

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

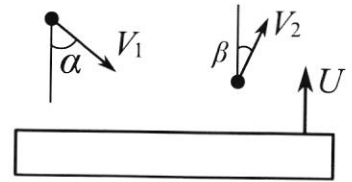
Класс 11

Вариант 11-04

Шифр

(заполняется секретарем)

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 α ($\sin \alpha = \frac{2}{3}$) к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2 , составляющей угол β ($\sin \beta = \frac{3}{5}$) с вертикалью.

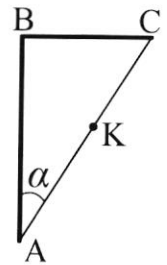


- 1) Найти скорость V_2 .
- 2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе. Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

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).

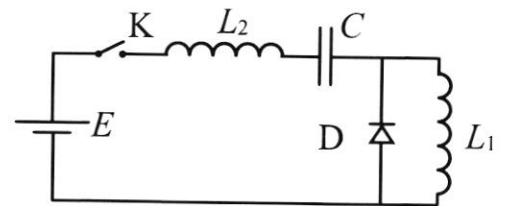
- 1) Найти отношение начальных объемов аргона и криптона.
- 2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
- 3) Какое количество теплоты передал криптон аргону?

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



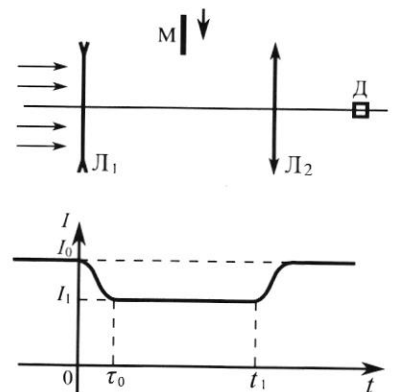
- 1) Пластина ВС заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол $\alpha = \pi/4$. Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС, если пластину АВ тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?
- 2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = \sigma$, $\sigma_2 = 2\sigma/7$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/9$. 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 $L_1 = 5L$, $L_2 = 4L$, 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 L_1 и L_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 L_1 падает параллельно оси системы пучок света с одинаковой интенсивностью в сечении пучка. Прошедший через обе линзы свет фокусируется на фотодетекторе D , на выходе которого сила тока пропорциональна мощности падающего на него света. Круглая непрозрачная мишень M , 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). $I_1 = 7I_0/16$



- 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

#2
 $i=3$
 $\nu = \frac{3}{2}$ моль
 $T_1 = 320\text{K}$
 $T_2 = 400\text{K}$

Аргон	Криптон
ν	ν
T_1, V_1	T_2, V_2
p_1	p_2

1. У поршня нет ускорения
(движение медленное) \Rightarrow

$$p_1 = p_2 = p.$$

1 $\frac{V_1}{V_2} - ?$

$$p_1 V_1 = \nu R T_1 \quad (1) \quad ; \quad (1):(2) \quad : \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{8}{10}$$

2 $T - ?$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2 \quad (2)$$

3 $Q - ?$

2. Положительная работа аргона равна (по модулю) отрицательной работе криптона. Тепло к сосуду не подводит \Rightarrow ЗСЭ: $W(0) = W(t_{\text{уст}})$

$$\Rightarrow \text{ЗСЭ: } W(0) = W(t_{\text{уст}})$$

$$W(0) = \frac{3}{2} \nu R T_1 + \frac{3}{2} \nu R T_2; \quad W(t_{\text{уст}}) = \frac{3}{2} \cdot 2 \nu R T$$

$$\Rightarrow T_1 + T_2 = 2T \Rightarrow T = \frac{T_1 + T_2}{2} = 360\text{K}$$

3 Криптон отдает тепло аргону. Аргон расширяется ($pV \propto \nu R T$)

$$\Rightarrow Q = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + p \Delta V; \quad pV = \nu R T \Rightarrow Q = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + \nu R \Delta T$$

Т.к. процесс медленный, $p \approx \text{const}$

$$Q = \frac{5}{2} \nu R (T - T_1) = \frac{5}{2} \nu R \left(\frac{T_2 - T_1}{2} \right) = \frac{5}{2} \cdot \frac{3}{5} \cdot 40 \cdot 8,31 = 498,6 \text{ Дж}$$

Ответ:

1 $\frac{V_1}{V_2} = \frac{8}{10}$

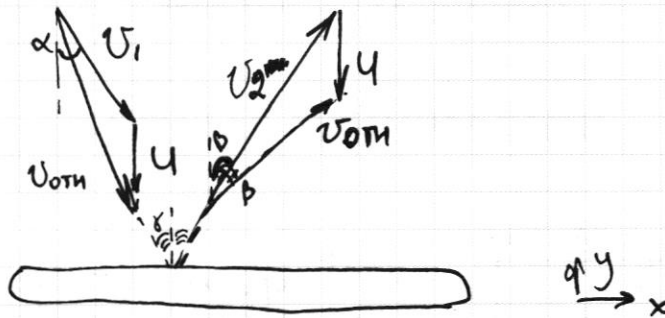
2 $T = \frac{T_1 + T_2}{2} = 360\text{K}$

