



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Поликарпов Дмитрий Михайлович**

Класс: 11

Технический балл: **81**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9793589

	1	2	3	4	Σ
Задача	7	15	5	15	81
Вопрос	9	10	10	10	

N 2.8.1 5 kn.



$V_n = 1 \mu$ $V_0 = 1 \mu$
 V_0

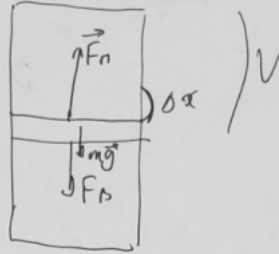
$mg + F_B = F_n$

$mg + p_B S = p_n S$
 $10^5 - \text{const.} - \text{bloj.}$

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

$\frac{p_n S - mg}{S} = \frac{\partial RT}{V_0 + S \Delta x}$

Upravebn ①
 $pV = \text{const.}$



$pV = \partial RT$

$p = \frac{\partial RT}{V}$

$\partial RT S = (V_0 + S \Delta x) (p_n S - mg)$

~~$\partial RT S = V_0 p_n S - V_0 mg + S \Delta x p_n S - mg S \Delta x$~~

~~$\partial RT S = V_0 (p_n S - mg) + S \Delta x (p_n S - mg)$~~

$\partial RT S - V_0 (p_n S - mg) = S \Delta x (p_n S - mg)$

$\Delta x = \frac{\partial RT S - V_0 (p_n S - mg)}{S (p_n S - mg)}$

$\frac{\mu^2 \cdot kn \cdot \frac{\mu}{c^2}}{\mu^2 \left(\frac{M}{M} - kn \frac{\mu}{c^2} \right)}$

$ma = kn \cdot \frac{\mu}{c^2}$

AAA

$\frac{\mu^2 \cdot kn}{c^2 \left(\frac{M \cdot \mu}{c^2} - kn \cdot \mu \right)} = \frac{\mu^2 \cdot kn}{kn \cdot \mu - kn \cdot \mu}$

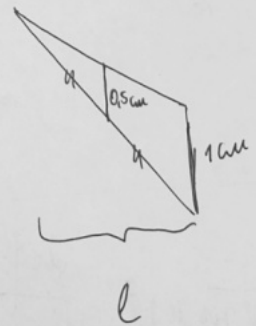
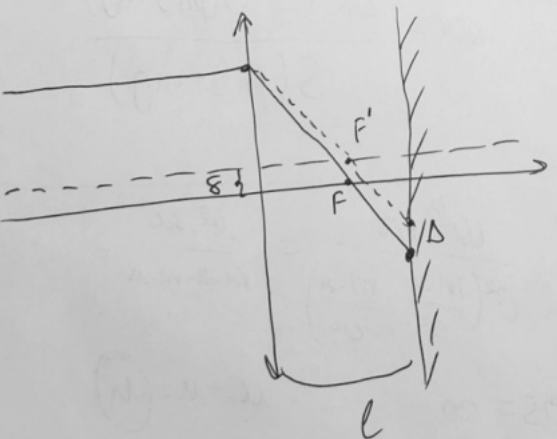
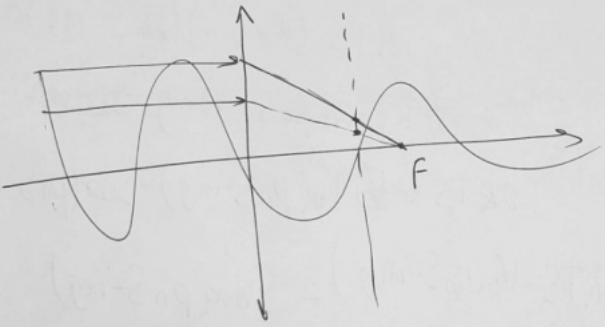
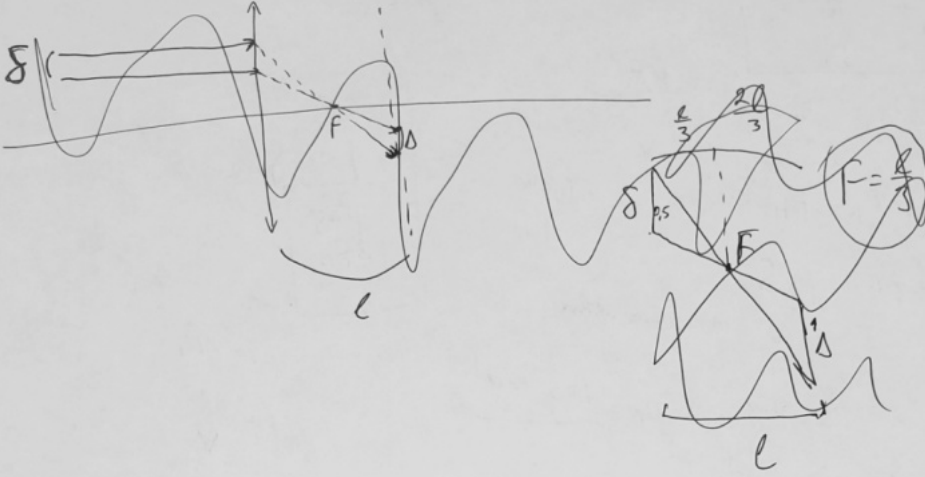
$\frac{\mu^2 \cdot kn}{c^2 \left(\frac{M \cdot \mu}{c^2} - kn \cdot \mu \right)} = \frac{\mu^2 \cdot kn}{kn \cdot \mu - kn \cdot \mu} =$

