

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

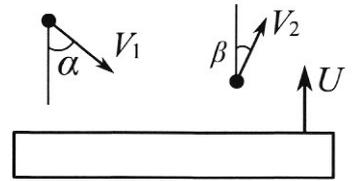
Класс 11

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 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 ($\sin \beta = \frac{1}{3}$) с вертикалью.

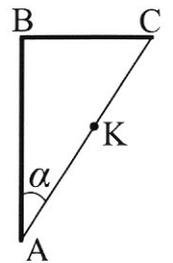


- 1) Найти скорость V_2 .
 - 2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.
- Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится 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).

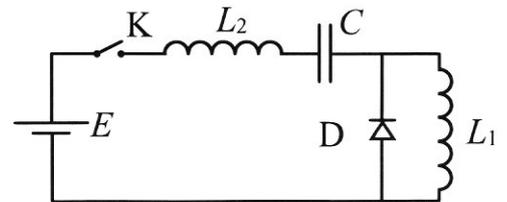
- 1) Найти отношение начальных объемов гелия и неона.
- 2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
- 3) Какое количество теплоты передал неон гелию?

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



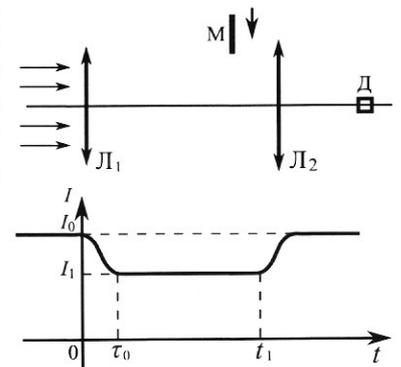
- 1) Пластина ВС заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол $\alpha = \pi/4$. Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС, если пластину АВ тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?
- 2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 4\sigma$, $\sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/8$. 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 $L_1 = 3L$, $L_2 = 2L$, 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 L_1 и L_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 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 $5F_0/4$ от L_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 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

Ситуация до удара в ЛСО → Перейдем в С.О плиты

Дано:

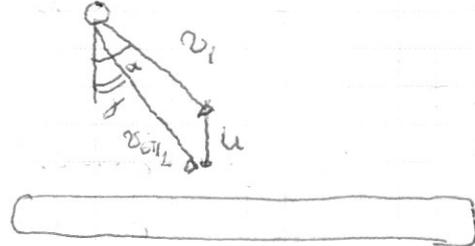
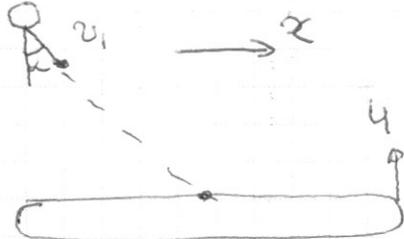
$$v_1 = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

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

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

① $v_2 = ?$

② $u = ?$

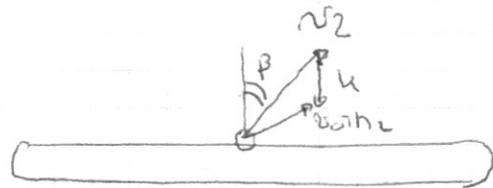


Закон сохранения скорости: $\vec{v}_{\text{до уд}} = \vec{v}_{\text{отп}1} + \vec{v}_{\text{пер}1}$, где $\vec{v}_{\text{до уд}} = \vec{v}_1$, $\vec{v}_{\text{пер}1} = -u$

Ситуация после удара в ЛСО → Перейдем в С.О плиты

Закон сохранения скорости: $\vec{v}_{\text{до уд}} = \vec{v}_{\text{отп}2} + \vec{v}_{\text{пер}2}$, где $\vec{v}_{\text{до уд}} = \vec{v}_2$, $\vec{v}_{\text{пер}2} = u$

x →



В С.О плиты выполняется закон сохранения импульса:

$$Ox: m v_{\text{отп}1x} = m v_{\text{отп}2x} \Rightarrow v_1 \sin \alpha = v_2 \sin \beta$$

Заметим, что $v_{1y} = v_1 \cos \alpha + u$, также $v_{2y} = v_2 \cos \beta + 2u$

Тогда мы имеем следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} v_1 \cos \alpha + 2u = v_2 \cos \beta \\ v_1 \sin \alpha = v_2 \sin \beta \end{cases} \Rightarrow u = \frac{v_1 \sin \alpha \cos \beta}{2} - v_2 \frac{\cos \alpha}{2} \Rightarrow u = \frac{6\sqrt{8}}{3} - \frac{6\sqrt{5}}{3}$$

$$\begin{cases} v_2 \sin \beta = v_1 \sin \alpha \Rightarrow v_2 = v_1 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \\ v_2 = 6 \cdot \frac{2}{1/3} = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}} \end{cases}, u = 4\sqrt{2} - \sqrt{5}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \frac{1}{9}} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$$

Ответ: ① $v_2 = v_1 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$; $v_2 = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; ② $u = \frac{v_1 \sin \alpha \cos \beta}{2} - \frac{v_1 \cos \alpha}{2}$; $u = 2\sqrt{8} - \sqrt{5}$
 $u = 4\sqrt{2} - \sqrt{5}$

№2

Процесс медленный \Rightarrow равновесия \Rightarrow давление остается постоянным (с обеих сторон. [изобразить процесс])

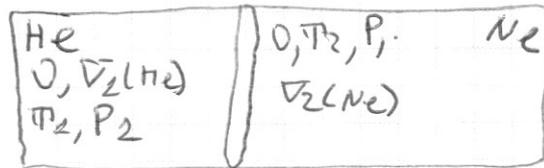
Дано:

$$V = \frac{6}{25} \text{ моль}$$

$$T_1 = 330 \text{ К}$$

$$T_2 = 440 \text{ К}$$

4 Система в 0 момент времени



Ne и He - благородные газы \Rightarrow степень свободы $i=3$

① Распишем закон Пн-Мену для He и Ne:

$$P_1 V_1(\text{He}) = \nu R T_2 \Rightarrow \frac{V_1(\text{He})}{V_2(\text{Ne})} = \frac{3}{4} = \frac{P_2}{P_1}$$

$$P_2 V_2(\text{Ne}) = \nu R T_2$$

② Рассмотрим Закон Сохранения Энергии (ЗСЭ)

$$\frac{3}{2} \nu R T_1 + \frac{3}{2} \nu R T_2 = \frac{3}{2} \nu R T_C + \frac{3}{2} \nu R T_C + A_{\text{газ}}^0$$

