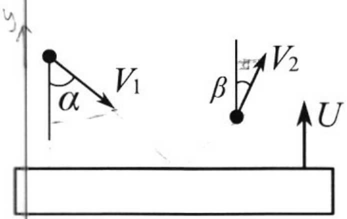
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

Класс 11 **Вариант 11-04** Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 18 м/с, направленную под углом $\alpha\left(\sin\alpha=\dfrac{2}{3}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta=\dfrac{3}{5}\right)$ с вертикалью.



1) Найти скорость V_2.

2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

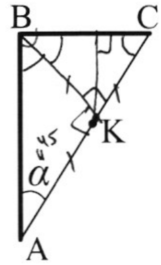
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится аргон, во втором – криптон, каждый газ в количестве $\nu = 3/5$ моль. Начальная температура аргона T_1 = 320 К, а криптона T_2 = 400 К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Оба газа одноатомные, газы считать идеальными. R = 8,31 Дж/(моль·К).

1) Найти отношение начальных объемов аргона и криптона.

2) Найти установившуюся температуру в сосуде.

3) Какое количество теплоты передал криптон аргону?

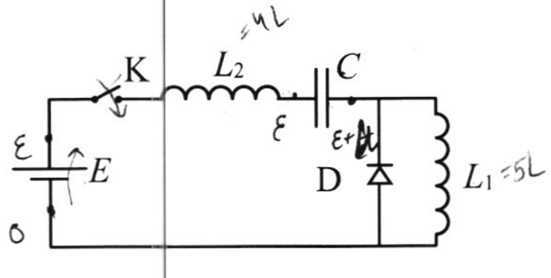
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



1) Пластина BC заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол $\alpha = \pi/4$. Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC, если пластину AB тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?

2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = \sigma, \sigma_2 = 2\sigma/7$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/9$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 5L$, $L_2 = 4L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.

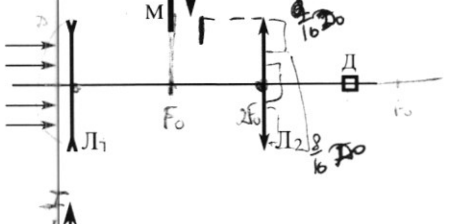


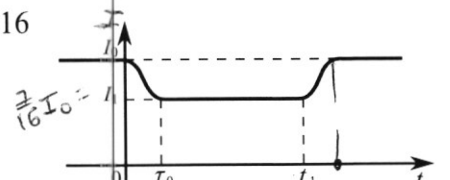
1) Найти период T этих колебаний.

2) Найти максимальный ток I_{01}, текущий через катушку L_1.

3) Найти максимальный ток I_{02}, текущий через катушку L_2.

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз Л$_1$ и Л$_2$ (см. рис.) с фокусными расстояниями $-2F_0$ и F_0, соответственно. Расстояние между линзами $2F_0$. Диаметры линз одинаковы и равны D, причем D значительно меньше F_0. На линзу Л$_1$ падает параллельно оси системы пучок света с одинаковой интенсивностью в сечении пучка. Прошедший через обе линзы свет фокусируется на фотодетекторе Д, на выходе которого сила тока пропорциональна мощности падающего на него света. Круглая непрозрачная мишень М, плоскость которой перпендикулярна оси системы, движется с постоянной скоростью перпендикулярно оси системы так, что центр мишени пересекает ось на расстоянии F_0 от $Л_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 7I_0/16$





.

1) Найти расстояние между линзой Л$_2$ и фотодетектором.

2) Определить скорость V движения мишени. 3) Определить t_1.

Известными считать величины F_0, D, τ_0.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

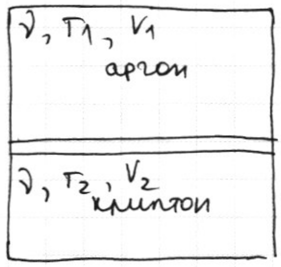
Дано: $\nu = \frac{3}{5}$ моль

$T_1 = 320K$, $T_2 = 400K$

1) $\frac{V_1}{V_2}$ – ?

2) T – ?

3) Q – ?



Пусть V_1 – объем, занимаемый аргоном; V_2 – объем, занимаемый криптоном. Давление в каждом отсеке равно и равно оно p.

Запишу ур. Менделеева-Клапейрона для каждого отсека в начальный момент времени.

