Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

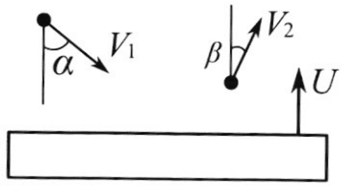
Класс 11

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.

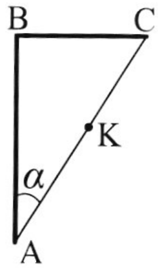
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится азот, во втором – кислород, каждый газ в количестве $\nu = 3/7$ моль. Начальная температура азота T_1 = 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?

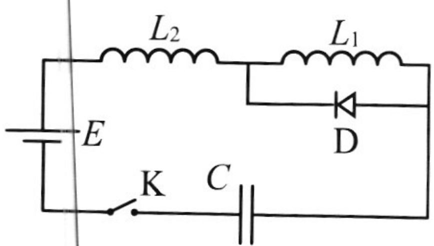
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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.

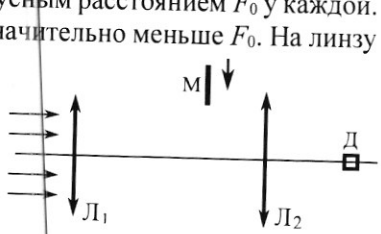


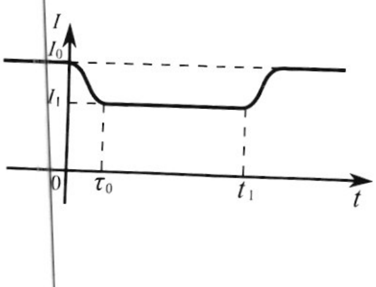
1) Найти период T этих колебаний.

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.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

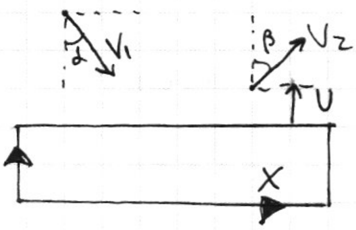
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



① Пусть ось y перпендикулярна поверхности массивной плиты, а ось X – параллельна ей. Тогда после соударения проекция скоростей V_1 и V_2 на ось X сохранилась. $\Rightarrow V_1 \sin\alpha = V_2 \sin\beta$

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

② Чтобы найти возможные значение скорости U нужно перейти в новую систему отсчета относительно плиты: $\left(\cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha} = \frac{\sqrt{7}}{4},\ \cos\beta = \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$.

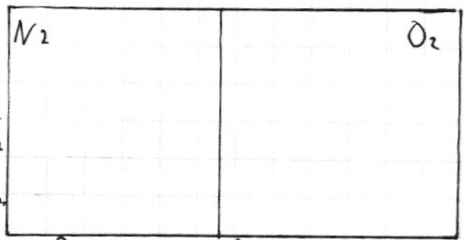
Тогда скорость V_1 на ось $y = V_1\cos\alpha + U$, а $V_{2\,\text{на}\,y} = V_2\cos\beta - U$

$\Rightarrow$ Распишем ЗСИ: $\cancel{m}(V_1\cos\alpha + U) = \cancel{m}(V_2\cos\beta - U)$

$\Rightarrow U = 3\sqrt{3} - \sqrt{7}$

Ответ: $V_2 = 12$ м/с., $U = 3\sqrt{3} - \sqrt{7}$ м/с.

№2



$V_{N_2\,до}$ – объем N_2

$V_{O_2\,до}$ – объем до O_2

$V_{после}$ – объем после

① Запишем уравнение ~~идеального газа~~ Клайперона (~~идеального газа~~):

$$\begin{cases} PV_{N_2} = \nu RT_1 \\ PV_{O_2} = \nu RT_2 \end{cases} \Leftrightarrow \frac{V_{N_2}}{V_{O_2}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{300}{500} = \frac{3}{5}.$$

(P равны, так как они разделены поршнем).

($P_к$ – конечное давление, P – начальное давление, A_1 – работа N_2, A_2 – работа O_2, Q_1 – теплота N_2, Q_2 – теплота O_2).

② ~~Х~~ Когда температуры сравняются, то давления сравняются тоже. $\Rightarrow$ Из уравнение ~~идеального газа~~ Клайперона следует равенство конечных объемов. Теперь распишем уравнение идеального газа:

$\Delta U = Q - A.$
$$\begin{cases} \frac{5}{2}\nu R(T_к - T_1) = Q_1 - A_1 & ①' \\ \frac{5}{2}\nu R(\cancel{T_2 - T_к}\ T_к - T_2) = Q_2 - A_2 & ②' \end{cases}$$

$\Rightarrow$ Обозначим весь объем сосуда $= 8V \Rightarrow V_{N_2\,до} = 3V$, $V_{O_2\,до} = 5V$

$\Rightarrow V_{N_2\,после} = V_{O_2\,после} = \frac{8V}{2} = 4V.$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

=> $A_1 = \frac{1}{2}(P_к+P)(4V-3V) = \frac{1}{2}(P_к+P)V$

$A_2 = \frac{1}{2}(P_к+P)(4V-5V) = -\frac{1}{2}(P_к+P)V$ => они равны по модулю.

