



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

**ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА**

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Исмагилов Амир Эльвирович**

Класс: 11

Технический балл: **86**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9597844

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

Устойчивость (термовибре) Черновик  
Вариант

3.5.1. Задача

Тело во втором случае не goeset до точки  $x = l$ , если  $2g\sin\alpha - \mu g\cos\alpha + \frac{\mu\sigma g}{2\epsilon_0 m} < 0$

$$2\sin\alpha - \mu\cos\alpha = \frac{\mu\sigma g}{2\epsilon_0 m} \Rightarrow \sqrt{4+\mu^2} \cos(\alpha+\varphi) > \frac{\mu\sigma g}{2\epsilon_0 m} \text{ где}$$

$$\varphi = \arccos \frac{\mu}{\sqrt{4+\mu^2}} + 2\pi k = \arcsin \frac{2}{\sqrt{4+\mu^2}} + 2\pi n; \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha + \varphi < \arccos \frac{\mu\sigma g}{2\epsilon_0 m \sqrt{4+\mu^2}} \Rightarrow \alpha < \arccos \frac{\mu\sigma g}{2\epsilon_0 m \sqrt{4+\mu^2}} - \varphi$$

Таким образом, при  $\arctg \frac{\sqrt{3}}{6} < \alpha < \arccos \frac{\mu\sigma g}{2\epsilon_0 m \sqrt{4+\mu^2}} - \arccos \frac{\mu}{\sqrt{4+\mu^2}}$  отношение  $\frac{v_2}{v_1}$  равно:

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{1 + \frac{\mu\sigma g}{2\epsilon_0 m (2g\sin\alpha - \mu g\cos\alpha)}} = \sqrt{1 + \frac{\mu\sigma g}{2\epsilon_0 m g (2\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}} =$$

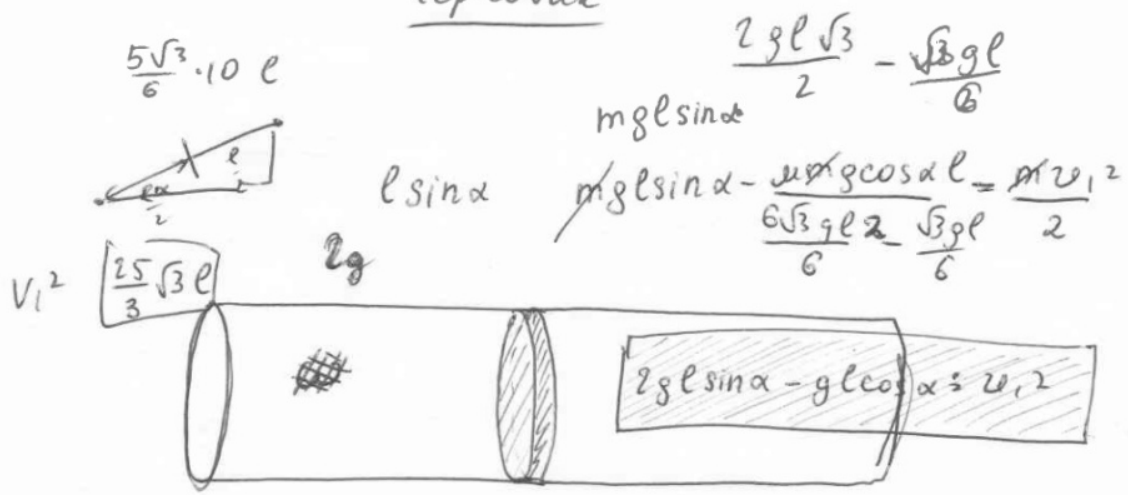
$$= \sqrt{1 + \frac{8 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 2 \cdot 9 \cdot 10^{12} \cdot (2\sin\alpha - \frac{\cos\alpha}{\sqrt{3}})}} = \sqrt{1 + \frac{1}{(4\sqrt{3}\sin\alpha - 2\cos\alpha)}}$$

Ответ:  $\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{1 + \frac{1}{4\sqrt{3}\sin\alpha - 2\cos\alpha}}$ ,  $\arctg \frac{\sqrt{3}}{6} < \alpha < \arccos \frac{\mu\sigma g}{2\epsilon_0 m \sqrt{4+\mu^2}} - \arccos \frac{\mu}{\sqrt{4+\mu^2}}$ ,  $\mu = \tan \alpha_{\text{кр}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$

$$\frac{4 \cdot 27 \cdot 4 \cdot 1000}{2 \cdot 4 \cdot 27 \cdot 1000 \cdot 1} = 2 \text{ м}$$