② $T_C = ?$

③ $Q = ?$

$A_{\text{газ}} = A_{\text{He}} + A_{\text{Ne}}$; $A_{\text{Ne}} = -A_{\text{He}}$ Т.к давление постоянно, а изменение объема отрицательное, только Ne сжимается, а He расширяется.

$$4 \text{ ЗСЭ: } \frac{3}{2} \nu R (T_1 + T_2) = 3 \nu R T_C \Rightarrow T_C = \frac{T_1 + T_2}{2}, T_C = 385 \text{ К}$$

③ Распишем Формулу Термодинамики для He:

$$Q = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{\text{He}} + P \Delta V_{\text{He}}, \text{ т.к } P = \text{const} \Rightarrow P \Delta V = \nu R \Delta T$$

$$Q = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{\text{He}}, \Delta T_{\text{He}} = 385 - 330 = 55 \text{ К} \Rightarrow Q = \frac{5}{2} \cdot \frac{6}{25} \cdot 55 \cdot 8,31$$

$$Q = 33 \cdot 8,31 = 274,23 \text{ Дж}$$

Ответ: ① $\frac{V_1(\text{He})}{V_2(\text{Ne})} = \frac{3}{4}$

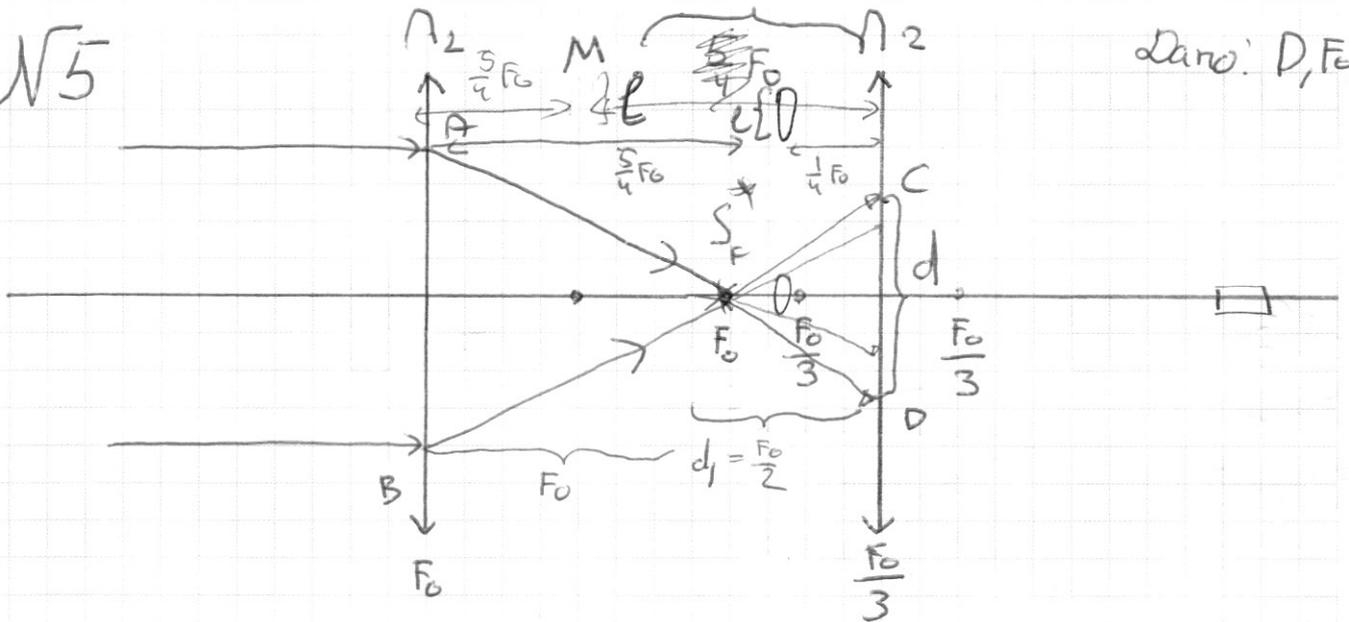
② $T_C = \frac{T_1 + T_2}{2} = 385 \text{ К}$

③ $Q = 274,23 \text{ Дж} = \frac{5}{2} \nu R \left(\frac{T_1 + T_2}{2} - T_1 \right)$

$$\begin{array}{r}
 \times 831 \\
 \hline
 3300 \\
 000 \\
 000 \\
 2493 \\
 \hline
 27423
 \end{array}$$

№5

Дано: D, F_0, τ_0



② Пучок света параллельных лучей собирается в фокусе (перемычка) собирающей линзы \Rightarrow Предмет, S^* - будет действительным предметом для L_2 .

$d_L = \frac{F_0}{2} > \frac{F_0}{3} \Rightarrow$ Увеличение действительное.

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{s_1} = \frac{3}{F_0}, \text{ где } d_1 = \frac{F_0}{2} \Rightarrow s_1 = \frac{\frac{F_0}{2} \cdot \frac{F_0}{3}}{\frac{F_0}{2} - \frac{F_0}{3}} = F_0; s_2 = F_0$$

② $\triangle A B F \sim \triangle D C F$

d - область затененная светом в L_2

$$\frac{d}{D} = \frac{d_1}{F_0} = \frac{1}{2} \Rightarrow d = \frac{D}{2}$$

$\triangle l$ - группа мишен: $l = v \tau_0$

$\triangle I_0 = \alpha P$, где $P = \beta d$, P - мощность света. $\Rightarrow I_0 = \alpha \beta d = \frac{\alpha \beta D}{2}$

$\triangle I_2$ - ток фона мишен полностью внутри фона света предмета S^*

$$I_2 = \frac{8}{3} I_0, I_2 = \alpha \beta (d - l) = \alpha \beta (d - v \tau_0)$$

$$I_0 = \alpha \beta d$$

Таким образом: $\frac{I_0}{I_2} = \frac{\alpha \beta d}{\alpha \beta (d - v \tau_0)} = \frac{3}{8} = \frac{d}{d - v \tau_0} \Rightarrow 3d - 3v \tau_0 = 8d$

$$v = \frac{d}{3 \tau_0} = \frac{D}{18 \tau_0}$$

Также: $d - l = v t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{d}{v} - \tau_0 = \frac{18d}{D} - \tau_0 = 8 \tau_0$

