МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Котелевский Андрей Александрович**

Класс: 11

Технический балл: **81**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

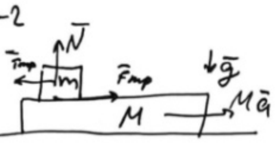
ШИФР РАБОТЫ 9078721

	1	2	3	4	∑
Задача	*8*	*15*	*8*	*15*	***81***
Вопрос	*5*	*10*	*10*	*10*	

ЧИСТОВИК

1.3.1. Задача В-2

$M = 1кг$
$N = 2Вт$
$\frac{M}{m} = n = 3$
$\mu = 0,3$
$g = 10 м/с^2$
$x = ?$



Колеса проскальзывают, значит на тела действуют силы трения скольжения $F_{тр} = \mu N$, где $N = \cancel{\mu} mg$, где m – масса автомобиля => $F_{тр} = \mu mg$. Вся мощность автомобиля „уходит" на работу силы трения. По II закону Ньютона для доски $F_{тр} = Ma$, где a – ускорение доски => $\mu mg = Ma$ =>

=> $a = \frac{\mu g}{n}$; получаем, что автомобиль покоится относительно земли и движется относительно доски с ускорением a.

По определению $N = \frac{\delta A}{dt} = \mu mg \frac{ds}{dt} = \mu mg \frac{d}{dt}\left(\frac{at^2}{2}\right) = \mu mg\, a t$ =>

=> $t = \frac{N}{\mu m g a}$, где ~~t~~ t выражается из $x = \frac{at^2}{2} = \frac{at}{2}\cdot t =$

$$= \frac{N}{2\mu mg}\cdot\frac{N}{\mu mga} = \frac{N^2}{2\mu^2 g^2 \cdot m^2 \cdot \mu g \cdot \frac{m}{M}} = \frac{N^2 \cdot M}{2(\mu g)^3 m^3} = \frac{N^2 \cdot M}{2(\mu g)^3 \cdot \frac{M^3}{n^3}} = \frac{N^2 \cdot n^3}{2(\mu g)^3 \cdot M^2} =$$

$$= \frac{2^2\cdot 3^3}{2(0,3\cdot 10)^3\cdot 1^2} = \frac{2^2\cdot 3^3}{2\cdot 3^3\cdot 1^2} = 2м$$

Ответ. $x = \frac{N^2 n^3}{2(\mu g)^3 M^2} = 2м$.

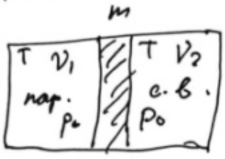
Вопрос. Рассмотрим изолированную систему двух тел (они не взаимодействуют ни с чем, кроме друг друга). Пусть они провзаимодействовали (например, абсолютно упруго ударились). Тогда будут равны величины $m_1 \Delta v_1 = -m_2 \Delta v_2$ (1) (m_1 и m_2 – массы тел соответственно (или меры инертности), Δv_1 и Δv_2 – изменения их скоростей. Для тела массы m_i, движущегося со скоростью v_i введем величину $\vec{p_i} = m_i \vec{v_i}$ (2) – называемую импульсом материальной точки, для системы точек импульс определяется как $\sum_i \vec{p_i} = \sum_i m_i \vec{v_i}$ – то есть векторная сумма. Раскроем выражение (1), представив $\Delta v_1 = v_1' - v_1$, $\Delta v_2 = v_2' - v_2$, где v_1, v_2 – скорости тел до взаимодействия, v_1', v_2' – после соответственно, тогда выражение примет вид $m_1 v_1' - m_1 v_1 = -m_2 v_2' + m_2 v_2$ => $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$ или, используя формулу (2) $p_1 + p_2 = p_1' + p_2'$ или в векторном виде $m_1\vec{v_1} + m_2 \vec{v_2} = m_1 \vec{v_1}' + m_2\vec{v_2}'$ или $\vec{p_1} + \vec{p_2} = \vec{p_1}' + \vec{p_2}'$. Отсюда вытекает, что импульс изолированной системы сохраняется, это и есть закон сохранения импульса.

1

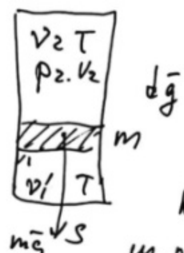
ЧИСТОВИК.

