



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Возовикова Елизавета Андреевна**

Класс: 11

Технический балл: **83**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9572995

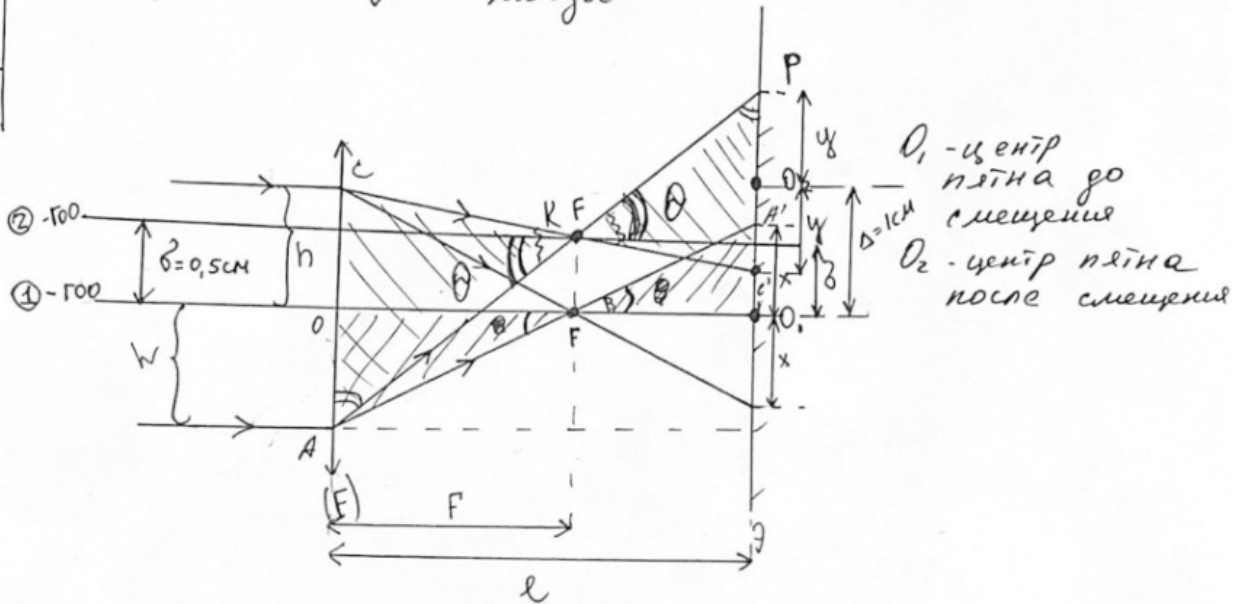
	1	2	3	4	Σ
Задача	<i>10</i>	<i>15</i>	<i>10</i>	<i>15</i>	83
Вопрос	<i>5</i>	<i>8</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	

ВАРИАНТ 2 Числовик №1 (лиці 1 из 16)

5-класовий вкл. черновики
- черновик

$\Delta = 1 \text{ см}$
 $\delta = 0,5 \text{ см}$
 $l = 20 \text{ см}$
 $F = ?$

1) Побудувати ход лучів до та після смещення лінзи



1) $\triangle AOB \sim \triangle A'O'B'$ по двім углам \rightarrow

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

2) $\triangle KCA \sim \triangle KPC'$ по двім углам:

$$\frac{F}{l-F} = \frac{2h}{2y} = \frac{h}{y}$$

$x = y$

• $x = y$, т.к. збільшення зображення залежить від відстаней, перпендикулярних оптичній осі (вгорі 100).
Синця лінзу \perp 100 відстаней не змінюється \rightarrow збільшення $\Gamma = \text{const} \Rightarrow x = y$.

Отже:

$$\frac{F}{l-F} = \frac{h}{y} = \frac{h}{x} \rightarrow \boxed{h = \frac{F}{l-F} \cdot x}$$

• $\text{tg } \theta = \frac{h}{F} = \frac{y + \Delta - \delta}{l-F}$

• $\text{tg } \theta = \frac{h + \delta}{F}$

$$\frac{y + \Delta - \delta}{l-F} = \frac{h + \delta}{F} = \frac{\frac{Fy}{l-F} + \delta}{F}$$

$$\frac{y + \frac{1}{2}}{20-F} = \frac{\frac{Fy}{20-F} + \frac{1}{2}}{F} \rightarrow Fy + \frac{1}{2}F = Fy + 10 - \frac{1}{2}F \rightarrow \boxed{F = 10 \text{ см}}$$

Відповідь: 10 см

Теор. вопросы.

Учебник №2 (лист 2)

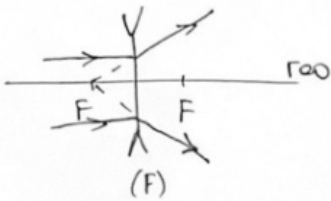
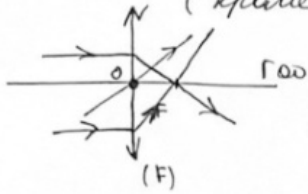
4.3.1. Фокусное

расстояние тонкой линзы F [см: м] —

расстояние от линзы до главного фокуса линзы.

Главный фокус — точка на ГОО, через которую проходят все лучи ^(или их продолжения) в поперечном направлении в линзе.

