



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

**ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА**

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Павловский Кирилл Михайлович**

Класс: 11

Технический балл: **86**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9002370

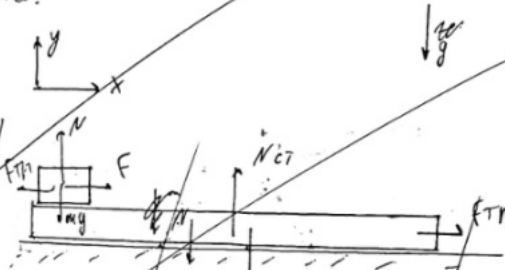
	1	2	3	4	$\Sigma$
Задача	5	15	14	15	<b>86</b>
Вопрос	10	10	9	8	

№ 1.3.1 Вопрос: Импулс систем материальных точек есть сумма импульсов всех материальных точек, входящих в систему:  $\vec{p}_{сист} = \sum_{i=1}^n \vec{p}_i$

ЗСМ: Если для системы сумма всех внешних сил или проекция сумм всех внешних сил, действующих на систему, равно нулю, то импульс этой системы сохраняется.

Задача:

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



Пусть  $F$  — сила тяги, которую развивает автомобиль  
 Т.к.  $N = \text{const} \Rightarrow$   
 $N = F \cdot \eta \Rightarrow$  скорость с которой едет машина постоянно  $\Rightarrow$   
 $a = ?$

2.3 м на ось x для машины:

x:  $F - F_{тр} = 0$   
 y:  $N = Mg$ , т.к. сначала машина проскальзывает  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow F_{тр} = \mu N \Rightarrow F = \mu Mg$

3) 2.3 м для фска:

x:  $M a_y = F_{тр} \Rightarrow M a_y = \mu Mg \Rightarrow a_y = \mu g \frac{m}{M} = \frac{\mu g}{n} = 0,2 \text{ м/с}^2$

4) Когда закончится проскальзывание, то сила трения перестанет совершать работу: закон изменения кинетической энергии для системы "т+в":

$A_{тр} + A_F = \frac{mv^2}{2} + \frac{Mv^2}{2} - \frac{mv^2}{2}$ ;  $(A_{тр} = -\text{Ра} \cdot F_{тр} = -\mu mg x)$

$A_F = N \cdot v$ , где  $t$  — время действия силы трения до того момента пока проскальзывание не закончилось.

5) То формулы кинематики РУД для фска:

$M = a_y \cdot t = \frac{\mu g}{n} \cdot t$   
 $M = a_y \cdot t = \frac{\mu g}{n} \cdot t$

Итого:

6) По закону сохранения энергии:  $x + L = S$ ;

$L = v \cdot t$ ;  $S = N \cdot t$ , но  $v = \frac{N}{F} = \frac{N}{\mu mg}$

$\Rightarrow x + \frac{\mu g}{n} \cdot t^2 = \frac{N}{\mu mg} \cdot t$

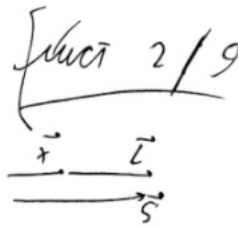
Или:

$-\mu mgx + N \cdot t = \frac{\mu g^2}{2} t^2$ , где  $\mu = \frac{\mu g}{n}$

$x + \frac{\mu g}{n} \cdot t^2 = \frac{N}{\mu mg} \cdot t \Rightarrow \begin{cases} -\mu mgx = \frac{\mu g^2}{2} \cdot t^2 - N \cdot t \\ -\mu mgx = -N \cdot t + \frac{\mu g^2}{n} \cdot m \cdot t^2 \end{cases}$

$\frac{\mu g^2}{2} \cdot \frac{\mu g^2}{n^2} \cdot (x - N \cdot t) = -N \cdot t + \frac{\mu g^2}{n} \cdot m \cdot t^2$

$\frac{\mu g^2}{2} \cdot \frac{\mu g^2}{n^2} \cdot t = \frac{\mu g^2}{n} \cdot m \cdot t$



№3.1) Вопрос: Импульсы системы материальных точек есть сумма импульсов всех материальных точек, входящих в систему.

$\vec{P}_{\text{сист}} = \sum \vec{p}_i$ ; ЗИЧ: Если для системы сумма всех внешних сил или проекция сумм всех внешних сил, но выделенную ось, равна нулю, то импульс этой системы сохраняется или сохраняется на заданную ось.

