



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Навроцкая Анастасия Владимировна**

Класс: 11

Технический балл: **80**

Дата проведения: 26 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9799342

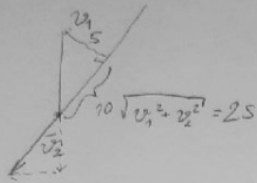
	1	2	3	4	Σ
Задача	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>5</i>	<i>15</i>	<i>80</i>
Вопрос	<i>10</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	

Чертова 1.1.

1.2.1



В СО \vec{v}_1 :



36 км/ч = 36000 м/ч = 600 м/мин = 10 м/с

$$2 \cdot 0,1 = \sqrt{\dots}$$

$$2 \cdot 100 = \sqrt{100 \cdot (100 + x^2) + 100^2}$$

$$200 = \sqrt{100x^2 + 2 \cdot 100^2}$$

$$40000 = 100x^2 + 2 \cdot 100^2$$

$$400 = x^2 + 200$$

$$x^2 = 200$$

$$x = 10\sqrt{2}$$

$$36\sqrt{2} \text{ км/ч}$$

Скорость - величина, определяемая как путь, пройденный телом за единицу времени.
 Так как ширя, в СО \vec{v}_1 .
 Мы знаем, тогда перпендикуляр.

Виды преобразования:
 испарение, кипение, сублимация

Удельная теплота

$$Q = \lambda m$$

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

$$U = \frac{q}{2} \int \frac{1}{r^2} \dots$$

$$\vec{v}_{отн} = \vec{v}_{зем} - \vec{v}_{пер}$$

$$\vec{v} = \vec{v}_{отн} + \vec{v}_{пер}$$

$$F = \frac{k q_1 q_2}{r^2} \frac{1}{\epsilon_0} \quad 4\pi \epsilon_0 \quad \frac{4\pi}{\epsilon_0} \text{ что-то такое}$$

2.8.1. Задача

$E = \frac{q}{4\pi r^2}$, работа по перемещению единичного заряда в точку с нулевой напряженности

$$E = \frac{k q_1}{r^2}$$

производная потенциала?
 потенциал $\frac{k q_1}{r}$

Потенциал

$$\varphi = \frac{k q_1}{r}$$

Сила, действующая на единичный положительный заряд

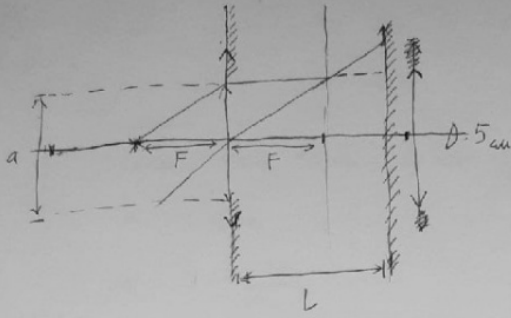
Чем расстояние больше, тем потенциал меньше?

И напряженность меньше?

Если два пол. заряда, сила Кулона их отталкивает

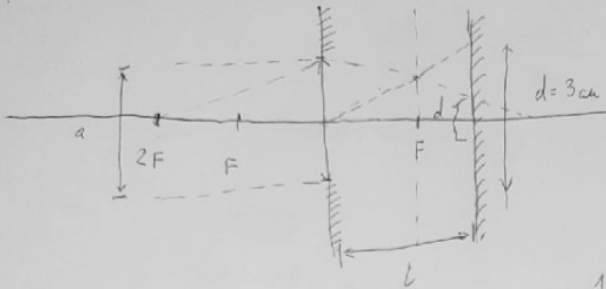
Упробна
Управа √10.

Дано:
 $l = 8 \text{ cm}$
 $D = 5 \text{ cm}$
 $d = 3 \text{ cm}$
 $F = ?$



Оборачуни гнометр од левог на за a.

$\frac{F \cdot l}{D}$ (по селу оборачуни) $a = 5$



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

$\frac{a}{2F} = \frac{d}{2F - l}$

~~$2F \cdot a = (2F - l) \cdot d$~~

$2F = \frac{5 \cdot 3}{5 - 3}$

$F = \frac{5 \cdot 3}{4}$

$2FD - Dl = 2Fd$

$\frac{a}{2F} = \frac{d}{2F - l}$

$\frac{5}{2F} = \frac{3}{2F - 8}$

$5F - 15 = 3F$

$\frac{5}{F} = \frac{3}{F - 4}$

$2F = 20$
 $F = 10$

Условие №17.