(кроме тех, что проходят через ГОО линзы. Лучи через ГОО не преломляются)



(в собирающей линзе — лучи
в рассеивающей линзе — продолжения лучей.)

Оптическая сила тонкой линзы — величина,
обратная фокусному расстоянию

$$D = \pm \frac{1}{F} \quad [\text{см: диоптрий}]$$

" + " — если линза собирающая ↓

" - " — если линза рассеивающая

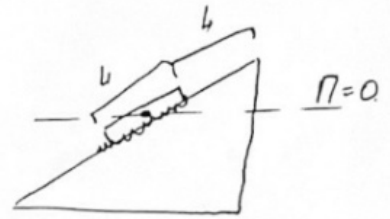
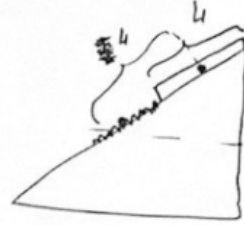
• D ; F зависят от характеристик линзы (выпуклость/материал)

~~Черновик~~ N° 0 (или 19)

Черновик

⇒ Запишем ЗУМТ для пластины:

$$A_{тр1} = \Delta E$$



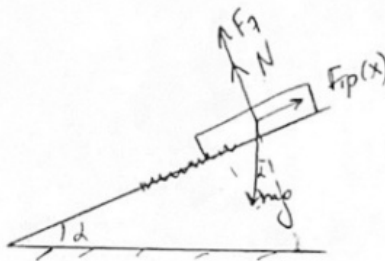
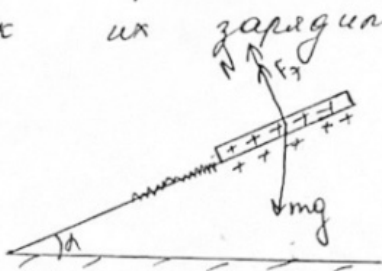
~~$$E_0 = m g \cdot \frac{3}{2} l = m g l \sin \alpha = E_0$$~~

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

$$\rightarrow \frac{1}{2} \mu m g l \cos \alpha = m g l \sin \alpha - \frac{m v_1^2}{2} \rightarrow$$

$$\frac{v_1^2}{2} = m g l \sin \alpha - \frac{1}{2} \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot g l \cdot \cos \alpha = \boxed{m g l \sin \alpha = v_1^2}$$

3) Рассмотрим пластину и её движение после того, как их зарядили произвольной массой времени



23И: для произвольного момента времени

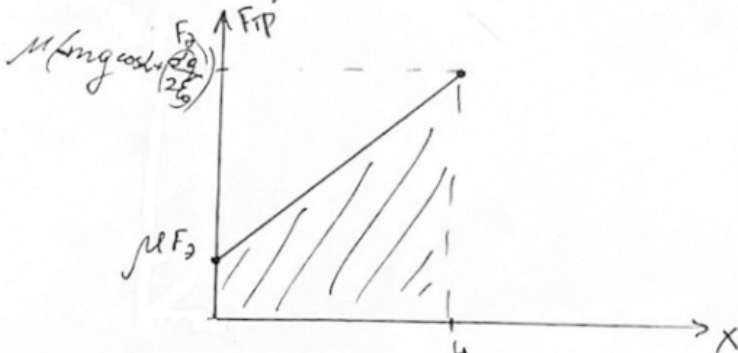
$$N(x) = (m(x) g \cos \alpha + F_3), \text{ где}$$

$$F_{тр}(x) = \mu (-m(x) g \cos \alpha + \frac{\sigma q}{2 \epsilon_0})$$

F_3 - электр. сила, с которой плита действует на пластину.

$$F_3 = \frac{\sigma q}{2 \epsilon_0} = \text{const}, \epsilon = \pm (\text{вакуум})$$

