



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **ФИЗИКА**

ФИО участника олимпиады: **Месяц Артемий**

Класс: 11

Технический балл: **99**

Дата проведения: 26 февраля 2022 года

ШИФР РАБОТЫ 9520745

	1	2	3	4	Σ
Задача	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	<i>15</i>	99
Вопрос	<i>10</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	

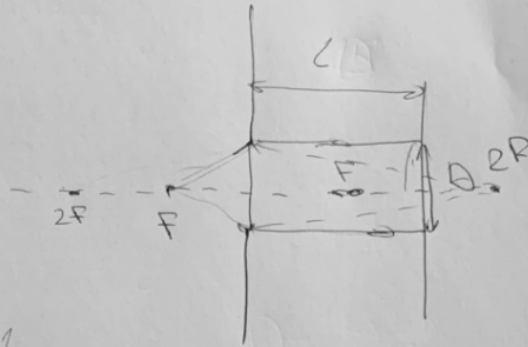
repro bus

(14)

 $(16 - x_m)$ w^o 4.11

$$L = 0,08 \text{ m}$$

$$D = 5 \text{ m}$$



$$\frac{1}{f} + \frac{1}{0} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{a} = 0 \quad a = \infty$$

$$\frac{d}{D} = \frac{2f - L}{2f}$$

$$\frac{1}{2f} + \frac{1}{a_1} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{a_1} = \frac{2f}{2f} - \frac{1}{2f} = \frac{1}{2f}$$

$$a_1 = 2f$$

$$2fd = 2fD - LD$$

$$2f(d - D) = -LD$$

$$2f(D - d) = LD$$

$$f = \frac{LD}{2(D - d)}$$

$$= \frac{8 \cdot 10^{-2} \cdot 5 \cdot 10^{-2}}{2(5 \cdot 10^{-2} - 3 \cdot 10^{-2})}$$

$$2 \cdot 5 \cdot 10^{-2} = 10 \text{ m}$$

$$= \frac{8 \cdot 10^{-2} \cdot 5 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-2}}$$

$$f = \frac{8 \cdot 5}{2 \cdot 2} = \frac{8 \cdot 5}{2}$$

$$\frac{2}{4\sqrt{10}^2}$$

requisito
(13)

$$\frac{1}{r^2} = \frac{1}{L-x)^2} \approx \frac{1}{L^2} + 2 \frac{x}{L^3}$$

$$\frac{1}{(L-x)^2} \approx \frac{L+2x}{L^3}$$

$$\frac{1}{L^2+2x^2-L} \quad \frac{1}{L^3}$$

$$k = 0,01 - 4 - 3,16^2 \cdot 1,47^2 + \frac{10^{-12}}{2 \cdot 3,16 \cdot 225 \cdot 10^2 \cdot 95^3} =$$

$$= 0,04 - 3,16^2 \cdot 1,47^2 + \frac{1}{2 \cdot 3,16 \cdot 95^3} \approx 1$$

а) Q - заряженная (или полярная) эфирная жидкость
 на первом n слое вещества
 в поперечном сечении или набо-
 рам. (5)

L - радиусы зрачков, вычисляются эмпири-
 чески для каждого вещества в отдельности.

Заметим также, что при температуре кипения
 пар и жидкость находятся в равновесии;
 такой пар называют насыщенным

Задача 3.8.2

$$m = 90 \text{ кг}$$

$$q = 10^{-6} \text{ Кл}$$

$$L = 0,5 \text{ м}$$

$$\nu = \nu = 1,47 \text{ В/м}$$

$$\epsilon_0 = 2,65 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{В} \cdot \text{м}}$$

$k = ?$

в состоянии
 равновесия:

$$F_2 = F_k; \quad k \Delta l_0 = \frac{q^2}{4\pi \epsilon_0 L^2}$$

Введем координату пружины: ось от-
 считываем вдоль стержня, положение
 равновесия: $x = 0$,

$$\text{тогда } \Delta l = \Delta l_0 + x; \quad \Gamma = L - x$$

и запишем уравнение движения пружины

$$\text{max} = -k \Delta l + \frac{q^2}{4\pi \epsilon_0 \Gamma^2}; \quad \text{используем приближение}$$

$$\frac{1}{\Gamma^2} = \frac{1}{(L-x)^2} \approx \frac{1}{L^2} + \frac{2x}{L^3}$$

используем

Сущность парообразования - процесс превращения вещества из одного состояния в другое с поглощением энергии. Парообразование делится на три вида

кипение
булькание парообразования
происходит только при определенной температуре, когда разрываются оболочки в-ва при известном давлении постоянно и выделяется жидкостная среда испарения в воздух

испарение
происходит всегда. Происходит на поверхности жидкой среды. В не зависимости от температуры происходит испарением в воздух

сублимация/воздух
происходит на поверхности твердых тел в зависимости от температуры. Происходит твердого тела сразу, минуя жидкого состояния

заметьте, что сублимация идет так же медленно, что и кипение при кипении.

