

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

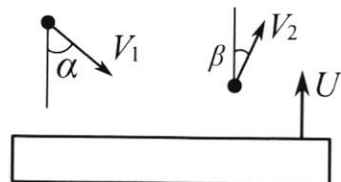
Класс 11

Вариант 11-03

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость $V_1 = 12$ м/с, направленную под углом α ($\sin \alpha = \frac{1}{2}$) к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2 , составляющей угол β ($\sin \beta = \frac{1}{3}$) с вертикалью.

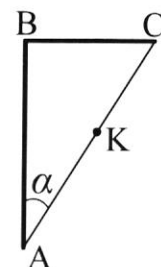


1) Найти скорость V_2 .
 2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.
 Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится водород, во втором – азот, каждый газ в количестве $\nu = 6/7$ моль. Начальная температура водорода $T_1 = 350$ К, а азота $T_2 = 550$ К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Газы считать идеальными с молярной теплоемкостью при постоянном объеме $C_V = 5R/2$. $R = 8,31$ Дж/(моль·К).

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

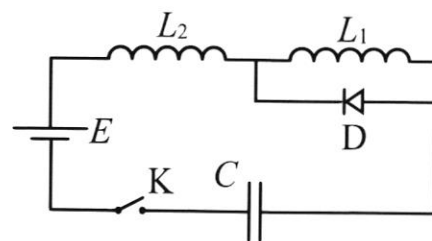
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



1) Пластина ВС заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол $\alpha = \pi/4$. Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС, если пластину АВ тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?

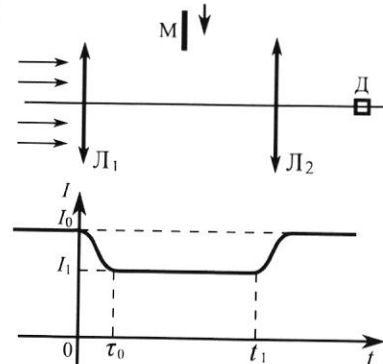
2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 3\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/5$. Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.

4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E , катушек с индуктивностями $L_1 = 4L, L_2 = 3L$, конденсатора емкостью C , диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1 .



- 1) Найти период T этих колебаний.
- 2) Найти максимальный ток I_{M1} , текущий через катушку L_1 .
- 3) Найти максимальный ток I_{M2} , текущий через катушку L_2 .

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз L_1 и L_2 (см. рис.) с фокусными расстояниями $3F_0$ и F_0 , соответственно. Расстояние между линзами $2F_0$. Диаметры линз одинаковы и равны D , причем D значительно меньше F_0 . На линзу L_1 падает параллельно оси системы пучок света с одинаковой интенсивностью в сечении пучка. Прошедший через обе линзы свет фокусируется на фотодетекторе Д, на выходе которого сила тока пропорциональна мощности падающего на него света. Круглая непрозрачная мишень М, плоскость которой перпендикулярна оси системы, движется с постоянной скоростью перпендикулярно оси системы так, что центр мишени пересекает ось на расстоянии F_0 от L_1 . На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 5I_0/9$.



- 1) Найти расстояние между линзой L_2 и фотодетектором.
- 2) Определить скорость V движения мишени. 3) Определить t_1 .

Известными считать величины F_0, D, τ_0 .

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N 1.

~~По ЗСЧ: $m\vec{v}_1 + \vec{N}t = m\vec{v}_2$~~

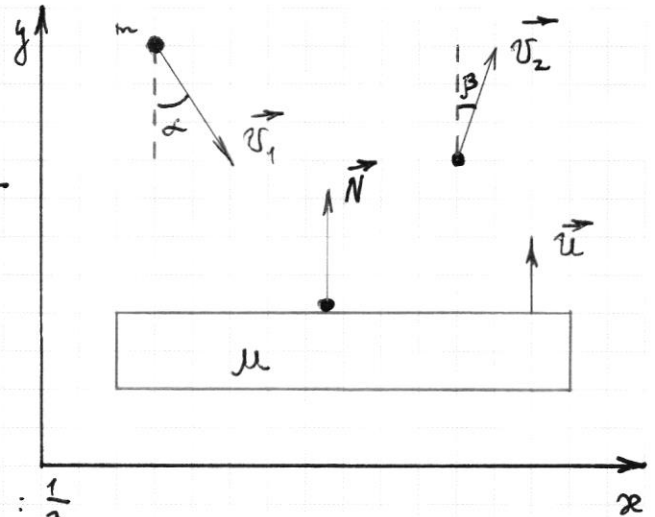
~~Поу (действительная сила трения нет, когда плита гладкая)~~

По ЗСЧ для системы плита и шарика:

$x \mid m v_1 \sin \alpha = m v_2 \sin \beta$

$v_2 = v_1 \cdot \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}, \quad v_2 = 12 \text{ м/с} \cdot \frac{1}{2} : \frac{1}{3}$

$v_2 = 18 \text{ м/с}$



Максимальная ~~скорость~~ u ограничено тем, что мячик всё-таки отскочил от плиты.

$\Rightarrow u < v_2 \cos \beta$, иначе мячик "прилипнет" к плите

В свою очередь соударение мячика и плиты было неупругим (меньше случая, когда удар абсолютно упругий)