$pV_1 = \nu R T_1$ (1)

$pV_2 = \nu R T_2$ (2)

$\frac{(1)}{(2)} \Rightarrow \frac{pV_1}{pV_2} = \frac{\nu R T_1}{\nu R T_2} \Rightarrow$ (3) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{320}{400} = \frac{32}{40} = \frac{4}{5}$ – ответ на первый вопрос.

Температура газов различна. Т.к. поршень теплопроводящий, то криптон, обладающий большей температурой передаст ~~тем~~ некоторое кол-во теплоты аргону, тем самым поршень опустится на некоторую высоту. $\Rightarrow$ ~~по з. Гей-Люссака~~

по з. Гей-Люссака (т.к. $p = const$) $\frac{V}{T} = const$, т.к. $T\uparrow$, то V тоже будет увеличиваться

объем в отсеке с аргоном станет $V_1 + V$, $\Rightarrow$ а в отсеке с криптоном $(V_2 - V)$, т.к. поршень опустится (также по з. Гей-Люссака ($p = const$) $\frac{V}{T} = const$ $T\downarrow \Rightarrow V\downarrow$)

Запишу ур. Менделеева-Клапейрона для каждого отсека в ~~уст~~ момент, когда в сосуде установилась температура T.

(5) $p(V_1 + V) = \nu R T$

(4) $p(V_2 - V) = \nu R T$ $\Rightarrow$ (5) = (4) $\Rightarrow$ $p(V_1 + V) = p(V_2 - V)$ $|:p$

$V_1 + V = V_2 - V$

$2V = V_2 - V_1$

$2V = \frac{5}{4}V_1 - V_1 \Rightarrow 2V = \frac{1}{4}V_1$

из (3) $\Rightarrow V_2 = \frac{5}{4}V_1$

$V = \frac{1}{8}V_1$

подставлю найден. значение в (5): $p(V_1 + \frac{1}{8}V_1) = \nu R T \Rightarrow \frac{9}{8}pV_1 = \nu R T$

$\Rightarrow T = \frac{9pV_1}{8\nu} = \frac{9 \cdot \nu R T_1}{8 \nu R}$ (из (1)) $= \frac{9T_1}{8} = \frac{9 \cdot 320}{8} = 360$ K. ответ на 2-ой вопрос перейду в инерциальную систему отсчета, связанную с линзой и запишу закон сохранения импульса в этом случае на оу: $m(-V_1\cos\alpha+u)=m(V_2\cos\beta+u)\ |:m$

$$u-V_1\cos\alpha=V_2\cos\beta+u$$

$$2u=V_2\cos\beta+V_1\cos\alpha$$

$$u=\frac{V_2\cos\beta+V_1\cos\alpha}{2}.$$

$$\cos\alpha=\sqrt{1-\sin^2\beta}=\sqrt{1-\frac{4}{9}}=\frac{\sqrt5}{3}$$

$$\cos\beta=\sqrt{1-\frac{9}{25}}=\frac{4}{5}$$

$$u=\frac{\frac{20\cdot4}{5}+\frac{18\cdot\sqrt5}{3}}{2}=\frac{16+6\sqrt5}{2}=8+3\sqrt5 \text{ м/с}\approx13{,}1\text{ м/с}$$

Ответ: 1) $V_2=\frac{V_1\sin\alpha}{\sin\beta}=20$ м/с 2) $u=\frac{V_2\cos\beta+V_1\cos\alpha}{2}=8+3\sqrt5$ м/с $\approx13{,}1$ м/с.

N4

Дано: $L_1=5L$, $L_2=4L$, $\mathcal{E}$

1) $T-?$
2) $I_{01}-?$
3) $I_{02}-?$

т.к. после замыкания ключа возникают колебания тока в L_2, то конденсатор с катушкой L_2 образуют колебательный контур с периодом, который рассчитывается по формуле Томсона

$$T=2\pi\sqrt{L_2C}=2\pi\sqrt{4LC}=4\pi\sqrt{LC}$$

До установившегося режима конденсатора ток в цепи есть, поэтому диод открыт и ток идет именно через диод, а не через катушку L_1, т.к. ток идет по пути меньшему сопротивлению.