Построим график $F_{тр}(x)$



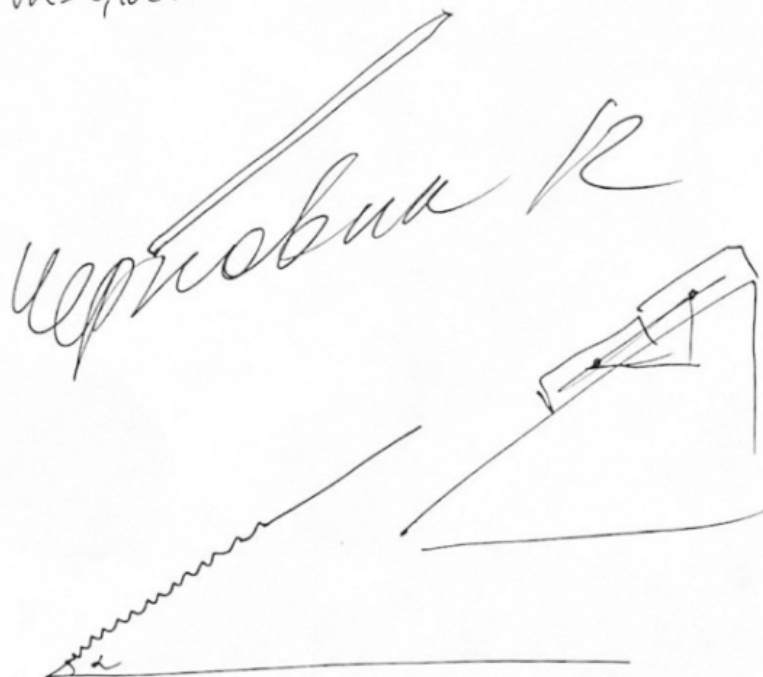
$$A_{тр2} = S_{тр}$$

$$A_{тр} = \frac{2M F_3 + \mu m g \cos \alpha}{2} \cdot l$$

$$A_{тр} = \mu F_3 l + \frac{m g l \cos \alpha}{2}$$

3.5.1

$m = 0,102$

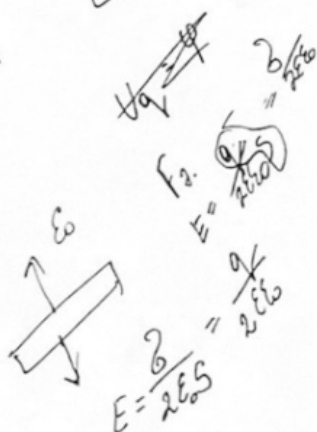


црковна R

густината на слободните заредов, ќе предизвика ток.

$q = \frac{q \cdot l}{B}$
 $\varphi = \frac{M \cdot B \cdot U}{q \cdot M \cdot B}$

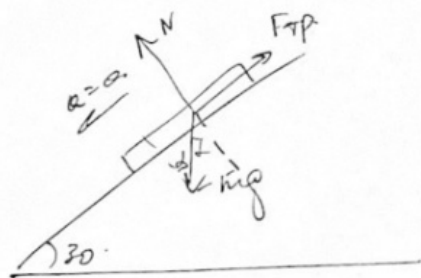
$\frac{H}{cm}$



кога прагично

$N = \mu mg \cos \alpha$

~~$mg \sin \alpha = \mu mg$~~ $= a = 0$



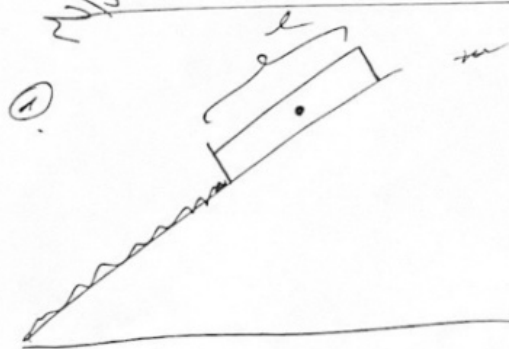
~~$mg \sin \alpha = \mu mg$~~
 $mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha$

$\mu = \tan \alpha$

$\sigma = \frac{q}{S}$

$F = E \cdot q$
 $E = \frac{F}{q} = E$

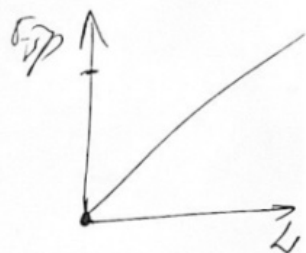
$\cos 30 = \frac{1}{\sqrt{3}}$



~~$\frac{1}{\sqrt{3}}$~~
 $\frac{F_{тр}}{F_{н}}$
 $\frac{1}{\sqrt{3}}$

кога прагично

кога прагично
 етв (+Fтр.)



• ЗУМД $g \sin \alpha$ пластинки:
 $A_{\text{тр}} = \Delta E$

$$E_0 = mgl \sin \alpha$$

$$E = \frac{m v_2^2}{2}$$

$$A_{\text{тр}2} = mgl \sin \alpha - \frac{m v_2^2}{2} = \left(\frac{\mu \cdot 2q}{2\epsilon_0} + \frac{\mu mg \cos \alpha}{2} \right) \cdot l$$

$$mgl \sin \alpha - \frac{1}{2} mgl \sin \alpha - \frac{\mu \cdot 2q}{2\epsilon_0} l = \frac{m v_2^2}{2}$$

$$\frac{1}{2} mgl \sin \alpha - \frac{\mu \cdot 2q}{2\epsilon_0} l = \frac{m v_2^2}{2}$$

$$v_2^2 = gl \sin \alpha - \frac{\mu \cdot 2q}{\epsilon_0 m}$$

$$\Rightarrow \frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{\epsilon_0 mg \sin \alpha - \mu \cdot 2q}{\epsilon_0 mg \sin \alpha} = \epsilon_0 m - \frac{\mu \cdot 2q}{gl \sin \alpha}$$

~~$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = \epsilon_0 m - \frac{2q}{g \cos \alpha}$$~~

~~$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = 0,1 \cdot 9 \cdot 10^{-12} - \frac{2 \cdot 3 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^{-6}}{10 \cdot \sqrt{3}}$$~~

~~$$\left(\frac{v_2}{v_1} \right)^2 = 0,9 \cdot 10^{-12} - 0,6\sqrt{3} \cdot 10^{-12}$$~~

~~$$\frac{v_2}{v_1} = 10^{-6} \sqrt{0,9 - 0,6\sqrt{3}} \approx$$~~

$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = 1 - \frac{\mu \cdot 2q}{\epsilon_0 mg \sin \alpha}$$

