



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Садыкова Диана Альфритовна**

Класс: 11

Технический балл: **89**

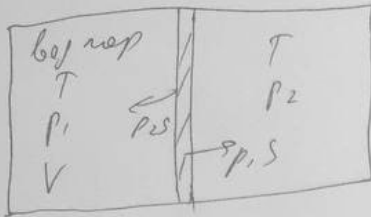
Дата проведения: 25 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9924654

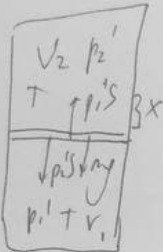
	1	2	3	4	Σ
Задача	<i>13</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	89
Вопрос	<i>10</i>	<i>9</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	

2. ^{число молей} относительная влажность - отношение парциального давления паров воды в газе к давлению насыщенного пара при данной температуре

влажность воздуха - это величина, показывающая плотность водяных паров в воздухе



$$2V = V_1 + V_2$$



при $T = 273 \text{ K}$

$$p_1 = p_1' = p_{\text{на}} = p_0 = 10^5 \text{ Па}$$

$$m_1 p + p_2' S = p_1' S$$

$$p_2' S = p_0 S - m_1 p$$

Менг-кван. газе воздуха

$$p_0 V = \nu R T$$

$$\nu = \frac{p_0 V}{R T}$$

$$p_1 S - p_2 S = p_0 S$$

$$\left(\frac{p_0 S - m_1 p}{S} \right) (V + x S) = \nu R T$$

$$\left(\frac{p_0 S - m_1 p}{S} \right) (V + x S) = p_0 V$$

$$p_0 S (V + x S) - m_1 p (V + x S) = p_0 V S$$

$$\frac{p_0 V}{S} + p_0 x S - \frac{m_1 p V}{S} - m_1 p x = p_0 V$$

$$x (p_0 S - m_1 p) = p_0 V - \frac{p_0 V}{S} + \frac{m_1 p V}{S}$$

$$x = \frac{m_1 p V}{S (p_0 S - m_1 p)}$$

$$p_0 S \gg m_1 p$$

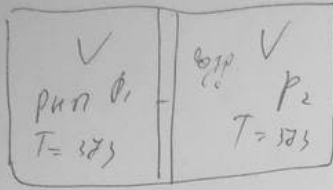
максимальное количество испарившейся воды при данной массе, что есть при конденсации

$$x_{\text{max}} = \frac{V}{S} = \frac{10^{-3}}{10^{-2}} = 10^{-1} \text{ м}$$

$$x = \frac{50 \cdot 10^{-3}}{0,01(10^5 - 0,01 \cdot 50)} = \frac{50 \cdot 5}{0,01(10^5 - 50)} = \frac{1}{100} \text{ м}$$

1

Уровень



$m = \rho h$
 $V = 1.4$

Уровень



$P_2' S + mg = P_1' S$

$P_2' = P_1' - \frac{mg}{S}$

осн. уравнение $p = \frac{F}{S}$
 давление

$P_1 = P_{atm} = 10^5$

$P_2 V = P_2' (2V - V_1)$

$P_1 V = \nu R T$

$P_1' V_1 = \nu R T$

$P_1' = \nu R T - V_1$

$(\nu R T - V_1 - \frac{mg}{S})(2V - V_1) = P_2 V$

$P_1 V = P_1' V_1$ $P_2 V = P_2' (2V - V_1)$ $2V \nu R T - V_1 \nu R T - 2V \cdot V_1 + V_1^2 \frac{mg}{S} = P_2 V$

$P_1' = (P_1' - \frac{mg}{S})(2V - V_1)$

$P_1' = P_1' 2V - P_1' V_1 + \frac{mg}{S} 2V + \frac{mg}{S} V_1$

$P_1' (2V - V_1) =$

$V_1 = Sx$

$V_1 = \frac{P_1' - P_1' 2V - \frac{mg}{S} 2V}{\frac{mg}{S} - P_1'}$

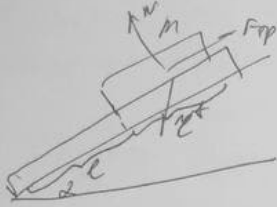
~~$P_1' = P_1' 2V - P_1' Sx + \frac{mg}{S} 2V + \frac{mg}{S} Sx$~~

~~$x = \frac{P_1' - P_1' 2V + \frac{mg}{S} 2V}{P_1' S - mg}$~~

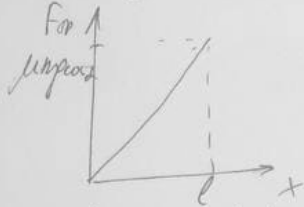
$\frac{200000}{5000} = 40$

3. б. 1. ^{микрообласть} электропроводность - при-вращаемая,
 вращаемая по, только при-вращаемая
 находим коэффициент