$y \mid v_{\text{абс. упр. y}} = v_1 \cos \alpha + 2u$

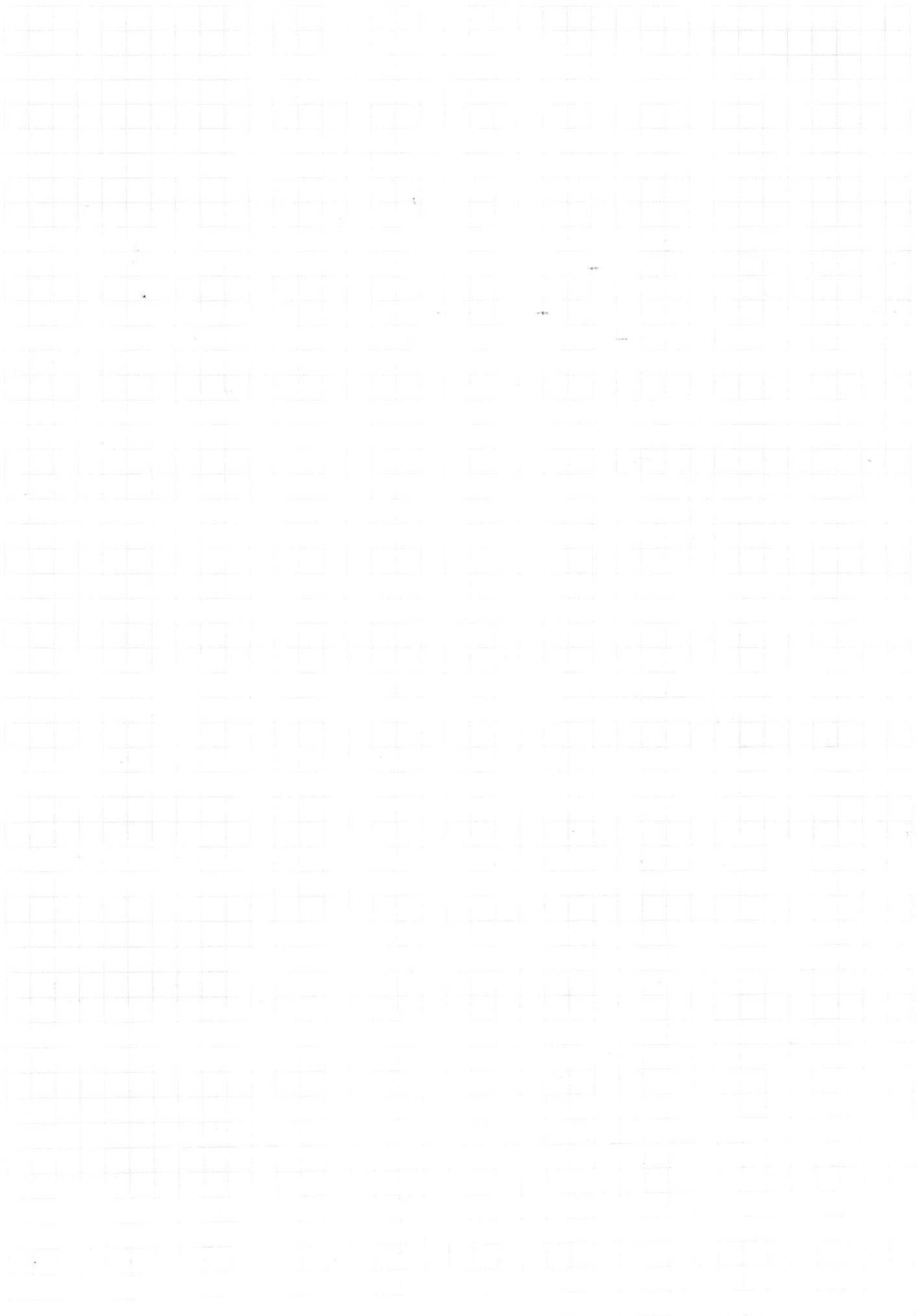
$\Rightarrow v_2 \cos \beta < v_1 \cos \alpha + 2u \Rightarrow u > \frac{v_2 \cos \beta - v_1 \cos \alpha}{2}$

$\Rightarrow \frac{v_2 \cos \beta - v_1 \cos \alpha}{2} < u < v_2 \cos \beta$

$\frac{v_1}{2} \left(\frac{\sin \alpha \cos \beta}{\sin \beta} - \cos \alpha \right) < u < v_1 \frac{\sin \alpha \cos \beta}{\sin \beta}$

или $12 \left(\sqrt{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} \right) \text{ м/с} < u < 12 \sqrt{2} \text{ м/с}$

Ответ: 1) $v_2 = 18 \text{ м/с}$; 2) $12\sqrt{2} - 6\sqrt{3} \text{ (м/с)} < u < 12\sqrt{2} \text{ м/с}$.



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

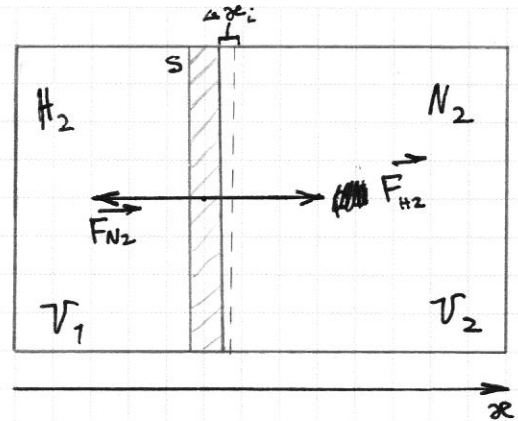
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 2.

Изначально поршень находится в состоянии покоя, т.к. газы заняли весь доступный объём:

По II закону Ньютона: $0 = \vec{F}_{N_2} + \vec{F}_{H_2}$

т.е. $F_{N_2} = F_{H_2}$



Пусть площадь поршня S , тогда: $p_{N_2} S = p_{H_2} S \Rightarrow p_{N_2} = p_{H_2}$

Уравнение Менделеева-Клапейрона: $pV = \nu RT$

$$p_{N_2} V_2 = \nu RT_2$$

$$p_{H_2} V_1 = \nu RT_1$$

$$\Rightarrow \frac{p_{N_2} V_2}{p_{H_2} V_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}, \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{350\text{K}}{590\text{K}}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{7}{11}$$

В любой момент времени, в пределах которого не происходит изменение давления

$$p_{1i} V_{1i} = \nu RT_{1i}$$

$$p_{2i} V_{2i} = \nu RT_{2i}$$

но в пределах данного времени не происходит изменение давления

газы H_2 и N_2 , но работы, совершаемые соответственно равны:

$$A_{1i} = p_{1i} S \Delta x_{1i}$$

$$A_{2i} = p_{2i} S \Delta x_{2i}, \quad \text{при этом } \Delta x_{1i} = -\Delta x_{2i}, \quad \text{а } p_{1i} = p_{2i},$$

$$\Rightarrow A_1 = \sum_i p_{1i} S \Delta x_{1i} \Rightarrow A_1 = -A_2$$

$$A_2 = \sum_i p_{2i} S \Delta x_{2i}$$

По ЗСЭ: $U_1 + U_2 = U_{1,1} + U_{2,1} + A_1 + A_2$

$$c_V \nu T_1 + c_V \nu T_2 = c_V \nu T + c_V \nu T, \quad T - \text{уст. температура}$$

$$\Rightarrow T = \frac{T_1 + T_2}{2}, \quad T = \frac{350 \text{ K} + 550 \text{ K}}{2}$$

