

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

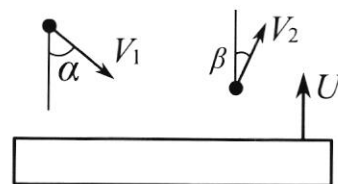
Класс 11

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 α ($\sin \alpha = \frac{1}{2}$) к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2 , составляющей угол β ($\sin \beta = \frac{1}{3}$) с вертикалью.

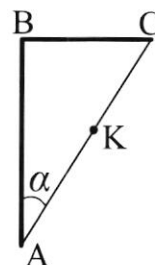


- 1) Найти скорость V_2 .
 - 2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.
- Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

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).

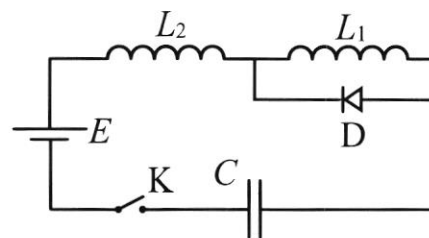
- 1) Найти отношение начальных объемов водорода и азота.
- 2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
- 3) Какое количество теплоты передал азот водороду?

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



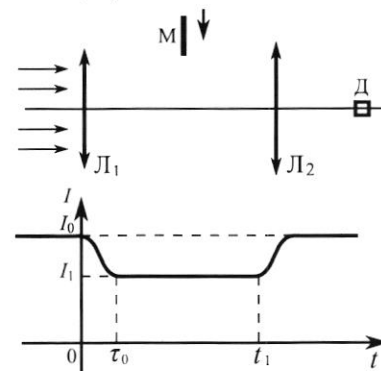
- 1) Пластина ВС заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол $\alpha = \pi/4$. Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС, если пластину АВ тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?
- 2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 3\sigma$, $\sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/5$. 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 $L_1 = 4L$, $L_2 = 3L$, 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 L_1 и L_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 L_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 L_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 L_2 и фотодетектором.
- 2) Определить скорость V движения мишени. 3) Определить t_1 .

Известными считать величины F_0 , D , τ_0 .

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

Дано:

$$v_1 = 12 \frac{m}{c}$$

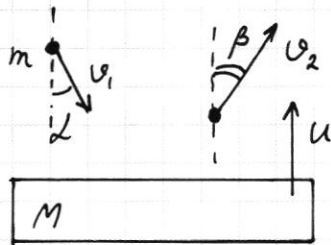
$$\sin \alpha = 0,5$$

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

1) $v_2 = ?$

2) $u = ?$

Решение:



1) $M \gg m$ по условию

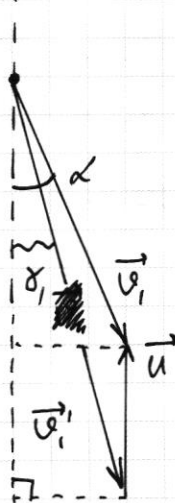
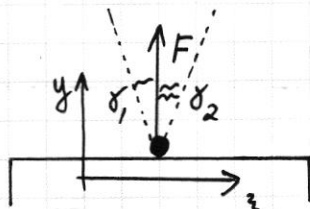
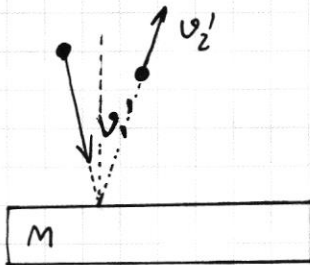
Массивную плиту можно считать ИСО, т.к. изменили её скорости после взаимодействия с шариком можно пренебречь

2) в ИСО, связанной с "M":

$$\vec{v}_1 = \vec{v}_1' + \vec{u}$$

v_1' - скорость "m" до столкновения в СО плиты.

v_2' - скорость "m" после столкновения в СО плиты.



Во время взаимодействия действует сила F , направленная перпендикулярно к поверхности ($\mu = 0 \Rightarrow F_{\text{тр}} = 0$)

берем ЗСМ по оси ξ :

$$v_1' \cdot \sin \delta_1 = v_2' \cdot \sin \delta_2$$

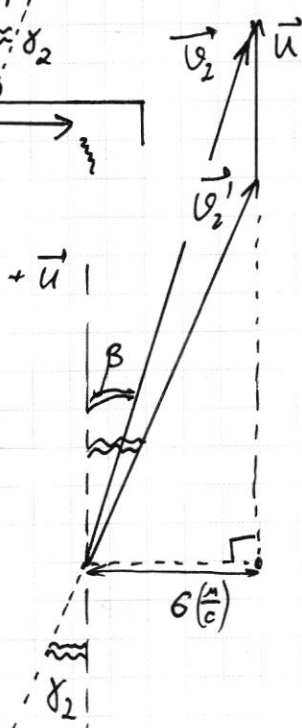
3) в СО Земли:

$$v_1 \cdot \sin \alpha = v_2 \cdot \sin \beta$$

т.к. $v_1' \sin \delta_1 = v_1 \sin \alpha$

$$v_2' \sin \delta_2 = v_2 \sin \beta$$

- $v_1' > v_1$
- $v_2' < v_2$



~~НЕ НАЗНАЧ~~

$$v_2 = v_1 \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

$$v_2 = 12 \cdot \frac{0,5}{\frac{1}{3}} \frac{m}{c} = 18 \frac{m}{c}$$

4) Из треугольников скоростей следует:

