



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

**ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА**

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Кондрашин Кирилл Дмитриевич**

Класс: 10

Технический балл: **89**

Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 10483113

	1	2	3	4	$\Sigma$
Задача	15	15	15	15	<b>89</b>
Вопрос	10	8	2	9	

Задача 1.3.1

Дано:

$M = 1 \text{ кг}$

$N = 2 \text{ Вт}$

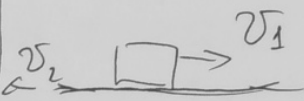
$n = 3 \text{ раза}$

$g = 10 \text{ м/с}^2$

$\mu = 0,3$   
 $x = ?$

Чистовик Вариант  $\sqrt{2}$

1) Построим на этап, когда проскользывает  
перескано:



~~$L = (v_1 + v_2) \cdot t$~~   
 ~~$N = \dots$~~

$N_c = L \cdot F_{TP}$

$L = (v_1 + v_2) \cdot t$

$\frac{N}{v_{от}} = \mu F_{рек}$   $\left\{ \begin{array}{l} v_{от} \\ F_{реак} \text{ опоры} \end{array} \right.$

2) Т.к. мощность у нас постоянна ~~и~~ и сила трения, действующая на доску и машинку, пока есть проскальзывание постоянна и  $F_{TP} = \mu \cdot m$ , то значит объекты движутся равноускоренно

$a_{маш} \cdot \frac{m}{n} = F_{TP} = \mu \frac{m}{n} g$

$a_{маш} = \frac{\mu n}{n} \cdot \frac{n}{m} g = \mu g$

$a_{доски} \cdot m = F_{TP} = \mu m g = \mu g$

Вспользуемся одной из ф-л кинематики:

$L = \frac{v^2}{2a}$

Т.к.  $v_{конец} = 0$  и сохраняют своё отношение в течение всего пути, то можем соприкоснуться

из 3 СИ:  $\sum p = 0$   
 $\frac{m \cdot v_1}{n} = m \cdot v_2 \Rightarrow v_1 = \frac{m}{n} v_2 = v_2$

$X = \frac{v_{от}^2}{2(a_{маш} + a_{доски})} = \frac{v_{от}^2}{2a_{от}} = \left( \frac{N \cdot 3}{\mu m} \right)^2 \cdot \frac{1}{2 \cdot (\mu g + \frac{\mu g}{n})} =$

$= \frac{N^2 \cdot g}{\mu^2 g^2 m^2} \cdot \frac{1}{2 \mu (1 + \frac{1}{3})} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ м}$

Ответ:  $x = 0,5 \text{ м}$

## Чистовик

Задача 1.31.  
продолжение

Импульсом системы материальных точек называется векторная величина равная векторной сумме всех импульсов мат. точек, входящих в систему:

$$\vec{P}_c = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 + \vec{P}_3 + \dots + \vec{P}_i$$

ЗС и:

Если на систему не действуют или, или их равнодействующая  $\vec{F} = 0$ , то

Импульс системы остаётся неизменным

## Устройство

Задача 2.2.1

Дано:

$V=1л$

$m=5кг$

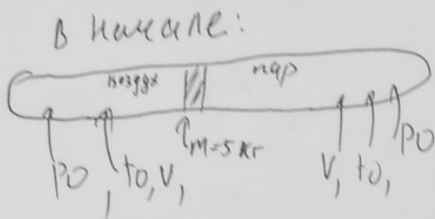
$t=100^{\circ}C$

 $x=?$ 

$S=0,01м^2$

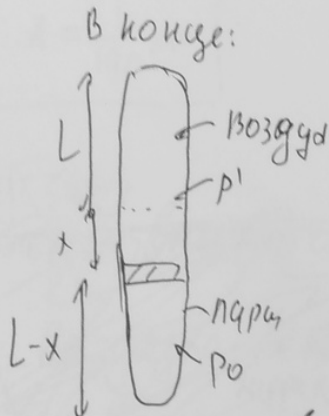
$g=10м/с^2$

$p_0=10^5Па$



1) Т.к.  $V$  в начале частота одинакова, то и давление тоже. У нас насыщенный пар, а значит  $p = p_{н.п.}$ .  
При  $100^{\circ}C$   $p_{н.п.} = p_{атм} = p_0$