~~444~~

~~444444444~~ $T = 450 \text{ K}$

Ответ: 1) $\frac{T_1}{T_2} = \frac{7}{11}$; 2) $T = 450 \text{ K}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3.

$$E = \frac{kq}{r^2}$$

$$1) \vec{E}_{BC} = \sum_i \vec{E}_{BCi} \Rightarrow E_{BC} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_{BC}}{r_{BC}^2}$$

$$\sigma = \frac{q}{S} \Rightarrow \sigma = \frac{q_{BC}}{BC \cdot l}, \text{ где}$$

l - длина ребра AB

$$\sigma = \frac{q_{AC}}{AC \cdot l} \Rightarrow \frac{q_{AC}}{AC \cdot l} = \frac{q_{BC}}{BC \cdot l}$$

$$q_{AC} \cdot \operatorname{tg} \alpha = q_{BC}$$

$$\vec{E}_{AC} = \sum_i \vec{E}_{ACi} \Rightarrow E_{AC} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_{AC}}{r_{AC}^2}$$

$$r_{AB} = \frac{AB}{2} \operatorname{tg} \alpha$$

$$r_{BC} = \frac{BC}{2} \operatorname{tg} \alpha (90^\circ - \alpha)$$

$$E_{\text{фин}} = \sqrt{E_{BC}^2 + E_{AB}^2}, \text{ по сл-нию из т. Пифагора.}$$

$$\frac{E_{\text{фин}}}{E_{BC}} = \sqrt{\frac{E_{BC}^2 + E_{AB}^2}{E_{BC}^2}}$$

$$\text{, так } \alpha = 45^\circ, \text{ то } q_{AC} = q_{BC},$$

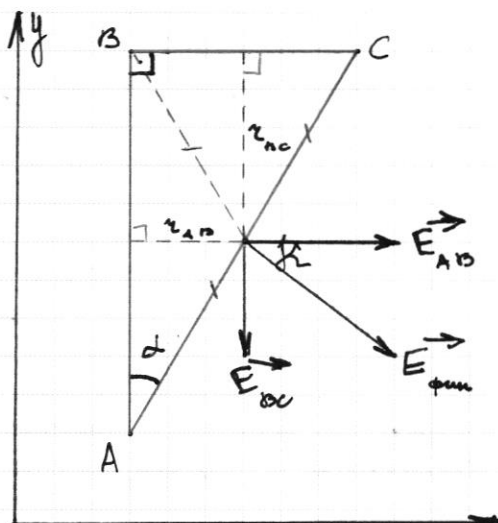
$$r_{AB} = r_{AC}$$

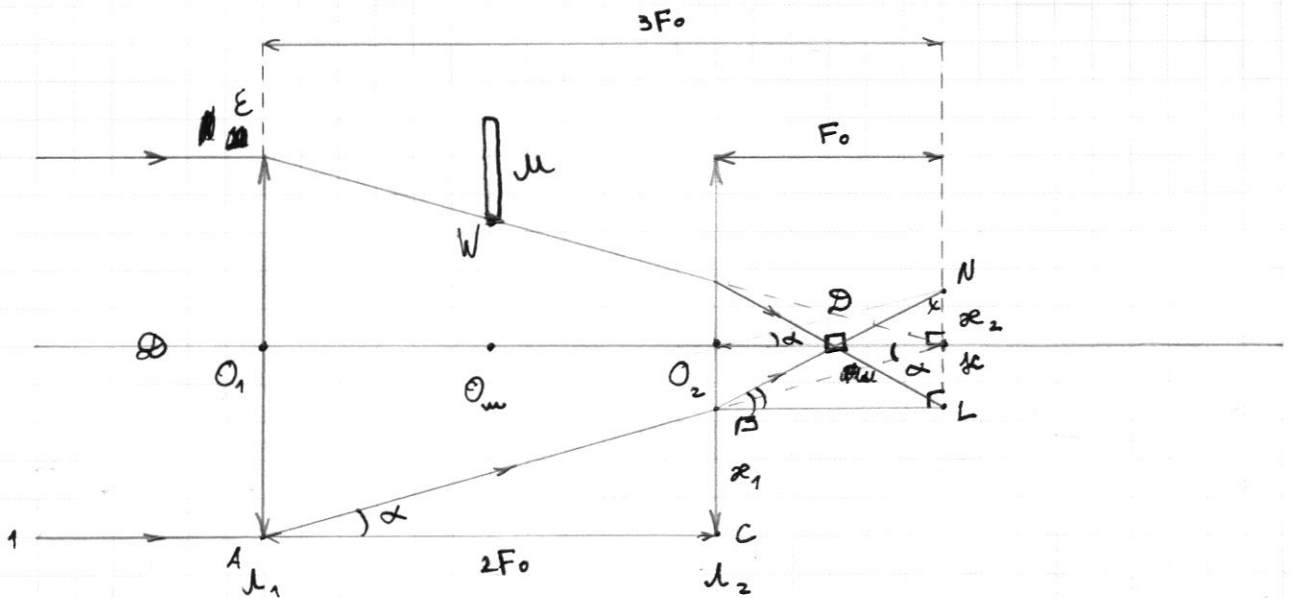
$$\Rightarrow \frac{E_{\text{фин}}}{E_{BC}} = \sqrt{2}$$

$$2) \left(\frac{q_{AC}}{AC \cdot l} \right) \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{\left(\frac{AB}{2} \operatorname{tg} \alpha\right)^2} = \left(\frac{q_{BC}}{BC \cdot l} \right) \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{\left(\frac{BC}{2} \operatorname{tg} \alpha (90^\circ - \alpha)\right)^2} \Rightarrow \frac{q_{AB}}{AB \cdot l} = \sigma$$

$$\frac{q_{BC}}{BC \cdot l} = \sigma \Rightarrow q_{AB} = q_{BC} \cdot \frac{BC}{AB}$$

Ответ: 1) $\frac{E_{\text{фин}}}{E_{BC}} = \sqrt{2}$.





