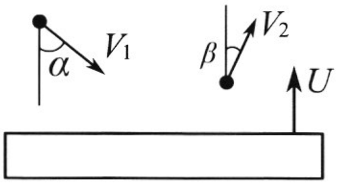
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

Класс 11 **Вариант 11-02**

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 6 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 $\beta\left(\sin\beta = \dfrac{1}{3}\right)$ 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.

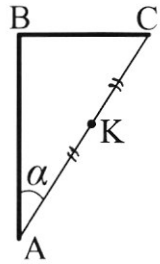
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится гелий, во втором – неон, каждый газ в количестве $\nu = 6/25$ моль. Начальная температура гелия T_1 = 330 К, а неона T_2 = 440 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 гелия и неона.

2) Найти установившуюся температуру в сосуде.

3) Какое количество теплоты передал неон гелию?

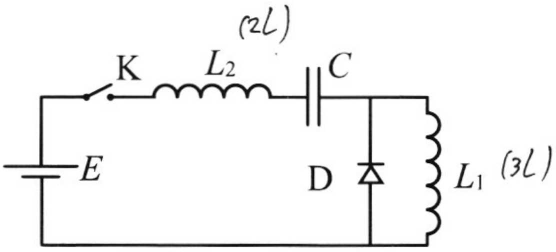
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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 $\sigma_1 = 4\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/8$. 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 = 3L, L_2 = 2L, 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.

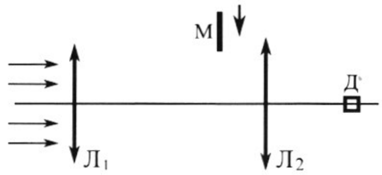


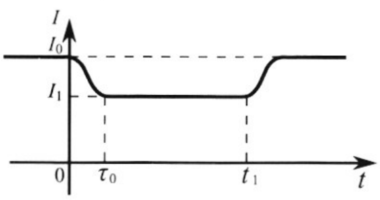
1) Найти период T этих колебаний.

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 F_0 и $F_0/3$, соответственно. Расстояние между линзами 1,5F_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 5F_0/4 от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 8I_0/9$.





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

N1

неупр.!

Дано:

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

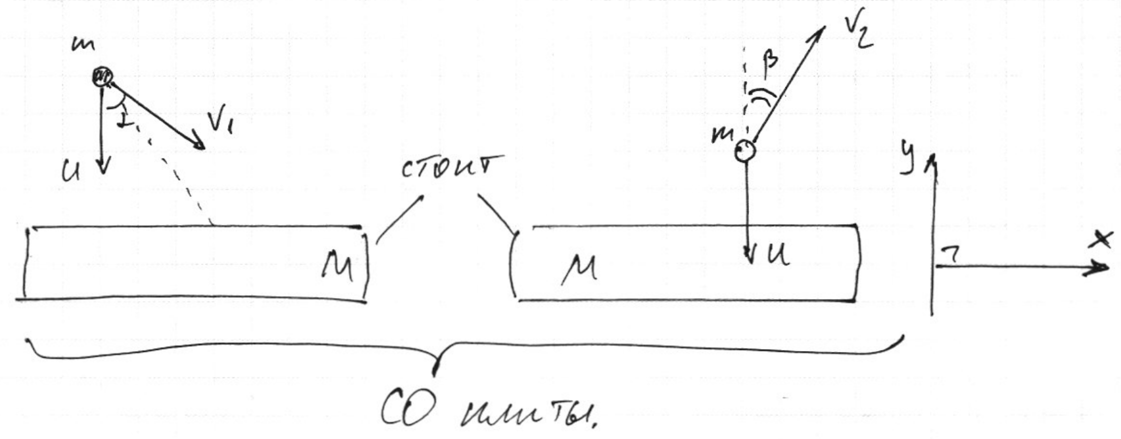
$\sin\beta = \frac{1}{3}$

$V_1 = 6$ м/с

$(V_2; u)$

1) $V_2 = ?$ +

2) $u = ?$



① Пусть M - масса плиты, m - масса ~~ш~~ шарика.

Парадокс большого тела: т.к. плита массивная, т.е. $M \gg m$, то в СО плиты можно считать плиту - ИСО.

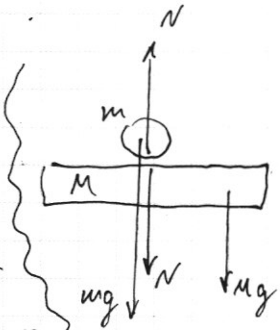
② В СО плиты: [зачёркнуто] Т.к. на систему „$M+m$" за малое время удара не дей-ет резко возрастающих сил, то за это время её импульс не меняется.

