



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

**ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА**

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Ефимов Никита Петрович**

Класс: 11

Технический балл: **81**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9360255

	1	2	3	4	$\Sigma$
Задача	4	14	12	15	<b>81</b>
Вопрос	10	9	7	10	

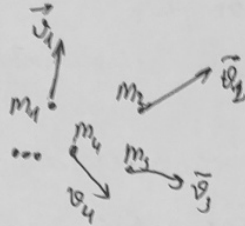
Кинематика

п. 1.3.1. Вопросы.

I

- Импульс системы материальных точек - это суммарный импульс всех мат. точек.

$$\vec{P}_{\text{сист}} = \sum_i m_i \vec{v}_i$$



$$[P] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}} = \text{Н} \cdot \text{с}$$

- Импульс системы сохраняется, если:

$$\textcircled{1} \quad \sum \vec{F}_{\text{внеш}} = \vec{0}$$

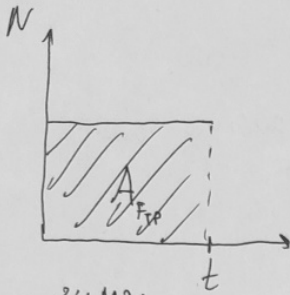
$$\textcircled{2} \quad \sum F_{\text{внеш}x} = 0 \quad (\text{импульс системы сокр. на ось } x)$$

$$\textcircled{3} \quad \Delta t \rightarrow 0 \text{ и } \sum \vec{F}_{\text{внеш}} - \text{конечна}$$

$$\textcircled{4} \quad \Delta t \rightarrow 0 \text{ и } \sum F_{\text{внеш}x} - \text{конечна (сумма всех внешних или конечна по отдельности определ. осей)}$$

ученик

X



$$A_{FCP} = N \cdot t, \text{ где } t = \frac{v - v_0}{a_{отн}}$$

СУММ:

$$N \cdot t = \frac{Mv^2}{2n} + \frac{Mv^2}{2} - \frac{Mv_0^2}{2}$$

ЗСН:

$$\frac{Mv_0}{n} = \frac{Mv}{n} - Mv$$

$$v_0 = v - nv \Rightarrow v_0 = v(1-n) \Rightarrow v = \frac{v_0}{(1-n)}$$

$$N \cdot \frac{v - v_0}{a_{отн}} = \frac{Mv^2}{2} \left( \frac{1+n}{n} \right) - \frac{Mv_0^2}{2}$$

$$\frac{n \cdot N \cdot \left( \frac{v_0}{1-n} - v_0 \right)}{(n-1)mg} = \frac{Mv_0^2}{2n} \left( \frac{1+n}{n} \right) - \frac{Mv_0^2}{2}$$

$$\frac{v_0 n \cdot N \left( \frac{1+n}{1-n} \right)}{(n-1)mg} = \frac{Mv_0^2 (1+n)}{2n(1-n)^2 n} - \frac{Mv_0^2}{2}$$

Округляем каждое выражение  $v_0$  и получаем  $x = \frac{v_0^2 n}{2(n-1)mg}$

$$\frac{nN \cdot n}{(n-1)^2 mg} = \left( \frac{M(1+n)}{2n^2(1-n)^2} - \frac{M}{2} \right) v_0$$

$$= \frac{9N}{4mg} = \left( \frac{M \cdot 4}{2 \cdot 9 \cdot 4} - \frac{9M}{9 \cdot 2} \right) v_0 \Rightarrow v_0$$

$$= \frac{9N}{4mg} = - \frac{48M}{9 \cdot 2} v_0 \Rightarrow \frac{81N}{16mg} = v_0$$

Ответ:  $\frac{81N}{16mg}$

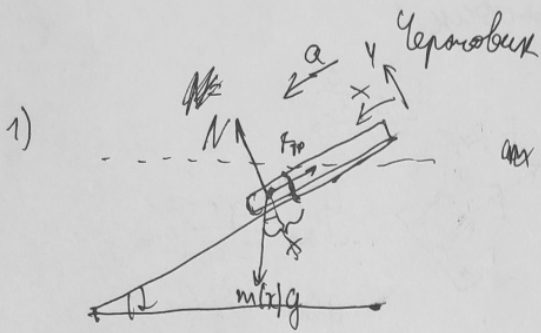
$$\Downarrow$$

$$x = \frac{v_0^2 \cdot 3}{4mg}$$

$$\Rightarrow x = \frac{81^2 \cdot N^2 \cdot 3}{16^2 \cdot M^2 \cdot g^2 \cdot 4mg}$$