$$\begin{cases} v_2' \sin \delta_2 = v_2 \sin \beta = v_1' \sin \delta_1 & (1) \\ v_2' \cos \delta_2 + u = v_2 \cos \beta & (2) \\ v_1' \sin \delta_1 = v_1 \sin \alpha = v_2' \sin \delta_2 & (3) \\ v_1' \cos \delta_1 = u + v_1 \cos \alpha & (4) \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \cos \alpha &= \frac{\sqrt{3}}{2} \\ \cos \beta &= \frac{2\sqrt{2}}{3} \\ \sin \alpha &= \frac{1}{2} \\ \sin \beta &= \frac{1}{3} \end{aligned}$$

$$v_2' \cos \delta_2 = \sqrt{v_2'^2 - (v_2' \sin \delta_2)^2} = v_2' \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \delta_2}$$

$$\begin{aligned} (4): u &= v_1' \cos \delta_1 - v_1 \cos \alpha \\ u &= v_1' \cos \delta_1 - 6\sqrt{3} \end{aligned}$$

$$(2): u = 12\sqrt{2} - v_2' \cos \delta_2$$

мысли в меру
граду ст m 630-
уножен
сбаланс
M.

$$m(v_2' \cos \delta_2 + v_1' \cos \delta_1) = Fat$$

$$\begin{aligned} v_1 &\geq 12 \\ v_2 &< 18 \end{aligned}$$

$$v_1' = v_2' \cdot \frac{\sin \delta_2}{\sin \delta_1}$$

в СО "M" берем ЗСЭ:

$$A_F = 0, \text{ тогда: } \frac{m(v_1')^2}{2} = \frac{m(v_2')^2}{2} + Q$$

в СО земли:

$$Q = \frac{m}{2} ((v_1')^2 - (v_2')^2) \quad (Q < 0)$$

$$A_F = Fat \cdot u, \text{ тогда: } \frac{Mu^2}{2} + \frac{mv_1'^2}{2} = \frac{mv_2'^2}{2} + \frac{Mu^2}{2} + Q$$

но по 3 ЗК сила F действовала и на M, т.е.
где система m+M

$$A_F = 0$$

$$\frac{mv_1'^2}{2} = \frac{mv_2'^2}{2} + Q$$

$$Q = \frac{m(v_1'^2 - v_2'^2)}{2} = \frac{m((v_1')^2 - (v_2')^2)}{2}$$

$$v_1'^2 + (v_2')^2 = (v_1')^2 + (v_2')^2$$

• из треугольников скоростей:

в СО земли M берем ЗСЭ:

$$\frac{m(v_1')^2}{2} = \frac{m(v_2')^2}{2} \quad A_F = 0 \quad (S=0)$$

$$\hookrightarrow v_1' = v_2'$$

$$v_1 \cos \alpha + u = v_2 \cos \beta - u$$

$$2u = v_2 \cos \beta - v_1 \cos \alpha$$

$$u = \frac{v_2 \cos \beta - v_1 \cos \alpha}{2} = \frac{18 \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3} - 12 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{2} \frac{м}{с} = \frac{12\sqrt{2} - 6\sqrt{3}}{2} \frac{м}{с} = 3,24 \frac{м}{с}$$

Ответ: 1) $v_2 = 18 \frac{м}{с}$,
2) $u \approx 3,24 \frac{м}{с}$.

$$\begin{aligned} \cos \beta &= \frac{2\sqrt{2}}{3} & \sin \beta &= \frac{1}{3} \\ \cos \alpha &= \frac{\sqrt{3}}{2} & \sin \alpha &= \frac{1}{2} \end{aligned}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

Дано:

- поршень про- водит тепло
- сосуд теплоизо- лирован

$\mu = 0$ N_2, N_2
 $\nu = \frac{6}{7}$ моль

$T_1 = 350$ К

$T_2 = 550$ К

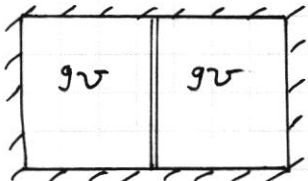
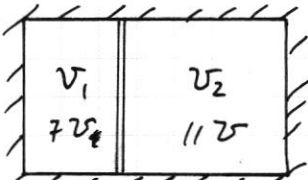
$C_V = \frac{5R}{2}$, $i = 5$

$R = 8,31$ Дж/моль·К

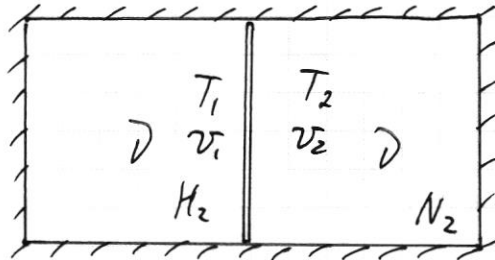
1) $\nu_1 : \nu_2 = ?$

2) $T = ?$

3) $Q = ?$



Решение:



1) в любой момент времени $P_1 = P_2$

$P\nu_1 = \nu R T_1$

$P\nu_2 = \nu R T_2$

$\frac{P\nu_1}{P\nu_2} = \frac{\nu R T_1}{\nu R T_2}$

$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{7}{11}$

2) $T_2 > T_1$, $T_2 > T > T_1$

↓

азот будет отдавать тепло водороду.

