Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

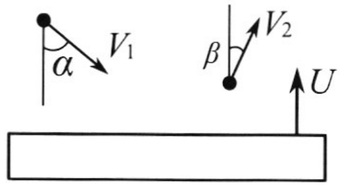
Класс 11

Вариант 11-01

Шифр

(заполняется секретарём)

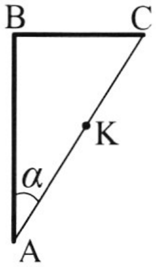
1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 8 м/с, направленную под углом $\alpha\left(\sin\alpha = \dfrac{3}{4}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta = \dfrac{1}{2}\right)$ 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.

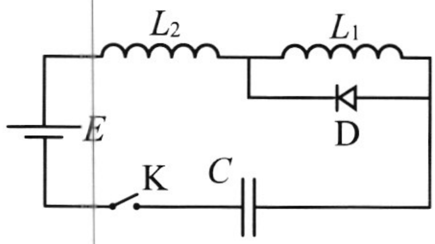
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится азот, во втором – кислород, каждый газ в количестве $\nu = 3/7$ моль. Начальная температура азота T_1 = 300 К, а кислорода T_2 = 500 К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Газы считать идеальными с молярной теплоемкостью при постоянном объеме $C_V = 5R/2$.
R = 8,31 Дж/(моль·К).
1) Найти отношение начальных объемов азота и кислорода.
2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
3) Какое количество теплоты передал кислород азоту?

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



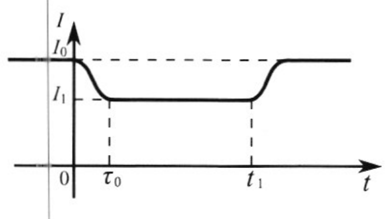
1) Пластина ВС заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол $\alpha = \pi/4$. Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС, если пластину АВ тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?
2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 2\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/7$. Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.

4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 2L$, $L_2 = L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ К разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1.



1) Найти период T этих колебаний.
2) Найти максимальный ток I_{M1}, текущий через катушку L_1.
3) Найти максимальный ток I_{M2}, текущий через катушку L_2.

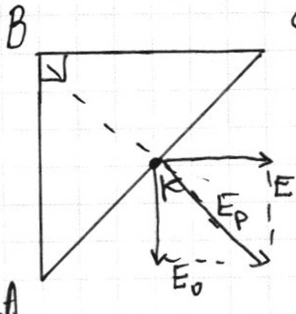
5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз Л$_1$ и Л$_2$ (см. рис.) с фокусным расстоянием F_0 у каждой. Расстояние между линзами $3F_0$. Диаметры линз одинаковы и равны D, причем D значительно меньше F_0. На линзу Л$_1$ падает параллельно оси системы пучок света с одинаковой интенсивностью 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 $2F_0$ от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 3I_0/4$.



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

3) 1) Найдем напряженность поля в т. K, используя принцип суперпозиции:



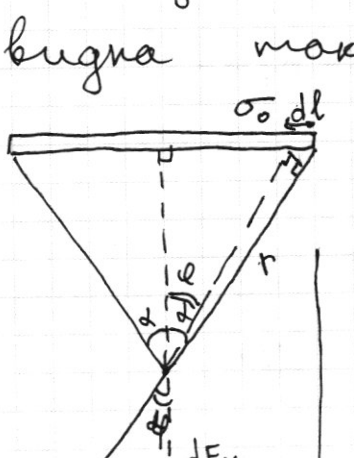
Пусть поле от BC в т. K равно E_0. В силу симметрии K относительно BC, ~~она~~ оно направлено строго $\perp$ BC.

