Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

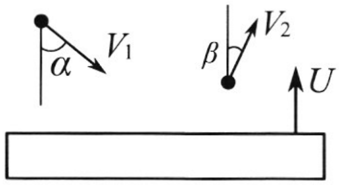
Класс 11

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

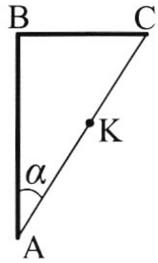
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится гелий, во втором – неон, каждый газ в количестве $\nu = 6/25$ моль. Начальная температура гелия T_1 = 330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

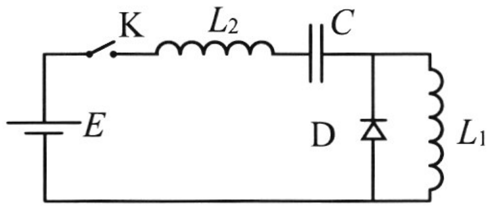
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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.

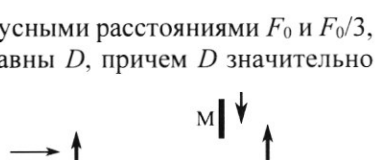


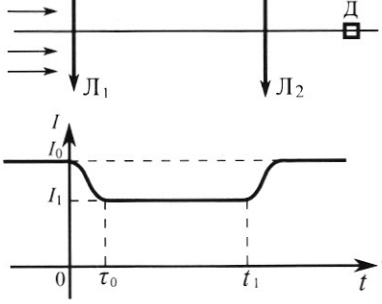
1) Найти период T этих колебаний.

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.

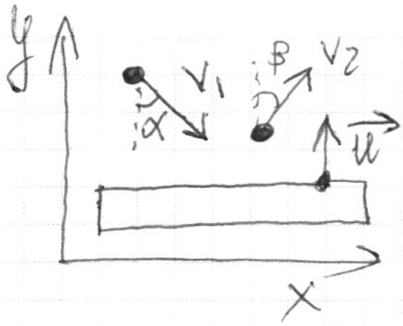
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



1) V_2 - ?

Решение:

Дано: $\sin\alpha = \frac{2}{3}$, $\sin\beta = \frac{1}{3}$, $V_1 = 6$ м/с

1. Введем систему координат: импульс шарика по оси X сохраняется $\Rightarrow m V_1 \cdot \sin\alpha = m V_2 \cdot \sin\beta$, где m - масса шарика; $V_2 = \frac{V_1 \sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{6 \text{ м/с} \cdot 2 \cdot \cancel{3}}{\cancel{3} \cdot 1} = 12$ м/с

2) u - ? 1. Предположим, что плита после удара не остановилась, тогда по закону сохранения механической энергии: $\frac{Mu^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2} = \frac{Mu^{*2}}{2} + \frac{mv_2^2}{2}$, где M - масса плиты, u^* - скорость плиты после соударения.

По закону сохранения импульса по оси Oy:

$$M\vec{u} + mv_1\cos\alpha = M\vec{u^*} + m\vec{V_2}\cos\beta$$

$$Mu - mv_1\cos\alpha = Mu^* + mV_2\cos\beta$$

$$Mu^* = Mu - mv_1\cos\alpha - mV_2\cos\beta$$

$$u^* = \frac{Mu - mv_1(\cos\alpha + \sin\alpha \cdot ctg\beta)}{M}$$

$$Mu^2 + mv_1^2 = \frac{(Mu - mv_1(\cos\alpha + \sin\alpha \cdot ctg\beta))^2}{M} + \frac{mv_1^2 \sin^2\alpha}{\sin^2\beta}$$

$$Mu^2 + mv_1^2 = Mu^2 - \frac{2Mu \cdot mv_1(\cos\alpha + \sin\alpha \cdot ctg\beta)}{M} +$$

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

$$+\frac{m^2V_1^2(\cos\alpha+\sin\alpha\cdot ctg\beta)^2}{M}+\frac{mV_1^2\sin^2\alpha}{\sin^2\beta}$$

так как по условию плита массивная, её масса M много больше массы шарика =>

=> дробь $\frac{m^2V_1^2(\cos\alpha+\sin\alpha\cdot ctg\beta)^2}{M}$ стремится к 0.

