Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

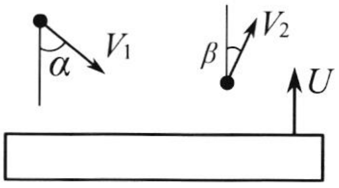
Класс 11

Вариант 11-03

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 12 м/с, направленную под углом $\alpha\left(\sin\alpha=\dfrac{1}{2}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta=\dfrac{1}{3}\right)$ с вертикалью.



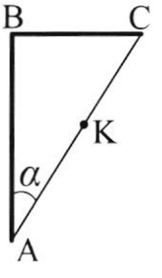
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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 водород, во втором – азот, каждый газ в количестве $\nu = 6/7$ моль. Начальная температура водорода T_1 = 350 К, а азота T_2 = 550 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 водорода и азота.
2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
3) Какое количество теплоты передал азот водороду?

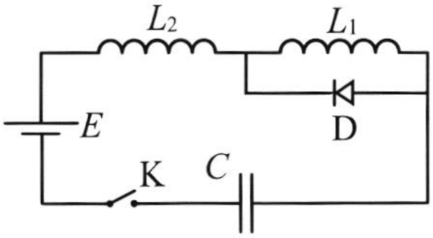
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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?

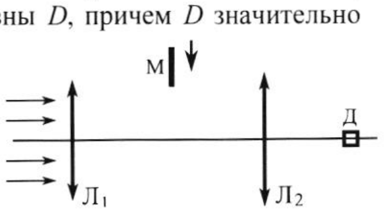
2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1=3\sigma, \sigma_2=\sigma$, соответственно. Угол $\alpha=\pi/5$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

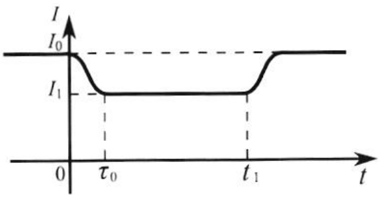
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 4L$, $L_2 = 3L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1.



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 фокусными расстояниями $3F_0$ 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). $I_1 = 5I_0/9$.





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

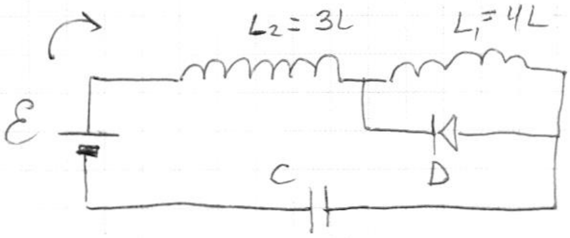
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4



Заметим, что в цепи будут происходить колебания, пусть ток течет по часовой стрелке, диод закрыт.

II правило Кирхгофа:

$$\mathcal{E} + \mathcal{E}_{L_1} + \mathcal{E}_{L_2} = U_C$$, т.к. L_1 и L_2 – послед. $I_{L_1} = I_{L_2} \Rightarrow I'_{L_1} = I'_{L_2}$

$$\mathcal{E} - L_1 I_1' - L_2 I_2' = U_C$$

$$\mathcal{E} - 7LI' = U_C = \frac{q_C}{C} \Big|'$$ C и L_1; L_2 – послед $\Rightarrow I_C = I_L$ продифф. полученное соотношени по времени

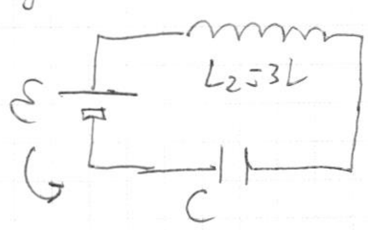
$$-7LI'' = \frac{q'}{C}$$

$$-7LCI'' = I \Rightarrow I'' + \frac{I}{7LC} = 0$$ – ур-ие гарм. колеб $I'' + \omega^2 I = 0$

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{1}{7LC}} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{7LC}$$

Но в данной ситуации колеб неполные, а „половинчатые", т.е только когда ток течет ↻, $\Rightarrow t = \frac{T}{2} = \pi\sqrt{7LC}$

Пусть направление тока сменилось, тогда

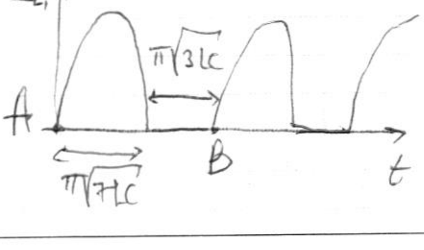


II ПК: $$-\mathcal{E} + \mathcal{E}_{si\,L_2} = U_C \Big|'$$

$$-3LI'' = \frac{q'}{C} = \frac{I}{C}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{3LC}} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{3LC} \Rightarrow t = \frac{T}{2} = \pi\sqrt{3LC}$$

