МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Волынчикова Мария Антоновна**

Класс: 11

Технический балл: **87**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9065873

	1	2	3	4	∑
Задача	*8*	*15*	*15*	*15*	***87***
Вопрос	*8*	*8*	*9*	*9*	

Задача 1.3.1. Чистовик 1

Импульс системы материальных точек равен сумме импульсов точек системы. $\vec{P} = \sum_{i=0}^{N} \vec{p_i}$

Закон сохранения импульса:

Импульс системы тел сохраняется если:

а) Действие внешних сил на тела системы скомпенсировано.

б) Действие внешних сил на тела системы скомпенсировано в проекции на некоторую ось (ЗСИ для Ox)

в) Взаимодействие тел кратковременно ($t \to 0$)

Найти:

$x - ?$

Дано:

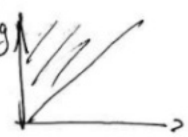
$M = 1$ кг.

$N = 2$ Вт

$n = 3$

$\mu = 0{,}3$

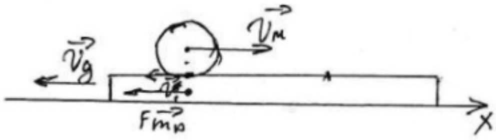
$g = 10$ м/с²



$\Delta V \cdot at\ \mu mg$

$\frac{v_g \tau}{2} \mu mg.$

Решение:



Т.к лед гладкий на систему машина — доска не действуют силы вдоль Ox. => можно записать ЗСИ:

$M\vec{V_g} + m\vec{V_M} = const = 0$

В момент, когда проскальзывания не станет $\vec{V_g} = \vec{v_1}$ где $\vec{V_1}$ – скорость нижней части колеса.

Также запишем закон изменения кинетической энергии.

$\Delta E_K = A$; $\frac{mV_M^2}{2} + \frac{M V_g^2}{2} = A_{тр}^*$, где $E = N\tau$

$A_{тр}$ – работа силы трения не перешедшая в энергию.

$M V_g = m V_M$; $V_M = v_g \cdot n$

$\frac{m V_g^2 n^2}{2} + M\frac{V_g^2}{2} = A_{тр}'$

$v_g = \frac{a_g \tau}{}$; $a_g = \frac{\mu mg}{M}$; $V_g = \frac{\mu mg}{M}\tau$. * ; $V_g^2 = x \cdot 2\mu g$.

$\frac{mV_g^2 n^2}{2} + \frac{MV_g^2}{2} = \ + A_{тр}^*$

~~$\frac{(n+1) m V_g^2 (n^2+1)}{2} = N\tau - A_{тр}'$~~

~~$\frac{(n+1)(n^2+1)}{2} m (\mu mg\tau)^2 = N\tau - A_{тр}' = \mu mg x$~~ $\quad v_g = \sqrt{\frac{x mg}{6}}$

$(x \cdot 2mg) \cdot \frac{mn^2}{2} + \frac{M}{2} = \mu mg x$

$\mu mg x + \frac{V_g \tau}{2} \mu mg = N\tau$. ; $\begin{cases} x = \left(\frac{N}{\mu mg} - \frac{V_g}{2}\right)\frac{V_g M}{\mu mg}. \\ x\mu mg = \frac{v_M^2 \cdot m}{2} + \frac{V_g^2}{2}M \end{cases}$

$x = \left(\frac{N}{\mu mg} - \frac{\sqrt{\frac{x mg}{6}}}{2}\right)\sqrt{\frac{x mg}{6}} \cdot \frac{3}{mg}$.

$\sqrt{x} = \sqrt{2} \cdot \frac{4}{3}$; $x = \frac{32}{9} \approx 3{,}6$ м

Ответ $x \approx 3{,}6$ м.

$x = \left(2 - \frac{\sqrt{x}}{2}\right)\sqrt{x}$

2.2.1 Чистовик 2

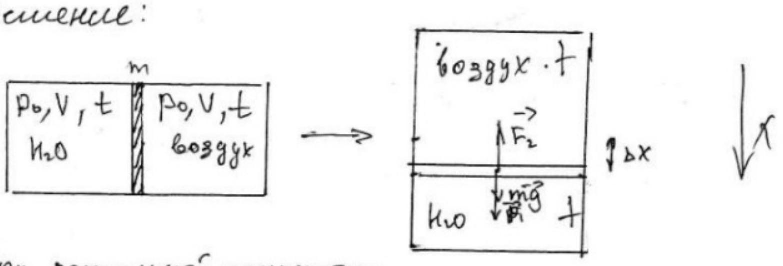
Влажность — величина, задающая содержание водяного пара в газе.
φ - влажность.