водород расширяется и совершает положи- тельную работу (A)

$P\nu_2 \neq \nu R T_2$ ↓

объём азота ↓

↓

азот соверш. отрицат. работу (-A)

ΔU_2 - изменение внутр. энергии N_2
 ΔU_1 - N_2 соответственно.

$\Delta U_2 + (-A) = -Q_2$

$\Delta U_1 + A = +Q_2$

$\Delta U_2 + \Delta U_1 = 0$

$\Delta U_2 = \frac{5}{2} \nu R (T - T_2)$

$\Delta U_1 = \frac{5}{2} \nu R (T_1 - T)$

$(T - T_2) + (T - T_1) = 0$

$2T = T_1 + T_2$

$T = \frac{T_1 + T_2}{2} = 450$ К

3) $Q_2 = Q$

пусть $\nu_1 = 7\nu$, тогда $\nu_2 = 11\nu$

при ↑ объёма N_2 на $\Delta\nu$ объём N_2 ↓ на $\Delta\nu$
пусть давление в этот момент у N_2 и N_2 равно P' , $\Delta U_1' = -\Delta U_2'$ в любой момент вре- мени ($\Delta U_1'$ - изм. вн. энер- гии при измен. объ-

$P'(\nu_1 + \Delta\nu) = \nu R (T_1 + \Delta T)$

ема на ΔV)

т.е. в любой момент времени изменение температуры одно и то же (по модулю)

$$\frac{5}{2} \nu R \Delta T_1 = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_2 \quad \begin{pmatrix} \Delta T_1 > 0 \\ \Delta T_2 > 0 \end{pmatrix}$$

$$\Delta T_1 = \Delta T_2 = \Delta T$$

$$\begin{cases} \nu R (T_1 + \Delta T) = P' (V_1 + \Delta V) \\ P' (V_2 - \Delta V) = \nu R (T_2 - \Delta T) \end{cases}$$

$$P' (V_2 - \Delta V + \Delta V + V_1) = \nu R (T_2 - \Delta T + T_1 + \Delta T)$$

$$P' (V_1 + V_2) = \nu R (T_1 + T_2)$$

$$P' (V_1 + V_2) = P V_1 + P V_2$$

$$P' (V_1 + V_2) = P (V_1 + V_2)$$

$P' = P \Rightarrow$ процесс изобарный.

тогда $A = P \Delta V_0$ (ΔV_0 - изменение объема N_2 за всё время)

$$A = P \Delta V_0 = \nu R (T - T_1)$$

$$Q = \frac{5}{2} \nu R (T - T_1) + \nu R (T_1 - T_1) = \frac{7}{2} \nu R (T - T_1) = 2493 \text{ Дж.}$$

Ответ: 1) $V_1 : V_2 = 7 : 11 = P_1 : P_2$

2) $T = \frac{T_1 + T_2}{2} = 450 \text{ К}$

3) $Q = \frac{7}{2} \nu R (T_2 - T_1) \cdot \frac{1}{2} = 2493 \text{ Дж.}$

N3

Дано:

$\angle = 45^\circ$

$\angle ABC = 90^\circ$

BC заземлена

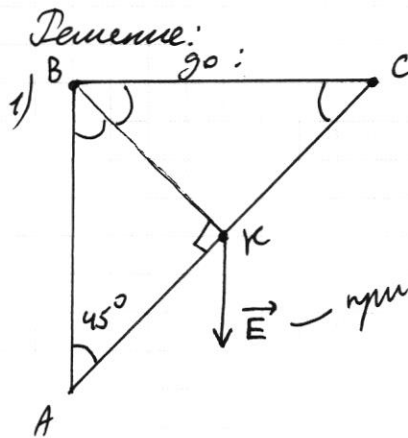
1) $\frac{E_0}{E_0} = ?$

2) $\epsilon_1 = 3 \epsilon$ (BC)

$\epsilon_2 = \epsilon$ (AB)

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

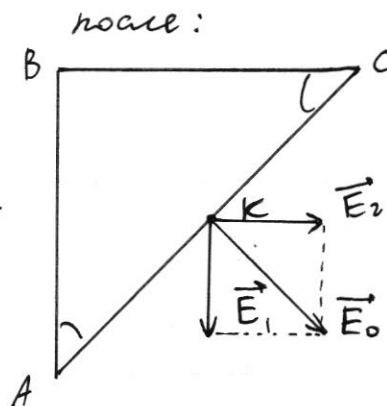
$E_\infty = ?$



BC - бесконечная плоская пластинка, тогда пусть ϵ_0 - поверхностная плотность заряда.