Задача:

$M = 1 \text{ кг}$

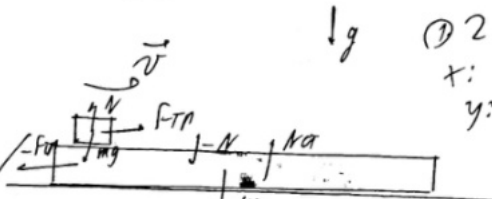
$N = 2 \text{ Вт}$

$\frac{\mu}{m} = n = 3$

$\mu = 0,3$

$g = 10 \text{ м/с}^2$

$x = ?$



1) 2 знака, "м"

$x: \text{max} = F_{\text{тр}}$

$y: N = mg$ , т.к. вначале есть проскальзывание,

то  $F_{\text{тр}} = \mu(N) = \mu mg$

$F_{\text{тр}} = \mu mg$

2) 2 знака, "м"

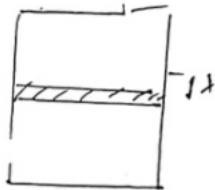
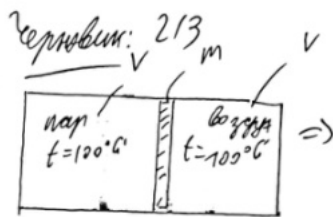
$x: \text{Max} = F_{\text{тр}} \Rightarrow a_y = \mu g \frac{m}{m} \Rightarrow a_y = \mu g = \text{const}$

3) Проскальзывание прекратится, когда сила трения перестанет совершать работу: По закону обобщенной энергии для системы, "м + л"

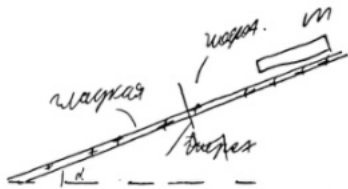
$A_{\text{тр}} = \frac{mv^2}{2} + \frac{Mv^2}{2}$ ,  $A_{\text{тр}} = \nu A_{\text{Сотр}} \cdot F_{\text{тр}} = \nu \mu mgx$

$\nu$  - конечная скорость тела м

$\mu$  - конечная скорость тела л



$\sqrt{3} = 1,7$   
 $1 \times 1,7 = 1,7$   
 $10 \times 0,57 = 5,7$   
 $1,7 + 5,7 = 7,4$   
 $1,7 \times 1,7 = 2,89$   
 $5,7 \times 1,7 = 9,69$   
 $2,89 + 9,69 = 12,58$   
 $u = \sqrt{12,58} = 3,54$



$F = q \cdot E = q \frac{q}{4\epsilon_0} = \frac{q^2}{25\epsilon_0}$   
 $t = \frac{2 \cdot 2}{1 \left( \frac{0,33 \cdot 10^{-12}}{8} + \frac{0,33 \cdot 10^{-12}}{2} \right)} = \frac{4}{7+1} = 10$

$\frac{m v_1^2}{2} = mgl \sin(\alpha) - \frac{1}{2} \mu mg (\cos(\alpha) l)$   
 $\frac{m v_2^2}{2} = mg (2l) - \frac{1}{2} \mu l (mg \cos(\alpha) l) - \frac{q^2}{4\epsilon_0}$

$\frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{mg l \sin(\alpha) - \frac{1}{2} \mu mg l \cos(\alpha)}{mg (2l) - \frac{1}{2} \mu l (mg \cos(\alpha) l) - \frac{q^2}{4\epsilon_0}}$

$\frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{mg \sin(\alpha) - \frac{1}{2} \mu \cos(\alpha) mg}{mg - \frac{1}{2} \mu \cos(\alpha) (mg \cos(\alpha) l) - \frac{q^2}{4\epsilon_0}}$   
 $= \frac{\frac{1}{2} mg}{mg - \frac{1}{2} mg + \frac{1}{2} \frac{q^2}{4\epsilon_0} \cdot \frac{1}{\cos(\alpha) l}}$   
 $= \frac{\frac{1}{2} mg}{\frac{1}{2} mg + \frac{1}{2} \frac{q^2}{4\epsilon_0 \cos(\alpha) l}}$

$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{1 + \frac{q^2}{2 mg \cos(\alpha) l}} = \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 10^{-12} \cdot 3 \cdot 10^8}{2 \cdot 9,8 \cdot 10 \cdot 0,5 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}} = \sqrt{1 + \frac{1}{2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} + 1} = \sqrt{\frac{1}{\sqrt{3}} + 1} = \sqrt{\sqrt{3} + 1}$   
 $\varphi = k_1 B$