Относительная влажность - величина, показывающая во сколько раз содержание водяного пара в газе отличается от содержания водяного пара в газе в состоянии насыщения.

~~Шкала~~ Дано:
$m = 5$ кг.
$V = 1$ л.
$t = 100°C$.
$S = 0{,}01 м^2$
$g = 10 м/с^2$
$p_0 = 10^5$ Па.

Δx - ?

Решение:



При постоянной температуре давление насыщенных паров не зависит от объема.

При $t = 100°C$; $p_{нас.} = p_0$.

в начальном состоянии:

$p_0 V = \nu RT$, ν - кол-во воздуха

T - абс. температура воздуха.

Для конечного состояния (считаем, что прошло время и достигнуто равновесное положение) Запишем условие равновесия.

$m\vec{g} + \vec{F_1} + \vec{F_2} = 0$ $\quad F_{1,2}$ - силы давления газа на поршень.

$ox: \; mg + F_1 = F_2$ $\quad ; \; F_2 = p_0 S$ (Пар сжался → газ точно находится в состоянии насыщения при той же t)

$F_1 = p_1 S$.

$p_1(V + \Delta x S) = \nu RT$ (кол-во воздуха неизменно)

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

$$mg + \frac{S \cdot p_0 V}{V + \Delta x \cdot S} = p_0 S \quad ; \quad mg = S p_0 \left(1 - \frac{V}{V + \Delta x S}\right)$$

$$\frac{mg}{S p_0} = \frac{V + \Delta x S - V}{V + \Delta x S} \quad ; \quad S^2 p_0 \cdot \Delta x = mg V + \Delta x S \cdot mg$$

$$\Delta x (S^2 p_0 - S \cdot mg) = mg V$$

$$\Delta x = \frac{mg V}{S^2 p_0 - S mg} \qquad \Delta x = \frac{5 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{0{,}01 (0{,}01 \cdot 10^5 - 5 \cdot 10)} =$$

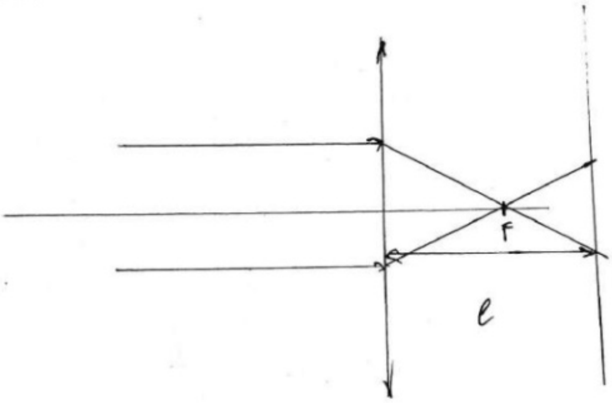
$$= \frac{1}{190} \approx 0{,}00526 \text{ м}.$$

Ответ $x \approx 0{,}526$ см.

9065873

черновик

3.1.

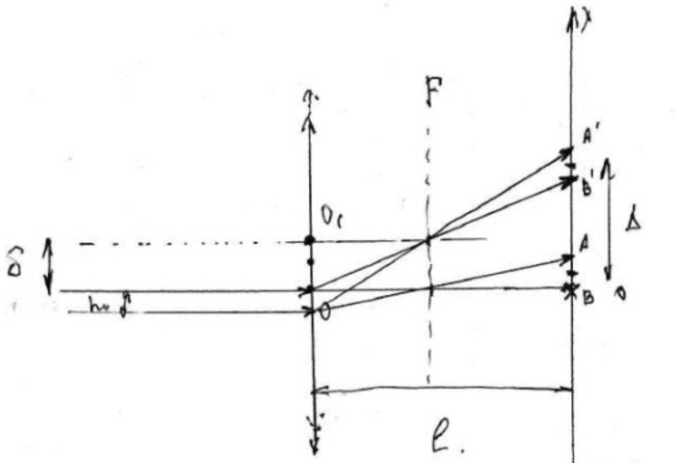


l - ?