$$x = \frac{3^7 \cdot N^2}{4^5 \cdot M^2 \cdot g^2}$$

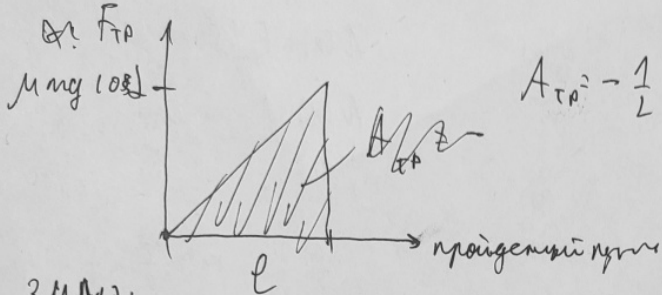
X1



$$\text{в осей } y: N = m \kappa l g \cos \alpha$$

$$N = m \cdot \frac{\kappa}{2} g \cos \alpha$$

$$F_{\text{тр}} = \mu m g \cdot \frac{\kappa}{2} \cos \alpha$$



$$A_{\text{тр}} = \frac{1}{2} \mu m g \cos \alpha \cdot l$$

ЗУМТ:

$$A_{\text{тр}} = E_2 - E_1 =$$

$$E_1 = 0$$

$$E_2 = -m g l \sin \alpha + \frac{m v_1^2}{2}$$

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

$$m \kappa \cdot \frac{1}{2} \mu g l \cos \alpha = -g l \sin \alpha + \frac{v_1^2}{2} \quad | \cdot 2$$

$$-\mu g l \cos \alpha = -2 g l \sin \alpha + v_1^2$$

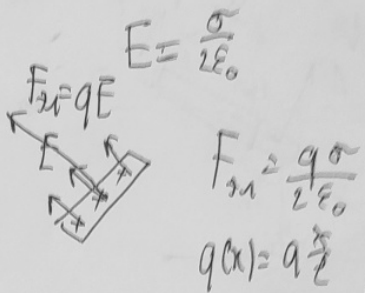
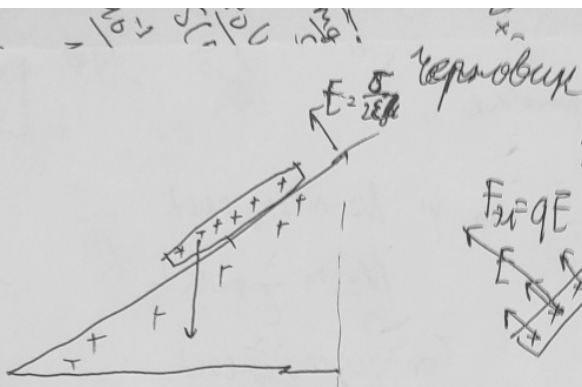
$$\boxed{2 g l \sin \alpha = \mu g l \cos \alpha = v_1^2}$$

или



XII

2)



$$N(x) + F_{fr}(x) = mg dx$$

$$N(x) = mg dx - F_{fr}(x)$$

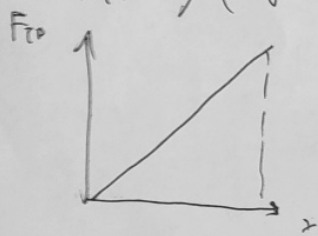
$$N(x) = m \frac{x}{l} g - q(x) \cdot E$$

$$N(x) = mg \frac{x}{l} - E \cdot q \frac{x}{l}$$

$$N(x) = \frac{x}{l} (mg - Eq)$$



$$F_{fr} = \mu (mg - Eq) \cdot \frac{x}{l}$$



$$A_{fr} = -\frac{1}{2} \mu (mg - Eq) \cdot l ; (A_{fr} = 0 \text{ if } F_{fr} \perp v)$$

$$-\frac{1}{2} \mu (mg - Eq) l = -mg l \sin \alpha + \frac{m g^2 l}{2} \sin^2 \alpha$$

$$-\mu (mg - Eq) l = -2mg l \sin \alpha + m g^2 l \sin^2 \alpha$$

$$-\mu m g l + \mu E q l = -2mg l \sin \alpha + m g^2 l \sin^2 \alpha$$

$$2mg l \sin \alpha - \mu (mg - Eq) l = m g^2 l \sin^2 \alpha$$

$$2g l \sin \alpha - \mu g \cos \alpha l = g^2 l \sin^2 \alpha$$

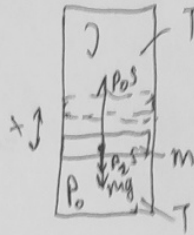
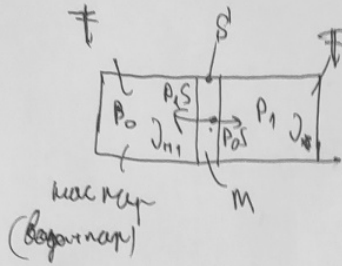
$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{2g l \sin \alpha - \mu g \cos \alpha - \frac{Eq}{m}}{2g l \sin \alpha - \mu g \cos \alpha}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{2g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha + \frac{Eq}{m}}{2g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha} = 1 + \frac{Eq \frac{Eq}{m}}{2g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha}$$

Черновик

(V, m, T, S, P<sub>0</sub>)