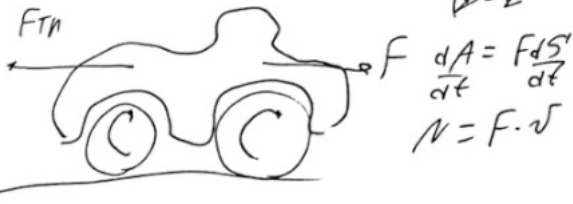
$\frac{k_1 \cdot \frac{k_2}{\mu^2}}{k_2 \cdot \frac{H}{\mu}} = \frac{k_1^2 \cdot \mu}{N^2 \cdot H \cdot \varphi} = \frac{k_1^2 \cdot k_2 \mu^2}{\mu \cdot H \cdot H \cdot \mu}$   
 $\varphi = \frac{k_2^2 \cdot \mu}{H \cdot \mu^2 \cdot \varphi} = \frac{k_1^2}{H \cdot \mu \cdot k_2 \cdot B} = \frac{k_1 B}{H \cdot \mu \cdot B} = \frac{B \mu}{H}$

$\frac{\varphi}{\mu} = \frac{H}{k_1}$   
 $\rightarrow \varphi = \frac{H \cdot \mu}{k_1}$   
 $\sqrt{\frac{1+\sqrt{3}}{\sqrt{3}}} \sqrt{\frac{\sqrt{3}}{3} + 1} = \sqrt{\frac{\sqrt{3}+1}{3}}$

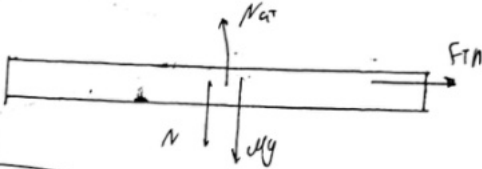
$N \cdot t = \frac{1}{2} \cdot \mu \cdot g^2 \cdot \frac{H^2}{\mu^2} \cdot t^2$   
 $N \cdot t = \frac{\mu v^2}{2}$   
 $N \cdot t = \mu mg \cdot t$   
 $N \cdot t = \mu mg + \frac{\mu g}{2} \cdot t = \mu mg = N \cdot t$   
 $N \cdot t = \mu mg + \frac{\mu g}{2} \cdot t = \mu mg = N \cdot t$   
 $N \cdot t = \mu mg + \frac{\mu g}{2} \cdot t = \mu mg = N \cdot t$

Черновик 313

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



госка:



$F_{тр} = \mu N$   
 $F_{тр} = \mu mg$   
 $M \cdot u = \mu mg \cdot t \Rightarrow \left[ u = \mu g \frac{m}{N} t \right]$

$x: m \frac{dv_x}{dt} = F - F_{тр}$   
 $M \frac{dv_L}{dt} = F_{тр} \Rightarrow m \frac{dv_x}{dt} + N \frac{dv_L}{dt} = F$

$L = \frac{a \mu b^2}{2}$

$-\mu mg x + N \cdot t = \frac{m u^2}{2} + \frac{N u^2}{2} - \frac{m v^2}{2}$

$-\mu mg x + N \cdot t = \frac{m u^2}{2}$

$F = \mu mg \Rightarrow v = \frac{N}{\mu mg}$

$-\mu mg x + N \cdot t = \frac{m}{2} \cdot \frac{N^2}{\mu^2 m g^2}$

$-\mu mg x + N \cdot t = \frac{m}{2} u^2$

$v = a t$   
 $u = a t = \frac{\mu g m}{N} \cdot t$

$x + L = S$      $L = u \cdot t$      $S = v \cdot t = \frac{N}{\mu mg} \cdot t$      $L = u \cdot t = \frac{m g}{N} \cdot t$

$x + \frac{\mu g m}{N} t = \frac{N}{\mu mg} \cdot t$

~~$x + \frac{\mu g m}{N} t$~~

$n = \frac{N}{m}$

$M u = F_{тр} \cdot t$

$M \cdot u = \mu mg \cdot t$

$x + \frac{m g}{N} \cdot t = \frac{N}{\mu mg} \cdot t$

$-\mu mg x + N \cdot t = \frac{m}{2} \cdot \frac{N^2 g^2}{h^2} \cdot t^2$

$-\mu mg t = -N \cdot t + \frac{m g^2}{N} \cdot \mu mg$

$-\mu mg t = \frac{m}{2} \cdot \frac{N^2 g^2}{h^2} \cdot t^2 - N \cdot t$

$N - \mu^2 g^2 \cdot \frac{m}{N} = \frac{m}{2} \cdot \frac{N^2 g^2}{h^2} \cdot t - N$