- Ответ: ① $s_2 = F_0$
 ② $v = \frac{D}{18 \tau_0}$
 ③ $t_2 = 8 \tau_0$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

Дата

Ⓘ $\alpha = \frac{\pi}{4}$

Ⓜ $\sigma_1 = 4\sigma$

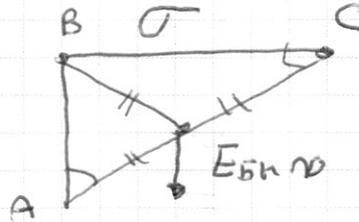
$\sigma_2 = \sigma$

$\alpha = \frac{\pi}{8}$

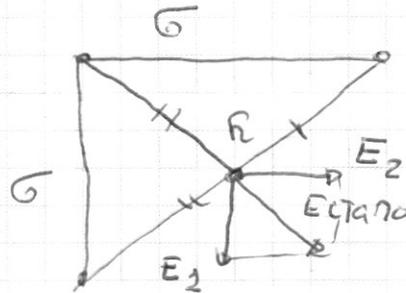
Ⓝ $\frac{E_{стало}}{E_{было}} = ?$

Ⓙ $E_C = ?$

Ⓘ Ситуация: $BK \perp \sigma$. $E_{BK \perp \sigma} = \frac{10}{2\epsilon_0}$



Ситуация: σ стало

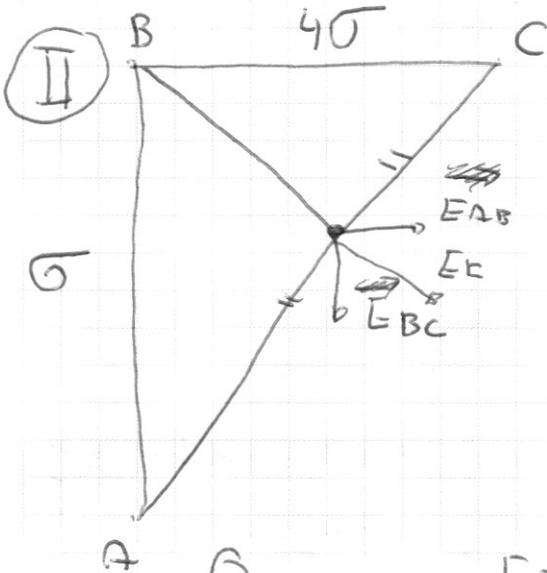


$E_1 = E_2 = E_{BK \perp \sigma}$

$E_{стало} = \sqrt{E_{BK \perp \sigma}^2 + E_{BK \perp \sigma}^2}$

$E_{стало} = E_{было} \sqrt{2}$

$\Rightarrow \frac{E_{стало}}{E_{было}} = \sqrt{2}$



$E_{AB} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$

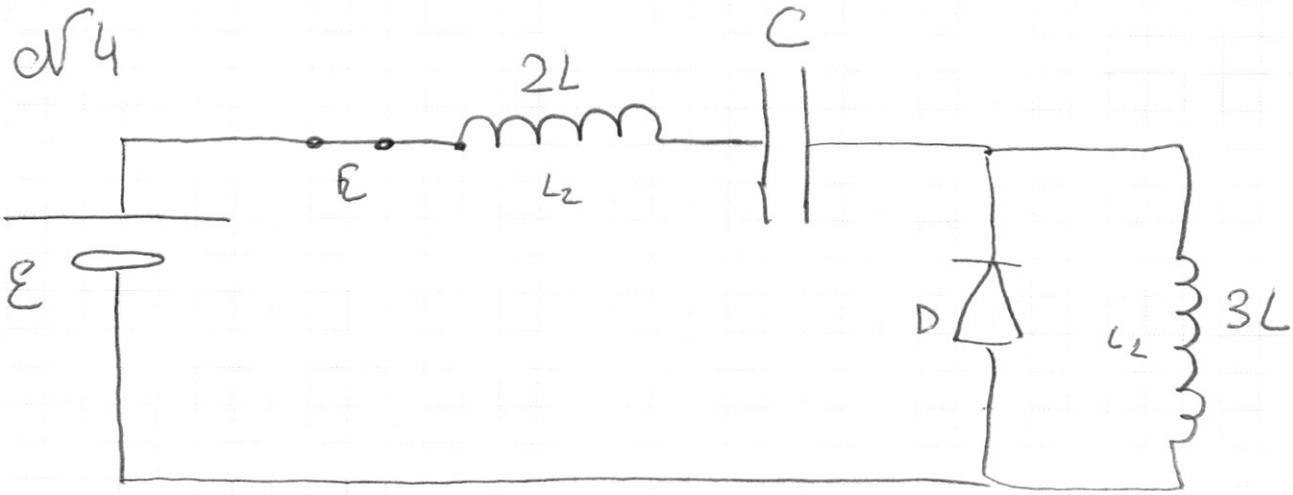
$E_{BC} = \frac{4\sigma}{2\epsilon_0}$

$E_C = \sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2}$

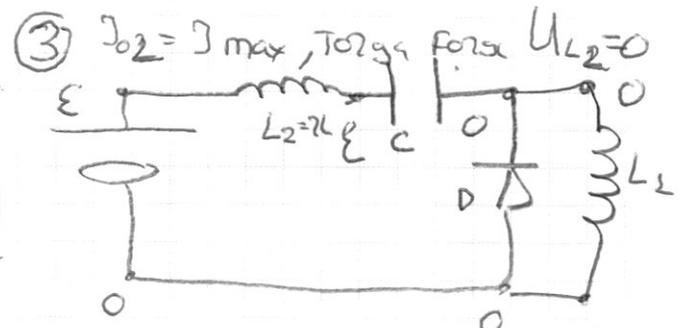
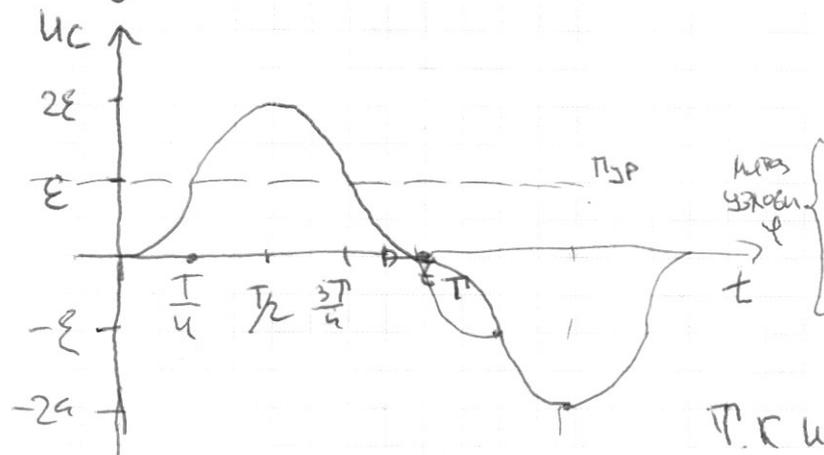
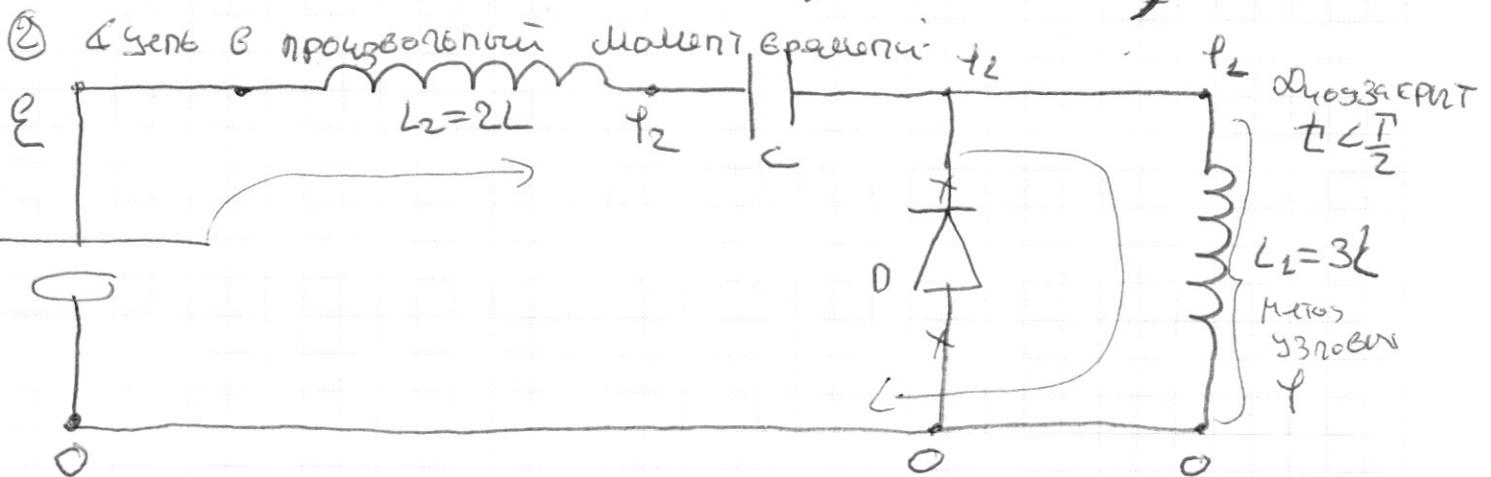