Тогда на катушке L_1 будет наблюдаться колебания тока следующего вида:



В моем понимании период колебаний тока на L_1 это время цикла между равноправными точками (A и B), тогда

$$T_{L_1} = t_{AB} = \pi\left(\sqrt{3LC} + \sqrt{7LC}\right)$$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 1 (Нумеровать только чистовики)

Максимальный ток, через катушку L_1, очевидно, что при открытом диоде ток через L_1 ноль (см. график) тогда рассмотрим ситуацию с закрытым диодом

$I_{L_1} - max \Rightarrow I_{L_1}' = 0$, тогда из II ПК: $\underline{\mathcal{E} = U_C} \Rightarrow$

$\Rightarrow$ ЗСЭ: $\Delta q \mathcal{E} = \left(\frac{C\mathcal{E}^2}{2} - 0\right) + \frac{7LI_1^2}{2}$ $(I_1 = I_{L_1} = I_{L_2})$

$\Delta q = q_1 - q_0$, $q_0 = 0$ (по условию т.к. конд. разряжена и кат.)

$q_1 = \Delta q_{cond} \Rightarrow q_1 = C\mathcal{E} \Rightarrow$

$$C\mathcal{E}^2 - \frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{7LI_1^2}{2} \Rightarrow I_1^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{7L} \Rightarrow I_{L_1 max} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{7L}}$$

Этот же ток будет максимальным для L_2 в данной „фазе" цикла колебаний (когда диод закрыт)

Рассмотрим, когда диод открыт: т.е. ток течет ↻

II ПК: $-\mathcal{E} + \mathcal{E}_{si} = U_C$ $\quad I_{L_2} - max \Rightarrow I_{L_2}' = 0$

$\Rightarrow$ $-\mathcal{E} = U_C \Rightarrow$ конденсатор поменяет „ориентацию полюсов", тогда: изменение заряда в цепи, т.е. протекущего через батарейку за это время будет: $C\mathcal{E} - (-C\mathcal{E}) = 2C\mathcal{E}$

ЗСЭ: $2C\mathcal{E}^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{3LI_{L_2 max}^2}{2}$

$$\frac{\cancel{3}C\mathcal{E}^2}{\cancel{2}} = \frac{\cancel{3}LI^2}{\cancel{2}} \Rightarrow I_{L_2 max} = \sqrt{\frac{\mathcal{E}^2 C}{L}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}$$

$\Rightarrow I_{L_2 max} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}}$ $\left(\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L}} > \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{7L}}\right)$

МФТИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

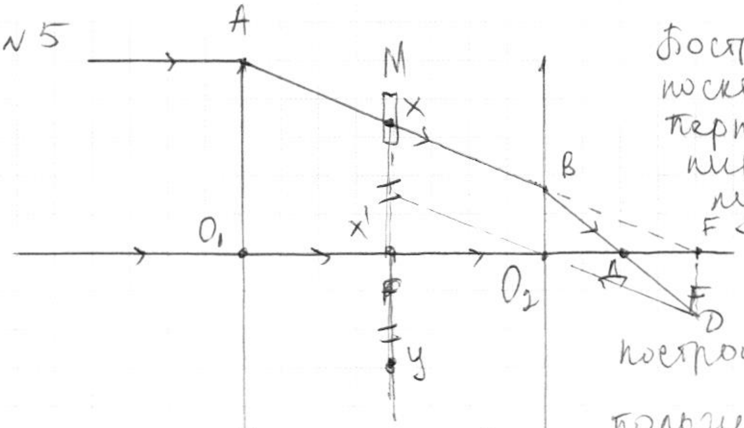
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5



Построим ход луча: поскольку пучок падает перпендикулярно плоскости линзы, то все его лучи пересекутся в фокусе линзы ($3F_0$)

построим ход луча в $Л_2$, пользуясь св-вом фокальной плоскости:

(детектор располагается в т. пер. опт. оси и крайнего луча)

Тогда BO_2DF — параллелограм $\Rightarrow$ $O_2Д = ДF$ (диагонали)

$\Rightarrow \rho(Л_2; Д) = \frac{F_0}{2}$

Проанализируем график: кривой участок соответствует неполному перекрыванию размерами мишени пучка света, т.е. мишень вдвигается в пучок, т.к. мишень в фокусе линзы, то своими размерами не даст лучам света попасть в Д и преломиться

Поскольку $I \sim P_{света} \Rightarrow \Delta I \sim \Delta P \Rightarrow \Delta I \sim \Delta l_{пучка}$

$\Rightarrow \left(1 - \frac{5}{9}\right) I_0 \sim \Delta$, ($\Delta$ – поперечный размер мишени) $\Rightarrow$

$\frac{4}{9} = \frac{\Delta}{l}$, ($l$ пучка – XY на рис.)