$E = \frac{|\epsilon_0|}{2\epsilon_0}$

знак поверхности стной по плоскости заряда пластинки AB не важен. пусть $\epsilon_{AB} = \epsilon_0$



$|\vec{E}_1| = |\vec{E}_2| = E$

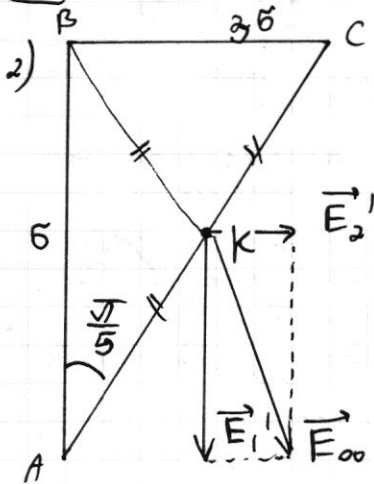
из принципа суперпозиции:

$\vec{E}_0 = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$E_0 = \sqrt{2}E = \frac{\sqrt{2}|\sigma_0|}{2\epsilon_0}$$

$$\left(\frac{E_0}{E} = \sqrt{2}\right)$$



$$E_1' = \frac{3b}{2\epsilon_0}$$

$$E_2' = \frac{b}{2\epsilon_0}$$

$$\vec{E}_{00} = \vec{E}_1' + \vec{E}_2'$$

$$E_{00}^2 = (E_1')^2 + (E_2')^2$$

$$E_{00} = \sqrt{\frac{9(b)^2}{(2\epsilon_0)^2} + \frac{(b)^2}{(2\epsilon_0)^2}} =$$

$$= \frac{b}{2\epsilon_0} \cdot \sqrt{10}$$

т.к. по условию
пластинки бесконеч-
ные, равномернозаря-
женные, то
вектор напряженности
в любой точке один
и тот же (по
направлению и ве-
личине)

Ответ: 1) $\frac{E_0}{E} = \sqrt{2}$;
2) $E_{00} = \frac{b}{2\epsilon_0} \sqrt{10}$.

N4

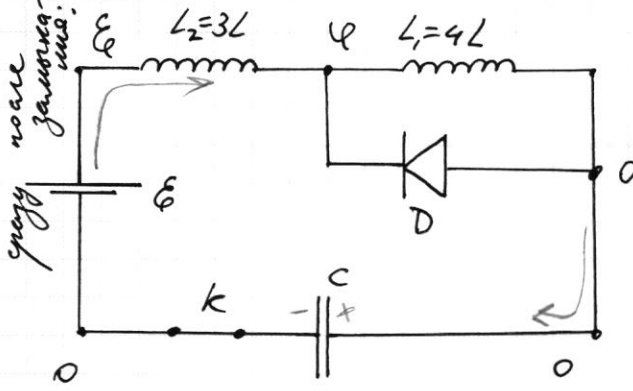
Дано:

$\mathcal{E}, L_1 = 4L,$
 $L_2 = 3L, C,$
 $D, q_0 = 0,$
 $I_0 = 0,$

колебание тока
 в L_1

- 1) $T = ?$
- 2) $I_{m1} = ?$
- 3) $I_{m2} = ?$

Решение:



$$\frac{3}{4} = \frac{\mathcal{E} - \varphi}{\varphi}$$

$$3\varphi = 4\mathcal{E} - 4\varphi$$

$$7\varphi = 4\mathcal{E}$$

$$\varphi = \frac{4}{7}\mathcal{E}$$

1) рассмотрим
 через сразу после
 замыкания
 ключа К:

• ток в любой момент
 времени t
 в цепи одинаков

$$\begin{cases} 3L \frac{dI}{dt} = \mathcal{E} - \varphi \\ 4L \frac{dI}{dt} = \varphi \end{cases}$$

вначале ток в цепи
 равен нулю
 через небольшой мо-
 мент времени

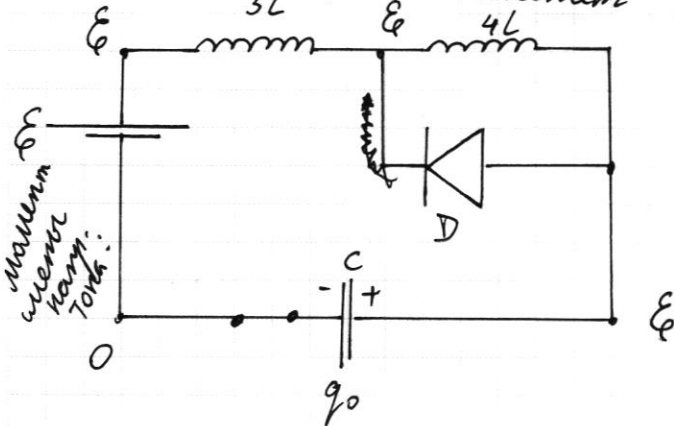
ток пойдет через
 обе катушки сумм-
 ренно, конденсатор
 почти замкнется