3 $Q = \frac{5}{2} \nu R \left(\frac{T_2 - T_1}{2} \right) = 498,6 \text{ Дж}$

#1 $\sin \alpha = \frac{2}{3}$
 $\sin \beta = \frac{3}{5}$

1. $v_2 = ?$
 2. $u = ?$

В УСО плиты:



1 Парадокс большого тела. масса плиты \gg массы шарика

\Rightarrow Импульс, а значит, и скорость плиты меняются незначительно \Rightarrow ЗСМ v на x , м.к по оси y возникает ударная сила реакции опоры.

ЗСМ: $x: m v_1 \sin \alpha = m v_2 \sin \beta$

$$v_2 = v_1 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = 20 \frac{m}{c}$$

2. $\tan \gamma = \frac{v_1 \sin \alpha}{v_1 \cos \alpha + u}$
 $\tan \gamma = \frac{v_2 \sin \beta}{v_2 \cos \beta + u}$

$$\frac{v_1 \sin \alpha}{v_1 \cos \alpha + u} = \frac{v_2 \sin \beta}{v_2 \cos \beta + u}$$

$$v_1 \sin \alpha \cdot v_2 \cos \beta + v_1 \sin \alpha \cdot u = v_2 \sin \beta \cdot v_1 \cos \alpha + u v_2 \sin \beta$$

$$u (v_1 \sin \alpha - v_2 \sin \beta) = v_1 v_2 (\cos \beta \cos \alpha - \sin \alpha \cos \beta)$$

$$u = \frac{v_1^2 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} (\sin \beta \cos \alpha - \sin \alpha \cos \beta)}{v_1 (\sin \alpha - \sin \beta)}$$

До удара: $v_{0m}^2 = (u + v_1 \cos \alpha)^2 + (v_1 \sin \alpha)^2$

После: $v_{0m}^2 = (v_2 \sin \beta)^2 + (v_2 \cos \beta - u)^2$

$$(u + v_1 \cos \alpha)^2 - (v_2 \cos \beta - u)^2 = (v_2 \sin \beta)^2 - (v_1 \sin \alpha)^2 = 0$$

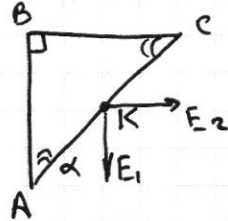
$$2u + v_1 \cos \alpha - v_2 \cos \beta = 0$$

$$u = \frac{1}{2} v_1 (\cos \beta \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} - \cos \alpha) = \frac{1}{2} v_1 (\operatorname{ctg} \beta \sin \alpha - \cos \alpha) = (8 - 3\sqrt{5}) \frac{m}{c}$$

Ответ: 1. $v_2 = v_1 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = 20 \frac{m}{c}$; 2. $u = \frac{1}{2} v_1 (\operatorname{ctg} \beta \sin \alpha - \cos \alpha) = (8 - 3\sqrt{5}) \frac{m}{c}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

#3 1 $\alpha = \frac{\pi}{4}$



$$E_1 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$E_2 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$\Delta ABC: \angle B = 90^\circ, AB = BC \Rightarrow \vec{E}_\Sigma = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ (Принцип суперпозиции)

$$E_\Sigma = E_1 \sqrt{2}$$

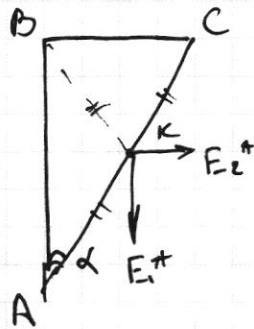
И.е. в $\sqrt{2}$ раз увеличится напря-ть в т.к.

2

$$\alpha = \frac{\pi}{9}$$

$$\sigma_1 = \sigma$$

$$\sigma_2 = \frac{2}{7}\sigma$$



$$\vec{E}_\Sigma^* = \vec{E}_1^* + \vec{E}_2^*$$

$$E_1^* = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$E_2^* = \frac{\sigma}{7\epsilon_0}$$