($l = \frac{2}{3} D$ из подобия $\triangle AO_1F$ и $\triangle XX'F$)

$\cancel{\frac{4}{9} = \frac{\frac{2D}{3} - \Delta}{\frac{2D}{3}} = \frac{2D - 3\Delta}{2D}}$ $\boxed{\Delta = \frac{4}{9} l = \frac{8}{27} D}$

$\cancel{8D = 18D - 27\Delta \Rightarrow \Delta = \frac{10}{27} D}$ $\boxed{v_{мишени} = \frac{\Delta}{\tau_0}}$

$\cancel{v_{мишени} = \frac{10D}{27\tau_0}}$

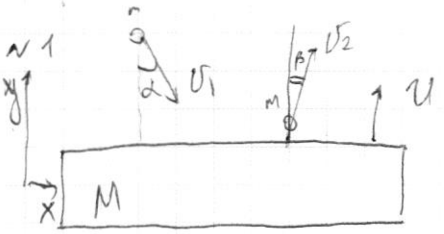
$\cancel{t_1 = \frac{l + 2\Delta}{v_{мишени}} + \tau_0}$

$\boxed{v_{мишени} = \frac{8D}{27\tau_0}}$

$\cancel{t_1 = \frac{\frac{2}{3}D - \frac{20}{27}D}{\frac{10D}{27\tau_0}}}$

$t_1 - \tau = \frac{l - \Delta}{v_{мишени}} = \frac{\frac{2}{3}D - \frac{8}{27}D}{\frac{8D}{27\tau_0}} = \frac{10D\tau_0}{8D} = \frac{5}{4}\tau_0$

$\Rightarrow \; v_1 = \frac{3}{4} v_0$



~~...~~ удар неупругий, то есть ЗСЭ не применим в упругом виде, но сила взаимодействия плиты и шарика направлена только вдоль оси y, то ЗСИ справедлив в проекции

на OX: $m v_1 \sin\alpha = m v_2 \sin\beta$ $\qquad \cos\alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$
(т.к. $OX \perp OY$)

$$v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = v_1 \cdot \frac{3}{2} = 18 \text{ м/с} \qquad \cos\beta = \frac{2\sqrt{2}}{3}$$

Рассмотрим возможные u значения при таком ударе:

Пусть удар будет упругим, рассмотрим u при котором это возможно: (v_2 по прежнему $= \frac{3}{2} v_1$ а скорость u незначительно меняется при ударе)

$$\begin{cases} -m v_1 \cos\alpha + Mu = m v_2 \cos\beta + Mu' \\ \frac{m v_1^2}{2} + \frac{M u^2}{2} = \frac{m v_2^2}{2} + \frac{M u'^2}{2} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} m(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta) = M(u - u') \\ m(v_1^2 - v_2^2) = M(u'^2 - u^2) \end{cases} \qquad u' + u \approx 2u \text{ (плита массивная)}$$

$$\frac{v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta}{v_1^2 - v_2^2} = -\frac{1}{2u}$$

$$\Rightarrow \frac{v_1\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{3}{2}v_1\cdot\frac{2\sqrt{2}}{3}}{\frac{9}{4}v^2 - v^2} = \frac{1}{2u}$$

$$u = \frac{\frac{5}{4}v}{\sqrt{3} + 2\sqrt{2}} = \frac{5v(2\sqrt{2} - \sqrt{3})}{4(8-3)} = \frac{v(2\sqrt{2}-\sqrt{3})}{4} = 3(2\sqrt{2} - \sqrt{3})$$

$\Rightarrow$ Для неупругого удара необходимо, чтобы

$u < u_{\text{упругого}}$

$$\underline{u < 3(2\sqrt{2} - \sqrt{3}) \approx 3\overset{1{,}09}{(2{,}82 - 1{,}73)} \approx 3{,}27 \text{ м/с} \approx 3{,}3 \text{ м/с}}$$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