Когда уже конденсатор зарядится, т.е. будет в установившемся режиме ток через него не будет течь, т.е. через катушку L_2 тоже не будет тока, а диод будет закрыт. Но ~~энергия~~ энергия, накопленная на конденсаторе W_C перейдет в катушку L_1, т.е. катушка L_1 получит энергию W_L. В начальный момент она будет максимальна $\Rightarrow$

$$\frac{CU_{max}^2}{2}=\frac{L_1I_{01}^2}{2}\Rightarrow CU_{max}^2=L_1I_{01}^2\text{; при этом } U_{max}=$$

$=\mathcal{E}$ ← напряжение на конденсаторе $\Rightarrow C\mathcal{E}^2=5LI_{01}^2\Rightarrow I_{01}=\sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{5L}}=\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$

N5

Дано: $I_1=\frac{7}{16}I_0$.

Найти. 1) расстояние между линзой N_2 и фотодетектором

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Теплота, отданная криптону Q равна теплоте, полученной аргону Q_A. ⇒ $Q = Q_A$

$Q_A = \Delta U_A + A_A$ – по 1-ому началу термодинамики, где ΔU_A – изменение внутренней энергии аргона за весь процесс, A_A – работа, совершенная аргоном за весь процесс

$$\Delta U_A = \frac{3}{2}\nu R(T - T_1)$$

$$A = p\Delta V = p((V_1+V) - V_1) = pV$$

(5) ⇒ $p(V_1+V) = \nu RT$

$pV_1 + pV = \nu RT$

(1) ⇒ $\nu RT_1 + pV = \nu RT$ ⇒ $pV = \nu R(T - T_1)$ ⇒ $A = \nu R(T-T_1)$

$$Q_A = \frac{3}{2}\nu R(T-T_1) + \nu R(T-T_1) = \frac{5}{2}\nu R(T-T_1)$$

$$Q = Q_A = \frac{5}{2}\nu R(T-T_1) = \frac{5\cdot 3\cdot 8{,}31\cdot(360-320)}{2\cdot 5} = \frac{5\cdot 3\cdot 8{,}31\cdot \cancel{40}^{4}}{\cancel{10}} =$$

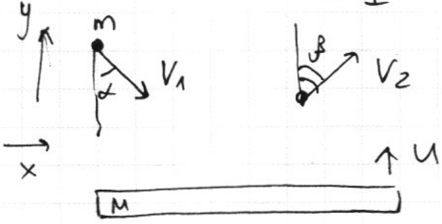
$= 15\cdot 4\cdot 8{,}31 = 60\cdot 8{,}31 = 498{,}6$ Дж.

Ответ: 1) $\frac{V_1}{V_2} = \frac{4}{5} = 0{,}8$ 2) $T = \frac{9pV_1}{8\nu} = \frac{9T_1}{8} = 360$ K 3) $Q = \frac{5}{2}\nu R(T-T_1) = 498{,}6$ Дж

N 1

Дано: $V_1 = 18$ м/с, $\sin\alpha = \frac{2}{3}$, $\sin\beta = \frac{3}{5}$

1) V_2 – ?



В данной системе работает закон сохранения ~~заряда~~ импульса (ЗСИ). Плита массивная, поэтому скорость ее не изменится после удара ⇒

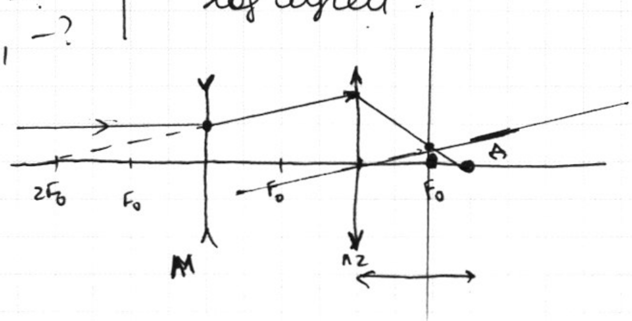
ЗСИ: $mV_{1x} + Mu_x = mV_{2x} + Mu'_x$, где m – масса шарика, M – масса плиты, u' – скорость плиты после удара

на ось x: $mV_{1x} = mV_{2x}$ ⇒ $V_{1x} = V_{2x}$ ⇒ $V_1 \sin\alpha = V_2\sin\beta$

$$V_2 = \frac{V_1\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{\cancel{18}^{2}\cdot 2\cdot 5}{\cancel{3}\cdot 3} = 20 \text{ м/с}$$

2) V – ?
3) t_1 – ?