(XIII)



$$P_2(V + Sx) = JRT$$

$$P_0(V - Sx) = Jn_1RT$$

$$P_0 V = JRT$$

$$P_0 V = Jn_1RT$$

$$mg \neq P_2 S = P_0 S$$

$$mg +$$

$$\begin{array}{r} 10000 \overline{) 120} \\ \underline{950} \phantom{00} \\ 250 \phantom{00} \\ \underline{190} \phantom{00} \\ 60 \phantom{00} \\ \underline{50} \phantom{00} \\ 10 \phantom{00} \\ \underline{5} \phantom{00} \\ 5 \end{array}$$

$$P_0 V = P_2 (V + Sx)$$

$$P_0 x = P_2 S = \frac{P_0 V}{V + Sx}$$

10

$$\begin{array}{r} 250 \overline{) 190} \\ \underline{190} \\ 0 \end{array}$$

$$+ 160$$

$$mg + \frac{P_0 V}{V + Sx} \cdot S = P_0 S \quad 1x \frac{1}{5}$$

$$\frac{mg}{S} + \frac{P_0 V}{V + Sx} = P_0$$

$$\frac{1}{200} = \frac{5}{1000} = 9005 \mu = 5 \mu m$$

$$0,0052 \mu$$

$$\frac{P_0 V}{V + Sx} = P_0 - \frac{mg}{S}$$

$$\frac{9515}{45}$$

$$\begin{array}{r} 100000 \overline{) 950} \\ \underline{950} \\ 0 \end{array}$$

$$2 \cdot 95 = 160 + 10 = 170$$

$$3 \cdot 95 = 270 + 15 =$$

$$4 \cdot 95 =$$

$$9 \cdot 4236 \times 2$$

$$\frac{P_0 V}{P_0 - \frac{mg}{S}} = V + Sx$$

$$10^{-3} \cdot 10^2 = 10^{-1}$$

$$\frac{P_0 V}{P_0 - \frac{mg}{S}} = V + Sx$$

$$\frac{1}{190} =$$

$$\frac{P_0 V}{S(P_0 - \frac{mg}{S})} - \frac{V}{S} = \frac{P_0 V}{P_0 S - mg} - \frac{V}{S}$$

$$\times 2 \quad \frac{10^5 \cdot 10^{-3}}{10^5 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10} - \frac{10^{-1}}{10^{-2}} = \frac{10}{10 - 50} - \frac{1}{10} = \frac{100}{1950} - \frac{1}{10} = \frac{1}{19.5} - \frac{1}{10}$$

$$x = \frac{\frac{1}{19} - \frac{1}{10}}{\frac{1}{19.5} - \frac{1}{10}} = \frac{20 - 19}{190} = \frac{1}{190} = 0,0052 \mu$$

$$45 + 2$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 95 \\ \times 4 \\ \hline 380 \end{array}$$

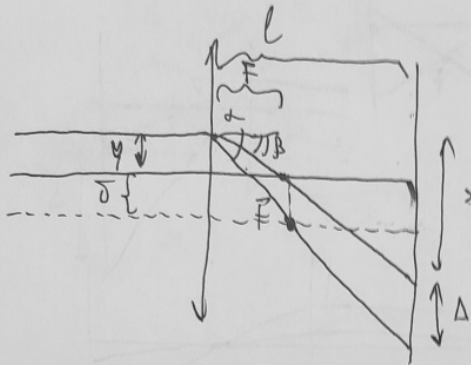
$$\begin{array}{r} 95 \\ \times 5 \\ \hline 475 \end{array}$$



Упробен

XIV

11



$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha &= \frac{x}{y} \\ \operatorname{tg} \beta &= \frac{x}{y + \Delta} \end{aligned} \quad \frac{x}{l} = \frac{y}{l}$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{x + \Delta}{l}$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{y + \Delta}{F}$$

