



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

**ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА**

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Рославцев Станислав Васильевич**

Класс: 11

Технический балл: **89**

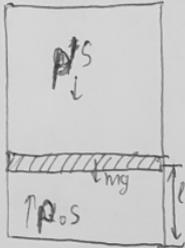
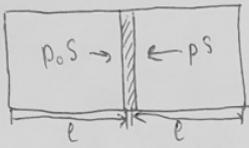
Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9945972

	1	2	3	4	$\Sigma$
Задача	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>12</i>	<i>10</i>	<b>89</b>
Вопрос	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>9</i>	

Черновик 1

2.2.1



так как насыщенным паром нагрет до  $t = 100^\circ\text{C}$ , его давление при данной температуре равно  $p_1 = 10^5 \text{ Па}$

Поскольку объемы насыщенного пара и сухого воздуха равны, то для равновесия системы давления тоже должны быть равны.  $p = p_0$ . Считая газ идеальным;

По закону Менделеева - Клапейрона:

$$p_0 S l = \frac{m_1 + m}{\mu_0} \cdot R(t + 273) \quad \text{для пара (1)}$$

$$p_0 S l = \frac{m_2}{\mu} \cdot R(t + 273) \quad \text{для сухого воздуха (2)}$$

где  $m_1$  - масса пара,

$m_2$  - масса воздуха

после поворота ~~пар~~ цилиндра часть количества водяного пара конденсируется, но давление не изменится

$$p_0 S (l - x) = \frac{m_1}{\mu} \cdot R(t + 273) \quad \text{для пара (3)}$$

$$p' S (l + x) = \frac{m}{\mu_0} \cdot R(t + 273) \quad \text{для сухого воздуха (4)}$$

$$p_0 S = p' S + mg \quad \text{условие равновесия по высоте (5)}$$

$$(5) \Rightarrow p' = p_0 - \frac{mg}{S} \quad (2) \Rightarrow m_2 = \frac{p_0 S l \cdot \mu}{R(t + 273)}$$

$$(p_0 S - mg)(l + x) = p_0 S l$$

$$(p_0 S - mg)x = mg l \Rightarrow x = \frac{mg l}{p_0 S - mg}$$

$$l = \frac{V}{S} \Rightarrow x =$$

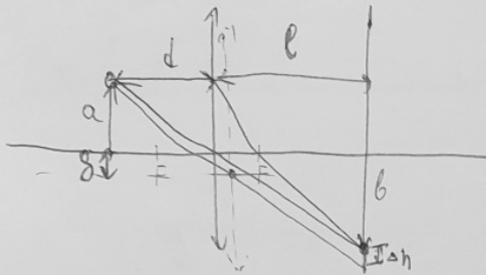
$$\frac{mg \cdot \frac{V}{S}}{p_0 S - mg} = \frac{5 \cdot 10 \cdot \frac{10^{-3}}{10^{-2}}}{10^5 \cdot 10^{-2} - 5 \cdot 10} =$$

$$= \frac{5}{10^3 - 5 \cdot 10} = \frac{5}{1000 - 50} = \frac{5}{950} = \frac{1}{190} \text{ м} = \frac{10^2}{190} = \frac{1}{19} \text{ см} \approx 0,05 \text{ см}$$

$$\begin{array}{r} 1,00 \\ - 95 \\ \hline 50 \end{array} \quad \begin{array}{r} 19 \\ \hline 0,05 \end{array}$$

Черновик 2

4.3.1



$$\frac{1}{d} + \frac{1}{l} = \frac{1}{F} \quad \cancel{\frac{b}{d}} \quad \frac{b}{a} = \frac{l}{d} \Rightarrow b = \frac{al}{d}$$

$$\frac{b+\Delta h}{a+\delta} = \frac{l}{d}$$

$$\frac{\frac{al}{d} + \Delta h}{a + \delta} = \frac{l}{d}$$

$$\frac{\delta h}{l - \delta} + \frac{1}{l} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{al}{d} + \Delta h = \frac{al}{d} + \delta \cdot \frac{l}{d}$$

$$\frac{\Delta h + \delta}{l - \delta} = \frac{1}{F} \Rightarrow F = \frac{l \cdot \delta}{\Delta h + \delta} = \frac{20 \cdot 0,5}{1 + 0,5} = \frac{20 \cdot 0,5}{1,5} = \frac{20 \cdot 0,5}{1,5}$$

$$\Delta h = \delta \cdot \frac{l}{d} \Rightarrow d = \frac{l \cdot \delta}{\Delta h}$$