ход лучей:



Пусть f – расстояние между Л2 и фотодетектором

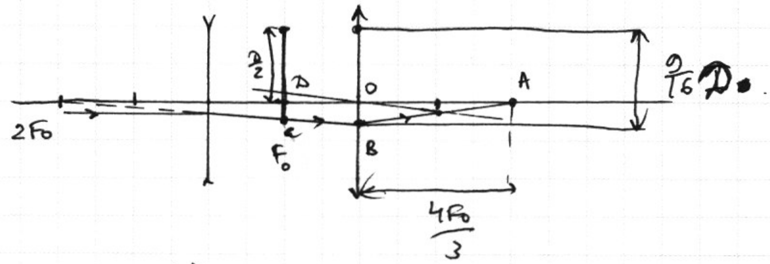
Рассмотрю собирающую линзу Л2. Расстояние от начала пучка света = $4F_0$; фокус $<F_0$

по формуле для тонкой линзы:

$$\frac{1}{4F_0}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F_0} \Rightarrow \frac{1}{f}=\frac{1}{F_0}-\frac{1}{4F_0}=\frac{3}{4F_0} \Rightarrow f=\cancel{2F_0}$$

$$f=\frac{4F_0}{3}.$$

Как только мишень достигнет (станет на уровне линз), то она начнет меньше пропускать ~~света~~, как только мишень будет полностью "находиться под "началом" линзы т.е. от τ_0 до τ_1 она будет не пропускать $\frac{9}{16}I_0$, т.к. ток пропорционален мощности света, то ⇒ на $\frac{9}{16}D$ мишень ~~линза~~ будет закрывать линзу Л2



Рас-м △OAB и △DOC – они подобны:

$$\frac{OA}{OB}=\frac{DO}{DC}$$

$$\frac{4F_0\cdot 10}{3\cdot D}=\frac{F_0}{X}$$

$$OB=\frac{9}{16}D-\frac{D}{2}=\frac{D}{10}$$

$$X=\frac{3\cdot D F_0}{4F_0\cdot 10}=\frac{3D}{40}$$

длина мишени $=\frac{D}{2}+X=\frac{D}{2}+\frac{3D}{40}=\frac{23D}{40}=L$

$$\Rightarrow V=\frac{D}{L}=\frac{D\cdot 40}{23D}=\frac{40}{23}\text{ м/с}\approx 1{,}74\text{ м/с}$$

$$D=V(t_1+\tau_0) \Rightarrow D=Vt_1+V\tau_0 \Rightarrow t_1=\frac{D-V\tau_0}{V}=$$

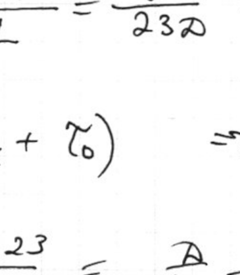
$$=\frac{\left(D-\frac{40}{23}\cdot\tau_0\right)23}{40}=\frac{D}{V}-\tau_0=\frac{23D}{40}-\tau_0\text{ с.}$$

Ответ: 1) $\frac{4F_0}{3}$ 2) $\frac{40}{23}\approx 1{,}74$ м/с. 3) $\frac{23D}{40}-\tau_0$ с.

N3.

Дано: $\alpha=\frac{\pi}{4}=45°$

1) $\frac{E_2}{E_1}$ – ?
2) $\frac{E_2^*}{E_1^*}$ ⊥ ! E^* – ?



$$E=\frac{\sigma d}{2\varepsilon_0 S}$$ – напряженность поля в т.К, где σ – поверхностная плотность заряда, d – расстояние от т.К до пластины, S – площадь пластины

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

найду напряженность E_1 электрического поля в т. К, когда заряжена только пластина ВС

$E_1 = \frac{\sigma d_1}{2\varepsilon_0 S}$, где d_1 – расстояние от т. К до ВС.

$\angle\alpha = 45° \Rightarrow \triangle ABC$ – равнобедренный, т.к. $\triangle ABC$ – прямоугольный.