$N \cdot t - \frac{m^2 g^2 t}{N} \cdot m = \frac{m}{2} \cdot \frac{N^2 g^2}{h^2} \cdot t^2 - N \cdot t \Rightarrow \frac{m g b}{N} \cdot \mu mg = \frac{m}{2} u^2$

~~Чертежи:~~

$$\mu mg \cdot x = \frac{\mu u^2}{2}; \quad u = at = \mu g \frac{u}{a} \cdot t$$

$$\mu mgx = N \cdot t \quad N \cdot t = \mu^2 g^2 \frac{m^2}{\mu^2} \cdot t^2$$

$$N = \mu^2 g^2 \cdot \frac{1}{\mu^2} \cdot t \Rightarrow t = \frac{N \cdot \mu}{\mu^2 g^2} = \frac{9 \cdot 2}{0,3 \cdot 0,3 \cdot 10 \cdot 10} = \frac{2 \cdot 2}{9} = 2 \text{ с}$$

лист 3/9

Штатив.

(4) По закону о сохранении импульса для системы,  $m + \mu$  "на рельсах"  
 $mV = \mu u$

(5)  $u = at \cdot t$  (т.к. движения груза равноуск.)  
 $u = \frac{\mu g}{n} \cdot t$ ,  $t$  - время от ~~начала~~ окончания трогания груза.

Итак:

$$\mu mgx = \frac{mV^2}{2} + \frac{\mu u^2}{2} \quad \mu mgx = \frac{m \mu^2 u^2}{2} + \frac{\mu u^2}{2} = N \cdot t, \text{ т.к. } N = \text{const}$$

$$\left. \begin{aligned} u &= \frac{\mu g}{n} \cdot t \\ mV &= \mu u \Rightarrow V = \mu u \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{\mu}{2} \cdot \frac{\mu^2 u^2}{n^2} + \frac{\mu u^2}{2} = N \cdot t$$

$$\frac{\mu g}{2} (n \cdot \frac{\mu^2 g^2}{n^2} \cdot t^2 + \frac{\mu^2 g^2}{n^2} \cdot t^2) = N \cdot t$$

$$\frac{\mu}{2} \left( \frac{\mu^2 g^2}{n} t + \frac{\mu^2 g^2}{n^2} \cdot t \right) = N \Rightarrow \frac{\mu g}{2} \left( \frac{\mu^2 g^2}{n} + \frac{\mu^2 g^2}{n^2} \right) = N \Rightarrow t = \frac{2N}{\mu \left( \frac{\mu^2 g^2}{n} + \frac{\mu^2 g^2}{n^2} \right)}$$

Тогда вычисляем  $t = 1 \text{ с}$ ;  $u = \frac{0,3 \cdot 10}{3} \cdot 1 = 1 \text{ м/с}$

$$\mu mgx = \frac{mV^2}{2} + \frac{\mu u^2}{2} \quad \Rightarrow N = 2 \mu g$$

$$\mu g x = \frac{V^2}{2} + \frac{\mu u^2}{2} \Rightarrow \mu g x = \frac{V^2 + \mu u^2}{2} \Rightarrow x = \frac{V^2 + \mu u^2}{2 \mu g}$$

$$x = \frac{1 + 3 \cdot 1}{2 \cdot 0,3 \cdot 10} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3} \text{ м} = 20 \text{ см}$$

Ответ: ~~1 м~~  $x = 2 \text{ м}$ .

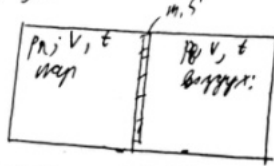
Исходник:

Лист 4/9

№ 2.2.1

- $m = 5 \text{ кг}$
- $V = 1 \text{ л}$
- $t = 100^\circ \text{C} = 373 \text{ K}$
- $S' = 0,01 \text{ м}^2$
- $g = 10 \text{ м/с}^2$
- $p_0 = 10^5 \text{ Па}$
- $T = \text{const}$
- $x = ?$

1) Рассм. ситуацию в начале:



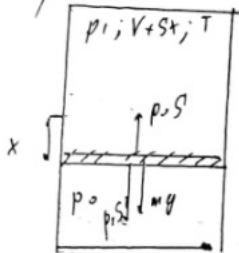
На поршень действуют силы со стороны газов:



Т.к. поршень неподвижен, то  $p_0 S' = p_1 S' \Rightarrow p_0 = p_1 = p_0$  (давление над паром при  $t = 100^\circ \text{C}$ )