$= \mu - \mu = (\mu)$

$950 : 5 = \frac{5 \cdot 2 \cdot 95}{5} = 2 \cdot 95 = 190$

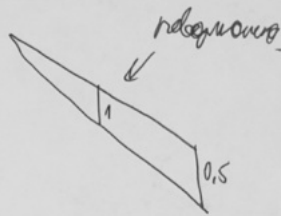
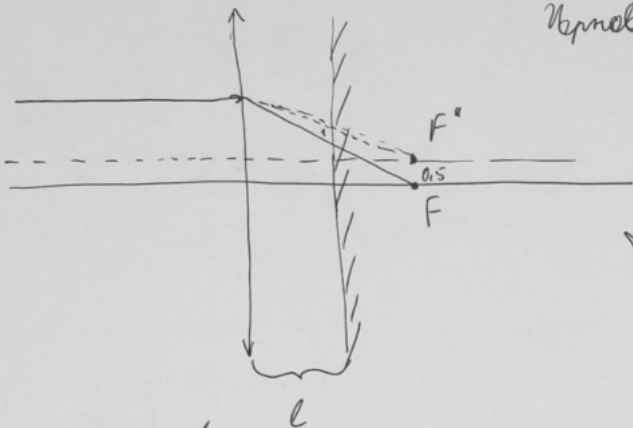
№4.3.1.

Углублен (2)

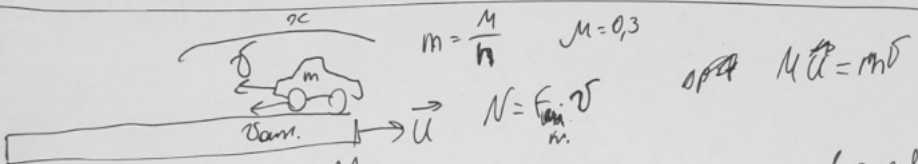


$$F = \frac{l}{2}$$

Упражнение 3.



$$F : D = \frac{1}{F}$$



$$m = \frac{M}{n} \quad \mu = 0,3$$

$$N = F_{\sin} \cdot \sigma$$

$$\text{или } M \cdot \alpha = m \cdot \sigma$$

$$Dp = 0 = F_{\cos} \cdot \sigma t$$

Пересмотрим уравнения движения:

$$F_k = F_{\text{тр}} \quad N = F_k \cdot \sigma_{\text{ам}}$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg$$

$\sigma_{\text{ам}}$ - угловая скорость относительно оси.

$$\vec{v} = \vec{v}_{\text{ам}} + \vec{u}$$

$$v_{\text{ам}} = u - v = (u + \sigma)$$

$$\frac{N}{v_{\text{ам}}} = \mu mg = \frac{\mu Mg}{n}$$

массы, перемещающаяся вверх по наклонной.