пусть катеты его $= a$. $\Rightarrow$ в $\triangle BCK$ (равнобедрен, т.к. ВК – медиана $\Rightarrow BK = KC = AK = \frac{AC}{2}$) проведу высоту НК;

$HK \perp BA$, т.к. $HK \perp BC$, $AB \perp BC$.
К – сер АС
$\Rightarrow$ НК – ср. линия $\triangle ABC$

$d_1 = HK = \frac{1}{2} AB = \frac{1}{2} a$.

$$E_1 = \frac{\sigma}{2a \cdot 2\varepsilon_0 S} = \frac{\sigma}{4a\varepsilon_0 S}$$

Если зарядить пластину ВА такой же поверхностной плотностью до напряжение в т.к будет $= E_2' = \frac{\sigma d_2}{2\varepsilon_0 S}$,

~~раз~~ где d_2 – расстояние от т.К до ВА $=$ WM.
рассмотрев $\triangle ABC$ и ср. линию WK (доказывается также, как и НК), вычислила, что $WK = \frac{1}{2}a$.

$$E_2' = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0 S a}$$

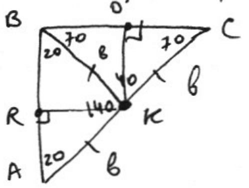
общая напряженность E_2 во 2-ом случае будет равна

$$E_2 = \sqrt{E_2'^2 + E_1^2} = \sqrt{\left(\frac{\sigma}{4a\varepsilon_0 S}\right)^2 + \left(\frac{\sigma}{4\varepsilon_0 S a}\right)^2} = \sqrt{\frac{2\sigma^2}{16(a\varepsilon_0 S)^2}} = \sqrt{\frac{\sigma^2}{8(a\varepsilon_0 S)^2}} =$$

$$= \frac{\sigma}{a\varepsilon_0 S}\sqrt{\frac{1}{8}} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 S a\sqrt{2}}$$ – из т-мы Пифагора.

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{\sigma \cdot 4\cancel{\varepsilon_0}\cancel{S}\cancel{a}}{2\cancel{\varepsilon_0}\cancel{S}\sqrt{2}\cdot\cancel{a}\cdot\cancel{\sigma}} = \frac{4}{2\sqrt{2}} = \frac{2}{\sqrt{2}}$$ – ответ на 1-ый вопрос.

2)



Пусть $BK = KC = AK = в$ – они равны, т.к. $\triangle ABC$ – прямоугольный и ВК – медиана $\triangle ABC$.

$\angle BAC = \angle\alpha = \frac{\pi}{9} = \frac{180°}{9} = 20° \Rightarrow \angle ABK \Rightarrow \angle CBK = \angle BCK = 70°$

$\angle BKC = 40°$ $\angle BKA = 140°$

по т-ме косинусов $\triangle BCK$:

$BC^2 = b^2 + b^2 - 2b\cdot b\cdot\cos 40° = 2b^2 - 2b^2\cdot\cos 40 = 2b^2(1-\cos 40)$

$S_{ABC} = \frac{1}{2}\cdot b\cdot b\cdot \sin\angle 40 = \frac{1}{2}\cdot BC\cdot OK$

высота в $\triangle BCK$.

~~$b^2\cdot\sin 40 = 2b^2(1-\cos 40)\cdot OK \;|:b^2$~~

~~$\sqrt{\frac{\sin 40}{2(1-\sin 40)}} = OK$~~ $\qquad b^2\cdot\sin 40 = \sqrt{2b^2(1-\cos 40)}\;OK$

$OK = \frac{b^2\cdot\sin 40}{b\sqrt{2(1-\cos 40)}}$

$E_1^* = \frac{\sigma\cdot OK}{2\varepsilon_0 S} = \frac{\sigma\cdot\sin 40\; b}{2\varepsilon_0 S\sqrt{2(1-\cos 40)}}$ – напряженность, созд. пласт. BC в 2-ом случае

точно также найду E_2

расстояние от пластины BC до K = RK

$\triangle BKA$: $BA^2 = b^2 + b^2 - 2b^2\cdot\cos(140) = 2b^2 + 2b^2\cdot\cos 40 =$

$= 2b^2(1+\cos 40°) \Rightarrow BA = b\sqrt{2(1+\cos 40)}$

~~$E_2 = \frac{\sigma_2\cdot}{}$~~ $\qquad S_{\triangle BKA} = \frac{1}{2}BA\cdot RK = \frac{1}{2}\cdot b^2\cdot\sin 140°$

$b\sqrt{2(1+\cos 40)}\cdot RK = b^2\cdot\sin 40$

$RK = \frac{b^2\cdot\sin 40}{b\sqrt{2(1+\cos 40)}} = \frac{b\sin 40}{\sqrt{2(1+\cos 40)}}$

$E_2^* = \frac{\sigma_2\cdot RK}{2\varepsilon_0 S} = \frac{\sigma_2\cdot b\sin 40}{2\varepsilon_0 S\sqrt{2(1+\cos 40)}}$ – напряженность, создав. пластиной BA во 2-ом случае.