~~200,5~~  
15

$$\frac{10}{1,5} \approx 6,7 \text{ см}$$

$$\begin{array}{r} - 200,5 \quad | \quad 15 \\ \underline{- 15} \phantom{00} \\ 50 \\ \underline{- 45} \\ 5,5 \\ \underline{- 4,5} \\ 1,0 \\ \underline{- 1,0} \\ 0 \end{array}$$

1.3.1 - теория

Импульс материальной точки - векторная физ. величина равная произведению массы этой материальной точки и её скорости. Импульс системы мат. точек - сумма ~~векторов~~ всех импульсов мат. точек, входящих в систему.

Импульс силы ~~векторная физ. величина равная произв. силы на время действия этой силы.~~ действующей на мат. точку (систему мат. т-к)

З-н сохр. импульса - если импульс внешней сил равен нулю, то импульс этой мат. т-ки (или мат. т-к) сохраняется.

Импульс силы ~~изменение импульса мат. т-ки равно импульсу силы за постоянный  $\Delta t$~~

Импульс силы - векторная физ. величина равная ~~произведению~~  $\Delta p$  ~~или вектора силы на время  $\Delta t$~~

Внутренние силы - силы взаим. толк. или тяг. между телами, не ввод. бас.

урок

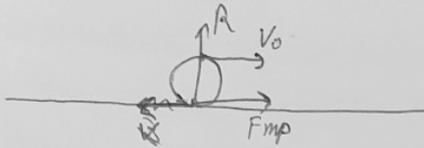
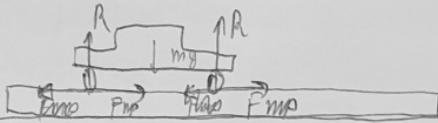
Черновик 3

1.3.1

1.3.1

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

$$F_{mp} = \mu R, R = \frac{mg}{4} \text{ (II закон Ньютона)}$$



Условие проскальзывания:  $v > u$

$$a = \frac{\mu R}{m} = \frac{\mu g}{4}$$

Автомобиль перемещает скальзущий вагон  $v = u$

a -  
h

a +  
n

~~$$v_0 = \mu g \cdot x$$~~

~~$$\frac{M}{4} \cdot v_0 = \mu \frac{Mg}{4} \cdot \frac{x}{\Delta t} \Rightarrow v_0 = \frac{\mu x}{\Delta t}$$~~

~~$$\Delta t = \frac{A}{v} = \frac{F_{mp} x}{v} = \frac{\frac{\mu M g}{4} \cdot x}{v} = \frac{\mu M g x}{4v}$$~~

~~$$v_0 = \frac{\mu M g x}{4v} \cdot v = \frac{\mu M g x}{4} = \frac{4v}{Mg} \cdot \frac{\mu M g x}{4} = \mu x$$~~

3-й закон Ньютона:  $4 \cdot \frac{M}{3} \cdot v_0 = M u$

$$v_0 = \frac{3}{4} u ?$$

2.2.1 Теория: Влажность делится на абсолютную и относительную. Абсолютная влажность (влажность) - количество водяных паров, содержащихся в воздухе при данных условиях.

Относительная влажность - отношение парциального давления водяного пара  $p$ , содержащегося в воздухе при данной температуре, к давлению насыщенного пара при той же температуре.

3.5.1 Теория: <sup>(электричество)</sup> Емкость проводника - коэффициент пропорциональности между зарядом в этом проводнике и его потенциалом.  $C = \frac{q}{\phi}$ .

Емкость определяется свойствами проводника, а также среды.

Конденсатор - два изолированных проводника, заряженных равными по величине, но противоположными по знаку зарядами.  
Плоский конденсатор - две параллельные пластины, разделенные диэлектриком.