Из ~~данного условия~~ и из условие задачи следует, что $Q_1 = -Q_2$, так как сосуд теплоизолирован => вся теплота передается между кислородом и азотом.

=> Сложим ①' и ②' и получим, что $\cancel{5}\cancel{\nu}RT_к = \frac{\cancel{5}}{2}\cancel{\nu}R(T_1+T_2)$

=> $T_к = \frac{T_1+T_2}{2} = 400$ К.

③ Из ранее полученных уравнений несложно вывести Q. Для этого нужно вычесть ②' из ①':

$\frac{5}{2}\nu R(T_2-T_1) = 2Q - (P_к+P)V$ => $P_к$ можно найти из (*) условия $P_к 4V = \nu RT$ => $\frac{\nu RT}{4V} = 100\frac{\nu R}{V}$

, а $P \cdot 3V = \nu RT_1 = \frac{\nu RT_1}{3V} = 100\frac{\nu R}{V}$ => давление осталось прежним ($P_к = P$)

=> $2Q = \frac{5}{2}\nu R(T_2-T_1) + 2PV$, где $PV = \frac{\nu RT_1}{3}$.

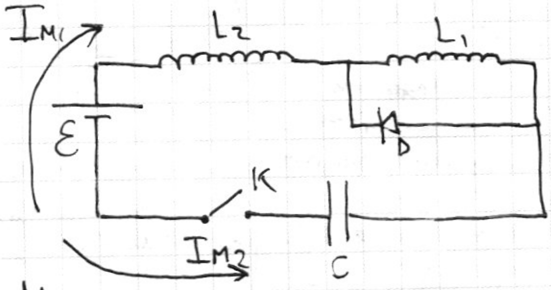
=> $2Q = \left(\frac{5}{2}\cdot\frac{3}{7}(500-300) + \frac{2\cdot\frac{3}{7}\cdot 300}{3}\right)R =$

$= R\left(\frac{3000}{2\cdot 7} + \frac{1800}{3\cdot 7}\right) = \left(\frac{9000+3600}{2\cdot 3\cdot 7}\right)\frac{R}{2}$

$\approx \frac{300R}{2} = \frac{8{,}31\cdot 300}{2} = \frac{2493 \text{ Дж}}{2} = 1246{,}5$ Дж

Ответ: ① $\frac{V_{N_2}}{V_{O_2}} = \frac{3}{5}$; ② $T_к = 400$ К; ③ $Q = \cancel{249}\ 1246{,}5$ Дж;

№4



① T колебаний LC цепочки $= 2\pi\sqrt{LC}$.

=> из нашего условия $T = 2\pi\sqrt{3LC}$, так как $L_{сум.} = 2L + L = 3L$.

② Максимальный ток через катушку L_1 будет тогда, когда резистор будет не замкнут => $A_б = \mathcal{E}(CU - 0) = \frac{CU^2}{2} + \frac{L_0 I^2}{2}$, где U-напряжение на конденсаторе в этот момент, I-ток в цепи, L_0-индуктивность системы из L_1 и L_2.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Заметим что при последовательном соединении катушек $L_0 = L_1 + L_2 = 3L$. =>

$$\mathcal{E}(CU) = \frac{CU^2}{2} + \frac{L_0 I^2}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{L_0 I^2}{2} = CU\mathcal{E} - \frac{CU^2}{2}$$, а I - максимален, если $U_{\text{в этом моменте}} = \mathcal{E}$.

$$\Rightarrow \frac{L_0 I^2}{2} = C\mathcal{E}^2 - \frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} \Rightarrow I^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{L_0} \Rightarrow I = \sqrt{\frac{C}{L_0}}\mathcal{E} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$$

, а ток через $L_1 = I$. (последовательное соединение)

~~№~~ 3 Ток через катушку L_2 будет максимальным, когда ток через L_1 не течет. ~~[illegible]~~:

Пусть U' - напряжение на конденсаторе в том моменте. Данный случай будет отличаться от предыдущего, так как начальный заряд q на конденсаторе $\neq 0$. Ток начнет течь в обратную сторону когда $U_C = \mathcal{E}$. =>

$$\mathcal{E}(CU' + C\mathcal{E}) = \frac{L_2 I_{M2}^2}{2} + \frac{CU'}{2} + \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$$, где U' опять не равен $\mathcal{E}$.