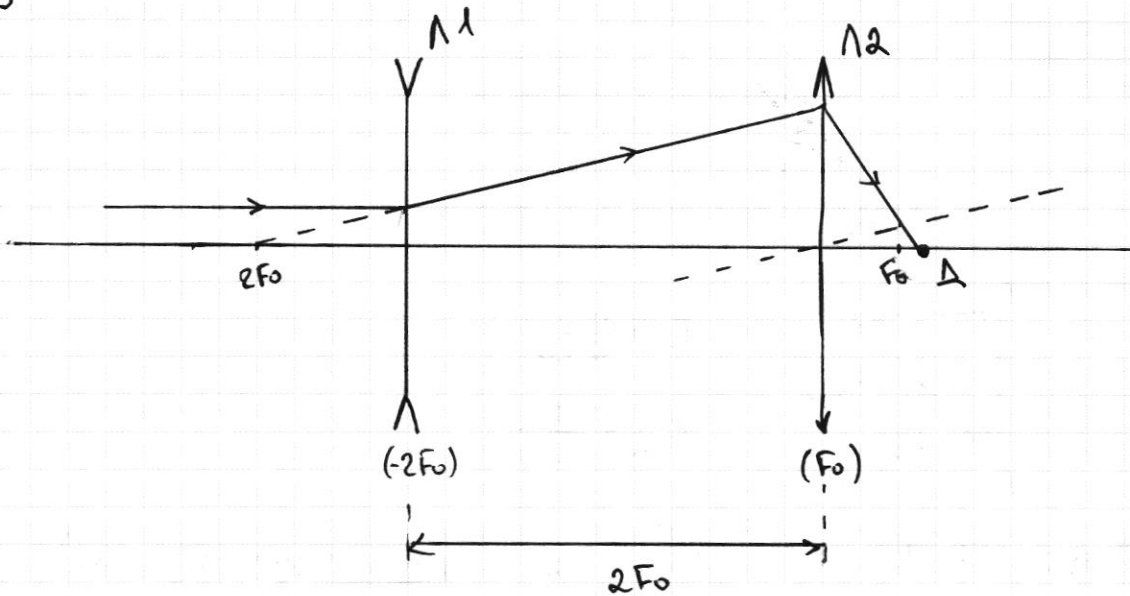
$$E_\Sigma = \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{1}{49}} \cdot \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{\sigma}{14\epsilon_0} \sqrt{53}$$

(У симметрии т.к. одн. точек A, B и B, C (попарно))

Ответ: 1. в $\sqrt{2}$ раз

2. $\frac{\sigma}{14\epsilon_0} \sqrt{53}$.

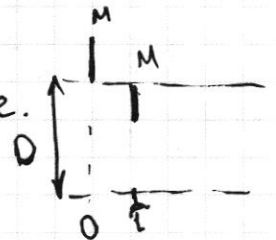
#5



1. Т.к. пучок света параллельный, линза рассеивающая \Rightarrow мнимый предмет будет находиться в фокусе линзы L_1 .
2. Мнимый предмет является предметом для линзы L_2
 \Rightarrow расстояние предмет-линза L_2 будет составлять $d = 2F_0 + 2F_0$
 $d = 4F_0$. Предмет для L_2 действительный.

$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{4F_0} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{4}{3}F_0$, т.к. фотодетектор мал и ему необходим сошедшийся пучок света. Т.е. $f = \frac{4}{3}F_0$ - расстояние линза L_2 - фотодетектор.

3. 0-го мишень "входит" в световой пучок, т.е.



$$I_1 = \frac{7}{16} I_0 \Rightarrow \text{Мишень "загорается"}$$

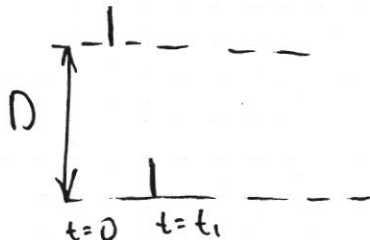
$\frac{9}{16}$ света, ~~попадающего~~ в который "попадает" на L_1 .
 Мишень от мишени больше мишени в $\frac{4}{3}$ раза, $\frac{9}{16} D$ - диаметр

$$\Rightarrow \text{Мишень: } l = \frac{3}{4} d_{\text{миш}} = \frac{3}{4} \cdot \frac{9}{16} D = \frac{27}{64} D, l = 15 \tau_0$$

$$v = \frac{l}{\tau_0} = \frac{27 D}{64 \tau_0}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

#5 (продолжение)



$$t_1 = \frac{D}{v} = \frac{D\tau_0}{e} = \frac{64}{27}\tau_0.$$

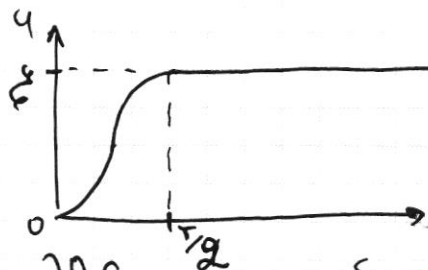
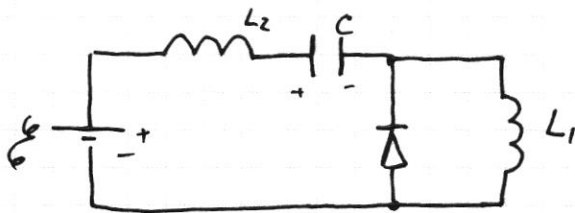
Ответ: 1 $f = \frac{4}{3}F_0$