Черновик 4

(по формул. с площадью)

Чернов

т.к. расстояние между пластинками обкладками конденсатора мало, можно считать, что практически все электрическое поле сосредоточено между обкладками и является однородным. Это поле равно сумме полей положительной и отрицательной обкладок.

Вместимость плоского конденсатора:  $C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$ , где  $S$  - площадь обкладок;

$d$  - расстояние между ними

$\epsilon_0$  - диэлектрическая проницаемость среды.

$$\frac{a -}{h_2}$$

$$\frac{a + \epsilon}{h_1}$$

н. 4.3.1 - теория:

~~Линза~~ линза - прозрачное тело, ограниченное двумя сферическими поверхностями -  $\Delta x$  мм.

Фокус - точка, где собираются все лучи из пункта, направленного параллельно главной оптической оси линзы.

Если на линзу направить лучок света параллельно ее главной оптической оси, то после преломления все лучи из пункта <sup>(сферический центр)</sup> сойдутся в некоем месте на м. от оси - фокусе. Расст. от линзы до фокуса - фокусное расст.  $F$ , метр.

Тонкая линза - ~~линза~~ модель линзы, в которой толщиной прозрачной части по сравнению с радиусом кривизны ограничивающих ее поверхностей можно пренебречь. Поэтому, в тонкой линзе преломление от двух кривых поверхностей можно заменить на преломление в главной плоскости линзы.

(D)  
Оптическая ось - величина обратная фокусу линзы  $D$ , диоптри.