~~$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = 1 - \frac{2q}{mg \cos \alpha}$$~~

$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = 1 - \frac{3 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^{-6}}{9 \cdot 10^{-12} \cdot 1 \cdot \cos 30^\circ}$$

$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = 1 - \frac{1}{\cos 30^\circ} = 1 - \frac{2}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}-2}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{v_2}{v_1} \approx \sqrt{1 - \frac{2}{1,7}}$$

Черновик 13

Сумма сил равна нулю:

$$A_{\text{тр}} = \Delta E$$

$$\mu F_{\text{тр}} + \frac{mg \sin \alpha}{2} = mg \sin \alpha - \frac{m v_2^2}{2}$$

$$\frac{m v_2^2}{2} = \frac{mg \sin \alpha}{2} - \mu \cdot \frac{\partial q}{2 \epsilon_0} \cdot l$$

$$v_2^2 = g \sin \alpha - \frac{\mu \partial q l}{\epsilon_0 m}$$

$$\Rightarrow \frac{v_2^2}{v_1^2} = 1 - \frac{\mu \partial q l \cdot \cancel{\sin \alpha}}{\epsilon_0 m \cdot g \sin \alpha}$$

$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = 1 - \frac{\partial q}{\epsilon_0 m g \cos \alpha}$$

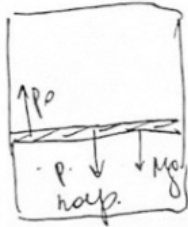
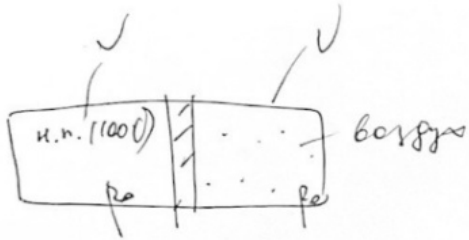
$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = 1 -$$

Упробук 14

$$N + F_{\text{тр}} - mg \cos \alpha = 0$$

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

Черновик №3 (лист 15)



T = const.



PV = const.

$$P S = p_0 S - Mg$$

$$V_1 = V$$

$$V_2 = V + Sx$$

$$p_0 V = \left(p_0 - \frac{Mg}{S} \right) (V + Sx)$$

$$p_0 V = \left(p_0 V + S p_0 x - \frac{Mg}{S} V - Mg x \right)$$

$$p_0 V = \left(V \left(p_0 - \frac{Mg}{S} \right) + x (S p_0 - Mg) \right)$$

$$p_0 V = \left(\left(p_0 S - Mg \right) \cdot \left(\frac{V}{S} + x \right) \right)$$

$$\frac{p_0 V}{p_0 S - Mg} \Rightarrow \frac{V}{S} = x$$

$$x = \frac{10^5 \cdot 10^{-3}}{10^5 \cdot 10^{-2} - 50} \Rightarrow \frac{10^{-3}}{10^{-2}} = \frac{10}{1000 - 50} - \frac{1}{10} =$$

$$= \frac{100}{950} - \frac{1}{10} = \frac{2}{19} - \frac{1}{10} = \frac{20 - 19}{190} = \frac{1}{190} \text{ м}$$

$$H = \frac{2M}{\pi}$$

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

$$F = \frac{2\sigma\epsilon}{2\sigma\epsilon}$$

$$k_2 \cdot k_0 = \frac{k_0 \cdot h}{\frac{1}{\rho} \cdot \frac{1}{\rho}}$$

$$\rho = \frac{1}{10^{-3} \text{ м}^3}$$

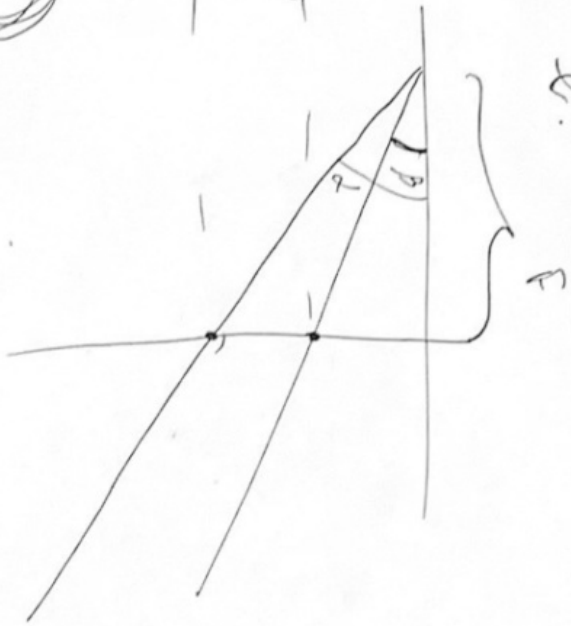
$$C = \frac{h}{b}$$

$$B =$$

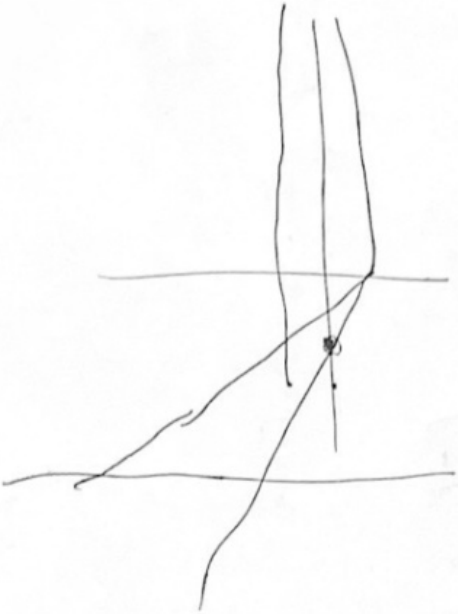
Чертовик

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y + 1 + x + k}{x}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{ax+k}{x}$$