~~ЗСИ на x: $mV_1 \sin\alpha$~~

Скорости шарика отн-но плиты:

до удара: $\vec{V}_{1отн} = \vec{V}_1 - \vec{u}$; $V_{1отн\,x} = V_1 \sin\alpha$

после удара: $\vec{V}_{2отн} = \vec{V}_2 - \vec{u}$; $V_{2отн\,x} = V_2 \sin\beta$



N - резко возр. но N - внутр. силы

ЗСИ на x: $mV_{1отн\,x} + 0 = mV_{2отн\,x} + 0$

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

$$V_2 = V_1 \cdot \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 6\,\frac{м}{с} \cdot \frac{2}{3} \cdot 3 = 12\,\frac{м}{с}$$

Ответ: $V_2 = 12\,\frac{м}{с}$

~~③ Т.к. импульс системы за время удара не изменился (см. п. 2), то верен и ЗСИ на y: (всё ещё в СО плиты)~~

$$\cancel{m V_{1отн\,y} + 0 = m V_{2отн\,y} + 0}$$

$$\cancel{m(-u - v_1\cos\alpha) = m(V_2\cos\alpha - u)}$$

$$\cancel{-u - v_1\cos\alpha = V_2\cos\alpha - u}$$

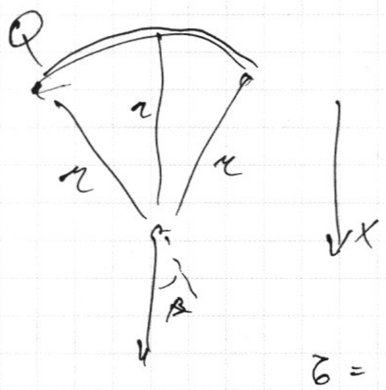
$$\cancel{-V_1\cos\alpha = V_2\cos\alpha \ldots}$$

черновик

$A_{неона} = ?$

~~$\delta A = p\,dV$, где $p = \frac{\nu RT}{V}$~~

$$\cancel{\delta A = \frac{\nu RT\,dV}{V}}$$



$$\Delta E_x = \frac{k\Delta q}{r^2}\cdot\cos\beta$$

$$\sigma = {}^{Кл}/_{м^2}$$

$$E = \frac{kq}{m^2} \qquad E = \frac{kQ}{r^2}\cdot\sum\cos\beta \qquad \int\cos\beta = \sin\beta \qquad \varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi k} = \left[\frac{1}{k}\right]$$

$$\frac{B}{м} = \frac{k\cdot Кл}{м^2} \qquad \frac{B}{м} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\cdot\frac{\varphi}{м^2} = \frac{\sigma\cdot k\cdot\varphi}{м^2} = \frac{Кл\cdot k}{м^2\cdot м^2}\cdot\varphi$$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

(3) ЗИКЭ для шарика в СО плиты:

$A_{\substack{всех\\сил}} = \frac{1}{2} m V_{2отн}^2 - \frac{1}{2} m V_{1отн}^2$, где $A_{\substack{всех\\сил}} = -Q$, где Q - выделившееся тепло.

$Q = \frac{1}{2} m \left(V_{1отн}^2 - V_{2отн}^2\right)$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

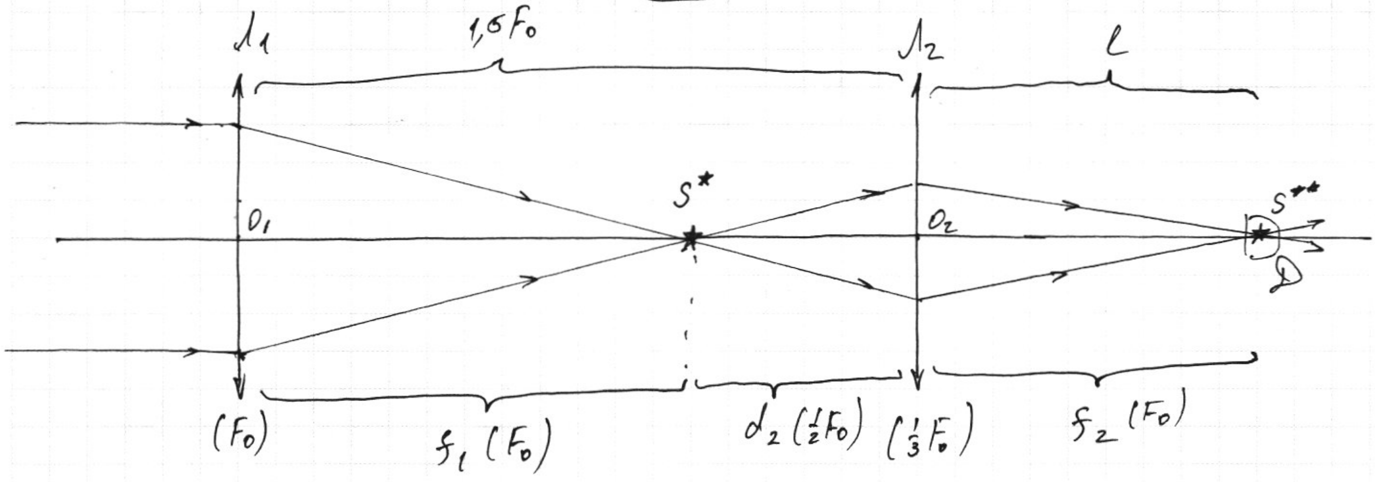
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5



① На $Л_1$ падает пучок света пар-но её ГОО, сл-но он соберётся в точке S^* на ГОО на расст. $f_1 = F_0$ от O_1, (опред-ие фокуса) т.е. в фокусе $Л_1$.