Важное замечание: процесс парообразования идет до тех пор, пока давление пара меньше давления насыщенных пара / максимально возможное / при известной температуре.

Удельная теплота парообразования - количество энергии, требуемое для перевода единицы вещества в воздух; в соответствии с формулой (моль, кг)

$Q = \lambda \cdot m \Rightarrow \lambda = \frac{\Delta Q}{\Delta m}$, где λ - удельная теплота парообразования

$$\vec{v}_p = \vec{v}_1 + \vec{v}_2 + \vec{v}_3 + \dots + \vec{v}_n$$

~ вектор
(3)

где \vec{v}_0 - результирующая скорость движения

Это правило справедливо в теории Ньютоновской механике, когда скорости тел много меньше скорости света

задача 2.2.1

$$V = 0,1 \text{ м}^3$$

$$V_1 = 0,05 \text{ моль}$$

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

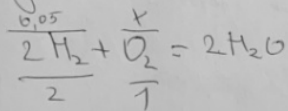
$$P_{\text{H}_2} = 3330 \text{ Па}$$

$$M_r(\text{O}_2) = 0,23$$

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

F = ?

уравнение реакции



$$x = V(\text{O}_2) = \frac{0,05}{2} = 0,025 \text{ моль}$$

значит, что в 1 моль кислорода
кислорода замещено 2 моля

$$V_{\text{O}_2} = M_r(\text{O}_2) \cdot \frac{V_{\text{H}_2} \cdot \mu}{M_{\text{H}_2}} \approx 0,3 \text{ моль}$$

$$\text{когда } V(\text{H}_2\text{O}) = V(\text{H}_2) = 0,05 \text{ моль} \quad T = t + 273^\circ\text{C} = 293\text{K}$$

из уравнения Менделеева-Клапейрона:

$$P_{\text{H}_2\text{O}} V = \nu_{\text{H}_2\text{O}} R T \Rightarrow P_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{\nu_{\text{H}_2\text{O}} R T}{V} < P_{\text{H}_2}$$

$$F = \frac{P_{\text{H}_2\text{O}}}{P_{\text{H}_2}} = \frac{\nu_{\text{H}_2\text{O}} R T}{V P_{\text{H}_2}} = \frac{\nu_1 R T}{V P_{\text{H}_2}} \approx 52\%$$

$$\text{Ответ: } F = \frac{\nu_1 R T}{V P_{\text{H}_2}} \approx 52\%$$

тер. вопрос.

методы
(2)

Скорость ~~различается~~ \vec{v} - векторная величина, характеризующая ^{вектору} скорость изменения координаты от времени.

Вводим понятие мгновенной векторной ^{скорости} скорости, определяя ее по формуле $\vec{v}_{inst} = \frac{d\vec{r}}{dt}$, где $d\vec{r}$ - бесконечно малое изменение за бесконечно малый промежуток времени dt . Такая скорость направлена по вектору перемещения.

Кроме того есть понятие средней скорости, мгновенная средняя скорость - это скаляр, отношение пути $s(t)$ к dt :

$$V_{ср} = \frac{s(t+dt) - s(t)}{dt} - \text{скаляр.}$$

Кроме того вводят понятие средней путевой и средней скорости применения

Определение средней путевой скорости: весь путь деленный на всё время движения - скаляр, на уравнение движения

$$\langle V_{ср} \rangle = \frac{s(t_0 + t) - s(t_0)}{t} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

средняя скорость применения - в общем случае - средняя интеграл скорости вза промежутков dt деленный на количество " промежутков " постоянная скорости

$$\langle \vec{v} \rangle = \frac{\frac{v(t_1)}{dt} + \frac{v(t_2)}{dt} + \dots}{N} \quad \text{или} \quad \langle \vec{v} \rangle = \frac{\vec{r}(t) - \vec{r}(t_0)}{t}$$

скорости складываются по закону сложения векторов.