Или $m: g$
 $u: N; \mu$

$$x = \frac{v_{\text{ам}}^2}{2a} = \frac{v_{\text{ам}}^2 m}{2 \mu N} = \frac{M v_{\text{ам}}^2}{2 \mu N m}$$

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{N}{v_{\text{ам}}} &= \frac{M \mu g}{n} \\ v_{\text{ам}} &= (u + \sigma) \\ M \omega &= \frac{M}{n} \sigma = \frac{M \sigma}{n} \end{aligned} \right.$$

$$ma = F_{\text{тр}} = \mu N$$

$$a = \frac{\mu N}{m}$$

$$u = \frac{\sigma}{n}$$

Упробук (u)

$$v_{\text{ann}} \cdot \mu Mg = Nn \quad v_{\text{ann}} = \frac{Nn}{\mu Mg}$$

$$\frac{Nn}{\mu mg} = \frac{\delta}{n} + \delta \quad \frac{Nn}{\mu Mg} = \frac{\delta(1+n)}{n}$$

$$\frac{Nn}{\mu mg} = \frac{\delta + \delta n}{n} \quad v(1+n)\mu Mg = Nn^2$$

$$v = \frac{Nn^2}{(1+n)\mu Mg}$$

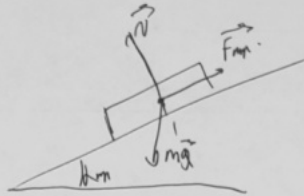
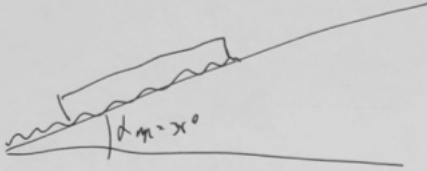
$$v_{\text{ann}} = \frac{\delta}{n} + \delta = \frac{Nn}{(1+n)\mu Mg} + \frac{Nn^2}{(1+n)\mu Mg}$$

$$x = v_{\text{ann}} = \frac{2 \cdot 3}{4 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 10} \neq \frac{2 \cdot 9^{\frac{18}{12}}}{4 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 10} = \frac{1}{2} + \frac{3}{2} = 2 \text{ (u/c)}$$

$$x = \frac{1 \cdot 0}{2 \cdot 0,3 \cdot 2 \cdot 3} = \frac{1}{0,9} = \frac{1}{\frac{9}{10}} = \frac{10}{9} \text{ (u)}$$

$$x = \frac{4}{2 \cdot 0,3 \cdot 10} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3} \text{ (u)}$$

5) Dependence.

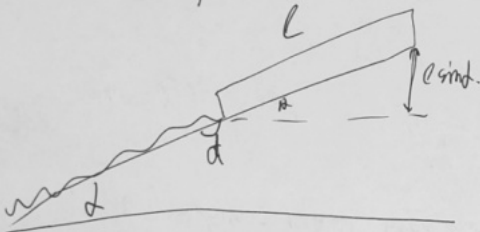


$$N = mg \cos \alpha$$

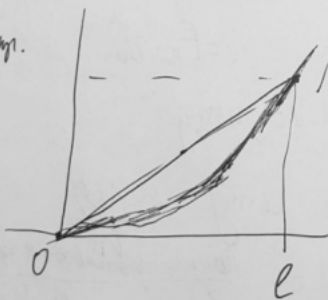
$$F_{fr} = mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha$$

$$\mu = \frac{mg \sin \alpha}{mg \cos \alpha} = \tan \alpha$$

$$\mu = \tan 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{2}{\sqrt{3}} = \frac{2}{3}$$



F_{fr}



$$A_{fr} = \frac{\mu mg \cos \alpha \cdot l}{2}$$

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

$$2g \sin \alpha \cdot l = \mu g \cos \alpha \cdot l + v^2$$

Ki Nae Sabunna kelen # anmanubana,
 $F_{fr} = \mu mg \cos \alpha$
 $A = F \cdot d = \mu mg \cos \alpha \cdot d$
 $K_{sp} \cdot \Delta l = -A_{fr}$

№ 2.2.1.

