Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

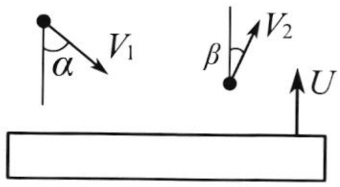
Класс 11

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.

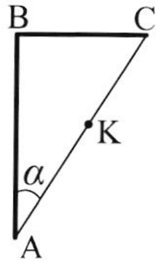
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится аргон, во втором – криптон, каждый газ в количестве $\nu = 3/5$ моль. Начальная температура аргона T_1 = 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?

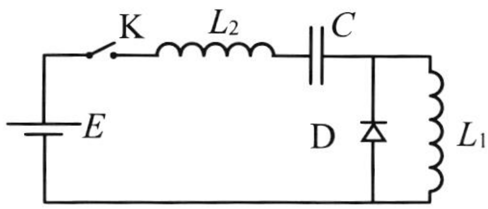
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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.

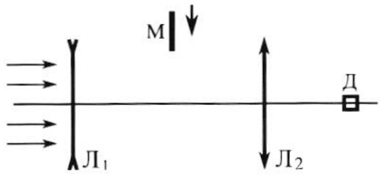


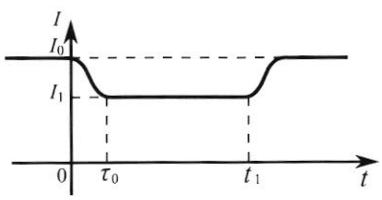
1) Найти период T этих колебаний.

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.

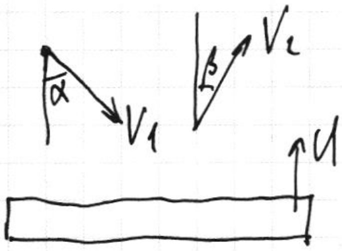
Известными считать величины F_0, D, τ_0.

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

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



Т.к. плита гладкая, горизонтальная компонента скорости сохраняется

$V_x = V_1 \sin\alpha = V_2 \sin\beta$

$$V_2 = V_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{2/3}{3/5} V_1 = \frac{10}{9} V_1 = 20 \text{ м/с}$$

Максимальное значение U соответствует абсолютно неупругому удару, когда шарик не отскочит, $U = V_2 \cos\beta = \frac{4}{5} V_2 = 16 \text{ м/с} = \frac{8}{9} V_1$

Минимальное значение соответствует абсолютно упругому удару:

дважды меняя ~~сн~~ СО получаем $V_2 \cos\beta = V_1 \cos\alpha + 2U$

$$U = \frac{1}{2}\left(\frac{4}{5} V_2 - \frac{\sqrt{5}}{3} V_1\right) = \frac{1}{2}\left(\frac{8}{9} V_1 - \frac{\sqrt{5}}{3} V_1\right) = \frac{8 - 3\sqrt{5}}{18} V_1 \approx \cancel{\overset{2,56}{1,28}} \text{ м/с } 1,28 \text{ м/с}$$

Ответ: 1) $V_2 = \frac{10}{9} V_1 = 20$ м/с

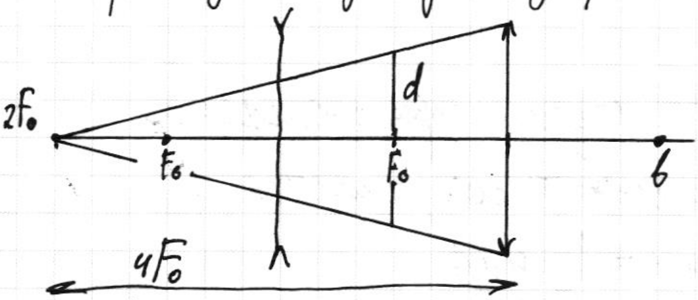
2) ~~1,28 2,56 м/с~~ $\approx \frac{8 - 3\sqrt{5}}{18} V_1 < U \leq \frac{10}{9} V_1 = 20$ м/с