Отсюда получаем: $Mu^2+mV_1^2=Mu^2-2muV_1\cdot$

$\cdot(\cos\alpha+\sin\alpha\cdot ctg\beta)+\frac{mV_1^2\sin^2\alpha}{\sin^2\beta}$ $\quad |:m$

$$2uV_1\cdot(\cos\alpha+\sin\alpha\cdot ctg\beta)=\frac{V_1^2\sin^2\alpha}{\sin^2\beta}-V_1^2$$

$$u=\frac{V_1^2(\sin^2\alpha-\sin^2\beta)}{\sin^2\beta(\cos\alpha+\sin\alpha\cdot ctg\beta)\cdot 2V_1}=\frac{V_1(\sin^2\alpha-\sin^2\beta)}{2\sin^2\beta(\cos\alpha+\sin\alpha\cdot ctg\beta)}$$

$$\cos\alpha=\sqrt{1-\frac{4}{9}}=\frac{\sqrt5}{3};\ \cos\beta=\sqrt{1-\frac{1}{9}}=\frac{\sqrt8}{3}$$

$$u=\frac{6\,м/с\cdot\left(\frac{4}{9}-\frac{1}{9}\right)}{2\cdot\frac{1}{9}\left(\frac{\sqrt5}{3}+\frac{2\sqrt8}{3}\right)}=\frac{6\,м/с\cdot\frac{1}{3}}{2\cdot\frac{1}{9}\cdot\frac{1}{3}(\sqrt5+2\sqrt8)}=$$

$$=\frac{27}{\sqrt5+2\sqrt8}\ м/с$$

2- Предположим, что плита остановится

По закону сохранения энергии: $\frac{Mu^2}{2}+\frac{mV_1^2}{2}=\frac{mV_2^2}{2}$

По закону сохранения импульса

в проекции на ось y:

$$Mu=mV_1\cos\alpha+mV_2\cos\beta=mV_1(\cos\alpha+\sin\alpha\cdot ctg\beta)$$

$$Mu^2=mV_1^2\left(\frac{\sin^2\alpha}{\sin^2\beta}-1\right)=\frac{mV_1^2(\sin^2\alpha-\sin^2\beta)}{\sin^2\beta}$$

$$m = \frac{Mu^2 \cdot \sin^2\beta}{v_1^2(\sin^2\alpha - \sin^2\beta)}$$

$$\cancel{Mu} = \frac{\cancel{M}u^{\cancel{2}} \cdot \sin^2\beta}{v_1^{\cancel{2}}(\sin^2\alpha - \sin^2\beta)} \cdot \cancel{v_1}(\cos\alpha + \sin\alpha \cdot ctg\beta)$$

$$1 = \frac{u\sin^2\beta(\cos\alpha + \sin\alpha \cdot ctg\beta)}{v_1(\sin^2\alpha - \sin^2\beta)};\ u\sin^2\beta(\cos\alpha + \sin\alpha \cdot ctg\beta) =$$

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

$$= \frac{6\ м/с\left(\frac{4}{9} - \frac{1}{9}\right)}{\frac{1}{9}\left(\frac{\sqrt{5}}{3} + \frac{2}{3}\cdot\sqrt{8}\right)} = \frac{6\ м/с \cdot \cancel{\frac{1}{3}}}{\frac{1}{9}\cdot\cancel{\frac{1}{3}}(\sqrt{5} + 2\sqrt{8})} = \frac{54}{\sqrt{5} + 2\sqrt{8}}\ м/с$$

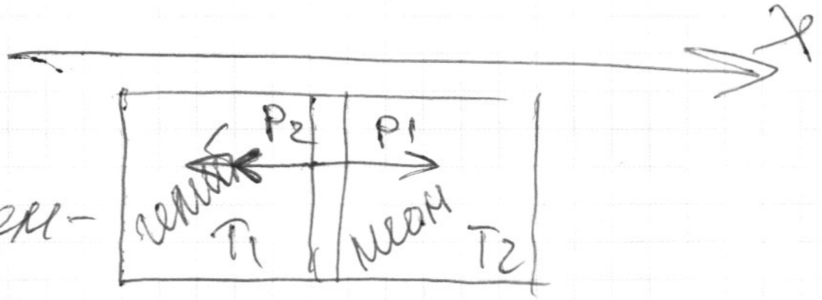
Ответ: 1) 1/2 2) $\frac{27}{\sqrt{5}+2\sqrt{8}}$

$\frac{54}{\sqrt{5}+2\sqrt{8}}$

2. Дано: $T_1 = 380 K$

$T_2 = 440 K$; $R = 8{,}31$ Дж/моль·К

$\nu = \frac{6}{25}$ моль



Решение:

1) Процесс медленный => объём не меняется скачком, а также давление и температура; Можно считать, что поршень не имеет ускорения по горизонтальной оси X.