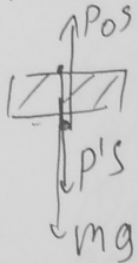
А значит и там и там  $p = p_0$



Пусть поршень сместился на  $x$  вниз.  
Тогда пар воды будет конденсироваться, а значит и давление в нижней части будет  $p_{н.п.} = p_0$ .  
В нижней части  $= (L-x)S$ , где  $L = \frac{V}{S}$

В верхней части  $V_{в.ч.} = (L+x)S$ , а давление  $- p' =$

1) Т.к. система в равновесии, то  $\sum F$  на поршень  $= 0$



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

2) Запишем ур-е м.к. для воздуха:

$$V_0 p_0 = \nu R T_0 \quad (t = \text{const})$$

$$V' p' = \nu R T_0$$

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

$$x = \frac{V_0 p_0 - LS \left( p_0 - \frac{mg}{S} \right)}{S \left( p_0 - \frac{mg}{S} \right)} = \frac{V_0 p_0 - \overset{V_0}{L} S p_0 + LS \frac{mg}{S}}{S \left( p_0 - \frac{mg}{S} \right)}$$

на следующей странице

Чистовик

Задача 2.2.1 продолжение

$$= \frac{LS \frac{mg}{S}}{S \left(\rho_0 - \frac{mg}{S}\right)} = \frac{V_0 \cdot m \cdot g}{S^2 \left(\rho_0 - \frac{mg}{S}\right)} = \frac{10^{-3} \text{ м}^3 \cdot 5 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}}{10^{-4} \text{ м}^4 \cdot \left(10^5 \text{ Па} - \frac{5 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}}{10^{-2} \text{ м}^2}\right)}$$

$$= \frac{5}{10^{-2} \cdot (10^5 - 5 \cdot 10^3)} \text{ м} = \frac{5}{1000 - 50} \text{ м} = \frac{5}{950} \text{ м} = \frac{1}{190} \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } x = \frac{1}{190} \text{ м} \approx 0,5 \text{ см}$$

Заметьте, что  $x \ll L$ , а значит внизу у нас остались капли и капли представляют задачу Верно

~~Влажность~~  
~~Относительная влажность воздуха это отношение~~  
~~паров~~  
~~влажности воздуха к величине, говорящей~~  
~~сколько м-а воды~~  
~~хорошая~~

Влажность воздуха - условная пар-ка воздуха, в которой есть водяные пары

Если их много в соотношении с каким-то параметром (к примеру  $p_{\text{атм}}$ ), то говорят, что воздух влажный. И наоборот

Относительная влажность - величина равная  
 паров


паров

Чисто вих

Задача 3.5.1

Дано:  $dnp=30^\circ$   
 $m=100г$   
 $q=+3 мккл$   
 $\sigma=+3 мк Кл/м^2$   
 $g=10 м/с^2$   
 $\epsilon_0=9 \cdot 10^{-12} Кл/м$   
 $\frac{v_2}{v_1}=?$

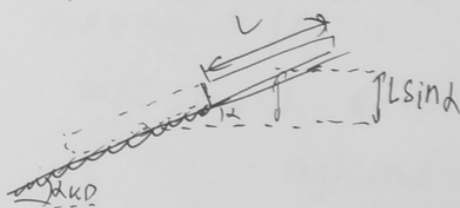
1) Если пластина едет по шероховатой n-ти при крив. урне  $\Sigma F=0$  и-к. угол фрат. то  $v=const$



$FTP = \mu N$   
 $mg \cos \alpha = N$   
 $mg \sin \alpha - FTP = 0$

$mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = 0$   
 $\mu = \tan \alpha = \frac{1}{\sqrt{3}}$

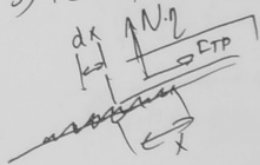
2) Пластина заезжает на шероховатую n-тс



ЗСЭ:  
 $K = W - A_{FTP}$   
 $\frac{mv_1^2}{2} = mg(h_0 - h) - A_{FTP}$   
 $\Delta h = L \sin \alpha$   
 $\frac{mv_1^2}{2} = mgL \sin \alpha - A_{FTP}$ , где

L - длина пластины

3) Теперь кинем. АFTP:



Пусть пластина заехала на шероховатую n-тс на x, тогда при перемещении пластины на dx:

Шерош. n-ти  $\mu = FTP$   
 $FTP \cdot dx = dA_{FTP}$

Шер. пов - N на части с покрытием, N все время на равном уровне, а значит  $N_{ш.н} = \eta \cdot N_{чистое} = \frac{x}{L} N_{чистое}$

$\int \frac{x}{L} \mu N dx = \int dA_{FTP}$

$A_{FTP} = \frac{x^2}{2L} \frac{\mu N}{L}$  ← значит именно такую A будет совершать FTP

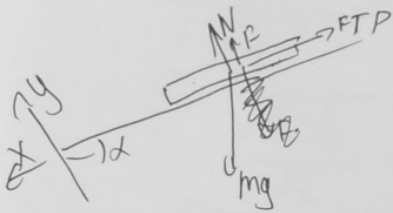
2) (снова)  $v_1 = \sqrt{\frac{(mgL \sin \alpha - A_{FTP})^2}{m}} = \sqrt{\frac{(mgL \sin \alpha - \frac{\mu N}{2})^2}{m}}$

$= \sqrt{\frac{(mgL \sin \alpha - \frac{\mu}{2} \cdot mg \cos \alpha)^2}{m}} = \sqrt{2L(g \sin \alpha - \mu g \frac{\cos \alpha}{2})}$

продолжение  
35.1

Частовик

4) Посмотрим теперь на заряженную п-цу:



$$N = -F + mg \cos \alpha$$

Т.к. у нас плита плоская, то  
можем считать, что

$$F = E_{\text{пластины}} \cdot q$$

$$E_{\text{пластины}} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

Также  $F$  действует от  
плиты и перпендикулярно  
(заряды одноименные)  
и т.к.  $F$  перпендикулярна  
плите, то

$A = 0$  при соприкосновении пластины = 0

Этот случай можем не отписывать от предыдущего,  
только  $N$  другой

ЗСЭ:

$$m v_2^2 = m g \Delta h - A = F \cdot L$$

$$\frac{m v_2^2}{2} = m g L \sin \alpha - \frac{L \mu N}{2}$$

$$N = m g \cos \alpha - F = m g \cos \alpha - \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \cdot q$$

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

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sqrt{g \sin \alpha - g \cos \alpha + \frac{\mu \sigma q}{4\epsilon_0 m}} \cdot 2L}{\sqrt{2L (g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha)}} = \frac{\sqrt{g \sin \alpha - g \cos \alpha + \frac{\sigma q \mu}{4\epsilon_0 m}}}{\sqrt{g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha}}$$

$$\mu = \tan \alpha$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sqrt{g \sin \alpha - g \sin \alpha + \frac{\tan \alpha \sigma q}{4\epsilon_0 m}}}{\sqrt{g \sin \alpha - g \sin \alpha}} = \frac{\sqrt{g \sin \alpha + \frac{\tan \alpha \sigma q}{4\epsilon_0 m}}}{\sqrt{g \sin \alpha}}$$

$$= \frac{\sqrt{\frac{10 \cdot 1}{2} \frac{1}{2} + \frac{1 \cdot 10^{-6} \cdot 33 \cdot 10^6}{4 \cdot 9 \cdot 10^{12} \cdot 0,1}}}{\sqrt{10 \cdot 1}} = \frac{\sqrt{2,5 + \frac{1}{\sqrt{3} \cdot 4 \cdot 0,1}}}{\sqrt{2,5}} =$$

на следующем  
этапе



продолжение 3.51

Чистовик

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{\sqrt{2,5 + \frac{1}{\sqrt{3} \cdot 4 \cdot 0,1}}}{\sqrt{2,5}} = \frac{\sqrt{2,5 + \frac{10}{4 \cdot \sqrt{3}}}}{\sqrt{2,5}} = \frac{\sqrt{2,5 + \frac{2,5}{\sqrt{3}}}}{\sqrt{2,5}}$$

$$= \frac{\sqrt{2,5}}{\sqrt{2,5}} \cdot \frac{\sqrt{1 + \frac{1}{\sqrt{3}}}}{\sqrt{1}} = \frac{\sqrt{1 + \frac{1}{\sqrt{3}}}}{1} = \sqrt{1 + \frac{1}{\sqrt{3}}} \approx \sqrt{1 + 0,577} \approx \sqrt{1,577} \approx 1,256$$