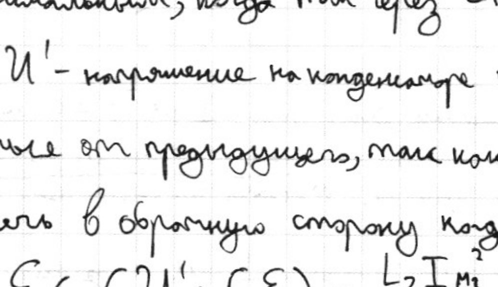
$$\Rightarrow C\mathcal{E}^2 + C\mathcal{E}^2 = \frac{L I_M^2}{2} + \cancel{2} C\mathcal{E}^2$$

$$\frac{L I_M^2}{2} = C\mathcal{E}^2$$

$$\Rightarrow I_M^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{2L} \Rightarrow I_{M2} = \sqrt{\frac{C}{2L}}\mathcal{E}.$$

=> Ответ: 1 $T = 2\pi\sqrt{3LC}$; 2 $I_{M1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$; 3 $I_{M2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{2L}}$.

$\boxed{N5}$



1 Мы знаем, что лучи параллельных лучей будут пересекаться в фокусе линзы

=> ~~2~~ Рассмотрим ход луча вышедшего из фокуса первой линзы и попавшего на $Л_2$ на $\frac{D}{2}$ от оси (то есть на самый край). Тогда луч, ему параллельный и идущий через O линзы $Л_2$ не преломляется и на расстоянии F от линзы будут пересекаться с ним =>

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

$\angle\alpha = \angle BF_0O \Rightarrow tg\,\alpha = \frac{D}{4F_0}$. $D << F_0$, так можно и решить по-другому.

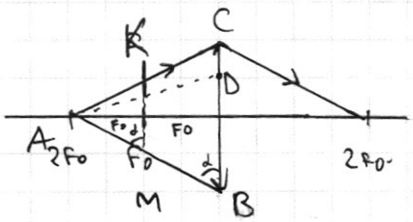
$\Rightarrow \Delta BF_0O \sim \Delta OAX$ по двум углам (где И – точка фокуса линзы), а A – точка пересечения параллельных лучей. $\Rightarrow AX = tg\,\alpha \cdot F_0 = \frac{D}{4}$.

$\Rightarrow$ по подобию $\Delta ДOB$ и $\Delta ДAX$ получим, что

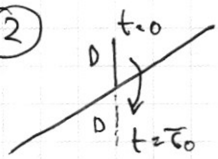
$$\frac{ДX}{ДO} = \frac{\frac{D}{4}}{\frac{D}{2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow ДO = 2F_0.$$

$\Rightarrow \underline{ДO = 2F_0.}$ (Но в силу малости D можно было сказать, что Д – это изображение точки F_0 в линзе $Л_2 \Rightarrow \frac{1}{2F_0} + \frac{1}{ДO} = \frac{1}{F_0} \Rightarrow ДO = 2F_0$)

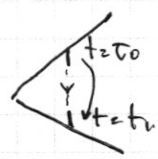
② Теперь изменим картинку сказав, что в точке F_0 – это источник света:



②



③



Для решения задачи необходимо найти размер мишени. Зная, что $I_1 = \frac{3}{4} I_0$ можем сказать, что мишень закрывает $\frac{1}{4}$ попадающих лучей (~~четверть площади затемнена~~) ~~площади линзы~~. (то есть четверть лучей перестает попадать на линзу) $\Rightarrow S_{линзы} = \frac{\pi D^2}{4}$. $\Rightarrow S$ круга на плоскости $\perp$ оси и содержащую F_0 $= \frac{\pi D^2}{\cancel{8}\,16}$ (из подобных ΔAKM и ΔACB). $\Rightarrow S_{мишени} = \frac{1}{4} \cdot \frac{\pi D^2}{\cancel{8}\,16} = \frac{\pi D^2}{\cancel{32}\,64}$.

$\Rightarrow D_{мишени} = \cancel{\frac{D}{\sqrt{8}}}\,\frac{D}{4} = \frac{D}{4}$.