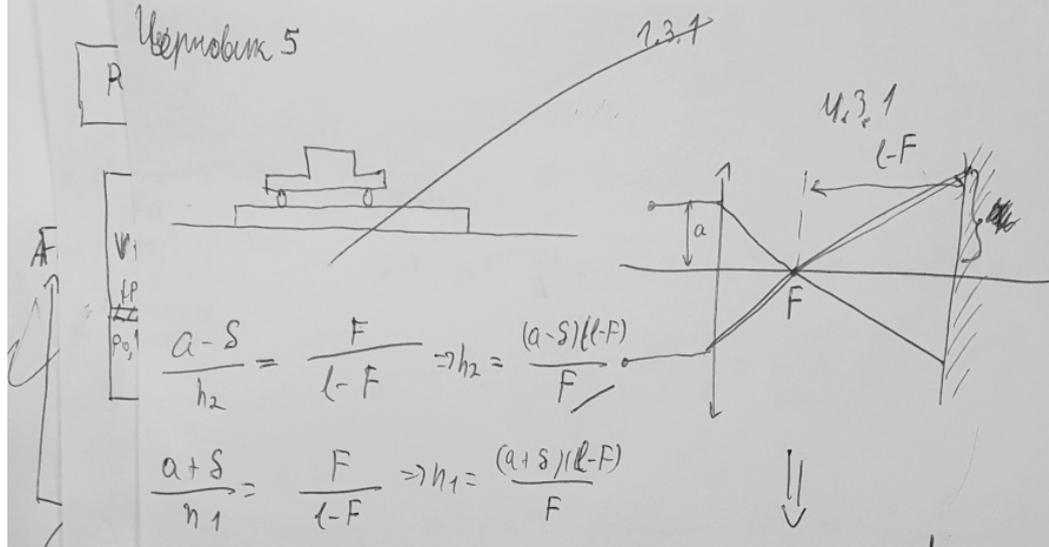
$$t =$$

$$t =$$

Упробук. 6

2.2.1

Упробук 5

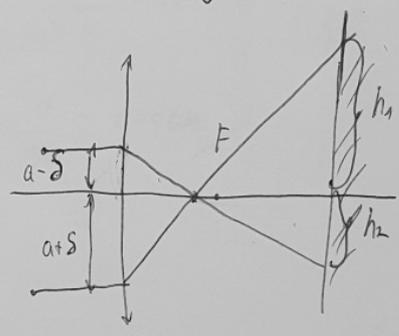


$$\frac{a-s}{h_2} = \frac{F}{l-F} \Rightarrow h_2 = \frac{(a-s)(l-F)}{F}$$

$$\frac{a+s}{h_1} = \frac{F}{l-F} \Rightarrow h_1 = \frac{(a+s)(l-F)}{F}$$

$$\Delta F = h_1 - \frac{h_1+h_2}{2} = \frac{h_1-h_2}{2} =$$

$$= \frac{(l-F)(a+s-a+s)}{2F} = \frac{2(l-F)}{F}$$



$\Delta x = s$

$\Delta x \cdot F = s(l-F)$

$\Rightarrow -sF + sL = 2(l-F)$

$$\Rightarrow F = \frac{s \cdot l}{\Delta x + s} = \frac{20 \cdot 95}{0,5 + 1} \approx 6,7 \text{ кН}$$

$t = \tau_1$   
 $h = g \cdot$

Упражнение 7

Упражнение 6

2.2.1

2.2.1



$$p_0 V = \nu \cdot A T \approx p_1 (V + \pi \cdot S)$$

$$p_0 S = p_1 S + mg \Rightarrow p_1 = \frac{p_0 S - mg}{S}$$

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

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

$$\Rightarrow \pi \cdot S = \left(\frac{p_0 V}{p_0 - \frac{mg}{S}} - V\right) \cdot \frac{1}{S} = \left(\frac{10^5 \cdot 10^{-3}}{10^5 - \frac{5 \cdot 10}{10^{-2}}} - 10^{-3}\right) \cdot \frac{1}{10^{-2}} =$$

$$= \left(\frac{10^2}{10^5 - 5 \cdot 10^3} - 10^{-3}\right) \cdot 10^2 = \left(\frac{1}{10^3 - 5} - 10^{-3}\right) \cdot 10^2 = \left(\frac{1}{950} - \frac{1}{1000}\right) \cdot 10^2 =$$

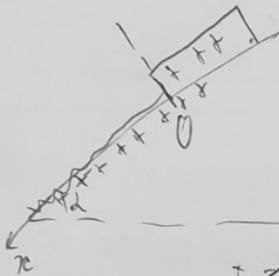
$$\approx \frac{100}{950} - \frac{1}{10} = \frac{100 - 95}{950} = \frac{5}{950} = \frac{1}{190} \approx 0,00526$$

 $x_1 =$  $t = 0;$  $0 = x(0),$  $0 = v(0) =$  $t = \tau_1$  $t = \frac{g \cdot x}{\omega}$



Проблем 8

2)  $q \neq 0$



3.9.1

$$v_2^2 = \frac{\mu(mg \cdot \cos \alpha - \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \cdot q)}{L}$$

$$1 - \cos 2 = \frac{\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha - \cos 2\alpha}{\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$$

$$\mu = \tan \alpha = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$m \ddot{r} = mg \cdot \sin \alpha - \mu \left( mg \cdot \cos \alpha - \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \cdot q \right) \cdot \frac{r}{L}$$

$$r \ddot{\theta} + v_2^2 + r_2 - g \cdot \sin \alpha = 0$$

$$t = \tau_2; L = \frac{g \cdot \sin \alpha}{v_2^2} \cdot (1 - \cos v_2 \tau_2)$$

$$v_2 = \frac{g \cdot \sin \alpha}{v_2} \sin(v_2 \tau_2)$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{v_2}{v_1} \cdot \frac{\sin(v_1 \tau_1)}{\sin(v_2 \tau_2)} = \sqrt{\frac{v_2^2}{v_1^2}} \cdot \frac{\sin(v_1 \tau_1)}{\sin(v_2 \tau_2)} = \frac{\sqrt{\mu(mg \cdot \cos \alpha - \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \cdot q)}}{\mu mg \cdot \cos \alpha} \cdot \frac{\sin(v_1 \tau_1)}{\sin(v_2 \tau_2)}$$

$$= \sqrt{\frac{mg \cdot \cos \alpha - \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \cdot q}{mg \cdot \cos \alpha}} \cdot \frac{\sin(v_1 \tau_1)}{\sin(v_2 \tau_2)}$$

$$\frac{g \cdot \sin \alpha}{v_1^2} (1 - \cos v_1 \tau_1) = \frac{g \cdot \sin \alpha}{v_2^2} (1 - \cos v_2 \tau_2)$$