2) Рассм. систему после переобратного переизменения:

Т.к.  $T = \text{const}$ , то давление пара останется прежним, а часть пара сконденсировалась в воду:



На поршень действуют силы:

$$p_0 S' = m g + p_1 S' \Rightarrow p_1 = p_0 - \frac{m g}{S'}$$

- Такое давление будет у воздуха:

3) Т.к.  $T = \text{const}$ , то для воздуха верно, что:

$p_0 V = p_1 (V + S'x)$ , где  $x$  - смещение поршня:

$$V \cdot \frac{p_0}{p_1} = V + S'x \Rightarrow S'x = V \left( \frac{p_0}{p_1} - 1 \right) \Rightarrow x = \frac{V}{S'} \left( \frac{p_0}{p_1} - 1 \right)$$

Вычисляем:  $p_1 = \left( 10^5 - \frac{5 \cdot 10}{0,01} \right) \text{ Па} = 95000 \text{ Па} \Rightarrow$

$$\Rightarrow x = \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}{10^{-2} \text{ м}^2} \left( \frac{100000}{95000} - 1 \right) = 10^{-1} \cdot \left( \frac{100}{95} - 1 \right) \text{ м} = 10^{-1} \cdot \left( \frac{100 - 95}{95} \right) \text{ м} =$$

$$= \frac{1}{10} \left( \frac{5}{95} \right) \text{ м} = \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{19} \text{ м} = \frac{1}{190} \text{ м}$$

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

водяного пара

Вопрос: Относительная влажность воздуха - отношение давления  $\bullet$  пара к максимально возможному давлению водяного пара при данной температуре.

Влажность - это физ. величина, характеризующая содержание молекул водяного пара в некотором объеме воздуха.

Абсолютная влажность - плотность водяного пара при заданной температуре.

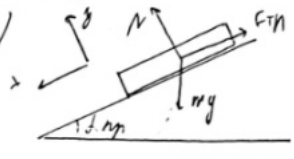


Мисловка:

№ 35.1

$m = 100 \text{ г}$   
 $2 \mu = 30^\circ$   
 $E = 3 \frac{\text{мкКл}}{\text{м}^2}$   
 $q = 3 \text{ мкКл}$   
 $E_0 = 9 \cdot 10^{12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}$   
 $g = 10 \text{ м/с}^2$   
 $\frac{v_2}{v_1} = 7$   
 Во сколько раз  $v_2$  меньше  $v_1$ ?

1. Рассм. ситуацию, когда пластина расположена целиком на шероховатой части плитки:

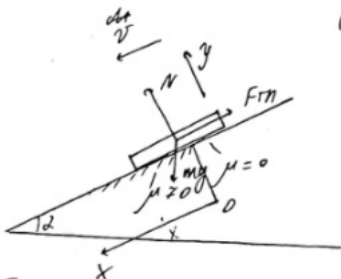


Т.к. наклон  $2 \mu = 30^\circ$  - предельный угол, то можно считать, что  $F_{тр} = \mu N$ , т.е.  $2.3 \text{ Н}$  для пластины:

$x: F_{тр} = m g \sin(\alpha)$   
 $y: N = m g \cos(\alpha)$   
 $\Rightarrow \mu = \frac{\sqrt{3}}{3} \approx 0,57$

$\mu m g \cos(\alpha) = m g \sin(\alpha)$   
 $\mu = \tan(\alpha) \Rightarrow \mu = \tan(30^\circ) \Rightarrow$

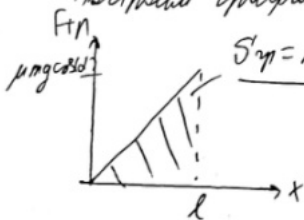
2. Рассм. ситуацию в проф. плане вращая, когда она фатется по шероховатой поверхности плитки:



Сила трения скалярно действует на ту часть пластины, что находится на шероховатой части плитки:

$F_{тр} = \mu N(x); N(x) = N \cdot \frac{x \cos(\alpha)}{l}$   
 $l$  - длина плитки  
 $\Rightarrow F_{тр}(x) = \mu N \frac{x \cos(\alpha)}{l}$

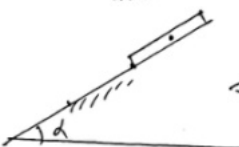
Построим график зависимости  $F_{тр}(x)$ :



$S_{тр} = A_{тр} = \frac{1}{2} \mu m g l \cos(\alpha)$

Воспользуемся законом сохранения мех. энергии:  
 $A_{тр} = E_2 - E_1$ ; найдём изменение кинетич. энергии пластины!