S^* - действ. изобр. в $Л_1$

② S^* - действ. пред. для $Л_2$, т.к. от него на $Л_2$ падает расход. пучок света. $d_2 = 1,5F_0 - f_1 = 1,5F_0 - F_0 = \frac{1}{2}F_0$

$d_2 > \frac{1}{3}F_0$, сл-но S^{**} - действ. изобр. предмета S^* в $Л_2$:

$\left(\frac{3}{F_0} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2};\ d_2 = \frac{1}{2}F_0\right) \to \frac{3}{F_0} = \frac{2}{F_0} + \frac{1}{f_2};\ \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F_0};\ f_2 = F_0$

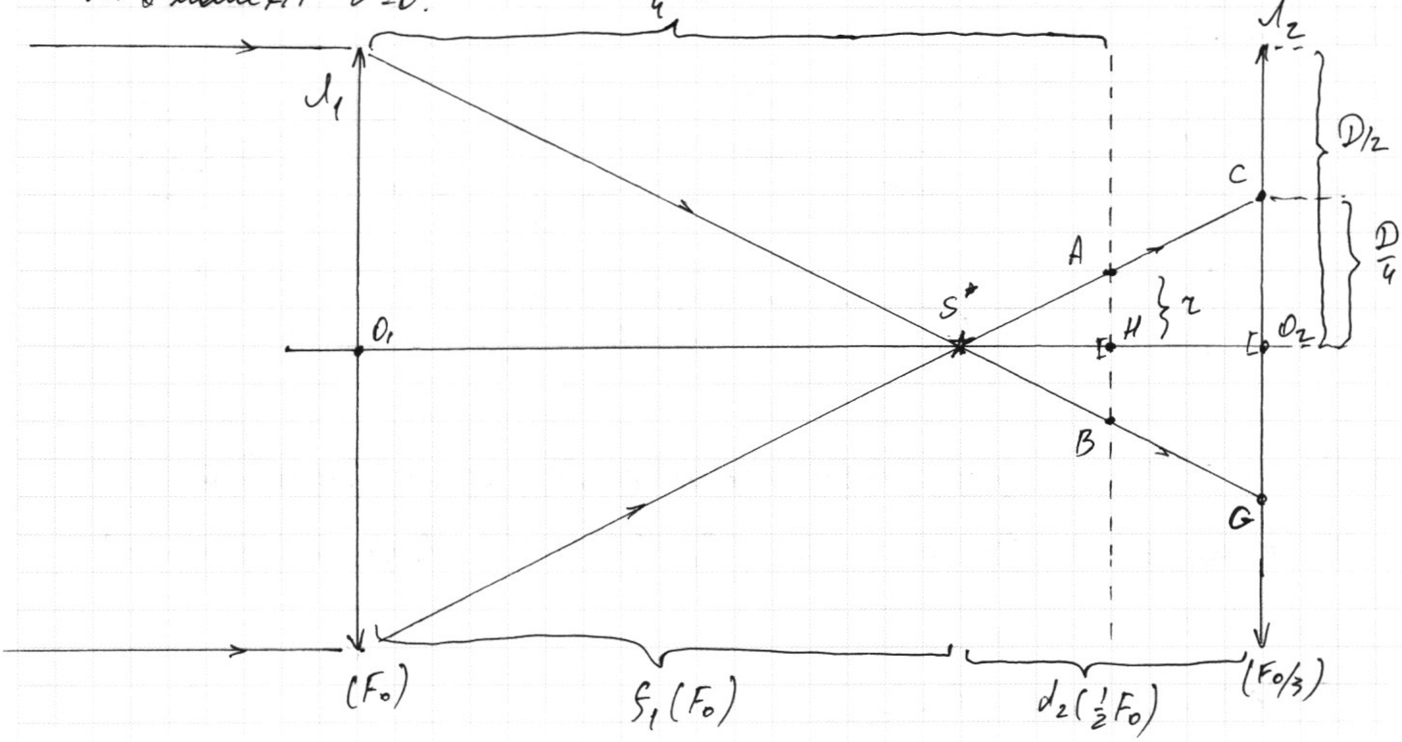
Т.к. по условию свет фокус-ся на фотодетекторе $Д$, то $Д$ совпадает с S^{**}.

Искомое $l = f_2 = F_0$

$Г_2 = \frac{f_2}{d_2} = \frac{F_0}{F_0/2} = 2$

③ По условию, ~~ток I прпо~~ сила тока I пропорциональна мощности пад. света, а она пропорциональна части светового пучка достигшей детектора, т.е. площади ~~части~~ светового пучка, не перекрытого мишенью.

$I = I_0$, когда M не перекрывает пучок. Рассм-м, где наход-ся M в момент $t=0$:



~~AB - линия, по кот~~

AB - плоскость, в кот. перемещается M.