$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{1 - \cos(v_2 \tau_2)}{1 - \cos(v_1 \tau_1)} \Rightarrow \frac{\tau_2}{\tau_1} = ?$$

или Проблем 9,

$$m \ddot{r} = mg \cdot \sin \alpha - \mu \left( mg \cdot \cos \alpha - \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \cdot q \right) \cdot \frac{r}{L}$$

$$\ddot{r} = g \cdot \sin \alpha - \frac{\mu}{m} \left( mg \cdot \cos \alpha - \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \cdot q \right) \cdot \frac{r}{L}$$

$$v_2^2$$

$$v_2^2 = \left( mg \cdot \cos \alpha - \frac{\sigma}{2\epsilon_0 m} q \right) \frac{1}{L}$$

$$L = \frac{g \cdot \sin \alpha}{v_2^2} (1 - \cos v_2 \tau_2) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin(v_2 \tau_2) = \sqrt{1 - \left(1 - \frac{v_2^2 L}{g \cdot \sin \alpha}\right)^2}$$

$$v_2 = \frac{g \cdot \sin \alpha}{v_2} \cdot \sqrt{1 - \left(1 - \frac{v_2^2 L}{g \cdot \sin \alpha}\right)^2}$$

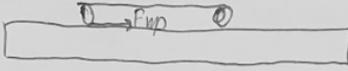
Уровень 9

1.3.1

$F_{\text{тр}} = \mu mg$ ;  $a = \mu g \Rightarrow v_{ab} = \mu g t$

то же самое со ср. ускор.  $v_{abm} = \mu V g \Rightarrow V g = \frac{v_{abm}}{n}$

$0 = m \cdot v_{abm} + n \cdot m g \cdot V g$   ~~$a_{abm} = -n \cdot a g \Rightarrow a g = -\frac{a_{abm}}{n}$~~



$N = F (|v_{abm}| + |V g|) = m a b n \cdot \mu g (v_{abm} + \frac{v_{ab}}{n}) = \frac{n+1}{n} \cdot v_{ab} \cdot m a b \cdot \mu g$

Кем преобразуем в t\_kp

$t_{\text{кпум}} = \frac{N}{\mu^2 g^2 m v_{abm}} \cdot \frac{n}{n+1}$ ;  $\tau = \frac{\mu g \cdot t_{\text{кп}}^2}{2} \cdot \frac{n+1}{n} = \frac{\mu t_{\text{кп}}^2}{2} (\mu g + \frac{\mu g}{n}) =$

~~$= \frac{\mu g t_{\text{кп}}^2}{2} \cdot \frac{n+1}{n} = \frac{\mu g \mu^2 g^2 m v_{abm}}{2} \cdot \frac{n+1}{n} = \frac{N^2 \cdot n}{2 \mu^2 g^2 m^2 v_{abm} (n+1)}$~~   
 ~~$= \frac{\mu g t^2 \cdot \frac{n+1}{n}}{2 \mu^2 g^2 m^2 v_{abm} (n+1)} = \frac{\mu g t^2 \cdot (n+1)}{2 n}$~~

~~$t_{\text{кп}} = \frac{N}{\mu^2 g^2 m} \cdot \frac{n}{n+1}$~~ ;  $\tau = \frac{\mu g t_{\text{кп}}^2}{2} \cdot \frac{n+1}{n} = \frac{N^2 n}{2(n+1) \mu^2 g^3} \approx 0.6 \mu$

3.5.1.