$$\Rightarrow \frac{x + \Delta}{l} = \frac{y + \Delta}{F}$$

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

$$\frac{\Delta}{l} = \frac{\Delta}{F} \Rightarrow$$

$$F = \frac{\delta l}{\Delta} = 0.5.$$

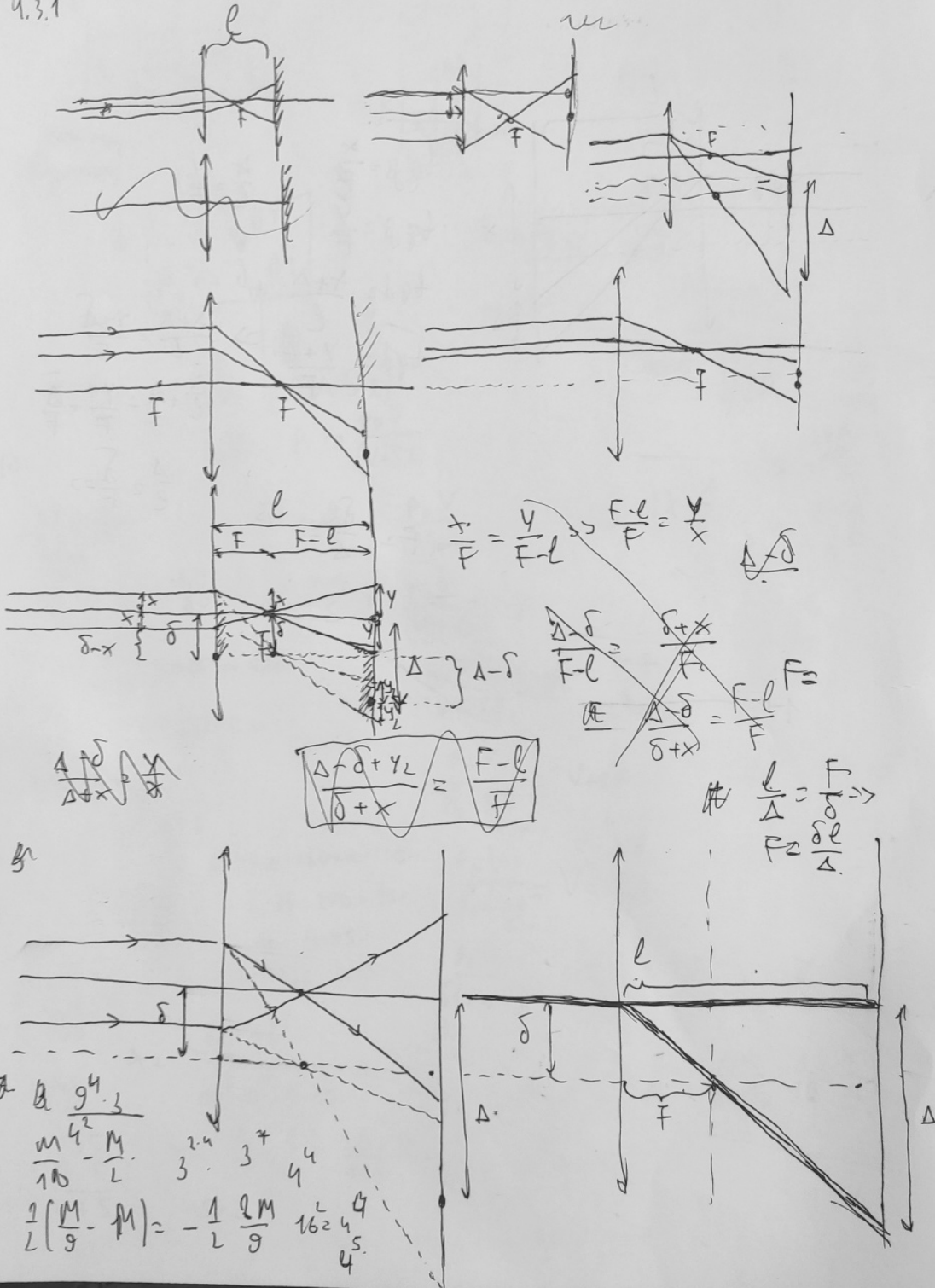
1-1



Упорный

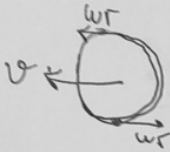
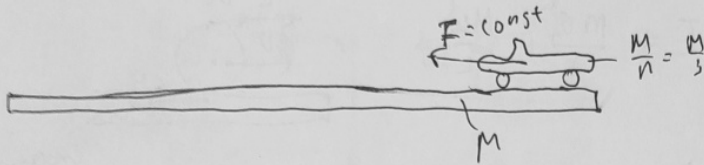
X V

4.3.1



Упражнение

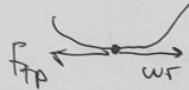
1 V 11/ XVI



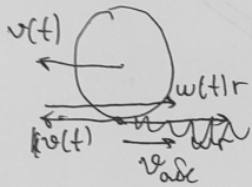
$v = \omega r$  - без проскальзывания

сила реакции

$a = \frac{F + F_{TP}}{m} = \frac{F}{m} + \mu g$



аэ



Момент  $J = m r^2$

$\beta = \frac{M}{J} = \frac{F_{TP} \cdot r}{m r^2} = \frac{\mu m g}{r}$

$\omega(t) = \omega_0 + \beta \cdot t \Rightarrow \frac{\omega(t) - \omega_0}{\beta} = t$

$v(t) = a \cdot t$

$v(t) = \frac{a \cdot r}{\beta} (\omega(t) - \omega_0)$

$v(t) = \frac{a \cdot r}{\mu m g} (\omega(t) - \omega_0)$

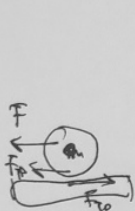
$v(t) = \left( \frac{F}{m} + \mu g \right) \frac{r}{\mu m g} (\omega(t) - \omega_0)$

$A_F = F \cdot s =$

$A_{F'} = N \cdot t =$

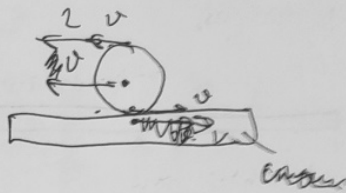
Упробене

XVII



$$E_0 = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$E_1 = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{Mv^2}{2}$$



$$A_F = F \cdot x$$

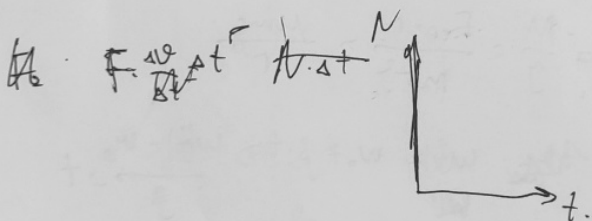
$$F \cdot x = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{Mv^2}{2}$$

$$F \cdot x = \frac{Mv^2}{2} + \frac{Mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

$\alpha = M$   
3/8 M

$$0 = Mv - Mv\alpha$$

$$mv_0 = mv + Mv\alpha$$



21-32-213

брусьеве на похилу з нульовим коефіцієнтом тертя.