2.5 [



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{F}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{h - \delta}{F}$$

$y = x$

Горизонтальная
или
вертикальная
линия
или
прямая
или
кривая

$$\frac{\delta}{y + \Delta x} = \frac{F}{x}$$

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

$$\frac{1}{2} = \frac{F}{x}$$

$$y = \sqrt{5} \cdot x = 10^{-5}$$

$$h = \sqrt{10} \cdot x = 10^{-2}$$



~~Решение~~

$$\frac{h}{x} = \frac{F}{x}$$

$$\frac{h}{x} = \frac{F}{x}$$

$$\frac{F}{x} = \frac{F}{x}$$

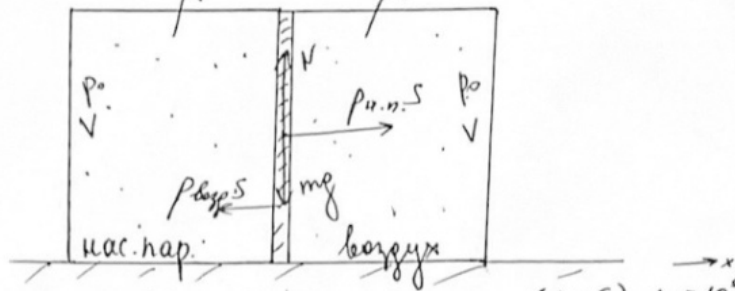
$$\frac{F}{x} = \frac{F}{x}$$

$$\frac{F}{x} = \frac{F}{x}$$

№2 Числовик №3 (Лист 3)

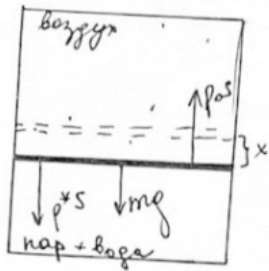
$m = 5 \text{ кг}$
 $V = 1 \text{ м} = 10^{-3} \text{ м}^3$
 $t = 100 \text{ }^\circ\text{C} = 373 \text{ K} = \text{const}$
 $S = 0,01 \text{ м}^2$
 $p_0 = 10^5 \text{ Па}$

1) Рассмотрим цилиндр в начале.



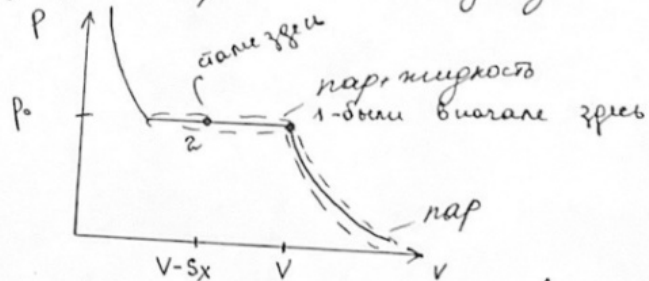
- т.к. пар насыщенный и $T = 100 \text{ }^\circ\text{C}$, то $p_{\text{нас. пара}}(100 \text{ }^\circ\text{C}) = p_0 = 10^5 \text{ Па}$; $\varphi = 100\%$
- Система находится в равновесии \rightarrow силы, действующие на поршень по горизонтали и вертикали ($N = mg$) скомпенсированы. \rightarrow по 2ЗН: x :
 $p_{\text{нас. пара}} S - p_{\text{воздуха}} S = 0 \rightarrow p_{\text{возд}} = p_{\text{пара}} = p_0$

2) Рассмотрим цилиндр, когда поршень опустился на x :



спустя длий. время силы, действующие на поршень, вновь будут скомпенсированы

• Изотерма реального газа для нас. пара



• при смещении поршня на x в нижней части цилиндра начнется конденсация. Но давление со ст. стороны по сравнению с давлением пара пренебрежимо мало \rightarrow давление пара в конце равно давлению пара в начале (p_0)

• по 2ЗН для поршня:

$$mg + p^* S = p_0 S, \text{ где } p^* - \text{давление в конечном состоянии со стороны воздуха}$$

• т.к. температуру поддерживают постоянной, то для воздуха (идеальный газ) верен закон Бойля-Мариотта: $pV = \text{const} \rightarrow$

$$p_0 V = p^* (V + Sx) \rightarrow p^* = \frac{p_0 V}{V + Sx} \Rightarrow$$

№2 (продолжение)