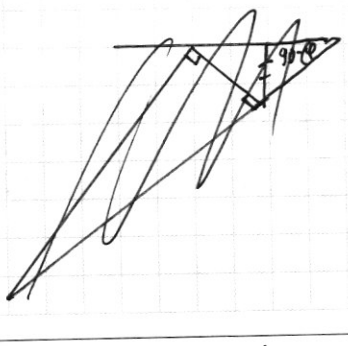
Т.к. Δ-ки BKC и BKA равны и поверх. плотности зарядов равны, то поле от BA в т. K в точности такое же, как и в т. K от BC.

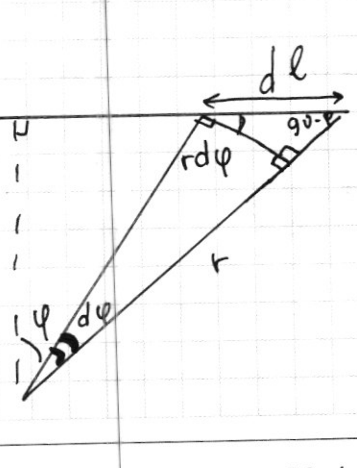
Поэтому ~~$E_p = E_0$~~ $E_p = \sqrt{2}\,E_0$ — по т. Пифагора, т.е. в $\sqrt{2}$ раз больше, чем было.

2) Найдем поле в точке, из которой видна такая пластинка под углом 2α.

Рассмотрим малый участок, расположенный под углом φ от вертикали:





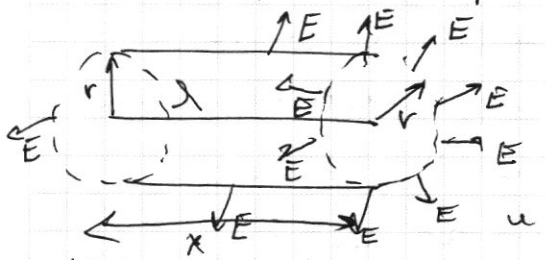


$dl_{\perp} = \sin(90-\varphi)\cdot dl = r\,d\varphi$

$$dl = \frac{r\,d\varphi}{\cos\varphi}$$

Такой участок можно рассматривать как равномерно заряженную нить с линейной плотностью заряда $\lambda = \sigma_0\, dl$

Поле равномерно заряж. нити:



Окружим ее цилиндром радиуса r. Очевидно, что $E \perp$ нити, т.е. поток электри- и всюду равно ческого поля через цилиндр $\Phi = 2\pi x\cdot r\cdot E =$

$$= \frac{q}{\varepsilon_0} = \frac{\lambda x}{\varepsilon_0}$$ — по т. Гаусса.

$$\boxed{E = \frac{\lambda}{\varepsilon_0\cdot 2\pi r}}$$

Поэтому $dE = \dfrac{\sigma_0\cdot dl}{\varepsilon_0\cdot 2\pi r} = \dfrac{\sigma_0\cdot \frac{\cancel{r}\,d\varphi}{\cos\varphi}}{\varepsilon_0\cdot 2\pi \cancel{r}}$

Очевидно, что ~~по~~ ~~поле~~ ~~Ел~~ напряженности поля в напр. $\perp Ox = 0$ в силу симметрии,

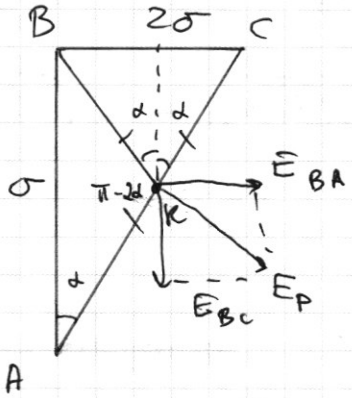
поэтому суммарное E — это суммарное E_x
$(dE_x = dE\cos\varphi)$