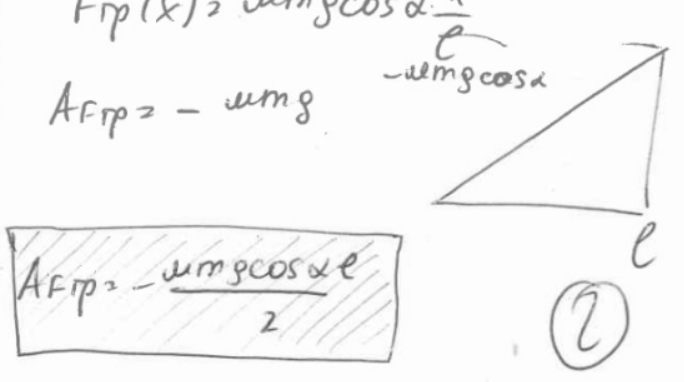
①

Черновик



$\frac{\sigma q}{2\epsilon_0} v_2^2 = \frac{\mu \sigma q}{2\epsilon_0 m (2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha)}$   
 $F = \frac{\sigma d}{2\epsilon_0 \epsilon} = 2$   
 $v_2 \Rightarrow 2gl \sin \alpha \left( \rho_0 - \frac{mg}{S} \right) (V + xS) = \rho_0 V$   
 $V + xS = \frac{V}{1 - \frac{mg}{\rho_0 S}}$   
 $xS = V \left( \frac{1 - 1 + \frac{mg}{\rho_0 S}}{1 - \frac{mg}{\rho_0 S}} \right)$   
 $\frac{10\sqrt{3}}{25}$   
 $\frac{50H}{0,01 \mu}$   
 $\frac{50}{10^{-2}}$   
 $\frac{1000}{95} \cdot \frac{134}{520}$   
 $\frac{31}{120} \cdot \frac{51}{94} = 2$   
 $\frac{1}{2\sqrt{3}} = \frac{\sin \alpha}{\epsilon_0 \epsilon S}$   
 $\frac{4\sqrt{3}}{2\sqrt{3}} \cos \alpha$

$\left( \frac{30}{25} \right)$   
 $\left( 10^5 - \frac{10}{10^{-2}} \right) \frac{6}{5} = 1,2$   
 $1 + \frac{1}{4\sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} - 2 \left( 10^5 - 10^3 \right) (V + xS)$   
 $1 + \frac{1}{6-1} = 1,25$   
 $1,25 \cdot 95 \cdot \frac{1}{100} \cdot (V + \Delta V) = 100 \cdot \frac{1}{100} V$   
 $N = \mu mg \cos \alpha$   
 $F_{тр}(x) = \mu mg \cos \alpha \cdot \frac{x}{l}$   
 $A_{Fтр} = - \mu mg$   
 $\frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d} \cdot \frac{95}{100}$   
 $1 + \frac{\Delta V}{V} = \frac{100}{95}$   
 $\frac{5}{95} = \frac{\Delta V}{V}$   
 $\frac{5}{95} V = \frac{0,001}{19 \cdot 0,01}$   
 $\frac{1}{190}$



Церковик

μmg λокт

μmg λокт



$$Nt = \frac{Mv_M^2}{2h} + \frac{Mv_A^2}{2h} + \mu mg x =$$

$$v_M = \mu g t$$

$$v_A = \frac{\mu mg t}{M} = \frac{\mu g}{n} t$$

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

$$Nt = \mu mg t$$

$$Nt = \frac{\mu^2 g^2 t^2 M}{2n} + \frac{M \mu^2 g^2 t^2}{2n^2} + \frac{\mu^2 g^2 M \left(\frac{n+1}{n}\right) t^2}{2n}$$

$$\frac{\mu^2 g^2 t^2 n M}{2n^2} + \frac{M \mu^2 g^2 t^2}{2n^2} + \frac{\mu^2 g^2 M (n+1) t^2}{2n^2} = Nt$$