Учебник
①

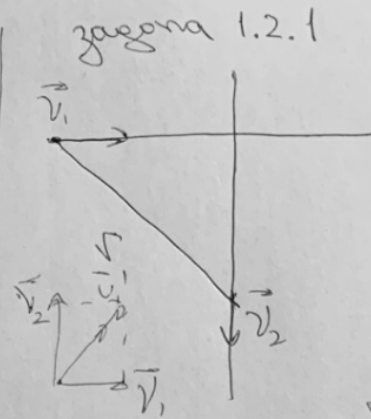
$$S_{\min} = 100 \text{ в}$$

$$Z = 10 \Omega$$

$$S(Z) = 2S_{\min}$$

$$V_2 = 36 \frac{\text{кВ}}{2} = 18 \frac{\text{кВ}}{2}$$

$$V_1 = ? \left(\frac{\text{кВ}}{2} \right)$$



перпендикулярно к оси ординат V_2 ; тогда образуются 2 системы осей, а ось к оси ординат $V_1' = V_1, V_2$

Вероятно ошибка;

орбитально, что S_{\min} — это перпендикуляр, опущенный к гипотенузе треугольника V_1' эта точка будет нулевая, но i . Перпендикуляр: $V_1' = \sqrt{V_1^2 + V_2^2}$

максим. м.т. Перпендикуляр:

$$S_{\min} = \sqrt{S_{\min}^2 + V_1'^2 Z^2} =$$

$$= \sqrt{S_{\min}^2 + (V_1^2 + V_2^2) Z^2}; \text{ тогда}$$

$$2S_{\min} = \sqrt{S_{\min}^2 + (V_1^2 + V_2^2) Z^2}$$

$$4S_{\min}^2 = S_{\min}^2 + (V_1^2 + V_2^2) Z^2$$

$$(V_1^2 + V_2^2) Z^2 = 3S_{\min}^2$$

$$V_2 = \sqrt{\frac{3S_{\min}^2}{Z^2} - V_1^2} = \sqrt{\frac{3 \cdot 100 - 100}{100} - 100} =$$

$$= \sqrt{300 - 100} = \sqrt{200} = 10\sqrt{2} \frac{\text{кВ}}{2} = 36\sqrt{2} \frac{\text{кВ}}{2}$$

$$\text{Ответ: } V_2 = 36\sqrt{2} \frac{\text{кВ}}{2} = \sqrt{\frac{3S_{\min}^2}{Z^2} - V_1^2}$$

$$m = 10^{-2}$$

$$q = 10^{-6} \text{ Кл}$$

$-q$

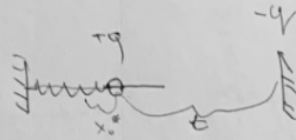
$$L = 50 \text{ см}$$

$$V = 1,47 \text{ м/с}$$

$$\epsilon_0 = 8,35 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$$

воз. 8.2

Зерновик
(12)



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

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

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

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

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

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

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

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

$$\approx 2L - 2x - 1 = -2x$$

$$\approx (L-x)^2 = L^2 + x^2 - 2xL$$

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

$$-ma \cdot 4\pi\epsilon_0 x^2 = q^2 - k(x_0+x)$$

$$V = 0,1 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{H}_2} = 0,05 \text{ моль}$$

$$V_{\text{воздуха}} = 1 \text{ моль}$$

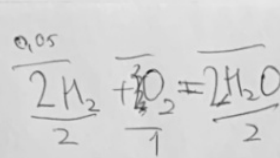
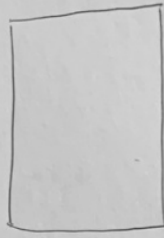
$$t = 20^\circ\text{C}$$

$$P_{\text{H}} = 2330 \text{ Па}$$

$$M(\text{O}_2) = 23\%$$

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

F-?



реакция (11)

$$\frac{0,05}{2} = \frac{x}{1}; x = 0,025 \text{ моль}$$

состав не весь кислород

$$V(\text{H}_2\text{O}) = V(\text{H}_2) = 0,05 \text{ моль}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = (2+16) \cdot \frac{0,05 \cdot 16}{2} = 0,05 \cdot 16 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$V(\text{O}_2) =$$

$$m(\text{O}_2) = n \cdot M$$

$$\frac{m(\text{O}_2)}{m(\text{H}_2\text{O})} = 0,23 = \frac{V_{\text{O}_2} \cdot M_{\text{O}_2}}{V_{\text{H}_2\text{O}} \cdot M_{\text{H}_2\text{O}}}$$