$dE_x = \dfrac{\sigma_0\cdot d\varphi}{\varepsilon_0\cdot 2\pi\cdot \cancel{\cos\varphi}}\cancel{\cos\varphi} \Rightarrow \cancel{E_x = \dfrac{2\alpha\cdot\sigma_0}{\varepsilon_0\cdot 2\pi}}$ ~~-про~~

$$\cancel{\int dE_x} = \int_0^{E_x} dE_x = \int_{-\alpha}^{+\alpha} \frac{\sigma_0\, d\varphi}{\varepsilon_0\cdot 2\pi} = \cancel{\frac{2\alpha\,\sigma_0}{\varepsilon_0\cdot 2\pi}} = E_x\ \frac{\alpha\,\sigma_0}{\varepsilon_0\cdot\pi}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Аналогично применяем принцип супер позиции:



поле ~~от BC~~:

$$\cancel{E_{BC} = \frac{\frac{2\pi}{7}\sigma}{\varepsilon_0 \pi} = \frac{2\sigma}{7\varepsilon_0} = \frac{4\sigma}{14\varepsilon_0}}$$

$$\cancel{E_{BA} = \frac{\frac{\pi - \frac{2\pi}{7}}{2}\cdot\sigma}{\varepsilon_0 \pi} = \frac{5\sigma}{14\varepsilon_0}}$$

$$\cancel{E_p^2 = E_{BA}^2 + E_B}$$

$$E_{BC} = \frac{\frac{\pi}{7}\cdot 2\sigma}{\varepsilon_0 \pi} = \frac{2\sigma}{7\varepsilon_0} = \frac{4\sigma}{14\varepsilon_0}$$

$$E_{BA} = \frac{\frac{\pi - \frac{2\pi}{7}}{2}\cdot\sigma}{\varepsilon_0 \pi} = \frac{5\sigma}{14\varepsilon_0}$$

$E_p^2 = E_{BA}^2 + E_{BC}^2$ – по т. Пифагора

$$\boxed{E_p = \frac{\sqrt{41}\,\sigma}{14\,\varepsilon_0}}$$

Ответ: в $\sqrt{2}$ раз; $\frac{\sqrt{41}\,\sigma}{14\,\varepsilon_0}$

4) 1) Когда конденсатор заряжается, через диод ток не течет. Когда он разряжается, то диод закорачивает катушку 1.

Как известно, конденсатор зарядится за время равное половине периода $t_1 = \frac{T_1}{2} = \frac{2\pi\sqrt{C(L_1+L_2)}}{2}$ – половина периода колебаний контура с индуктивностью $L = L_1 + L_2$, т.к. диод можно просто выкинуть

Индуктивности складываются поскольку через них течет одинаковый ток

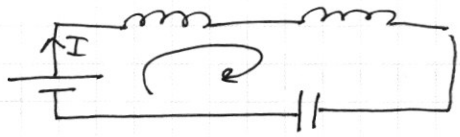
t_2 Разрядка:

$$t_2 = \frac{T_2}{2} = \frac{2\pi\sqrt{CL_2}}{2} = \pi\sqrt{CL_2}$$ – половина периода контура с индуктивностью L_2.

$$T = t_1 + t_2 = \pi\sqrt{C(L_1+L_2)} + \pi\sqrt{CL_2} = \pi\left(\sqrt{C\cdot 3L} + \sqrt{C\cdot L}\right)$$ – время зарядки плюс время разрядки конденсатора.

2) ~~На~~ ~~Во~~ Во время ~~второй части к~~ разрядки ток через L_1 не течет, поэтому максимум достигается во время зарядки.