Ответ:  $U_1$  меньше  $U_2$  в  $\sqrt{1 + \frac{1}{\sqrt{3}}}$  раз

~~Электроемкость конденсатора~~

Электроемкость - хар-ка конденсатора равная отношению заряда на нём к напряжению на конденсаторе, зависит от его

$$C = \frac{q}{U} = \frac{2\epsilon_0 S}{d}$$

Электроемкость - хар-ка конденсатора, равная

$$\frac{2\epsilon_0 S}{d}$$

так же:

$$C = \frac{q}{U}$$

Чисто вода

Задача 4.31

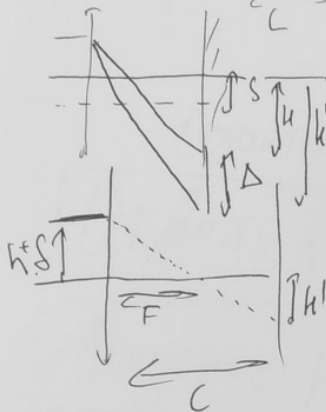
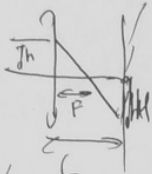
$L = 20 \text{ см}$   
 $S = 0,5 \text{ см}$   
 $\Delta = 1 \text{ см}$

Рассмотрим несколько случаев:

1)  $F \leq L$ , лиза движется вниз:

Пусть луч был на расстоянии  $h$  от  $\Gamma O O$ , тогда:

$$\frac{h}{F} = \frac{h}{L-F} \Rightarrow h(L-F) = hF = 0$$



Если лиза движется вниз, то ~~h~~  
 $h' = h + S$ , а также  $L$  увеличился, но  
 т.к. и  $\Gamma O O$  опустился на  $S$ , то  
 изменился  $L = \Delta - S$

$$\frac{h+S}{F} = \frac{h'}{L-F} \quad \text{②} \quad h' = h + \Delta - S \quad \text{③}$$

$$\Leftrightarrow (h+S)(L-F) = h' \cdot F$$

$$(\Delta - S) F = S F - S L \Rightarrow F = \frac{S L}{\Delta} = \frac{1}{2} L = 10 \text{ см}$$

2)  $F \leq L$ , лиза ~~вверх~~

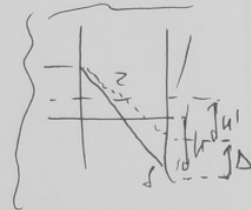
тогда  $h' = h - S$  (~~пусть~~  $\Gamma O O$  ближе к лизе, а

$L$  уменьшилось, но т.к.  $\Gamma O O$  было выше, то  
 теперь поднимется то есть:

$$h' = h + S - \Delta$$

$$\frac{h-S}{F} = \frac{h+S-\Delta}{L-F} \Rightarrow F = \frac{S L}{\Delta} = \frac{1}{2} L = 10 \text{ см}$$

Тот же самое



3) Если  $F \geq L$

, движется вниз:

$h' = h + S$ ,  $L'$  ~~уменьшилось~~

около  $\Gamma O O$ , то к нему прибавилось  $S$ .

$$\frac{h+S}{F} = \frac{h+S-\Delta}{F-L}$$

$$\cancel{F} (F-L) S = F (S-\Delta)$$

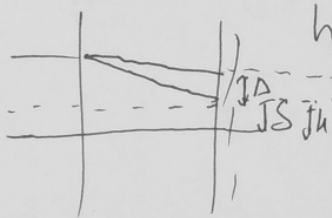
$$-L S = -\Delta F \Rightarrow$$

$$F = \frac{S}{\Delta} S, \text{ кот. к } F \geq L, \text{ тогда}$$

не существует

Истовик

4) Если  $F \geq L$ , свихется вверх



$h' = h - \Delta$ ,  $h'$  — увеличился (т.к. изображение перевернутое), но ушло на  $\Delta$

$$h' = h + \Delta - \Delta$$

$$\frac{h - \Delta}{F} = \frac{h + \Delta - \Delta}{F - L} \Rightarrow \emptyset$$

Остается только  $\Delta$  вырывается при  $f = 10 \text{ см}$

Ответ:  $f = 10 \text{ см}$

Фокусное расстояние — расстояние между линзой и её фокусом (точка, куда сходятся параллельные лучи)

Обратная сила — обратная величина,

обратная фокусному расстоянию

$$\cancel{D} \quad D = \frac{1}{f}$$