$$V_{\text{O}_2} = \frac{M(\text{H}_2\text{O}) \cdot V_{\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{O}_2}}$$

$$T = 293 \text{ К}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = V(\text{H}_2)$$

$$P_{\text{H}_2\text{O}} V = V_{\text{H}_2\text{O}} RT$$

$$P_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{V_{\text{H}_2\text{O}} RT}{V} = \frac{0,05 \cdot 8,31 \cdot \frac{16}{18} \cdot 293}{0,1} =$$

$$= \frac{8,31 \cdot 293 \cdot 10}{18} = 83,1 \cdot 293 > P_{\text{H}}$$

$$P_{\text{H}_2\text{O}} = 0,5 \cdot 8,31 \cdot 293 <$$

$$F = \frac{0,5 \cdot 8,31 \cdot 293}{2330} \approx \frac{1219 - 231}{2330} \approx 50\%$$

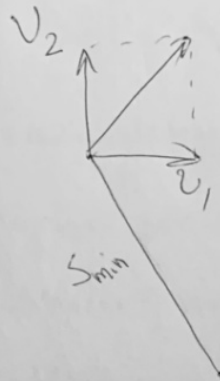
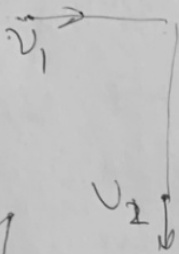
$$S_{\min} = 100 \text{ m}$$

$$Z = 10 \text{ c}$$

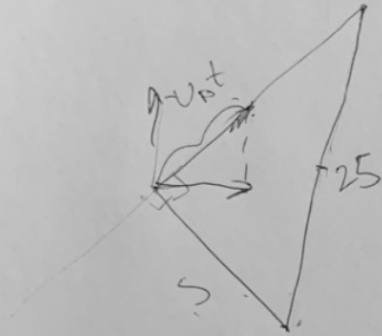
$$S' = 2S_{\min}$$

$$V_2 = 36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$V_1 = ?$$



reprodukt
(10)



$$V_p = \sqrt{V_1^2 + V_2^2}$$

$$S_p = \sqrt{(V_p)^2 + S^2}$$

$$S(t) = \sqrt{(V_1^2 + V_2^2)t^2 + S^2}$$

$$36 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 36 \cdot \frac{1000}{3600} = \frac{36}{3.6} = 10$$

$$\sqrt{200} = 10\sqrt{2}$$

$$S(10) = S = S_{\min}$$

$$S(Z) = \sqrt{(V_1^2 + V_2^2)Z^2 + S^2} = 2S$$

$$(V_1^2 + V_2^2)t^2 + S^2 = 4S^2$$

$$(V_1^2 + V_2^2)t^2 = 3S^2$$

$$V_1^2 + V_2^2 = \frac{3S^2}{t^2}$$

$$V_1 = \sqrt{\frac{3S^2}{t^2} - V_2^2} = \sqrt{\frac{3 \cdot 100 \cdot 000}{100} - 36^2} =$$

$$= \sqrt{3000 - 100} = \sqrt{200} = \frac{20\sqrt{5}}{2}$$

Answer: $\frac{20\sqrt{5}}{2}$

по формуле мощности цепи:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = D \equiv \frac{1}{F}$$

(~~то~~ ~~со~~ ~~связанности~~)

↑ где D - адмитанс цепи

F - полная мощность

a - мощность от источника
на z_0 цепи

b - мощность от z_0 -
приемника z_0 цепи

устовие \textcircled{B}

Шестовитк ③

тип. Вопрос:

Плоская линза - прозрачный диск, ограниченный двумя сферическими поверхностями, толщина которой много меньше ее диаметра, и соответственно, диаметр намного меньше радиусов кривизны ее поверхностей. Обозначим f - фокусное расстояние, действующее в приближении тонкой линзы; r_1 - все лучи, преломление которых в линзе рассматривается аддитивным образом к обеим поверхностям линзы.

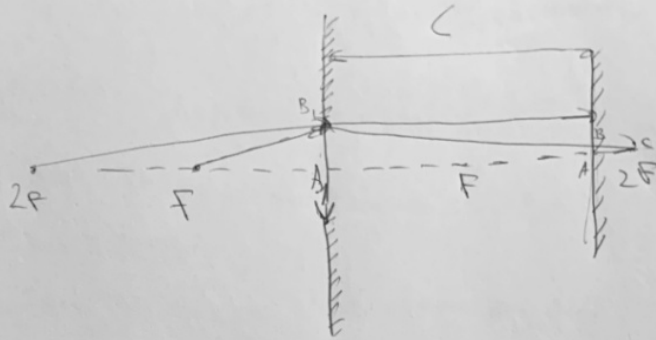
При падении на тонкую линзу лучей параллельных лучей (параллельных к главной оптической оси), эти лучи собираются в одной точке - главной оптической оси фокусе.