$$\mathcal{E} - L_1\frac{dI}{dt} - L_2\frac{dI}{dt} = U_C$$ –



– 2е прав. Кирхгофа

$$\mathcal{E} - (L_1+L_2)\ddot{q} = \frac{q}{C} \quad |\cdot C$$

$$\ddot{q}(L_1+L_2)C = -q + C\mathcal{E}$$

$$\cancel{q}\ \ddot{q}_0(L_1+L_2)C = -q_0, \quad q_0 = q - \mathcal{E}C$$

$$\cancel{I}\ q_0 = \cancel{q_x \sin} - q_x\cos(\omega_1 t) + C\mathcal{E}, \quad \omega_1 = \frac{1}{\sqrt{3LC}}$$

$$q_x = C\mathcal{E} \text{ т.к. при } t = 0,\ q_0 = 0$$

$$I = \dot{q}_0 = \omega_1 q_x \sin(\omega t) = \cancel{q_x\omega \text{ при } t = \frac{T_1}{4}}$$

$$I_{max_1} = q_x\omega_1 \text{ при } t = \frac{T_1}{4} \qquad I_{max_1} = \frac{C\mathcal{E}}{\sqrt{C\cdot 3L}} = \mathcal{E}\cdot\sqrt{\frac{C}{3L}} =$$

$$= I_{M_1}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) Аналогично рассмотрим ток во время разрядки:

$$\cancel{q_0 = q_x \cos\left(\omega_2 t - \underbrace{\tfrac{T_1}{2}\omega_1}_{\varphi}\right) + C\mathcal{E}}$$

$$q_0 = q_x \cos(\omega_2 t - \varphi) + C\mathcal{E}, \quad \omega_2 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\varphi = \omega_1 \frac{T_1}{2} = \pi \text{ т.к. } q_0\left(\frac{T_1}{2}\right) = 2C\mathcal{E}$$

$$I = \dot{q}_0 = \omega_2 \cdot q_x \overset{\sin}{\cancel{\cos}}(\omega_2 t - \pi)$$

$$\text{при } t = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{4}$$

$$I_{max_2} = C\mathcal{E} \cdot \omega_2 = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}} = I_{M_2} \text{ т.к. } I_{max_2} > I_{max_1}$$

Значит макс. ток через L_2 течет на разрядке и равен $\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}$

Ответ: $T = \pi\left(\sqrt{CL} + \sqrt{3LC}\right)$; $I_{M_1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$; $I_{M_2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}$

2)

1) т.к. поршень начинает двигаться медленно, то силы действующие на него скомпенсированы

$\Rightarrow p_1 S = p_2 S$ — 2.з.Н., S - площадь поршня

$p_1 = p_2$

$p_1 V_1 = \nu R T_1$

$p_2 V_2 = \nu R T_2$ — ур-ние Мк-Кл.

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\frac{\cancel{\nu R} T_1}{\cancel{p_1}}}{\frac{\cancel{\nu R} T_2}{\cancel{p_2}}} = \frac{T_1}{T_2} \quad (p_1 = p_2)$$

$$\boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{5}}$$

2) Пусть в сосуде установилась температура ~~в~~ T. Тогда, в силу того, что сосуд теплоизолирован, рассматривая систему из двух отсеков:

$\Delta U_1 + \Delta U_2 = 0$ — З.С.Э. т.к. сосуд теплоизол. система, работа не сов. внешних сил нет

$C_V \nu (T - T_1) + C_V \nu (T_2 - T_2) = 0 \Rightarrow$

$T = \frac{T_1 + T_2}{2} = \boxed{400K}$

3) Давления азота и кислорода, одинаковы в любой момент времени т.к. поршень двигается медленно. ~~p~~ Пусть это давление p. Тогда $p \cdot V_1 = \nu R T_1$, $p \cdot V_2 = \nu R T_2$ — ур-ние Мк-Кл т.к. $p(V_1 + V_2) = \nu R (T_1 + T_2)$

$V_1 + V_2$ — $\parallel$ т.к. объем сосуда постоянен; $T_1 + T_2$ — $\parallel$ const в силу З.С.Э. т.к. $\Delta T_1 + \Delta T_2 = 0 \Rightarrow T_1 + \Delta T_1 + T_2 + \Delta T_2 = T_1 + T_2$ *