следовательно силы давления газов на поршень скомпенсированы: $p_1S=p_2S$, где p_1 — давление гелия в нач. момент, p_2 — давление неона в нач. момент, S — площадь поршня; По уравнению Менделеева-Клапейрона:
$$\left.\begin{aligned} p_1V_1&=\nu RT_1 \\ p_2V_2&=\nu RT_2 \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2}=\frac{T_1}{T_2}=\frac{330}{440}=\frac{33}{44}$$

2) Рассмотрим установившийся процесс. Поршень неподвижен $\Rightarrow$ силы давления газов на поршень скомпенсированы:
$p^*V_1^*=\nu RT$; $p^*V_2^*=\nu RT \Rightarrow V_1^*=V_2^*$, где V_1^* — объем гелия, V_2^* — объем неона.
$$V^*=\frac{V_{общ}}{2}=\frac{V_1+V_2}{2}=\frac{V_1+\frac{V_1\cdot T_2}{T_1}}{2}=\frac{V_1(T_1+T_2)}{2T_1}.$$
$$p^*=p_1=\frac{\nu RT_1}{V_1}\Rightarrow \underbrace{\frac{\cancel{\nu R T_1}}{\cancel{V_1}}}_{p^*}\cdot\frac{\cancel{V_1}(T_1+T_2)}{2\cancel{T_1}}=\cancel{\nu R}T \;\Big|:\nu R$$
$$T=\frac{T_1+T_2}{2}=\left(\frac{330+440}{2}\right)К=385К$$

3) По закону сохранения энергии:
$Q=\Delta U+A$; т.к. пр-с изобарный, $Q=$
$$=\frac{5}{2}\nu R\Delta T=\frac{5}{2}\nu R(T-T_2)=\left(\frac{8{,}31\cdot3}{5}(385-440)\right)Дж$$
$$=\left(\frac{8{,}31\cdot3}{5}\cdot\overset{\shortparallel}{55}\right)Дж\approx-274Дж \Rightarrow$$ неон передал гелию 274 Дж.

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

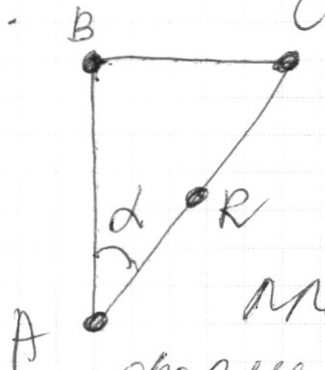
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Ответ: 1) $\frac{3}{4}$ 2) 335 3) 274

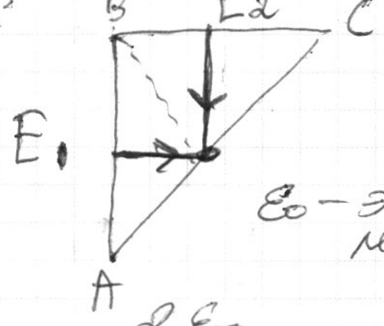
3.



Дано: σ, α

Решение:

Напряженность поля заряженной пластины рассчитывается по формуле $E=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$; Напряженность в точке K поля создаваемого двумя пластинами складывается как сумма напряженности полей этих пластин:



По теореме Пифагора

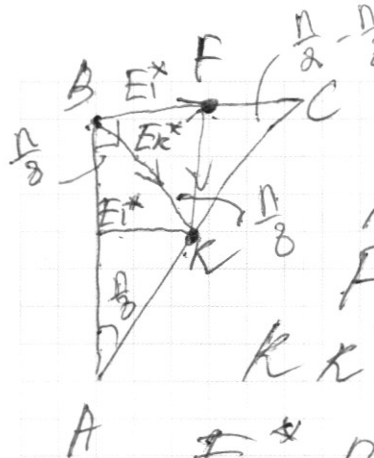
$E_K=\sqrt{E_1+E_2}=\sqrt{\frac{2\sigma^2}{4\varepsilon_0^2}}=$

ε0 — эл. постоянная

$=\frac{\sigma}{\sqrt{2}\varepsilon_0}$; $\frac{E_K}{E_0}=\frac{E_K}{E_2}=\frac{\sigma}{\sqrt{2}\varepsilon_0}\cdot\frac{2\varepsilon_0}{\sigma}=\sqrt{2}$

2) E_K^* — напряженность поля в точке K во втором случае. Её можно посчитать по Т. Пифагора или по Теореме синусов.