1,28 м/с

№5

Будем считать, что всегда, когда мишень освещена полностью на нее приходит одинаков~~ое~~ая ~~кол-во~~ мощность светового потока

~~Собирающая~~ Рассеивающая линза дает изображение на расстоянии $2F_0$



$$\frac{1}{4F_0} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F_0}$$

$$\underline{b = \frac{4}{3}F_0}$$

$$\frac{d}{3F_0} = \frac{D}{4F_0} \qquad d = \frac{3}{4}D$$

r — радиус мишени

$$1 - \frac{I_1}{I_0} = \frac{\pi r^2}{\pi\left(\frac{d}{2}\right)^2} = 1 - \frac{7}{16}$$ отношение площадей мишени и сечения пучка лучей

$$r = \frac{3}{4}\,\frac{d}{2} = \frac{9}{32}\cancel{d}\,D$$

$$V = \frac{2r}{\tau_0} = \frac{9}{\cancel{32}\,16}\frac{D}{\tau_0}$$

$$t_1 - \tau_0 = \frac{d - 2r}{V} =$$

$$t_1 = \tau_0 + \frac{\cancel{32}\,16}{9}\frac{\tau_0}{D}\left(\frac{3}{4}D - \frac{9}{16}D\right) = \tau_0 + \frac{4}{3}\tau_0 - \tau_0 = \frac{4}{3}\tau_0$$

Ответ: 1) $b = \frac{4}{3}F_0$

2) $V = \frac{9}{16}\frac{D}{\tau_0}$

3) $t_1 = \frac{4}{3}\tau_0$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

№ 3

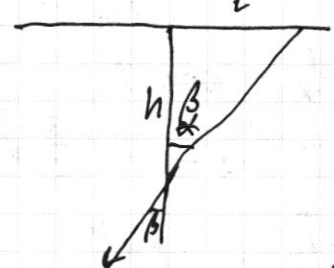
Рассмотрим поле создаваемое равномерно заряженным бесконечным тонким проводом (погонная плотность заряда λ)

~~по~~ по т. Гаусса

$$\frac{\lambda\, dl}{\varepsilon_0} = 2\pi r\, dl\, E_{пр}$$

$$E_{пр} = \frac{\lambda}{2\pi r \varepsilon_0}$$

Рассмотрим поле создаваемое бесконечной но в одном направлении прямоугольной пластины с зарядом σ



$$dE = \frac{\sigma\, dl}{2\pi \varepsilon_0 h/\cos\beta} \cdot \cos\beta$$

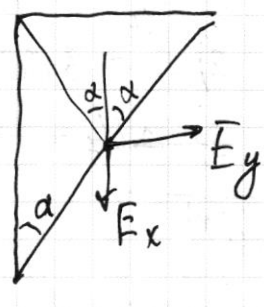
$$l = h\, tg\beta \qquad dl = \frac{h}{\cos^2\beta}\, d\beta$$

$$dE = \frac{\sigma\, d\beta}{2\pi \varepsilon_0}$$

$$E = \int_{-\alpha}^{\alpha} \frac{\sigma\, d\beta}{2\pi\varepsilon_0} = \frac{\sigma \alpha}{\pi \varepsilon_0} \quad (1)$$

1) Из принципа суперпозиции $E_x = E_y$

$E_\Sigma = \sqrt{2}\, E_x$ (треугольник равнобедр.)



$$\frac{E_\Sigma}{E_x} = \sqrt{2}$$

используем (1)

2) $E_x = \sigma \cdot \frac{\pi}{9} \frac{1}{\pi \varepsilon_0} = \frac{\sigma}{9\varepsilon_0}$

$E_y = \frac{2\sigma}{7} \frac{7\pi}{18} \frac{1}{\pi\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{9\varepsilon_0}$