$\Rightarrow p = const \Rightarrow$ процесс изобарный

$\Rightarrow Q = C_{p = C_V + R} \cdot \nu \Delta T = \frac{7R}{2} \cdot \nu \cdot (T_2 - T) = \frac{\cancel{7} \cdot 8,31}{2} \cdot \frac{3}{\cancel{7}} \cdot 100 =$

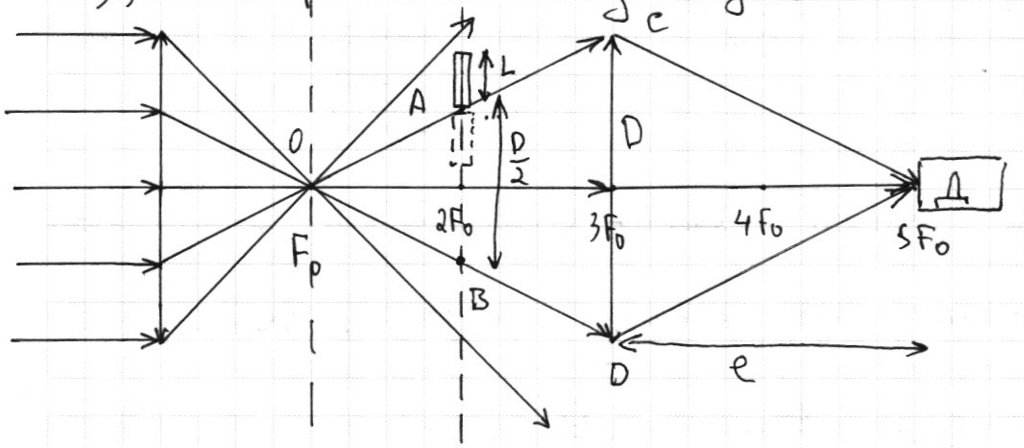
$= 831 \cdot 1,5 = 1246,5$ Дж.

Ответ: $\frac{3}{5}$; 400K; 1246,5 Дж

* см. стр 10

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5) 1) Построим ход лучей в линзах.



Параллельные лучи после прохождения первой линзы собираются в фокусе F_0. ~~Часть лучи~~ Крайние лучи не заходят во вторую линзу, а проходят мимо неё.

$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{2F_0} + \frac{1}{\ell} \Rightarrow \frac{1}{\ell} = \frac{1}{2F_0}$, $\ell = 2F_0$ – Ф.Т.Л. для второй линзы. Поэтому расстояние (источник – точка O) между линзой$_2$ и фотодетектором $2F_0$.

2) В момент $t = 0$ мощность упала, значит мишень начала перекрывать часть лучей. ~~Мощность~~ ~~Потеря мощности пропорциональна площади, которую перекрывает~~ мишень

Р-рим сечение AB пучка лучей.

Δ-к $OAB \sim \Delta OCD$, $k = \frac{1}{2} \Rightarrow AB = \frac{D}{2}$

Отношение мощностей равно отношению открытых поверхностей понятно, что

$$\frac{I_1}{I_0}=\frac{\frac{3}{4}}{1}=\frac{\frac{\cancel{\pi}\left(\frac{D}{2}\right)^2}{\cancel{4}}-\frac{\cancel{\pi}L^2}{\cancel{4}}}{\frac{\cancel{\pi}\left(\frac{D}{2}\right)^2}{\cancel{4}}}$$, L - диаметр мишени

$$\frac{3}{4}=\frac{\frac{D^2}{4}-L^2}{\frac{D^2}{4}}=\frac{D^2-4L^2}{D^2} \Rightarrow 4L^2=\frac{D^2}{4}$$

$$\boxed{L=\frac{D}{4}}$$

τ_0 - время пока ~~мин~~ мишень въезжает в область, где есть лучи, поэтому

$$L=V\tau_0 \Rightarrow V=\frac{L}{\tau_0}=\frac{D}{4\tau_0}$$

3) $t_1=\tau_0+(t_1-\tau_0)$, ~~t~~ τ_0 - время, пока мишень находится в области лучей:

$$(t_1-\tau_0)=\frac{\frac{D}{2}-L}{V}=\frac{\frac{D}{4}}{V}=\tau_0 \Rightarrow t_1=2\tau_0$$