По Т. Пифагора: $E_K^*=\sqrt{\frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2}+\frac{16\sigma^2}{4\varepsilon_0^2}}=\frac{\sqrt{17}\sigma}{2\varepsilon_0}$



Обозначим углы в треугольнике. По Т. ~~[illegible]~~ синусов в △ BKF, где F, точка при проведении ⊥ из точки K к BC, то есть расстояние (K; BC) = FK.

$$\frac{E_k^*}{E_i^*} = \frac{BK}{BF}; \quad \frac{BK}{\sin 90^\circ} = \frac{BF}{\sin BKF} = \frac{BF}{\sin(\frac{\pi}{8})}$$

~~BK~~ 1

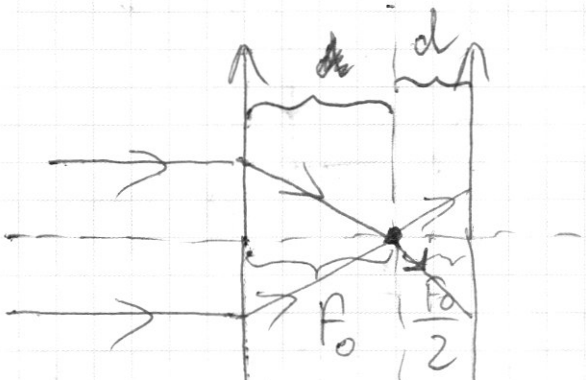
$$E_i^* = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}; \quad \frac{E_k^*}{1} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 \cdot \sin(\frac{\pi}{8})}$$

$$\frac{\pi}{8} \approx \frac{180^\circ}{8} = \frac{90}{4} = \frac{45^\circ}{2} \approx 22{,}5^\circ$$

$$E_k^* \approx \frac{\sigma}{2\varepsilon_0 \cdot \sin(22{,}5)^\circ}$$

Ответ: 1) $\sqrt{2}$ 2) $\frac{\sqrt{17}\sigma}{2\varepsilon_0} \approx \left(\frac{\sqrt{17}\sigma}{2\cdot 8{,}85\cdot 10^{-12}}\right)\frac{Н}{Кл}$

Б)



Дано:

1) По формуле тонкой линзы: $\frac{1}{d}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F_2}$

d — расстояние от линзы 2 до изображения, полученного ~~[illegible]~~ пучком лучей после прохождение линзы 1. Пучок, падающий на линзу 1, был параллельным => после прохождения Л1 должен идти в фокус Л1. Отсюда $d = \frac{3}{2}F_0 - F_0$, где $\frac{3}{2}F_0$ — расст. между линзами

$2I_0t_1 - 2I_0\tau_0 = 9\mathcal{D}\tau_0$; $t_1 = \dfrac{\tau_0(9\mathcal{D} + 2I_0)}{2I_0}$

4. Дано:

$L_1 = 3L$

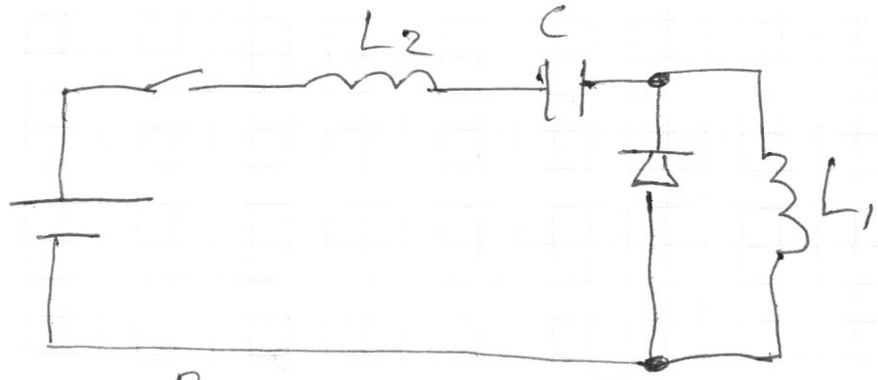
$L_2 = 2L$

$C, \mathcal{D}$,

1) T - ?

2) $I_{01}max$ - ?