$$\frac{\mu^2 g^2 M}{2n^2} t (n+1 + n+1) = N$$

$$\frac{n+1}{n^2} \frac{\mu^2 g^2 M}{2n^2} t = N$$

$$t = \frac{n^2}{n+1} \cdot \frac{N}{\mu^2 g^2 M}$$

$$\frac{n+1}{2h} \mu g \cdot \frac{n^4 \cdot N^2}{(n+1)^2 \mu^4 g^4 M^2}$$

③

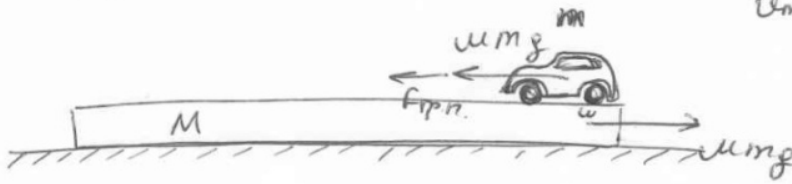
Черновику

$M$

$M\omega$

$\mu mg v_m = N$

$v_m = \frac{N}{\mu mg}$



$v_M = v_{\text{справа}} + v_{\text{голова}}$

$F_{\text{тр.н.}}$

$\mu mg \dot{\epsilon} = M$

$\mu mg \omega z$

$k v^2 = N M - F_{\text{тр.н.}} z$   
 $v^2 = N/k$   
 $\mu mg z$



$F_n M = F_{\text{тр.н.}} R = \mu mg R$

$\mu mg R$

$M$

$M - \mu mg R =$

$v_m = \mu g t$

$v_A = \frac{\mu m}{M} g t$



$\frac{\mu mg}{M} = a_2$

$\mu g = a_1$

$Nt = \frac{M v_m^2}{2n} + \frac{M v_A^2}{2} + \mu mg x$

$\frac{M v_m^2}{2n} + \frac{M v_A^2}{2} + \mu mg x = Nt$

$\frac{M \mu^2 g^2 t^2}{2n} + \frac{M \mu^2 m^2 g^2 t^2}{2M^2} + \mu mg x = Nt$

(4)

Черновик

$M = \mu mg \ell$

$N \leftarrow F_{тр}$

$\mu mg v_m + \mu m g v_g + \mu mg x - N t$



$\mu mg v$   
 $\mu mg (1 + \frac{100/1.9}{50} 5.26)$   
 $\frac{1 \cdot 100}{190} \frac{1.9}{20/1.9}$

$M$

$\mu mg \mu g t + \mu mg \frac{\mu g m t}{M}$   
 $\mu mg \frac{\mu mg}{4}$   
 $\omega^2 g^2 m (t + \frac{100}{5} t)$

$v_m = v_{вращ} + v_g$   
 $\frac{10^{-3}}{0.01} = \frac{1}{5 \cdot 10^{-2}} - 1$

$\frac{n+1}{2n} \mu g \cdot \frac{n^3 N^2}{(n-1)^2 \mu^3 g^3 M^2}$

$\mu^2 g^2 m \ell (1 + \frac{m}{M}) = \mu^2 g^2 m \mu mg v_{вращ} t$   
 $\frac{1}{\sqrt{3}}$

$\frac{(n+1)n^3 \cdot N^2}{2(n-1)^2 \mu^3 g^3 M^2}$

$\mu^2 g^2 m (1 + \frac{m}{M})$

$M = \mu mg \ell$

$\mu mg v_{вращ} = N$

$-\mu mg x + \frac{m v_m^2}{2} + \frac{m v_g^2}{2}$

$v_{вращ} = \frac{N}{\mu mg}$

$M \omega = N$   
 $30 = \frac{1}{r}$

$v_m = v_v$   
 $\mu mg = m a_1$

$F_{тр} = \mu mg = m a_1$   
 $a_1 = \mu g$

$v_{гаража} = \mu mg$   
 $F_{тр} = \mu mg = m a_1$

$\mu g t = \frac{\mu g t}{n} + \frac{N}{\mu mg} \frac{3}{10}$

$t^2 = \frac{n^2 N}{(n-1)^2 \mu^2 g^2 M}$

$t(\mu g)$   
 $\mu g t (1 - \frac{1}{n}) = \frac{n-1}{n} \mu g t = \frac{nN}{\mu mg}$

$\frac{1}{\frac{N \cdot \mu^2 \cdot c^6}{c^2 \cdot \mu^3 \cdot \mu^2 \cdot c^6}}$   
 $\frac{\mu^2 \cdot \mu^2 \cdot c^6}{c^2 \cdot c^2 \cdot \mu^3 \cdot \mu^2}$

5

Черновик  $F_{\text{ЭП}} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \rightarrow F_{\text{ЭП}} = \frac{\sigma q}{2\epsilon_0}$



$N = mg \cos \alpha - \frac{\sigma q}{2\epsilon_0} \quad \alpha < 60^\circ$

$A_{\text{fr}} = \frac{\mu mg \cos \alpha}{2} - \frac{\sigma q \ell}{4\epsilon_0}$

$\cos \alpha = 0,5 = \frac{1}{2} = 30^\circ \times \frac{\ell \sin \alpha}{30^\circ} = A \sin |\omega t|$