Ответ: $2F_0$; $\frac{D}{4\tau_0}$; $2\tau_0$

1) 1) Т.к. ~~плита~~ поверхность плиты гладкая, то ~~вдоль~~ по ~~горизонт~~ горизонтали на шарик не действуют внешние силы. Значит ~~им~~ проекция импульса на эту ось сохраняется:

$mV_1\sin\alpha=mV_2\sin\beta$, m - масса шарика

$$V_2=\frac{V_1\sin\alpha}{\sin\beta}=\underline{12\ м/с}$$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

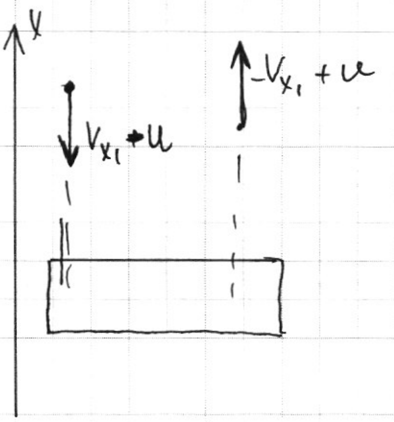
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) 

Направим ось Ox вверх и перейдём в с.о. плиты. Скорость шарика до удара в проекции на ox:

~~$V_{x_1}+u$, V_{x_1} — скорость~~

~~$V_{x}-u$, V_{x_1} — скорость~~

~~в земной со~~ $V_{x_1}-u$, V_{x_1} - скорость шарика до удара в земной с.о.

~~V_{x_2} — по~~

т.к. плита массивная, то её скорость не изменяется => шарик в этой с.о. отскакивает с такой же скоростью по модулю. А в земной с.о. это скорость $2u-V_{x_1}=V_{x_2}$

$V_{x_1}=V_1\cos\alpha$, $V_{x_2}=V_2\cos\beta$.

$V_{x_1}=\pm\frac{\sqrt{7}}{4}\cdot 8$, $V_{x_2}=\pm\frac{\sqrt{3}}{2}\cdot 12=\pm\sqrt{3}\cdot 6$, т.к. $\cos\alpha=\pm\frac{\sqrt{7}}{4}$, $\cos\beta=\pm\frac{\sqrt{3}}{2}$

$V_{x_1}=\pm 2\sqrt{7}$ $\quad u=\frac{V_{x_2}+V_{x_1}}{2}$

$u=\sqrt{3}\cdot 3+\sqrt{7}>0$

$u=\sqrt{3}\cdot 3-\sqrt{7}>0$ $\quad\Rightarrow u=3\sqrt{3}\pm\sqrt{7}$ м/с

$u=-\sqrt{3}\cdot 3+\sqrt{7}<0$ т.к. $\sqrt{3}>1$, $\sqrt{7}<1$

$u=-\sqrt{3}\cdot 3-\sqrt{7}$ - ~~но~~ $u>0$

Ответ: 12 м/с; $3\sqrt{3}\pm\sqrt{7}$ м/с

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

* !!! Пояснение к задаче №2.

$T_1 + T_2 = const$ т.к.

$\Delta U_1 + \Delta U_2 = 0$ - цилиндр теплоизолирован

$\Downarrow$

~~$C_V \nu C_V \Delta T$~~ $C_V \nu \Delta T_1 + C_V \nu \Delta T_2 = 0 \Rightarrow \Delta T_1 + \Delta T_2 = 0$

$T_1' = T_1 + \Delta T_1$, $T_2' = T_2 + \Delta T_1$ - в любой момент времени ~~пер~~ температуры азота и кислорода выражаются так.

