Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

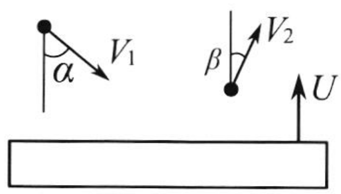
Класс 11

Вариант 11-03

Шифр

(заполняется секретарём)

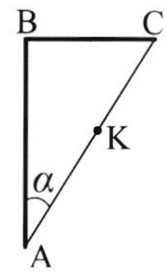
1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость $V_1 = 12$ м/с, направленную под углом $\alpha \left(\sin\alpha = \dfrac{1}{2} \right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты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

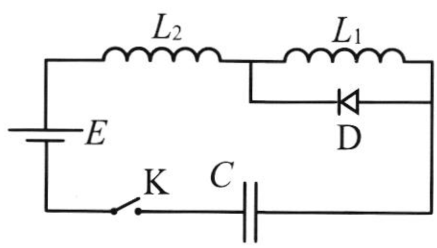
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится водород, во втором – азот, каждый газ в количестве $\nu = 6/7$ моль. Начальная температура водорода $T_1 = 350$ 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.



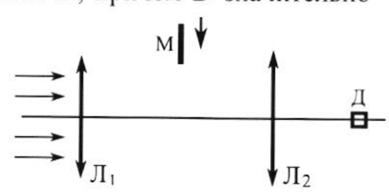
1) Пластина BC заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол $\alpha = \pi/4$. Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC, если пластину AB тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?
2) Пластины BC и AB заряжены положительно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

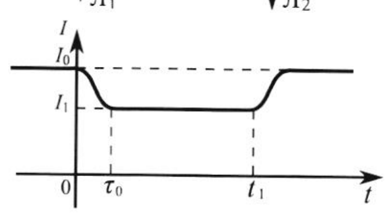
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 4L$, $L_2 = 3L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1.



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

Задача №1 Решение:

Дано:

$V_1 = 12$ м/с

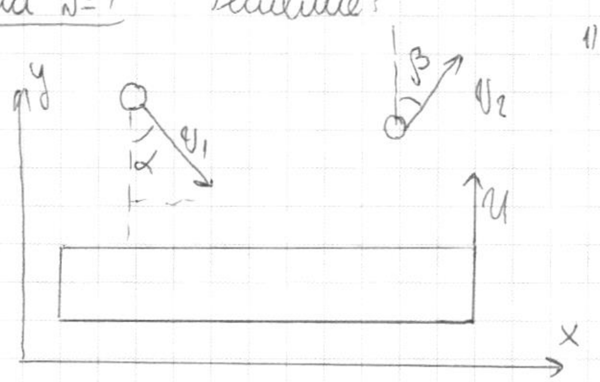
$\sin\alpha = \frac{1}{2}$

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

Найти:

1) V_2 - ?

2) U - ?



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

1) $\Sigma F_x = 0 \to P_x = const$

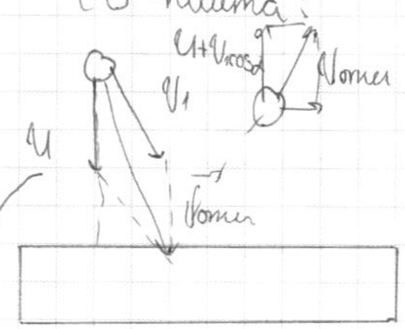
ЗСИ: $mV_1 \cdot \sin\alpha = mV_2 \cdot \sin\beta$

$V_2 = V_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{3}{2} V_1$

$\boxed{V_2 = 18 \frac{м}{с}}$

2) ~~При~~ Плита массивная $\to$ можно пренебречь изменением её скорости после удара

СО - плита:



Максимальная скорость шарика при ударе о плиту будет наблюдаться при абсолютно упругом ударе

$V^{max}_{~~отн~~\,y} = V_{0y} + 2U \to$ при неупругом ударе об плиту скорость шарика должна быть меньше скорости при ~~неупругом~~ упругом ударе, получим неравенство:

скорость после удара о плиту в её СО

$V_{отн\,y} = U + V_1\cos\alpha$

ЗСС: $\vec{V}_{абс\,y} = \vec{V}_{отн\,y} + \vec{V}_{пер\,y}$

скорость после удара в ЛСО

$V_{абс\,y} = U + U + V_1\cos\alpha$

$V_{абс\,y} = V_1\cos\alpha + 2U$

$\cancel{V^{max}_{отн\,y} \leq V_{0y} + 2U}$

$\cancel{V_1\cos\alpha \leq V_2\cos\beta + 2U}$

$\cancel{U \geq \frac{V_1\cos\alpha - V_2\cos\beta}{2}}$

$\cancel{U > \frac{V_1 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - V_2 \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3}}{2}}$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Задача №1

2) $U > \dfrac{\frac{\sqrt{3}}{2}v_1 + \frac{2\sqrt{2}}{3}v_2}{2}$ $\qquad U > \dfrac{\frac{\sqrt{3}}{2}v_1 + \frac{2\sqrt{2}}{3}\cdot\frac{3}{2}\cdot v_1}{2}$