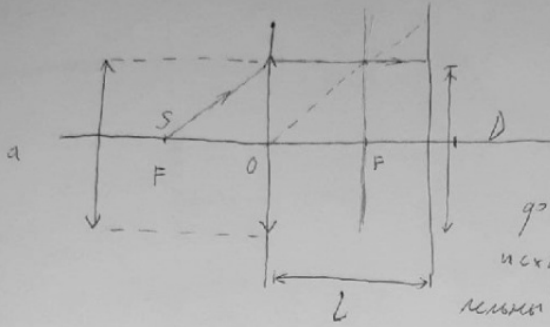
Дано:

$$l = 8 \text{ см}$$

$$D = 5 \text{ см}$$

$$d = 3 \text{ см}$$

$$F = ?$$

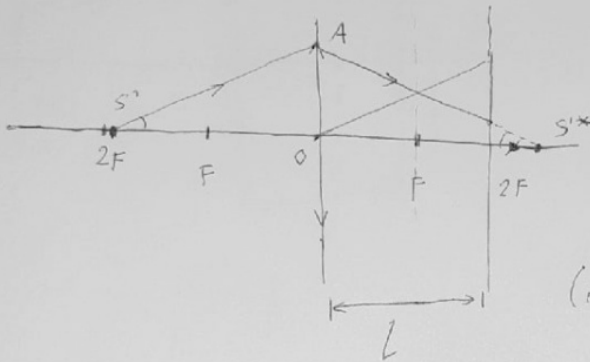


Обозначим диаметр
экрана за a .

Т.к. точечный источник
света находится в главной
фокусе линзы, после линзы лучи,
исходящие из него, будут парал-
лельны главной оптической оси.

Таким образом, диаметр светлого пятна
будет равен диаметру линзы.

$$a = D.$$



По геол. подобиям имеем:

$$\frac{a}{2F} = \frac{d}{2F - l}$$

(так как по формуле тонкой линзы

$$\frac{1}{2F} + \frac{1}{dF} = \frac{1}{F},$$

$$f = 2F,$$

тогда $\triangle SAO = \triangle S^*AO$)

$$2FD - DL = 2Fd$$

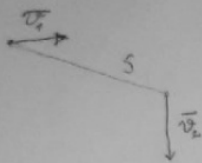
$$2F = \frac{D \cdot l}{(D - d)}$$

$$F = 10 \text{ см}$$

Ответ: 10 см

Числовые $\sqrt{2}$.

1.2.1.



Дано:

$s = 100 \text{ м}$

$T = 10 \text{ с}$

$S_T = 25$

$|\vec{v}_1| = 36 \text{ км/ч}$

Найти:

$|\vec{v}_2| = ?$

Так как тело v_1 движется равномерно и прямолинейно, СО v_1 инерциальна.
Перейдем в СО v_1 .



Обозначим за v_2^* скорость второго автомобиля в системе отсчета первого.

В любой момент времени расстояние между телами в СО земли и в СО v_1 равно.

По геометрическим соображениям минимальное расстояние между телами будет тогда, когда автомобиль v_2 в СО v_1 будет находиться в точке, куда падает перпендикуляр на его траекторию от v_1 .

Рассмотрим момент, когда расстояние удвоилось. Вектор перемещения второго тела относительно первого $\vec{S}_{\text{пер}} = \vec{v}_2^* \cdot T$.

Так как S -длина перпендикулярна к траектории, по т. Пифагора:

$$S_T = \sqrt{|\vec{S}_{\text{пер}}|^2 + S^2};$$

по ЗСС:

$$\vec{v}_2^* = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$$

$$v_2^* = \sqrt{v_2^2 + v_1^2}$$

$$2S = \sqrt{(v_2^2 + v_1^2)T^2 + S^2}$$

$$2S = \sqrt{(v_2^2 + v_1^2)T^2 + S^2}$$

$$v_1 = 36\sqrt{2} \text{ км/ч.}$$

Ответ: $36\sqrt{2} \text{ км/ч.}$

Чистовик №3.

