



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Ляшко Матвей Сергеевич**

Класс: 11

Технический балл: **89**

Дата проведения: 26 февраля 2022 года

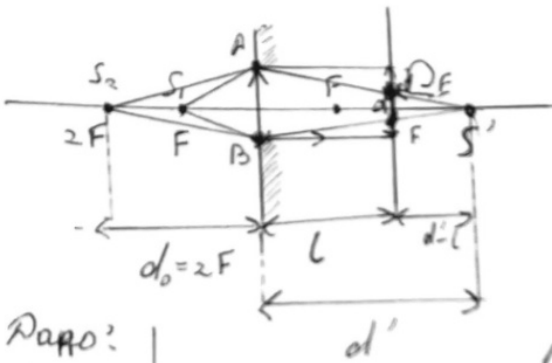
ШИФР РАБОТЫ 9135756

	1	2	3	4	Σ
Задача	<i>14</i>	<i>15</i>	<i>13</i>	<i>15</i>	89
Вопрос	<i>9</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	

Задача:

§ 4.1.1

Чистовик 1



Дано:

$l = 8 \text{ см}$

$D = 5 \text{ см}$

$d = 3 \text{ см}$

$F = ?$

D - диаметр. мифа, т.е. мифа из F
после прохождения // главной опт. оси

из подобия $\triangle ABS' \sim \triangle EFS'$ ($AS'B$ и $ES'F$ - обц. углы; $AB \parallel E$)

$$\frac{D}{d} = \frac{d'}{d' - l}$$

$$\frac{D}{d} (2F - l) = 2F$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2F} + \frac{1}{d}$$

$$\frac{1}{d'} = \frac{1}{F} - \frac{1}{2F} = \frac{1}{2F}$$

$$d' = 2F$$

$$2F \cdot \left(\frac{D}{d} - 1 \right) = \frac{D}{d} \cdot l$$

$$F = \frac{Dl}{2d \left(\frac{D}{d} - 1 \right)} = \frac{Dl}{2(D-d)}$$

$$F = \frac{5 \text{ см} \cdot 8 \text{ см}}{2 \cdot (5 \text{ см} - 3 \text{ см})} = \frac{40}{4} = 10 \text{ см}$$

$$= 0,1 \text{ м.}$$

Ответ: 0,1 м

Решение:

Фокусное расстояние линзы - расстояние от линзы

до точки (фокуса), где пересекаются, идущие на линзу // главной оптической оси.

Оптическая сила линзы выражается обратной зависимостью с фокусным расстоянием:

$$D = \frac{1}{F} \text{ и считается в}$$

$$\text{диоптриях: } [D] = \text{диоптр} = \frac{1}{\text{м}}$$

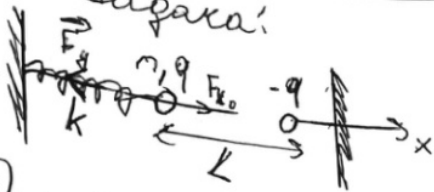
Для данной задачи, найдя фокусное расстояние,

очень просто найти оптическую силу: $D = \frac{1}{F} = \frac{1}{0,1 \text{ м}} =$

$$= 10 \text{ диоптр.}$$

Задача:

К 3.8.2



Дано:

$$m = 102$$

$$\rho = 10^{-6} \text{ Кл}$$

$$L = 50 \text{ см}$$

$$F = 1,44 \text{ Гн}$$

$$\rho_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$$

k - ?

$$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{L^2} + \frac{2x}{L^3} \right) - k(L\epsilon_0 + x) = ma_x$$

$$ma_x + \left(\frac{k}{4\pi\epsilon_0} + \left(k - \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 L^3} \right) \cdot x = 0 \right) : m \rightarrow \text{дифференц. уравн. гарм. колебаний}$$

$$a_x + \left(\frac{1}{m} \left(k - \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 L^3} \right) \right) \cdot x = 0$$

$$(2\pi F)^2 = \frac{1}{m} \left(k - \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 L^3} \right) \Rightarrow k = m \left((2\pi F)^2 + \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 L^3} \right) = \dots$$

Попраш:

- 1) Напряженность эл. поля - векторная физ. величина, являющаяся характеристикой поля и равная отношению сил действующей на заряд q_0 , помещенный в данную точку поля, со стороны поля к этому заряду $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$; $[\vec{E}] = \frac{В}{м}$
- 2) Напряженность поля, создаваемого системой зарядов = векторной величине напряженности полей, создаваемых каждым из зарядов системы в отдельности.