$l = 20$ см

$\delta = 0,5$ см

$\Delta = 1$ см.

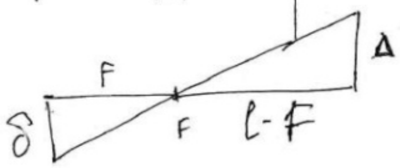


Пусть два луча

$B = 0$

~~Δ = 2 ка~~

$$\frac{B'}{\delta} = \frac{F}{F}$$



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

$$F\Delta = \delta(l-F)$$

$$1\cdot F = 0,5\cdot 20 - 0,5F$$

$$F = \frac{0,5\cdot 20}{0,5}$$

$BO'F' \sim F'C'D'$

$BOF \sim FCD$.

$$\frac{BO}{CD} = \frac{OF}{FD}$$

$$\frac{F}{l-F} = \frac{BO}{CD}$$

$$\frac{BO+\delta}{\Delta+CD-\delta} = \frac{OF}{FD}$$

$$\frac{F}{l-F} = \frac{BO+\delta}{\Delta+CD-\delta}$$

$$F(\Delta+CD-\delta) = (l-F)(BO+\delta)$$

$$\frac{BO}{CD} = \frac{BO+\delta}{\Delta+CD-\delta}$$

$$CD\cdot F = BO(l-F)$$

$$BO\cdot\Delta - BO\delta = CD\cdot\delta$$

Задача 3.5.1 Чистовик 3

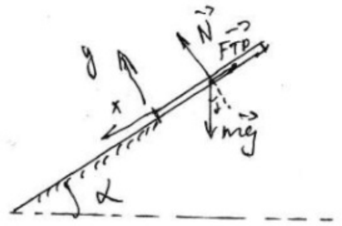
Электроемкость – величина, описывающая свойство объекта накапливать на себе заряд. C – электроемкость; $[C] = 1$ Ф.

$C = \frac{q}{U}$; $C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}$, где S - площадь обкладок
d - расстояние между пластинами.

Найти:
$\frac{v_2}{v_1}$ - ?

Дано:
$m = 100$ г
$\alpha = 30°$
$\sigma = 3$ мкКл/м²
$q = 3$ мкКл.
$\varepsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12}$ Ф/м
$g = 10$ м/с².

Решение:



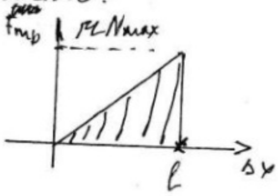
Из условия пластинка покоится пока $\alpha \leq 30°$ => можно записать условие равновесия для критического значения.
$\alpha = 30°$:

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

$0x$: $F_{тр} = mg \cdot \sin(\alpha)$

$\mu mg = \frac{mg}{2}$; $\mu = 0{,}5$.

Определим работу силы трения при въезде пластинки на шершавую часть:



Построим график зависимости $F_{тр}(\Delta x)$ где Δx – длинна пластинки на шершавой части.

Площадь заштрихованной фигуры численно равна работе силы трения.

$A_{тр} = \frac{l \cdot \mu N_{max}}{2}$. l – длина стержня
$\vec{N}$ – сила реакции опоры

Запишем закон изменения кинетической энергии для первого случая:

$\frac{mv_1^2}{2} = mg\Delta h - A_{тр}$,

$v_1 = \sqrt{2g\Delta h - \frac{l\mu N_1 \cdot 2}{2m}} = \sqrt{2g\Delta h - \frac{l\mu \cdot mg \cdot \cos(\alpha)}{m}} = \sqrt{g\Delta h(2 - \mu ctg(\alpha))}$

Запишем закон изменения кинетической энергии для второго случая (Изменением энергии взаимодействия пластин пренебрежем, считая поле плиты однородным):

$\frac{mv_2^2}{2} = mg\Delta h - A_{тр2}$ $\qquad A_{тр2} = \frac{l\mu N_2}{2}$

$v_2 = \sqrt{2g\Delta h - \frac{2}{m} A_{тр2}}$, $\qquad N_2 = mg \cdot \cos(\alpha) - F_э$
где $F_э$ – сила эл. взаимодействия
$F_э = qE = q \cdot \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$v_2 = \sqrt{2g\Delta h - \frac{2\Delta h}{m \sin(\alpha) \cdot 2} \mu \left(mg\cos(\alpha) - q\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)}$

$N_2 = mg\cos(\alpha) - \frac{q\sigma}{2\varepsilon_0}$.