2/3 рівно

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

$$\frac{\mu \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^8}{2 \cdot 9.8 \cdot 10 \cdot 8 \cdot 10^{-2} \left( 2 \cdot \frac{1}{2} - \mu \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \right)}$$

$$2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha \geq 0$$

$$2 \sin \alpha \geq \mu \cos \alpha$$

$$2 \tan \alpha \geq \mu$$

$$2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} \geq \mu$$

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

105  $\frac{0,71}{1,71} =$

$$\frac{\mu \cdot 2 \left( \frac{1}{2} - \mu \frac{\sqrt{3}}{2} \right)}{2 \left( 1 - \frac{2\sqrt{3}\mu}{3} \right)}$$

$$\tan \alpha \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \geq \frac{\mu \sin \alpha}{\cos \alpha}$$

Чистовик

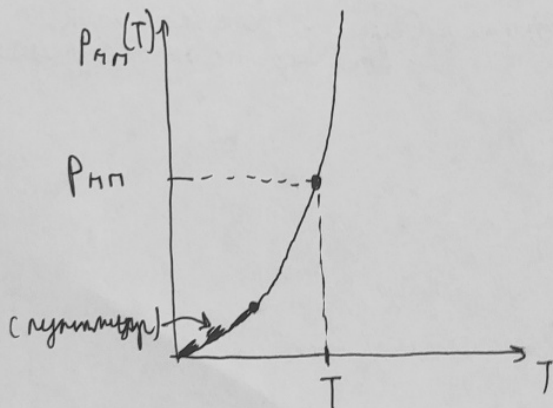
№ 2.2.1 Вопросы

11

- Влажность воздуха (абсолютная) — количество водяных паров, содержащихся в объеме <sup>какой-либо</sup> <sub>какой-либо</sub> воздуха
- обозначается буквой  $\rho$ , измеряется в  $\frac{г}{м^3}$
- Относительная влажность воздуха — величина равная отношению плотности водяных паров к плотности насыщенного пара при данной температуре.
- обозначается буквой  $\varphi$ , измеряется в процентах или долях.

$$\varphi = \frac{\rho_{абс}}{\rho_{нп}} = \frac{p}{p_{нп}}, \text{ где } p - \text{давление пара}$$

$p_{нп}$  — давление нас. пара при  $T$ .  
(стандартное значение)



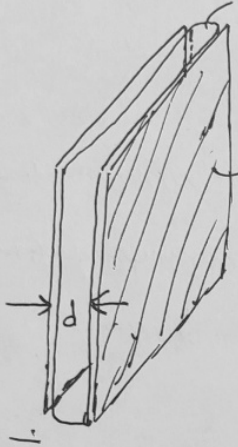
Уставовек  
 № 3.5.1 Вопросы

III

Емкость - величина равная отношению заряда  $q$   
 к напряжению  $U_0$  на конденсаторе

Емкость конденсатора не зависит от его заряда и  
 напряжения на нём, а определяется его геометрическими

параметрами с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$



$S$  - площадь пластин

$d$  - расстояние между пластинами,  
 где  $d \ll \sqrt{S}$

$\epsilon_0$  - электрическая постоянная

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}$$

$C$  - емкость плоского конденсатора

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} ; [C] = \text{Ф}$$



История

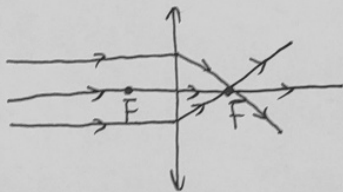
и 4.3.1. Вопросы

IV

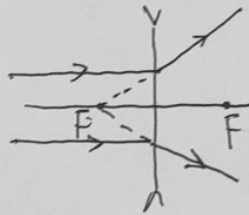
- Фокусное расстояние - это расстояние от фокуса линзы до (главного) оптического центра линзы.
- Обозначается буквой  $f$  или  $F$ , измеряется в метрах (в СИ).
- Оптическая сила тонкой линзы - это величина обратная к фокусному расстоянию
- Обозначается буквой  $D$ , измеряется в (диоптр) диоптриях

$$1 \text{ дптр} = \frac{1}{1 \text{ м}}$$

- Оптическая сила тонкой собирающей линзы положительна
- Оптическая сила тонкой рассеивающей линзы отрицательна.
- Если предмет // главной оптик. оси в собирающую тонкую линзу, то он сойдётся в фокусе линзы
- Если предмет // главной оптик. оси в рассеивающую линзу (тонкую) то он разойдётся, как бы отрезан, чтобы его продолжения пересекались из фокуса