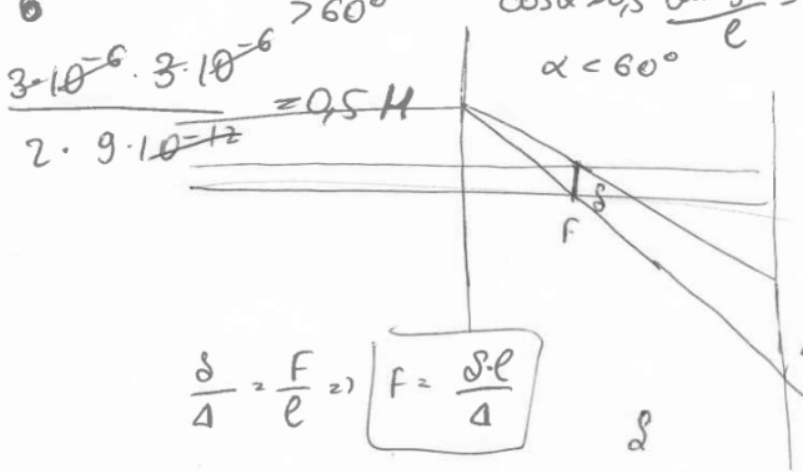
$-\frac{\mu mg \ell \cos \alpha}{2} + \frac{\sigma q \ell}{4\epsilon_0 m} + mg \ell \sin \alpha = \frac{1}{2} v_2^2$

$\alpha < 60^\circ \quad - \frac{\ell \sin \alpha}{\omega t} \quad \alpha < 30^\circ \quad \alpha = 30^\circ$

$g \ell (2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha) + \frac{\sigma q \ell}{2\epsilon_0 m} = v_2^2$

$\alpha < 30^\circ \quad 0,1 \cdot 10 = 1 \text{ M} \quad \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$

$\frac{1}{2} v_1^2 + \frac{\sigma q \ell}{2\epsilon_0 m} = v_2^2$



$\ddot{x} + \frac{\mu g}{\ell} x - g \sin \alpha = 0$   
 $\omega^2 = \frac{\mu g}{\ell}$   
 $\frac{\mu g}{\ell} - g \sin \alpha$   
 $\frac{\mu g}{\ell} (x - \frac{\ell \sin \alpha}{\omega^2}) + \ddot{x} = 0$

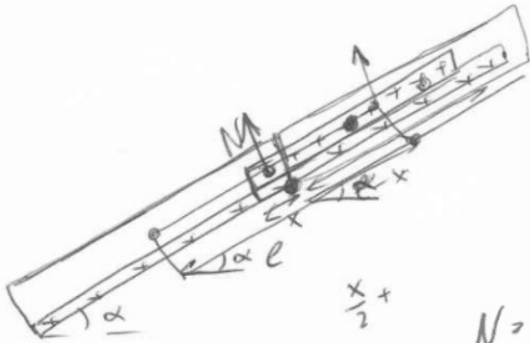
$\frac{\mu mg x}{\ell} \quad m g \sin \alpha - \frac{\mu mg x}{\ell} = m \frac{d^2 x}{dt^2}$

$m \ddot{x} = m g \sin \alpha - \frac{\mu mg x}{\ell}$

6



# Чепробитие

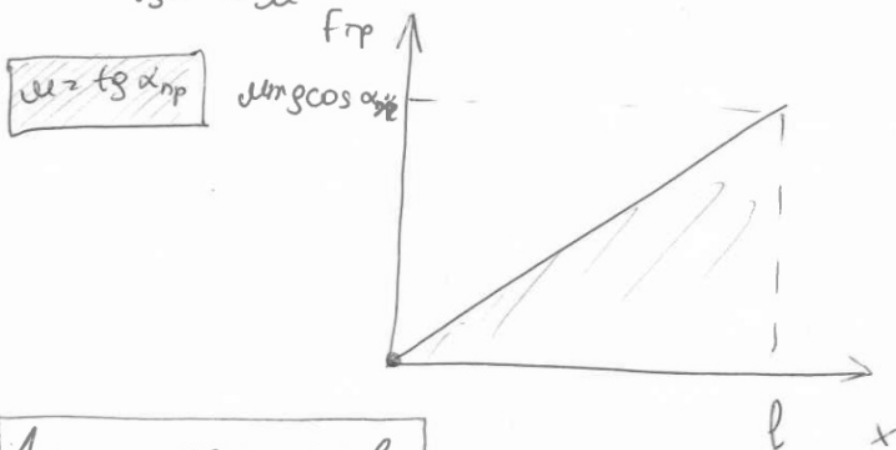


$$l \sin \alpha$$

$$N = mg \cos \alpha \frac{x}{l} \Rightarrow$$

$$\mu mg \cos \alpha \frac{x}{l} \approx mg \sin \alpha \Rightarrow F_{\text{тр}}(x) = \mu mg \cos \alpha \frac{x}{l}$$