$m \ddot{r} = m g \cdot \sin \alpha - \mu m \frac{v}{L} \cdot g \cdot \cos \alpha \Rightarrow \ddot{r} + \frac{\mu}{L} v \dot{r} - g \cdot \sin \alpha = 0$

$\omega_1^2 = \frac{\mu \cos \alpha}{L}$

$L = \frac{g \cdot \sin \alpha}{\omega_1^2} (1 - \cos \omega_1 \tau_1)$

$1 - \cos \omega_1 \tau_1 = \frac{\omega_1^2 L}{g \cdot \sin \alpha} \Rightarrow \sin(\omega_1 \tau_1) = \sqrt{1 - (1 - \frac{\omega_1^2 L}{g \sin \alpha})^2}$

$v_1 = \frac{g \cdot \sin \alpha}{\omega_1} \sqrt{1 - (1 - \frac{\omega_1^2 L}{g \sin \alpha})^2}$

Условие 10

2.2.1

Теория: Влажность воздуха на абсолютную и относительную  
 Абсолютная влажность - плотность водяных паров, содержащихся в  
 воздухе при данных условиях.

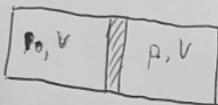
Относительная влажность - отношение парциального давления водяного пара  
 $p$ , содержащегося в воздухе при данной температуре, к давлению насыщенного  
 водяного пара при той же температуре.

Дано:

$$V = 10^{-3} \text{ м}^3; t = 100^\circ \text{C} \Rightarrow T = 373 \text{ K}$$

$$S = 10^{-2} \text{ м}^2; g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; p_0 = 10^5 \text{ Па}$$

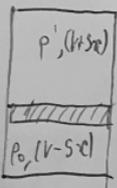
$$\text{Найти: } x - ?$$



Поскольку водяной пар насыщен, то его давление при  $t = 100^\circ \text{C}$   
 равно  $p_0 = 10^5 \text{ Па}$

Оба газа считаем идеальными, трением между поршнем и стенками  
 сосуда пренебрегаем. Примем 3-е Менделеева - Клапейрона:

$$p_0 k = \nu R T \quad \text{для пара} \quad p_0 S l = \frac{m_B}{M_B} \cdot R T \quad \text{для сухого воздуха}$$



После поворота цилиндра часть насыщенного пара конденсируется,  
 но давление не изменяется.

$$\begin{cases} p' S (l+x) = \frac{m_B}{M_B} \cdot R T & (1) \text{ для сухого воздуха} \\ p_0 S = p' S + m_B g & (2) \text{ условие равновесия системы} \end{cases}$$

$$(2) \Rightarrow p' = p_0 - \frac{m_B g}{S}; \quad (1) \Rightarrow m_B = \frac{p_0 S l \cdot M_B}{R T}$$

Подставим в уравнение (2):

$$(p_0 S - m_B g) (l+x) = p_0 S l \Rightarrow x = \frac{m_B g l}{p_0 S - m_B g}, \quad l = \frac{V}{S} \Rightarrow x = \frac{m_B g V}{p_0 S^2 - m_B g S} \approx 9,05 \text{ м} = 9 \cdot 10^{-5} \text{ м}$$

Ответ:  $9 \cdot 10^{-5} \text{ м}$

Чистовик 12.

121

ч.3.1

Где Чистовик 11

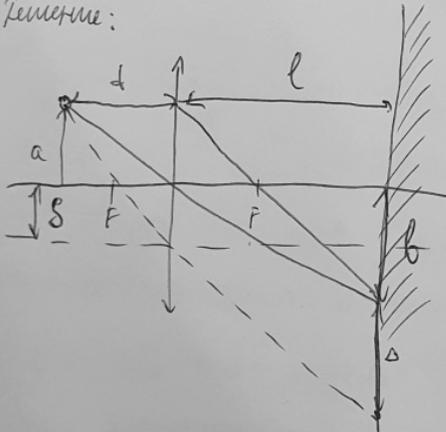
или Теория:

Линза - прозрачное тело, ограниченное двумя сферическими поверхностями. Плоская линза - линза, в которой одной из прозрачных поверхностей можно пренебречь. Фактически, в тонкой линзе преломление от двух кривых поверхностей можно заменить на одно преломление в одной плоскости линзы.

Если на линзу направить лучи света параллельно ее главной оптической оси, то после преломления все лучи (или продолжениями лучей) сойдутся в некоторой точке на главной оси - фокусе. Расстояние от фокуса до центра линзы называется фокусным расстоянием. Измеряется в сантиметрах.