ис.

Задача:

§2.8.1

Чистовик 3

$$V = 0,1 \text{ м}^3$$

$$\nu_1 = 0,05 \text{ моль Н}_2$$

$$\nu_2 = 1 \text{ моль азота}$$

$$t = 20 \text{ }^\circ\text{C} = 293 \text{ K}$$

$$p_H = 2330 \text{ Па}$$

$$\eta = \frac{m_{\text{O}_2}}{m_H} = 0,23$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}$$

$$f = \frac{p}{p_H} \cdot 100\%, \text{ где } p - \text{ давление пара}$$

~~Задача~~. Запишем уравн. состояния газа

$$pV = \nu R T$$

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

$$f = \frac{\nu_1 R T}{V} \cdot 100\% = \frac{0,05 \cdot 8,31 \cdot 293}{0,1 \cdot 2330} \cdot 100\% = 52\%$$

$$23\% \sim \frac{1}{4} = 0,25 \text{ моль, а пар}$$

$$\frac{\nu_1}{2} = \frac{0,05}{2} = 0,25 \text{ моль}$$

f - ?

Ответ: 52%

Вопросы:

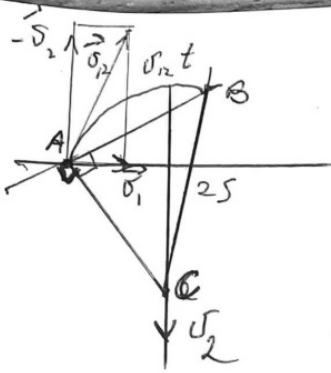
1) Парообразование - фазовый переход происходящий при постоянной температуре фазового перехода

1) Испарение - происходит при любой температуре.

2) Кипение

2) Удельная теплота парообразования: количество ~~теплоты~~ тепла, которое нужно сообщить жидкости массы m для ее перевода в газообразную фазу в этой массе:

$$q = \frac{Q}{m}$$



§1.2.1

Черковиты S

Поедем в С0, связку в авто 2;

скорость 1-го относительно 2-го $= \vec{v}_{12}$ находимся

$$\text{из } \vec{v}_1 = \vec{v}_{12} + \vec{v}_2 \Rightarrow \vec{v}_{12} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2$$

в этой с.о. 2-й авто. неподвижен, а 1-й движется со ср. $= \vec{v}_{12}$

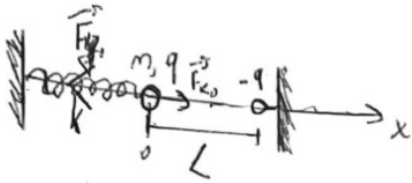
$$\text{из } \triangle ABC: (2S)^2 = S^2 + (v_{12} t)^2 \Rightarrow v_{12}^2 = v_1^2 + v_2^2$$

$$4S^2 - S^2 = v_{12}^2 t^2 \Rightarrow v_1^2 + v_2^2 = 3S^2$$

$$3S^2 = v_{12}^2 t^2$$

$$3S^2 = (v_1^2 + v_2^2) t^2 \quad v_1 = \sqrt{\frac{3S^2}{t^2}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 10^6}{10^2}} = 10\sqrt{3} \text{ м/с}$$

$$\frac{10\sqrt{3} \cdot 1000}{3600} = \frac{100\sqrt{3}}{36} = \frac{50\sqrt{3}}{18} = \frac{25\sqrt{3}}{9}$$



к3

Черновик 6

Дано:

$$m = 10 \text{ г}$$

$$q = 10^{-6} \text{ Кл}$$

$$L = 50 \text{ см}$$

$$f = 1,4 \text{ Гц}$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$$

k = ?