$$\tan \alpha = \mu$$



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

$$\Delta W = -mgl \sin \alpha$$

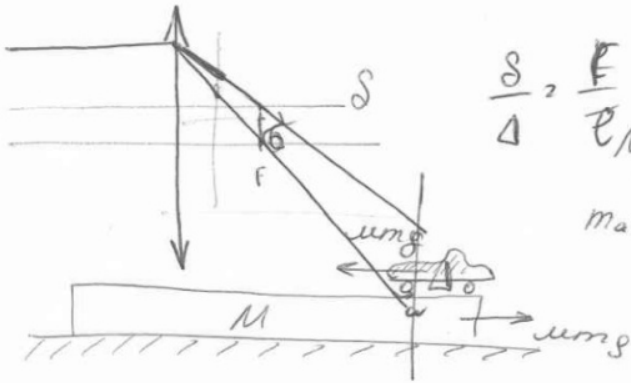
$$-\frac{\mu mg \cos \alpha l}{2} + mgl \sin \alpha = \frac{mv^2}{2}$$

$$2gl \sin \alpha - \mu g \cos \alpha l$$

$gl(2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha) = \omega_1^2$

(7)

Черновик



$$\frac{S}{A} = \frac{F}{P_N} \cdot l \sigma = \frac{S \cdot l}{F}$$

$$m_{\text{астро}} = \frac{M}{19} = m$$

$$\frac{100}{95} \cdot \frac{19}{5,26}$$

$$\frac{50}{33}$$

$$\frac{120}{100}$$

$$\frac{100}{190} \mu$$

5,26 мм

μmg

← C →

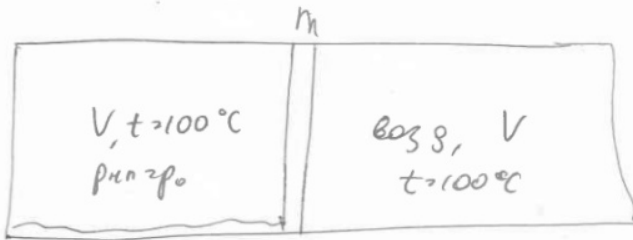
$$F = \mu mg$$

$$\mu mg = m a_1 \Rightarrow a_1 = \frac{\mu mg}{m}$$

$$x = \frac{v}{S} \left( \frac{mg}{19} \right) \mu$$

μ

$$x = \frac{v}{S} \frac{1}{\frac{p_0 S}{mg} - 1} = \frac{10^{-3}}{10^{-2}} \cdot \frac{1}{\frac{10^3}{5 \cdot 10} - 1} = \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{19}$$



$$p_0 V = \rho_{H_2O} R T$$

$$p_0 V = \rho_{\text{взр}} R T$$

$$p_0 V = p' (V + x S) \quad \frac{1}{190} \mu$$

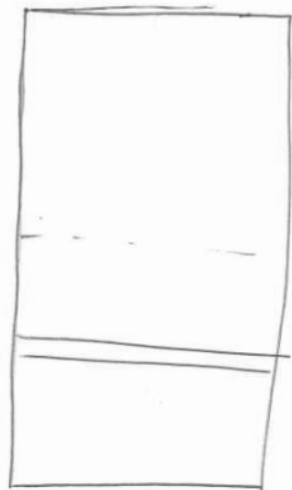
$$p_{\text{взр}} = p' + \frac{mg}{S} = p_0$$

$$p' = \left( p_0 - \frac{mg}{S} \right)$$

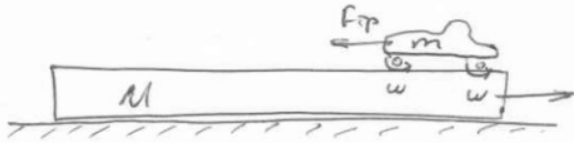
$$p_0 V = \left( p_0 - \frac{mg}{S} \right) (V + x S)$$

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

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



8

Черновик (Черновик)Вариант № 21.3.1. Задача.

Мощность двигателя идет только на обеспечение вращения ведущих колес,  $F_{т}$ . поэтому можно записать:

$$M\omega = N \text{ (следует из)}$$

аналогии для поступательного движения,  $P = F \cdot v$ .  
 Здесь же  $F \equiv M, \omega \equiv v$  ( $M$  - момент сил тем,  $\omega$  - угловая скорость вращения колес). Колеса вращаются с постоянной угловой скоростью, поэтому  $M = \mu m g r$ ,  
 где  $r$  - радиус колес. Значит, получаем:  $N = \mu m g \omega r$ .  
 Заметим, что  $\omega r$  - скорость вращения точек обода колеса, обозначим её  $v_{вращ}$ :  $v_{вращ} = \frac{N}{\mu m g}$

$$\mu m g = m a_1$$

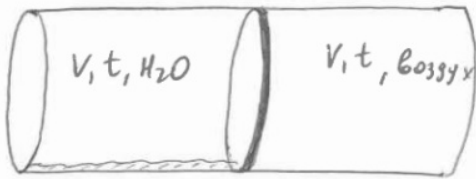
$$\mu g = a_1$$

$$\frac{\mu g}{n} = a_2$$

(9)

Чистовик  
Вариант 2

2.2.1. Задача



Давление насыщенного пара при  $t=100^\circ\text{C}$  равно атмосферному нормальному атмосферному  $p_0 \approx 100 \text{ кПа}$ . После того, как цилиндр повернули, в отсеке с водой водяным паром конденсируется вода, но давление остается прежним и равным давлению насыщенного пара  $p_0$  (поршень опустился  $\Rightarrow$  объем в отсеке с водяным паром уменьшился  $\Rightarrow$  влажность паров увеличилась  $\Rightarrow$  конденсируется вода ( $p = \text{const}$ )).