т. K лежит на срединных перпендикулярах к AB и BC

$E_\Sigma = \frac{\sqrt{2}\,\sigma}{9\varepsilon_0}$

Ответ: 1) $\frac{E_\Sigma}{E_x} = \sqrt{2}$

2) $E_\Sigma = \frac{\sqrt{2}\,\sigma}{9\varepsilon_0}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 2

$$p = \frac{\nu R T_1}{V_1} = \frac{\nu R T_2}{V_2} \qquad \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{320}{400} = 0{,}8$$

$$Q_A = A_A + \Delta U_A \qquad Q_K = A_K + \Delta U_K$$

$$Q_A = -Q_K \qquad A_A = -A_K$$

$$\Delta U_A + \Delta U_K = \cancel{con}\ 0$$

$$\frac{3}{2}\nu R T_1 + \frac{3}{2}\nu R T_2 = 2\cdot\frac{3}{2}\nu R T_K = U_\Sigma = const$$ при любом положении поршня

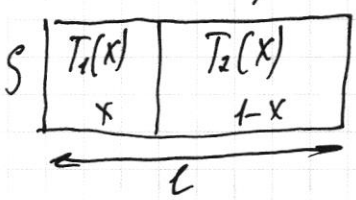
$$T_K = \frac{T_1 + T_2}{2} = 360 K$$

$$\Delta U_A = \frac{3}{2}\nu R (T_K - T_1) = \frac{3}{2}\cdot \overset{3/5}{\cancel{\frac{5}{3}}} \cdot 8{,}31\cdot 40 = \cancel{831\text{ Дж}} = 299\text{ Дж}$$

Ответ: 1) $\frac{V_1}{V_2} = 0{,}8$

2) $T_K = 360$ K

3) ~~$\Delta U_A = 831$ Дж~~



$$p = \frac{\nu R T_1}{x l S} = \frac{\nu R T_2}{(1-x) l S} \qquad \frac{3}{2}(\nu R T_1 + \nu R T_2) = U_\Sigma$$

$$\nu R T_1\left(\frac{1}{x} + \frac{1}{1-x}\right) = \frac{2U_\Sigma}{3(1-x)\cancel{lS}} \qquad \nu R T_2 = \frac{2}{3}U_\Sigma - \nu R T_1$$

$$\nu R T_1(x) = \frac{2}{3} U_\Sigma x = p(x) V = p(x)\cdot(x l S)$$

$$p(x) \equiv \frac{2U_\Sigma}{3lS} \equiv const$$

$$\cancel{A = \int_{x_0}^{x_K} p\,dV = \int_{x_0}^{x_K}}$$

$$\frac{x_0}{1-x_0} = 0{,}8 \Rightarrow x_0 = \frac{4}{9}, \quad x_K = 0{,}5$$

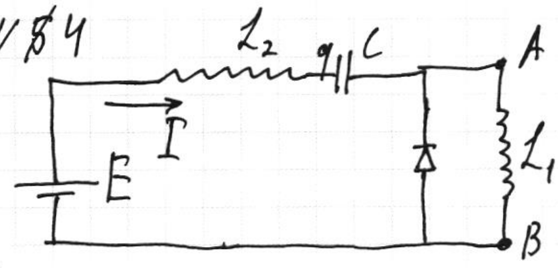
А работа на изобаре равна $A = p\Delta V = \frac{2U_\Sigma}{3lS}\, lS\left(\frac{1}{2} - \frac{4}{9}\right) = \frac{1}{27}U_\Sigma = \frac{1}{9}\nu R T_K$

$$Q = A + \Delta U_A = \frac{1}{9}\nu R T_K + \frac{3}{2}\nu R (T_K - T_1) = \frac{1}{9}\cdot\frac{3}{5}\cdot 8{,}31\cdot 360 + \frac{3}{2}\cdot\frac{3}{5}\cdot 8{,}31\cdot \overset{40}{\cancel{80}} = \overset{499}{\cancel{1030}}\text{ Дж}$$