$T_1' + T_2' = T_1 + \Delta T_1 + T_2 + \Delta T_1 = T_1 + T_2 \Rightarrow$

величина $T_1 + T_2$ неизменна.

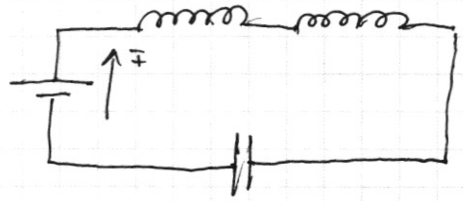
☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 10

(Нумеровать только чистовики)

4) $\circlearrowleft$:



$\cancel{\mathcal{E} - Li}$

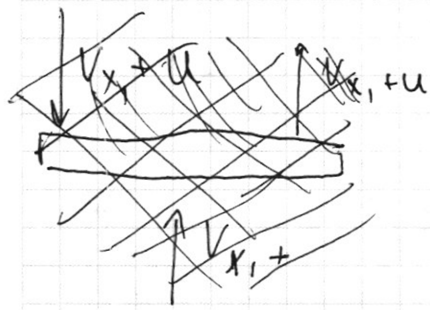
$$\mathcal{E} - \cancel{2}\,(L_1+L_2)\frac{dI}{dt} = U_C$$

$$\mathcal{E} - (L_1+L_2)\ddot{q} = \frac{q}{C} \quad | \cdot C$$

$$\ddot{q}C(L_1+L_2) = \underbrace{-q + C\mathcal{E}}$$

$$\ddot{q}'C(L_1+L_2) = -q' \qquad q' = q - \mathcal{E}C$$

$$V_1^{4\,6} \cdot \sin\alpha = V_2^{4\,12} \cdot \sin\beta$$

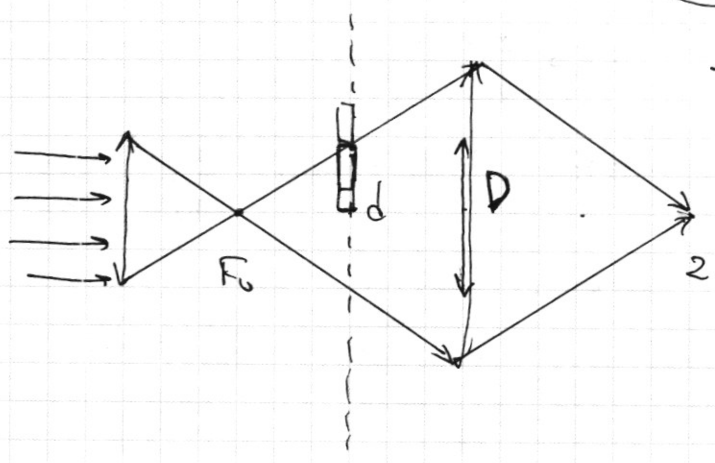


$$V_1\cos\alpha + 2u = V_2\cos\beta$$

$$\frac{\sqrt{7}}{4}\cdot 8 + 2u = \frac{\sqrt{3}}{\cancel{2}}\cdot \cancel{12}\,6$$

$$\cancel{2}\sqrt{7} + \cancel{2}u = \cancel{6}_3\sqrt{3}$$

$$u = 3\sqrt{3} - \sqrt{7}$$



$\cancel{\pi D^2}$ $\frac{\pi d^2}{4}$ было

$\frac{3\pi d^2}{4\cdot 4}$ стало

$$\frac{\cancel{\pi} d^2}{\cancel{16}\,4} = \frac{\cancel{\pi}\cdot a^2}{4}$$

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

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

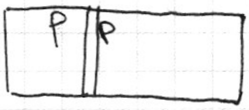
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2)