Оптическая сила - величина обратная фокусному расстоянию. Измеряется в диоптриях.

Решение:

Дано:  $l = 20 \text{ см}$ ;  $\delta = 0,5 \text{ см}$ ;  $0 \neq 1 \text{ см}$ Найти:  $F = ?$ 

Решение:

$$\begin{cases} \frac{1}{d} + \frac{1}{l} = \frac{1}{F} \\ \frac{b}{a} = \frac{l}{d} \Rightarrow b = \frac{al}{d} \\ \frac{b + \Delta h}{a + \delta} = \frac{l}{d} \Rightarrow \frac{al + \Delta h}{a + \delta} = \frac{l}{d} \Rightarrow \end{cases}$$

 $F_{\text{оп}} = M$ 

по формуле

 $M = F l$ 

формулы

 $t_{\text{пр}} =$ 

$$\Rightarrow \Delta h = \delta \cdot \frac{l}{d} \Rightarrow d = \frac{l \cdot \delta}{\Delta h}$$

$$\frac{\Delta h}{l \cdot \delta} + \frac{1}{l} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{\Delta h + \delta}{l \cdot \delta} = \frac{1}{F} \Rightarrow F = \frac{l \cdot \delta}{\Delta h + \delta} = \frac{20 \cdot 0,5}{1 + 0,5} \approx 6,7 \text{ см}$$

Ответ

Ответ: 6,7 см

Чистовик.12

1.3.1.

Теория:

Импульс материальной точки - векторная физическая величина, равная произведению массы этой точки и её скорости

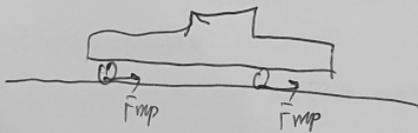
Импульс системы мат. точек - векторная сумма всех импульсов мат. точек, входящих в систему.

Внешние силы - силы взаимодействия точек системы с телами, не входящими в систему.

Импульс силы - векторная физическая величина, равная произведению вектора силы на время её действия  $\Delta t$ .

Закон сохранения импульса - если импульс внешних сил, действующих на материальную точку (или систему мат. точек) равен нулю, то импульс этой материальной точки (системы мат. точек) сохраняется

Решение:

Дано:  $M=12$ ;  $N=2$  Вм;  $n=3$ ;  $\mu=0,3$ ;

$$g=10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Найти:  $x$ ?

Решение:

$$F_{\text{сп}} = M \mu g ; a = \mu g \Rightarrow v_{\text{обм}} = \mu g t ; |v_{\text{обм}}| = n |v_g| = n |v_g| = \frac{|v_{\text{обм}}|}{n}$$

$$\text{По закону сохранения импульса: } 0 = m \cdot v_{\text{обм}} + n \cdot m \cdot v_g$$

$$N = F (|v_{\text{обм}}| + |v_g|) = m a t m \cdot \mu g (v_{\text{обм}} + \frac{v_{\text{обм}}}{n}) = \frac{n+1}{n} \cdot v_{\text{обм}} \cdot m a t \cdot \mu g = \mu g n a v_{\text{обм}} \frac{n+1}{n}$$

Если  $t = t_{\text{кр}}$ , проскальзывания не будет.

$$t_{\text{кр}} = \frac{N}{\mu^2 g^2 m} \cdot \frac{n}{n+1} ; x = \frac{\mu g t_{\text{кр}}^2}{2} \cdot \frac{n+1}{n} = \frac{N^2 n}{2(n+1) m^2 \mu^2 g^2} \approx 0,6 \text{ м}$$

Ответ: 0,6 м

## Условие 13

3,5.1

## Теория:

Диэлектрическая емкость - коэффициент пропорциональности между зарядом в проводнике и его потенциалом  $C = \frac{q}{\varphi}$ . Емкость определяется свойствами проводника, а также среды.

Конденсатор - два замкнутых проводника, заряженных равными по величине, но противоположными по знаку зарядами

Плоский конденсатор - две металлические пластины, разделенные диэлектриком.