$U > \dfrac{\frac{\sqrt{3}}{2}v_1 + \sqrt{2}v_1}{2} \to U > \left(\frac{\sqrt{3}}{4}+\frac{\sqrt{2}}{2}\right)v_1$

$U > \left(\frac{\sqrt{3}}{4}+\frac{\sqrt{2}}{2}\right)\cdot 12\frac{м}{с}$

$U > (3\sqrt{3}+6\sqrt{2})\frac{м}{с}$

Ответ: 1) $v_2 = 18\frac{м}{с}$ $\quad$ 2) $U > \left(\frac{\sqrt{3}}{4}+\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = \cancel{\sqrt{3}}(3\sqrt{3}+6\sqrt{2})\frac{м}{с}$

получим неравенство:

$v_{ky} < v_{0y} + 2U \to v_2\cos\beta < v_1\cos\alpha + 2U$

$\to U > \dfrac{v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha}{2} \to U > \dfrac{\frac{3}{2}\cdot\frac{2\sqrt{2}}{3}v_1 - v_1\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}}{2}$

$U > \left(\sqrt{2}-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\frac{v_1}{2} \to \boxed{U > \left(\frac{\sqrt{2}}{2}-\frac{\sqrt{3}}{4}\right)v_1 = (6\sqrt{2}-3\sqrt{3})\frac{м}{с}}$

Ответ: 1) $v_2 = 18\frac{м}{с}$ $\quad$ 2) $U > \left(\frac{\sqrt{2}}{2}-\frac{\sqrt{3}}{4}\right)v_1 = (6\sqrt{2}-3\sqrt{2})\frac{м}{с}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №3

Дано:

1) $\alpha = \frac{\pi}{4}$

$\sigma_{AB} = \sigma_{BC} = \sigma_0$

2) $\sigma_1 = 3\sigma$

$\sigma_2 = \sigma$

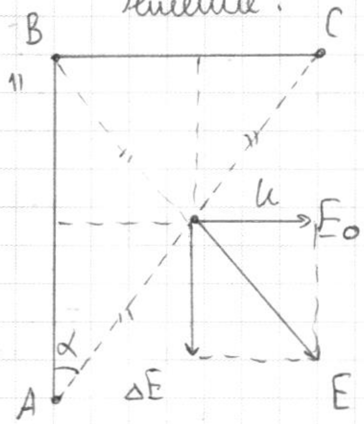
$\alpha = \frac{\pi}{5}$

Найти:

1) $\gamma = \frac{E_0}{E}$ - ?

2) E_1 - ?

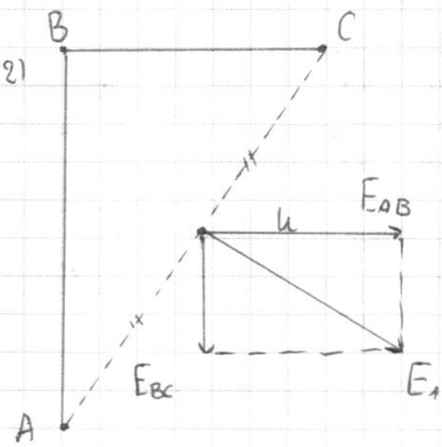
Решение:



$$E_0 = \frac{\sigma_0}{2\varepsilon_0} \qquad \Delta E = \frac{\sigma_0}{2\varepsilon_0}$$

$$E = \sqrt{E_0^2 + \Delta E^2} = \frac{\sqrt{2}\,\sigma_0}{2\varepsilon_0}$$

$$\gamma = \frac{E_0}{E} = \sqrt{2}$$



$$E_{AB} = \frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0} = \frac{3\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$E_{BC} = \frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$E_1 = \sqrt{\vec{E}_{AC}^{\,2} + \vec{E}_{BC}^{\,2}} = \frac{\sqrt{10}\,\sigma}{2\varepsilon_0}$$

Так как пластины бесконечные и заряжены равномерно $\to$ их напряжённость можно расчитать по формуле $E_п = \frac{\sigma_п}{2\varepsilon_0}$

Ответ: 1) $\gamma = \frac{E}{E_0} = \sqrt{2}$

2) $E_1 = \frac{\sqrt{10}\,\sigma}{2\varepsilon_0}$

Задача №2

Дано:

$\nu = 6/7$ моль

$T_1 = 350к$

$T_2 = 550к$

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

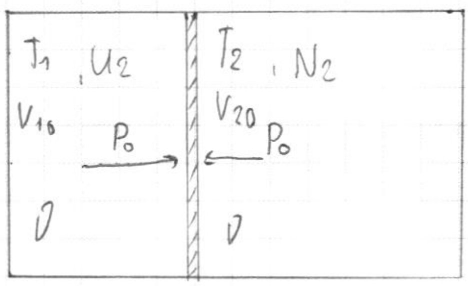
Найти:

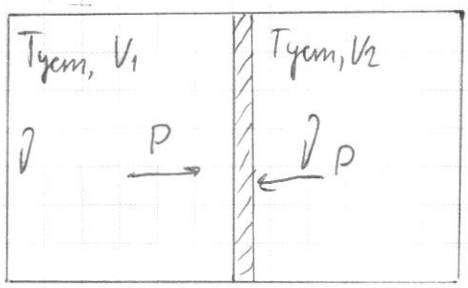
1) $\frac{V_{10}}{V_{20}}$ - ?