Числовик №4 (лист 4)

$$mg + \frac{\rho_0 V S}{V + Sx} = \rho_0 S$$

$$\frac{mg}{S} + \frac{\rho_0 V}{V + Sx} = \rho_0$$

$$\frac{\rho_0 V}{V + Sx} = \rho_0 - \frac{mg}{S}$$

$$\frac{\rho_0 V}{\rho_0 - \frac{mg}{S}} = V + Sx \rightarrow Sx = \frac{\rho_0 V S}{\rho_0 S - mg} - V$$

$$x = \frac{\rho_0 V}{\rho_0 S - mg} - \frac{V}{S}$$

$$x = \frac{10^5 \cdot 10^{-3}}{10^5 \cdot 10^{-2} - 50} \text{ м} - \frac{10^{-3}}{10^{-2}} \text{ м}$$

$$x = \left(\frac{100}{950} - \frac{1}{10} \right) \text{ м} \approx \left(\frac{2}{19} - \frac{1}{10} \right) \text{ м} \approx \frac{1}{190} \text{ м} \approx \frac{10}{19} \text{ см} \approx \underline{\underline{0,5 \text{ см}}}$$

Ответ: 0,5 смТеор. вопрос:

Влажность - физическая величина, которая показывает сколько воды (водяных паров) содержится в единице объема.

$$\rho = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{V} \left[\frac{\text{г}}{\text{см}^3} \right]$$

Относительная влажность - величина, показывающая, насколько пар близок к насыщенному при данной температуре.

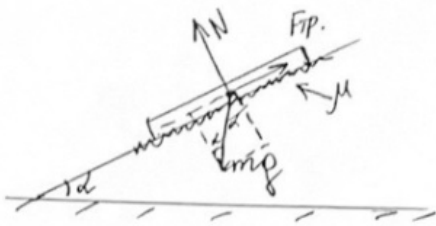
$$\varphi = \frac{\rho_{\text{пара}}(T)}{\rho_{\text{нас. пара}}(T)} = \frac{\rho_{\text{пара}}(T)}{\rho_{\text{нас. пара}}(T)} \left[\text{обычно в \%} \right]$$

Норма: 50%-70%

№3 (Учебник №5) (Лист 5)

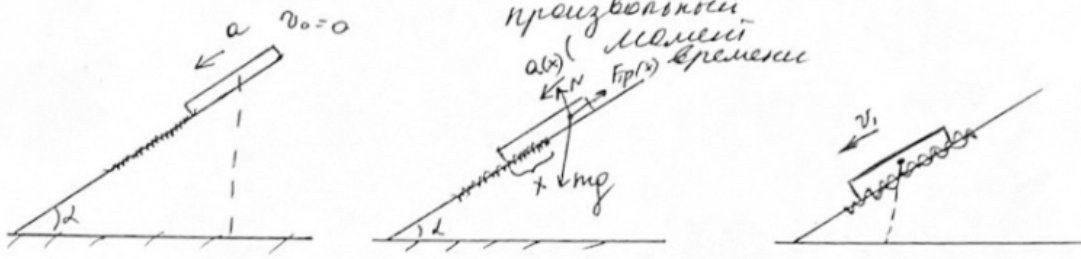
$m = 0,1 \text{ кг}$
 $\alpha = 30^\circ$
 $g = 3 \text{ м/с}^2$
 $\mu = \text{значение}$
 $\frac{v_2}{v_1} = ?$

1) Рассмотрим состояние покоя пластинки на шероховатой поверхности при $\alpha = \alpha_{\text{кр}} = 30^\circ$



• по 2ЗН: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$
 $N = mg \cos \alpha$
 $F_{\text{тр}} = F_{\text{тр. макс}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$
 т.к. $a = 0 \rightarrow mg \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha \rightarrow$
 $\mu = \tan \alpha = \tan 30^\circ$

2) Рассмотрим пластину и ее движение, когда падающая пластинка не задерживается.



• Рассмотрим силы, действующие на пластину в произвольной момент времени:

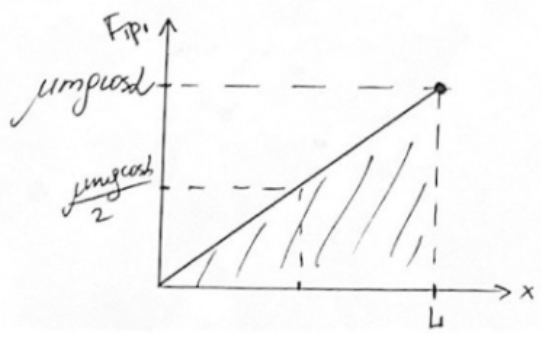


т.к. пластинка однородна, то $m(x) = m \cdot \frac{x}{L}$, где L - длина всей пластинки.