$\Rightarrow$ За время τ_0 мишень будет проходить путь $= \frac{D}{\cancel{\sqrt{8}}\,4} \Rightarrow v = \frac{D}{\tau_0 \cancel{\sqrt{8}}\,4}$

③ время t_1 можно определить, найдя путь: $\cancel{l} = KM = \frac{D}{2}$ (из подобных треугольников) $\Rightarrow$

$$\cancel{l = \frac{D}{2} - \frac{D}{\sqrt{8}} \Rightarrow t_1 = \frac{\frac{D}{2} - \frac{D}{\sqrt{8}}}{\frac{D}{\tau_0\sqrt{8}}} + \tau_0.}$$

$$t_1 = \frac{\frac{D}{2} - \frac{D}{4}}{\frac{D}{4\tau_0}} + \tau_0 = \frac{\frac{D}{4}}{\frac{D}{4}} \tau_0 + \tau_0 = 2\tau_0$$

Ответ: ① : $2F_0$;

② : $\cancel{v = \frac{D}{4\sqrt{8}\,\tau_0}}$ $v = \frac{D}{4\tau_0}$;

③ $t_1 = 2\tau_0$;

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

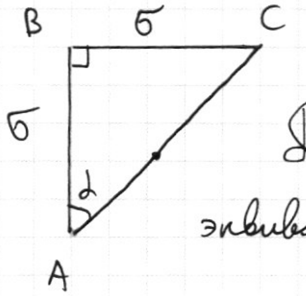
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

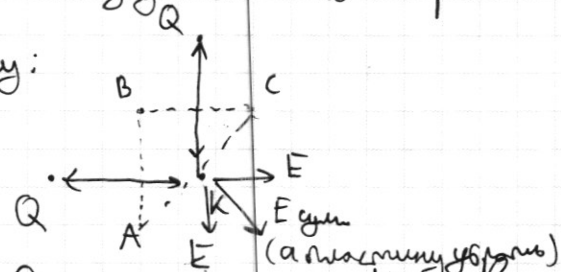
№3



$\alpha = \frac{\pi}{4} \Rightarrow \triangle ABC$ – р/б.

①

Для решения такой задачи можно построить эквивалентную схему:



(а пластину убрать).

Вместо пластин можно поставить заряд Q на расстоянии от K = 2l от K до пластины. ⇒ в первом случае $E_1 = \frac{kQ}{r^2}$, $E_2 = 0$, где r – S до пластины BC.

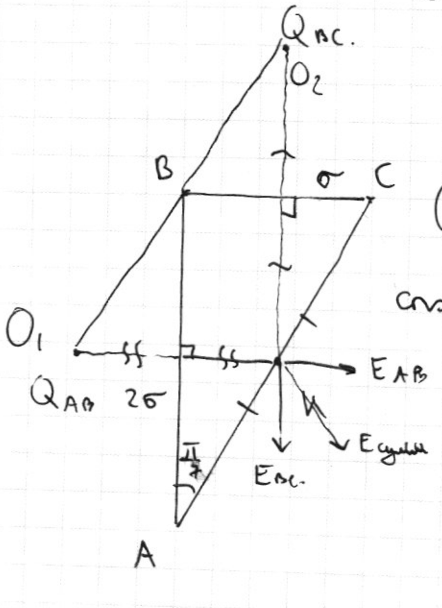
во втором случае $E_1 = \frac{kQ}{r^2}$

$E_2 = \frac{kQ}{r^2}$, так как в р/б треугольнике расстояние до боковых сторон одинаковы.

$\Rightarrow E_{сум.} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \sqrt{2} \cdot \frac{kQ}{r^2} \Rightarrow$

$\frac{E_{сум}}{E_1} = \sqrt{2}.$

②



Второй пункт задачи решаем аналогичным способом: Определим какими будут заряды Q_{BC} и Q_{AB}. Пусть $AC = r$, тогда

$AB = r\cos\frac{\pi}{7}$, $BC = r\sin\frac{\pi}{7}$.

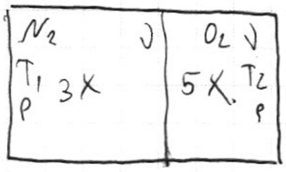
$\Rightarrow O_1K = BC = r\sin\frac{\pi}{7}$ (они будут сторонами параллелограммов).

$O_2K = AB = r\cos\frac{\pi}{7}$.

$\Rightarrow E_{BC} = \frac{kQ}{r^2 \cancel{\sin^2\frac{\pi}{7}} \; \cos^2\frac{\pi}{7}}$ $E_{AB} = \frac{k2Q}{r^2\sin^2\frac{\pi}{7}}$ $(Q_{AB} = 2Q_{BC} = 2Q)$.

$\Rightarrow E_{сум} = \sqrt{E_{BC}^2 + E_{AB}^2} =$

Ответы: ① $\sqrt{2}$;
② :

1) 

$\nu = \frac{3}{7}$ моль.

$T_1 = 300$ к.

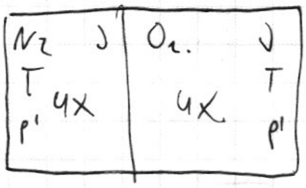
$T_2 = 500$ к.

$\Rightarrow \underline{Q = 0}$

2) всего было $8V$.