2 $v = \frac{27}{64}\frac{D}{\tau_0}$

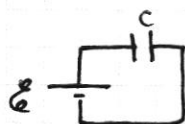
3 $t_1 = \frac{64}{27}\tau_0$

#4

\mathcal{E}, C
 $L_1 = 5L$
 $L_2 = 4L$



Конденсатор зарядится до ЭДС, после колебаний не будет



Катушка в уст. реж. = перемычка

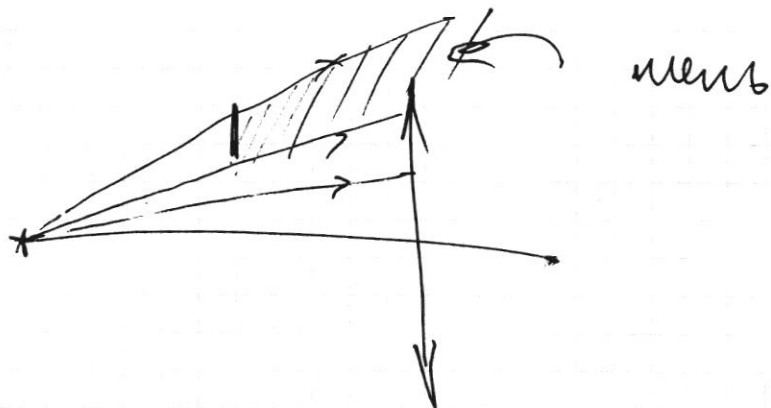
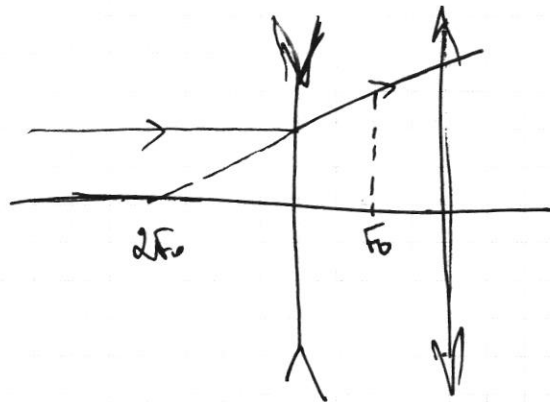
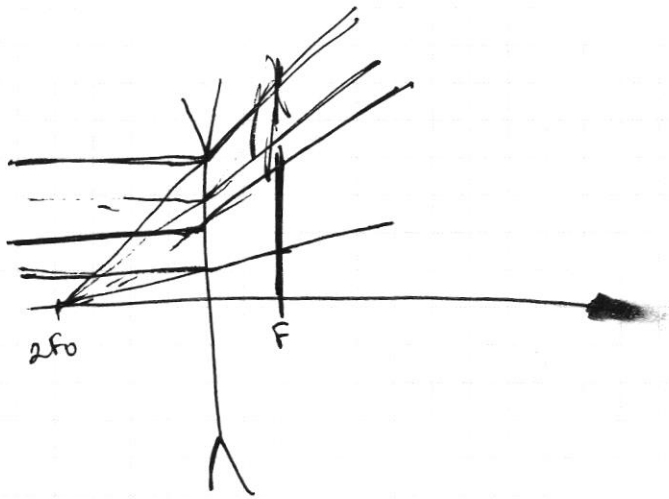
$$\mathcal{E} = L_1 \frac{dI}{dt} + L_2 \frac{dI}{dt} + U - \text{в произв. момент времени}$$

$$\mathcal{E} = (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} + \frac{q^2}{2C}$$

ЗСЭ:

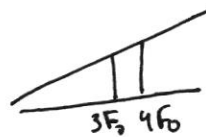
$$\frac{A\delta + A_{\text{вн.}}}{q\mathcal{E}} = \frac{C\mathcal{U}^2}{2} + \frac{L_1 I^2}{2} + \frac{L_2 I^2}{2}, \quad I \text{ одинаковый, т.к. эл-ты } L_1, L_2, \text{ соединены последовательно}$$

в $t = \frac{1}{2}T$ тока в цепи нет



U_{\min}
 $\Rightarrow I_{\max}$

$$\frac{U^2}{2} = \frac{LI_{\max}^2}{2}$$



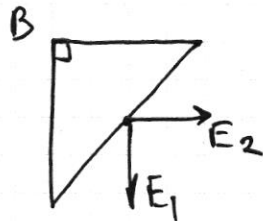
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

#3

л.



$$\alpha = \frac{\pi}{4} = 45^\circ$$



$$E_1 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$E_2 = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

Принцип суперпозиции: $\vec{E}_\Sigma = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