Лучи луч 1 после прохождения линзы 1: в отсутствие линзы 2 пойдут в фокус первой линзы:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D}{2} \cdot \frac{1}{3F_0} \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{D}{6F_0}$$

После прохождения L_2 луч L_1 будет направлен так, что пересечёт фокальную плоскость L_2 на расстоянии x_2 от ~~этой~~ оптической оси.

В эту же точку пришёл бы луч ~~второй~~ который прошёл бы через ~~эту~~ центр ~~линзы~~ L_2 (точка O_2) параллельно AB

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{x_2}{F_0} \Rightarrow \frac{D}{6F_0} = \frac{x_2}{F_0} \Rightarrow x_2 = \frac{D}{6}$$

$$\text{Из } \triangle ABC: \operatorname{tg} \alpha = \frac{x_1}{2F_0} \Rightarrow x_1 = \frac{D}{3} \Rightarrow O_2B = \frac{D}{6}$$

$$O_2B = KL = \frac{D}{6} \Rightarrow \triangle BLN \sim \triangle KLN$$

$$\Rightarrow \frac{BL}{KN} = \frac{NL}{NK} \Rightarrow \frac{F_0}{DK} = \frac{2 \cdot \frac{D}{6}}{\frac{D}{6}} \Rightarrow DK = \frac{F_0}{2}$$

~~тогда~~ $O_2D = F_0 - DK \Rightarrow O_2D = \frac{F_0}{2}$ — расстояние от L_1 до D .

Начало уменьшения тока на детекторе связано с падением интенсивности свет, в свою очередь вызванного на блоке объектива мишенью M света.

\Rightarrow за τ_0 мишень полностью пошла в тускл — прошла свой диаметр.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

По условию $I \sim P$, где P - мощность падающего света.

$$\Rightarrow I = kP \Rightarrow I_0 = kP_0$$

$$I_1 = kP_1$$

$\Rightarrow P_1 = \frac{5}{9} P_0 \Rightarrow$ когда мишень полностью оказывается в пучке она блокирует $\frac{4}{9}$ площади сечения пучка

В.А. Врезуловский В.И. Шиб
в этом месте.

$\Rightarrow S_m = \frac{4}{9} S_0$, где S_m - площадь мишени, S_0 - площадь пучка на расстоянии F_0 от L_1

$$S_0 = \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2, \text{ т.к. } \frac{R}{\frac{D}{2}} = \frac{2F_0}{3F_0} \text{ из } \triangle O_1EK \text{ и } \triangle O_mWK$$

$$\Rightarrow S_m = \frac{4}{9} \pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2 \Rightarrow r_m = \frac{2}{3} \frac{D}{2}, \text{ } r_m - \text{ радиус } M$$

$$\Rightarrow d_m = \frac{4}{3} \frac{D}{2}$$

$$\Rightarrow \sigma = \frac{d_m}{L_0} \Rightarrow \sigma = \frac{4D}{3L_0}$$

При этом за время $t_1 - t_0$ мишень ~~проходит~~ ~~следующее~~ расстояние: изначально верхний край мишени касается края пучка, затем нижний.

$$\Rightarrow L = 2 \frac{D}{3} - 2 \cdot \frac{2D}{3} - \text{ расстояние, пройденное центром мишени}$$