$m = 5 \text{ кг}$

$V_0 = 1 \text{ л} = 10^{-3} \text{ м}^3$

$t_0 = 100^\circ \text{C}$

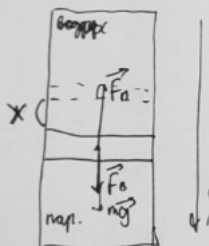
$S = 0,01 \text{ м}^2 = 10^{-2} \text{ м}^2$

$g = 10 \text{ м/с}^2$

$\rho_0 = 10^5 \text{ Па}$

x-?

Конец:



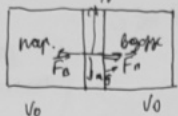
Вопрос 2.

Учитывая: (1 м^3)

начало: \vec{K}

$pV = \nu RT$

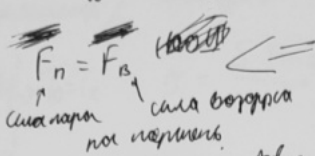
$p = \frac{F}{S}$



И затем рассмотрим на поршень:

$m\vec{a} = 0 = \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_b + \vec{F}_n$

OX: $0 = F_n - F_b$



$p_n S = p_b S$ (добавлено воздуха, давление пара)

$p_n = p_b$

$p_n = p_0 = 10^5$ (м.к. начального пара при $t_0 = 100^\circ \text{C}$)

$p_b = p_0$

$p_b V_0 = \nu_b R T_0$ $T_0 = 373$

$\nu_b = \frac{p_b V_0}{R T_0} = \frac{p_0 V_0}{R T_0}$

И затем рассмотрим на поршень:

$m\vec{a} = 0 = \vec{F}_n + \vec{F}_b + m\vec{g}$ $m\vec{g} + F_b = F_n$

OX:

$0 = m\vec{g} + F_b - F_n$ $m\vec{g} + p_b S = p_n S$

t_k - температура воздуха; $t_k = t_0$ (по условию).

Давление пара становится меньше, т.к. при его расширении часть пара конденсируется в воду (и наоборот можно предположить), поэтому давление пара не может быть больше давления насыщенного пара.

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

$p_b V_b = \nu_b R T_k$ ← абсолютная температура инвариантна.

добавлено воздуха (конденсат) количество вещества воздуха

$T_k = (t_k + 273)$ $V_b = V_0 + \Delta V = V_0 + S \cdot x$ (изменение объема)

$p_b = \frac{\nu_b R T_k}{V_0 + S \cdot x}$

Условие (2 ч 3)

$$\frac{p_0 S - mg}{S} = \frac{\partial_B R T_K}{V_0 + Sx}$$

$$S \partial_B R T_K = (p_0 S - mg)(V_0 + Sx)$$

$$\partial_B = \frac{p_0 V_0}{R T_0} \quad \left(\begin{array}{l} \text{какая-то вещь} \\ \text{воздуха, которое} \\ \text{не изменилось} \end{array} \right)$$

$$S \partial_B R T_K = V_0 (p_0 S - mg) + Sx (p_0 S - mg)$$

$$Sx (p_0 S - mg) = S \partial_B R T_K - V_0 (p_0 S - mg)$$

$$\left. \begin{array}{l} T_0 = t_0 + 273 \\ T_K = t_K + 273 \end{array} \right\} \rightarrow T_0 = T_K$$

$$x = \frac{S \partial_B R T_K - V_0 (p_0 S - mg)}{S (p_0 S - mg)}$$

$$p_0 = p_0 \quad (\text{кон. велич.})$$

$$x = \frac{\frac{p_0 V_0}{R T_K} S R T_K - V_0 p_0 S + V_0 mg}{S (p_0 S - mg)}$$