~~через некоторое время~~

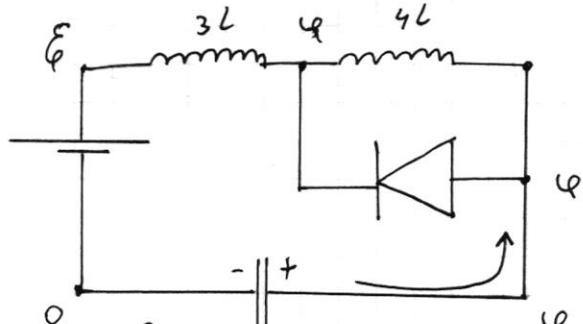
через некоторое время
 ток пойдет

свое направление

$$q_0 = \mathcal{E}C$$



момент перед
 самым началом
 течения тока:
 $I = 0$

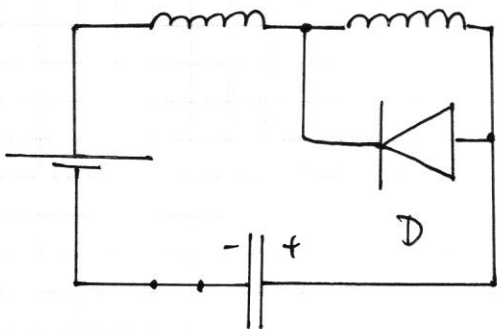


$$U_{L_1} = 0$$

т.е. изменение силы
 тока в L_1 больше не
 происходит (пока ток бе-
 жит через диод)

$$t_2 = \frac{2\pi\sqrt{3LC}}{2} = \pi\sqrt{3LC}$$

- время, когда заряды пере-
 бегут с конденсатора так,
 что снова изменит напр. и т.д.
 на стр. N² 9)



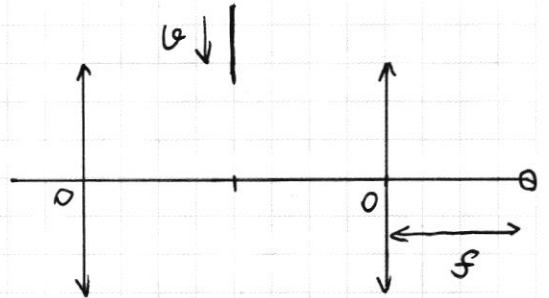
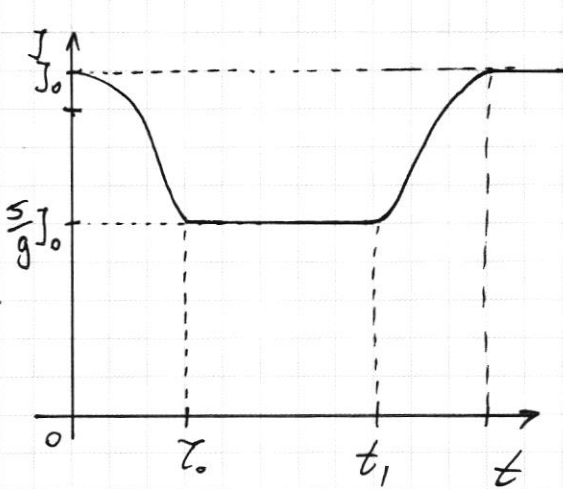
в след. раз
 (продолжение)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 5

Дано:
 $3F_0; F_0,$
 $L = 2F_0$
 $v = \text{const}$
 $J \sim P_{\text{света}}$
 $l = F_0$
 $J_1 = \frac{5J_0}{9}$

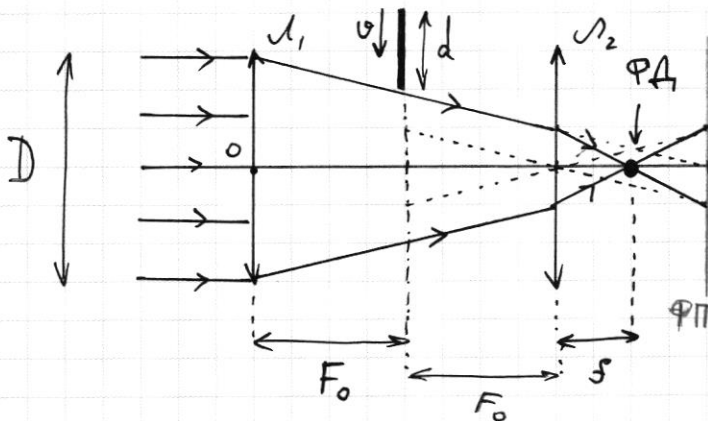
Решение:



- 1) $f = ?$
- 2) $v = ?$
- 3) $t_1 = ?$

$(F_0) (D) (L_0)$

1) из построения хода лучей видно,
 это: $f = \frac{F_0}{2}$



2) $P_{\text{света}} \sim S$
 $J = d \cdot S$
 L - какой-то коэффициент.

пусть d - диаметр мишени, тогда:

S_0 - площадь круга на расстоянии F_0 от L_1 .

$$S_0 = \pi \cdot \left(\frac{2}{3} \frac{D}{2}\right)^2 = \frac{\pi D^2}{9}$$

S - пл. мишени.

$$S_1 = \pi \cdot \frac{d^2}{4}$$

в момент, когда мишень полностью находится в пучке света:
 (на расстоянии F_0 от L_1)

S' - пл. света, который доходит до ФД.