До:



После:  $x = l \cdot \sin(\alpha) \Rightarrow$



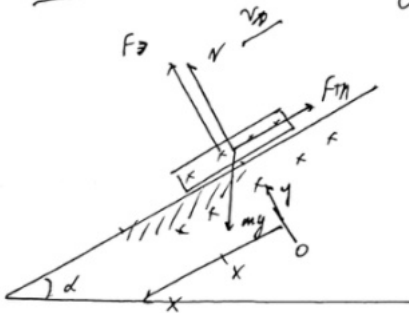
$-\frac{1}{2} \mu m g l \cos(\alpha) = \frac{m v_1^2}{2} - m g x$   
 $-\frac{1}{2} \mu m g l \cos(\alpha) = \frac{m v_1^2}{2} - m g (l \sin(\alpha))$

Мост 5/9

Условие:

3. Пластина имеет заряд  $q$ , а по ней равномерно распределен заряд  $\sigma$ :

Профиль малют в момент:



со старыми заряженной плитой действует

сила  $F_3 = Eq$ ,  $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$  (можно считать плиту плоскостью)

2,3 Н на длину  $l$  пластины!

$$F_3 + N = mg \cos(\alpha) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N = mg \cos(\alpha) - F_3$$

$$N = mg \cos(\alpha) - \frac{q\sigma}{2\epsilon_0}$$

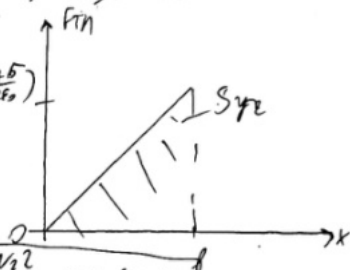
Аналогично как и в предыдущем пункте  $F_{тр} = \mu N$

$$= \mu (mg \cos(\alpha) - \frac{q\sigma}{2\epsilon_0}) \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow A_{тр} = -S_{тр}$$

$$\Rightarrow A_{тр} = -\frac{1}{2} \mu l (mg \cos(\alpha) - \frac{q\sigma}{2\epsilon_0})$$

По закону сохранения механической энергии

$$A_{тр} = E_2 - E_1 \Rightarrow -\frac{1}{2} \mu l (mg \cos(\alpha) - \frac{q\sigma}{2\epsilon_0}) = m \frac{v_2^2}{2} - mgl \sin(\alpha)$$



$$(4) \text{ Условие: } \begin{cases} -\frac{1}{2} \mu mgl \cos(\alpha) = m \frac{v_2^2}{2} - mgl \sin(\alpha) \\ -\frac{1}{2} \mu l (mg \cos(\alpha) - \frac{q\sigma}{2\epsilon_0}) = m \frac{v_2^2}{2} - mgl \sin(\alpha) \end{cases}$$

$$\frac{m v_2^2}{2} = mgl \sin(\alpha) - \frac{1}{2} \frac{q\sigma l}{\cos(\alpha)} (mg \cos(\alpha) - \frac{q\sigma}{2\epsilon_0})$$

$$\frac{m v_1^2}{2} = mgl \sin(\alpha) - \frac{1}{2} \frac{q\sigma l}{\cos(\alpha)} mg \cos(\alpha)$$

$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{mgl \sin(\alpha) - \frac{1}{2} \frac{q\sigma l}{\cos(\alpha)} (mg \cos(\alpha) - \frac{q\sigma}{2\epsilon_0})}{mgl \sin(\alpha) - \frac{1}{2} \frac{q\sigma l}{\cos(\alpha)} mg \cos(\alpha)} \Rightarrow \frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{\frac{1}{2} mg + \frac{1}{2} \frac{q\sigma}{2\epsilon_0 \cos(\alpha)}}{\frac{1}{2} mg}$$

$$\Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{1 + \frac{q\sigma}{2mg \cos(\alpha)}}$$

После вычисления получаем, что

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{1}{3} + 1} \approx \sqrt{1,333 + 1} = \sqrt{2,333}$$

$$\text{Ответ: } \frac{v_2}{v_1} \approx \sqrt{1,57}$$

Условие:

Вопрос: Электроемкость — физич. величина, равная отношению заряда проводника к его потенциалу.

Электроемкость плоского конденсатора можно определить как отношение заряда на обкладках конденсатора к разности потенциалов на его обкладках, но емкость плоского конденсатора зависит исключительно от свойств конденсатора:  $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$ ;  $\epsilon$  — диэлект. прониц.

$S$  — площадь обкладок конденсатора;  $d$  — расстояние между обкладками.