$\Rightarrow E_C = \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2\epsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{4\sigma}{2\epsilon_0}\right)^2}$

$E_C = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \sqrt{17}$

Ответ: Ⓘ $\frac{E_{стало}}{E_{было}} = \sqrt{2}$ Ⓙ $E_C = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \sqrt{17}$



① Т.к. колебания тока возникают в L_2 , то $T = 2\pi \sqrt{2LC}$ [формула Токера]



Т.к. индуктивность катушки $L_1 > L_2$, то когда $U_{L2} = 0$, то $U_{L1} = 0$ также. $\Rightarrow U_C = \epsilon$

ЗСЭ: $\Delta S = \Delta W$

$W(0) = 0$

$W(I_2) = \frac{C\epsilon^2}{2} + \frac{L_1 I_2^2}{2} + \frac{3L_2 I_2^2}{2}$

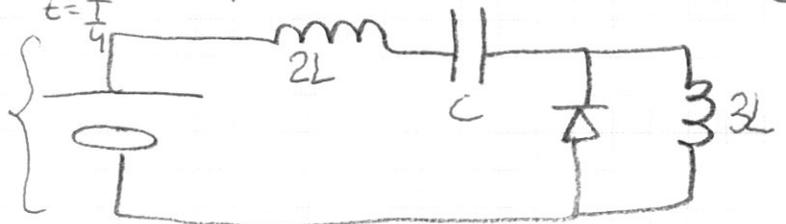
$\Delta S = C\epsilon^2$

В момент $t < \frac{T}{2}$

Резистор макс. энергии

он макс. в резисторе.

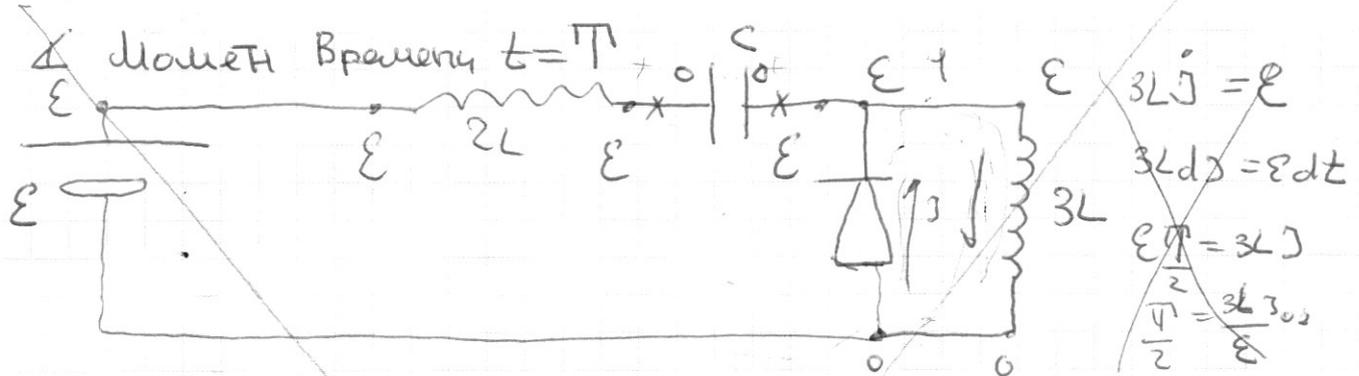
метод узлов φ



$\frac{C\epsilon^2}{2} = \frac{L_1 I_2^2}{2} + \frac{3L_2 I_2^2}{2} \Rightarrow I_2^2 = \frac{C\epsilon^2}{L_1 + 3L_2}$