Следует давление в верхнем и нижнем отсеках:

$$p' = p_0 - \frac{mg}{S}$$

Также для изотермического процесса справедливо:

$$p_0 V = \frac{p_0 - mg}{S} p' (V + xS) = \left( p_0 - \frac{mg}{S} \right) (V + xS) \Rightarrow$$

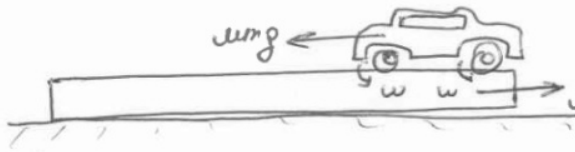
$$\Rightarrow \left( \frac{p_0}{p_0 - \frac{mg}{S}} - 1 \right) V = xS \Leftrightarrow \frac{\frac{mg}{S}}{p_0 - \frac{mg}{S}} V = xS \Leftrightarrow x = \frac{V}{S} \cdot \frac{1}{\frac{p_0 S}{mg} - 1} \approx$$

$$\approx 5,3 \text{ мм.}$$

Ответ: 5,3 мм

2.2.1 Вопрос. Абсолютная влажность воздуха — плотность водяных паров в воздухе, выражается в  $[\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}]$ . Относительная влажность воздуха — отношение абсолютной влажности водяных паров в атмосфере к абсолютной влажности насыщенного пара при данной температуре. Также относительная влажность может быть выражена как отношение давления водяного пара к давлению насыщенного пара при данной температуре.

①.

Чистовик1.3.1. Задача

Колеса легкие, поэтому  
равны моменту сил,  
действующих на них:  
равны!  
 $\mu mg r = M_{\text{тэн}}$

Двигатель совершает работу, вращая  
колеса автомобиля, потому  $N = M\omega$ , где  $\omega$  -  
угловая скорость вращения колес. Таким образом:  
 $N = \mu mg r \cdot \omega = \mu mg v_{\text{вр}}$ , где  $v_{\text{вр}}$  - скорость вращения  
точек обода колеса.

По второму закону Ньютона:

$$\begin{cases} \mu mg = ma_1 \\ \mu mg = Ma_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_1 = \mu g \\ a_2 = \mu \frac{m}{M} g = \frac{\mu g}{n} \end{cases}$$

Отсутствие проскальзывания при:

$$v_M = v_{\text{вр}} + v_g, \quad v_M = \mu g t, \quad v_g = \frac{\mu g t}{n} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mu g t = \frac{N}{\mu mg} + \frac{\mu g t}{n} \Rightarrow \mu g t \left( \frac{n-1}{n} \right) = \frac{N}{\mu mg} \Rightarrow t = \frac{n}{n-1} \cdot \frac{N}{\mu^2 g^2 m}$$

$$x = \frac{n^2 N}{(n-1) \mu^2 g^2 M}; \quad a_{\text{отн}} = a_1 + a_2 = \mu g \frac{n+1}{n} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x = \frac{a_{\text{отн}} t^2}{2} = \frac{\mu g (n+1)}{2n} \cdot \frac{n^4 N^2}{(n-1)^2 \mu^4 g^4 M^2} = \frac{(n+1) n^3 N^2}{2(n-1)^2 \mu^3 g^3 M^2}$$

$$= \frac{4 \cdot 27 \cdot 4 \cdot 1000}{2 \cdot 4 \cdot 27 \cdot 10^3 \cdot 1} = 2 \text{ м}$$

Ответ:  $x = 2 \text{ м}$

1.3.1. Вопрос. Импульс системы материальных  
точек равен векторной сумме импульсов каждой  
из составляющих в системе материальных точек.  
Система материальных точек, по теореме  
о движении ~~центра~~ центра масс; представима  
в виде одной материальной точки, расположе-  
нной в центре масс системы, её импульс равен

②

Чистовик

1.3.1. Вопрос (продолж.). её импульс равен импульсу покоя импульсу системы.