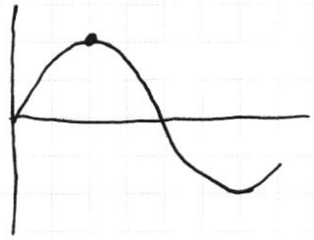
Ответ: 3) $Q = \overset{499}{\cancel{1030}}$ Дж

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ ~~5~~ 4



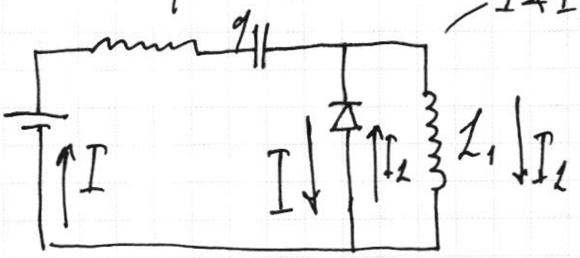
С начального момента времени ток колеблется по ~~синусоиде~~ синусу



Рассмотрим точку максимума тока:

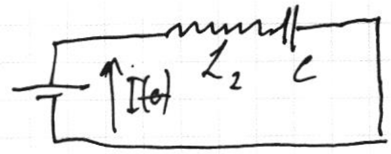
если после нее ток, через L_1 убывает, то $\varphi_B > \varphi_A$, но это невозможно, т.к. т A и B соединены через диод. Т.е. в любой момент времени ток через L_1 не убывает.

$I \leq I_2$



Перейдем к новому начальному моменту времени (первый максимум тока)

Если $I \leq I_2$ всегда, то „$L_1 + D$" можно заменить на перемычку



Допустим это можно сделать:

$I(0) = I_2$ — максимум, в полученном контуре ток колеблется по ~~синусоиде~~ косинусу,

т.е. ~~$I(t)$~~ действительно $I(t) \leq I_2$, предположение верно

$\frac{q}{C} + L_2 \frac{dI}{dt} = E$ $\quad \ddot{q} + \frac{q}{4LC} = \frac{E}{4L}$ $\quad T = 2\pi \cdot 2\sqrt{CL} = 4\pi\sqrt{LC}$

$q_{равн}$ CE $\quad$ ~~$q_{макс} = 2CE$~~ $\quad q_0 = 0$

ЗСЭ: $\frac{q_{равн}^2}{2C} + \frac{9LI_{макс}^2}{2} = E \cdot q_{равн}$ $\Rightarrow I_{макс} = I_{01} = I_{02} = \frac{E}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}$

Ответ: 1) $T = 4\pi\sqrt{CL}$, ~~2)~~ 2,3) $I_{01} = I_{02} = \frac{E}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}$

$\cancel{\mathcal{H}}$ $p = \frac{\nu R T_1}{V_1} = \frac{\nu R T_2}{V_2}$ 1 — аргон 2 — криптон

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{320}{400} = \frac{4}{5} = 0{,}8$$

$\cancel{2 \cdot \frac{3}{2}\nu R}$ $Q_A = A_A + \Delta U_A$ $Q_K = A_K + \Delta U_K$

$Q_A = - Q_K$ $A_A = - A_K$

$\Delta U_A + \Delta U_K = 0$ $U_\Sigma = const$

$\frac{3}{2}\nu R T_1 + \frac{3}{2}\nu R T_2 = \frac{3}{2}(2\nu) R T_K$ $T_K = \frac{T_1 + T_2}{2} = 200 + 160 = 360K$

$\frac{3}{2}\nu R T_1 + \frac{3}{2}\nu R T_2 = const = U_\Sigma$ $\Delta U_A = \frac{3}{2}\nu R (T_K - T_1) = \frac{3}{2}\nu R$