лст 7/9

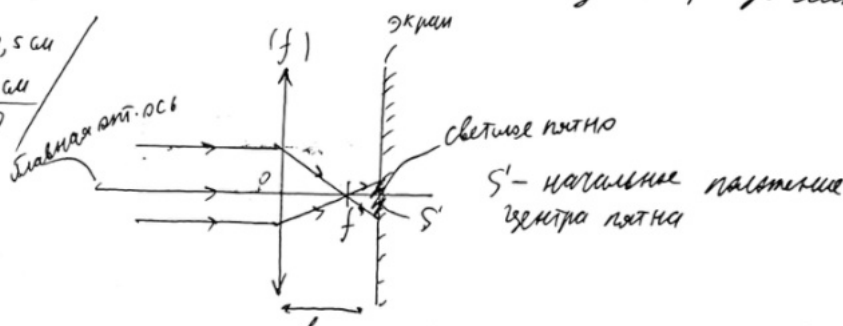
№ 4.3.1

Условие:

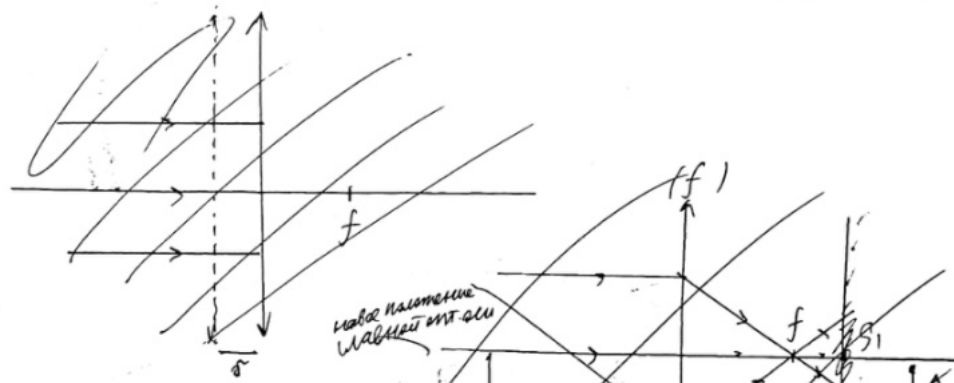
Лист В 19

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

1) П.к. на линзу падает паралл. пучок света, то при преломлении он падает в фокус линзы.



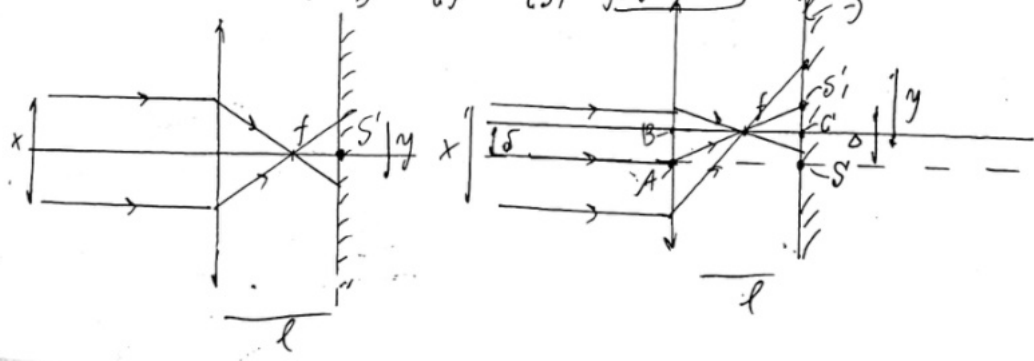
2) Рассм. ситуацию, когда линзу передвинем на  $\delta$  (передвинем вправо)



$S_1$  - новое положение центра пучка

Из подобия  $\Delta ABf \sim \Delta CS_1f$ :

$$\frac{Bf}{Cf} = \frac{AB}{CS_1} \Rightarrow \frac{f}{l-f} = \frac{\delta}{\delta-\delta}$$



3) Из подобия  $\triangle ABF \sim \triangle CSi$ :

Истинно:

$$\frac{f}{f-f} = \frac{\delta}{\delta-f} \Rightarrow f(\delta-f) = \delta(f-f)$$

МНОЖИТЕЛЬ

$$f(\delta-f) + f\delta = \delta f$$

~~$$f(\delta-f) + f\delta = \delta f$$~~

$$f\delta = \delta f \Rightarrow f = \frac{\delta f}{\delta} \Rightarrow f = \frac{20 \text{ см} \cdot 95 \text{ см}}{1 \text{ см}} = 190 \text{ см}$$

Ответ:  $f = 190 \text{ см}$ .