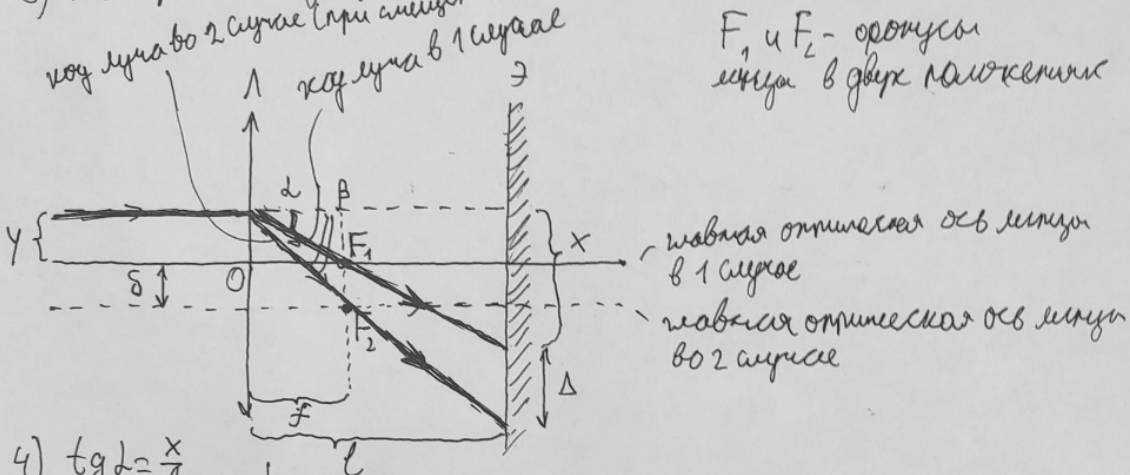
$$D = \frac{1}{F} > 0$$



Чистовик  
 √ 4.3.1 Задача

V

- 1) Т.к. мы собирающую линзу подает параллельный пучок лучей, то они соберутся в фокусе линзы
- 2) т.к.  $\Delta > \delta$ , то экран находится за фокусом
- 3) Построим ход луча:



$$4) \operatorname{tg} \alpha = \frac{x}{l - f}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y}{f} \Rightarrow \frac{x}{l - f} = \frac{y}{f}$$

$$5) \operatorname{tg} \beta = \frac{x + \Delta}{l}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{y + \delta}{f}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta}{l} = \frac{\delta}{f} \Rightarrow f = \frac{\delta}{\Delta} \cdot l$$

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

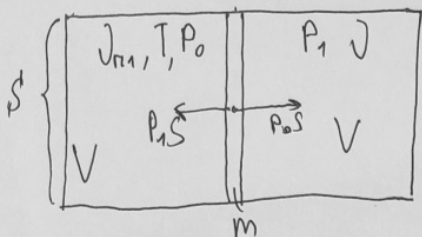
Ответ:  $f = \frac{\delta l}{\Delta} = 10 \text{ см}$



Условия

VI

№ 2.2.1



1)  $P_{\text{пл}} = P_0$  (так  $t = 100^\circ\text{C}$ )

$(T = t + 273 = 373\text{K})$

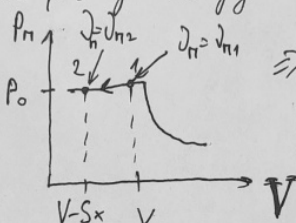
2) Закон Паскаля применим к поршню в 1 случае:  
 • Так как нет пружин, поршня о стенки и поршень неограничен, но сила гравитации неучтена;

$P_1 S = P_0 S \Rightarrow P_1 = P_0$

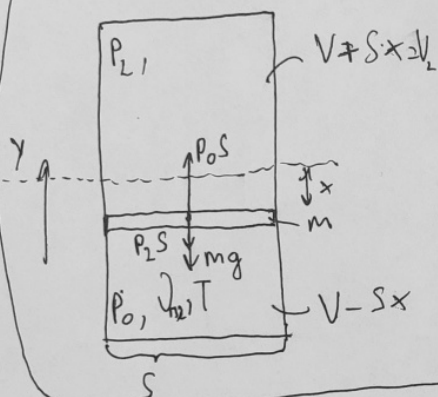
3) Менделеев-Клапейрон:

$P_1 V = \nu R T \Rightarrow P_0 V = \nu R T$

3) Закон Паскаля для поршня, когда со сж. берем:



$\Rightarrow$  раз. объема неограничен



• Закон Паскаля применим к поршню:

23М:

$P_0 S - mg - P_2 S = 0$

$P_2 S = P_0 S - mg$

Менделеев-Клапейрон:

$P_2 V_2 = \nu R T \Rightarrow P_2 (V + Sx) = \nu R T \Rightarrow P_2 (V + Sx) = P_0 V \Rightarrow$

$\Rightarrow P_2 = \frac{P_0 V}{V + Sx}$

4)  $\frac{P_0 V}{V + Sx} \cdot S = P_0 S - mg \Rightarrow \frac{P_0 V}{V + Sx} = P_0 - \frac{mg}{S} \Rightarrow \frac{P_0 V}{P_0 - \frac{mg}{S}} = V + Sx \Rightarrow$