$$x = \frac{p_0 V_0 S - V_0 p_0 S + V_0 mg}{S (p_0 S - mg)} = \frac{V_0 mg}{S (p_0 S - mg)}$$

$$x = \frac{10^{-3} \cdot 5 \cdot 10}{10^{-2} (10^5 \cdot 10 - 5 \cdot 10)} = \frac{5}{10^3 - 50} = \frac{5}{950} = \frac{1}{190} \quad (\text{м})$$

$$\text{Ответ: } x = \frac{1}{190} \text{ м.}$$

Влажность - отношение массы водяного пара к общему, который он занимает.

Относительная влажность - отношение плотности водяного пара к плотности нас. пара при той же температуре и т.д.

$$\varphi = \frac{\rho_0}{\rho_{нас}} \cdot 100\%$$

$$\text{Плотность } \varphi = \frac{\rho_0}{\rho_{нас}} \cdot 100\%$$

(Отношение факт. пара к факт. нас. пара.)

№ 3. 1

$l = 20 \text{ см}$

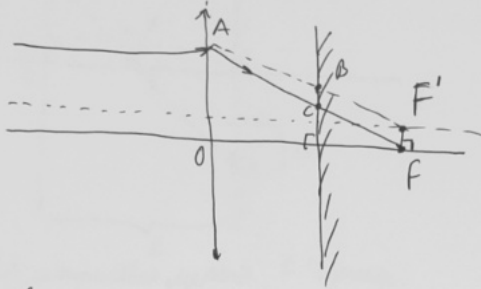
$\delta = 0,5 \text{ см}$

$d = 1 \text{ см}$

$f = ?$

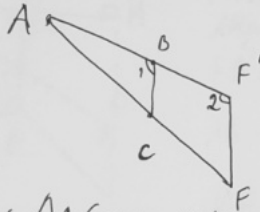
Уменьшен (3 уг 8)

I случай (фотос перед экраном)



Максим угол зрения: вертикаль линз; F' - фокус.

I AFF':



$FF' = \delta \quad BC = d$

$BC \parallel FF'$, т.к. линзы перпендикулярны перпендикулярно осн. осн, а экран ей перпендикулярен.

$\left. \begin{matrix} \angle 1 = \angle 2 \\ \angle A - \text{общ} \end{matrix} \right\} \Rightarrow \triangle ABC \sim \triangle AFF'$
(по 2м углам)

$\angle 1 = \angle 2$ (как соответств BC и FF' и сев AF')

$AP - \text{гипот} \triangle APF' \Rightarrow AB \angle AF' \Rightarrow \frac{AB}{AF'} < 1$

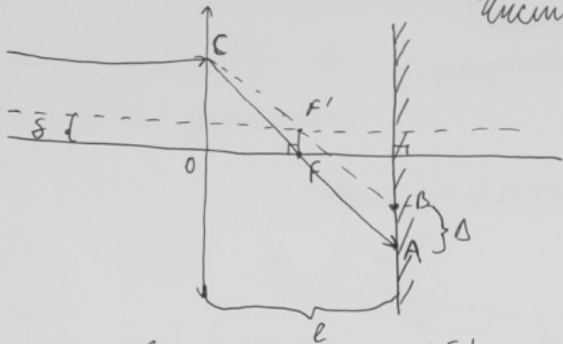
$\frac{AB}{AF'} = \frac{BC}{F'F}$

$\frac{AB}{AF'} = \frac{d}{\delta} = \frac{1 \text{ (см)}}{0,5 \text{ (см)}} = 2$, но $\frac{AB}{AF'} < 1 \leftarrow$

Итак, такой случай невозможен.

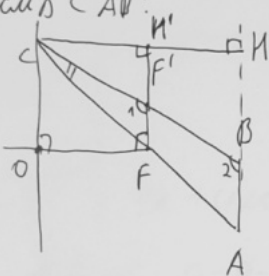
II случай: (фотос перед экраном).