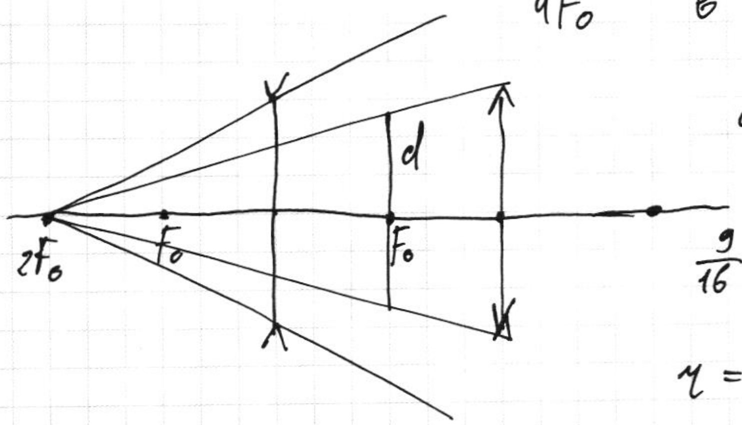
$\cancel{\frac{2}{3}U_\Sigma}$ $\cancel{2\nu R T_1 - U_\Sigma}$ $= \frac{3}{2}\frac{5}{3} \cdot 8{,}31 \cdot 40K = 831$ Дж

№3

$E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ $E_2 = \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2} = \sqrt{2}\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

№~~4~~5

$\frac{1}{4F_0} + \frac{1}{b} = \frac{1}{4F_0}$ $\underline{b = \frac{4}{3}F_0}$



$d = \frac{3}{4}D$ $\frac{I_1}{I_0} = \frac{7}{16}$

$\frac{9}{16} = 1 - \frac{I_1}{I_0} = \frac{S_M}{\pi\left(\frac{d}{2}\right)^2} = \frac{\pi r^2}{\pi\left(\frac{d}{2}\right)^2}$

$r = \frac{3}{4}\ \frac{d}{2} = \frac{9}{32}D$

$\cancel{x}\ \tau_0$ $\underline{V} = \frac{2r}{\tau_0} = \underline{\frac{9}{16}\frac{D}{\tau_0}}$

$t_1 - \tau_0 = \frac{d - 2r}{V}$

$\underline{t_1} = \tau_0 + \frac{16}{9}\frac{\tau_0}{D}\left(\frac{3}{4}D - \frac{9}{16}D\right) = \tau_0 + \frac{4}{3}\tau_0 - \tau_0 = \underline{\frac{4}{3}\tau_0}$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

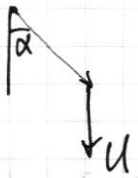
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



$V_x = V_1 \sin\alpha = \frac{2}{3}V_1$

$23 \cdot 23$: 69, 46, 529 $22 \cdot 22$: 44, 44, 484

$\cancel{V_2^2 = V_x^2 + V_y^2}$ $V_2 = V_x / \sin\beta = \frac{2/3}{3/5} V_x = \frac{10}{9}V_1$

$\underline{V_2 = \frac{10}{9}V_1 = 20 \text{ м/с}}$

$V_{1y} = V_1 \cos\alpha = V_1\sqrt{1-\frac{4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}V_1$

$V_{2y} = V_1 \cos\beta = V_2\sqrt{1-\frac{9}{25}} = \frac{4}{5}V_2$

$U < V_{2y} = \frac{4}{5}V_2$

$2{,}25 \cdot 2{,}25$: 1125, 450, 450, 5,0625 $2{,}24 \cdot 2{,}24$: 896, 448, 448, 5,0076

$\cancel{\frac{\pi}{9} - \frac{\pi}{9}}$

$V_{1y} + 2U = 2V_{2y}$ $\frac{V_{2y}-V_{1y}}{2} < U$ $\frac{1}{4} - \frac{1}{9} = \frac{9-4}{36} =$

$(V_{2y} - V_{1y})\frac{1}{2} < U < \frac{4}{5}V_2$ $\frac{1}{2}\left(\frac{4}{5}V_2 - \frac{\sqrt{5}}{3}V_1\right) < U < \frac{4}{5}V_2$