Закон сохранения импульса гласит, что полный импульс системы при отсутствии внешних сил ~~отсутствует~~ постоянен. Закон следует из изотропности пространства

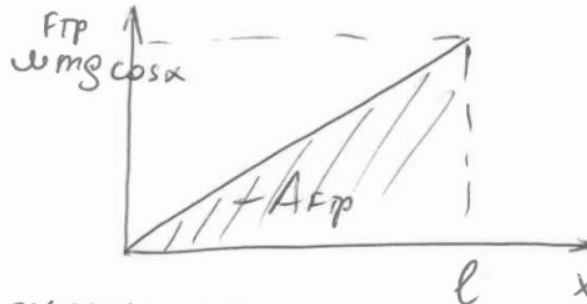
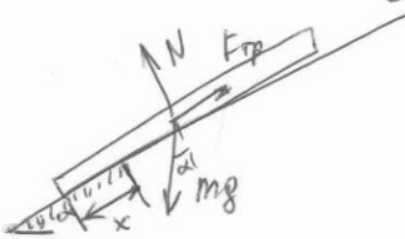
Чистовик.

3.5.1. Задача. Вариант 2

Во-первых, заметим, что  $\mu = \operatorname{tg} \alpha_{\text{кр}}$ , поскольку пластинка покоится при  $\alpha \leq \alpha_{\text{кр}}$ .

Теперь заметим, что сила трения, действующая на пластинку, зависит от величины  $x$ , равной длине той части пластинки, которая находится на шероховатой поверхности, таким образом (в отсутствие т. поле):

$$F_{\text{тр}} = \mu m g \frac{x}{l} \cos \alpha$$



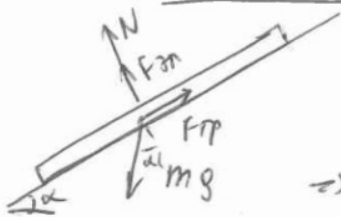
Работа силы трения на перемещении  $x = l$  равна площади под графиком  $F_{\text{тр}}(x)$  и равна  $A_{F_{\text{тр}}} = - \frac{\mu m g l \cos \alpha}{2}$ . По 3-му сохранению энергии:

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

Тело не дойдет до точки  $x = l$  при  $2 g l \sin \alpha - \mu g l \cos \alpha < 0 \Leftrightarrow \mu > \operatorname{tg} \alpha < \frac{\mu}{2} = \frac{\operatorname{tg} \alpha_{\text{кр}}}{2}$

$$v_1 = 0 \text{ при } \operatorname{tg} \alpha = \frac{\operatorname{tg} \alpha_{\text{кр}}}{2}$$

Во-втором случае:



$$N = m g \cos \alpha - F_{\text{тл}}, F_{\text{тл}} = \frac{\sigma q}{2 \epsilon_0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{\text{тр}}(x) = \mu \left( m g \cos \alpha - \frac{\sigma q}{2 \epsilon_0} \right) \frac{x}{l} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A_{F_{\text{тр}}}(l) = \frac{\mu \left( m g \cos \alpha - \frac{\sigma q}{2 \epsilon_0} \right) l}{2}, \text{ поэтому}$$

$$\frac{m v_2^2}{2} = m g l \sin \alpha - \frac{\mu \left( m g \cos \alpha - \frac{\sigma q}{2 \epsilon_0} \right) l}{2} \Rightarrow v_2 = \sqrt{2 g l \sin \alpha - \mu g l \cos \alpha +$$

$$+ \frac{\mu \sigma q l}{2 \epsilon_0 m} = v_2 + \frac{\mu \sigma q l}{2 \epsilon_0 m} \Rightarrow \frac{v_2^2}{2} = 1 + \frac{\mu \sigma q l}{2 \epsilon_0 m v_2^2} \quad (4)$$

## Чистовик

~~Отметим, что  $N < 0$  при~~

3.5.1. Задача. Отметим, что  $N < 0$  (во втором случае) при  $f_{\pi} = \frac{\sigma q}{2\epsilon_0} > mg \cos \alpha \Leftrightarrow \cos \alpha < \frac{\sigma q}{2\epsilon_0 mg}$ .

Нам подходят случаи  $\cos \alpha \geq 0 \Rightarrow \alpha \leq \arccos \frac{\sigma q}{2\epsilon_0 mg} = \arccos \frac{3 \cdot 3 \cdot 10^{-12}}{2 \cdot 9 \cdot 10^{-12} \cdot 0,110} = \arccos \frac{1}{2} = 60^\circ$ . При  $\alpha > 60^\circ$  тело будет парить над плоскостью, этот случай нам не подходит. Таким образом, описанный в условии случай возможен при  $\arctg \frac{\sqrt{3}}{6} \leq \alpha \leq 60^\circ$ , при этом отношение скоростей в зависимости от  $\alpha$  равно:

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{1 + \frac{\mu \sigma q}{2\epsilon_0 mg (2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha)}} = \sqrt{1 + \frac{\mu \sigma q}{2\epsilon_0 mg (2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha)}}$$