Поскольку расстояние между пластинами (обкладками) конденсатора мало по сравнению с площадью этих обкладок, можно считать, что электрические поле сосредоточено между обкладками и является однородным. Это поле равно сумме полей положительной и отрицательной обкладок.

Емкость плоского конденсатора:  $C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$ .  $S$  - площадь обкладок  
 $d$  - расстояние между ними  
 $\epsilon_0$  - диэлектрическая проницаемость среды

## Решение:

1)  $q = 0$ Дано:  $m = 0,1 \text{ кг}$ ;  $\alpha = 30^\circ$ ;  $\sigma = +3 \frac{\text{мкКл}}{\text{м}^2}$ ;  $q = +3 \text{ мкКл}$  $\epsilon_0 = 9 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}}$ ;  $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ Найти:  $\frac{v_2}{v_1}$  - ?

Решение:

$$m \cdot g \cdot \sin \alpha; \quad m \cdot a = m \cdot g \cdot \sin \alpha - m \cdot m \cdot g \cdot \frac{x}{L} \cdot \cos \alpha \Rightarrow \omega_1^2 = \frac{m \cdot g \cdot \cos \alpha}{L} \Rightarrow \omega_1 = \sqrt{\frac{m \cdot g \cdot \cos \alpha}{L}}$$

$$L = \frac{g \cdot \sin \alpha}{\omega_1^2} (1 - \cos \omega_1 \tau_1); \quad 1 - \cos \omega_1 \tau_1 = \frac{\omega_1^2 L}{g \cdot \sin \alpha} \Rightarrow \sin(\omega_1 \tau_1) = \sqrt{1 - \left(1 - \frac{\omega_1^2 L}{g \cdot \sin \alpha}\right)^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_1 = \frac{g \cdot \sin \alpha}{\omega_1} \cdot \sqrt{1 - \frac{\omega_1^2 L}{g \cdot \sin \alpha}}$$

(Все движение подчиняется гармоническому закону).

Учебник 14

3.5.1 (пропараметры)

2)  $q \neq 0$ 

$$m \ddot{x} = mg \cdot \sin \alpha - \mu \left( mg \cdot \cos \alpha - \frac{\sigma}{2 \epsilon_0} q \right) \frac{x}{L}$$

$$\omega_2^2 = \frac{\left( \mu g \cdot \cos \alpha - \frac{\sigma}{2 \epsilon_0 m} q \right)}{L} \Rightarrow \omega_2 = \sqrt{\frac{\left( \mu g \cdot \cos \alpha - \frac{\sigma}{2 \epsilon_0 m} q \right)}{L}}$$

$$L = \frac{g \cdot \sin \alpha}{\omega_2^2} (1 - \cos \omega_2 \tau_2) \Rightarrow \sin(\omega_2 \tau_2) = \sqrt{1 - \left(1 - \frac{\omega_2^2 L}{g \cdot \sin \alpha}\right)^2} \Rightarrow$$

(Все величины положительны применительно закону)  $\Rightarrow \tau_2 = \frac{g \cdot \sin \alpha}{\omega_2} \sqrt{1 - \left(1 - \frac{\omega_2^2 L}{g \cdot \sin \alpha}\right)^2}$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\omega_2 \sqrt{1 - \left(1 - \frac{\omega_2^2 L}{g \cdot \sin \alpha}\right)^2}}{\omega_1 \sqrt{1 - \left(1 - \frac{\omega_2^2 L}{g \cdot \sin \alpha}\right)^2}} = \frac{\omega_2}{\omega_1} \sqrt{\frac{1 - \left(1 - \frac{\mu g \cdot \cos \alpha - \frac{\sigma}{2 \epsilon_0 m} q}{g \cdot \sin \alpha}\right)^2}{1 - \left(1 - \mu g \cdot \cos \alpha\right)^2}}$$

$$= \frac{\omega_2}{\omega_1} \sqrt{\frac{1 - \left(1 - \frac{\mu g \cdot \cos \alpha}{g \cdot \sin \alpha}\right)^2}{1 - \left(1 - \frac{\mu g \cdot \cos \alpha - \frac{\sigma}{2 \epsilon_0 m} q}{g \cdot \sin \alpha}\right)^2}}$$