1.2.1. Вопросы.

Скорость - величина, определяющая путь, пройденный за единицу времени.

Мгновенная скорость тела в данный момент времени определяется как бесконечно малое изменение координаты за бесконечно малый отрезок времени.

$$\vec{v} = \dot{\vec{x}}(t)$$

$$\vec{v} = \frac{d\vec{x}}{dt}$$

Закон сложения скоростей гласит, что в системе отсчета А скорость тела v равна векторной сумме скорости тела относительно некой системы отсчета В и переносной скорости СО В относительно СО А:

$$\vec{v} = \vec{v}_{отн} + \vec{v}_{пер}$$

2.8.1.

Вопрос:

Виды парообразования: испарение - переход жидкости в пар при температуре ниже температуры кипения, кипение - переход жидкости в газ при температуре больше или равной температуре кипения (т. кипения достигается, когда $p_{пл}$ насыщенного пара равно p_0 атмосферному давлению), сублимация - переход ^{из} твердого ^{агрегатного} состояния в газ, обратное, т.е. происходящий через агр. состояние жидкости.

4.1.1. Вопросы.

Фокусное расстояние - расстояние от главного оптического центра до фокуса линзы.

Оптическая сила тонкой линзы - величина, обратная фокусному расстоянию.

$$D = \frac{1}{F}$$

$$[D] = [D_{opt}] = \left[\frac{1}{m} \right] = [m^{-1}]$$

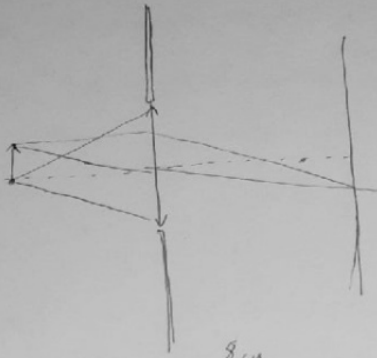
3.8.2. Вопросы.

Напряженность электрического поля определяется как сила, действующая на пробный единичный положительный заряд в определенной точке поля.

$$E = \frac{kq_1}{r^2}$$

Принцип суперпозиции электрических полей: сила, действующая на заряд в электрических полях, равна векторной сумме сил, действующих со стороны всех полей.

Черновик №4.



Ойкое изображение находится на расст. f

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

Ойкое на расст. f?

Некого рас...

8 см

$$1/10^8$$

$$\frac{27}{4} \cdot \frac{4}{8} = 108$$

Некого такое же?

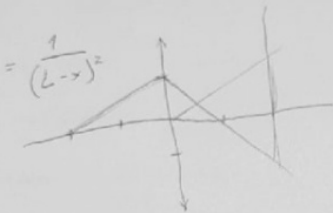


$$1/$$

$$\left(\frac{1}{L-x}\right)' = \frac{1 \cdot (L-x)' - (L-x)' \cdot 1}{(L-x)^2} = \frac{-(L-x)}{(L-x)^2} = -\frac{1}{L-x}$$

$$\frac{1}{4\pi \epsilon_0} \frac{1}{4.3 \cdot 10^1 \cdot 3.85 \cdot 10^{-12}}$$

$$\left(\frac{1}{x}\right)' = -\frac{1}{x^2}$$



$$\frac{\epsilon \epsilon_0}{4\pi}$$

$$\frac{1}{4\pi \epsilon \epsilon_0}$$

3.8.2. В любой момент времени на материальном грузе действует сила пружины

$$F_{\text{упр}} = -kx$$

на \vec{x}

$$x'' = 2x \cdot v \quad a + \omega^2 x = 0 \quad x' = v$$

$$F_k = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$r = L - x$$

$$\frac{kq^2}{(L-x)^2} - kx = ma$$

$$q_1 \text{ и } q_2 \text{ положительные, } F_k = \frac{kq_1 q_2}{(L-x)^2}$$

$$\frac{cq^2}{(L-x)^2} - kx = ma$$

$$\frac{kq_1 q_2}{(L-x)^2} - kx = ma$$

$$kvL + 2k \cdot (2xv) + 2k \cdot x \cdot v = 0$$

Когда $x > 0$,

$$2L + 4xv + 2xv = 0$$

kx влево

$$L = -2xv - 4x$$

$L-x$ увеличивается \Rightarrow

Уравнение 15.