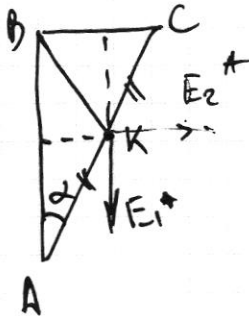
$$E_\Sigma = E_1 \sqrt{2}$$

2

$$\alpha = \frac{\pi}{9}$$

$$\sigma_1 = \sigma$$

$$\sigma_2 = \frac{2}{7}\sigma$$



$$\vec{E}_\Sigma^* = \vec{E}_1^* + \vec{E}_2^*$$

$$E_1^* = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$E_2^* = \frac{2\sigma}{7 \cdot 2\epsilon_0} = \frac{\sigma}{7\epsilon_0}$$

$$E_\Sigma^* = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{1}{49}} = \frac{\sigma}{14\epsilon_0} \sqrt{53}$$

$$49 + 4 = 53$$

$$49 \cdot 4 = 160 + 36 = 196$$

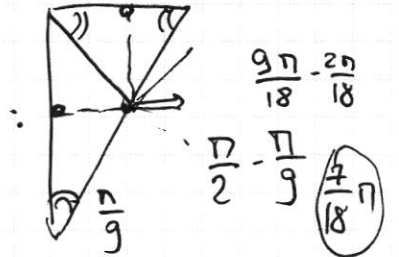
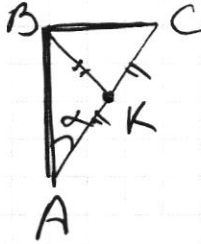
т.к. равноудалена
от A, B, C.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1 +
2 +
3 ?+
4 ?!
5 +

#3
Вид сверху:
 $\alpha = \frac{\pi}{4}$

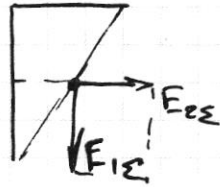


1. $\sigma_1 = \sigma_2 = \frac{Q}{S}$

$E = \frac{Q}{2\epsilon_0 \epsilon S}$, $E = \frac{Q}{\epsilon_0 \epsilon S}$

$\sigma = \frac{Q}{S}$

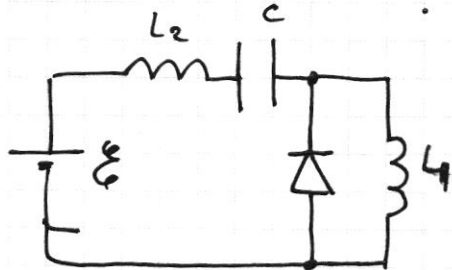
$U = Ed$



$E = \frac{Uq}{\epsilon^2}$
 $U = Ed$
 $q = CU$
 $C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$

$U = Ed$
 $q = cdE$
 $E = \frac{q}{cd} = \frac{q}{\epsilon \epsilon_0 S}$
 $\sigma = \frac{2q}{2S}$
 $E = \frac{2\sigma}{2\epsilon \epsilon_0}$

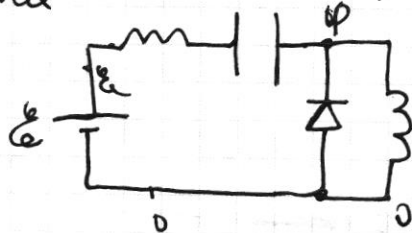
4.
 ϵ
 $L_1 = 5L$
 $L_2 = 4L$
 C



- 1 $I(L_1)$ - ?
- 2 $I_{\sigma 1}$ - ?
- 3 $I_{\sigma 2}$ - ?

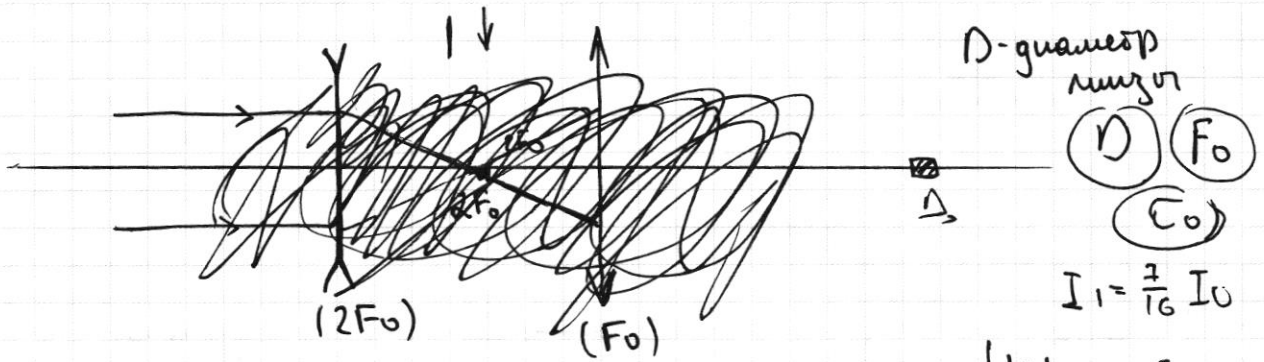
Мож в катушке и нап-е на конденсаторе не меняется

Мог. мач.:

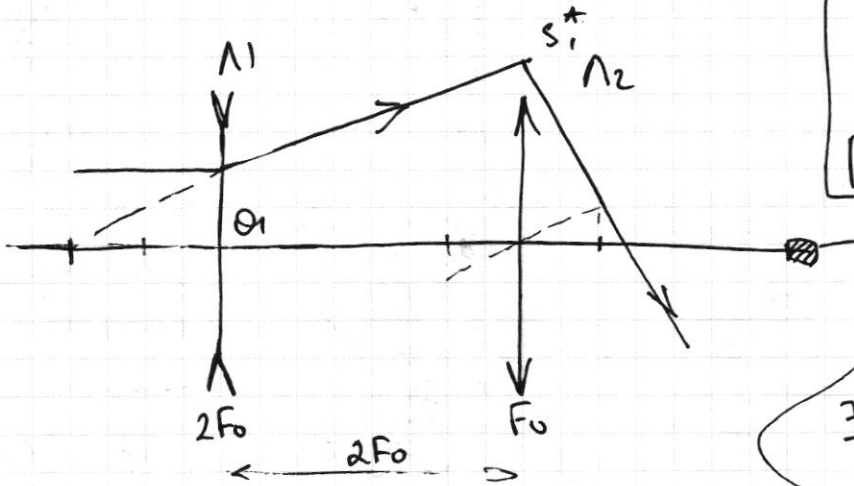


Тона нес.

5



D-диаметр мишени
 (D) (F_0)
 (C_0)
 $I_1 = \frac{7}{16} I_0$



Why-e
 $D - 2l = v(t_1 - t_0)$
 $D - l = vt_1$

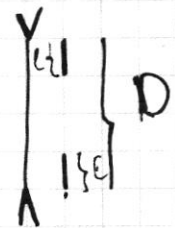
$$\frac{7}{16} D = \frac{gD}{16 \tau_0} \cdot t$$

$$\frac{7 \tau_0}{9} = t$$

1. λ_0 фронт. к. пучок света параллельный, мишень рассеивающая \Rightarrow минимум будет в центре промежуточного фокуса Λ_1 , т.е. на расст. $2F_0$ от Λ_1
 $\Rightarrow d = 2F_0 + 2F_0 = 4F_0$

2. Для Λ_2 : $\frac{1}{F_0} = \frac{1}{4F_0} + \frac{1}{f}$, т.к. изображение предмета действительное для Λ_2 .

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F_0} - \frac{1}{4F_0} = \frac{4-1}{4F_0} = \frac{3}{4F_0}$$



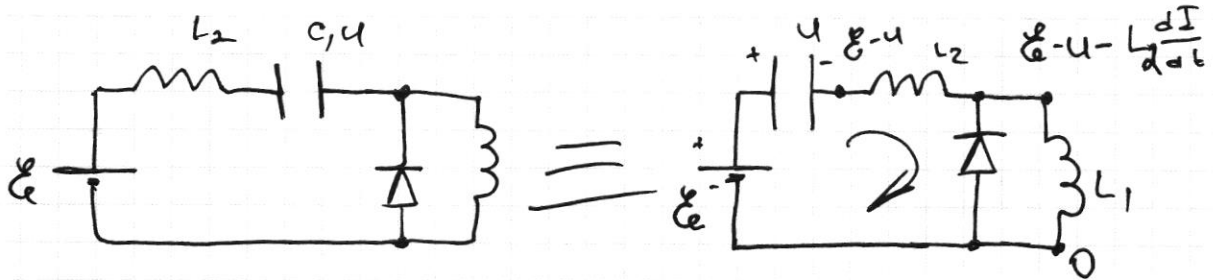
1). $f = \frac{4}{3} F_0$

~~0~~ $t_0 - t_1$ и $t_1 - t_2$ мишень "входит" в световой пучок, т.е. препятствует только частично
 $t_0 - t_1$ мишень движется в поле зрения миш.

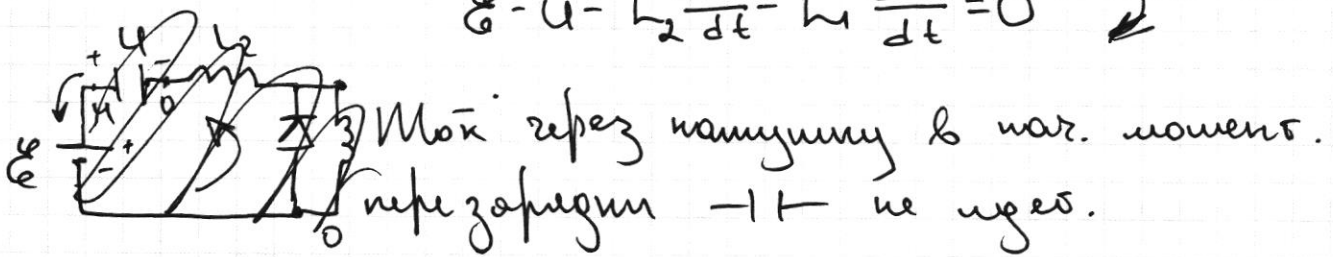
$I_1 = \frac{7 I_0}{16} \Rightarrow$ ~~Амплитуда~~ $\frac{g}{16}$