$\frac{1}{2}\left(\frac{8}{9}V_1 - \frac{\sqrt{5}}{3}V_1\right) < U < \frac{8}{9}V_1$

$2{,}24 \cdot 3 = 6{,}72$

$\frac{8-3\sqrt{5}}{18}V_1 < U < \frac{8}{9}V_1$ $\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{9} = \pi\left(\frac{9-2}{18}\right)$ 2,56

$8 - 6{,}72 = 1{,}28$

$\frac{8-3\sqrt{5}}{18} \approx 1{,}3 < U < 16$

Ответ: $V_2 = 20$ м/с

$\cancel{V_1}$ $1{,}28 \text{ м/с} = \frac{8-3\sqrt{5}}{18}V_1 < U < \frac{8}{9}V_1 = 16$ м/с

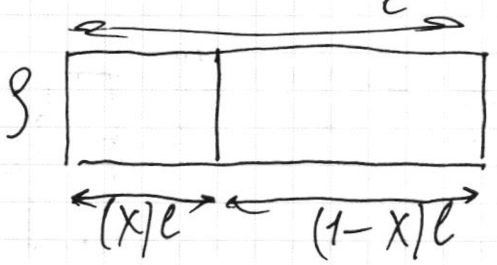
$2r = \frac{3}{4}d$ $d - 2r = \frac{1}{4}d$ $\frac{3}{2}\cdot 8{,}31 \cdot 40 =$ $8{,}31 \cdot 60 = 49860$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

V $\quad \cancel{1-x}\ \frac{T_1}{x} = \frac{T_2}{1-x} \quad p = \frac{\nu R T_1}{x l S} = \frac{\nu R T_2}{(1-x) l S}$

$Q = -A + \Delta U \quad dV = p\, l S\, dx$



$\cancel{2\nu}\ \frac{3}{2}\nu R T_1 + \frac{3}{2}\nu R T_2 = U_\Sigma$

$\nu R T_2 = \frac{2}{3} U_\Sigma - \nu R T_1$

$\frac{\nu R T_1}{x l S} - \frac{\frac{2}{3}U_\Sigma - \nu R T_1}{(1-x) l S} = 0$

$\nu R T_1 \left(\frac{1}{x \cancel{lS}} + \frac{1}{(1-x) l S}\right) = \frac{2 U_\Sigma}{3(1-x)\cancel{lS}}$

$pdV = \frac{\nu R T_1}{x \cancel{lS}} \cdot \cancel{lS}\, dx = \frac{2}{3} U_\Sigma\, dx$

$\nu R T_1 = \frac{2 U_\Sigma}{3\left(\frac{1-x}{x} + 1\right)} = \frac{2}{3}\, \frac{U_\Sigma x}{1}$

$A = \frac{2}{3} U_\Sigma$

$x_0 = 0,8 - 0,8 x_0$

$1,8 x_0 = 0,8$

$x_0 = \frac{4}{9}$

$\frac{1}{2} - \frac{4}{9} = \frac{9-8}{18} = \frac{1}{18}$

$\frac{T_1 + T_2}{2} - T_1 = \frac{T_2 - T_1}{2}$

$Q = \nu R\left(\frac{3}{2} T_K - \frac{3}{2} T_1 + \frac{1}{9} T_K\right) = \nu R\left(\frac{3T_2 + 3T_1}{4} - \frac{3}{2} T_1 + \frac{T_2 + T_1}{18}\right)$

$\frac{3}{4} + \frac{1}{18}$

$\frac{360}{3 \cdot 5} \cdot 8,31 = \frac{120}{5} \cdot 8,31 = 24 \cdot 8,31 = 124 \cdot 8,31$