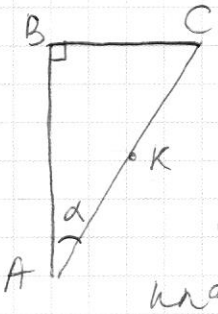
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3



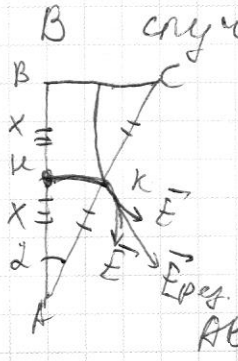
Если $\alpha = \frac{\pi}{4}$, то ΔABC – равнобедренный $\Rightarrow BC = AB$, в данной модели двух заряженных плоскостей в общем случае результирующее поле, создаваемое пластинами неоднородно, напряженность, создаваемая каждой пластиной будет зависеть не только от поверхностной плотности заряда, но и от расстояний до этих пластин. В случае $\alpha = \frac{\pi}{4}$, точка K лежит на оси симметрии ΔABC, тогда расстояния до пластин будут равны $\Rightarrow \frac{\rho(K;BC)}{\rho(K;AB)} = 1$

$\Rightarrow E_{рез}$, создаваемая обеими пластинами AB и BC с п. зарядами σ $= E_{результ_2} = \sqrt{E_{BC}^2 + E_{AB}^2} = \sqrt{\frac{\sigma^2}{4\varepsilon^2} + \frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2}} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{2}$

когда только пластина BC заряжена, то $E_{результ_1} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$\Rightarrow \frac{E_{рез.1}}{E_{рез.2}} = \frac{\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}}{\frac{\sqrt{2}\sigma}{2\varepsilon_0}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow E_2$ – увеличится в $\sqrt{2}$

В случае, когда $\alpha = \frac{\pi}{5}$ $\left(\begin{matrix}\sin\alpha \approx 0{,}6 \\ \cos\alpha \approx 0{,}8\end{matrix} \quad tg\alpha = \frac{3}{4}\right)$



Пусть $AH = x$, тогда $\rho(K;BC) = x$

$\rho(K;AB) = x\, tg\alpha = \frac{3}{4}x$

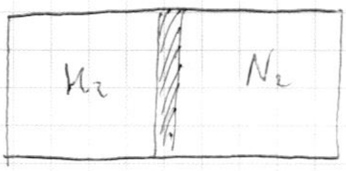
$\Rightarrow$ При равных поверхностных зарядах AB и BC $\rightarrow \frac{E_{AB}}{E_{BC}} = \frac{4}{3}$, $\Rightarrow \frac{E_{ABC}}{E_{ABC}} = \frac{36}{\sigma} \cdot \frac{1}{tg\alpha} \Rightarrow$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

$\Rightarrow E_{\text{результирующее}} = \sqrt{\left(\frac{4}{3}\cdot\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2+\left(\frac{3\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2} = \sqrt{\frac{16\sigma^2}{36\varepsilon_0^2}+\frac{9\sigma^2}{4\varepsilon_0^2}} = \sqrt{\frac{97\sigma^2}{36\varepsilon^2}}$

вклад E_{AB} $\qquad$ E_{BC} $\qquad \approx \frac{5\sigma}{3\varepsilon_0} = \frac{1{,}66\sigma}{\varepsilon_0}$

№ 2



$\nu = \frac{6}{7}$ моль $i = 5$

$T_{H_2 1} = 350\ K$

$T_{N_2 2} = 550\ K$

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

$R = 8{,}31$ Дж/К

Запишем ур-ие Менд.-Клапейрона

$PV = \nu RT$

$\nu_{H_2 1} R = \nu_{N_2 2} R \Rightarrow \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

Поскольку процесс медленный — он равновесный $\Rightarrow A_{\text{перегородки}} = 0$ I ЗН: $P_1S = P_2S \Rightarrow$

$\Rightarrow P_1 = P_2\ \forall t$ (в любое время)

тогда $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$,

$\Rightarrow \frac{V_{1/0}}{V_{2/0}} = \frac{T_{1/0}}{T_{2/0}} = \frac{350K}{550K} = \frac{7}{11}$

Запишем I начало ТД: $Q = \Delta U + A_{\text{газа}}$

В установившемся состоянии, когда $T_1 = T_2$

$\begin{cases} Q_{N_2} = \Delta U_{N_2} + A_{N_2} \\ Q_{H_2} = \Delta U_{H_2} + A_{H_2} \end{cases}$, причем $Q_{N_2} + Q_{H_2} = 0$ (сосуд теплоизолирован)