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$



$$F_{\text{тр}}(x) = \mu N(x) \quad N_1 = mg \cos \alpha$$

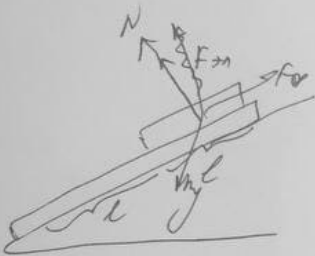


$$A_{\text{тр}} = -\frac{1}{2} \mu mg \cos \alpha$$

Сумма:

$$\frac{m v_1^2}{2} - 2mg l \sin \alpha = A_{\text{тр}}$$

$$v_1^2 = 4g l \sin \alpha - \frac{1}{2} \mu g l \cos \alpha$$



$$N_2 + F_{\text{эл}} = mg \cos \alpha$$

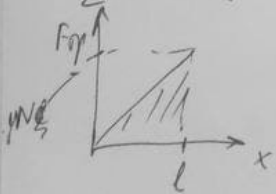
$$F_{\text{эл}} = qE$$

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

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

Сумма:

$$\frac{m v_2^2}{2} = mg 2l \sin \alpha - A_{\text{тр}}$$



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

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

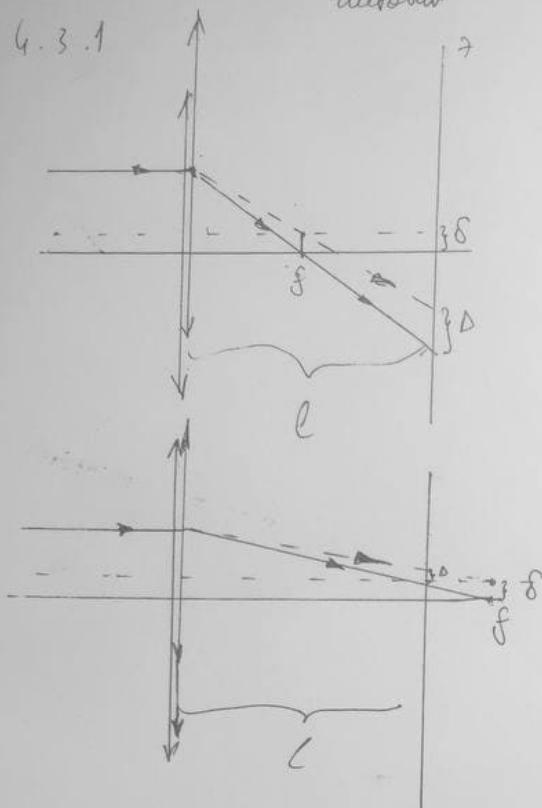
$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{4g l \sin \alpha - \mu g l \cos \alpha}{4g l \sin \alpha - \mu g l \cos \alpha + \frac{\mu \sigma}{m 2\epsilon_0} q}} =$$

2

$$= \sqrt{\frac{4 \cdot \frac{1}{2} - \mu \frac{\sqrt{3}}{2}}{4 \cdot \frac{1}{2} - \mu \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{\mu g \cdot 0 \cdot \pi}{0,1 + 2 \cdot 8 \cdot 10^{12}}}} = \sqrt{\frac{2 - \frac{\mu \sqrt{3}}{2}}{2 - \frac{\mu \sqrt{3}}{2} + \frac{\mu}{0,2}}} \quad \text{all values}$$

$$\sqrt{3}$$

4.3.1



или $l > f$
 условие

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

$$f = \frac{l \delta}{\Delta} = \frac{20}{2} = 10 \text{ см}$$

или $l < f$
 условие

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

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

• Фраунгоферовое поле - поле в плоскости, в которой пересекаются лучи параллельные излучению параллельно ее главной оптической оси

• оптическая сила тонкой линзы - величина характеризующая способность тонкой линзы $D = \frac{1}{f}$

309: $\sum Mx = \frac{M u_0^2}{2} + \frac{M u_0^2}{n} - \frac{M u_0^2}{n}$

ЗУМ: $\frac{M}{n} u_0 = M u + \frac{M}{n} u$

$u = \frac{M u_0}{nM+M}$

$(+ M \frac{M}{n} \rho + N)_{2x} = \frac{M \cdot M^2 u_0^2}{(nM+M)^2} + \frac{M \cdot M^2 u_0^2}{n(nM+M)^2} - \frac{M u_0^2}{n}$