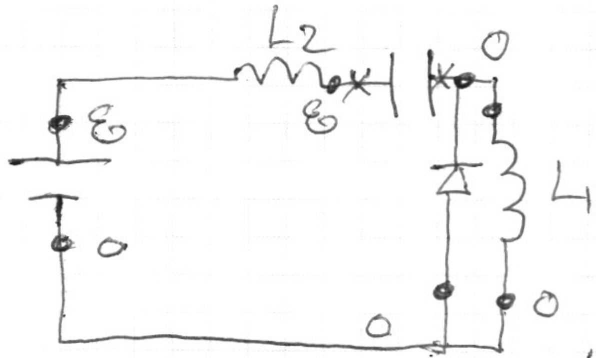
3) $I_{02}max$ - ?



1. По формуле Томсона период колебаний тока можно найти по формуле: $T = 2\pi\sqrt{LC} \Rightarrow$ для L_2

$T = 2\pi\cdot\sqrt{2LC} = 2\sqrt{2}\pi\sqrt{LC}$

2. $U_{L1} = I_{L}'(t)\cdot L_1$; I_{01} max можно найти, приравнев $I_{L1}'(t)$ к нулю, тогда $U_{L1} = 0$



Рассмотрим цепь в установившемся режиме; ток через конденсатор не течет, напряжение на катушках равно нулю

Рассмотрим цепь в произвольный момент времени: $U_{\mathcal{D}}(t) = L\cdot I_{01}(t)$

$\dfrac{L_1 I_{01max}^2}{2} = \dfrac{C\mathcal{E}^2}{2}$; $I_{01max} = +\sqrt{\dfrac{C\mathcal{E}^2}{L_1}} = \mathcal{E}\sqrt{\dfrac{C}{3L}}$

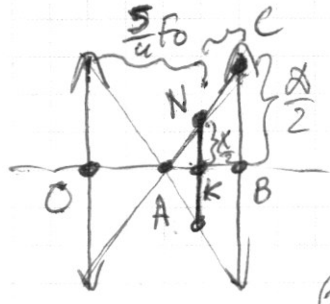
3. В катушке L_2 ток максимальный, когда $U_C(t) = 0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

F_0 – фокусное расстояние первой линзы;
$F_2 = \frac{F_0}{3}$ – фокусное расстояние Л2; f – расстояние между Л2 и фоторезистором;

$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_2}$; $\frac{2}{F_0} + \frac{1}{f} = \frac{3}{F_0} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F_0} \Rightarrow f = F_0$

2. Из графика зависимости тока от времени можно заметить, что ток ~~через~~ начинает уменьшаться, когда мишень начинает перекрывать свет, сила тока уменьшается со временем ~~I(t)~~ $V_{мишени} = V_{тока} = \frac{|\Delta I|}{\Delta t}$; $|\Delta I| = \frac{I_0 - \frac{8I_0}{9}}{\tau_0} = \frac{I_0}{9\tau_0}$

3. 

Рассмотрим момент времени, когда мишень полностью перекрывает свет, прошедший через Л1; Отсюда можем найти длину мишени; Рассмотрим ΔANK и ΔACB, где NK – половина длины мишени;

$\frac{AB}{AK} = \frac{d}{2} \cdot \frac{2}{x}$; $AB = OB - OA = \frac{3}{2}F_0 - F_0 = \frac{F_0}{2}$; $AK = \frac{5}{4}F_0 - F_0 = \frac{F_0}{4}$; $\frac{F_0}{2} \cdot \frac{4}{F_0} = \frac{d}{x} \Rightarrow x = \frac{d}{2}$

$x = V \cdot \Delta t = \frac{I_0}{9\tau_0} \cdot (t_1 - t_0) = \frac{d}{2}$;

$$U_C(t) = \frac{q_C(t)}{C}$$

$$U_C \cdot \Delta t = \frac{q_C \cdot \Delta t}{C}$$

По закону сохранения энергии:

$$\frac{L_2 I^2_{2max}}{2} = \frac{CU^2}{2}$$

$$I_{2max} = I_{1max} = \sqrt{\frac{C \cdot \mathcal{E}^2}{L_2}} = \mathcal{E} \cdot \sqrt{\frac{C}{2L}}$$

Когда ток через катушку L_2 максимален, заряд на конденсаторе минимален по модулю, т.е. равен нулю