$p3V = \frac{3}{7} \cdot 8{,}31.$

$pV = \frac{\nu R T_1}{3} =$

2) 

$$\begin{cases} pV_1 = \nu R T_1 \\ pV_2 = \nu R T_2 \end{cases}$$

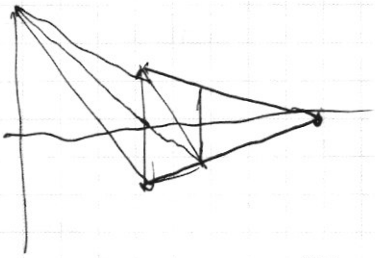
$p3V = \nu R T_1$

$p5V = \nu R T_2.$

① $\frac{V_{N_2}}{V_{O_2}} = \frac{\cancel{\nu} R T_1}{\cancel{\nu} R T_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{5}.$

$p4V = \nu R T$

$p4V = \nu R T.$



② $p'V_1 = \nu R T$

$p'V_2 = \nu R T$

$\Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = 1.$

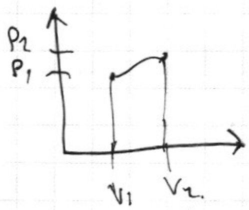
$A = \frac{1}{2}(p_1 + p_2)(V_2 - V_1).$

$Q = C\Delta T$

$p8V = \nu R(T_1 + T_2).$

$p'8V = 2\nu R T.$

$\Rightarrow p$ не изм



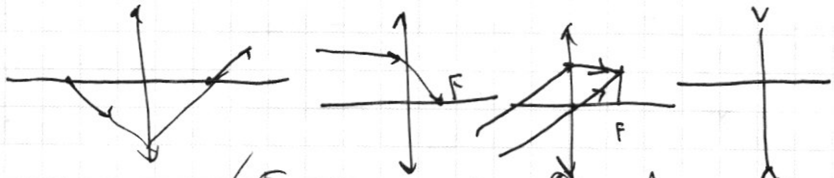
$\Delta U = Q - A$

$\frac{5}{2}\nu R T = C_V \Delta T - A.$

$\Delta U = \frac{i}{2}\nu R T.$

$Q = C(T_2 - T_1).$

$C_T($. $T = 2\pi\sqrt{LC}.$



$\frac{1}{2}((p_2 - p_1)(V_2 - V_1) +$

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

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

$$\begin{cases} \frac{5}{2}\nu R(T - T_1) = Q_1 - A_1 \\ \frac{5}{2}\nu R(T - T_2) = Q_2 - A_2 \end{cases}$$

$A_1 = \frac{1}{2}(p_1 + p_2)(4V - 3V) = \frac{1}{2}(p_1 + p_2)$

$A_2 = \frac{1}{2}(p_1 + p_2)(4V - 5V) = -\frac{1}{2}(p_1 + p_2)$

$5\nu R T = Q_1 + Q_2$

$$+\begin{cases} \frac{5}{2}\nu R T - \frac{5}{2}\nu R T_1 = Q - \frac{1}{2}(p_1 + p_2)V \\ \frac{5}{2}\nu R T - \frac{5}{2}\nu R T_2 = -Q + \frac{1}{2}(p_1 + p_2)V. \end{cases}$$

$\frac{5}{2}\nu R(T_2 - T_1) = 2Q - \overset{2p}{(p_1 + p_2)}V$

$\frac{5}{2}\nu R T_2 - \frac{5}{2}\nu R T_1 = 2Q - 2pV$

$\frac{5}{2}\nu R T_2 - \frac{5}{2}\nu R T_1 + 2pV = 2Q.$

$5\cancel{\nu R}T = \frac{5}{2}(\cancel{\nu R}(T_2 + T_1))$

$\cancel{5}T = \frac{\cancel{5}}{2}(T_2 + T_1) \Rightarrow \underline{T = 400}$к.

$\cancel{mV_1}$ $m(V_1 + U) + mU = m(V_2 - U_{\ldots}) + m(U - \overset{\approx V_1}{\Delta U})$

$\frac{5}{2}$

$\frac{15(200)}{14} + \frac{2 \cdot 300 \cdot 3}{21} = \frac{3000}{2 \cdot 7} + \frac{1800}{3 \cdot 7} = 9000 + 3600$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №___
(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

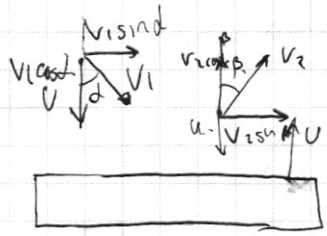
ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\cancel{\frac{k^2 Q^2}{r}}$