из анализа графика:
 $S' = S_0 - S$
 $S' = \frac{5}{9} S_0$

$$S_1 = \frac{4}{9} S_0$$

$$\pi \frac{d^2}{4} = \frac{4}{9} \cdot \frac{\pi D^2}{9}$$

$$d^2 = \frac{4^2}{9^2} D^2$$

$$d = \frac{4}{9} D$$

$$T_0 \cdot v = d$$

т.е.

за время T_0 мимен поспало в свет. ну-
лок.

$$v = \frac{d}{T_0} = \frac{4D}{9T_0}$$

3) $(t_1 - T_0)$ - время, в течение которого мимен уе-
линал сола в свете.
за время t_1 :

$$v \cdot t_1 = \frac{2D}{3}$$

$$\frac{2 \cdot \frac{4}{9} D}{9 T_0} \cdot t_1 = \frac{2}{3} D$$

$$t_1 = 1,5 T_0$$

Ответ: 1) $f = \frac{F_0}{2}$;
2) $v = \frac{4}{9} \frac{D}{T_0}$;
3) $t_1 = \frac{3}{2} T_0$.

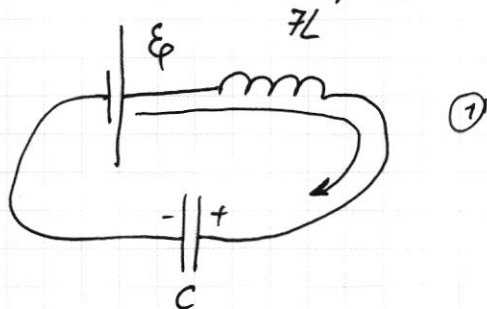
$$T = t_1 + t_2 = \pi(\sqrt{7LC} + \sqrt{3LC}) = \pi\sqrt{LC}(\sqrt{7} + \sqrt{3})$$

2) ~~J_{m1} тогда, когда ток течет через обе на-
ружние, по ЗСЭ:~~

~~$$\frac{3L(J_{m1})^2}{2} + \frac{4L(J_{m1})^2}{2} + \frac{CU^2}{2} = \frac{CU_{max}^2}{2}$$

$$\frac{7L(J_{m1})^2}{2} + \frac{CU^2}{2} = \frac{CU_{max}^2}{2} \quad U_{max} = \mathcal{E}$$~~

ток течет через 2 см:



по ЗСЭ (где ①):

$$A_{ист} = W_L + W_C$$

$$q\mathcal{E} = \frac{7LJ_1^2}{2} + \frac{q^2}{2C}$$

$$q\mathcal{E} = \frac{7LJ_1^2}{2} + \frac{q^2}{2C}$$

$$W_L = q\mathcal{E} - \frac{q^2}{2C} = \frac{7LJ_1^2}{2}$$

↑
параболы, $q_B = \frac{-\mathcal{E} \cdot 2C}{-2} = \mathcal{E}C$

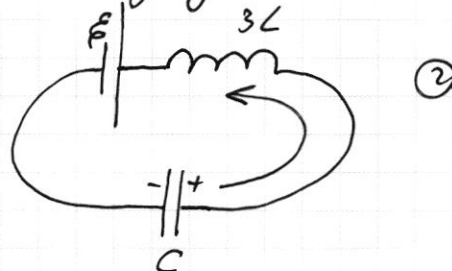
$$W_{L \max} = W_L(J_1 \max) = W_L(\mathcal{E}C)$$

$$\frac{7LJ_{m1}^2}{2} = \frac{\mathcal{E}^2 C}{2}$$

$$J_{m1}^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{7L}$$

$$J_{m1} = \mathcal{E} \cdot \sqrt{\frac{C}{7L}}$$

ток течет через
одну см:



по ЗСЭ (где ②):

аналогично рассуждаем

$$W_{L \max} = W_L(J_2 \max) = W_L(\mathcal{E}C)$$

$$\frac{\mathcal{E}^2 C}{2} = \frac{3L(J_{2m})^2}{2}$$

$$W_L = -\frac{q^2}{2C} + \mathcal{E}q$$

$$J_{m2} = \mathcal{E} \cdot \sqrt{\frac{C}{3L}}$$

Ответ: 1) $T = \pi\sqrt{LC}(\sqrt{7} + \sqrt{3})$.

2) $J_{m1} = \mathcal{E} \cdot \sqrt{\frac{C}{7L}}$.

3) $J_{m2} = \mathcal{E} \cdot \sqrt{\frac{C}{3L}}$.