2.2.1. Задача. В-2

$m = 5$ кг
$V = 1$ л
$t = 100°C$
$S = 0{,}01$ м²
$g = 10$ м/с²
$p_0 = 10^5$ Па
$x - ?$



Абсолютная температура $T \approx 273 + 100 = 373$ K.
ν_1 и ν_2 - количества вещества пара и воздуха соответственно. Так как пар насыщенный, то его давление равно $p_н(100°C) = p_0$. Тогда давление воздуха тоже равно p_0. Запишем ур-я Клапейрона-Менделеева: для пара: $p_0 V = \nu_1 RT$
для воздуха: $p_0 V = \nu_2 RT$ (*)
$\Rightarrow \nu_1 = \nu_2$. Далее, когда цилиндр поставили вертикально, из-за давления поршня давление пара должно увеличиваться, но пар уже насыщенный, поэтому часть пара сконденсируется. ν_1' - количество пара после конденсации, его давление в установившемся состоянии все ещё p_0.



Пусть p_2 - давление в части цилиндра с воздухом, тогда из равновесия следует, что $p_н = p_2 + \frac{mg}{S} \Rightarrow p_2 = p_0 - \frac{mg}{S}$.
Пусть V_1 и V_2 - объемы частей с паром и с воздухом соответственно. Тогда из ур-й Клапейрона-Менделеева: $p_н V_1 = \nu_1' RT$, $p_2 V_2 = \nu_2 RT$, из (*) получим, что $p_2 V_2 = p_0 V \Rightarrow (p_0 - \frac{mg}{S})V_2 = p_0 V \Rightarrow V_2 = \frac{p_0}{p_0 - \frac{mg}{S}} V$;

$$V_1 = 2V - V_2 = 2V - \frac{p_0 S}{p_0 S - mg} V = \frac{2p_0 S - 2mg - p_0 S}{p_0 S - mg} V = \frac{p_0 S - 2mg}{p_0 S - mg} V$$

Очевидно, что $Sx = V - V_1 = V - \frac{p_0 S - 2mg}{p_0 S - mg} V = \frac{p_0 S - mg - p_0 S + 2mg}{p_0 S - mg} V =$

$$= \frac{mg}{p_0 S - mg} V = \frac{mgV}{p_0 S - mg} = \frac{5 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{10^5 \cdot 0{,}01 - 5 \cdot 10} = \frac{50 \cdot 10^{-3}}{1000 - 50} = \frac{50}{950} \cdot 10^{-3} =$$

$$= \frac{1}{19} \cdot 10^{-3} \text{ м} = \frac{1 \cdot 0{,}1}{19} \text{ см} \Rightarrow x = \frac{mgV}{(p_0 S - mg) \cdot S} = \frac{10^{-3}}{19 \cdot 0{,}01} = \frac{1}{19} \cdot 10^{-1} \text{ м} = \frac{10}{19} \text{ см}$$

Ответ $x = \frac{mgV}{(p_0 S - mg) S} = \frac{10}{19}$ см

Вопрос. Рассмотрим некоторый объем V воздуха с давлением p, в котором содержится некоторая влага (например, водяной пар), тогда для водяного пара можно записать ур-е Клапейрона-Менделеева: $pV = \nu_{пара} RT = \frac{m_п}{\mu_{H_2O}} RT \Rightarrow p = \frac{\rho_{пара}}{\mu_{H_2O}} RT$, где $\rho_{пара} = \frac{m_{пара}}{V}$ - плотность пара при некой температуре T. Тогда величина $\rho_{пара} = \rho$ называется абсолютной влажностью воздуха в выбранной системе. Давление $p = p_н$ - парциальное давление пара, то есть такое давление, которое бы имел пар с заданным количеством и параметрами системы (давление, температура, объём).
Пусть $p_н$ - давление насыщенного пара при заданной температуре. Это давление зависит от температуры экспоненциально (рис). $P_н$ - давление пара, когда он находится в состоянии динамического равновесия.

рис.

~~ЧИСТОВИК~~ ЧЕРНОВИК

4.2.1. Задача.

$l = 20$ см
$\delta = 0{,}5$ см
$\Delta = 1$ см
f - ?

Предположим, что экран находится между линзой и её фокусом. Приложенный луч проходит через фокус линзы.

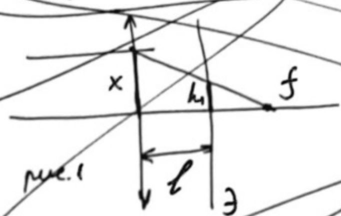
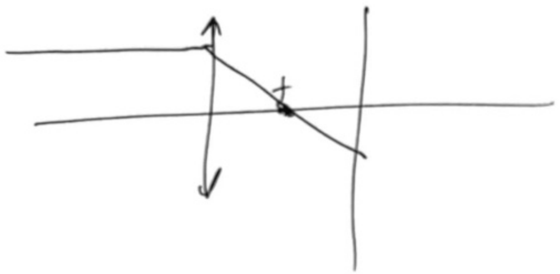
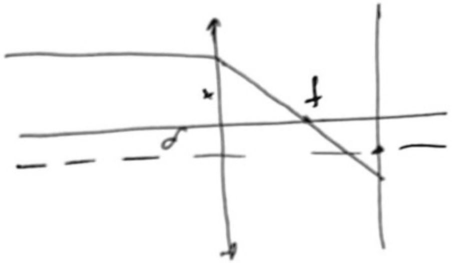
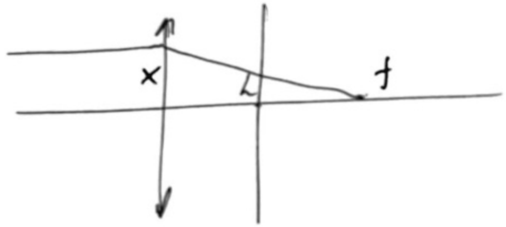