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{r^2}$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{(L-x)^2}$$

$$\frac{kq^2}{(L-x)^2} - kx = ma$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{(L-x)^2} - kx = m \frac{dx}{dt^2}$$

В положении равновесия $kx = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{r^2}$

$$kx_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{L^2}$$

В пол. равн 23м:

$$kx_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{L^2}$$

В произв. момент:

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{(L-x_0-x)^2} - k(x_0+x) = ma$$

$$a + \omega^2 x = 0$$

$x \uparrow$ сила \downarrow сила

Энергия пружины:

$$\frac{kx^2}{2} \quad \frac{k(x+x_0)^2}{2}$$

Когда заряд ближе пот. эи. меньше.

Когда ближе, то эи-ия пружины больше

Энергия поля

$$\frac{kq^2}{r} = \frac{kq^2}{L}$$

пот. энергия

при приближении уменьшается

3(Эи) движения вперед

$$\frac{kq^2}{(L-x)} = \frac{k(x_0-x-L)^2}{2}$$

увеличивается
уменьшается

Пружина увеличивается

$$\frac{kq^2}{L-x} = \frac{k(x_0+x)^2}{2}$$

Числовое №6.

3.82.

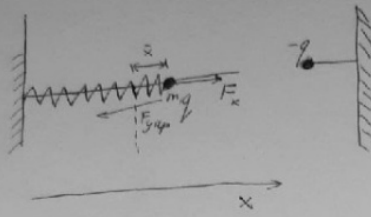
Дано:

$$m = 10 \text{ г}$$

$$q = 10^{-8} \text{ Кл}$$

$$L = 5 \text{ см}$$

$$f = 1,47 \text{ Гц}$$

 $k = ?$ 

(причем растяжение пружины в положительном направлении за x_0)



Рассмотрим движение шарика в проекции на ось Ox .

ЗЗМ:

$$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0(L-x)^2} - k(x+x_0) = ma$$

(где x - координата шарика при движении)

малая погрешность в точке равновесия

Так как $x \ll 1, 2x \ll 1$.

$$L \cdot \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0(1 - \frac{x}{L})^2} - k(x+x_0) = ma$$

$$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 L^2} - k(x+x_0) + \frac{2k(x+x_0) \cdot x}{L} = ma(1 - \frac{2x}{L})$$

В начальный момент времени в положении равновесия нет ускорения; ЗЗМ на ось Ox :

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q^2}{L^2} = kx_0$$

$$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 L^2} = kx_0;$$

из (1)

$$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 L^2} - kx - kx_0 + \frac{2k(x+x_0) \cdot x}{L} = ma(1 - \frac{2x}{L})$$

$$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 L^2} - kx - \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 L^2} + \frac{2kx}{L} (kx + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 L^2}) = ma - ma \cdot \frac{2x}{L}$$

$$-k + \frac{2}{L} (kx + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 L^2}) = \frac{ma}{x} - \frac{2ma}{L}$$

ЗСЭ при движении влево:

$$- \frac{kq^2}{L-x} + \frac{k(x+x_0)^2}{2} = const$$

Участков №7.

$$-\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0(L-x)} + \frac{k(x+x_0)^2}{2} = \text{const}$$

$$-\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0(L-x)^2} + \frac{k}{2} \cdot 2 \cdot (x+x_0) = 0$$

$$-\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0(L-x)^2} + kx + kx_0 = 0$$

$$kx + kx_0 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0(L-x)^2};$$

$$kx + kx_0 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 L^2 \left(1 - \frac{x}{L}\right)^2}; \quad \left(1 - \frac{x}{L}\right)^2 \approx 1 + \frac{2x}{L}$$

$$kx + kx_0 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 L^2 \left(1 + \frac{2x}{L}\right)}$$

$$kx_0 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 L^2}$$

~~$$\frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 L^2}$$~~

$$kx + kx_0 = \frac{kx_0}{1 + \frac{2x}{L}}$$

$$kx + \frac{k \cdot 2x^2}{L} + kx_0 + \frac{2kx \cdot x_0}{L} = kx_0$$

$$kx + \frac{k \cdot 2x^2}{L} + 2 \frac{kx \cdot x_0}{L} = 0$$

$$kxL + 2kx^2 + 2kx \cdot x_0 = 0$$

Задание №8.