2) $T_{уст}$ - ?

3) Q - ?

Решение:





1) $\begin{cases} P_0V_{10} = \nu RT_1 \text{ ①} \\ P_0V_{20} = \nu RT_2 \text{ ④} \end{cases} \rightarrow \frac{V_{10}}{V_{20}} = \frac{T_1}{T_2}$

$$\boxed{\frac{V_{10}}{V_{20}} = \frac{350к}{550к} = \frac{35}{55} = \frac{7}{11}}$$

2) $\begin{cases} PV_1 = \nu RT_{уст} \text{ ②} \\ PV_2 = \nu RT_{уст} \text{ ③} \end{cases} \rightarrow V_1 = V_2 = \frac{1}{2}V_{общ}$

$$V_{10} = \frac{V_{10}+\cancel{V_{20}}}{V_{10}+V_{20}} V_{общ} = \frac{7/11}{7/11+1} V_{общ}$$

$$V_{10} = \frac{7}{18} V_{общ}$$

~~①②~~ : $T_{уст} = T_2 - \Delta T = T_1 + \Delta T \rightarrow 2T_{уст} = T_1 + T_2$

② + ③ : $P \cdot V_{общ} = \nu R(T_1 + T_2)$

① + ④ : $P_0 \cdot V_{общ} = \nu R(T_1 + T_2)$ $\rightarrow \boxed{P = P_0}$

$$\frac{②}{①} : \frac{PV_1}{P_0V_{10}} = \frac{\nu RT_{уст}}{\nu RT_1} \rightarrow \frac{\frac{1}{2}\cdot V_{общ}}{7/18 \cdot V_{общ}} = \frac{T_{уст}}{T_1} \rightarrow \boxed{T_{уст} = T_1 \cdot \frac{9}{7} = 450к}$$

3) Сосуд теплоизолирован, значит суммарная теплота полученная двумя газами равна 0. $A_{U2} = -A_{N2} = A$

~~Первое начало термодинамики для U_2 и N_2 соответственно:~~

$$\cancel{\begin{cases} Q_1 = \Delta U_1 \mp A \\ -Q_1 = \Delta U_2 \pm A \end{cases} \rightarrow Q_1 = \Delta U_1 + A}$$

$\Delta U_1 = C_v \cdot \nu \cdot (T_{уст} - T_1)$

~~Давление в сосуде не изменилось~~ $\rightarrow A = P(V_1 - V_{10})$

ЗСЭ:

$\Delta U_1 = Q_1$

$\downarrow$

$Q_1 = C_v \cdot \nu \cdot (T_{уст} - T_1)$

$Q_1 = \frac{5R}{2} \cdot \frac{6}{7} \cdot 100$ Дж

$$\boxed{Q_1 = \frac{15 \cdot 831}{7} = \cancel{175{,}5 Дж}\ 177 Дж}$$

Ответ:

1) $\frac{V_{10}}{V_{20}} = \frac{7}{11}$

2) $T_{уст} = \frac{9}{7}T_1 = 450к$

3) $Q = \frac{5R \cdot 6}{2 \cdot 7} = 177$ Дж

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №5

Дано:

$F_1 = 3F_0$

$F_2 = F_0$

$L = 2F_0$

$D \ll F_0$

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

$\cancel{v_0}\ c_0$

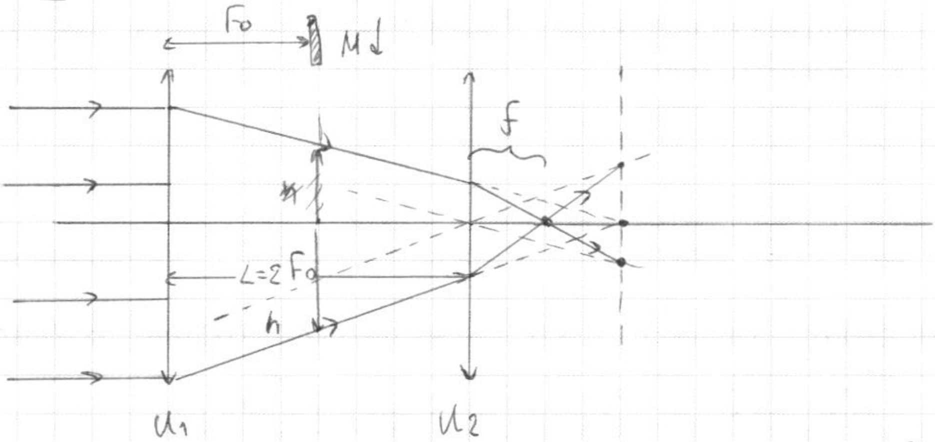
Найти:

1) f - ?