рис.1

x – „высота" луча (рис.1). h_1 – „высота" изображения. Из подобия треугольников $\frac{x}{h_1} = \frac{f}{f-l}$. Если линз сдвинуть вправо на δ, то формула примет вид: $\frac{x}{h_2} = \frac{f}{f-l+\delta}$, значит $\frac{\Delta}{x} = \frac{\delta}{f}$. Если влево, то $\frac{x}{h_3} = \frac{f}{}$







$\frac{x}{h} = \frac{f}{f-l}$

11

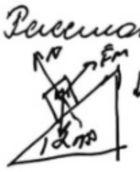
ЧИСТОВИК (3)

Продолжение вопроса 2.2.1. В-2

То есть в состоянии, когда конденсация уравновешивается испарением и наоборот. Тогда отношение $\varphi = \frac{p_п}{p_н}$ называется относительной влажностью воздуха или если в процентах, то $\varphi = \frac{p_п}{p_н} \cdot 100\%$.

3.5.1. Задача.

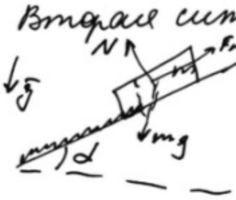
$m = 100г$
$\alpha_{пр} = 30°$
$\sigma = +3\,мкКл/м^2$
$q = +3\,мкКл$
$(v_1/v_2)^{-1} - ?$



Рассмотрим 1ю ситуацию. Так как угол $\alpha_{пр}$ - предельный, то $F_{тр} = \mu N$ - сила трения. Из II закона Ньютона, опустив проекции, получим, что $N = mg\cos\alpha_{пр}$

$F_{тр_1} = mg\sin\alpha_{пр} \Rightarrow \mu mg\cos\alpha_{пр} = mg\sin\alpha_{пр} \Rightarrow$
$\Rightarrow \mu = tg\,\alpha_{пр}$ - коэффициент трения.

Вторая ситуация. Пусть L-длина пластинки, тогда она



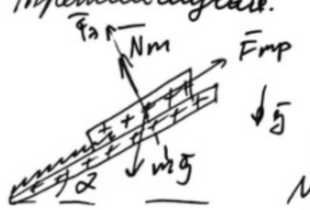
опустится на величину $\Delta h = L\sin\alpha$. Совершается работа силы трения $A_{тр}$. Значит запишем закон сохранение энергии: $mgL\sin\alpha = \frac{mv_1^2}{2} + A_{тр}$. (1)

Найдем работу $A_{тр}$. По определению $A_{тр} = \int^L F_{тр}\,dx$, где x - координата нижнего конца пластинки, если осью Ox направить вдоль плиты и т. $x=0$ - начало шероховатой пов-сти.

$m_1(x) = m\cdot\frac{x}{L} = \frac{m}{L}x$ - масса бруска на шер. пов-сти в зависимости от x. Тогда из II закона Ньютона $F_{тр}(x) = \mu\frac{m}{L}xg\cos\alpha \Rightarrow$

$\Rightarrow A_{тр} = \int_0^L \mu\frac{m}{L}g\cos\alpha\, x\,dx = \frac{1}{2}\mu\frac{m}{L}g\cos\alpha L^2 = \frac{1}{2}\mu mg\cos\alpha L$, подставим в ф-лу (1) $\Rightarrow 2gL\sin\alpha = v_1^2 + \mu gL\cos\alpha \Rightarrow g(2\sin\alpha - \mu\cos\alpha)L = v_1^2$

Третий случай. $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ - поле, которое создает плита, так как $q\cdot\sigma > 0$, то пластинка будет отталкиваться от плиты, причём с силой $F_э = qE = \frac{q\sigma}{2\varepsilon_0}$



Отличие от 2го случая лишь в том, что теперь $N = mg\cos\alpha - \frac{q\sigma}{2\varepsilon_0}$. Тогда аналогично из ЗСЭ:

$mgL\sin\alpha = \frac{mv_2^2}{2} + A_{тр}$ (2) $F_{тр} = \mu N = \mu(mg\cos\alpha - \frac{q\sigma}{2\varepsilon_0}) = \mu mg\cos\alpha - \frac{\mu q\sigma}{2\varepsilon_0}$

$F_{тр}(x) = \mu\frac{m}{L}xg\cos\alpha - \frac{\mu q\sigma}{2\varepsilon_0} \Rightarrow A_{тр} = \int_0^L(\mu\frac{m}{L}xg\cos\alpha - \frac{\mu q\sigma}{2\varepsilon_0})dx =$

$= \frac{1}{2}\mu mg\cos\alpha L - \mu\frac{q\sigma}{2\varepsilon_0}L = \mu L(\frac{1}{2}mg\cos\alpha - \frac{q\sigma}{2\varepsilon_0}) \Rightarrow$

$\Rightarrow (2): 2mgL\sin\alpha = mv_2^2 + \mu L(mg\cos\alpha - \frac{q\sigma}{\varepsilon_0}) \Rightarrow v_2^2 = L(2g\sin\alpha - \mu g\cos\alpha + \frac{\mu q\sigma}{m\varepsilon_0}) \Rightarrow \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 = \frac{2g\sin\alpha - \mu g\cos\alpha + \frac{\mu q\sigma}{m\varepsilon_0}}{2g\sin\alpha - \mu g\cos\alpha} =$

$= 1 + \frac{\mu q\sigma}{m\varepsilon_0(2\sin\alpha - \mu\cos\alpha)g} = 1 + \frac{\frac{\sqrt{3}}{3}\cdot 3\cdot 3\cdot 10^{-12}}{0{,}1\cdot 9\cdot 10^{-12}(2\cdot\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{3}\cdot\frac{\sqrt{3}}{2})\cdot 10} = 1 + \frac{20\sqrt{3}}{3} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{1 + \frac{20\sqrt{3}}{3}}$

Ответ. В $\left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{-1} = \sqrt{1 + \frac{\mu q\sigma}{m\varepsilon_0 g(2\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}} = \sqrt{1 + \frac{20\sqrt{3}}{3}}$, где $\mu = tg\,\alpha_{пр}$, раз.

В-2 ЧИСТОВИК. (4)

Вопрос. Рассмотрим следующий эксперимент: Возьмем несколько разных проводников и будем увеличивать их заряды, тогда можно заметить, что величины их потенциалов увеличиваются (потенциал на бесконечности принимаем за ноль). Но экспериментально было установлено, что величина $\frac{q}{\varphi}$, где q - заряд проводника, φ - его потенциал, остается неизменной. Данную величину называют электроёмкостью проводника, обозначение: $C = \frac{q}{\varphi}$.

Рассмотрим плоский конденсатор с зарядом q и $\varphi = U$.

По определению $U = Ed$, где d - расстояние между пластинами, а E - напряженность поля внутри конденсатора. $E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{q}{\varepsilon_0 S} \Rightarrow C = \frac{q}{U} = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$, S - площадь пластин конденсатора. Если между пластинами диэлектрик с проницаемостью ε, то формула примет вид: $C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}$ - Величина электроёмкости зависит только от параметров проводника и характеризует его способность накапливать заряд.

ЧИСТОВИК.

ч. 3. 1. Задача. В-2

$l = 20$ см
$\delta = 0{,}5$ см
$\Delta = 1$ см.
$f = ?$

Для начала рассмотрим случай, когда $0 < f < l$.

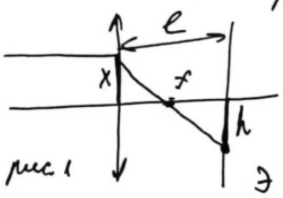


рис 1

x – „высота" луча, h – „высота" изображения (см. рис. 1)

Из подобия треугольников $\frac{x}{h} = \frac{f}{l-f}$. (1)

Далее линзу сместим на δ (см. рис 2).

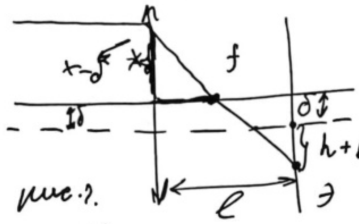


рис. 2

Аналогично из подобия получаем отношение

$$\frac{x-\delta}{h+\Delta+\delta} = \frac{f}{l-f} \ (2) \Rightarrow \frac{x}{h} = \frac{x-\delta}{h+\Delta+\delta}$$

из (1): $x = \frac{fh}{l-f}$ => подставим в (2):

$$\frac{\frac{fh}{l-f} - \delta}{h+\Delta+\delta} = \frac{f}{l-f} \Rightarrow \frac{fh - \delta(l-f)}{h+\Delta+\delta} = f \Rightarrow fh - \delta(l-f) = fh + f(\Delta+\delta) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -\delta l + \delta f = f(\Delta+\delta) \rightarrow f\Delta = \delta l \Rightarrow f = \frac{\delta l}{\Delta} = \frac{0{,}5 \cdot 20}{1} = 10 \text{ см}.$$

Теперь рассмотрим случай, когда $f > l$.