$A_1 + A_2 = 0$ (из I ЗН)

$\Delta U_{N_2} + \Delta U_{H_2} = 0$

$\nu_{N_2} R \Delta T = -\nu_{H_2} R \Delta T$

$T_{уст} - T_2 = T_1 - T_{уст}$

$2T_{уст} = T_1 + T_2$

$T_{уст} = \frac{T_1+T_2}{2} = 450\ K$

Для системы весь процесс является изохорным поскольку объем цилиндра неизменен $\Rightarrow$ количество энергии переданное азотом водороду можно посчитать $Q(C_V) = \nu C_V \Delta T$

$= \frac{6}{7}\cdot\frac{5}{2}\cdot 8{,}31\cdot(550-450)$

$= \frac{6\cdot5\cdot8{,}31\cdot100}{14} \approx 1780{,}7$ Дж ≈ 1781 Дж

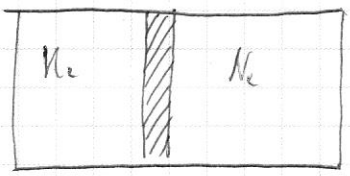
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



водород $V_1 = \frac{\nu_1 R T_1}{P_1}$ ~~$Q = \Delta U_{общ}$~~

азот $V_2 = \frac{\nu_1 R T_2}{P_1}$ $V_1 = \frac{7}{11} V_2 \Rightarrow$

$\nu = \frac{6}{7}$ моль

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{350}{550} = \frac{7}{11}$ $V_1 + V_2 = \frac{18}{11} V_2 \Rightarrow$

$T_{1 H_2} = 350$ K $\boxed{\frac{11}{18} V_0 = V_2}$

$T_{2 N_2} = 550$ K $T_{уст} - ?$ $P_1 V_1 = P_2 V_2$

$C_V = \frac{5R}{2}$ $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \nu R = \frac{P_1' V_1'}{T_1'}$ $P_1 V_1 = P_1 (V_0 - V_1)$

$2V_1 = V_0 \Rightarrow V_1 = \frac{V_0}{2} = \frac{11}{36} V_2$

$Q = \Delta U + A_{газа}$ $P = \frac{\nu R T_2}{V_2} = \frac{\nu R T_1}{V_1}$

$\frac{V_2}{T_2} = \frac{\nu R}{P_2}$

$\frac{11}{36} V_{2,} = \frac{\nu_1 R T_{уст}}{P_1}$ $|Q| = \Delta U_{N_2} + A$

$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_1' V_1'}{T_1'}$ ~~$\frac{11}{36} \cdot \frac{11}{7} V_1 = \frac{\nu_1 R T_{уст}}{P_1}$~~ $-|Q| = \Delta U_{H_2} + |A|$

$\Rightarrow \Delta U_{H_2} = -\Delta U_{N_2}$

$\frac{P_1 V_2}{T_2} = \frac{P_1' V_2'}{T_2'}$ $P = \nu R \frac{\Delta T}{V}$ $\Rightarrow \cancel{\nu R} \Delta T = \cancel{\nu R} \Delta T$

~~$P dV = \nu R T \frac{dV}{V}$~~ $\Delta T_{H_2} = -\Delta T_{N_2}$

$P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1}$ $T - 350 = -T + 550$

$\frac{11}{36} V_2 = \frac{\nu R T_{уст}}{P_1}$ $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \frac{V}{T_1}$? $2T = 900$

$\frac{\Delta T}{V} = \Delta T_2$ = $T = 450$

$\frac{36 T_{уст}}{11 V_2} = \frac{T_0}{V_2}$

$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ $P = \nu R \frac{T}{V} = const$

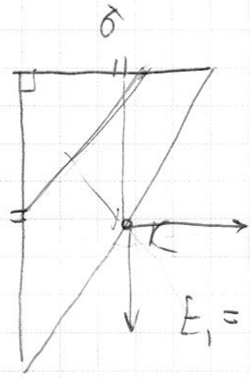
~~$T_{уст} = \frac{11}{36} \cdot 550$~~

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$ $A = A(P = const)$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

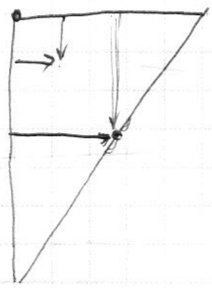
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