~~Можно~~

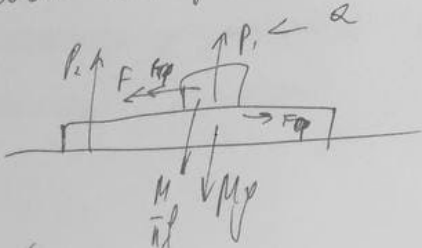
$x = \left(\frac{M^3 u_0^2}{(nM+M)^2} + \frac{M^3 u_0^2}{n(nM+M)^2} - \frac{M u_0^2}{n} \right) \frac{1}{2(N + \frac{M \rho}{n})}$

Умножить каждую материальную точку - векторная сумма импульсов материальной точки, составляющих систему

$\vec{p}_{сум} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots$

ЗУМ: если для системы матер. точек не

действуют внешние силы, то $\vec{p}_{сум} = \vec{c}$



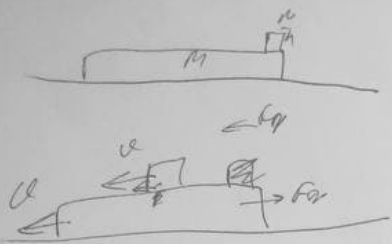
$\frac{N}{u_0} = \frac{\mu Mg}{n} \Rightarrow u_0 = \frac{N n}{\mu Mg} = \frac{2 \cdot 3}{0.3 \cdot 10} = 20$

$x = \left(\frac{4}{(3+1)^2} + \frac{4}{3 \cdot 4^2} - \frac{4}{3} \right) \frac{1}{2(2 + \frac{0.3 \cdot 10}{3})} = \frac{1}{4 \cdot 2} = \frac{1}{8} = 0.125$

Отв: 0,125

5B

Упробити



$M = 1 \text{ кг}$
 $N = 2 \text{ кг}$
 $n = 3$
 $\mu = 0,3$

$P_{\text{сум}} = \Sigma$

ЗСУ: коли ко швидкості
 в рівновазі швидкості
 сум, тоб стільки
 компоненти

$\frac{Mv}{n} = Mv_0 + \frac{M}{n} v_1$
 $v_0 = \sqrt{\frac{v^2}{n}}$

$N = \frac{F_{sp}}{\mu}$

$N = \mu p$
 $v = \frac{Nn}{\mu M}$

швидкості системи
 матеріалу тоді
 вектор сум
 швидкостей матеріалу
 складують вектор
 $\vec{p}_{\text{сум}} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots +$

коли швидкості швидко змінюються то $P_{sp} = \mu N$

$ma = F_{sp} + \frac{N}{a}$

$m_2 = \mu n y + \frac{N}{a}$



$x = \frac{v^2 - u^2}{2a}$

$x = \frac{n^2 u^2}{(M+n)^2} - \frac{N}{m(a-\mu)}$

$F_{sp} = \mu n y$
 $m_2 = M u + m v$
 $N = F_{sp}$

$u = \frac{m v}{M+n}$

$\frac{A}{F} = \frac{P}{F}$

$S_{\text{отн}} F_{sp} = P_{sp}$

$m_2 = \frac{N}{a} + \frac{F_{sp} M}{n v}$

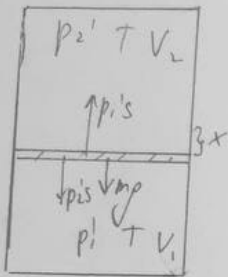
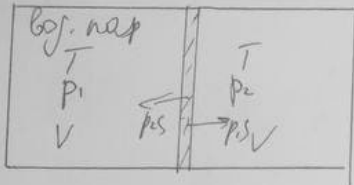
$(M+n) v =$

$a = \frac{N n}{a M} + \mu g$

$x = \frac{u^2 - v^2}{2a}$

$v_0 = v^2 - 2ax$

22.1 ^{черновик} Относительная влажность - отношение парциального давления паров воды к давлению насыщенного пара при данной температуре
 Влажность воздуха - это величина парциальной плотности водяных паров в воздухе



$m = 5 \text{ кг}$

$V = 1 \text{ л}$

$T = 373 \text{ К}$

$S = 0,01 \text{ м}^2$

$p_0 = 1,05 \cdot 10^5 \text{ Па}$

$T = \text{const}$

$x = ?$

$\rho = \frac{p}{p_{\text{H}_2\text{O}}}$

$2V = V_2 + V_1$

$V_2 = 2V - V_1$

ЗН:

$m \rho + p_2' S = p_1' S \quad \cdot \quad p_1' S = p_2' S$
 $p_1 = p_2$

при $T = 373 \text{ К}$

$p_1 = p_{\text{H}_2\text{O}} = p_0 = 1,05 \cdot 10^5 \text{ Па}$

$\frac{105 \cdot 10^3}{1,05 \cdot 10^5}$

$S \rho = \frac{p_1' S}{p}$

~~$p_0 x = p_1' x = p_2' x$~~
 ~~$p_1' V_1 = p_2' V_2$~~

~~$p_1' V_1 = (p_1 - \frac{m \rho}{S}) (V - V_1)$~~

~~$V_1 = \frac{p_1' V}{p_1 - \frac{m \rho}{S}}$~~

~~$p_1' V_1 = p_1' (2V - V_1) - \frac{m \rho}{S} (2V - V_1) + \frac{m \rho}{S} V_1$~~

~~$2p_1' V_1 - \frac{m \rho}{S} V_1 = 2p_1' V - \frac{m \rho}{S} (2V - V_1)$~~

~~$V_1 = \frac{2 \cdot 10^{-3} (10^5 - \frac{50000}{5})}{2 \cdot 10^5 - 5000}$~~

~~$= \frac{200 - 10}{19500} = \frac{190}{19500}$~~

$\frac{190}{19500} \cdot \frac{5}{5} = \frac{950}{19500}$

$(\frac{V}{5} + xS) = V_1 \quad xS = \frac{V_1 - V}{5}$

7

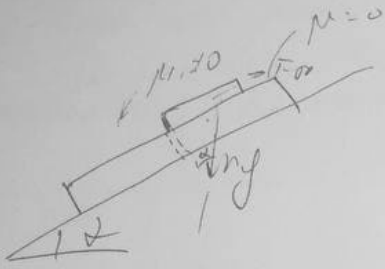
35.1

Упробис

Упробис

$m = 100 \text{ г}$

$\alpha = 30^\circ$

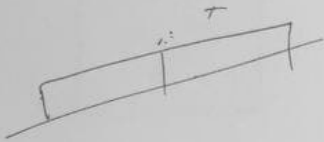
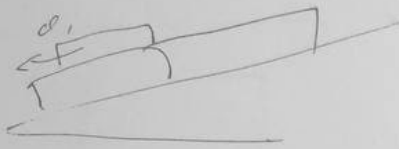


$mg \sin \alpha - F_{00} = ma$

$mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = m \frac{\Delta v}{\Delta t}$

$g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = a$

Максимальная скорость $v = 0.9 \text{ м/с}$



$\sigma = \frac{F}{S}$



1. при движении колеблющегося маятника

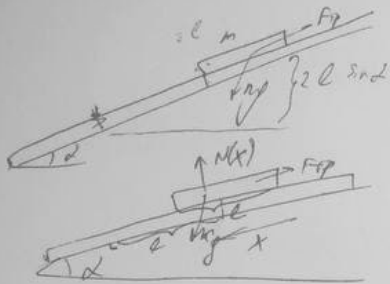
молекулы газа

$l = \frac{E_0 E S}{\sqrt{...}}$

8

некомпозировать - при $\mu = 0$ $\mu = \mu \cos \alpha$ $\mu = \mu \sin \alpha$
 но, чтобы $\mu \cos \alpha$ $\mu \sin \alpha$ $\mu \cos \alpha$ $\mu \sin \alpha$

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{d}$$



$$ma = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

$$a = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

$$v_1 = g \sin \alpha t - \mu g \cos \alpha t$$

$$mg \sin \alpha - F_p(x) = ma_x$$

$$F_p(x) = \mu N(x)$$

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

$$N(x) = m(x) g \cos \alpha = \frac{mgx}{l} \cos \alpha$$

$$F_p(x) = \mu mg \frac{x}{l} \cos \alpha$$

$$m \frac{dv}{dt} = mg \sin \alpha - \mu mg \frac{x}{l} \cos \alpha$$

$$m \frac{dv}{dt} = mg \sin \alpha - \frac{\mu mg x \cos \alpha}{l}$$

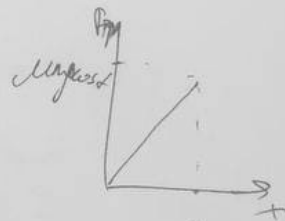
$$v_1 = g t \sin \alpha - \frac{\mu g \cos \alpha}{l} x$$

$$mg \sin \alpha$$

$$kx + \frac{\mu mg \cos \alpha}{l} x = mg \sin \alpha$$

$$k = \frac{\mu mg \cos \alpha}{l}$$

$$l = \frac{\mu mg \cos \alpha}{k}$$



$$A_{op} = \frac{1}{2} k x_{max}^2 = \frac{1}{2} \mu mg \cos \alpha \cdot l$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = mg l \sin \alpha = A_{op} + \frac{mv_1^2}{2}$$

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

$$v_1^2 = 2 \left(\frac{1}{2} \mu g l \cos \alpha + 2gl \sin \alpha \right)$$