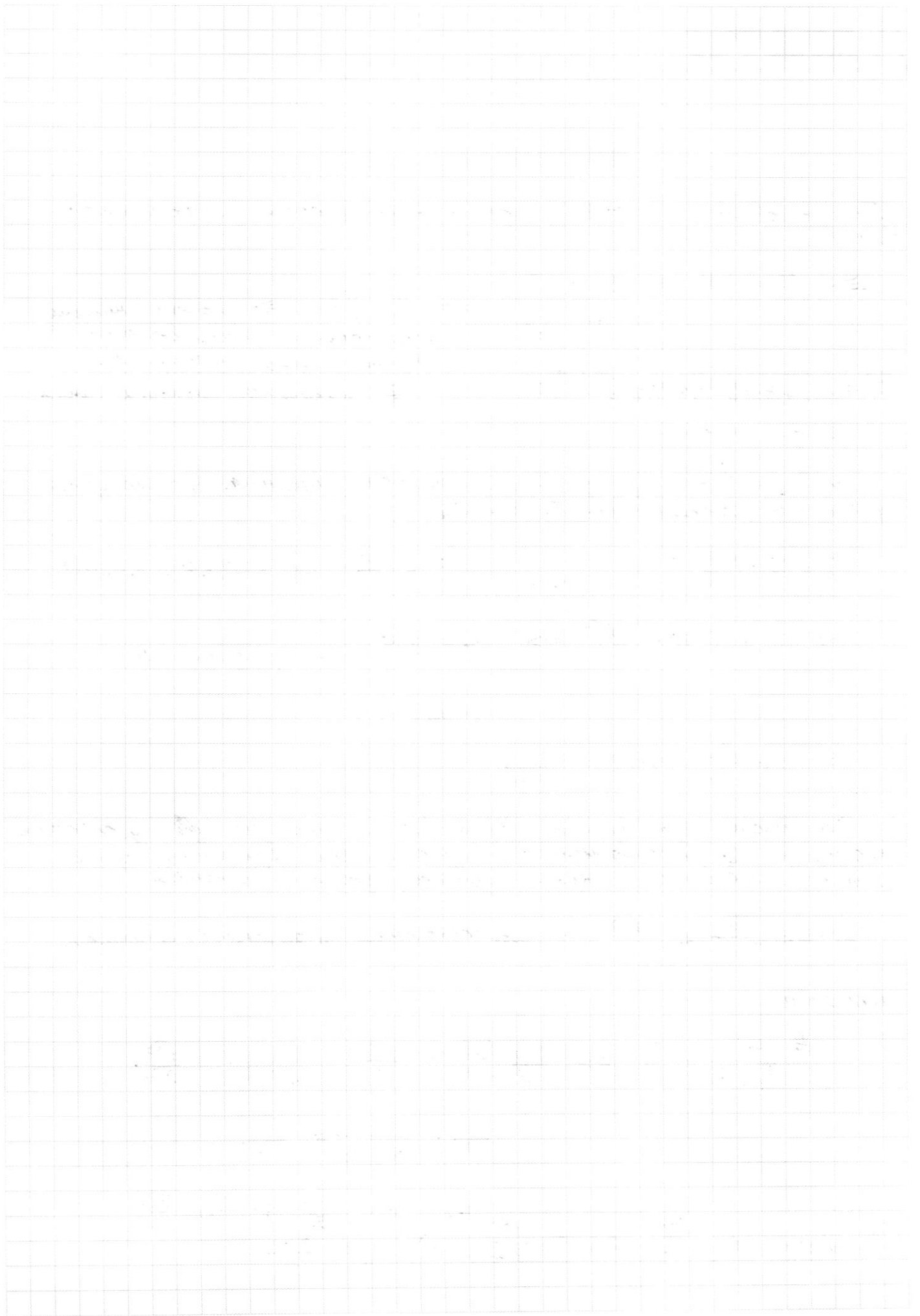
мишени

$$\frac{L}{t_1 - t_0} = \sigma \Rightarrow \frac{2D}{3} - \frac{4D}{3} \cdot \frac{1}{t_1 - t_0} = \frac{4D}{3L_0}$$

$$\frac{2D}{3} \cdot \frac{1}{t_1 - t_0} = \frac{4D}{3L_0}$$

$$t_1 - t_0 = \frac{L_0}{2} \Rightarrow t_1 = \frac{3L_0}{2}$$

Ответ: 1) $\frac{F_0}{2}$; 2) $\sigma = \frac{4D}{3L_0}$; 3) $t_1 = \frac{3L_0}{2}$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 4.

В зависимости от напряжения на диоде он может работать в одном из двух режимов: он либо закрыт, либо открыт.

Колебания напряжения в режиме 1:

$$\epsilon e = (L_1 + L_2) \frac{\Delta I}{\Delta t} + \frac{q}{C}, \text{ т.к. } C = \frac{q}{\Delta \phi}$$

$$\epsilon e = (L_1 + L_2) \ddot{q} + \frac{q}{C} \Rightarrow \ddot{q} + \frac{q}{LC} = \frac{\epsilon e}{L_1 + L_2}$$

Режим 2: $\epsilon e = L_2 \ddot{q} + \frac{q}{C}$

~~Анализ~~

$$\Rightarrow \omega_1^2 = \frac{1}{C(L_1 + L_2)}, \quad \omega_1 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

В режиме 2:

$$\epsilon e = L_2 \ddot{q} + \frac{q}{C}$$

$$\Rightarrow \omega_2^2 = \frac{1}{CL_2}, \quad \omega_2 = \frac{1}{\sqrt{3LC}}$$

Переход из режима в режим происходит, когда напряжение ϕ достигает определённого значения. Как только происходит переход катушка L_1 начинает разряжаться, а потом вновь происходит переход в режим.

$$T = \sqrt{LC} + \sqrt{3LC} \Rightarrow T = \sqrt{LC} (\sqrt{3} + \sqrt{4})$$

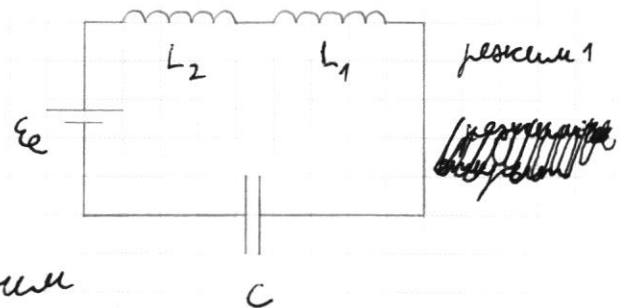
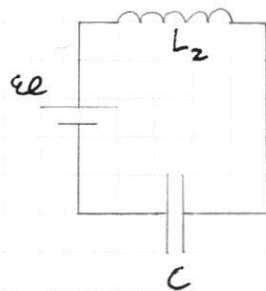
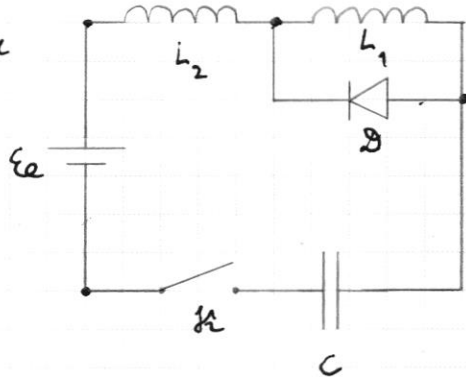
При этом: $I_{m1} = q_m \omega_1 \Rightarrow I_{m1} = \frac{C \epsilon e}{\sqrt{4LC}} \Rightarrow I_{m1} = \epsilon e \sqrt{\frac{C}{4L}}$

2) $I_{m1} = \epsilon e \sqrt{\frac{C}{4L}}$

3) $I_{m2} = \epsilon e \sqrt{\frac{C}{3L}}$

$$I_{m2} = \frac{C \epsilon e}{\sqrt{3LC}} \Rightarrow I_{m2} = \epsilon e \sqrt{\frac{C}{3L}}$$

Ответ: 1) $T = \sqrt{LC} (\sqrt{3} + \sqrt{4})$; 2) $I_{m1} = \epsilon e \sqrt{\frac{C}{4L}}$; 3) $I_{m2} = \epsilon e \sqrt{\frac{C}{3L}}$





черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$E_{AB} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \cdot \frac{1}{\epsilon_{AB}^2} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \cdot \frac{4}{AC^2}$$

$$E_{BC} = \frac{3\sigma}{\epsilon_0} = \frac{3\sigma}{\epsilon_0} \cdot \frac{1}{\epsilon_{BC}^2} = \frac{3\sigma}{\epsilon_0} \cdot \frac{4}{AC^2}$$

$$\sqrt{k^2 \frac{q_{AB}^2}{\epsilon_{AB}^4} + k^2 \frac{q_{BC}^2}{\epsilon_{BC}^4}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_{BC}} \cdot \frac{4g(\frac{\pi}{5})}{9} \cdot \frac{1}{\frac{2\pi}{5} \cdot AB^2} +$$

$$+ \frac{q_{BC}^2}{\epsilon_{AB}^2 \cdot \frac{4}{9} AC^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sqrt{\frac{q_{BC}^2}{AC^2}}$$

$$\frac{\pi}{5} = \frac{BC}{AB}$$

$$\epsilon_{AB} =$$

$$\frac{BC}{AB} = \frac{\pi}{5}$$

$$BC = AB \cdot \frac{\pi}{5}$$

$$AB = BC \cdot \frac{5}{\pi}$$

$$\frac{1}{\epsilon_{AB}} = \frac{BC}{2} \quad \epsilon_{BC} = \frac{AC}{2}$$

$$\frac{q_{AB}}{AB \cdot l} = \sigma$$

$$\epsilon_{BC} = \frac{AC}{2}$$

$$\frac{q_{BC}}{BC \cdot l} = 3\sigma$$

$$q_{AB} = \sigma \cdot AB \cdot l$$

$$\frac{\sigma}{\epsilon_0} \sqrt{\frac{16}{BC^4} + \frac{9 \cdot 16}{AC^4}} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \sqrt{\frac{q_{AB}^2}{\epsilon_{AB}^4} + \frac{q_{BC}^2}{\epsilon_{BC}^4}}$$

$$q_{AB} = \sigma \cdot AB \cdot l$$

$$q_{BC} = 3\sigma \cdot BC \cdot l$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sqrt{\frac{q_{AB}^2}{\epsilon_{AB}^4} + \frac{q_{BC}^2}{\epsilon_{BC}^4}} =$$

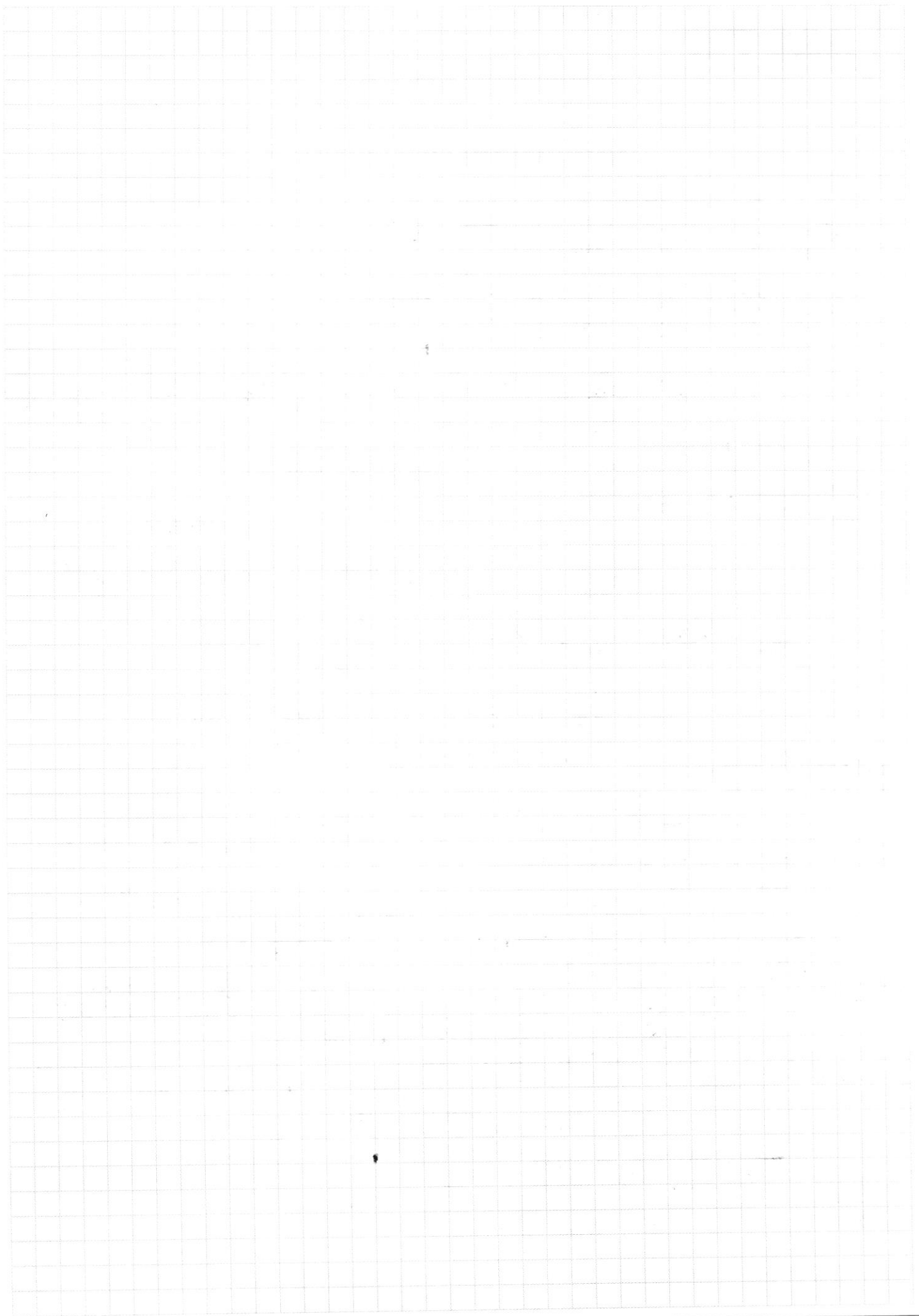
$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sqrt{\frac{q_{AB}^2}{\epsilon_{AB}^4} + \frac{q_{BC}^2}{\epsilon_{BC}^4}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sqrt{\frac{(\sigma)^2 \cdot 16}{BC^4} + \frac{(\sigma)^2 \cdot 9 \cdot 16}{AC^4}} = \frac{q_{AB}}{\sigma \cdot AB} = \frac{q_{BC}}{3\sigma \cdot BC}$$