Расстояние от плоскости линзы до ее главного фокуса - фокусное расстояние. Величина, обратная фокусному расстоянию, называется оптической силой:

$$D \equiv \frac{1}{F} \quad (\text{м}^{-1}, \text{Дптр})$$

Оптическая сила считается положительной для собирающих линз и отрицательной для рассеивающих линз.

Умова № 8



Линза точечный источник света помещена в фокусе линзы, но лучи света, выходящие из линзы - лучи параллельные друг другу, зная D - диаметр равно диаметру линзы.

Во втором случае, уменьше фокусную точку линзы, получаем

$$\frac{1}{2F} + \frac{1}{a_1} = \frac{1}{F} \Rightarrow a_1 = 2F - \text{где } a_1 \text{ - расстояние между}$$

света во втором случае.

рассмотрим подобие треугольников ABC и A₁B₁C₁

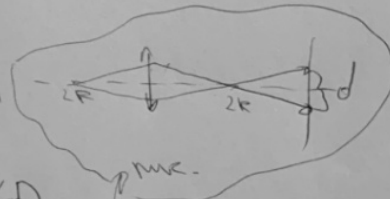
$$ABC \sim A_1B_1C_1 \Rightarrow \frac{AB}{A_1B_1} = \frac{AC}{A_1C_1}; \quad AC = A_1C_1 - L = 2F - L$$

$$AB = \frac{d}{2}$$

$$A_1B_1 = \frac{D}{2}$$

$$A_1C_1 = 2F$$

, получаем



$$\frac{d}{D} = \frac{2F - L}{2F};$$

$$2dF = 2DF - LD$$

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

или, если

$$2F \text{ го случая,}$$

$$F = \frac{LD}{2(D+d)}$$

то

Ответ: $F = \frac{LD}{2(D-d)}$ или $F = \frac{LD}{2(D+d)}$

10 см или 2,5 см

Учебник
⑦

Заметим, что пробный заряд — зарядовый
тело, обладающее электрическими силами
которыми можно пренебречь
например, напряженность поля точечного заряда

$$\vec{E} = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}, \text{ где } r - \text{расстояние от положения}$$

заряда до точки наблюдения

Q — это заряд

ϵ_0 — электрическая
постоянная

Принцип суперпозиции: напряженность поля системы
зарядов в точке наблюдения равно векторной
сумме создаваемых в этой точке

$$E \text{ в СИ — } \frac{H}{Квб} \text{ или } \frac{В}{м}$$

Задача. 4.1.1

$L = 8 \text{ см}$
$D = 5 \text{ см}$
$d = 3 \text{ см}$
$F = ?$

погда шлеу.

$$m a_x = -k(x_0 + x) + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 L^2} + \frac{2q^2 x}{4\pi\epsilon_0 L^3}$$

румомбус
⑥

Сугнамор, $k a L_0 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 L^2}$

$m a_x = -kx + \frac{q^2}{2\pi\epsilon_0 L^3} x$; погда напунам
заван парамитерем калитбамий

$$m x'' + \left(k - \frac{q^2}{2\pi\epsilon_0 L^3} \right) x = 0 \quad \text{или} \quad x'' + \omega^2 x = 0,$$

Знамор $\omega = \sqrt{k - \frac{q^2}{2\pi\epsilon_0 L^3}}$

$$\omega^2 = \frac{1}{m} \left(k - \frac{q^2}{2\pi\epsilon_0 L^3} \right) = 4\pi^2 \nu^2, \text{ Знамор}$$

$$k = 4m\pi^2 \nu^2 + \frac{q^2}{2\pi\epsilon_0 L^3}$$

Оубам: $k = 4m\pi^2 \nu^2 + \frac{q^2}{2\pi\epsilon_0 L^3} \approx 1 \frac{H}{m}$

тер Вонрос.

Напряженность электрического поля — векторная сила
взаимодействия электрического поля, равная
отношению силы, действующей на пробный заряд
малых размеров, к величине этого заряда

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_q}{q}$$