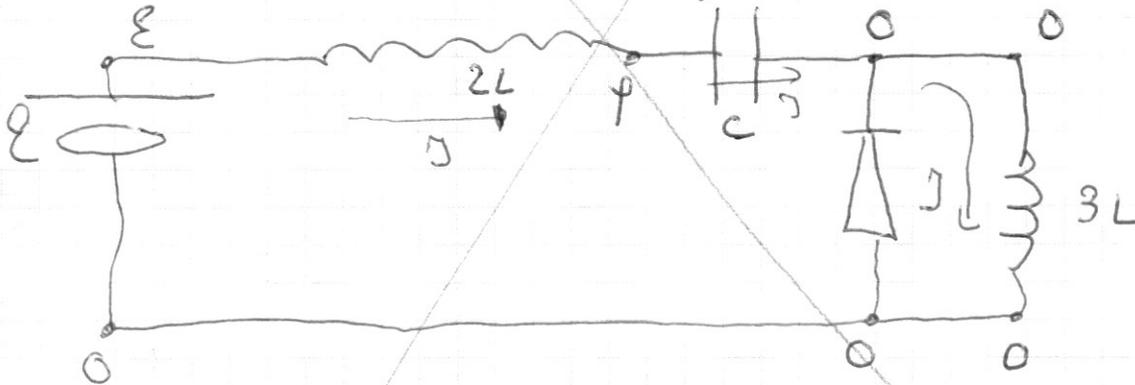
$\frac{C\epsilon^2}{2} = \frac{5}{2} L_2 I_2^2 \Rightarrow I_{02} = \epsilon \sqrt{\frac{C}{5L_2}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

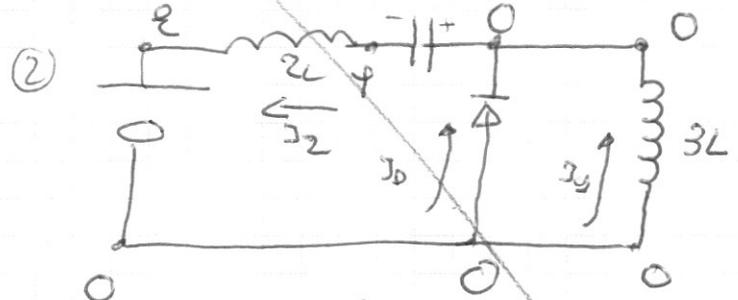


ЗСЭ: $\Delta S = \Delta W$
 $\Delta S = 2CE E = \frac{3L I_{02}^2}{2} + \frac{E^2 C}{2}$

Δ Момент когда $I_1 = I_{max}$, $U_{3L} = 0$



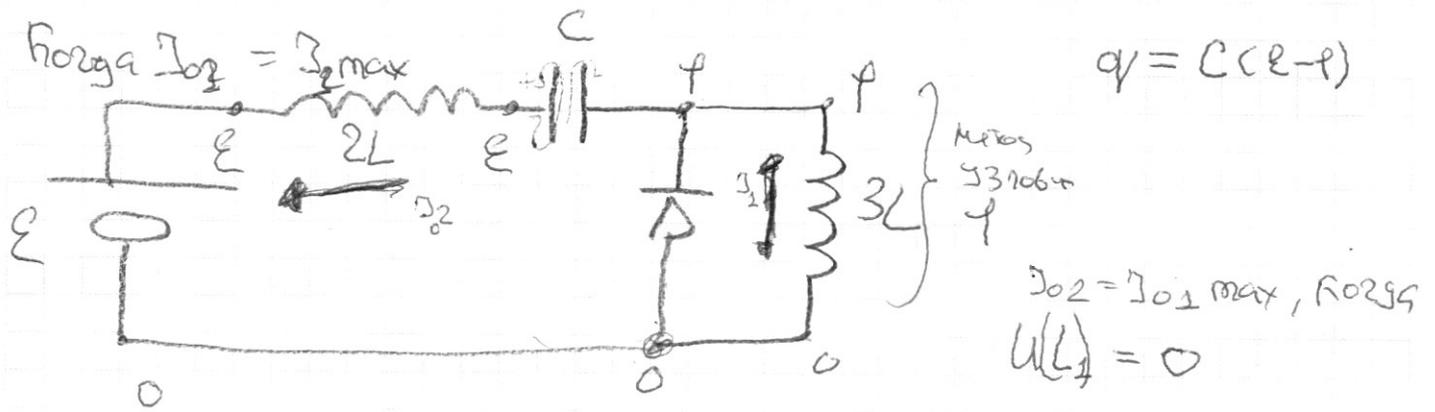
① $E - \varphi = 2L \dot{I} \neq 0$
 $U_C = \varphi$
 $3L \dot{I} = 0$



$\varphi - E = 2L \dot{I}_2$
 $U_C = \varphi, I_2 = +C \dot{\varphi}$

$\frac{2L}{2} I_{02}^2 + \frac{3L}{2} I_{02}^2 + \frac{C U_C^2}{2} = C U_C E$

$\frac{5L}{2} I_{02}^2 + \frac{C U_C^2}{2} = C U_C E$



~~$3C\epsilon: q(\epsilon - \varphi) =$
 $AS = C(\epsilon - \varphi)$
 $\Delta W = W(\infty) - W(0)$
 $W(0) = 0$
 $W(\infty) = \frac{2L}{2} I_{02}^2 + \frac{C(\epsilon - \varphi)^2}{2} + \frac{3L}{2} I_0^2$~~