В равновесии $F_k = F_{гг}$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q^2}{L^2} = k \Delta l_0 \quad (\text{закон Гука})$$

При смещении из равновесия на расстояние x

$$F_c - F_g = m a_x \quad (\text{II з.Н.})$$

$$\left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{(L-x)^2} \right) - k(\Delta l_0 + x) = m a_x$$

разложим в ряд Тейлора

$$\text{вблизи } x=0: \frac{1}{(L-x)^2} = \frac{1}{L^2} + \frac{2x}{L^3}$$

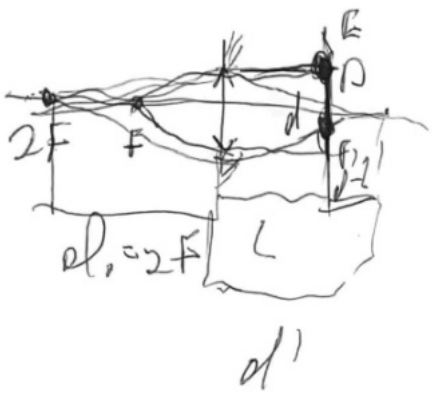
$$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{L^2} + \frac{2x}{L^3} \right) - k(\Delta l_0 + x) = m a_x$$

$$m a_x + \left(k - \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 L^3} \right) \cdot x = 0 \rightarrow \text{дифференц. уравн. гармон. колебаний}$$

$$a_x + \left(\frac{1}{m} \left(k - \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 L^3} \right) \right) \cdot x = 0$$

$$(2\pi f)^2 = \frac{1}{m} \left(k - \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 L^3} \right)$$

$$k = m \left[(2\pi f)^2 + \frac{2q^2}{4\pi\epsilon_0 L^3} \right] = 2 \cdot 10^{-2} \cdot (2\pi)^2$$



К. 4.1.1, 1 чертёж

$$\frac{D}{d'} = \frac{d}{d' - L}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{2F} + \frac{1}{d'}$$

$$\frac{1}{d'} = \frac{1}{F} - \frac{1}{2F} \Rightarrow d' = 2F$$

$$\frac{D}{2F} (2F L) = 2F$$

$$2F = \left(\frac{D}{2F} - 1 \right) = \frac{D}{2} \cdot L$$

$$F = \frac{DL}{2 \left(\frac{D}{2} - 1 \right)} = \frac{DL}{2LP - d} = 10$$

$V = 0,1 \text{ м}^3$
 $D_1 = 0,05 \text{ моль/л}$
 $D_2 = 1 \text{ моль/л}$
 $T = 20^\circ\text{C} = 293 \text{ К}$
 $p_H = 2330 \text{ Па}$
 $n = \frac{m_{O_2}}{M} = 0,23$
 $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

$f = \frac{P}{p_H} \cdot 100\%$, где p - давление пара

~~Решение~~ Задача 4.1.1.1. с. 1. 20.10.10.

$$pV = \nu RT$$

23% - это $\frac{1}{4}$ - часть, а всего

$$p = \frac{\nu RT}{V}$$

$$\frac{D_2}{2} = \frac{0,05}{2} = 0,025 \text{ моль}$$

$$f = \frac{\nu RT}{V \cdot p_H} \cdot 100\% = \frac{0,05 \cdot 8,31 \cdot 293}{0,1 \cdot 2330 \text{ Па}} = 52\%$$

$$\frac{5 \cdot 10^{-2} \cdot 831 \cdot 10^{-2} \cdot 293}{10^{-1} \cdot 2330}$$

f - ?

$$\begin{array}{r}
 831 \\
 \times 5 \\
 \hline
 4155 \\
 + 293 \\
 \hline
 8595
 \end{array}$$