$\Rightarrow Sx = \frac{P_0 V}{P_0 - \frac{mg}{S}} - V \Rightarrow x = \frac{P_0 V}{S(P_0 - \frac{mg}{S})} - \frac{V}{S} \Rightarrow x = V \cdot \left( \frac{P_0}{P_0 S - mg} - \frac{1}{S} \right)$

$x \approx 10^{-3} \cdot \left( \frac{10^5 \text{Па}}{10^5 \cdot 10^{-2} \text{м} - 5 \cdot 10 \text{Н}} - \frac{1}{10^{-2} \text{м}^2} \right) = 10^{-3} \cdot \left( \frac{10^5}{950} - 100 \right) \text{м}$

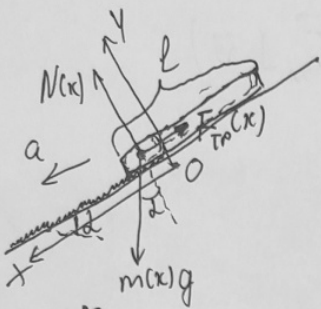
~~х ≈ 5,2 мм~~

Ответ:  $x = V \cdot \left( \frac{P_0}{P_0 S - mg} - \frac{1}{S} \right) \approx 5,2 \text{мм}$

Уетовик  
 № 3.5.1

№ 11

1) Выразим скорость, когда пластинка и пинна перерезены:



часть пластинки длины  $x$   
 Рассмотрим систему, когда пластинка закреплена на широквапупо поверхности, на  $x$ :

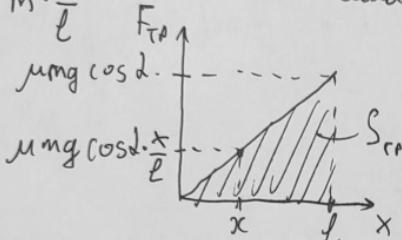
2 ЗМ:

$y: N(x) - m(x)g \cos \alpha = 0 \Rightarrow N(x) = m(x)g \cos \alpha$

$F_{тр} = \mu N(x) = \mu mg \cos \alpha \cdot \frac{x}{l}$

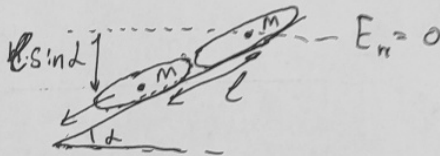
Сила трения увеличивается линейно!

$m(x) = m \cdot \frac{x}{l}$



$A_{тр} = -\frac{1}{2}$

$A_{тр} = -S_{тр} = -\frac{1}{2} \mu mg \cos \alpha \cdot l$

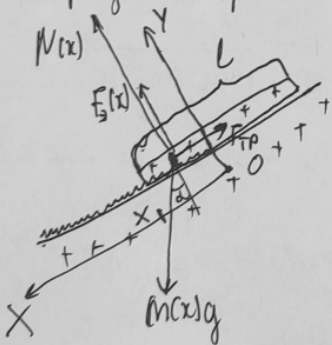


Запишем закон мех. энергии:

$A_{тр} = E_2 - E_1$

$-\frac{1}{2} \mu mg \cos \alpha \cdot l = -mg l \sin \alpha + \frac{m v_1^2}{2} \Rightarrow 2gl \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = v_1^2$

2) Выразим скорость, когда пластинка и пинна зафиксированы:



Рассмотрим часть пластинки длины  $x$ , когда она закреплена на широквапупо поверхности, на  $x$ :

2 ЗМ:

$y: N(x) + F_2(x) - m(x)g \cos \alpha = 0$

$N(x) = m(x)g \cos \alpha - F_2(x)$ , где

$m(x) = m \cdot \frac{x}{l}$

$F_{21} = E \cdot q(x); q(x) = q \cdot \frac{x}{l}$

$N(x) = \sqrt{\cos \alpha} \left( mg \frac{x}{l} - qE \cdot \frac{x}{l} \right)$

$N(x) = (mg \cos \alpha - qE) \frac{x}{l}$

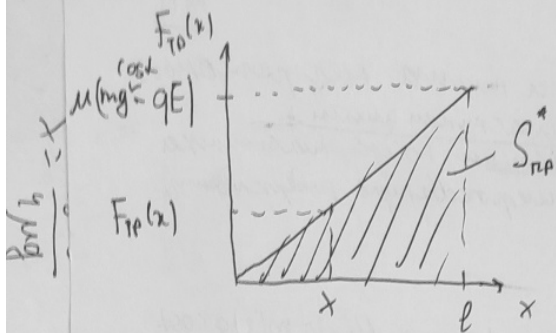
$F_{тр} = \mu N(x)$

$\Rightarrow F_{тр} = F_{тр}(x) = \mu (mg \cos \alpha - qE) \frac{x}{l}$

Сила трения зависит от пройденного пути линейно.