$$\frac{q_{AB}}{\sigma \cdot AB} = \frac{q_{BC}}{3\sigma \cdot BC}$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_{BC}} \cdot \frac{4g(\frac{\pi}{5})}{9} \cdot \frac{1}{\frac{2\pi}{5} \cdot AB^2} + \frac{q_{BC}^2}{\epsilon_{BC}^4} \cdot \frac{1}{\epsilon_{AB}^2}}$$

$$q_{AB} = q_{BC} \cdot \frac{\epsilon_{AB} \cdot BC}{3 \cdot AB}$$

$$= \frac{q_{BC}}{4\pi\epsilon_0} \sqrt{\frac{4g^2(\frac{\pi}{5})}{9} \cdot \frac{(BC)^4}{(\frac{BC}{2})^4} \cdot \frac{4g(\frac{\pi}{5})}{5} + \frac{(BC)^4}{(\frac{BC}{2})^4}}$$



черновик чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$I = I_m \cos(\omega t + \varphi_0)$
 \sqrt{LC}
 $\tan \alpha = \frac{D}{2} \cdot \frac{1}{3F_0} = \frac{D}{6F_0}$
 $\tan \alpha = \frac{x}{F_0}$
 $\frac{D}{6F_0} = \frac{x}{F_0}$
 $x = \frac{D}{6}$
 $(L + L_2)C =$
 $\tan \alpha = \frac{x}{2F_0}$
 $\frac{D}{6F_0} = \frac{x}{2F_0} \quad x_1 = \frac{D}{3}$
 $\tan \alpha = \frac{x_1 + x_2}{F_0}$
 $\frac{D}{6F_0} = \frac{\frac{D}{3} + x_2}{F_0} \quad \frac{2D}{3} - \frac{4D}{9} =$
 $= \frac{6D - 4D}{9} = \frac{2D}{9}$
 $\frac{4}{9} \cdot D \cdot \frac{D}{9} = \frac{4}{81} D^2$
 $\sqrt{\frac{4}{81} D^2} = \frac{2}{9} D$
 $x_2 = \frac{2D}{9}$
 $\frac{2D}{3} - \frac{4D}{9} = \frac{6D - 4D}{9} = \frac{2D}{9}$
 $\frac{4}{9} \cdot D \cdot \frac{D}{9} = \frac{4}{81} D^2$
 $\sqrt{\frac{4}{81} D^2} = \frac{2}{9} D$
 $\frac{I_1}{I_0} = \frac{P_1}{P_0} \Rightarrow P_1 = \frac{5}{9} P_0$
 $P = \frac{I^2}{2}$
 $\sqrt{\frac{4}{81} D^2} = \frac{2}{9} D$

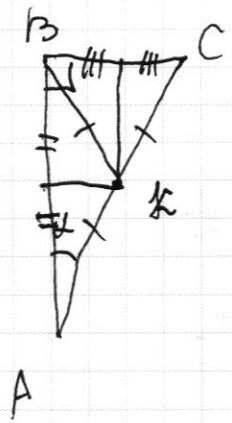
$m\ddot{x} = -kx$
 $m\ddot{x} + kx = 0$
 $\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$
 $\omega =$
 $x: \frac{D}{2} = \frac{2F_0}{3F_0}$
 $\frac{2x}{D} = \frac{2}{3}$
 $x = \frac{D}{3}$
 $t_1 - t_0 = \frac{t_0}{2} \quad t_1 = \frac{3t_0}{2}$
 $\frac{1}{t_1 - t_0} = \frac{2}{t_0}$
 $\sqrt{D^2} \quad T = \frac{2\pi}{\omega}$
 $\frac{4}{81} \cdot 9 =$
 $I \sim P$
 $\sqrt{\frac{4}{81} D^2}$
 $\frac{2D}{3} - \frac{4D}{9} =$
 $= \frac{6D - 4D}{9} = \frac{2D}{9}$

$$\frac{V_2 \cos \beta}{2} < V_1 \cos \alpha + 2U$$

$$V_1 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \cos \beta < V_1 \cos \alpha + 2U$$

$$V_1 \left(\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} - \cos \alpha \right) < 2U$$

$$\frac{V_1 \frac{\sin \alpha \cos \beta}{\sin \beta} - V_1 \cos \alpha}{2} =$$



$$\vec{E}_{BC} = \sum_i \vec{E}_{BCi} = \frac{V_1}{2} \left(\frac{\sin \alpha \cos \beta}{\sin \beta} - \cos \alpha \right)$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{1}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$E_{BC} = \frac{kq}{r^2}$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \frac{1}{9}} = \sqrt{\frac{8}{9}} = \frac{\sqrt{8}}{3} = \frac{2\sqrt{2}}{3}$$

$$\frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3}}{\frac{1}{3}} - \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{3\sqrt{2}}{1} - \frac{\sqrt{3}}{2} = \boxed{\sqrt{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}}$$



$$\frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3}}{\frac{1}{3}} = \frac{2\sqrt{2}}{2 \cdot 3} \cdot 3 = \sqrt{2}$$

$$E_{BCi} = k \cdot \frac{\Delta q_i}{r_i^2}$$

$$E = k \frac{q}{r^2}$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

$$AB \cdot l = S_{AB} \quad E_{BC} = \sum_i k \frac{\Delta q_i}{r_i^2}$$

$$BC \cdot l = S_{BC}$$

$$E_{BC} = kq$$

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

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

$$\frac{q_{AB}}{S_{AB}} = \frac{q_{BC}}{S_{BC}}$$

$$q_{AB} \cdot \frac{BC}{AB} = q_{BC}$$

$$q_{AB} \cdot \frac{BC}{AB} = q_{BC}$$

$$\frac{q_{AB}}{AB \cdot l} = \frac{q_{BC}}{BC \cdot l}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