$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{2g - \frac{\mu}{m\sin(\alpha)}\left(mg\cos(\alpha) - \frac{q\sigma}{2\varepsilon_0}\right)}{g(2 - \mu ctg(\alpha))}}$

Проведем расчет для $\alpha = 30°$:

$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{2{,}5 - \frac{\sqrt{3}}{2}}{2 - \frac{\sqrt{3}}{2}}} \approx 1{,}2$.

Ответ $\frac{v_2}{v_1} \approx 1{,}2$

Чистовик 7

Задача 4.3.1.

Вопросы:

Фокусное расстояние – величина, равная расстоянию от фокуса линзы (точки на главной оптической оси линзы, в которой пересекаются лучи параллельные главной оптической оси после преломления в линзе) до оптического центра линзы (точки, в которой вершины сферических пов-стей линзы почти совпадают) F - фокусное расстояние
$[F] = 1\,м$.

Оптическая сила линзы – величина, обратная фокусному расстоянию линзы. D - оптическая сила линзы $[D] = 1\,Дптр = 1\,м^{-1}$

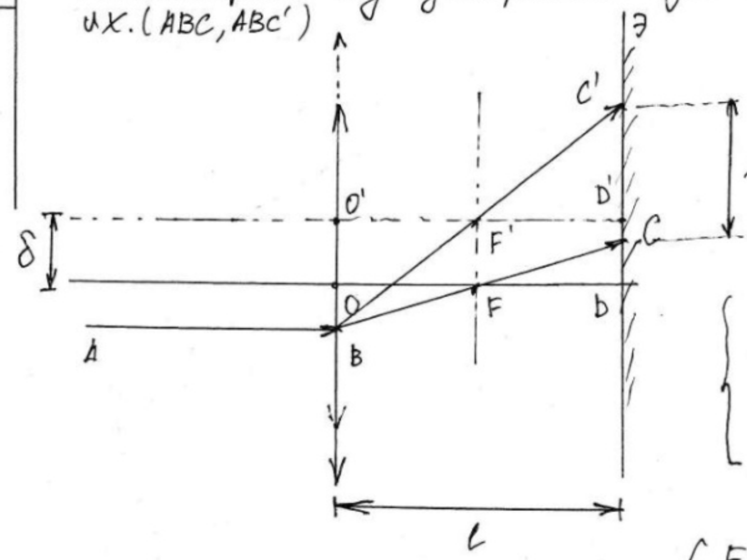
$$D = \frac{1}{F}$$

Найти:
F - ?

Дано:
$l = 20$ см.
$\delta = 0{,}5$ см
$\Delta = 1$ см

Решение:

Рассмотрим ход центрального луча пучка в обоих случаях. (ABC, ABC')



Из подобия треугольников $\triangle BOF \sim \triangle CDF$ и $\triangle BO'F' \sim \triangle C'D'F'$ запишем следующую систему уравнений.

$$\begin{cases} \dfrac{F}{l-F} = \dfrac{BO}{CD} \\ \dfrac{F}{l-F} = \dfrac{BO+\delta}{\Delta-(\delta-CD)} \end{cases}$$

$\Updownarrow$

$$\begin{cases} F\cdot CD = BO\cdot(l-F) \\ F(\Delta-(\delta-CD)) = (l-F)(BO+\delta) \end{cases}$$

$$F(\Delta-\delta) = (l-F)\delta$$

$$F(\Delta-\delta+\delta) = l\cdot\delta$$

$$F = \frac{l\cdot\delta}{\Delta} = \frac{20\cdot 0{,}5}{1} = 10\text{ см.}$$

Ответ $F = 10$ см.