2) V - ?

3) t_1 - ?

Решение:



1) Линза Л1 фокусирует пучок в своём фокусе, но на пути хода лучей также стоит вторая линза Л2. Пучок лучей прошедший через линзу Л1 для линзы Л2 эквивалентен мнимому предмету, находящемуся на расстоянии F_0 от Л2

ФТЛ Л2: $\frac{1}{F_0} = -\frac{1}{F_0} + \frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{f} = \frac{2}{F_0} \rightarrow \boxed{f = \frac{F_0}{2}}$ ← расстояние м/ду Л2 и фотодетектором.

2) Пусть $I_0 = \alpha P_M$, P_M (мощность света) $\sim$ площади светового потока в плоскости движения мишени ($S_0 = \pi h^2$) из подобия → $\frac{h}{D/2} = \frac{2F_0}{3F_0} \rightarrow h = \frac{2}{3} \cdot D/2$

$h = \frac{D}{3}$

Пусть радиус мишени М – R, тогда (β - коэф пропорц. P_M и S)

$$\begin{cases} I_0 = \alpha \cdot \beta S \\ I_1 = \alpha \cdot \beta (S - \pi R^2) \end{cases} \quad \frac{I_0}{I_1} = \frac{S}{S - \pi R^2} \rightarrow \frac{9}{5}(S - \pi R^2) = S$$

Задача №5

2) $\pi R^2 = \frac{4}{5}S = \frac{4}{5}\pi\cdot h^2 \to R^2 = \frac{4}{5}h^2 \qquad R = \frac{2h}{\sqrt{5}} = \frac{2}{3}D\cdot\frac{\overset{2}{\cancel{8}}}{\sqrt{5}}$

Мишень заезжает в световой поток в течении времени τ_0

$$\boxed{V = \frac{2R}{\tau_0} = \frac{4D}{3\sqrt{5}\tau_0}} = \frac{8\sqrt{5}D}{15\tau_0}$$

3) t_1 – время в течении которого мишень полностью находится в световом потоке $+\tau_0$ (Время прохождения св. потока грани рамки)

$$\cancel{t_1 = \frac{2h-4R}{V} = \frac{2h-8\sqrt{5}h/5}{V} = \frac{10h-8\sqrt{5}h}{5V}}$$

$$\cancel{t_1 = \frac{h}{5V}(10-8\sqrt{5}) = \frac{D}{3}\cdot\frac{3\sqrt{5}\tau_0}{20D}(10-8\sqrt{5}) = \frac{\sqrt{5}}{20}\tau_0(10-8\sqrt{5})}$$

$$\cancel{t_1 = \tau_0\left(\frac{\sqrt{5}}{2}-\right.}$$

$$t_1 = \frac{2h-\cancel{2R}}{V} = \frac{4D}{3V} = \frac{\overset{1}{\cancel{4}}D\cdot\overset{5}{\cancel{15}}\tau_0}{\cancel{3}\cdot\underset{2}{\cancel{8}}\sqrt{5}D} = \frac{5\tau_0}{2\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{5}}{2}\tau_0$$

Ответ: 1) $f = \frac{F_0}{2}$ 2) $V = \frac{8\sqrt{5}D}{15\tau}$ 3) $t_1 = \frac{\sqrt{5}}{2}\tau_0$

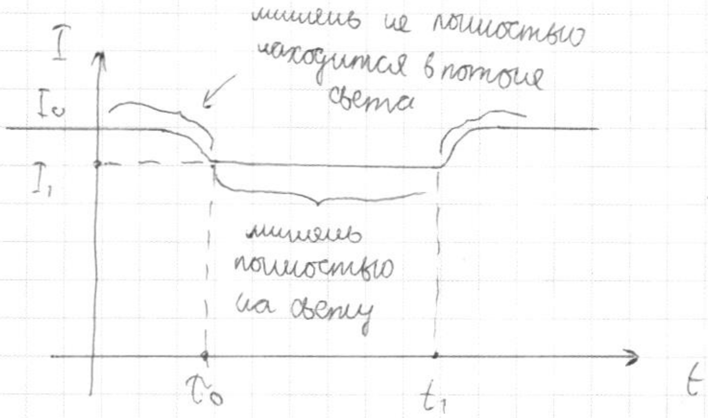
☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

Задача №5

2) $\frac{9}{5}(S-\pi R^2)=S \rightarrow \frac{9}{5}S-\frac{9}{5}\pi R^2=S \rightarrow \frac{9}{5}\pi R^2=\frac{4}{5}\pi h^2$