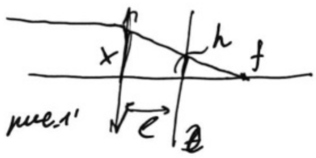
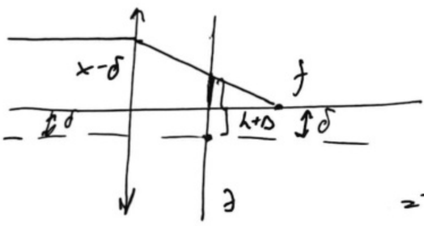


рис. 1'

$\frac{x}{h} = \frac{f}{f-l}$ (1)' из подобия (рис. 1') аналогично строим рис. 2', как и рис. 2. Аналогично получаем, что $\frac{x-\delta}{h+\Delta-\delta} = \frac{f}{f-l}$ (2)'. из (1)':



$x = \frac{fh}{f-l}$; подставляем в (2)':

~~$\frac{fh}{}-\delta$~~

$$\frac{\frac{fh}{f-l} - \delta}{h+\Delta-\delta} = \frac{f}{f-l} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{fh - \delta(f-l)}{h+\Delta-\delta} = f \Rightarrow fh - \delta f + \delta l = fh + \Delta f - \delta f \rightarrow$$

$$\Rightarrow f = \frac{\delta l}{\Delta} = \frac{0{,}5 \cdot 20}{1} = 10 \text{ см}.$$ Результаты одинаковые в обоих случаях, поэтому окончательный ответ $f = \frac{\delta l}{\Delta} = \frac{0{,}5 \cdot 20}{1} = 10$ см.

P.S. При построении изображений использовалось свойство, что лучи, проходящие через линзу параллельно главной оптической оси, при преломлении проходят через фокус линзы.

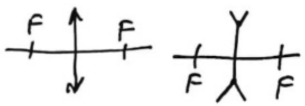
Ответ. $f = \frac{\delta l}{\Delta} = 10$ см.

5

9078721

ЧИСТОВИК.

4.3.1. Вопрос. [В-2] Рассмотрим тонкую линзу (собирающую или



рассеивающую, для которых можно пользоваться параксиальным приближением). Как известно, у оптических тел есть фокальные области, но есть области, куда попадают параллельно пущенные лучи света, например, для сферы - это другая сфера, а для тонкой линзы - это фокальная плоскость, которая находится на некотором расстоянии F от линзы, и F называется фокусным расстоянием тонкой линзы (рис 1.а, рис 1.б). Для собирающей линзы

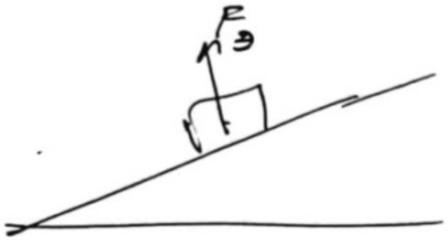
рис. 1. а

рис 1. б

принято считать величину F - положительной, для рассеивающей - отрицательной, так как у рассеивающей линзы лучи пересекаются на своих продолжениях. Чтобы получить точку фокуса на главной оптической оси достаточно просто пустить лучи параллельно ей и после преломления посмотреть на их пересечение с главной оптической осью.

Оптическая сила линзы есть величина $D = \frac{1}{F}$, измеряемая в диоптриях [Дптр] = [$м^{-1}$], которая характеризует преломительную способность линзы. Вообще говоря, если величина показателя преломления линзы относительно показателя преломления среды равно n_{21}, то величина оптической силы будет равна $D = \frac{n_{21}}{F}$. Эта величина имеет такой же знак, как и величина F,

$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ $\quad F_э = qE = \frac{q\sigma}{2\varepsilon_0}$ $\quad$ ЧЕРНОВИК



$x \quad F_{тр} = \mu m g \cos\alpha$

$m_i(x) = \frac{m}{L} x \rightarrow F_{тр} = \mu \frac{m}{L} x g \cos\alpha$

$\cancel{\delta A_{тр}}$ $A_{тр} = \int_0^L F_{тр}\, dx = \mu \frac{m}{L} g \cos\alpha \int_0^L x\, dx =$

$= \mu \frac{m}{L} g \cos\alpha \cdot \frac{1}{2} L^2 = \frac{1}{2} \mu m g \cos\alpha L$