2ЗН для $m(x)$:
 $m(x)g \cos \alpha = N(x)$

$F_{\text{тр}}(x) = \mu N(x) = \mu m(x)g \cos \alpha$ ← сила трения линейно зависит от массы той части, которая вехала на шероховатую поверхность, а масса прямо пропорциональна x (смещению)

• Построим график зависимости $F_{\text{тр}}(x)$



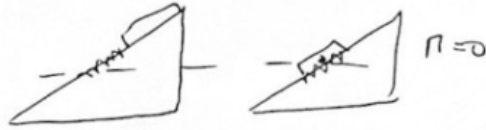
$F_{\text{тр}}(L) = \mu mg \cos \alpha$
 $F_{\text{тр}}(L/2) = \frac{1}{2} \mu mg \cos \alpha$

работа силы трения = $+ \Delta E_{\text{тр}}$
 $A_{\text{тр}} = \frac{1}{2} \mu mg L \cos \alpha \Rightarrow$

Условие №6 (Лит 6)

→ Запишем ЗУМД для пластины

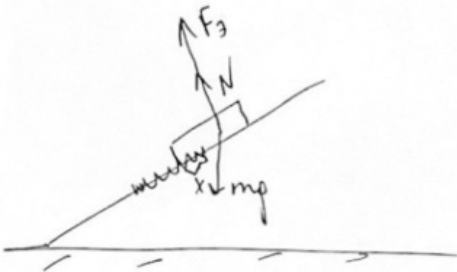
$$A_{тр1} = \Delta E$$



$$\frac{1}{2} \mu m g l \cos \alpha = m g l \sin \alpha - \frac{m v_1^2}{2} \rightarrow$$

$$\boxed{v_1^2 = g l \sin \alpha}$$

3) Рассмотрим пластину и её движение после зарядки.



$-N(x) \times F_3 - m g \cos \alpha$, где F_3 — электрическая сила, с к-ой нитя реагирует на пластину

$$F_3 = \frac{\partial q}{2 \epsilon \epsilon_0} = \text{const}, \epsilon = 1 \text{ (вакуум)}$$

$$F_{тр}(x) = \mu \cdot N(x) = \mu (-F_3 + m(x) g \cos \alpha) \rightarrow$$

$$F_{тр}(x)$$

$$F_{тр}(x) = \frac{1}{2} \mu (m g \cos \alpha - \frac{\partial q}{2 \epsilon_0})$$

Запишем ЗУМД:

$$\frac{1}{2} \mu (m g \cos \alpha - \frac{\partial q}{2 \epsilon_0}) \cdot l = m g l \sin \alpha - \frac{m v_2^2}{2}$$

$$\frac{1}{2} \mu g l \sin \alpha - \frac{\mu \partial q l}{4 \epsilon_0 m} = g l \sin \alpha - \frac{v_2^2}{2}$$

$$\frac{v_2^2}{2} = \frac{1}{2} g l \sin \alpha - \frac{\mu \partial q l}{4 \epsilon_0 m} \rightarrow \boxed{v_2^2 = g l \sin \alpha - \frac{\partial q l \mu}{2 \epsilon_0 m}}$$

Числовик №7 (Лит 7)

$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = 1 - \frac{2q\mu}{2\epsilon m \cdot g \sin \alpha}$$

$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = 1 - \frac{1}{2 \cdot \cos 30^\circ}$$

$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = 1 - \frac{1}{\sqrt{3}}$$

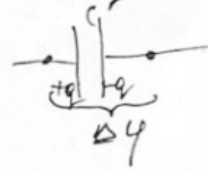
$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{1,7-1}{1,7}} \approx \sqrt{\frac{7}{17}}$$

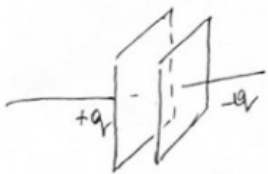
$$\text{Ответ: } \frac{v_2}{v_1} \approx \sqrt{\frac{7}{17}}$$

Теор. вопрос.

Электроёмкость - физическая способность накапливать заряд [Фарад]

Для плоского конденсатора

$$C = \frac{q}{\Delta\varphi}$$




внутри конденсатора поле направлено от положительной пластины к отрицательной, снаружи поля нет.

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

для одной обкладки $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0 \epsilon}$

Чистовик №8 (Лит 8)

Теор. вопрос: импульс системы материальных точек:

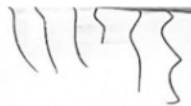
$\vec{p} = \sum_i \vec{p}_i$, где \vec{p}_i - импульс i -той материальной точки системы.

$$\vec{p} = \sum_i m_i \vec{v}_i.$$

ЗСЦ: Если силы, действующие на тело, перпендикулярно перемещению ^(скорости) точки, либо скомпенсированы, то импульс сохраняется

Импульс сохраняется, если $\Delta t \rightarrow 0$ (при взрывах и др) если система замкнута.

Числовка №9 (Лист 9 из 9)
 числовки Густав

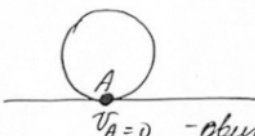


$M = 1 \text{ кг}$
 $N = 2 \text{ кг}$
 $N = \frac{E}{f \cdot \delta}$
 $m = \frac{M}{3}$
 $\mu = 0,3$

$X = ?$
 когда
 колеса
 начинают
 проскальзывать
 в колеса
 крутятся.

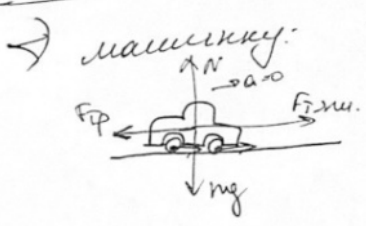


нет проскальзывания тогда, когда
 у колеса в т.А нет скорости.