$E_{катушки\,0} + E_{конденсатора\,0} = E_{катушки\,M} + E_{конденсатора\,M}$

0 – ~~начальная~~ минимальная

M – ~~конечная~~ максимальная

$$\underbrace{\frac{L \cdot I^2_{max}}{2}}_{\text{максимальная энергия катушки}} + \underbrace{0}_{\text{минимальная энергия конденсатора}} = \overbrace{0}^{\text{мин. энергия катушки}} + \underbrace{\frac{CU^2_{max}}{2}}_{\text{макс. энергия конденсатора}}$$

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)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

$$\cos\alpha = \sqrt{1 - \frac{4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}; \quad \cos\beta = \sqrt{1 - \frac{1}{9}} = \frac{\sqrt{8}}{3}$$

$$\cancel{u = \frac{6 \cdot \left(\frac{4}{9} \cdot \left(\frac{\sqrt{8} \cdot 3}{3 \cdot 1}\right)^2 - 1\right)}{2 \cdot \left(\frac{\sqrt{5}}{3} + \frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{8} \cdot 3}{3 \cdot 1}\right)} = \frac{3\left(\frac{4 \cdot 8}{9} - 1\right)}{\frac{\sqrt{5} + 2\sqrt{8}}{3}}} =$$

$$\cancel{\frac{9\left(\frac{32}{9} - 1\right)}{\sqrt{5} + 2\sqrt{8}} = \frac{32 - 9}{\sqrt{5} + 2\sqrt{8}} = \frac{21}{\sqrt{5} + 2\sqrt{8}}} \quad \frac{6 \cdot 2\left(\frac{4}{9} - \frac{1}{9}\right)}{\frac{1}{9} \cdot 2\left(\frac{\sqrt{5}}{3} + \frac{2}{3} \cdot \sqrt{8}\right)}$$

(2) Плита остановилась после удара

$$Mu = m v_1 \cos\alpha + m v_2 \cos\beta = m v_1(\cos\alpha + \sin\alpha\, ctg\beta)$$

$$\frac{Mu^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_1^2 \sin^2\alpha}{\sin^2\beta \cdot 2}$$

$$v_1^2 m\left(1 + \frac{\sin^2\alpha}{\sin^2\beta}\right) = Mu^2; \quad m = \frac{Mu^2}{v_1^2\left(\frac{\sin^2\beta + \sin^2\alpha}{\sin^2\beta}\right)}$$

$$\cancel{u} = \frac{u^2(\ldots\ldots)}{v_1(\ldots\ldots)}; \quad u = \ldots$$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

① ~~$Mu + v_1\cos\alpha = v_2 \cos\beta + Mu$~~

① $m v_1 \sin\alpha = m v_2 \sin\beta \; |:m \qquad v_2 = \frac{v_1 \sin\alpha}{\sin\beta} =$

$= \frac{\cancel{6}^{2} \text{ м/с} \cdot \frac{2}{\cancel{3}}}{\frac{1}{3}} = 12 \text{ м/с}$

2) ~~$v_2 = v_1 + 2u$~~ $\quad v_2 = v_1 + 2u$

~~$\frac{Mu^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2}$~~ $\quad \frac{Mu^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2} = \frac{Mu^{*2}}{2} + \frac{mv_2^2}{2}$

$Mu - v_1\cos\alpha = v_2$

$M\vec{u} + m\vec{v_1}\cos\alpha = M\vec{u^*} + m\vec{v_2}\cos\beta$

① $Oy: Mu - mv_1\cos\alpha = Mu^* + mv_2\cos\beta$

$Mu^* = Mu - mv_1\cos\alpha - mv_2\cos\beta$

$u^* = \frac{Mu - mv_1(\cos\alpha + \sin\alpha \cdot ctg\beta)}{M}$

$Mu^2 + mv_1^2 = \frac{(Mu - mv_1(\cos\alpha + \sin\alpha \cdot ctg\beta))^2}{M} +$

$+ m \cdot \frac{v_1^2 \sin^2\alpha}{\sin^2\beta} \cdot \cancel{ctg\beta}$

$\cancel{Mu^2} + \cancel{m}v_1^2 = \cancel{Mu^2} - 2\cancel{M}u \cdot \cancel{m}v_1(\cos\alpha + \sin\alpha \cdot ctg\beta) + \approx 0 +$

$+ \cancel{m}v_1^2 \frac{\sin^2\alpha}{\sin^2\beta} \cdot \cancel{ctg\beta}$

$2uv_1(\cos\alpha + \sin\alpha \cdot \cancel{ctg\beta}\, ctg\beta) = v_1^2 \sin^2\alpha \cdot ctg^2\beta - v_1^2$