Из геометрии: $S^*H = \frac{5}{4}F_0 - f_1 = \frac{5}{4}F_0 - F_0 = \frac{1}{4}F_0$; $S^*O_2 = d_2 = \frac{1}{2}F_0$

$\triangle S^*HA \sim \triangle S^*O_2C$

$$\frac{AH}{CO_2} = \frac{S^*H}{S^*O_2} \rightarrow \frac{AH}{D/4} = \frac{F_0}{4} : \frac{F_0}{2} \rightarrow AH = \frac{1}{2} \cdot \frac{D}{4} \rightarrow AH = \frac{D}{8}$$

Пусть $AH = r$, тогда $r = \frac{1}{8}D$

В момент $t=0$ нижний край M нах-ся в т. A

В момент $t = \tau_0$ верхний край M нах-ся в т. A

В мом-т $t = t_1$ нижний край M нах-ся в т. B

В мом-т $t = t_1 + \tau_0$ верхний край M нах-ся в т. B.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

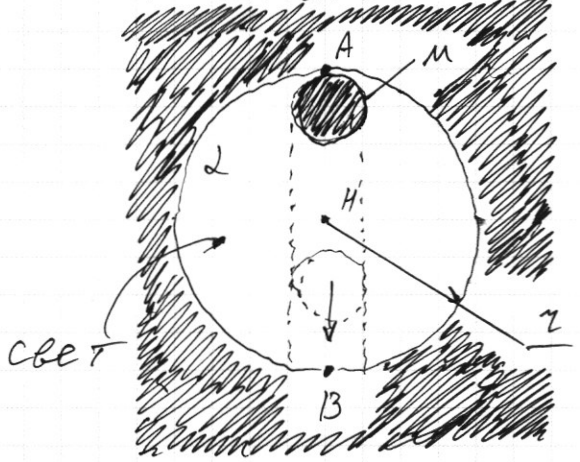
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

(4) Когда М полностью освещена (м/у т. А и В)

$I_1 = \frac{8}{9} I_0$, т.е. интенсивность проходящего мимо М света составляет $\frac{8}{9}$ от инт-ти упавшего на $Л_1$ пучка,

т.е. М закрывает $\frac{1}{9}$ площади, через кот. проходит свет в сечении плоскостью α, $\alpha \parallel$ пл-ти $Л_1$ и $Л_2$ и $A \in \alpha$, $B \in \alpha$.

Сечение свет. пучка плоскостью α:



Тогда $S_м = \frac{1}{9} \pi r^2$, где $S_м$ – площадь мишени

$S_м = \pi r_м^2$, где $r_м$ – радиус мишени.

$$\pi r_м^2 = \frac{1}{9} \pi r^2$$

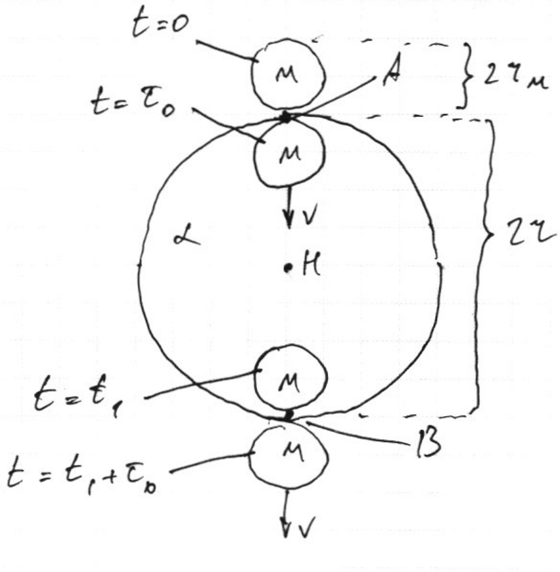
$$r_м = \frac{1}{3} r$$

$$r_м = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{8} D$$

$$r_м = \frac{1}{24} D$$

(5) М дв-ся с пост. скор. V.

Положения М в пл. α в соотв-ие мом-ты времени показаны на рисунке:



- $2r_м = V \cdot \tau_0$

$$V = \frac{2r_м}{\tau_0} = \frac{D}{12\tau_0}$$

- $2r = V \cdot t_1$

$$\frac{1}{4} D = \frac{1}{12} \frac{D}{\tau_0} \cdot t_1$$

$$1 = \frac{t_1}{3\tau_0} \rightarrow t_1 = 3\tau_0$$

Ответ: 1) F_0 2) $\frac{D}{12\tau_0}$ 3) $3\tau_0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

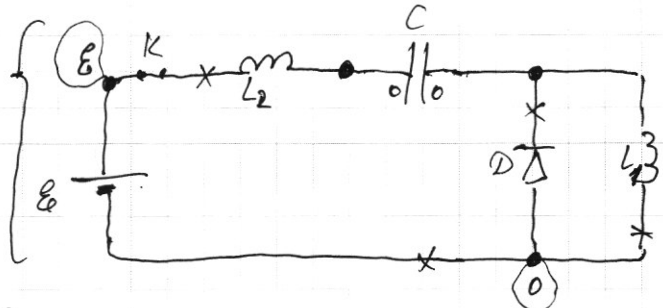
№4

Дано: ид. всё!
$\mathcal{E}$; $L_1 = 3L$; $L_2 = 2L$
C;

1) $T = ?$
2) $I_{01} = ?$
3) $I_{02} = ?$

метод потенциалов

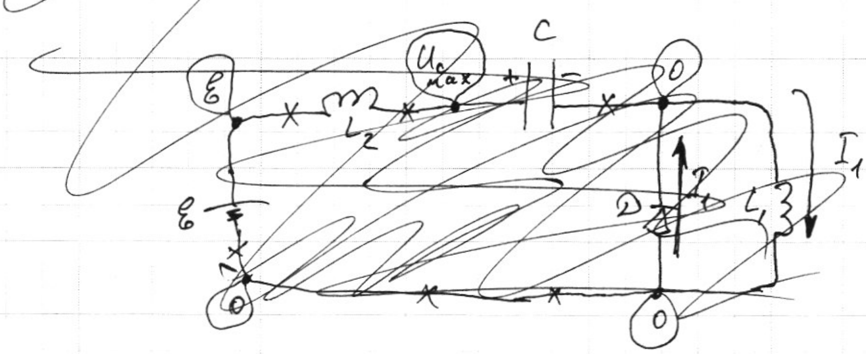
① Расм. цепь сразу после замык. ключа: $t=0$:



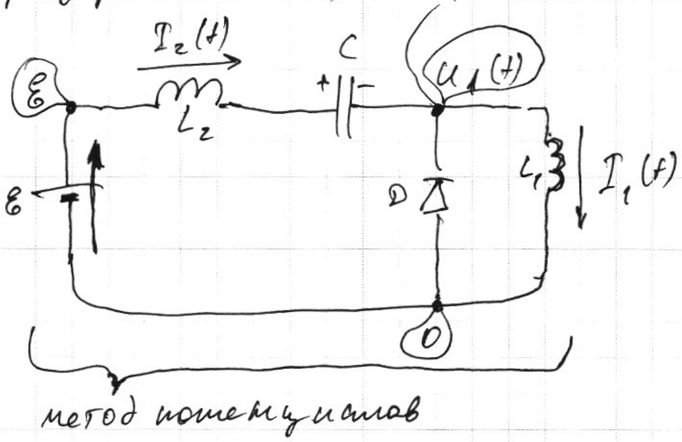
Ток через кат-ки и напр. на кон-ре скачком не изм-ся, сл-но

$U_c(0) = 0$, $I_2(0) = 0$, $I_1(0) = 0$, $W(0) = 0+0+0 = 0$

~~② Расм. мом-т, когда $U_c = U_{c\,max}$: ($t = \tau_c$)~~
~~тогда $I_c = U_c' = 0$, $I_2(\tau_c) = 0$~~



② Рассм. ~~мом~~ произв. мом-т, когда кон-р заряжается (t)



- Ток через ист-к течёт вверх, т.к. кон-ор только заряж-ся и ист-к единственный.

- Ток через D либо не течёт, либо течёт вверх.

- по ЗСЗ для т. А ток $I_1(t)$ течёт вниз, иначе в т. А токи будут только втекать.

- Рассм-м Диод: он закрыт, пока $U_1(t) < 0$, где $U_1(t) = L I_1'(t)$

  т.е. D ~~закрыт~~ закрыт, пока $LI_1'(t) > 0$, т.е. $I_1'(t) > 0$, т.е. $I_1(t) \uparrow$

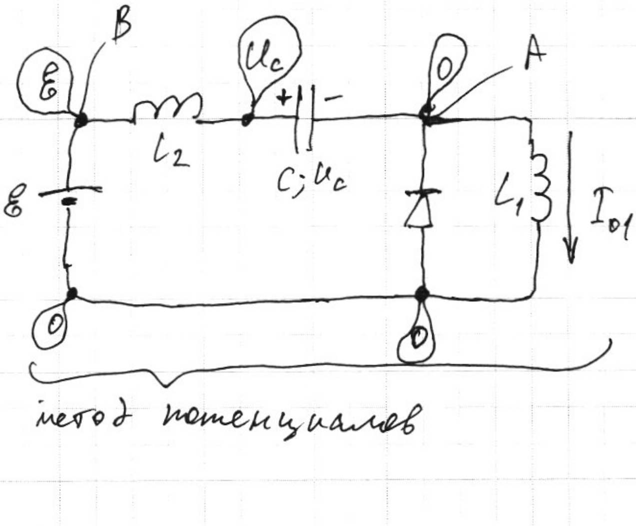
Как только $I_1 = I_{1max} = I_{01}$, $I_1'(t) = 0$, $U_L = 0$, Диод открывается.

После этого D постоянно открыт, а ~~...~~ $I_1(t) = I_{01} = const$, т.к.:

D открыт $\rightarrow$ ~~...~~ $U_1(t) = 0 \rightarrow I_1'(t) = 0 \rightarrow I_1(t) = const$

$I_1(t) = const \rightarrow I_1'(t) = 0 \rightarrow U_1(t) = 0 \rightarrow$ D открыт.

- Таким образом, после мом-та τ_0, когда на L_1 установ-ся ток I_{01}, схему можно в произв. мом-т представить в виде:



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

(3) Выходит, что кат. ка L_1 не влияет на колебания тока в цепи. Разность пот-ов м/у т-ми В и А всегда равна $\mathcal{E}$.

Тогда колебательный контур состоит только из С и L_2.

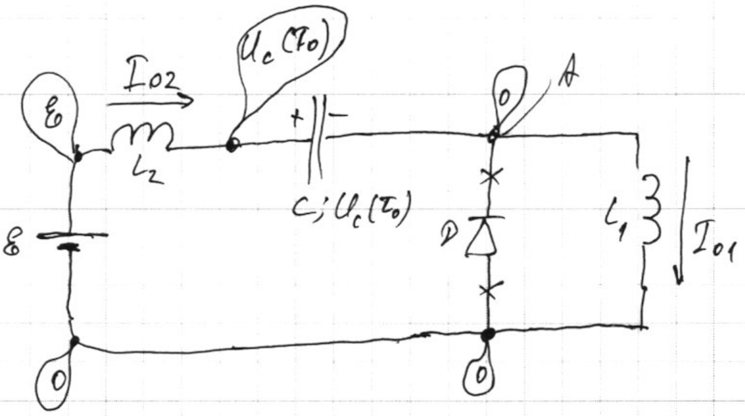
По формуле Томсона

$$T = \sqrt{L_2 C} = \sqrt{2LC}$$

(4) Рассм-м ещё раз мом-т $t = \tau_0$, когда $I_1(\tau_0) = I_{01}$ впервые. В этот момент и $I_2(\tau_0) = I_{02}$

Тока через D нет, сл-но

ЗСЗ для А: $I_{02} = I_{01} = I_0$



т.к. $I_2(\tau_0) = I_{02}$, то

$I_2'(\tau_0) = 0$,

$U_2(\tau_0) = 0$, т.е.