$E^* = \sqrt{E_1^* + E_2^*}$

Ответ: 1) $\frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{E_2}{E_1}$

№4. Продолжение.

решение для цифры 3

по закону сохранение энергии: $\frac{L_2 I^2}{2} + \frac{CU^2}{2} = \frac{L_1 I_{max}^2}{2}$

, где I – ток текущий через катушку L_2; $I_{max} = I_{01}$

чтобы I был максимальным надо, чтобы энергия конденсатора была минимальной, т.е. $=0$ – это может быть в начальный момент времени после замыкания катушки $\Rightarrow \frac{L_2 I_{02}^2}{2} = \frac{L_1 I_{01}^2}{2} \Rightarrow 4L\cdot I_{02}^2 = 5L\cdot I_{01}^2 \Rightarrow$

$I_{02} = \sqrt{\frac{5L\cdot I_{01}^2}{4L}} = \sqrt{\frac{5\cdot\mathcal{E}^2 C}{5L\cdot 4}} = \sqrt{\frac{\mathcal{E}^2 C}{4L}} = \frac{\mathcal{E}}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}$

Ответ: 1) $4\pi\sqrt{LC}$ 2) $I_{01} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$ 3) $I_{02} = \frac{\mathcal{E}}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

$\nu, T_1 = 320K$, V_1, аргон

$\nu, T_2 = 400K$, V_2, криптон

$\nu = \frac{3}{5}$ моль

$P_1 V_1 = \nu R T_1$

$P_2 V_2 = \nu R T_2$

$\frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1 \cdot P_2}{T_2 P_1}$

$\frac{4}{5} = \frac{8}{10} = \frac{32}{40} = \frac{320}{400} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{V_1}{V_2}$ (1)

$C = \frac{Q}{dT}$ $\frac{PV}{T} = const$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{4}{5} \Rightarrow V_2 = \frac{5}{4} V_1$

(2) $\Rightarrow$ T-уст. $P(V_1 + hS) = \nu RT$

$P(V_2 - hS) = \nu RT$

$\cancel{P}(V_1 + hS) = \cancel{P}(V_2 - hS)$

$V_1 + hS = \frac{5}{4} V_1 - hS$

$2hS = \frac{5}{4} V_1 - V_1$

$2hS = \cancel{\left(\frac{4}{4} + 1\right)} V_1$

$\frac{9}{8} + \frac{8}{8} = \frac{17}{8}$

$P(V_1 + \frac{9}{8} V_1) = \nu RT$

$P \cdot \frac{17}{8} V_1 = \nu RT$

$\frac{5}{4} + \frac{4}{4} = \frac{9}{4}$

$T = \frac{17 P V_1}{8 \nu R} = \frac{17 \nu R T_1}{8 \nu R} = \frac{17}{8} T_1 = \frac{17 \cdot 320}{8} = \cancel{17 \cdot 40}$ (2) $= 680$

$\cancel{hS = \frac{9}{8} V_1}$

$2hS = \frac{1}{4} V_1$

$\frac{17}{4} \cdot 68$

$P V \uparrow$, $T \uparrow$

$\cancel{V_1 - hS = V_2 + hS}$

$Q_{отд} = \cancel{Q_{получ}} = hS$ $P(V_1 + V - V_1)$

$hS = \frac{1}{8} V_1$

$Q = FS$

$Q = C\,dT = Q_A$

$Q_K = \Delta U + A$

$P(V_1 + \frac{1}{8} V_1) = \nu RT$

$\frac{9}{8} P V_1 = \nu RT$

$T = \frac{9 P V_1}{8 \nu R} = \frac{9 \cdot \nu R T_1}{8 \nu R} = \frac{9 T_1}{8} = \frac{9 \cdot 320}{8} = 360$ (2)