$24 \cdot 831 \qquad 9 \cdot 4 = 36$

$60 \cdot 8,31$

831
124
~~2524~~
3324
1662
831
1030,44

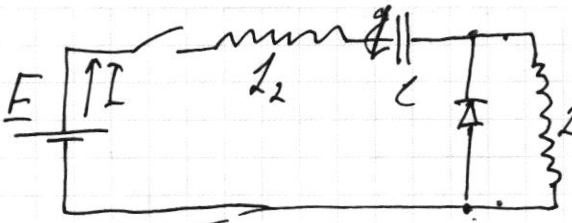
8,31
60
498,60

8,31
36
4986
2493
299,16

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4

$\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{9} = \frac{9\pi - 2\pi}{18} = \frac{7\pi}{18}$

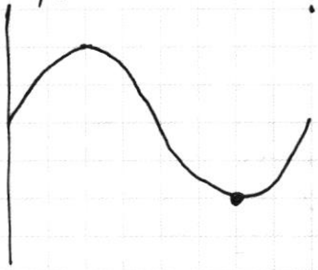


$q_p = CE$

$2^{16} \cdot \cancel{0{,}0}1 0{,}1^4$

$\frac{dI}{dt} > 0$

$6 \cdot 2{,}25 = 12 + 1{,}5 = 13{,}5$



$\frac{q}{C} + L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt} = E$

$9L\ddot{q} + \frac{q}{C} = E$

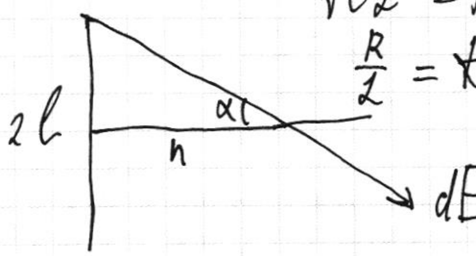
$\ddot{q} + \frac{q}{9LC} = \frac{E}{9L}$ $\quad T = 6\pi\sqrt{LC}$

$t_1 = \frac{T}{4} = \frac{3}{2}\pi\sqrt{LC}$ $\quad dE = \frac{\sigma\, dl}{2\pi\varepsilon_0 h}\cos\alpha$

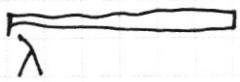
$\frac{q}{C} + L_2 \frac{dI}{dt} = E$ $\quad \sqrt{CL} = t^{a}$

$\frac{R}{L} = \frac{1}{t}$

$\ddot{q} + \frac{q}{4LC} = \frac{E}{4L}$ $\quad T = 4\pi\sqrt{LC}$



$E - L_2\frac{dI}{dt} - \frac{q}{C} > 0$



$dE = \frac{\sigma\, dl}{2\pi\varepsilon_0 h}\cos^2\alpha$ $\quad l = h\,\mathrm{tg}\,\alpha$

$dl = \frac{h}{\cos^2\alpha}d\alpha$ $\quad \frac{\lambda\, dl}{\varepsilon_0} = 2\pi r\, dl \cdot E_{ст}$

$= \frac{\sigma\, d\alpha}{2\pi\varepsilon_0}$ $\quad E_{ст} = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 r}$

$E = \frac{\sigma\, 2\alpha_0}{2\pi\varepsilon_0}$ $\quad E_x = E_y = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0 h}$ $\quad E_x = \frac{\sigma}{9\varepsilon_0}$

$E_y = \frac{2\sigma}{7}\frac{7\pi}{18}\frac{\sigma}{2\pi\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{9\varepsilon_0}$

$E = \frac{\sqrt{2}\,\sigma}{4\varepsilon_0}$ $\quad \frac{E}{E_x} = \sqrt{2}$

$E = \sqrt{2}\frac{\sigma}{9\varepsilon_0}$

$\frac{q^2}{2C} + \frac{9LI_{макс}^2}{2} = CE^2$

$\frac{9}{2}LI_{макс}^2 = \frac{1}{2}CE^2$ $\quad I_{макс}^2 = \frac{CE^2}{9L}$ $\quad I_{макс} = \frac{E}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}$