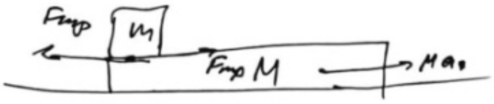
$\mu = tg\, 30° = \frac{\sqrt{3}}{3}$

$$\frac{\frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 3 \cdot 3}{9 \cdot 9 \cdot 10^{-12} \cdot 10 (2 \cdot \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2})} = \frac{3\sqrt{3}}{9 \cdot 10^{-12}(1 - \frac{3}{6})} = \frac{\sqrt{3}}{3 \cdot 10^{-12} \cdot \frac{1}{2}} = \frac{2\sqrt{3}}{3} \cdot 10^{12}$$

7

9078721

ЧЕРНОВИК



$M = nm$

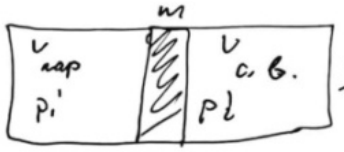
$F_{тр} = \mu m g$

$N = \frac{dA}{dt}$; $\Rightarrow t = N \cdot \frac{1}{\mu^2 g^2} \cdot \frac{n}{m}$

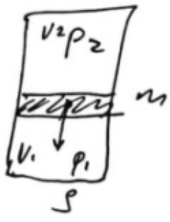
$Ma = \mu m g \Rightarrow a = \mu \frac{m}{M} g = \frac{\mu g}{n}$ $\quad S = \frac{at^2}{2}$

$N = \frac{\mu m g\, dS}{dt} = \mu m g \frac{dS}{dt}$; $\quad S = \frac{at^2}{2} \Rightarrow \frac{dS}{dt} = at \Rightarrow N = \mu m g \cdot at \Rightarrow$

$\Rightarrow N = \mu m g \cdot \frac{\mu g}{n} t =$



$\rightarrow$



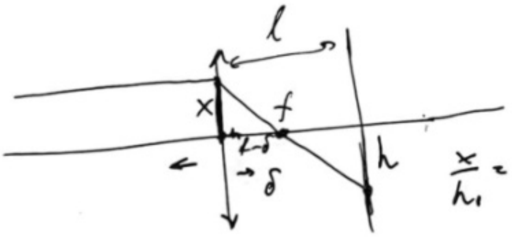
$p_н (t = 100°C) = p_0 \Big) = \mu^2 g^2 \frac{m}{n} t \Rightarrow$

$p_1 = \frac{mg}{S} + p_2$

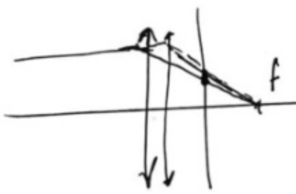
пусть пар не сконд. $\Rightarrow$ $p_1 V_1 = \nu_1 RT$; $p_2(2V - V_1) = \nu_2 RT \Rightarrow$

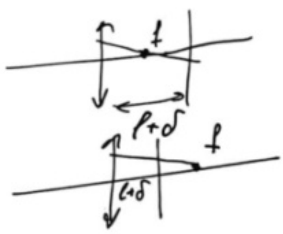
$p_1' V = \nu_1 RT$, $p_2' V = \nu_2 RT$ $\Rightarrow \nu_1 = \nu_2 \Rightarrow$ $p_1 V_1 = p_2 (2V - V_1) \Rightarrow \frac{mg}{S} V_1 + p_2 V_1 = p_2 (2V - V_1) \Rightarrow$

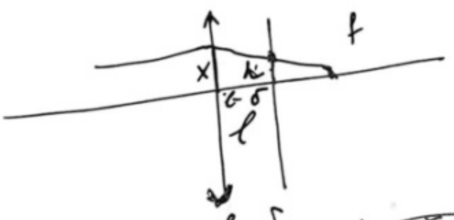
$\Rightarrow \frac{mg}{S} V_1 = 2p_2 (V - V_1)$ ~~$= 2p_2$~~



$\frac{x}{h_1} = \frac{f}{l-f}$







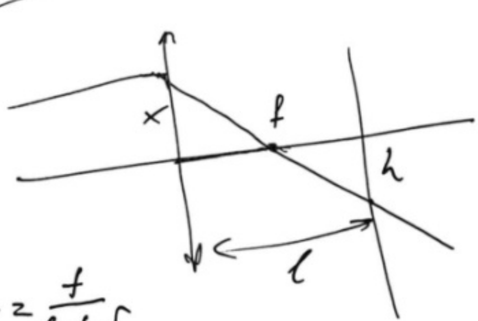
$\frac{x}{h_1} = \frac{f}{f-l}$ $\rightarrow$ $\frac{x}{h_2} = \frac{f}{l-f-\delta}$