$R^2=\frac{4}{9}h^2 \rightarrow \boxed{R=\frac{2}{3}h}$



Мишень загорает в световой поток в течении времени τ_0

$\rightarrow \boxed{V=\frac{2R}{\tau_0}=\frac{4h}{3\tau_0}=\frac{4D}{9\tau_0}}$

3) t_1 – время в течении которого передний край рамки будет находиться на свету $\rightarrow t_1=\frac{2h}{V}=\frac{2D}{3}\cdot\frac{9\tau_0}{4D}=\frac{3}{2}\tau_0$ $\boxed{t_1=\frac{3}{2}\tau_0}$

Ответ: 1) $f=\frac{F_0}{2}$ 2) $V=\frac{4D}{9\tau_0}$ 3) $t_1=\frac{3}{2}\tau_0$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$h = \frac{1}{3}D$

$\frac{I_1}{I_0} = \frac{(S-\pi R^2)}{S} \rightarrow \frac{5}{9}S = S - \pi R^2 \rightarrow \pi R^2 = \frac{4}{9}S = \frac{4}{9}\pi h^2$

$\boxed{R = \frac{2}{3}h}$

$A\delta = \Delta W_L + \Delta W_C$

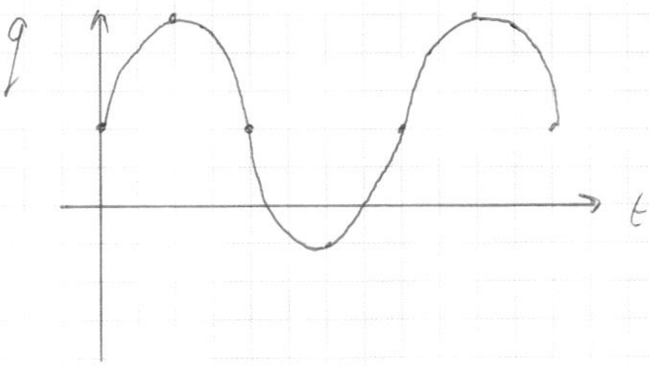
$\frac{I_0}{I_1} = \frac{\pi h^2}{\pi h^2 - \pi R^2} \rightarrow \frac{9}{5}\pi h^2 - \frac{9}{5}\pi R^2 = \pi h^2$

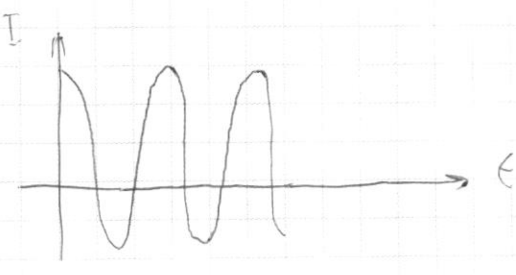
$\frac{9}{5}\pi R^2 = \frac{4}{5}\pi h^2$

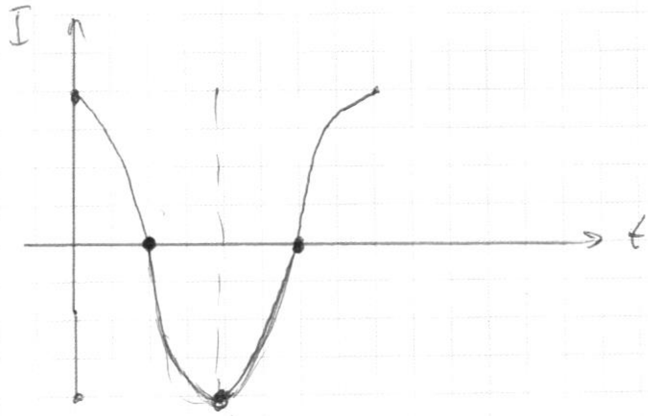
$R^2 = \frac{4}{9}h^2$

$\frac{1}{2}v_1 = \frac{1}{3}v_2$

$\rightarrow v_2 = \frac{3}{2}v_1$







☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №4

Дано:

$\mathcal{E}$

$L_1 = 4L$

$L_2 = 3L$

C

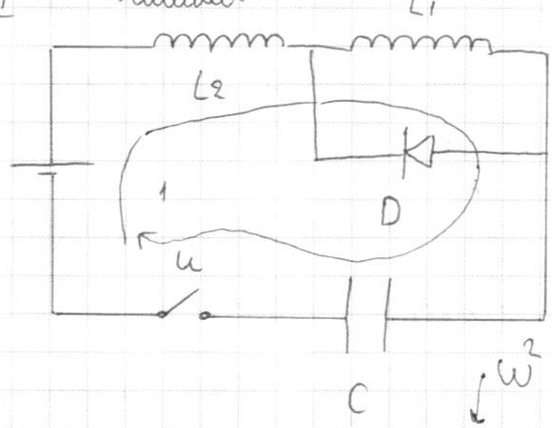
Найти:

1) T - ?

2) I_{m1} - ?

3) I_{m2} - ?