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

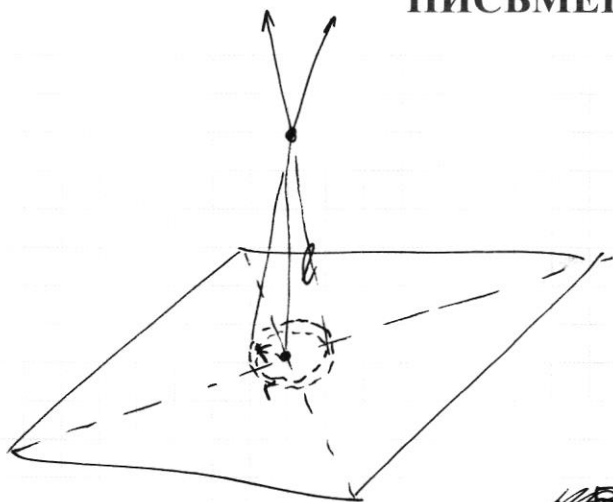
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

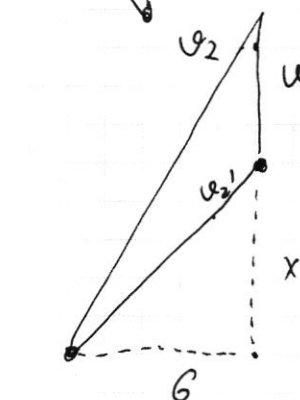
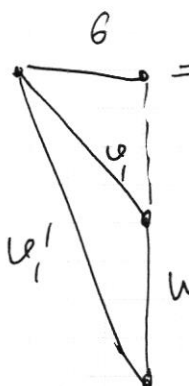


$$\mathcal{D}(r+\Delta r)^2 = S + \Delta S$$

$$\Delta S = 2\sqrt{r} \Delta r$$

$$\Delta q = b \cdot \Delta S = 2\sqrt{r} \Delta r b$$

$$\frac{\sigma \Delta S r \cos \alpha}{\epsilon_0} = \frac{\sigma \sqrt{r} \Delta r b}{\epsilon_0}$$



- N 1.
- есть заряды Q
 - $\sum A_F = 0$ где $(M+m)$

$$\mathcal{E}_1 = \frac{m u_1^2}{2} + \frac{M u^2}{2} + Q$$

$$\mathcal{E}_2 = \frac{m u_2^2}{2} + \frac{M u^2}{2}$$

$$\frac{m}{2} (u_1^2 + u_2^2) = Q$$

$$u_2^2 = (u+x)^2 + b^2$$

$$\frac{m}{2} ((u_1')^2 + (u_2')^2) = Q \quad u_2'^2 = x^2 + b^2$$

$$(u_2')^2 - (u_1')^2 = u_2^2 - u_1^2$$

$$(u_2')^2 - (u_2)^2 = (u_1')^2 - (u_1)^2$$

$$= (u+x)^2 + b^2 - x^2 - b^2 = 2ux + u^2$$

$$12 \left(\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{\sqrt{3}}{4} \right)$$

$\sqrt{\quad}$ $\sqrt{\quad}$
 $0,7$ $0,43$

$$\frac{\sqrt{3}}{4} = \sqrt{\frac{3}{16}}$$

$$0,7 - 0,43 = 0,27$$

$$0,1873$$

$$0,3$$

$$0,25$$

$$0,1$$

$$0,16$$

$$0,93$$

~~$$\begin{array}{r} 45 \\ \times 45 \\ \hline 225 \\ 20 \\ \hline 2025 \end{array}$$~~

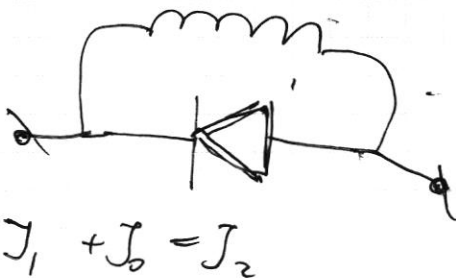
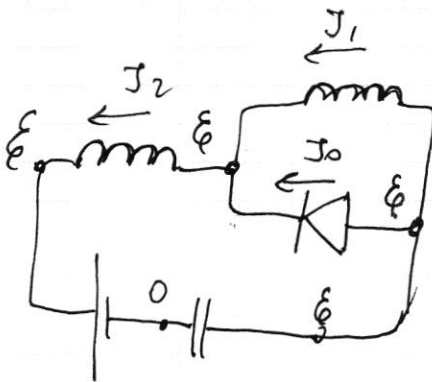
$$\frac{3}{16} \quad \frac{300}{16} \mid 16$$

$$\begin{array}{r} 190 \\ - 48 \\ \hline 142 \\ - 8 \\ \hline 134 \\ - 128 \\ \hline 6 \\ \hline 60 \\ - 70 \\ \hline 120 \\ - 112 \\ \hline 80 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,1873 \\ \hline 0,1873 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 27 \\ \times 12 \\ \hline 14 \\ \hline 7 \\ 24 \\ \hline 324 \end{array}$$

В самом начале:



$$Pv_1 = \nu RT_1$$

$$P'(v_1 + \Delta v) = \nu R(T_1 + \Delta T)$$

$$P'(v_1 + v_2) = \nu R(T_1 + T_2)$$

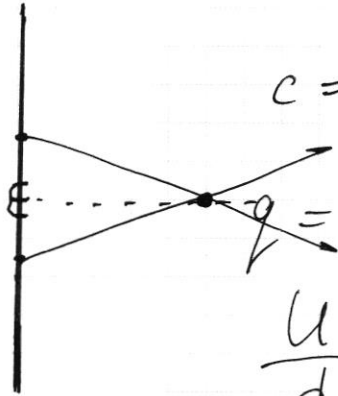
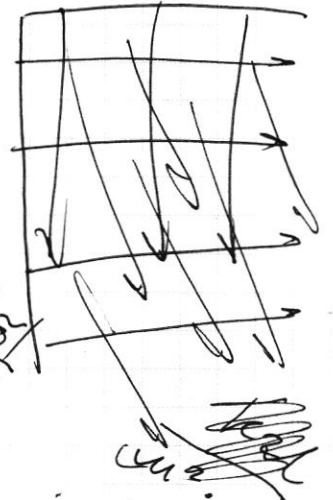
$$\frac{7}{2} \cdot \frac{3}{7} \cdot 8,31 \cdot (450 - 350)$$