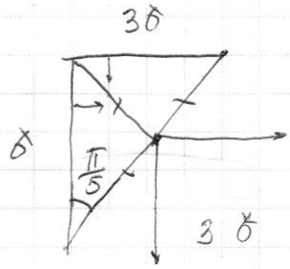
$$\frac{E_2}{E_1} = \sqrt{2}$$

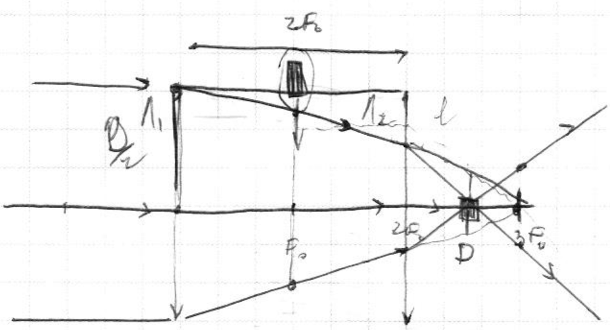


$$E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$E_2 = \sqrt{2}\,\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

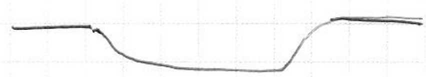


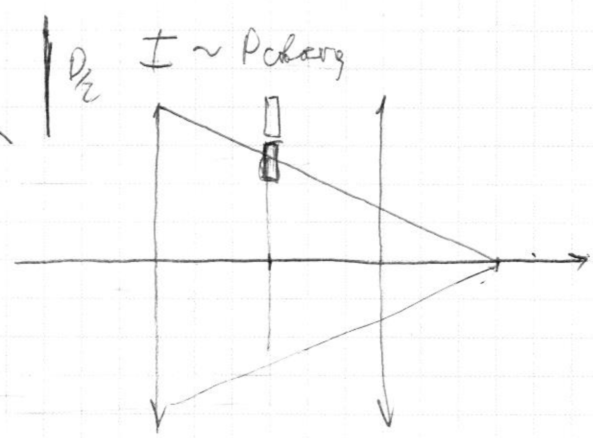




$I \sim P_{света}$

$$I_1 = \frac{5}{9} I_0$$

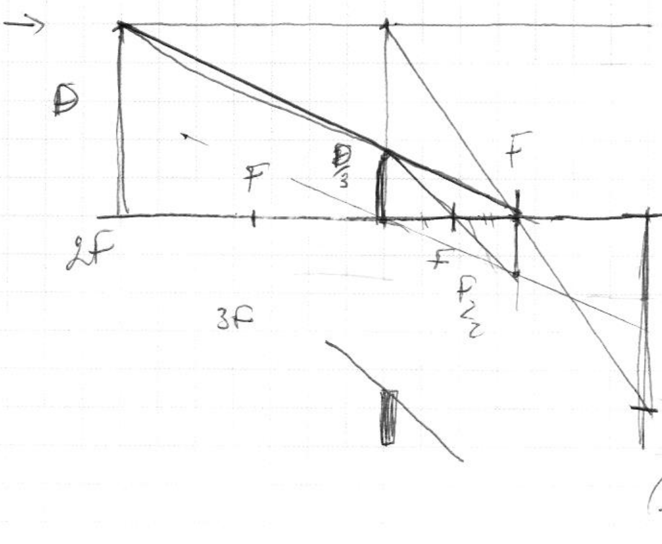


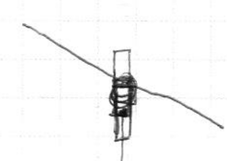


Λ_2 и D

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

$l = 2F$





$$\frac{4}{9} = \frac{\Delta}{l}$$

$$\Delta = \frac{4}{9} l = \frac{4}{9} \cdot \frac{2}{3} D$$

$$\left(\frac{l}{2} - \frac{\Delta}{2}\right) \cdot 2 \qquad \frac{8}{27} D$$

$$l - \Delta$$

$A = \int p\,dV \qquad p = \frac{\nu R T}{V}$

$p = \frac{\nu R T}{V}$

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

$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \qquad \frac{11}{7} + 1 = \boxed{\frac{18}{7} = \frac{V_0}{V_1}}$

$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_1' V_1'}{T_1'}$

$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_0 - V_1}{T_2}$

$\boxed{\frac{T_2}{T_1} = \frac{V_0}{V_1} - 1}$

$\Delta T_1 = \Delta T_2$

$T_1 - \Delta T_1 = T_2 - \Delta T_2$

$Q(V = const) = \frac{5}{2}\nu R \Delta T$

$Q = \Delta U + A_{газа}$

$Q = \frac{5}{2}\nu R \Delta T + \int p\,dV \qquad p = \frac{\nu R T}{V}$

$p = \frac{\nu R T}{V}$

$\frac{T_2 - \Delta T}{T_1 + \Delta T} = \frac{V_0 - V_1 - \Delta V}{V_1 + \Delta V}$