$\mathcal{E} - U_c(\tau_0) = 0$

$U_c(\tau_0) = \mathcal{E}$

$W(\tau_0) = \frac{1}{2}C\mathcal{E}^2 + \frac{1}{2}L_2 I_{01}^2 + \frac{1}{2}L_2 I_{02}^2$; $W(\tau_0) = \frac{1}{2}C\mathcal{E}^2 + \frac{L}{2}I_0^2$

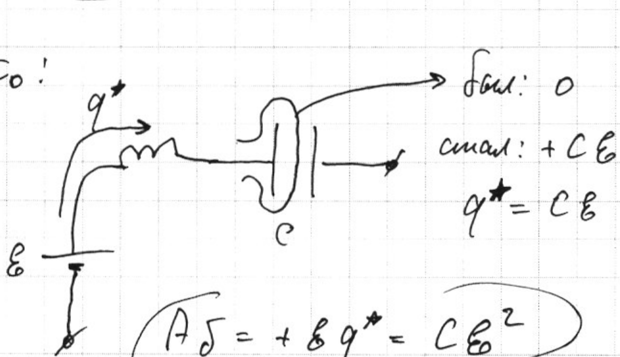
(5) Рассм. процесс от $t=0$ до $t=\tau_0$:

ЗСЭ от $t=0$ до $t=\tau_0$:

$A_б = W(\tau_0) - W(0) + Q$

где $Q = 0$, т.к. нет резистивности.

$C\mathcal{E}^2 = \frac{1}{2}C\mathcal{E}^2 + \frac{L}{2}I_0^2 - 0 + 0$



$A_б = +\mathcal{E}q^* = C\mathcal{E}^2$

$$C\mathcal{E}^2 = \frac{1}{2}C\mathcal{E}^2 + L_2 I_0^2$$

$$\frac{1}{2}C\mathcal{E}^2 = L_2 I_0^2$$

$$I_0^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{2L_2}$$

$$I_0 = \mathcal{E}\cdot\sqrt{\frac{C}{2L_2}} = \mathcal{E}\cdot\sqrt{\frac{C}{2\cdot 2L}} = \frac{\mathcal{E}}{2}\cdot\sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$\cancel{I_{01} = I_{02} = \mathcal{E}\cdot\sqrt{\frac{C}{2L}}} \qquad I_{01} = I_{02} = \frac{\mathcal{E}}{2}\cdot\sqrt{\frac{C}{L}}$$

~~Ответ: 1) $\sqrt{2LC}$ 2)~~

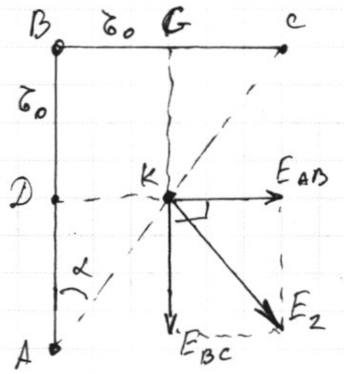
$$\boxed{\text{Ответ: } 1)\ T = \sqrt{2LC} \quad 2)\ I_{01} = \frac{\mathcal{E}}{2}\sqrt{\frac{C}{L}} \quad 3)\ I_{02} = \frac{\mathcal{E}}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}}$$

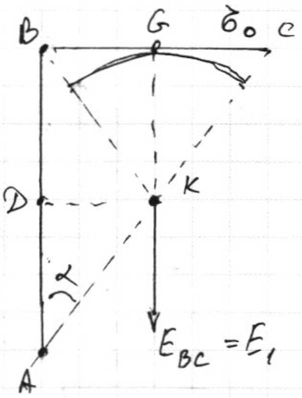
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N3

Дано:
1) $\alpha = \pi/4$
2) $\alpha = \pi/8$
$\sigma_1 = 4\sigma$
$\sigma_2 = \sigma$

① Расс-м ~~случай~~ случай, когда заряжена только BC:
~~Напр~~ Напр-ть поля пластины на расст. от неё
$E_{пл} = \frac{\sigma_{пл}}{2\varepsilon_0} \cdot \varphi \cdot \frac{1}{l^2}$, где φ – некая постоянная.





Пусть $DK = r$, тогда
$GK = r\,ctg\,\alpha$

$E_1 = E_{BC} = \frac{\varphi \cdot \sigma_0}{2\varepsilon_0 \cdot (r\,ctg\,\alpha)^2}$

$\cancel{\vec{E}_2 = \vec{E}_{BC} + \vec{E}_{AB}}$.