Черновик

Черновик 5

$$x + \frac{v_g \tau}{2} = \frac{N \tau}{\mu m g}.$$

$$x = \left(\frac{N}{\mu m g} - \frac{v_g}{2}\right)\tau. \quad ; \quad \tau = \frac{v_g M}{\mu m g}$$

$$x = \left(\frac{N}{\mu m g} - \frac{v_g}{2}\right)\frac{v_g M}{\mu m g}.$$

$$v_m = v_g \cdot 3.$$

$$x \cdot \mu m g = \frac{m v_m^2}{2} + \frac{3m v_g^2}{2}$$

$$x \mu m g = \frac{9 v_g^2 \cdot m}{2} + \frac{3 m v_g^2}{2}$$

$4,5 + 1,5$

$6.$

$$v_g = \sqrt{\frac{x \mu g}{6}}$$

$\frac{1}{3} \cdot 0,3.$

$$\mu m g x + \frac{v_g \tau}{2}$$

$\frac{\sqrt{\frac{1}{2}}}{2}$

$$x = \left(\frac{N}{\mu m g} - \frac{\sqrt{\frac{x \mu g}{6}}}{2}\right)\sqrt{\frac{x \mu g}{6}} \; \frac{3}{\mu g}$$

1.

$$a^2 = (2 -$$

$\frac{3}{3} = 1$

$$a^2 = \left(2 - a\sqrt{\frac{1}{8}}\right) a \sqrt{\frac{1}{2}}$$

$$a^2 = 2a\sqrt{\frac{1}{2}} - \frac{a^2}{4}.$$

$$\frac{3}{4} a^2 = 2a\sqrt{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{3}{4}\sqrt{x} = \sqrt{\frac{1}{2}}\, 2 \qquad \frac{9}{16} x = 2.$$

$$x = \frac{2 \cdot 16}{9}.$$

32 | 9
27 | 3,5
50
45
5

черновик 6

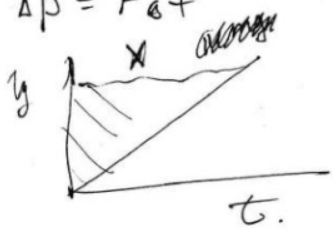
$N = 2$ ВТ $\quad \frac{E_{дв}}{t} = N$

$E_{дв} = \Delta E_{кс.} + A_{тр\,пр.}$

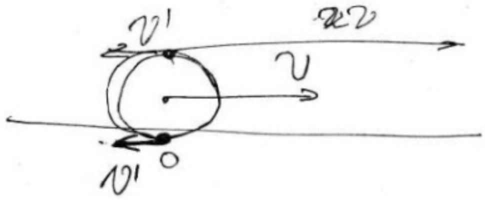
$E_к = E_{кМ} + E_{кд}$.

$E_к = \frac{mV_g^2}{2} + \frac{mV_м^2}{2}$

$\Delta p = F_{\Delta} t$



Отн.



ЗСИ:

$m V_м = 3m V_g$.

$\mu m g x$

$V_н = \frac{V_б - V_н}{2}$

$\Delta V \cdot \Delta t \, \mu m g$.

$V_м = 2V$.

$\frac{V_g \tau}{2} \mu m g$.

$V_{отн} - V_g = 3V_g$

$V_{отн} + V. = V_{абс}$.

$V = V_{абс}$.

$\vec{V_м} = \vec{V_g} + \vec{V_{отнg}}$

$Ox: \; V_м = V_{отн} - V_g$.

$\frac{N}{m} \tau = A_{тр} + \frac{mV_g^2}{2} + \frac{m(V_{отн} - V_g)^2}{2}$.

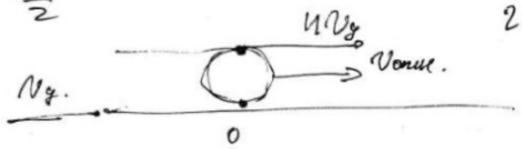
$4V_g = V_{отн}$.

$N_т$

$v_g = \sqrt{\frac{\mu m g x}{\frac{mn^2}{2} + \frac{M}{2}}} \cdot \frac{\tau}{2}$

$X = \frac{V_g^2}{2\mu g}$.

$V_g =$



$mg \Delta x = F_{тр}$.

$V_g = \frac{\tau}{2} \sqrt{\frac{\mu m g x}{\frac{mn^2}{2} + \frac{m}{2}}}$

$A_{тр} = \mu g m$

$a_g = \frac{\mu m g}{3m}$.