$T_2 V_1 - \cancel{V_1 \Delta T} + \Delta V T_2 - \cancel{\Delta V \Delta T} =$

$p = \frac{\nu R T_1}{V_1} + \frac{\nu R}{V_0}\left(T_2 - T_1 \frac{V_0 - V_1}{V_1}\right)$

$T_1 V_0 - T_1 V_1 - T_1 \Delta V + \Delta T V_0 - \cancel{\Delta T V_1} - \cancel{\Delta T \Delta V}$

$T_2 V_1 + \Delta V T_2 = T_1 V_0 - T_1 V_1 - T \Delta V + \Delta T V_0$

$T_2 (V_1 + \Delta V) = T_1 (V_0 - V_1 - \Delta V) + \Delta T V_0$

$T_2 V_1 = T_1 V_2 + \Delta T V_0$

$\Delta T = \frac{T_2 V_1(t) - T_1 V_2(t)}{V_0}$

$\frac{\nu R (T_1 + \Delta T)}{V_1(t)} = \frac{\nu R T_1}{V_1} + \frac{\nu R}{V_0}\left(T_2 - T_1 \frac{V_2}{V_1}\right)$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

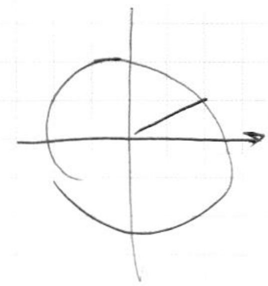
(заполняется секретарём)

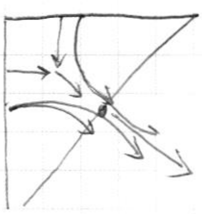
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

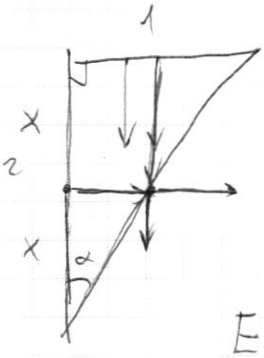
$$\frac{m\upsilon^2}{2}-\frac{m\upsilon_1^2}{2}+\frac{Mu^2}{2}-\frac{Mu_1^2}{2}\geqslant 0$$

$tg\,\alpha = \frac{4}{3}$

$\frac{\pi}{5}=\frac{180}{5}=36^\circ$







$\sin\alpha = 0{,}6$

$\cos\alpha = 0{,}8$

$x\,tg\,\alpha \lor x$

$$E = \left(\frac{3\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2+\left(\frac{4\sigma}{6\varepsilon_0}\right)^2$$

$\frac{x}{l} = ctg\,\alpha$

$x\,tg\,\alpha = l$

$\frac{36\cdot 5}{2}$

$$E_{общ} = \sqrt{\frac{9\sigma^2}{4\varepsilon_0^2}+\frac{16\sigma^2}{36\varepsilon_0^2}}$$

$\frac{7}{3}$

$$E_{общ} = \sqrt{\frac{81\sigma^2+16\sigma^2}{36\varepsilon^2}}$$

$\frac{97\sigma^2}{36\varepsilon^2}$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}\sqrt{\frac{2}{3}}$$

$\frac{\cancel{36}^{12}\cdot\cancel{8}}{\cancel{3}}$

$$E \approx \frac{10\sigma}{6\varepsilon}$$

$$E = \frac{5\sigma}{3\varepsilon_0}$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

$I_{max_{L_1}} \Rightarrow I'_{L_1} = 0 \Rightarrow$ $\cancel{\mathcal{E}\,U_2 I'}$ −

$\mathcal{E} = U_c \Rightarrow$ $q_{пр.}\mathcal{E} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{7LI_{max}^2}{2}$

$q_{протекший} = C\mathcal{E}$

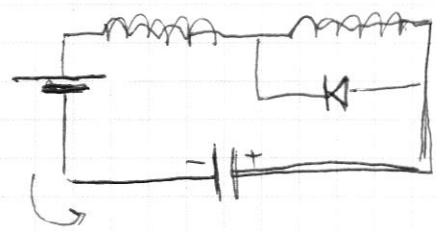
$\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{7LI_{max}^2}{2}$