② Теперь расс-м ситуацию с двумя ~~за~~ зар. пласт.:
$\vec{E}_2 = \vec{E}_{AB} + \vec{E}_{BC}$, тогда $E_2 = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2}$, где

- $E_{BC} = \frac{\varphi \sigma_0}{2\varepsilon_0 r^2 \cdot ctg^2\alpha}$
- $E_{AB} = \frac{\varphi \cdot \sigma_0}{2\varepsilon_0 \cdot r^2}$

$E_2 = \sqrt{\left(\frac{\varphi\sigma_0}{2\varepsilon_0 r^2}\right)^2 \cdot \left(1 + \frac{1}{ctg^4\alpha}\right)} = \frac{\varphi\sigma_0}{2\varepsilon_0 r^2} \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{ctg^4\alpha}}$

Искомое: $\frac{E_2}{E_1} = \frac{\varphi\sigma_0}{2\varepsilon_0 r^2} \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{ctg^4\alpha}} : \left(\frac{\varphi\sigma_0}{2\varepsilon_0 r^2} \cdot \frac{1}{ctg^2\alpha}\right) = \frac{ctg^2\alpha}{\sqrt{1 + \frac{1}{ctg^4\alpha}}}$

$\frac{E_1}{E_2} = \frac{ctg^2\alpha}{\sqrt{\frac{ctg^4\alpha + 1}{ctg^4\alpha}}} = \frac{1}{\sqrt{ctg^4\alpha + 1}} = \frac{1}{\sqrt{ctg^4\left(\frac{\pi}{4}\right) + 1}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \rightarrow E_2 = \sqrt{2} \cdot E_1$

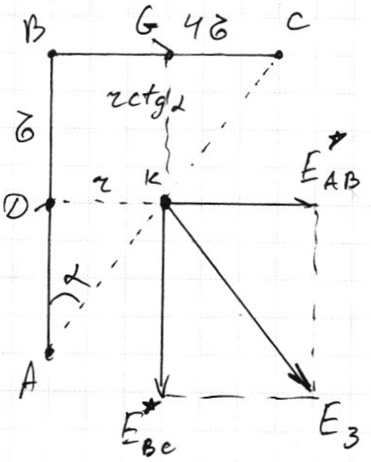
③ Рассм. случай, когда обе заряжены и $\alpha = \pi/8$

$\cancel{E^*_{AB} = \frac{\varphi \cdot 4\sigma}{2\varepsilon_0 \cdot r^2}}$

$\cancel{E^*_{BC} = \frac{\varphi \cdot \sigma}{2\varepsilon_0 \cdot r^2 \cdot ctg^2\alpha}}$

$\cancel{\vec{E}_3 = \vec{E}^*_{AB} + \vec{E}^*_{BC}}$, ~~т.к.~~ $\cancel{\vec{E}^*_{AB} \perp \vec{E}^*_{BC}}$, ~~то:~~

$\cancel{E_3 = \sqrt{E^{*2}_{AB} + E^2_{BC}} = \sqrt{\varphi}}$



Т.к. пластины бесконечны, то их поле однородно.

$\cancel{E^*_{AB} = \frac{4\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{2\sigma}{\varepsilon_0}}$; $\cancel{E^*_{BC} = \sigma}$

$E^*_{BC} = \frac{4\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{2\sigma}{\varepsilon_0}$; $E^*_{AB} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$; $\vec{E}_3 = \vec{E}^*_{AB} + \vec{E}^*_{BC}$

Т.к. $\vec{E}^*_{AB} \perp \vec{E}^*_{BC}$, то

$$E_3 = \sqrt{E^{*2}_{AB} + E^{*2}_{BC}} = \sqrt{\frac{4\sigma^2}{\varepsilon_0^2} + \frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2}} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \cdot \sqrt{4 + \frac{1}{4}} = \frac{\sqrt{17}\,\sigma}{2\,\varepsilon_0}$$

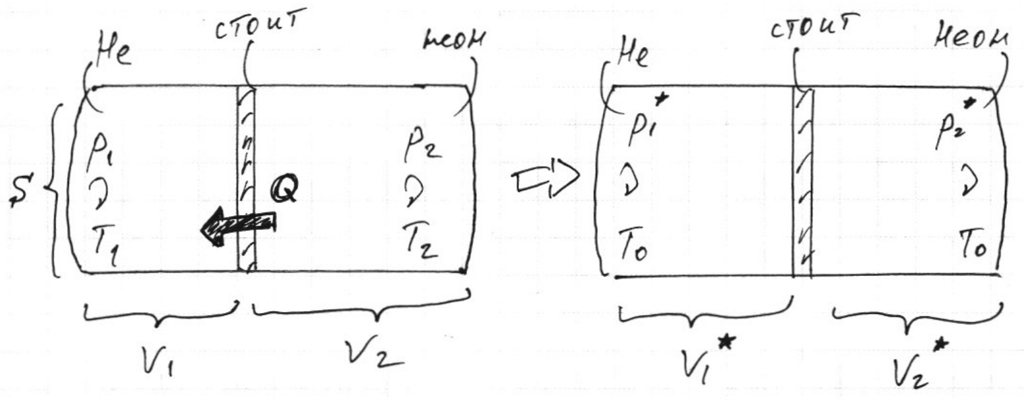
Ответ: 1) увеличится в $\sqrt{2}$ раз 2) $\frac{\sqrt{17}\,\sigma}{2\varepsilon_0}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№2