Водород переносит и ступ водной...

Дано:

1 моль воздуха

стало 29 г воздуха

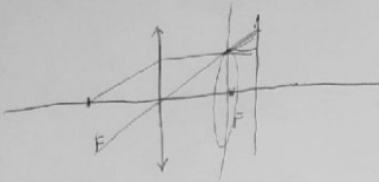
около 23% кислорода в воздухе по массе

0,23 м моль, 0,77 м моль воздуха

около 29 г воздуха

из них 0,23 · 29 кислорода

H₂O



$$\frac{0,23 \cdot 29}{32} \text{ моль кислорода который } O_2$$

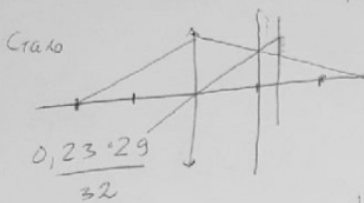
$$\frac{0,23 \cdot 29}{16} \text{ который } O, \text{ когда он окислился}$$

Больше, чем 0,05

Тогда все окислится в 0,05 моль воздуха вода

Остается примерно

0,77 · 29 моль воздуха и



Стало

$$\frac{0,23 \cdot 29}{32}$$

$$p = \sqrt{RT}$$

$$p = \frac{\sqrt{RT}}{V_{\text{воздуха}}}$$

Найти моль воды

$$\begin{array}{r} 11 \\ 4155 \\ \times 2 \\ \hline 8310 \end{array}$$

$$\frac{0,4155 \cdot 293}{233}$$

$$\begin{array}{r} 8,31 \overline{) 2} \\ - 8 \\ \hline 3 \\ - 24 \\ \hline 11 \\ - 10 \\ \hline 10 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1216 \\ \times 233 \\ \hline 1165 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4155 \\ \times 293 \\ \hline 12465 \\ 37395 \\ \hline 1216415 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12465 \\ 37395 \\ 8310 \\ \hline 1216415 \end{array}$$

4155

$$\begin{array}{r} 121,6415 \overline{) 233} \\ - 1165 \\ \hline 0594 \\ - 466 \\ \hline 128 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 481 \\ - 466 \\ \hline 1550 \end{array}$$

Условие №9.

2.8.1. Задача.

Дано:

$$V = 0,1 \text{ м}^3$$

$$V_1 = 0,05 \text{ моль}$$

$$J_2 = 1 \text{ моль}$$

$$p_{\text{н}} = 2330 \text{ Па}$$

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

$$\frac{m_{\text{к}}}{m_{\text{в}}} = 0,23 \text{ г}$$

$$f = ?$$

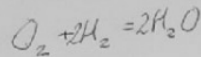
Решение:

Вначале было 1 моль сухого воздуха, т.е. $\approx 29 \text{ г}$ сухого воздуха

$$m_{\text{к}} = 0,23 m_{\text{в}}$$

$$\mu \cdot J_{\text{к}} = \frac{0,23 m_{\text{в}}}{\mu_{\text{к}}}$$

$$J_{\text{к}} = \frac{0,23 m_{\text{в}}}{\mu_{\text{O}_2}}$$



$$\text{Так как } \frac{0,23 m_{\text{в}}}{\mu_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{0,23 \cdot \mu_{\text{O}_2} \cdot J_{\text{O}_2}}{\mu_{\text{O}_2}} = \frac{0,23 \cdot 29 \cdot 1}{32} \text{ моль} > 2V_1,$$

сказав, что кислорода взят в избытке; тогда всего

образуется V_1 воды.

По зр. Менделеева-Клапейрона

$$pV = \nu RT$$

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

отн. влажность — $\frac{p}{p_{\text{н}}}$

$$\frac{p}{p_{\text{н}}} = \frac{\nu RT}{V p_{\text{н}}} = \frac{0,05 \cdot 8,31 \cdot 293}{2330 \cdot 0,1} \approx 52\%$$

Ответ: 52,2%