$Q_A = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + p \Delta V =$

$= \frac{3}{2} \nu R (T - T_1) + \nu R \Delta T = \frac{5}{2} \nu R (T - T_1) = \frac{5}{2} \cdot \frac{3}{5} \cdot 8{,}31 \cdot 40 =$

$= \frac{15 \cdot 8{,}31 \cdot 4 \cdot 10}{5 \cdot 2} = 60 \cdot 8{,}31$

$8{,}31 \times 60 = 498{,}60$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 1
(Нумеровать только чистовики)

$pV_1 + pV = \nu RT$

$\cancel{mV_1 \sin\alpha}$

u

$\nu RT_1 + pV = \nu RT$

$pV = \nu R(T - T_1)$

$Mu - mV_1\cos\alpha = mV_2\cos\beta$

$V_{абс} = V_{отн} + V_{пер}$

$18 \cdot \cos\alpha = V_2\cos\beta$

u - $V_{перен}$

V_1 - $V_{отн}$

$a + b = c$

$V_2 = \frac{18\cos\alpha}{\cos\beta}$

$m(V_1\cos\alpha - u) = m(V_2\cos\beta + u)$

$\frac{9}{25}$ $\frac{16}{25}$

$V_1\cos\alpha - u = V_2\cos\beta + u$

$\frac{4}{9} + x^2 = 1$

$x^2 = \frac{5}{9} \Rightarrow x = \frac{\sqrt5}{3}$

$\frac{V_1\cos\alpha - V_2\cos\beta}{2} = u$

$\cos\alpha = \frac{\sqrt5}{3}$

$\cos\beta = \frac{4}{5}$

$u = \frac{q}{C}$

$mV_1\sin\alpha = mV_2\sin\beta$

$\frac{18\cdot2}{3} = \frac{V_2\cdot3}{5} \Rightarrow V_2 = \frac{18\cdot2\cdot5}{3} = 20.$

$q = Cu$

$T = \frac{2\pi}{\omega}$

$T = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{4L\cdot C} = 4\pi\sqrt{LC}$

$u = LI'$

$T = 2\pi\omega$

$\mathcal{E} = L_2 I' + \frac{q}{C}$

$I = Cu'$

I_{max}

$\omega = 2 =$

$\frac{L_2 I^2}{2} + \frac{Cu^2}{2} = \frac{L_1 I_{max}^2}{2}$

$u = LI'$ $q = q_0\cos(\omega t + \varphi)$

$L_2 I^2 + Cu^2 = L_1 I_{max}^2$

$I = q_0\omega$

$4I_{max}$

$q_0\omega$

$u = \frac{\mathcal{E} + \frac{q}{C}}{}$

$\frac{L_1 I_{max}^2}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$

$E = U_d =$

$\mathcal{E} = U_C + U_L$

$\mathcal{E} = LI' + u$

$\frac{L_2 I_{2max}^2}{2} = \frac{Cu_{max}^2}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$

$\mathcal{E} = LI' + u$

$I_{max_2} = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{4L}} = \frac{\mathcal{E}}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 2
(Нумеровать только чистовики)

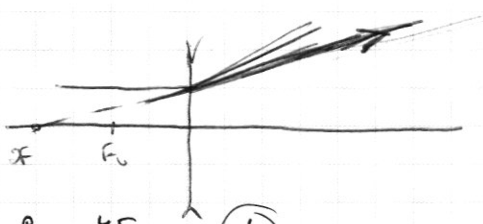
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$u = \Gamma u$

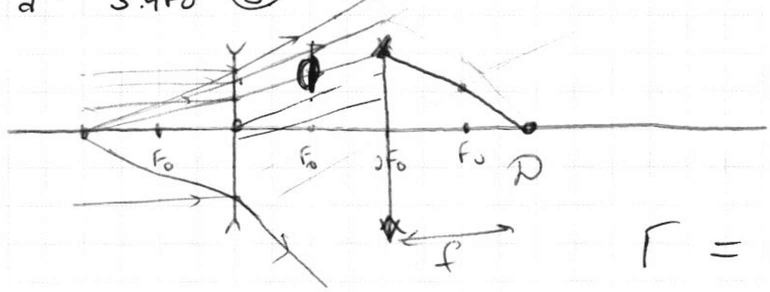
$\Gamma = \underline{1}$

$1{,}7 \times 3 = 5{,}1 + 8 =$

$\frac{1}{2F_0} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_0} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F_0} - \frac{1}{2F_0} =$