$\frac{x}{h_2} = \frac{f}{f-l+\delta} = -\frac{f}{l-f-\delta}$

$\rightarrow \frac{x}{h_1} = \frac{f-\delta}{l-f+\delta}$; $\frac{x}{h_1} =$

$\frac{x}{h_3} = \frac{f}{l+\delta-f}$

$\frac{x}{h_3} = \frac{f}{f-l-\delta} = -\frac{f}{l+\delta-f}$

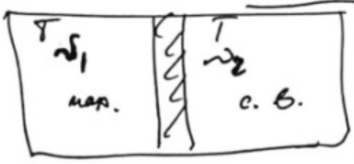


$\frac{x}{h} = \frac{f}{l-f}$; $\frac{x}{h'} = \frac{f}{l-f-\delta} \Rightarrow \frac{x}{h''} = \frac{f}{l-f+\delta}$

$\Rightarrow \frac{l-f-\delta}{f} = \frac{h'}{x} \Rightarrow \frac{\cancel{l}-f}{\cancel{l-f}} = \frac{h}{x} \Rightarrow \frac{\Delta}{x} = \frac{\delta}{f}$

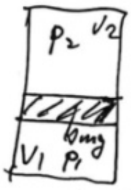
8

ЧЕРНОВИК



$p'V = \nu_1 RT$; $p'V = \nu_2 RT \Rightarrow \nu_1 = \nu_2 = \nu$

~~$p_н V$~~ $p_0 V = \nu RT$



~~$p_1 V_1 = p_2 V_2$~~ ; $p_1 = p_2 + \frac{mg}{S}$; $V_1 = 2V - V_2$

~~$Sx = V - V_1$~~

$p_0 V = \nu RT$

сконденсировалось обязательно

~~откачать далее сверх откачать как~~

$p_н V_1 = \nu_1 RT$, $p_2 V_2 = \nu RT$; $Sx = V - V_1$

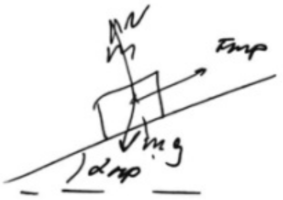
$p_н = p_2 + \frac{mg}{S} \Rightarrow p_2 = p_н - \frac{mg}{S} = 10^5 \cdot \frac{5 \cdot 10}{0{,}01} = 10^5 - 5 \cdot 10^3 > 0$

$\left(p_н - \frac{mg}{S}\right) V_2 = \nu RT = p_0 V \Rightarrow V_2 = \frac{p_0 V}{p_0 - \frac{mg}{S}}$

$V_1 = 2V - V_2 = 2V - \frac{p_0 V}{p_0 - \frac{mg}{S}} = \frac{2p_0 V - \frac{2mgV}{S} - p_0 V}{p_0 - \frac{mg}{S}} = \frac{p_0 V - \frac{2mgV}{S}}{p_0 - \frac{mg}{S}} =$

$= \frac{p_0 VS - 2mgV}{p_0 S - mg} = \frac{p_0 S - 2mg}{p_0 S - mg} V = \frac{10^5 \cdot 0{,}01 - 2 \cdot 5 \cdot 10}{10^5 \cdot 0{,}01 - 5 \cdot 10} \cdot 10^{-3} =$

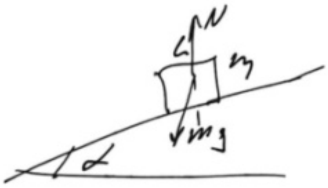
$= \frac{1000 - 100}{1000 - 50} \cdot 10^{-3} = \frac{900}{950} \cdot 10^{-3} = \frac{90}{95} \cdot 10^{-3} = \frac{18}{19} \cdot 10^{-3} = \frac{18}{19} см \approx 1 см.$



$F_{тр} = \mu N = \mu mg \cos\alpha_{тр}$

$F_{тр} = mg \sin\alpha_{тр} \Rightarrow \mu mg \cos\alpha_{тр} = mg \sin\alpha_{тр} \Rightarrow$

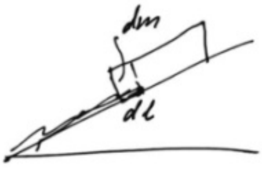
$\Rightarrow \mu = tg\,\alpha_{тр}$



$F_{тр} = \mu N = \mu mg \cos\alpha$

$mgh_1 = \frac{mv_1^2}{2} + A_{тр} + mgh_2$

$\Delta h = h/\sin\alpha$ ~~Δh~~ $\Delta h = h \sin\alpha$



$\frac{dm}{M} = \frac{dl}{L} \Rightarrow dm = \frac{M}{L} dl$

$dA = F_{тр} dl = \mu dm g \cos\alpha\, dl =$

$dA = d(\mu mg \cos\alpha\, l) = \mu g \cos\alpha\, d(ml) =$

$= \mu g \cos\alpha (dm\, l + M dl) \Rightarrow A = \mu g \cos\alpha (ML + M \cdot L) =$