Условие (4 ч. 8)



Известно поле зрения: изображение мшля; F' - фокус.

рассм. $\triangle CAB$:



$FF' \parallel AB$ (и т.д. линия перпендикулярна перпендикуляру к оптич. оси, а значит ей перпендикулярна).

$FF' = \delta$ (по условию)

$AB = \Delta$ (по условию)

Спроектируем CH - перпендикуляр на AB

CH - перпенд. $\Rightarrow CH \perp AB \Rightarrow CH = \ell$

$CH' \perp FF'$; $CH' \perp FF'$

$(AB \parallel FF', AB \perp CH \Rightarrow FF' \perp CH)$

Рассм $\triangle CH'FO$; $\angle O = 90^\circ$; $\angle C = 90^\circ$; $\angle H' = 90^\circ \Rightarrow \triangle CH'FO$ - прямоуголь.

$OF = CH'$; OF - искомое f (по условию).

$\angle 1 = \angle 2 \Rightarrow \triangle CF'FO \sim \triangle CBA$ (по 2-м углам), k подобия $= \frac{FF'}{AB} = \frac{\delta}{\Delta}$

Все элементы этих прямоугольных треугольников относятся как k : $CH' - \text{бок } \triangle CF'F$
 $CH - \text{бок } \triangle CBA$

$$\frac{CH'}{CH} = k = \frac{\delta}{\Delta} \quad \frac{\delta}{\Delta} = \frac{OF}{\ell} \quad OF = \frac{\delta \ell}{\Delta} \quad \boxed{f = \frac{\delta \ell}{\Delta}}$$

$$f = \frac{0,5 \cdot 20}{1} = 10 \text{ (см)}$$

Ответ: $f = 10$ см. Фокусное расстояние - расстояние от центра линзы до фокуса; собирающая линза - $C(+)$; рассеивающая - $C(-)$. Фокус - точка, в которой сходится ~~лучи~~ перпендикулярные к оптич. оси мшля мшля.

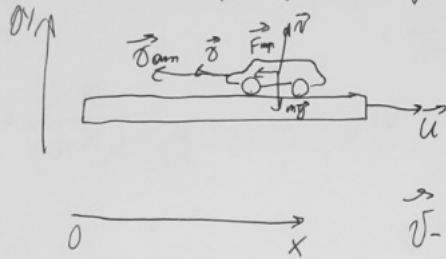
Условие (5 ч. 8)

Омываемая сила $D = \frac{1}{F}$; F - фронтальная поверхность (или вода)
 Измеряется в гонтирмах.

N 1.3.1.

Угловая скорость ω (по условию)

- $M = 1 \text{ кг}$
- $\rho = 2 \text{ Вт}$
- $m = \frac{M}{n}$
- $n = 3$
- $\mu = 0,3$
- $g = 10 \text{ м/с}^2$



Заменим силы на автомобиль:

OY: $mg = N$

\vec{v} - скорость автомобиля

\vec{u} - скорость ветра

$\vec{v}_{\text{авт}}$ - скорость автомобиля относительно ветра.

x - ?

$F_k \rightarrow$ сила сопротивления

$P = F \cdot v$ $P = F_k \cdot v_{\text{авт}}$

$F_{\text{мп}} = \mu \cdot N$

$F_{\text{мп}} = \mu mg = \frac{\mu Mg}{n}$

$\frac{\mu Mg}{n} = \frac{P}{v_{\text{авт}}}$

Угловые перемещения
 участка автомобиля:

$F_{\text{мп}} = F_k$ $|\vec{p} = m \vec{v}$

$\Delta \vec{p} = F_{\text{кx}} \cdot \Delta t$

$\Delta p_x = F_{\text{кx}} \cdot \Delta t$

$\Delta p_x = 0$

$p_k - p_0 = 0$

$M u - m v - 0 = 0$

$M u = \frac{M v}{n}$

$u = \frac{v}{n}$

Затем сложим скорости:

Ox:

$\vec{v} = \vec{v}_{\text{авт}} + \vec{u}'$

$-v = -v_{\text{авт}} + u$

$v_{\text{авт}} = v + u$

$\Delta p = \frac{v_k^2 - v_0^2}{2a}$ \rightarrow переменное Δt времени.