$V_g = \frac{1}{3}$

$A_{тр} = mg\mu(X + X')$

$\tau = \frac{V_g}{a_g}$

$N\tau = \mu m g x' + \frac{mV_g^2}{2} + \frac{mV_м^2}{2}$

$N \cdot \frac{V_g \cdot 3}{\mu m g} = \mu m g x' + \frac{mV_g^2}{2} + \frac{V_м^2}{2}$

$E = A_{тр} + A_{тр}'$

$V_g = \frac{\mu m g}{n \cdot m}$.

$V_{отн} - V_g = V_м$.

$\frac{V_g \tau}{2} \mu m g$.

$A_{тр} = \mu m g x$

V_g

9065873

Черновик 7

1.3.1

Найти:

x

Дано:

$M = 1$ кг.

$\mu = 0,3$

$N = 2$ Вт.

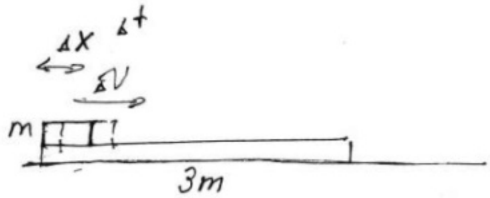
$g = 10$ м/с².

↓

колеса перестают проск.

Импульс системы материальных точек — равен векторной сумме импульсов каждой из точек.

ЗСИ: Импульс системы мат. точек в данной системе отсчета сохраняется если на ~~тело~~ ~~на дот~~ вся. ..



$N = \frac{A}{t}$ ← работа двигателя.

$A = \Delta E.$

$A - A_{тр} = \Delta E_к.$

$N \cdot \Delta t - \mu m g \Delta x = \frac{m(\Delta V + V_0)^2}{2} - \frac{mV^2}{2}$

$50 = 10^3 - \frac{1}{V + \Delta x S}$

$\frac{1}{V + \Delta x S} = 950$

$0{,}1 + 10^2 \Delta x = 9{,}5$

$0{,}1 + \Delta x = 9{,}5$

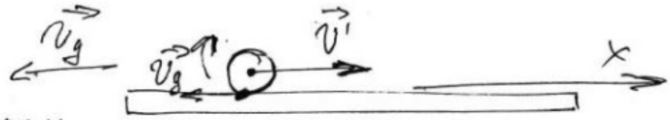
$\mu m g = 0{,}3 \cdot 10 \cdot \frac{1}{3} = 1$ Н

Двигатель A

Работа против трения (перемещение)

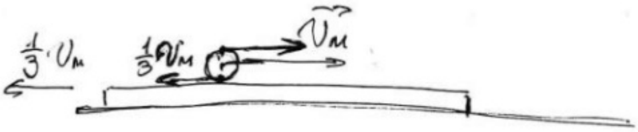
разгон (доски и машины)

Проскальзывания нет => у доски та же скорость отн. ЛСО, что и у колес. отн доски.



На систему доска–машина вдоль оси Ox не действуют внешние силы => ЗСИ выполняется.

$\vec{V_д} M = \vec{V_м} \cdot m$; Ox: $V_д M = V_м \cdot m$ $V_д = \frac{1}{3} V_м$. (отн ЛСО)



$A_{тр} = \mu m g \Delta x$

$80 = 10^{-2}\left(1 - \frac{V}{V + \Delta S x}\right)$

$1 = 5 \cdot 10 \left(1 - \frac{V}{V + \Delta S x}\right.$

$-\frac{50}{10^{-3}} + 1$

$1 - \frac{V}{V + \Delta S x} = \frac{1}{50}$

$\frac{49}{50} = \frac{10^{-1}}{10^{-1} + 10^{-2} \cdot x}$

$4{,}9 + 49x = 5$

$49x = 0{,}1$ $\frac{1}{490}$

$x = \frac{0{,}1}{49}$

9065873

2.2.1. Черновик 8

$m = 5кг$

$V = 1л.$

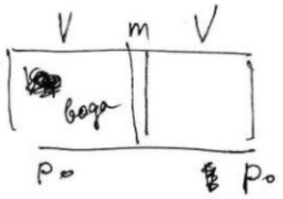
$t_1 = 100°C$ нас.