$pV_1 = \nu R T_1$

$pV_2 = \nu R T_2$

$T_1 = T_2, \quad p_1 = p_2$

$p_1 V_1 = \nu R T_1$

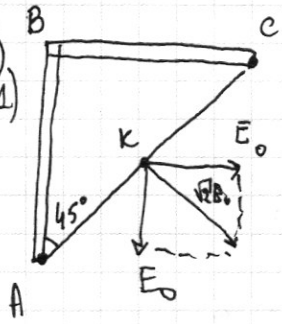
$p_2 V_2 = \nu R T_2$

p $\quad C_v \cancel{R} \cdot \nu (T_2 - T) = C_v \nu (T - T_1)$

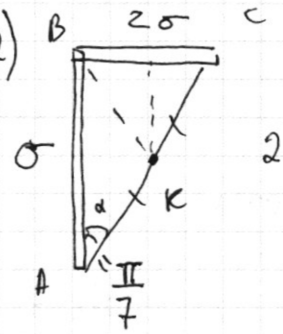
$T = \cancel{300}\ 400K$

$Q = C_v \nu (T_2 - T)$

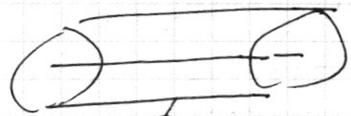
3) 1)



2)



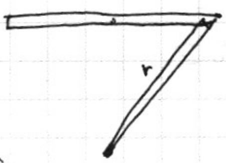
$2 \cdot \frac{2\pi}{7} \cdot k \cdot \sigma \cdot 2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{4\pi}{7} \cdot 2$

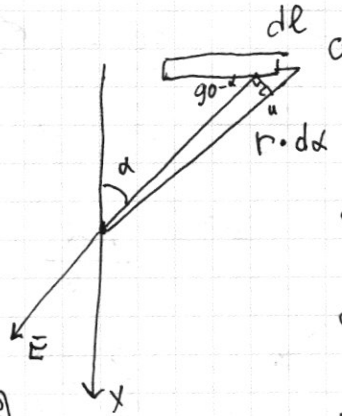


$\frac{\lambda \cdot \ell}{\varepsilon_0} = E \cdot 2\pi r \cdot \ell$

$E = \frac{\lambda}{2\pi r \varepsilon_0}$

$p_1 \cdot V_1 = \nu R T_1$





$\cos\alpha\, d\ell = r\, d\alpha$

$d\ell = \frac{r\, d\alpha}{\cos\alpha}$

$dE = \frac{2\sigma \cdot d\ell}{2\pi r \varepsilon_0}$

$dE_x = dE \cdot \cos\alpha = \frac{2\sigma}{2\pi r \varepsilon_0} \cdot \frac{r\, d\alpha}{\cos\alpha} \cdot \cos\alpha$

$dE_x = \frac{\sigma\, d\alpha}{\pi \varepsilon_0}$

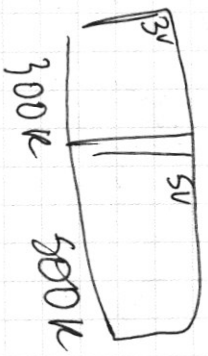
$E_x = \frac{\sigma \cdot \frac{2\pi}{7}}{\pi \varepsilon_0}$

$16 + 25 = 41$

p_1

$V_2 \quad V_1 = \frac{\nu R T_1}{p_1}$

$T_2 \quad T_1$



$\frac{\nu R T_2}{p_2} \quad \frac{\nu R T_1}{p_1}$

$T_2 \quad T_1$

$V_1 + V_2 = const$

$T_1 + T_2 = const$

$\frac{8 - V_1}{V_1}$

$p_1 = p_2$

$\frac{800 - T_2}{T_2}$

$\frac{5\pi}{7} \qquad \frac{5\pi}{14} + \frac{2\pi}{7}$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times\ 1{,}5 \\ \hline 4155 \\ 831\ \ \\ \hline 1246{,}5 \end{array}$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)