$x = \frac{v_{\text{авт}}^2}{2a}$ \rightarrow угловая минимальная скорость вращения колеса.

Максимальное сопротивление сила трения:

Угловая скорость:

$\vec{F}_{\text{мп}} = m \vec{a}$

$a = \frac{F_{\text{мп}}}{m} = \frac{\mu mg}{m} = \mu \cdot g$

$$\chi = \frac{\sigma_{\text{sum}}^2}{2 \mu g}$$

Учитывая (6 из 8)

$$\rho n = \sigma_{\text{sum}} \mu g$$

$$\sigma_{\text{sum}} = \frac{\rho n}{\mu g} \quad \frac{\rho n}{\mu g} = \sigma + \frac{\sigma}{n}$$

$$\sigma_{\text{sum}} = \sigma + \frac{\sigma}{n} =$$

$$\frac{\rho n}{\mu g} = \frac{\sigma(n+1)}{n}$$

$$= \frac{\rho n^2}{(n+1) \mu g} + \frac{\rho n}{(n+1) \mu g}$$

$$\sigma(n+1) \cdot \mu g = \rho n^2$$

$$\sigma = \frac{\rho n^2}{(n+1) \mu g}$$

Учитывая:

$$\chi = \frac{\left(\frac{\rho n^2}{(n+1) \mu g} + \frac{\rho n}{(n+1) \mu g} \right)^2}{2 \mu g}$$

, по подставке по габаритам
(н. в. Бабкина формула).

$$\sigma_{\text{sum}} = \frac{2 \cdot 3^2}{(3+1) \cdot 0,3 \cdot 10} + \frac{2 \cdot 3}{(3+1) \cdot 0,3 \cdot 10} = \frac{18}{4 \cdot 3} + \frac{6}{4 \cdot 3} = \frac{3}{2} + \frac{1}{2} = 2 \text{ (м)}$$

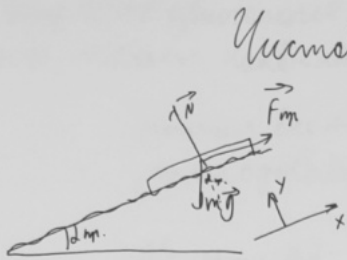
$$\chi = \frac{2^2}{2 \cdot 0,3 \cdot 10} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3} \approx 0,667 \text{ (м)}$$

Ответ: $\chi \approx 0,667$ метра.

Умножение системы координат может быть векторной
функцией и зависеть от каждой точки. $\vec{r}_{\text{sum}} = \vec{r}_1 + \vec{r}_2 + \vec{r}_3 \dots$
Зона сопряжения системы: Система сопряжения,
если: либо от системы к краю (например, вправо), либо
к внешним силам, либо во внешние силы соотносятся.
 $\vec{r} = \vec{F}_{\text{ext}} \cdot t$. $\vec{r} = 0$ или $\vec{F}_{\text{ext}} = 0$, $t = 0$. ~~перед умножением~~
~~соотношения и т.д. на эту формулу~~

$m = 100 \text{ г}$
 $\alpha = 30^\circ$
 $b = +3 \text{ МкКл/м}^2$
 $q = +3 \text{ МкКл}$
 $\epsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$
 $g = 10 \text{ м/с}^2$

$\frac{v_1}{v_2} = ?$



$F_{fm} = \mu N$

$E_k = \frac{mv^2}{2}$
 $E_n = mgh$

Условие (7 у. 8)

$m\vec{a} = \vec{N} + \vec{F}_{fm} + m\vec{g} = 0$

$OY: 0 = N - mg \cos \alpha$

$N = mg \cos \alpha$

$Ox:$

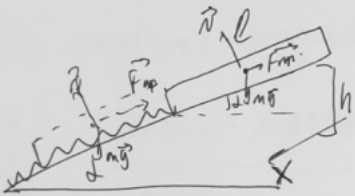
$0 = F_{fm} + mg \sin \alpha$

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

$\mu = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha$

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

Рассмотрим небольшое элемент (д. dx).