$t_2 = 100°C.$

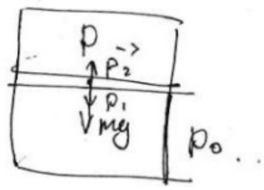
$x - ?$

$t = const.$

$S = 0{,}01м^2.$



$\to$



$p_{нас\ пара} = const$ при $t = const.$

при $t = 100° = p_0.$

$p_0 V_0 = \nu RT$

$\frac{50 \cdot 10^{-3}}{10 - 5 \cdot 10 \cdot \frac{1}{100}}$ $\frac{10}{10 - 0{,}5}$ $\frac{050 \cdot 10^{-1}}{9{,}5}$

$\frac{5 \cdot \cancel{10^{-2}}}{1000 - 50} = \frac{5}{950}$

$mg + p_1 S = p_0 \cdot S$

$p_1 \cdot V_1 = \nu RT.$

$\frac{1}{190}.$

$p_1(S \cdot \Delta x + V) = \nu RT$

$0{,}10000 \,|\, 19 \quad 0{,}00526$
$- 95$
100
$- 95$
50
$- 38$
120

$mg + p_1 S = p_0 \cdot S$

$mg = (p_0 - p_1) S.$

$p_1 = \frac{\nu RT}{S\Delta x + V} = \frac{p_0 V_0}{S\Delta x + V}$

$mg = \left(p_0 - \frac{p_0 V_0}{S\Delta x + V}\right) S$

$\varphi_{отн} = \frac{\rho_0}{\rho_н}$

$60 + 54$

$10^{-4} \cdot 10^5 - 10^{-2} \cdot 10 \cdot 5$

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

$10 - 0{,}5$

$(S p_0) \Delta x \cdot S = mgV + mg\Delta x S$

$\frac{5 \cdot \cancel{10} \cdot 10^{-2}}{\cancel{10^{-4}} \cdot 10^5 - 10^{-2} \cdot \cancel{10} \cdot 5}$ не 19

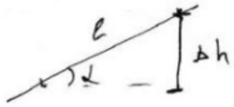
$\Delta x \,(S^2 p_0 - mgS) = mgV$

$\frac{0{,}05}{10 - 0{,}5} = \frac{0{,}5}{10(9{,}5}.$

$\frac{1}{190}.$

$\Delta x = \frac{mgV}{S^2 p_0 - mgS}$

Запишем ЗСЭ: Черновик 4



$\Delta E_k = A$

$\frac{mv_1^2}{2} = mg\Delta h - A_{тр}.$ $N_1 = mg \cdot \sin(\alpha)$ $\frac{\Delta h}{l} = \sin(\alpha)$

$v_1^2 = 2g\Delta h - \frac{l\mu N_1}{m} = 2g\Delta h - l \cdot \mu g \cdot \sin(\alpha)$ $l = \frac{\Delta h}{\sin(\alpha)}$

$v_1 = \sqrt{2g\Delta h - \Delta h \cdot \mu g} = \sqrt{\Delta h g(2-\mu)}$

ЗСЭ для второго случая.

$\frac{mv_2^2}{2} = mg\Delta h - A_{тр},$ $N_{max} = mg\sin(\alpha) - F_э.$

$F_э = E \cdot q = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \cdot q$

$v_2^2 = 2g\Delta h - \frac{l\mu N_{max} \cdot \cancel{2}}{\cancel{2}m}$

$N_{max} = mg\sin(\alpha) - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}q$

$v_2 = \sqrt{2g\Delta h - \frac{\Delta h}{\sin(\alpha)} \cdot \frac{\mu}{m}\left(mg\sin(\alpha) - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}q\right)} =$

$= \Delta h$

$ctg(30) = \frac{\cos(30)}{\sin(30)} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} \sqrt{3}$

$\frac{\frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}}$

$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\left(2g - \frac{\mu(mg\sin(\alpha)}{m\sin(\alpha)} - \boxed{\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}q}\right)}$

$\frac{\Delta h}{\sin(\alpha)}$

$\frac{2\cancel{0} - \cancel{10}\left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2}\right)}{\cancel{10}(2 - 0{,}5 \cdot \sqrt{3})}$ $\left(\frac{2 - \frac{\sqrt{3}}{2} + 0{,}5}{2 - \frac{\sqrt{3}}{2}}\right)$