$\sin\alpha = \frac{3}{4} \Rightarrow \cos\alpha = \sqrt{1-\frac{9}{16}} = \sqrt{\frac{7}{16}} = \frac{\sqrt{7}}{4}$

$\sin\beta = \frac{1}{2} \Rightarrow \cos\beta = \frac{\sqrt{3}}{2}$



m

$F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$ & $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$

$\frac{m(v_1\cos\alpha+u)^2}{2} = \frac{m(v_2\cos\beta)^2}{2}$

$\frac{Q}{2\pi\varepsilon_0\sigma}$

$m\sigma = \frac{Q}{S}$

$\vec{Q}$

$E = 4\pi k\sigma$

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

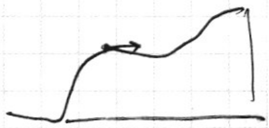
$\varphi = \frac{kq}{r}$

$W = \frac{kq_1q_2}{r}$

$\cancel{E =} \; Q$

$\sigma = \frac{\cancel{E}Q}{S}$

$E = \frac{Q}{2\varepsilon_0\sigma}$



M

$C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$

$v+u$

$\frac{kq_1q_2}{r}$

$\Rightarrow Q = CU = \frac{\varepsilon_0 S}{d}U$

$\cancel{m(v+u)} =$

1) $\begin{cases} v_1\sin\alpha = v_2\sin\beta \\ 8\cdot\frac{3}{4} = v_2\cdot\frac{1}{2} \end{cases}$

$8\cdot\frac{3}{4}\cdot 2 = 8\cdot\frac{3}{2} =$

$24 = 2v_2$

$\Rightarrow v_2 = \boxed{12}$ м/с.

$v_1\cos\alpha$, $v_2\cos\beta$, u

$\Rightarrow v_1\cos\alpha = 8\cdot\frac{\sqrt{7}}{4} = 2\sqrt{7}$

$v_2\cos\beta = 12\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} = 6\sqrt{3}$

$\Rightarrow E = \frac{Q}{\varepsilon_0 S}$

$Q = \varepsilon_0 S E$

$\Rightarrow \sigma = \frac{Q}{S}$

$v_2\cos\beta + u$

$E = \frac{\sigma}{2\pi\varepsilon_0}$

$v_1\cos\alpha + u$

$\frac{Q}{S} = \varepsilon_0 E$

$Q = \varepsilon_0\frac{kq}{r^2}S =$

$mv + Mu = mv_1 + Mu$

$C_v = \frac{i}{2}R$

$C_p = \frac{i}{2}R + R$

2) $\cancel{m}(v_1\cos\alpha + u) = \cancel{m}(v_2\cos\beta - u)$

$\Rightarrow 2\sqrt{7} + u = 6\sqrt{3} - u$

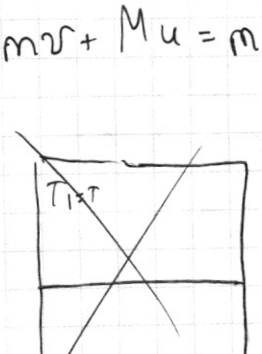
N и O_2

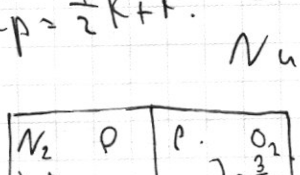
$2u = 6\sqrt{3} - 2\sqrt{7}$

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

$S = \frac{Q}{\sigma}$

$\sigma = \frac{Q}{S}$





$C_v = \frac{5}{2}R$

$\Rightarrow i = 5$

$\Rightarrow \gamma = \frac{i+2}{i} \Rightarrow pV^\gamma = const.$

p

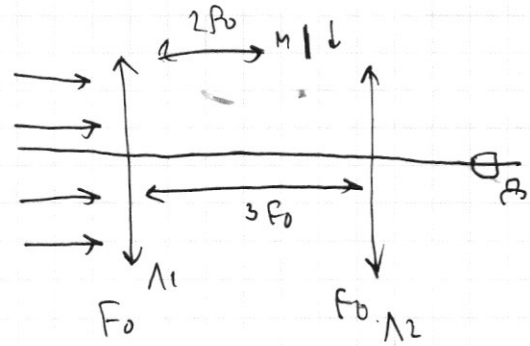
$Q = \varepsilon_0\frac{kq}{r^2}\cdot\frac{q}{\sigma} = \varepsilon_0\frac{F}{\sigma}$

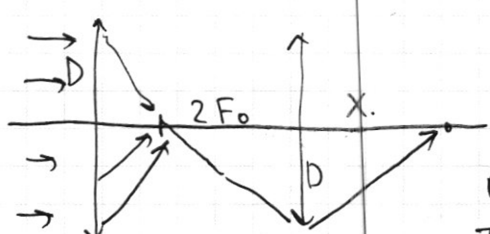
☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

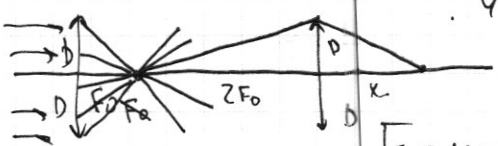
Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

42

$$\begin{array}{r|l} 12600 & 42 \\ \underline{126} & 300 \end{array}$$







m^2

$\frac{\pi D^2}{4}$ и $\frac{\pi D^2}{64}$

$S = \pi r^2 = \frac{\pi D^2}{4}$

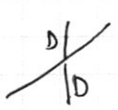
$D << F_0$.