$u = \frac{v_1^2 \sin^2\alpha / \cancel{\sin}\, ctg^2\beta - v_1^2}{2v_1 \cdot (\cos\alpha + \sin\alpha \cdot ctg\beta)}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

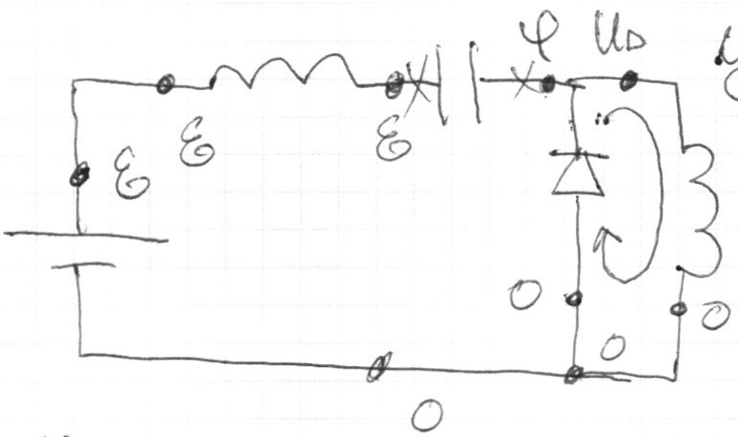
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1) $T = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\cdot\sqrt{L_2 C} = 2\pi\cdot\sqrt{\cancel{3}LC}$

$\cancel{2Ł}$ $\mathcal{E} - L_2 I'_{L_2} + U - L_1 I_{L_1}$



уст. режим:

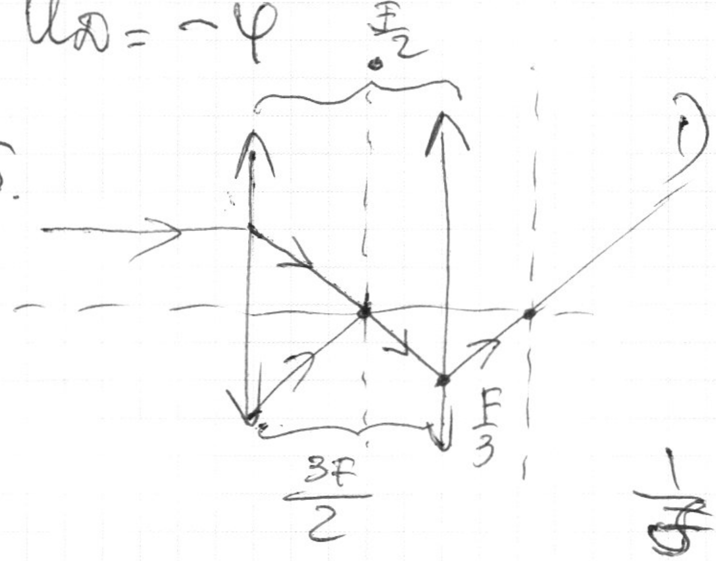
$U_D(t) = LI'$

$U_D(t) = L\cdot I'$

$I' = \frac{U_D(t)}{L}$

$U_D = -\varphi$

5.



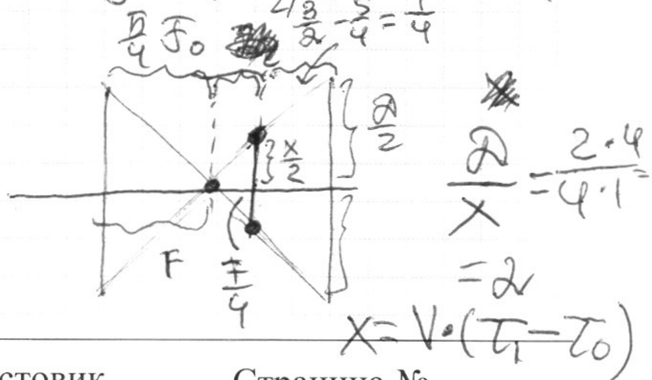
1) $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_2}$

$\frac{2}{F} + \frac{1}{f} = \frac{3}{F}$

$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow f = F_0$ — расстояние до фотодетектора

2) $V = \frac{L}{t_1 - \tau_0}$

$V = \frac{\Delta I}{\tau_0} = \frac{I_0}{9\tau_0}$



$\frac{D}{x} = \frac{2\cdot 4}{4\cdot 1} = 2$

$x = V\cdot(\tau_1 - \tau_0)$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

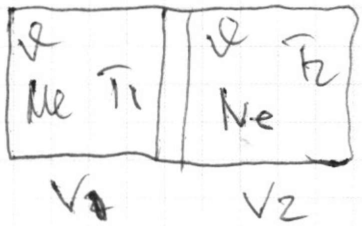
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1)

$T_1 = 330K \quad T_2 = 440K$



$p_1 V_1 = \nu R T_1$ $\qquad \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$.