$\sqrt{3}$

$\times 1{,}7$
$1{,}7$
119
17
289

$1{,}7 | 2$ $0{,}85$

$1{,}65$
$1{,}15$

$165 \over 115$ $33 \over 23$

$\frac{2{,}5 - 0{,}85}{2 - 0{,}85}$

$165 | 115$

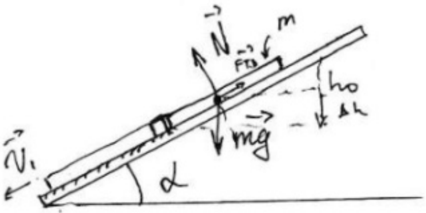
$33 | 23$
$-23 | 1{,}434$
100
-92
80
69
110

$\sqrt{1{,}434}.$

$1{,}2.$

Черновик 10

$$\frac{m, \alpha, v_1}{\sigma, q, v_2, \varepsilon_0, g.} \qquad \frac{v_1}{v_2} \sim ?$$



$\Delta h = l \cdot \sin(\alpha)$

ЗСЭ: $mgh_0 = \frac{mv^2}{2} - A - mg\Delta h.$

$$\frac{mv^2}{2} = A + mg\Delta h. \qquad A = \frac{1}{2}.$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = mg \cdot l \cdot \sin(\alpha) + A$$

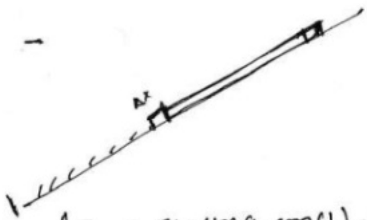
$$\frac{mv_1^2}{2} - mg\, l \cdot \sin(\alpha) = A.$$

$$\frac{mv_2^2}{2} - mg \cdot l \cdot \sin(\alpha) = A_1$$

$F_Э = E \cdot q$

$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$$\frac{A}{A_1} = \frac{N}{N_1} = \frac{mg \cdot \cos(\alpha)}{mg \cdot \cos(\alpha) - F_Э}.$$



$$\frac{A}{A_1} = \frac{mg \cdot \cos(\alpha)}{mg \cdot \cos(\alpha) - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} q}$$

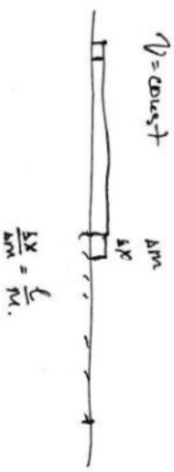
$$A = A_1 \left(\frac{mg \cdot \cos(\alpha)}{mg \cdot \cos(\alpha)} - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} q \right)$$

$A_{F_{тр}} = \mu \cdot \Delta m g \cdot \cos(\alpha) \cdot \Delta x$

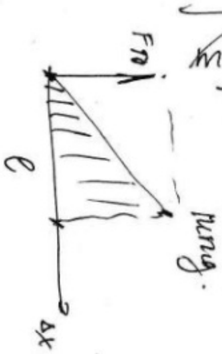
$A = \int_0^l$

$$\frac{mv_1^2}{2} - mg\, l \cdot \sin(\alpha) = A_1 \left(\frac{mg\cos(\alpha)}{mg(\cos(\alpha))} - \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} q \right)$$

$$\frac{mv_2^2}{2} - mg\, l \sin(\alpha) = A_1.$$



$$\frac{\frac{\cancel{m}v_1^2}{2} - \cancel{m}g\, l \cdot \sin(\alpha)}{\frac{\cancel{m}v_2^2}{2} - \cancel{m}g\, l \cdot \sin(\alpha)} = \frac{\cancel{m}g\cos(\alpha)}{\cancel{m}g\cos(\alpha) - \frac{\sigma}{m 2\varepsilon_0} q}$$



$A_{F_{тр}} = \frac{N \cdot \mu \cdot l}{2}$

$\frac{\cancel{m}g \cdot \sin(\alpha) \cdot \mu \cdot l}{2}$

$$\frac{\cancel{g\cos(\alpha)}\ 1}{\frac{\cancel{g\cos(\alpha)}}{1} - \frac{\sigma q}{2\varepsilon_0 m \cdot g\cos(\alpha)}}$$

$2\varepsilon_0 mg\cos(\alpha) - \sigma q$