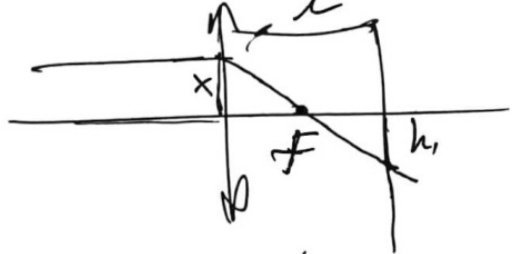
$= 2\mu M g \cos\alpha L$.

ЗСЭ $mgL \sin\alpha = \frac{mv_1^2}{2} + 2\mu Mg \cos\alpha L \Rightarrow 2gL \sin\alpha = v_1^2 + 4\mu g \cos\alpha L \Rightarrow$

$\Rightarrow v_1^2 = 2gL(\sin\alpha - 2\cos\alpha)$

9

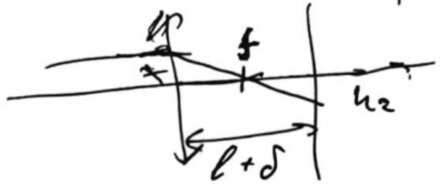
ЧЕРНОВИК



$\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F}$

$\frac{1}{f}=\frac{1}{F}$

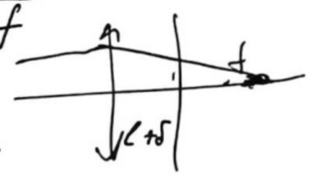
$\frac{x}{h_1}=\frac{f}{l-f}$



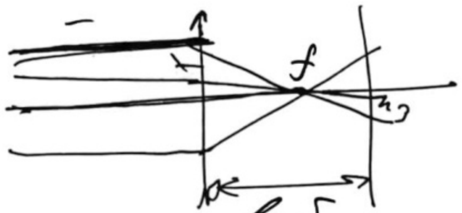
$\frac{x}{h_2}=\frac{f}{l+\delta-f}$

$f=F$

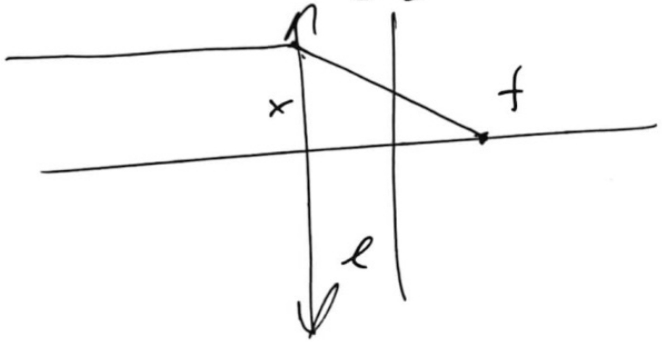
$\frac{\Delta}{x}=\frac{\delta}{f}$

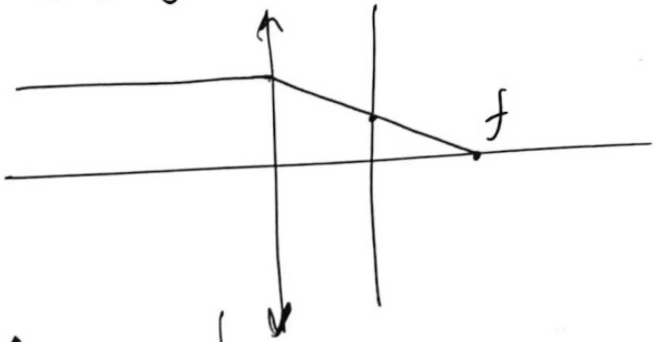


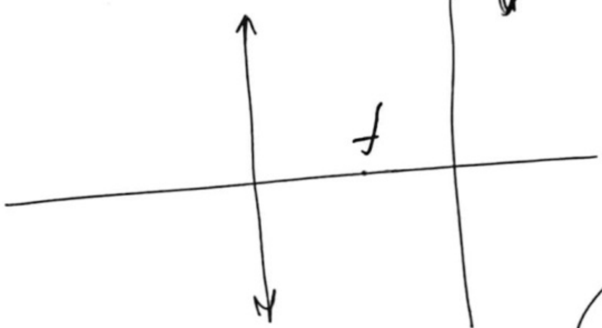
$\frac{\Delta}{x}=\frac{\delta}{f}$



$\frac{x}{h_3}=\frac{f}{l-\delta-f}$







10