Решение:



1) $\mathcal{E} = U_{L2} + U_{L1} + U_C$

$\mathcal{E} = 3L \cdot I' + 4L \cdot I' + \frac{q}{C}$

$\mathcal{E} = 7LI' + \frac{q}{C}$

$\frac{\mathcal{E}}{7L} = q'' + \frac{1}{7CL} q$

$q_1 = q - C\mathcal{E}$

$q_1'' = q''$

$\rightarrow q_1'' + \underbrace{\frac{1}{7CL}}_{\omega^2}(\overbrace{q - C\mathcal{E}}^{q_1})$

~~$\varphi_0 = 0$, т.к. при $t=0$ $q=0$~~

$q_1 = A_0 \sin(\omega t + \varphi_0)$

$$\begin{cases} q = C\mathcal{E} + A_0 \sin(\omega t + \varphi_0) \\ I = A_0 \omega \cos(\omega t + \varphi_0) \end{cases}$$

~~$q = C\mathcal{E} + A_0 \sin(\omega t)$~~

~~$I = A_0 \omega \cos(\omega t)$~~

$\omega^2 = \frac{1}{7CL} = \frac{4\pi^2}{T^2} \rightarrow T_1 = \sqrt{4\pi^2 \cdot 7CL} = 2\pi\sqrt{7CL}$

период колебаний сразу после К, до изменения направления тока

$\boxed{T_1 = 2\pi\sqrt{7CL}}$ (В этот момент времени диод закрыт)

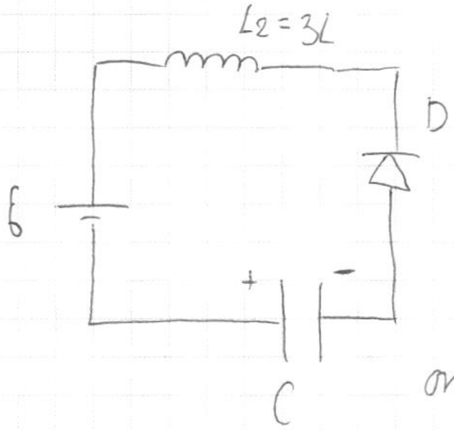
2) После времени $t = \frac{T_1}{4}$ ток меняет своё направление, из-за чего открывается диод D. Диод идеальный → при открытом диоде ток в катушке не меняется $U_L = 0 = I'L$ и остаётся равным нулю (диод идеальный)

Задача №24

2) Когда диод открыт ток ~~в цепи колеблется с периодом~~ через L_1 не течёт
~~(диод как бы отключен)~~

~~$T_2 = 2\pi\sqrt{3LC}$~~

$\cancel{\mathcal{E}} =$ $T_2 = 2\pi\sqrt{3CL}$



В таком состоянии цепь находится в течении $\tau = \frac{T_2}{2}$

После этого цепь вернется в состояние, описанное в пункте 1 и проведёт в нем $t = \frac{T_1}{4}$ до возвращения в исходное состояние $\rightarrow$ $\boxed{T = \frac{T_1 + T_2}{2} = \pi\sqrt{CL}(\sqrt{7}+\sqrt{3})}$

3) Максимальный ток через катушку L_1 будет когда диод закрыт и $I' = 0 \rightarrow U_L = 0 = I'L$; (для второй катушки условия аналогичны, они в одной ветви) $\rightarrow \mathcal{E} = U_C$

ЗСЭ: $A_Б = \Delta W_C + \Delta W_L$

$C\mathcal{E}^2 \frac{\cancel{\mathcal{E}^2}}{\cancel{C}} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{7LI_{max}^2}{2} \rightarrow 7LI_{max}^2 = C\mathcal{E}^2 \rightarrow \boxed{I_{max1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{7L}}}$

4) ~~Максимальн~~ Найдём максимальный ток, когда диод открыт: $I' = 0 \rightarrow U_L = I'L_2 = 0 \rightarrow \mathcal{E} = U_C$

ЗСЭ: $A_Б = \Delta W_C^{\,0} + \Delta W_L$

$2C\mathcal{E}^2 = \frac{L_2 \cdot I_2^2}{2} \rightarrow I_2 = \sqrt{\frac{4C\mathcal{E}^2}{L_2}}$

$I_2 = 2\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}} > I_{max1}$

колебания в цепи с открытым диодом начинаются ~~с его заряда~~ конденсатором заряженным до $-\mathcal{E}$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача № 4

4) $I_2 = 2\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}} > I_{max1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{7L}} \to \boxed{I_{m2} = 2\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}}$

$\boxed{I_{m1} = I_{max1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{7L}}}$

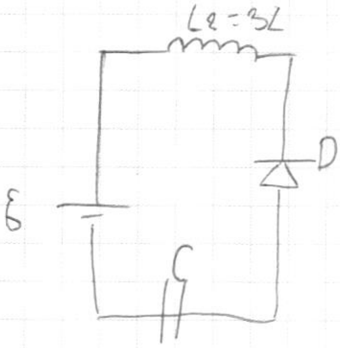
4) Найдем максимальный ток через $L_2 = 3L$, когда диод ~~отк~~ открыт.