- Когда ключ открыт
 $I_{01} < I_0(t)$, т.е.
 $I_{02}(t) = I_{01}(t) + I_0(t)$
- Когда ключ закрыт:
 $I_{01}(t) = I_0(t)$
 $I_{0L} = I_0$

Ответ: ① $T = 2\pi \sqrt{2LC}$ ② $I_{02} = \epsilon \sqrt{\frac{C}{5L}}$ ③ $I_{02} = \epsilon \sqrt{\frac{C}{5L}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3

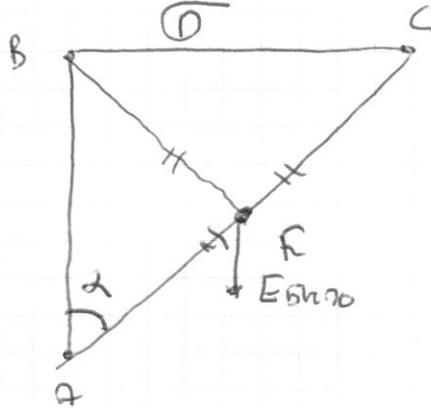
① $\angle = \frac{\pi}{4} = 45^\circ$
 $\sigma_1 = 4\sigma$
 $\sigma_2 = \sigma$
 $\alpha = \frac{\pi}{4}$

① $\frac{E_{стало}}{E_{было}} = ?$

② $E_K = ?$

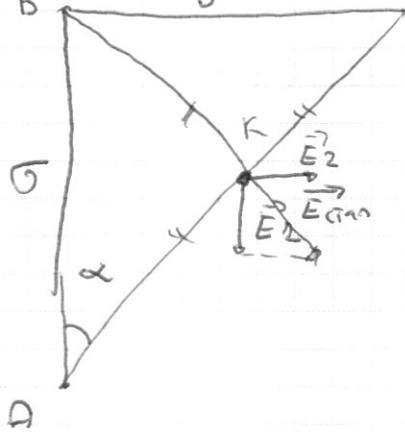
$\frac{E_{стало}}{E_{было}} = \sqrt{2}$

① Ситуация: Было



$E_{было} = 2\epsilon_0$

② Ситуация: Стало



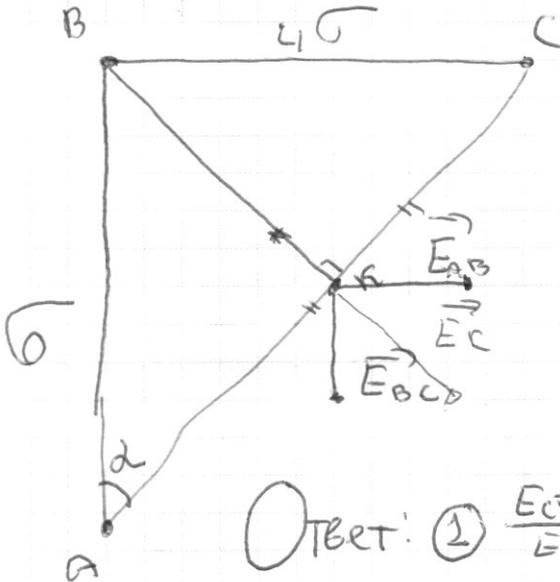
$E_{стало} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$

$E_1 = E_2 = E_{было}$

$E_{стало} = E_1 \sqrt{2}$

$\epsilon_0 = 8,73 \cdot 10^{-12}$

③ II Ситуация:



$E_K = \sqrt{E_{KB}^2 + E_{KC}^2}$

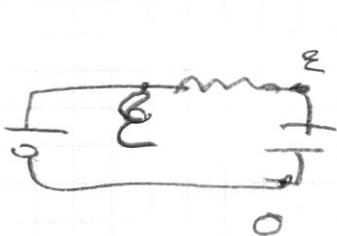
$E_{AB} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$

$E_{BC} = \frac{4\sigma}{2\epsilon_0}$

$E_K = \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2\epsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{4\sigma}{2\epsilon_0}\right)^2}$

$E_K = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \sqrt{17}$

Ответ: ① $\frac{E_{стало}}{E_{было}} = \sqrt{2}$ ② $E_K = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \sqrt{17}$



$\frac{CE^2}{2} = \frac{L I^2}{2}$
 $CE^2 = \frac{CE^2}{2} + \frac{L I^2}{2}$

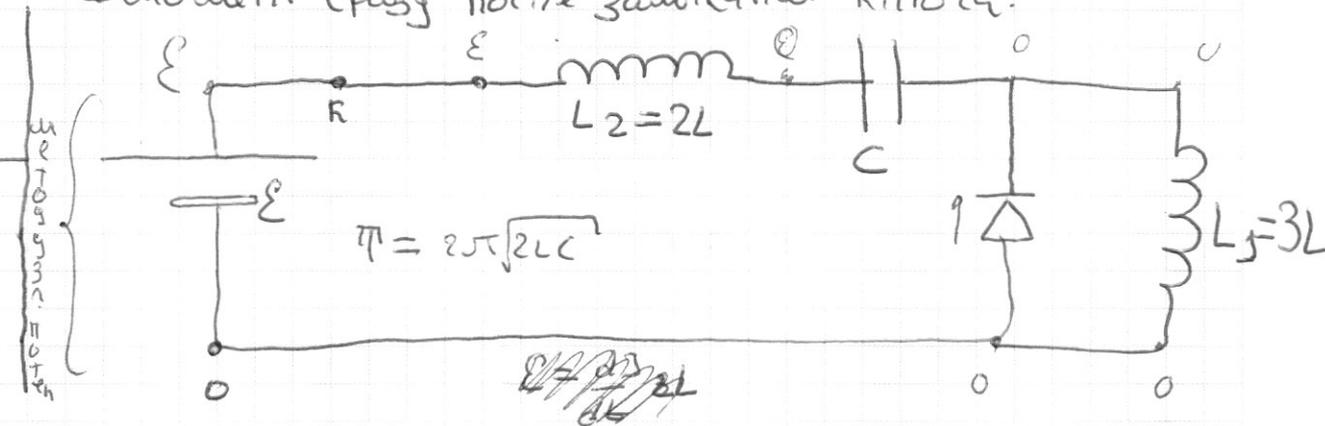
№4

Dano:

\mathcal{E}, L, C

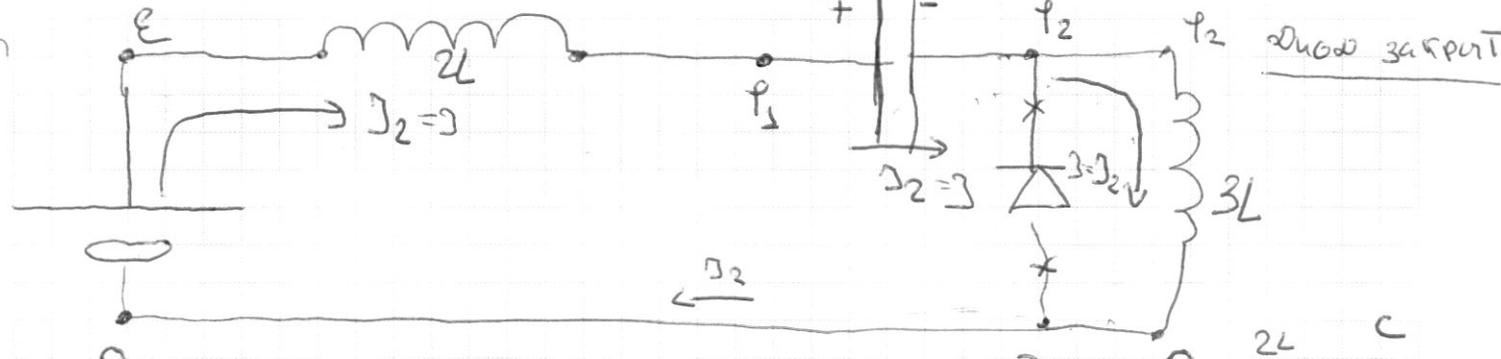
4 момент сразу после замыкания ключа:

- ① $\pi = ?$
- ② $I_1 = ?$
- ③ $I_2 = ?$



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

4 Рангомный момент времени $t < \frac{\pi}{2}$



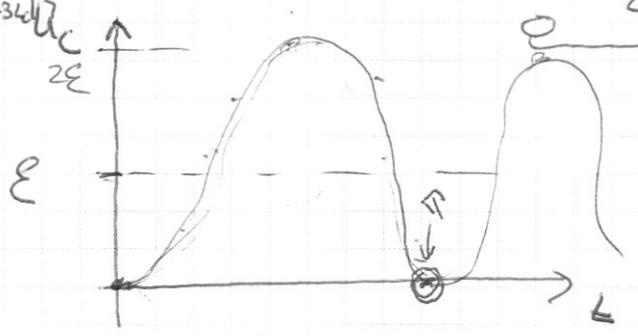
$$\mathcal{E} - \varphi_1 = 2L \dot{I}$$

$$2\pi R? \mathcal{E} = U_C + 2L\dot{I} + I3L$$

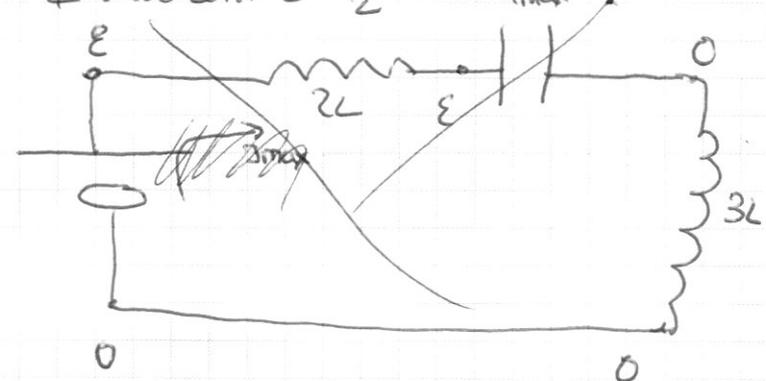
$$I = +C \dot{U}_C \quad \mathcal{E} dt = U_C dt + 2L dI + 3L I$$

$$\varphi_2 = I3L$$

ЗСЭ: $A_{\text{ист}} = \Delta W$
 сохранение энергии



4 момент $t = \frac{\pi}{2}$



$$I_C = \dot{U}_C C = 0 \Rightarrow \text{тогда нет энергии}$$

$$\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = W\left(\frac{\pi}{2}\right)$$

$$2C\mathcal{E} - q \text{ перемещен источник}$$

$$W(0) = 0 \quad 2L \frac{I_{02}^2}{2} - \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$$

$$I_{02} = \mathcal{E} \sqrt{\frac{C}{2L}}$$

$$U_{C \max} = 2\mathcal{E}$$

$$\int (\mathcal{E} - U_C) dt = 5L \int dI$$

$$U_C = 0 \quad \mathcal{E} \pi = 5L \int dI$$

$$I_{02} = I_{2 \max}, \text{ тогда } I_{02} = 0 \Rightarrow U_{L2} = 0$$

$$ЗСЭ? A\delta = \Delta W$$

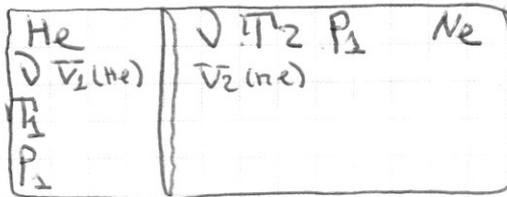
$$W(0) = 0 \quad W(\pi) = \frac{2L I_{02}^2}{2} + \frac{C\mathcal{E}^2}{2} \quad A\delta = C\mathcal{E}^2$$

№2

Дано: $\nu = \frac{6}{25}$ моль

$T_1(\text{He}) = 330 \text{ K}$

$T_2(\text{Ne}) = 440 \text{ K}$



① Процесс равно
вещным, значит
давление с газом
имеет одинаковую
постоянную

а) $P_1 \nu_{1(\text{He})} = \nu R T_1$ $P_2 \nu_{1(\text{Ne})} = \nu R T_2$

$\frac{\nu_{1(\text{He})}}{\nu_{2(\text{Ne})}} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow \frac{\nu_{1(\text{He})}}{\nu_{2(\text{Ne})}} = \frac{3}{4}$