$I_{max} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{7L}}$

$\mathcal{E} = U_{cond} + \cancel{U_L}$

$\cancel{U_{cond}} \Rightarrow \cancel{q\mathcal{E}} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{LI^2}{2}$

$(q_2 - C\mathcal{E})\mathcal{E} =$



$-\mathcal{E} = U$

$q = -C\mathcal{E} \Rightarrow \Delta q = -C\mathcal{E} - C\mathcal{E} = -2C\mathcal{E}$

$2C\mathcal{E}^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{4LI^2}{2}$

$\frac{3}{2}C\mathcal{E}^2 = \frac{LI^2}{2}$ $\boxed{I = \mathcal{E}\sqrt{\frac{3C}{8L}}}$ =

831
36
24930 | 14
14 | 1780,7
109
98
113
112
100

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$u = const$

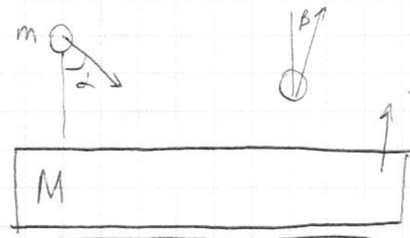
$v_1 = 12$ м/с

$\sin\alpha = \frac{1}{2}$

$\sin\beta = \frac{1}{3}$

$\cos\alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$

$\cos\beta = \frac{2\sqrt{2}}{3}$



$u = \frac{\frac{5}{4}v}{\sqrt{3}+2\sqrt{2}} =$

$$\boxed{u = \frac{v(2\sqrt{2}-\sqrt{3})}{4}}$$

$$3СИ: \begin{cases} \boxed{mv\sin\alpha = mv_1\sin\beta} & v_1 = \frac{v\sin\alpha}{\sin\beta} = 1{,}5v \\ -mv\cos\alpha + Mu = Mu + mv_1\cos\beta + 0 \end{cases}$$

$$3СЭ \quad \frac{mv^2}{2} + \frac{Mu^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{Mu^2}{2} + Q$$

$\cancel{v\cos\alpha - u = v_1\cos\beta + u}$

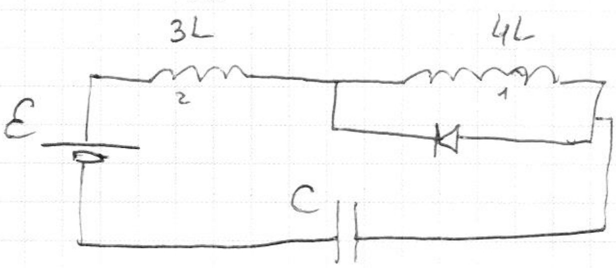
$\frac{1}{2u} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}v + \sqrt{2}v}{\frac{9}{4}v^2 - v^2}$

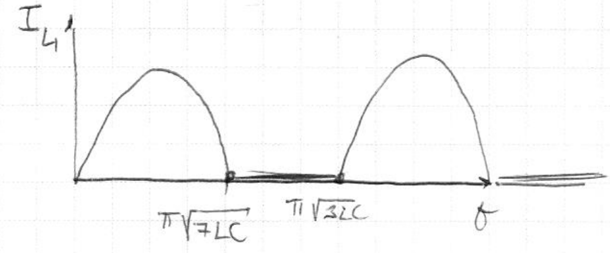
$\cancel{Q = \frac{m}{2}}$

$$\begin{cases} -mv\cos\alpha + Mu = Mu' + mv_1\cos\beta \\ \frac{mv^2}{2} + \frac{Mu^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{Mu'^2}{2} \end{cases}$$

$\cancel{\frac{1}{2u} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}v + v_1\cdot\frac{2\sqrt{2}}{3}}{v_1^2 - v_2^2}}$

$$\begin{cases} M(u-u') = m(\sqrt{3}v + v_1\cos\beta) \\ M(u-u')(u+u') = m(v_1^2 - v^2) \end{cases}$$





колебания для L_1: $\circlearrowright$ $\quad \mathcal{E} - 7L\frac{\Delta I}{\Delta t} = U_c = \frac{q}{C}$

$$-7LI'' = \frac{I}{C}$$

$$\Rightarrow I'' + I\cdot\frac{1}{7LC} = 0$$

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{7LC}} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{7LC}$$

Ток идет $\circlearrowleft$

$$-\mathcal{E} - 3L\frac{\Delta I}{\Delta t} = U_c$$

$$-3LI'' = \frac{I}{C} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{3LC}$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)