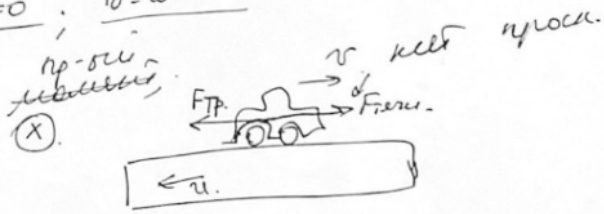
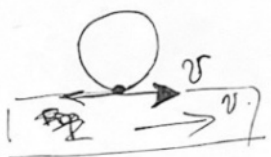
$v_A = 0$ - движение без проскальзывания.
 \Rightarrow движение с проскальзыванием тогда,
 когда т.А и пов-ть имеют одну скорость

$A = F \cdot S$
 $N = \frac{A}{\delta} = \frac{F \cdot S}{\delta} = \frac{v \cdot F_{тр}}{\delta} \rightarrow v = \frac{N}{X}$ ← в конек. момент времени



Когда машинка перестает проскальзывать,
 $a = 0, F_{тр} = F_{тр}$
 т.к. $N = \text{const.} \rightarrow v = \text{const.}$

$F_{\text{мш}} - F_{\text{тр}} = 0$
 $a = 0; v = \text{const.}$



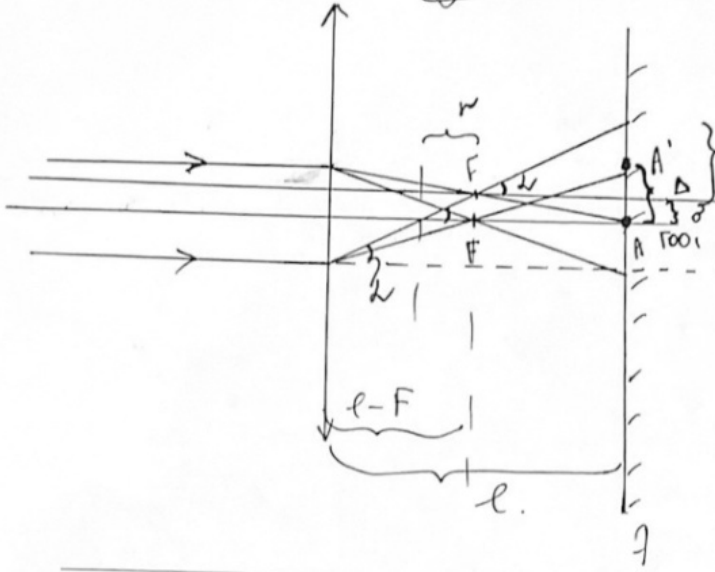
$F_{\text{тр}} = F_{\text{мш}}$ - в конце движения.

~~$m \cdot v = M \cdot u$~~
 изм. импульс 0.
 $mV = Mu$
 $u = \frac{mV}{M}$
 $u^2 = \frac{m^2 V^2}{M^2}$

Все работы трения идет на изменение энергии
 шара
~~3ИМД:~~ $A_{\text{тр}} = \frac{Mu^2}{2} + \frac{mV^2}{2}$

$\frac{1}{2} \mu mg x = \frac{m^2 V^2}{2M} + \frac{mV^2}{2} = \frac{V^2}{2} \left(\frac{m^2}{M} + m \right)$
 $\mu mg x = \frac{2 \cdot N^2 \cdot x}{2} \left(\frac{m}{M} + 1 \right) \rightarrow x^3 = \frac{4 \cdot 4 \cdot 10}{8 \cdot 3 \cdot 3} = \frac{10}{9} = \frac{10}{9} \text{ м}$

Чертежи № 1 / 11 УСТ 10



$$f_{p\Delta} = \frac{y+\Delta-\delta}{l-F} = \frac{y+0,5}{200-F}$$

$$t_{p\Delta} = \frac{h+\delta}{F} = \frac{h+0,5}{F+r}$$

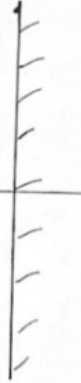
$$f_{p\Delta} = \frac{y+\Delta}{F+r} = \frac{y+\Delta}{F+r}$$

$$t_{p\Delta} = \frac{y+\Delta}{F+r} = \frac{y+\Delta}{F+r}$$

$$t_{p\beta} = \frac{x}{F} = \frac{h}{F}$$

$$f_{p\beta} = \frac{x}{l-F} = \frac{h}{F}$$

$$t_{p\alpha} = \frac{x}{l} = \frac{h}{F}$$



$$t_{p\alpha} = \frac{\omega}{r} = \frac{h}{f-r} =$$

$$f_{p\beta} = \frac{h+\delta}{F} = \frac{y+\Delta-\delta}{l-F}$$

$$f_{p\beta} = \frac{h+\delta}{F} = \frac{y+\Delta-\delta}{l-F}$$

$$f_{p\beta} = \frac{h+\delta}{F} = \frac{y+\Delta-\delta}{l-F}$$

$$f_{p\beta} = \frac{h+\delta}{F} = \frac{y+\Delta-\delta}{l-F}$$

$$f_{p\beta} = \frac{h+\delta}{F} = \frac{y+\Delta-\delta}{l-F}$$

$$l = \frac{h-\delta}{F}$$