$$3 \cdot 8,31 \cdot 100 = 3 \cdot 831$$

$$Pv_2 = \nu RT_2$$

$$P'(v_2 - \Delta v) = \nu R(T_2 - \Delta T)$$

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



$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$

$$q = C \cdot U$$



$$\frac{U}{d} = \frac{q}{C} = \frac{q}{\epsilon \epsilon_0 S}$$

$$E = \frac{q}{2\epsilon_0 S} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$\pi(r + \Delta r)^2 = S + \Delta S$$

$$\pi(r + \Delta r)^2$$

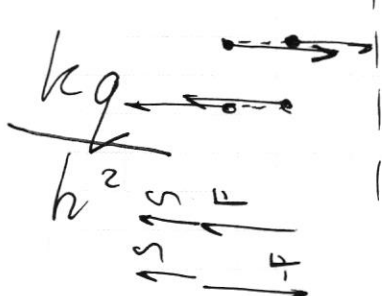
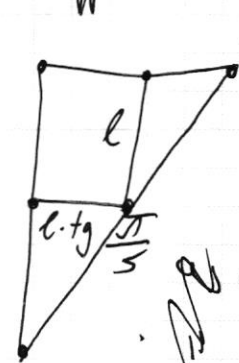
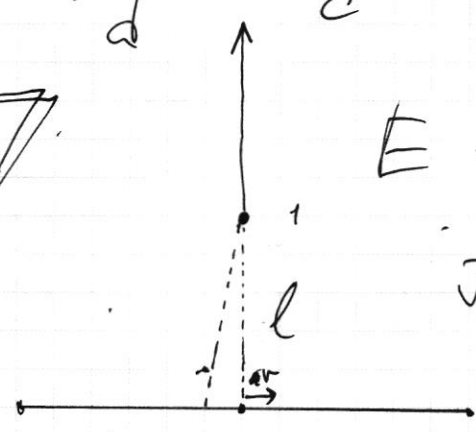
$$\Delta S = 2\pi r \Delta r$$

$$\Delta S \cdot \sigma = \Delta q$$

$$h^2 = (l^2 + r^2)$$

$$E = \frac{q}{4\pi \epsilon_0 h^2}$$

$$k = \frac{q}{4\pi \epsilon_0 \cdot 100 \cdot 10^{-4} \cdot 8,31 \cdot 10^8}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$(v_2' \sin \delta_2)^2 = (v_1' \sin \delta_1)^2$$

$$(v_2' \cos \delta_2)^2 = (v_2 \cos \beta - u)^2$$

$$(v_1' \sin \delta_1)^2 + (v_2 \cos \beta - u)^2 = (v_2')^2$$

$$(v_1' \sin \delta_1)^2 = (v_2 \sin \alpha)^2$$

$$(v_1' \cos \delta_1)^2 = (u + v_1 \cos \alpha)^2$$

$$(v_1 \sin \alpha)^2 + (u + v_1 \cos \alpha)^2 = (v_1')^2$$

~~$$u + v_1 \cos \alpha = v_1' \cos \delta_1$$~~

$$v_1 \sin^2 \alpha + u^2 + 2u v_1 \cos \alpha + v_1^2 \cos^2 \alpha = (v_1')^2$$

$$v_1' = 12$$

$$v_2' = 18$$

K_2 N_{ii}
 N_2

~~$$u = v_1' \cos \delta_1 - 6\sqrt{3}$$~~

~~$$v_1 \cos \delta_1 = \sqrt{(v_1')^2 - (v_2' \sin \delta_2)^2}$$~~

~~$$v_2' \sin \delta_2 = \frac{18}{\sqrt{3}} = v_1' \sin \delta_1$$~~

~~$$v_2' \cos \delta_2 + u = 12\sqrt{2}$$~~

~~$$v_2' \cos \delta_2 = \sqrt{(v_2')^2 - (v_1' \sin \delta_1)^2} = v_2' \cos \delta_2$$~~

$$P_{v_2'} = 2R_2$$

$$P_{v_1'} = 2R_1$$

~~...~~

$v_1' > v_1$
 $v_2' < v_2$

$J_1' = u = 0$
 $J_2' = 0$

$v_1' > 12$
 $v_2' > 18$

$$P_1' + P_2' = P_1 + P_2 + P_{\Delta v}$$

$$P_1'(v_1' + \Delta v) = 2R_1(T_1 + \Delta T)$$

$$P_2'(v_2' - \Delta v) = 2R_2(T_2 - \Delta T)$$

$$\frac{350 + 550}{2} = 450$$

$$\Delta U_2 + P_{\Delta v} = -Q_2$$