Дано:
He, $i=3$
неон, $i=3$
$\nu = \frac{6}{2,5}$ моль
$T_1 = 330K$
$T_2 = 440K$
$R = 8,31 \frac{Дж}{моль \cdot K}$

1) $V_1/V_2 = ?$ +
2) $T_0 = ?$ +
3) $Q = ?$



~~① Мен-Кл вначале~~

① Условие равновесия поршня вначале:

$p_1 S = p_2 S \rightarrow p_1 = p_2 = p$

② Мен-Кл для газов вначале:

$\begin{cases} p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ p_2 V_2 = \nu R T_2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} pV_1 = \nu R T_1 \\ pV_2 = \nu R T_2 \end{cases} \rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{330K}{440K} = \frac{3}{4}$

V_1 – объём Гелия вначале
V_2 – объём Неона вначале.

~~③ ЗСЭ для системы „Гелий + поршень + Аргон" от начала до конца:~~

③ На систему „Гелий + поршень + Аргон" в процессе не действовало внешних сил, совершивших ненулевую работу, сл-но $A_{гелия} = -A_{неона}$, Работа суммарная всей системы $A_\Sigma = 0$. ~~Цилиндр~~ Кроме того, цилиндр теплоизол., сл-но для этой системы выполн-ся ЗСЭ: $\frac{3}{2}\nu R T_1 + \frac{3}{2}\nu R T_2 = \frac{3}{2}\nu R T_0 + \frac{3}{2}\nu R T_0$

(поршень не имел $E_{кин}$ ни вначале, ни в конце.)

$\frac{3}{2}\nu R(T_1+T_2) = 2\cdot\frac{3}{2}\nu R T_0$

$T_1+T_2 = 2T_0$

$T_0 = \frac{1}{2}(T_1+T_2) = \frac{1}{2}(330K + 440K) = 385K$ – уст. темп. в сосуд.

(4) Условие равновесия поршня в конце:

$p_1^* S = p_2^* S \rightarrow p_1^* = p_2^* = p^*$

(5) Мен-Кл для газов в конце:

$$\begin{cases} p_1^* V_1^* = \nu R T_0 \\ p_2^* V_2^* = \nu R T_0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} p^* V_1^* = \nu R T_0 \\ p^* V_2^* = \nu R T_0 \end{cases} \Big| \rightarrow V_1^* = V_2^* = V^*$$

Причём, $V_1^* + V_2^* = V_1 + V_2$ | где $V_1 = \frac{3}{4}V_2$ (см. п. 2)

$2V^* = \frac{3}{4}V_2 + V_2$

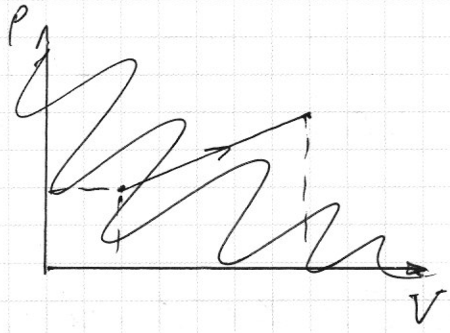
$V^* = \frac{7}{8}V_2$

(6) I нач. ТД для Неона за весь процесс:

$-Q = \Delta U_{неона} + A_{неона}$

I нач. ТД для Гелия за весь процесс

$+Q = \Delta U_{гелия} + A_{гелия}$



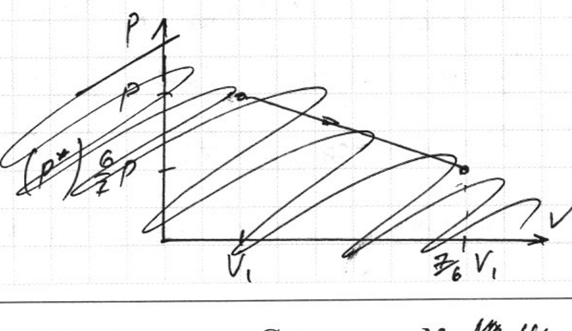
(7) Рассм. Гелий в процессе:

мен-Кл: $V_1 = \frac{3}{4}V_2$; $V_1^* = V^* = \frac{7}{8}V_2 = \frac{7}{6}V_1$

$$\begin{cases} pV_1 = \nu R T_1 \\ p^* V_1^* = \nu R T_0 \end{cases} \quad \begin{cases} p\cdot\frac{3}{4}V_2 = \nu R T_1 \\ p^*\cdot\frac{7}{8}V_2 = \nu R T_0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} p = \frac{4}{3}\frac{\nu R T_1}{V_2} \\ p^* = \frac{8}{7}\frac{\nu R T_0}{V_2} \end{cases} \Big| \rightarrow \frac{p^*}{p} = \frac{8}{7V_2}\cdot\frac{3V_2}{4} = \frac{6}{7}; \cancel{p^* = \frac{6}{7}p}$$

$\cancel{A_{гелия} = +S_{тр} = \frac{1}{2}pV_1(}$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Ответ (к N2): 1) $\frac{V_{гелия}}{V_{неона}} = \frac{3}{4}$ 2) $T_0 = \frac{1}{2}(T_1 + T_2) = 385K$

3)

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)