$p_2 V_2 = \nu R T_2$

2)

$p_1^* V_1^* = \nu R T$; $p^* V_2^* = \nu R T$

$V^* = \frac{V_1 + V_2}{2} = \frac{\nu R T_1 + \nu R T_2}{p \cdot 2}$

$V^* = \frac{V_1 + \frac{V_1 \cdot T_2}{T_1}}{2} = \frac{V_1(T_1 + T_2)}{2T_1}$

$p^* = p_1 = \frac{\nu R T_1}{V_1} \Rightarrow \frac{\nu R T_1}{V_1} \cdot V^* = \nu R T$

$\frac{\cancel{\nu R} T_1}{\cancel{V_1}} \cdot \frac{\cancel{V_1}(T_1 + T_2)}{2T_1} = \cancel{\nu R} T$; $T = \frac{(T_1 + T_2)}{2T_1} =$

$= \cancel{\frac{(330+440)}{2 \cdot 660}} = \cancel{\frac{770}{660}}$ $\frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{330 + 440}{2} =$

$= \frac{770}{2} K = 385 K$

$770 \,|\, 2 = 385$; -6, 17, -16, 10

3) $|Q| = \frac{5}{2}\nu R\Delta T = \frac{\cancel{5}}{\cancel{2}}\cdot\frac{\cancel{6}^{\,3}}{\cancel{25}_{\,5}}\cdot 8{,}31\cdot|(T-T_2)| =$

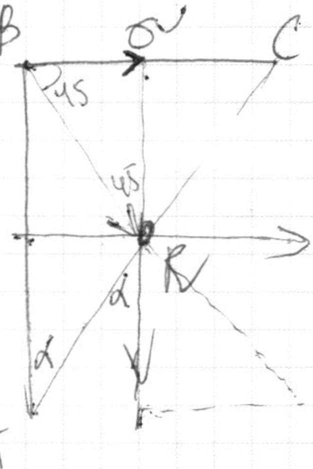
$= \frac{8{,}31\cdot 3}{5}\cdot(400-385) = \frac{8{,}31\cdot 3\cdot \cancel{15}\,3}{\cancel{5}} =$

$= 8{,}31\cdot 9$

$$\begin{array}{r} 400 \\ -\,385 \\ \hline 015 \end{array}$$

3.

1)



$E = \frac{F}{q}$

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

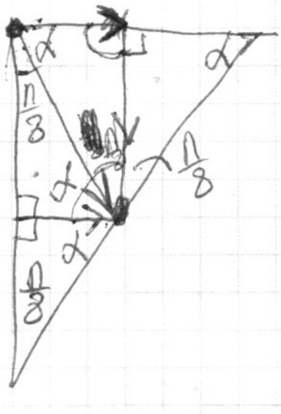
$$\begin{array}{r} 8{,}31 \\ \times\ 33 \\ \hline 2493 \\ 2493\ \ \\ \hline 274{,}23 \end{array}$$

$E_0 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$, $E_k = \sqrt{\frac{\cancel{2}\sigma^2}{\cancel{4}_{2}\varepsilon_0^2}} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}\,\varepsilon_0}$

$\frac{E_k}{E_0} = \frac{\sigma}{\sqrt{2}\,\varepsilon_0}\cdot\frac{2\varepsilon_0}{\sigma} = \sqrt{2}$

2) $E_k^* = \frac{\sqrt{\sigma^2+16\sigma^2}}{2\varepsilon_0} =$

$= \frac{\sqrt{17}\,\sigma}{2\varepsilon_0} \approx \frac{4\sigma}{\varepsilon_0}$



$\frac{E_k^*}{1} = \frac{E_1}{\sin(\frac{\pi}{8})} = \frac{4\sigma}{2\varepsilon_0\cdot\sin\frac{\pi}{8}} =$

$= \frac{2\sigma}{\varepsilon_0\cdot\sin 18^\circ} \approx$

$\approx \frac{14\sigma}{\varepsilon_0}$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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