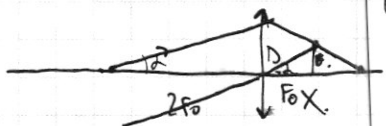
$\pi D_1^2 = \frac{\pi D^2}{16}$

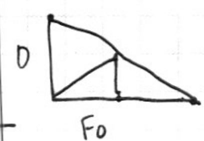
$E = 4\pi k \sigma$ $\Rightarrow D_1 = \frac{D}{4}$.

$\Rightarrow$

② $v\sqrt{1-\frac{9}{16}} = \frac{\sqrt{7}}{4}$.

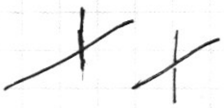


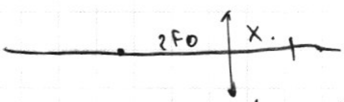


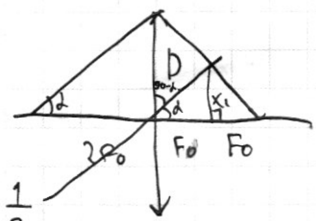


$X^2 = 3$

$$\begin{array}{r} 8{,}31 \\ \times\ 300 \\ \hline \end{array}$$







$$\begin{array}{r} 831 \\ \times\ 3 \\ \hline 2493 \end{array}$$

≈ 5

① $\Rightarrow \frac{1}{2F_0} + \frac{1}{X} = \frac{1}{F_0}$

$\Rightarrow v_1 \cos\alpha = 8 \cdot \frac{\sqrt{7}}{4} = 2\sqrt{7}$

$\frac{1}{x} = \frac{1}{F_0} - \frac{1}{2F_0} = \frac{1}{2F_0}$ $\Rightarrow \operatorname{tg}\alpha = \frac{D}{2F_0}$

$v_2 \cos\beta = 12 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 6\sqrt{3} \simeq 9$.

$$\begin{array}{r} 36 \\ \times\ 3 \\ \hline 108 \end{array}$$

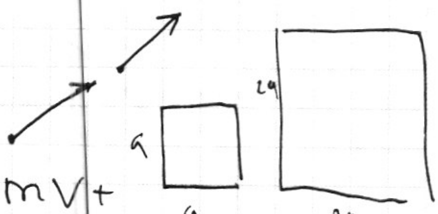
$\Rightarrow \boxed{X = 2F_0}$ $\Rightarrow X_1 = \frac{D}{2}$

$\Rightarrow$ $(2\sqrt{7}+U)^2 = (6\sqrt{3}-U)^2$.

$28 + 4\sqrt{7}U + \cancel{U^2} = 108 - 12\sqrt{3}U + \cancel{U^2}$

$\overset{\approx 2}{(2\sqrt{3}} + \overset{\approx 10}{4\sqrt{7})}U = 80$

$\Rightarrow U = \frac{80}{2\sqrt{3}+4\sqrt{7}} =$



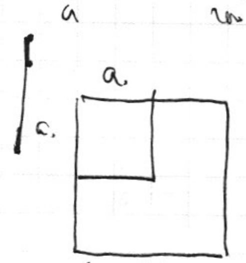
$I = N \frac{\pi D^2}{4}$

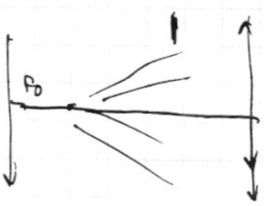
πR^2

$$\begin{array}{r|l} 2493 & 2 \\ \hline & 1246 \end{array}$$

2
4
8
13
12
1

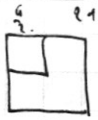
$\cancel{E = 4\pi r \sigma T^4}$.