ЗСЭ: $A_Б = \Delta W_C$

$\underbrace{\mathcal{E}q = \frac{q^2}{2C} \to \boxed{q = 2C\mathcal{E}}}_{\text{для закрытого диода}}$

С этим зарядом конденсатор „попадет" в цепь с открытым диодом

ЗСЭ:



Макс ток при $I' = 0 \to U_{L2} = 0$

$\to \mathcal{E} = \frac{q}{C} \to q = C\mathcal{E}$ ← заряд когда ток максимален

ЗСЭ: $A_Б = \Delta W_k + \Delta W_C$

$$-C\mathcal{E}^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{4C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{L_2 I_{max2}^2}{2}$$

$$-2C\mathcal{E}^2 = C\mathcal{E}^2 - 4C\mathcal{E}^2 + \frac{L_2 I_{max}^2}{\cancel{2}} \to \frac{L_2 I_{max}^2}{\cancel{2}} = C\mathcal{E}^2$$

$$I_{max}^2 = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{3L}} \to I_{max2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}} > I_{max1} \to \boxed{I_{m2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}}$$

$\boxed{I_{m1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{7L}}}$

Ответ:
1) $T = \pi\sqrt{CL}(\sqrt{7} + \sqrt{3})$
2) $I_{m1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{7L}}$
3) $I_{m2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$

$$\begin{cases} P_1(V_1+\Delta V) = \nu R(T_1+\Delta T) \\ P_2(V_2-\Delta V) = \nu R(T_2-\Delta T) \end{cases} \to \cancel{P_1V_1}$$

$$\frac{15R}{7}\cdot 100$$

831 : 7 = 10,

831 : 7 = 11,7

$$\frac{15\cdot 831}{7}$$

831 : 7 = 11,8

$11{,}7 \times 15 = 175{,}5$

$\cancel{5R\,6}$

$$\frac{15}{7}\cdot 831$$

$$\frac{5R}{2}\cdot\frac{6}{7}$$

$15\cdot 11{,}7$

$$\frac{5\cdot 3R\cdot 100}{7}$$

11,8

$$\frac{15\cdot 831}{7}$$

$11{,}8 \times 15 = 177{,}0$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

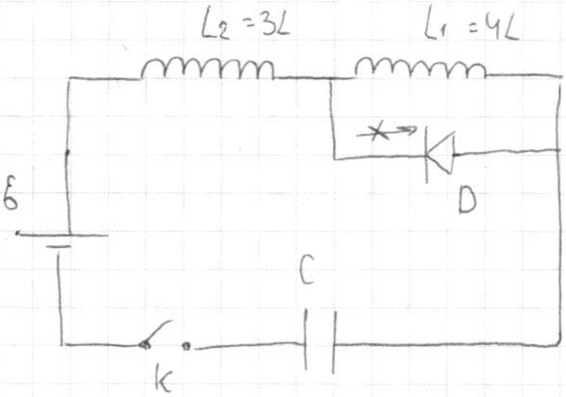
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$T_{уст} = T_2 - \Delta T = T_1 + \Delta T$