Ответ: ситуация возможна при  $\arctg \frac{\sqrt{3}}{6} \leq \alpha \leq 60^\circ$ ,

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{1 + \frac{\mu \sigma q}{2\epsilon_0 mg (2 \sin \alpha - \mu \cos \alpha)}} = \sqrt{1 + \frac{1}{4\sqrt{3} \sin \alpha - 2 \cos \alpha}}$$

3.5.1. Вопрос. Емкость — характеристика конденсатора, являющаяся коэффициентом в зависимости заряда конденсатора от напряжения на нём  $C = \frac{q}{U}$ . Для линейных конденсаторов емкость может быть вычислена (определена) по-разному:  $C_1 = \frac{dq}{dU}$  или  $C_2 = \frac{q}{U}$ .

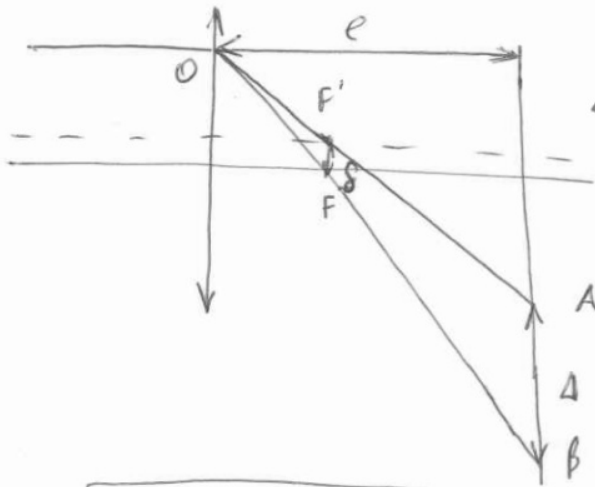
Емкость плоского конденсатора равна:  $C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$ , где  $S$  — площадь обкладок конденсатора,  $d$  — расстояние между обкладками,  $\epsilon$  — диэлектрическая проницаемость диэлектрика между пластинками.

(5)



Тистовик  
Вариант 2

4.3.1. Задача



Ответ:  $s = 10 \text{ см}$

Из подобия треугольников

$\triangle OF'A$  и  $\triangle OAB$  получаем:

$$\frac{s}{A} = \frac{f}{L} \Rightarrow f = \frac{s \cdot L}{A} = \frac{95}{1} \cdot 20 \text{ см} = 10 \text{ см}$$

4.3.1. Вопрос. Фокусное расстояние тонкой линзы или обратная фоку величина, оптическая сила, являются единственными характеризующими тонкую линзу параметрами, позволяющими отличить одну тонкую линзу от другой. Фокусное расстояние измеряется в метрах, оптическая сила в [дптр]  $\rightarrow$  [ $\frac{1}{\text{м}}$ ] — диоптриях. Зная  $f$  фокусное расстояние и можно расстояние от предмета до линзы, можно определить расстояние от изображения до линзы:  $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$  ( $f$  может быть как отриц., так и полож., в зависимости от того линза изобр. или действительная,  $F$  — отрицательное для рассеивающей линзы).

Также известно, что параллельные главной оптической оси лучи собираются в фокусе, а лучи параллельные лучи под наклоном к оптической оси собираются в фокальной плоскости (для собирающих линз) в случае рассеивающей линзы в фоку. плоскости собираются продолжение преломленных лучей.

(6)

Оценки  
не учитывать

Президенту апелляционной комиссии  
олимпиады школьников "Ломоносов"  
Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова  
академику В.А. Саровнику  
ученика 11 класса Муниципального  
автономного общеобразовательного  
учреждения Средней общеобразовательной  
школы №1 р.п. Тиммин муниципального  
района Тимминский район Республики  
Башкортостан  
Исмаилова Амира Эльвировича

апелляция.

Прошу пересмотреть выставленные технические баллы (86) за мою работу заключительного этапа по физике, поскольку считаю, что на все вопросы дан полный и полный ответ. Что касается задач, то полностью верно решены 3 из 4, только в одной из задач (№1) допущена неточность по невнимательности при определении связи между скоростью и поверхностью. Считаю, что за эту арифметическую ошибку снимается не более двух баллов. Согласно критерию это можно считать незначительной погрешностью с физической точки зрения задача решена верно. Если вопрос в задаче 3 (отсутствует численный ответ), то я считаю, что за это не должны сниматься баллы, так как, во-первых, в условии не было прямого текста сказано, что ответ во-вторых, я сделал больше требуемого: изучил задачу на возможные значения  $\alpha$ . При восстановлении ответа и  $\alpha = 2\alpha$  ответ становится верно таким же, как в официальном решении — значит задача решена полностью верно, при этом еще проведен анализ поведения системы при изменении  $\alpha$ .

24.03.2022

Алиев