p_0 V}{S(p_0 - \frac{mg}{S})} - \frac{V}{S} =$$

$$= \frac{p_0 V}{S(p_0 - \frac{mg}{S})} - \frac{V}{S} = \frac{10^5 \cdot 10^{-3}}{0,01 \cdot 10^5 - 5 \cdot 10} - \frac{10^{-3}}{0,01} =$$

$$= \frac{10^2}{10^3 - 50} - 10^{-1} = \frac{100}{950} - 0,1 = \frac{100 - 95}{950} = \frac{5}{950} = \frac{1}{190} \approx 0,00526$$

Черковик 17



$$P = F \cdot v \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = 0$$

$$L = v \tau$$

$$v = \frac{v}{a} = \frac{v \cdot M}{F}$$

Для друска

$$F = \mu N = \frac{P}{v}$$

$$\frac{M}{n} \cdot 0 = -\mu N + F$$

$$Ma = F_{sp} = F$$

$$v = v \quad Ma = \mu N$$

$$N = \frac{M}{n} g$$

$$a = \frac{\mu N}{M} = \frac{P}{vM}$$

$$a = \frac{\mu M g}{nM} = \frac{\mu g}{n}$$

~~$$a = \frac{F}{M}$$~~

$$\mu m g$$

$$a \tau = v$$

$$v = \frac{P}{\mu N} = \frac{P \cdot n}{\mu M g} \quad a = \frac{\mu m g}{M}$$

$$L = v \tau = \frac{v^2}{a} = \frac{v^2 \cdot n}{\mu g} = \frac{P^2 \cdot n^3}{\mu^3 \cdot M^2 \cdot g^3} = ?$$

$$= \frac{4 \cdot 24 \cdot 3 \cdot 10}{0,3 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 1^2 \cdot 100} = 40 \text{ м}$$



$$\mu N = P$$

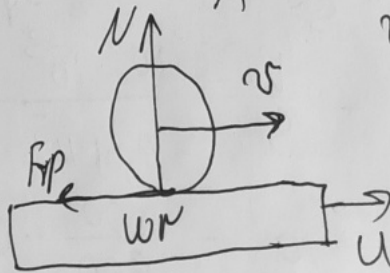
$$Ma = F$$

$$a = \frac{P}{M}$$

first

$$a \tau = v$$

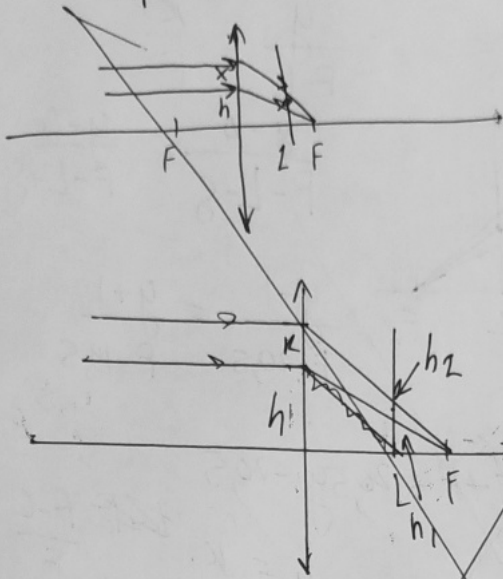
$$v \tau =$$



$v = \omega R$   
кет проканализи-  
вирел.



№4 чертёнок 20.



$$h_1 = \frac{F-L}{F} \cdot h$$

$$h_2 = \frac{F-L}{F} (h+k)$$

$$x_y = \frac{F-L}{F} \frac{(2h+k)}{2} = \text{const}$$

$$\frac{2h+k}{2} = x$$

1)  $S \quad A = \frac{S}{F} \cdot \frac{(2h+k)}{2}$

$$F = \frac{S}{A} \cdot \frac{2h+k}{2}$$

$$F = \frac{S}{A} \cdot x$$

$$F > L$$

$$x_y = y$$

$$\frac{x}{F} = \frac{x_y}{F-L} = \frac{x_y - D}{F-L-S} = \frac{x}{F}$$

$$\frac{y-1}{F-21,5} = \frac{y+1}{F-19,5}$$

$$Fy - F - 19,5y + 19,5 =$$

$$= Fy + F - 21,5y - 21,5$$

$$2F - 21,5y = 40$$

$$F - y = 20$$

$$1 = \frac{y-1}{y-0,5}$$





Председателю апелляционной  
комиссии олимпиады  
школьников „Ломоносов“  
Ректору МРЧ  
имени М. В. Ломоносова  
академику В. А. Садовничему  
ученика 11 Б класса  
МАОУ Лицея №130  
города Екатеринбург  
Евгее Романовича Обсеркина.

апелляция.

Прошу пересмотреть выставленные технические  
баллы 85 за мою работу заключительного  
этапа по физике, поскольку считаю, что  
задачи №1 и №4 решены, но допущены  
незначительные арифметические погрешности. Так  
в задаче №4 получена верная формула в  
общем виде, но подставленные значения перепутаны  
местами, из-за чего получено решение ответа с абсурдом  
в 2 раза. А в задаче №1 в выражении для мощности  
потеряна скорость доски. Спасибо за рассмотрение апелляции.

24 марта 2022 года



Оценка  
не учитывалась  
2022