Учуровбек

VIII



$$A_{TP}^* - S_{TP}^* = -\frac{1}{2} \mu (mg \cos \alpha - qE) \cdot l$$

$$A_{F_3} = 0 \quad (\text{т.к. } \vec{F}_{31} \perp \vec{v})$$

Закон упр. мех. энергии:

$$A_{TP}^* = E_2^* - E_1^*$$

$$-\frac{1}{2} \mu (mg \cos \alpha - qE) l = -mg l \sin \alpha + \frac{mv_2^2}{2} \quad | \times \frac{2}{m}$$

$$-\mu \left( g \cos \alpha - \frac{qE}{m} \right) l + 2gl \sin \alpha = v_2^2$$

$$3) \quad \frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{-\mu g l \cos \alpha + 2gl \sin \alpha + \frac{\mu q E}{m} l}{-\mu g \cos \alpha + 2gl \sin \alpha}, \quad qE = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = 1 + \frac{\frac{\mu q E}{m}}{-\mu g \cos \alpha + 2gl \sin \alpha} = 1 + \frac{\mu q E}{m(2gl \sin \alpha - \mu g \cos \alpha)}$$

$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = 1 + \frac{\mu q E}{mg(2l \sin \alpha - \mu \cos \alpha)}; \quad \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{1 + \frac{\mu q E}{mg(2l \sin \alpha - \mu \cos \alpha)}}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{1 + \frac{\mu q \sigma}{2mg\epsilon_0(2l \sin \alpha - \mu \cos \alpha)}}, \quad \begin{aligned} & qE \cdot 2l \sin \alpha - \mu \cos \alpha \geq 0 \\ & 2l \sin \alpha \geq \mu \end{aligned}$$

4) Проверка условия равновесия с помощью  $F_{TP} = \mu N$  ( $F_{TPn} \leq \mu N$ )

$$F_{TPn} \leq mg \sin \alpha; \quad mg \sin \alpha \leq \mu mg \cos \alpha$$

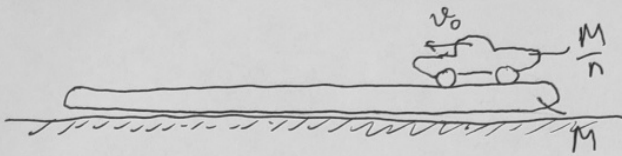
$$5) \quad \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{1 - \frac{mg \sigma \cdot \sin \alpha}{2l \cos \alpha mg \epsilon_0 (2l \sin \alpha - \mu \cos \alpha)}} \approx \sqrt{1 - \frac{q \sigma \cdot \sin \alpha}{2l \cos \alpha mg \epsilon_0}}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{1 - \frac{3 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^6}{2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 1 \cdot 9 \cdot 10^{-16}}} = \sqrt{1 - \frac{1}{\sqrt{3}}} \approx 2,4$$

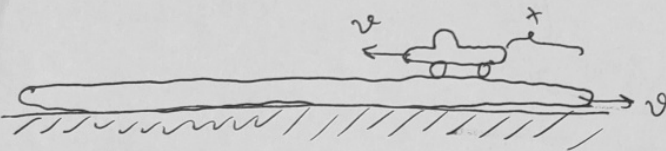
Ответ: скорость меньше в 2,4 раза сначала ~~в 2,4 раза~~ в 2,4 раза ~~в 2,4 раза~~

Учебник № 1.31.

IX

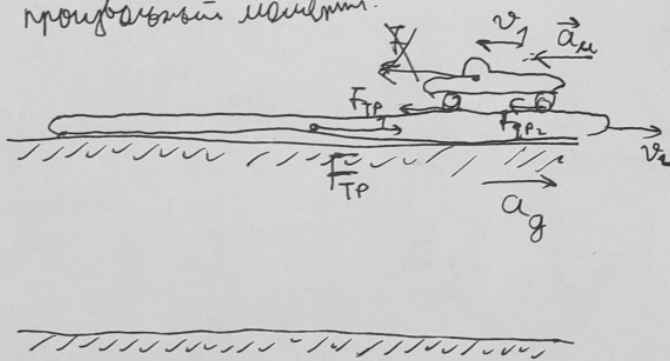


начальное состояние



конечное состояние

процессное состояние:



$$F_{TP} = F_{TP1} + F_{TP2} = L F_{TP1} = 2 F_{TP2} = M \frac{M}{n} g$$

2 M g

$$\frac{M}{n} \cdot a_u = \cancel{X} + F_{TP}$$

$$M a_g = F_{TP}$$

$$\frac{M}{n} a_u = \cancel{X} + M a_g$$

$$a_u \frac{M}{n} = M a_g \Rightarrow \cancel{X} \quad a_u = n a_g$$

$$a_{отн} = a_u - a_g = (n-1) a_g = (n-1) \frac{F_{TP}}{M} = \frac{(n-1) M g}{n}$$

$$\cancel{X} = a_{отн} \quad X = \frac{0 - v_0^L}{-2 a_{отн}} = \frac{v_0^L}{2 a_{отн}} = \frac{v_0^L \cdot n}{2(n-1) M g}$$

302:  $\frac{M v_0^L}{2}$

$E_0 = \frac{M v_0^L}{n^2}$

$E_K = \frac{M v^L}{n^2} + \frac{M v^L}{2}$