Изменил - глина взаимодействует.

$\Delta E_{pot} = A_{res} = A_{mp}$

Рассмотрим работу $F_{fm}(x)$. очевидно, что работа U_0 равна

при $x = l$ $F_{fm} =$
 $= \mu N = \mu mg \cos \alpha$

$A_{mp} = F_{fm} \cdot x$

$A_{mp} = F_{fm} \cdot l = \mu mg \cos \alpha \cdot l$

$A_{mp} = \text{архив}$

$A_{mp} = \text{Средняя работа}$

$A_{mp} = \frac{\mu mg \cos \alpha \cdot l}{2}$

$h = l \sin \alpha$

$\Delta E_{pot} = E_k - E_0 = -A_{mp}$

$K - \Pi = -A_{mp}$

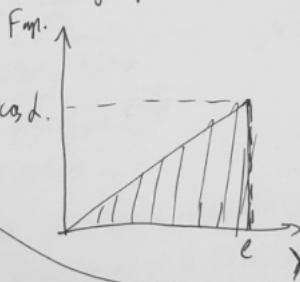
$K = \Pi - A_{mp}$

$\frac{mv_1^2}{2} = mgh - \frac{\mu mg \cos \alpha \cdot l}{2}$

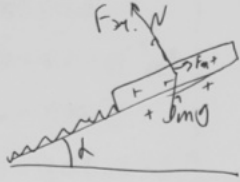
$v_1^2 = 2g(l \sin \alpha - \mu g \cos \alpha \cdot l)$

$v_1^2 = gl(2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha)$

$v_1 = \sqrt{gl(2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha)}$



Рассчитать общее изменение. (8ус8) Уменьшить
 до announced, так же уменьшается $F_{\text{эл}}$. Вычислить



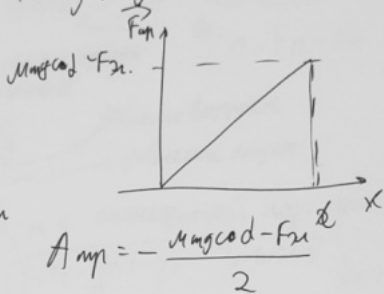
Затем же не самое,
 наибольшим $F_{\text{эл}}$.

$$N = \mu mg \cos \alpha - F_{\text{эл}}$$

$$\Delta E_{\text{мех}} = A_{\text{трения}} = A_{\text{пр}}$$

$$K - \Pi = A_{\text{пр}}$$

$$\frac{m v_2^2}{2} = mg l \sin \alpha - \frac{\mu mg \cos \alpha - F_{\text{эл}}}{2} l$$



$$A_{\text{пр}} = - \frac{\mu mg \cos \alpha - F_{\text{эл}}}{2} l$$

$$m v_2^2 = 2mg l \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha l + F_{\text{эл}} l$$

$$v_2^2 = 2gl \sin \alpha - \mu g \cos \alpha l + \frac{F_{\text{эл}} l}{m}$$

$$v_2 = \sqrt{2gl \sin \alpha - \mu g \cos \alpha l + \frac{F_{\text{эл}} l}{m}}$$

$$\text{Объем: } \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{gl(2 \sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{2gl \sin \alpha - \mu g \cos \alpha l + \frac{F_{\text{эл}} l}{m}}}, \quad \mu = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

Как найти $F_{\text{эл}}$ здесь, это надо.

Землепроводность - Отношение зарядки к напряжению, например, в
 конденсаторе $C = \frac{Q}{U}$ Уменьшается в парадокс.

$$C = \epsilon \epsilon_0 \frac{S}{d} \leftarrow \text{медианга обкладок (площади)}$$

ϵ - диэлектрическая проницаемость материала между обкладками конденсатора
 d - расстояние между обкладками.