$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{4F_0}{3 \cdot 4F_0} = \frac{1}{3}$

$= \frac{1}{2F_0}$



$f = 2F_0$

$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{2F_0}{\frac{D}{2} + \frac{30}{40}} = \frac{23D}{40}$

$I = kP = A \qquad V = \frac{S}{(t_1 - \tau_0)} = \frac{D}{(t_1 - \tau_0)}$

$1 \qquad \frac{1}{F_0} - \frac{1}{4F_0} = \frac{3}{4F_0}$

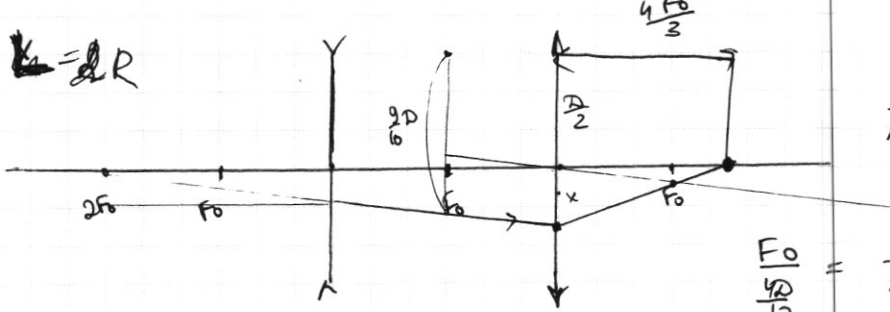
$\frac{D}{2} - \frac{7}{16} I_0 = \frac{7}{16} \alpha P$

$\cancel{\frac{D}{2} - \frac{9D}{10} = \frac{4}{10}}$

$D - I_0 = \alpha P \qquad \frac{8}{16}$

$\frac{9D}{10} - \frac{D}{2} = \frac{4D}{10}$

$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \alpha R$



$\frac{9}{16}D - \frac{D}{2} = \frac{D}{16}$

$\frac{9}{16}\frac{I_0}{\tau_0} = L$

$\frac{F_0}{\frac{4D}{10}} = \frac{4F_0}{3 \cdot x}$

$\frac{x}{F_0} = \frac{4F_0 \cdot 10}{3 \cdot 4D}$ 9

$x = \frac{10 F_0^2}{3D} \Rightarrow \qquad L = \frac{D}{2} + \frac{10F_0^2}{3D} = \frac{3D + 20F_0^2}{6D} = \frac{1}{2} + \frac{20F_0^2}{6D}$

$V = \frac{D}{\frac{D}{2} + \frac{10F_0^2}{3D}} = \qquad \cancel{T = 2\tau_0 + \frac{D}{L} = 2\tau_0 + \frac{40D}{23D} = 2\tau_0 + \frac{40}{23}}.$

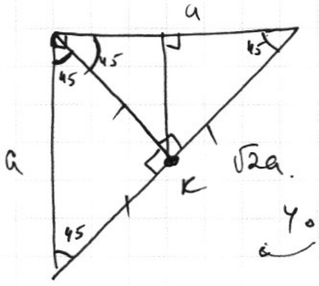
$\cancel{V = \frac{D}{2\tau_0 + \frac{40}{23}}} \qquad T = \frac{D}{L} = \frac{D \cdot 40}{23D} = \frac{40}{23}$

$V = \frac{D \cdot 23}{40}$

$D = V \cdot (t_1 + \tau_0)$ $\frac{\cancel{180}^{20}}{\cancel{9}} = 20$

$D = Vt_1 + V\tau_0 \Rightarrow$ $t_1 = \frac{D - V\tau_0}{V} = \frac{D - \frac{40}{23}\tau}{}$

$E = Ud = \frac{q}{2\varepsilon_0 S} = \frac{\sigma d}{2\varepsilon_0 S}$



$\cancel{\frac{1}{2}} \cancel{a} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} a \cdot \sin 45 = \cancel{\frac{1}{2}} \cdot \cancel{a} \cdot h$

$h = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot a \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{a}{2}$

$4 \cdot 2 =$

$\sin(180 - \alpha)$ $\cos(180 - 40)$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)