Мишень- ~~...~~ $\frac{g}{16} D = l$; $l = v t_0$; $v = \frac{l}{t_0} = \frac{g D}{16 t_0}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

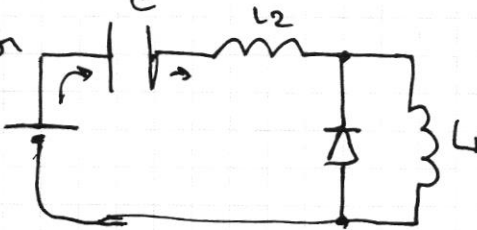


$$\varepsilon - u - L_2 \frac{dI}{dt} - L_1 \frac{dI}{dt} = 0 \Rightarrow$$

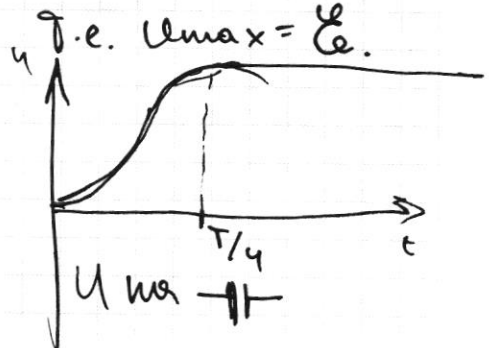
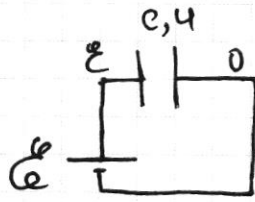


$$u > \varepsilon \Rightarrow u - \varepsilon + L_2 \frac{dI}{dt} = 0$$

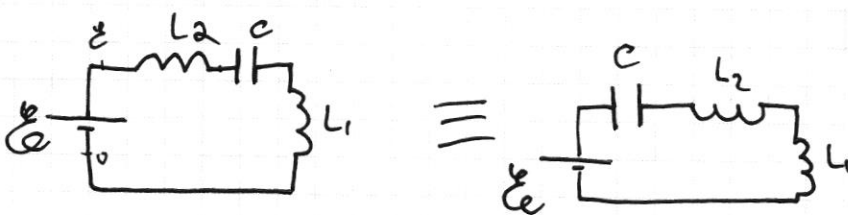
После-ч элемент
можно
менять
местом ε



В сост, когда у катушки нет сопротивления индуктивности:



⇒ Тусл I=0



$$I = q'$$

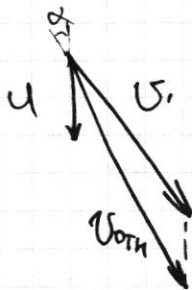
$$\varepsilon = \frac{q^2}{2C} + L_1 I' + L_2 I' \quad \text{Эл-ты пос-но}$$

$$\varepsilon = \frac{q^2}{2C} + (L_1 + L_2) q'' \quad \left| \quad (L_1 + L_2) \frac{dI}{dt} = \varepsilon - 0 = \text{Амплитуда} \right.$$

$$q'' = \frac{\varepsilon - \frac{q^2}{2C}}{L_1 + L_2} \quad \left| \quad \frac{dI}{dt} = \frac{\varepsilon}{L_1 + L_2} \right.$$



р.



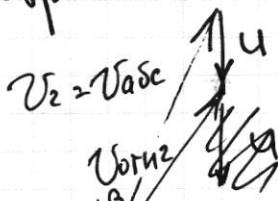
ω неизвестно.

$$\cos \alpha = \frac{v_0 m_1}{v_1} = \frac{18}{18} = 1$$

$$v_{0m1} = \sqrt{(U + v_1 \cos \alpha)^2 + (v_1 \sin \alpha)^2}$$

$v_{0m1} = v_{0m2}$, т.к. в ~~каждом~~ $U \omega$ митт
 угол падения = угол отражения

$$v_{0m2} = \sqrt{v_2^2 - U^2}$$

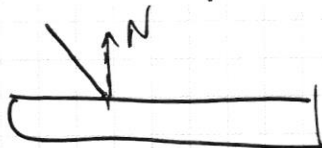


$$\cos \beta = \frac{v_0 m_2}{v_2} = \frac{18}{18} = 1$$

$$v_{0m2} = \sqrt{(v_2 \sin \beta)^2 + (v_2 \cos \beta - U)^2}$$

$$(U + v_1 \cos \alpha)^2 + (v_1 \sin \alpha)^2 = (v_2 \sin \beta)^2 + (v_2 \cos \beta - U)^2$$

$$(U + v_1 \cos \alpha)^2 - (v_2 \cos \beta - U)^2 = (v_2 \sin \beta)^2 - (v_1 \sin \alpha)^2$$