$\mathcal{E} = U_{L2} + U_{L1} + U_C$

$\mathcal{E} = 7L\frac{dI}{dt} + \frac{q}{C}$

$\mathcal{E} = 7L\ddot{q} + \frac{q}{C}$

$\frac{\mathcal{E}}{7L} = \ddot{q} + \frac{q}{7LC}$

$q_1 = q - C\mathcal{E}$

$\ddot{q}_1 = \ddot{q}$

$0 = \ddot{q} + \frac{1}{7LC}(q - C\mathcal{E})$

$0 = \ddot{q}_1 + \frac{1}{7LC}\cdot q_1$

ω^2

$\frac{9}{5}(S - \pi R^2) = S$

$\frac{4}{5}S = \pi R^2$

$\frac{4}{5}\pi h^2 = \pi R^2$

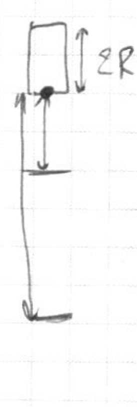
$R = h\sqrt{\frac{4}{5}}$

$R = \frac{2D}{3}\sqrt{\frac{4}{5}} = \frac{4\sqrt{5}D}{15}$

$q_1 = A_0 \sin(\omega t + \varphi_0)$

$q = C\mathcal{E} + A_0\sin(\omega t + \varphi_0)$ при

$v = \frac{2R}{\tau_0} = \frac{8\sqrt{5}D}{15\tau_0}$

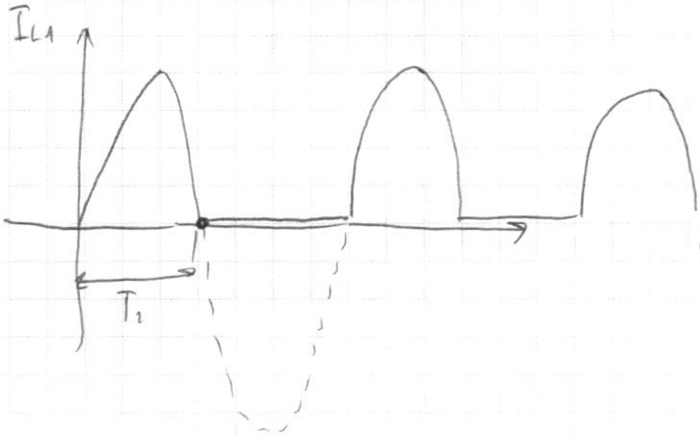


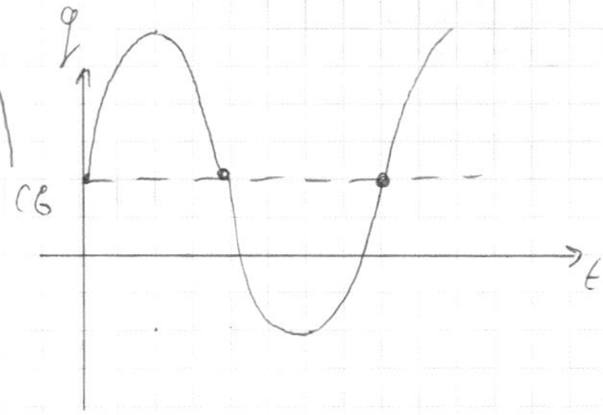
☑ черновик ☐ чистовик

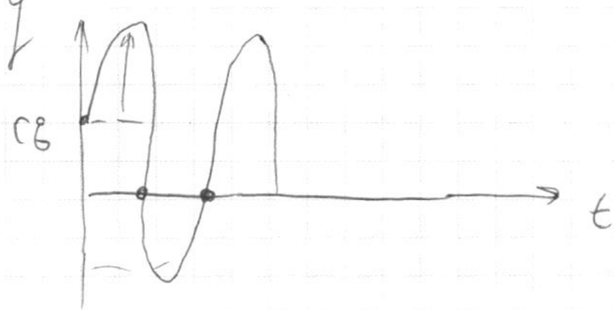
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)







Неупругий удар – ЗСЭ не выполн.

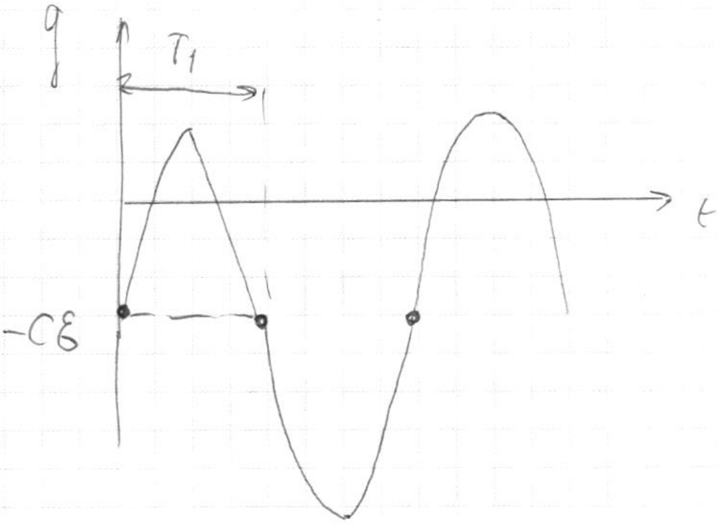
$\sqrt{\frac{(9+1)6}{4\varepsilon_0^2}}$

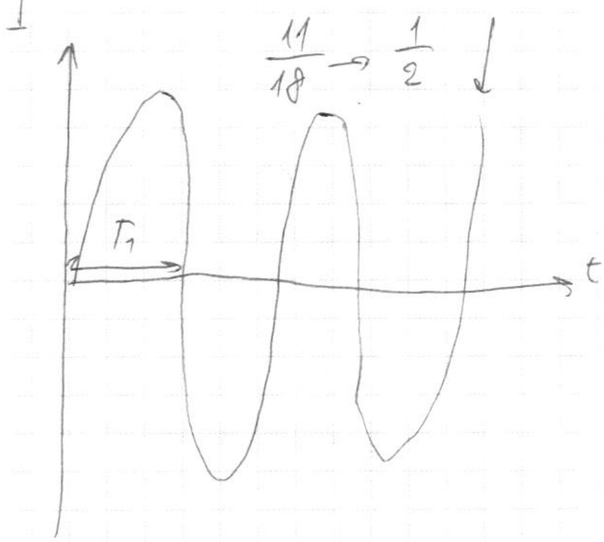
ЗСИ выполн.

$\frac{\sqrt{10}}{2} = \frac{\sqrt{5}}{2}$

$\frac{7}{18} \to \frac{1}{2} \uparrow$

$\frac{11}{18} \to \frac{1}{2} \downarrow$





Поршень медленно двигается

→ в любой момент времени $P_1 = P_2$

$P = \nu R \frac{T\uparrow}{V\downarrow}$

$P_1 = \nu R \frac{T_1}{V_1}$ $\quad P_1' = \nu R \left(\frac{T_1}{V_1}\right)'$

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

$2\frac{h}{D} = \frac{2}{3} \to$