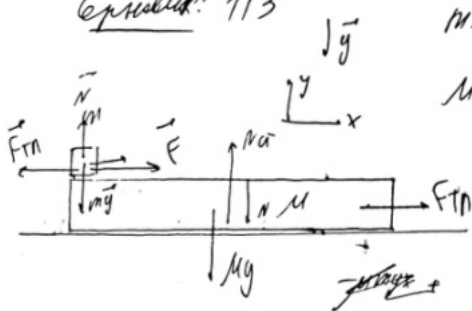
Вопрос: Фокусное расст. линзы - это расстояние от линзы до её переднего или заднего фокуса. Оптическая сила линзы есть величина, обратная фокусному расст.  $D = \frac{1}{f}$

$[D] = \text{дптр}$ .

Следует отметить, что ответ на задачу не зависит от того как расположен экран



Exercice: 113



$$m a_x = F - F_{TN} = 0$$

$$m a_y = N - \mu m g$$

$F = F_{TN} \quad N = \mu m g$

$m a_x: m a_x = F - F_{TN} = 0 \quad F_{TN} = \mu N$

$M a_x: M a_x = F_{TN}$

$$-\mu m g \cdot t = \frac{M v^2}{2} + \frac{m v^2}{2} - \frac{m v^2}{2}$$

$$m v = m u + M u$$

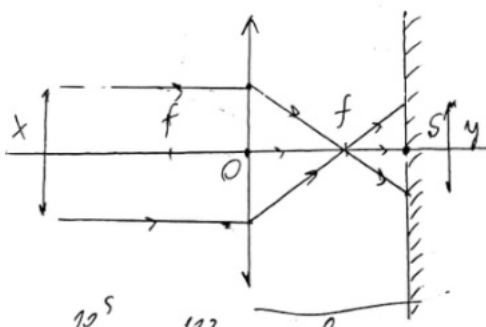
$$-\mu m g t + F_{TN} \cdot t = \frac{M v^2}{2} + \frac{m v^2}{2} - \frac{m v^2}{2}$$

$$10^5 \cdot \frac{5 \cdot 10^{-2}}{0,01} = 10^5 - 5 \cdot 10^3 =$$

$$= 100000 - 5000 =$$

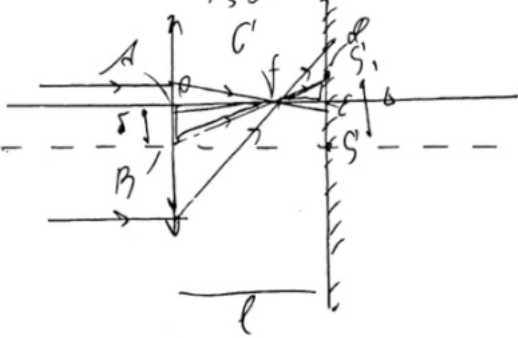
$$= \frac{100000 - 5000}{15000} \cdot t$$

$0,01 = 10^{-2}$



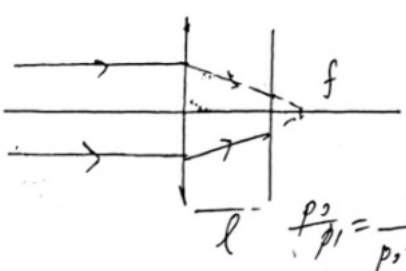
$$\frac{10^5}{95 \cdot 10^3} = \frac{100}{95} - 1$$

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



$\triangle ABC \sim \triangle DEC$

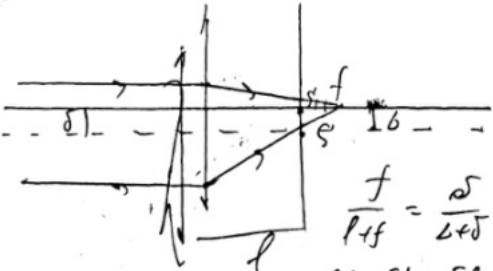
$$\frac{AG'}{CE} = \frac{AB}{DE} \Rightarrow \frac{f}{l-f} = \frac{\delta}{l-\delta}$$



$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{p_2}{p_2 - \frac{m g}{s}}$$

$$\mu m g t = N \cdot t$$

$$v = n u$$



$$\frac{f}{l+f} = \frac{\delta}{l+\delta}$$

$$f(l+\delta) = \delta l + f \delta$$

$$f(\delta) = \delta l$$