ЗУ на x: $v_1 \sin \alpha = v_2 \sin \beta$

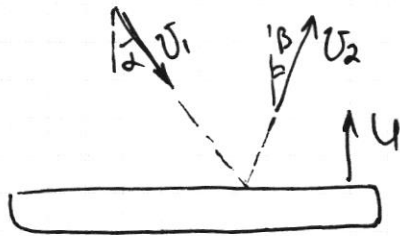
$$v_2 = v_1 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

$$v_2 = 18 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{5}{3} = 20 \frac{m}{c}$$

~~$$U = v_2 (\cos \beta - v_1 \sin \alpha \sin \beta)$$~~

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1



Удар неупругий — энергия теряется

ЗСД: направление большого угла.

$$m v_1 \cos \alpha = m v_2 \cos \beta$$

$$v_1 \cos \alpha = v_2 \cos \beta \quad ?$$

В СО плиты



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

Отсюда $v_2 \cos \beta = v_1 - u$

т.е. v_2 и $\cos \beta$ тем же углом.

Верт. соед: $u + v_1 \cos \alpha = v_2 \sin \beta$

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

$$\text{ctg } \gamma = \frac{v_2 \sin \beta}{v_2 \cos \beta} = \frac{u + v_1 \cos \alpha}{v_1 \sin \alpha}$$

Мат. проз.

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

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



~~Второй~~

$$v_2 \sin \beta \cdot \sin \gamma = v_2 \sin \beta$$

$$v_2 \sin \beta \cdot \cos \gamma = v_2 \cos \beta - u$$

$$\text{ctg } \gamma = \frac{v_2 \sin \beta}{v_2 \cos \beta - u}$$

$$\frac{u + v_1 \cos \alpha}{v_1 \sin \alpha} = \frac{v_2 \sin \beta}{v_2 \cos \beta - u}$$

$$\frac{v_1 \sin \alpha}{u + v_1 \cos \alpha} = \frac{v_2 \cos \beta - u}{v_2 \sin \beta} \Rightarrow \frac{v_1 \sin \alpha}{u + v_1 \cos \alpha} - \text{ctg } \beta = \frac{-u}{v_2 \sin \beta}$$

$$v_2 \sin \beta = \frac{u}{\sin \beta \left(\text{ctg } \beta - \frac{v_1 \sin \alpha}{u + v_1 \cos \alpha} \right)}$$

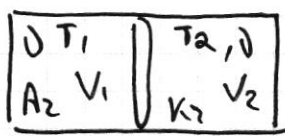
#2

$i=3$

$\nu = \frac{3}{5} \text{ моль}$

$T_1 = 320 \text{ K}$

$T_2 = 400 \text{ K}$



$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2$$

м.к. у воздуха нет уск. $\Rightarrow p_1 = p_2$

$$1. \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{320}{400} = 0,8$$

$$\frac{32}{40} = \frac{8}{10}$$

1 $\frac{V_1}{V_2} - ?$

2 $T - ?$

3 $Q - ?$

80 x 8,31
3/5 * 40 = 8,31

2 ~~ЗСЭ: $U_1 + U_2 = U_{общ}$.~~

~~$$\frac{3}{2} \nu R T_1 + \frac{3}{2} \nu R T_2 = \frac{3}{2} \cdot 2 \nu R T$$~~

~~$$\frac{3}{2} \nu R T_1 + \frac{3}{2} \nu R T_2 = \frac{3}{2} \cdot 2 \nu R T$$~~

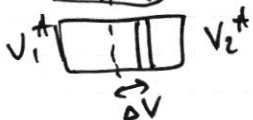
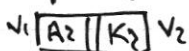
~~Решение~~

80 x 8,31
- 8,31
49860

$$W(0) = \frac{3}{2} \nu R T_1 + \frac{3}{2} \nu R T_2$$

$$W(t_{уск}) = \frac{3}{2} \cdot 2 \nu R T$$

В сост. равновесия соулг не образуется \Rightarrow Давление газоб равност.



Т арона \rightarrow

Т критична \downarrow

$$p V_1 = \nu R T$$

$$A r_1 = p \Delta V - p \Delta V = 0 \quad \text{У критична} \quad A r < 0$$

$$\text{Менно не возвогат} \quad \text{У арона} \quad A r > 0$$

$$\Rightarrow \text{ЗСЭ: } W(0) = W(t_{уск})$$

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

$$C_p = \frac{7}{2} R$$

$$T_1 + T_2 = 2T \quad ??$$

$$T = 360 \quad ?$$

3. $Q =$ критична $\xrightarrow{+Q}$ Арону.

$$Q = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + p \Delta V \quad \rightarrow \text{(Арону расширился)}$$

$$Q = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + \nu R \Delta T = \frac{5}{2} \nu R (T - T_1) = \frac{5}{2} \cdot \frac{3}{5} \cdot 8,31 \cdot 40 = 60 \cdot 8,31 \dots$$

$$Q = \frac{5}{2} \nu R \left(\frac{T_1 + T_2}{2} - T_1 \right) = \frac{T_1 + T_2 - 2T_1}{2} \quad T_2 - T_1 \quad 220 \frac{1}{360}$$