б) ЗСЭ:

$\frac{3}{2} \nu R T_1 + \frac{3}{2} \nu R T_2 = \frac{3}{2} \nu R T_c + \frac{3}{2} \nu R T_c + A_{\text{газов}}$

$A_{\text{газов}} = A_{\text{He}} + A_{\text{Ne}}$

$A_{\text{Ne}} = -A_{\text{He}}$, т.е. газы не взаимодействуют
 ΔV - одинаковое, только Helium расширяется
а Neon сжимается $\Rightarrow A_{\text{газов}} = 0$

4 ЗСЭ: $\frac{3}{2} \nu R (T_1 + T_2) = 3 \nu R T_c \Rightarrow \frac{3}{2} (T_1 + T_2) = 3 T_c$

2 1 4, 2 3 0 0

$\frac{T_1 + T_2}{2} = T_c \Rightarrow T_c = \frac{330 \text{ K} + 440 \text{ K}}{2} = \frac{770}{2} \text{ K}$

$T_c = 385 \text{ K}$

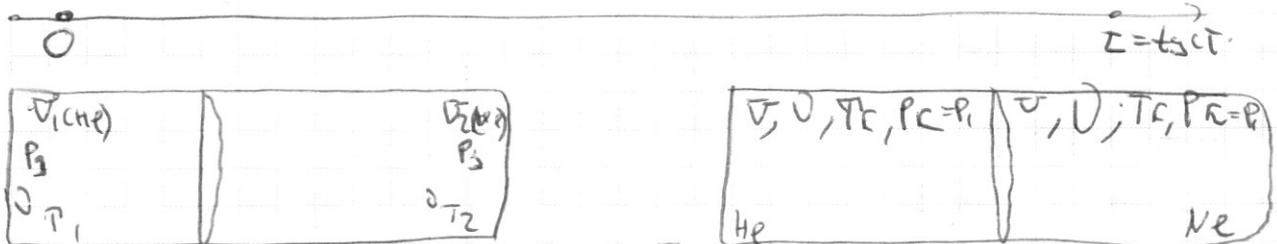
? б) Распишем I закон термодинамики для He и Ne:

① $Q_1 = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_1 + A_1$, Q_1 - полученная теплота He

② $Q_2 = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_2 + A_2$, $Q_2 = -Q_1$ - отданная теплота Ne

в) Рассмотрим процесс

давление в газострелке постоянно:



$Q_1 = Q = \frac{3}{2} \nu R (T_c - T_2) + \nu R \Delta T = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$, $\Delta T = 385 - 330 = 55 \text{ K}$

$Q = \frac{3}{2} \cdot \frac{6}{25} \cdot 8,31 \cdot 55 = 33 \cdot 8,31 = 274,23 \text{ Дж}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1

дано: $v_1 = 6 \frac{м}{с}$

$$v_1 = 6 \frac{м}{с}$$

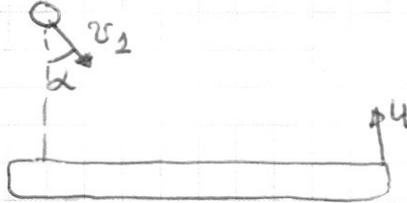
$$\sin \alpha = \frac{2}{3}$$

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

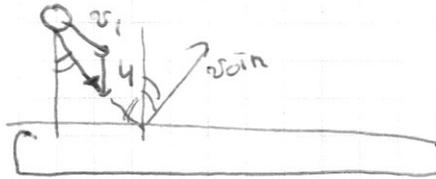
1) $v_2 = ?$

2) $u = ?$

4 ситуации до удара в/со



Перейдем в С.О. плиты



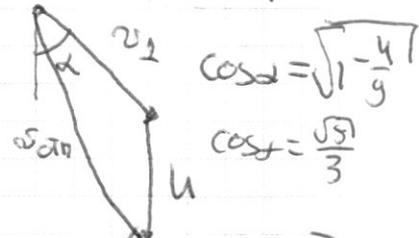
ЗСС: $\vec{v}_{адс} = \vec{v}_{оип} + \vec{v}_{пер}$

$$\vec{v}_{адс} = \vec{v}_2$$

$$\vec{v}_{пер} = -\vec{u}$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \frac{1}{9}} = \frac{\sqrt{8}}{3}$$

$$\sin \beta =$$



$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{4}{9}}$$

$$\cos \beta = \frac{\sqrt{5}}{3}$$

1) В С.О. плиты гра шарика выполняются ЗСИ [законы сохранения]

ОХ: $m v_{оипx} = m v_{отпx}$

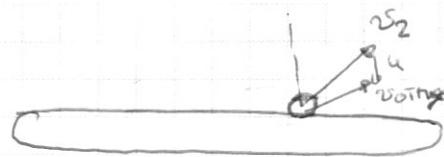
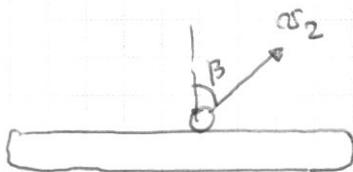
$$v_{отпx} = v_1 \sin \alpha$$

Оу: $m v_{оипy} = m v_{отпy} \Rightarrow$ В С.О. Земли $v_{2y} = v_1 \cos \alpha + 2u$

4 систему после удара

перейдем в С.О. плиты: $v_2 = v_{адс} - u = v_{пер}$

п.со



$$v_{2x} = v_{отпx}$$

~~$$v_1^2 = v_2^2$$~~

$$v_{2y} = v_1 \cos \alpha + 2u$$

$$v_{2x} = v_1 \sin \alpha$$

$$v_2 = \sqrt{v_{2x}^2 + v_{2y}^2} \Leftrightarrow$$

$$v_{2x} = v_2 \sin \beta$$

$$v_{2y} = v_2 \cos \beta$$

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

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

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

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

$$v_2 = 6 \cdot \frac{\frac{2}{3}}{\frac{1}{3}} = 12 \frac{м}{с}$$

$$u = \frac{6\sqrt{8}}{3} - \frac{6\sqrt{5}}{2 \cdot 3}$$

$$u = 2\sqrt{8} - \sqrt{5}$$