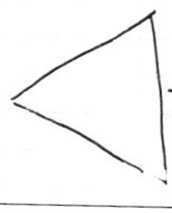


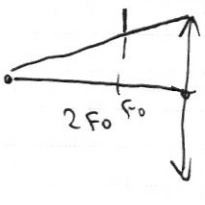


$\Delta =$

$E = \frac{L}{4\pi r^2}$, а $L =$







$\frac{\pi D^2}{\cancel{32}_{8}} = \frac{\pi D_1^2}{\cancel{4}_{1}}$ $\quad \frac{\cancel{\pi} D^2}{8} = \cancel{\pi} D_1^2$

$\Rightarrow D_1 = \frac{D}{\sqrt{8}}$

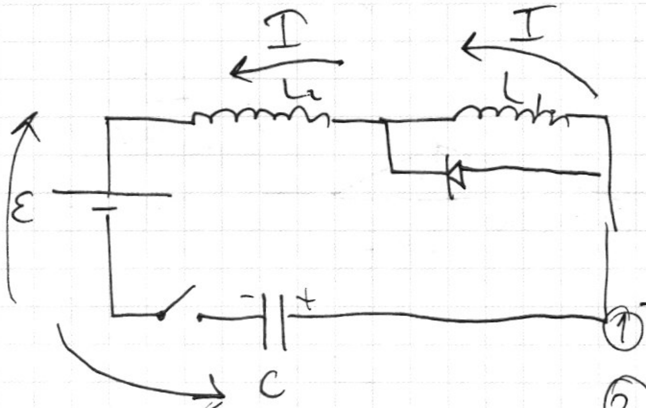
☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №___
(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$L_1=2L$
$L_2=L$, $\Rightarrow L_{общ}=L_1+L_2=3L.$
C.

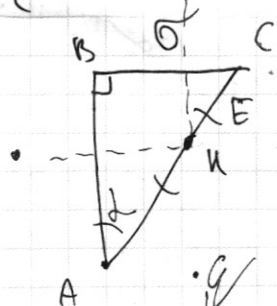
① $T=2\pi\sqrt{2LC}$ $\quad \sigma=\frac{Q}{S}$ $\quad =\varepsilon_0 S\cdot E$
②

$E=4\pi k\sigma$ или

$\mathcal{E}(CU_1)=\frac{CU^2}{2}+\frac{L_2I^2}{2}$
$\mathcal{E}($

$\frac{Q}{S}=\sigma$ $\quad \Rightarrow Q=\frac{\varepsilon_0 SU}{d}$ $\quad Q=$

$C=\frac{\varepsilon_0 S}{d}$



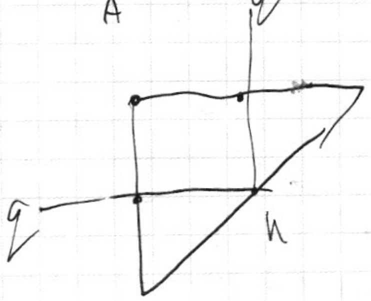
$\alpha=\frac{\pi}{4}=45°$

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

$\sigma=\frac{Q}{S}$

$F=\frac{kq_1q_2}{r^2}$

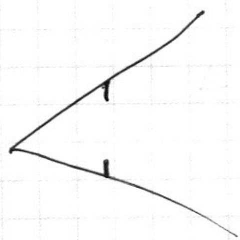
$E=\frac{Q}{2\varepsilon_0\sigma}$ $\quad \sigma=\frac{Q}{S}$ $\quad F=qE$, $\quad Q=Ed$



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

$\varphi=\frac{kq}{r}$ $\quad E=$

$W=\frac{kq_1q_2}{r}$ $\quad E=\frac{2\pi k}{\varepsilon_0\sigma}$

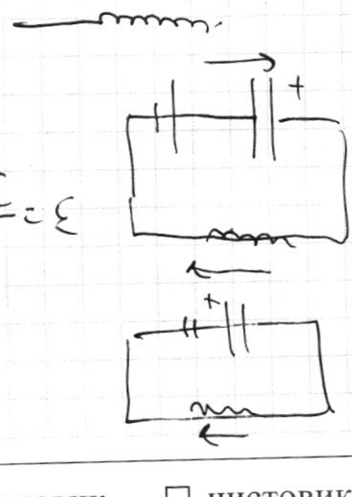


$\frac{\pi D^2}{4}=\frac{\pi D^2}{64}$ $\quad \Rightarrow E=\frac{kq}{r^2}$

$E=4\pi k\frac{Q}{S}$

πD^2

$\frac{D_1}{2}=\frac{D}{8}$ $\quad \Rightarrow$



$-CU=q_c$

$D_1=\frac{D}{4}$ $\quad -\frac{CU^2}{2}+CU\mathcal{E},$

$x_B=\frac{-C\mathcal{E}}{-C}=\mathcal{E}$

$\frac{D}{2}$ $\quad \frac{\pi D^2}{4}$ $\quad \frac{\pi D^2}{16}$

$$\frac{\frac{D}{4}}{\frac{D}{4T_0}}$$