E

$$\vec{m} \vec{v}_1 + \vec{N} \neq m \vec{v}_2 \quad \sigma_1 = \sigma_{BC}$$

$$\sigma_2 = \sigma_{AB}$$

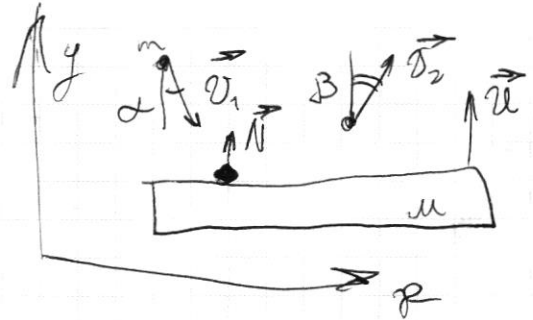
$$m v_1 \sin \alpha = m v_2 \sin \beta$$

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

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

$$3\sigma = \frac{q_{BC}}{BC \cdot l}$$

$$\sigma = \frac{q_{AB}}{AB \cdot l}$$



$M \gg m$

Скорость под углом:

$$\vec{v}_{обс} = \vec{u} + \vec{v}_{отн}$$

$$\frac{\sigma}{3\sigma} = \frac{q_{AB}}{AB \cdot l} \cdot \frac{BC \cdot l}{q_{BC}} \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{q_{AB}}{q_{BC}} \cdot \frac{BC}{AB}$$

$$v_1 \cos \alpha = u - v_{отн y}$$

$$v_{отн y} = u + v_1 \cos \alpha$$

$$v_1 \sin \alpha = 0 + v_{отн z}$$

$$m \vec{v}_1 + M \vec{u} = m \vec{v}_2 + M \vec{u}_1$$

$$q_{AB} = q_{BC} \cdot \frac{BC}{AB}$$

$$v_1 \cos \beta = u + v_{отн y}$$

$$v_{отн y} = v_1 \cos \beta - u$$

$$v_1 \sin \beta = 0 + v_{отн z}$$

$$-m v_1 \cos \alpha + M u = m v_2 \cos \beta + M u_1$$

$$m v_2 \cos \beta = M(u - u_1) - m v_1 \cos \alpha$$

$$v_2 \cos \beta = \frac{M}{m} (u - u_1) - v_1 \cos \alpha$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_{BC}}{\text{ctg}^2(\frac{\pi}{5}) BC^2}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_{BC}}{\text{ctg}^2(\frac{\pi}{5}) BC^2}$$

$$\frac{m v_1^2}{2} + \frac{M u^2}{2} = \frac{m v_2^2}{2} + \frac{M u_1^2}{2}$$

$$M(u^2 - u_1^2) = m(v_2^2 - v_1^2)$$

$$\frac{M}{2}(u^2 - u_1^2) = \frac{m}{2}(v_2^2 - v_1^2)$$

$$u^2 - u_1^2 = \left(\frac{m}{M}\right) (v_2^2 - v_1^2)$$

$$m \ll M \Rightarrow \frac{m}{M} \ll 1 \Rightarrow u^2 - u_1^2 \ll 1$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_{BC}}{\text{ctg}^2(\frac{\pi}{5}) AB^2}$$

$$T = \sqrt{L/C} + P_1 T_{N1} = \sqrt{L/C} + P_2 T_{N2}$$

$$T = \sqrt{L/C} (\sqrt{P_1} + \sqrt{P_2}) = n k T$$

$$E = \frac{m v_{gr}^2}{2}$$

$$I_m \epsilon$$

$$I_m = q' \omega$$

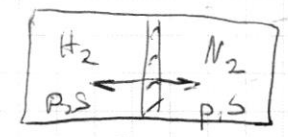
$$Q_1 + Q_2 = Q_{1,1} + Q_{2,1}$$

$$Q_1 + Q_2 = const$$

$$\frac{P_1}{P_2} \frac{T_{N2}}{v_{N2}} = \frac{T_1}{T_2} \Delta B = k I$$

$$\frac{T_1}{T_2} \cdot \left(\frac{P_2}{P_1} \right)$$

BLANK

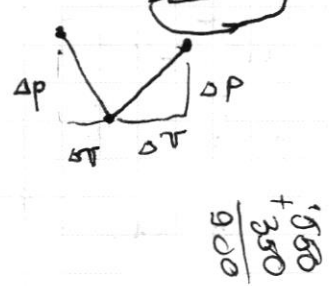
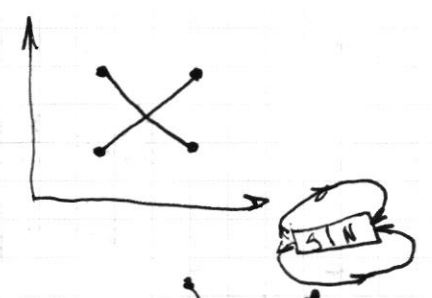
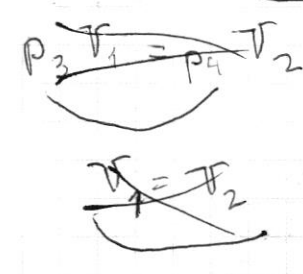


$$P_1 = P_2$$

$$\frac{T_{N2}}{v_{N2}} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$v_{N2} = \frac{T_1}{T_2} v_{N2}$$

$$C_v v T_1 + C_v v T_2 = C_v v T + C_v v T$$



$$P_{1i} S = P_{2i} S$$

$$P_{1i} = P_{2i}$$

$$P_{1i} v_{1i} = \sqrt{RT_{1i}}$$

$$P_{2i} v_{2i} = \sqrt{RT_{2i}}$$

$$v_{N2} + v_{N2} = v$$

$$\frac{T_1}{T_2} v_{N2} + v_{N2} = T = 2T_1$$

$$v_{N2} \left(\frac{T_1 + T_2}{T_2} \right) = 2T_1$$

$$v_{N2} = \frac{2T_1 T_2}{T_1 + T_2}$$

$$P_{N2} v_{N2} = \sqrt{RT_2}$$

$$P_1 v_1 = \sqrt{RT}$$

$$\frac{AD}{AB} = \frac{AC}{AB}$$

$$\frac{35}{55} = \frac{7}{11}$$

$$F_i = q E_i$$

$$Q_1 = A_1 + C_v v \Delta T_1$$

$$Q_2 = A_2 + C_v v \Delta T_2$$

$$A_1 + A_2 = 0$$

$$A_1 = -A_2$$

$$C_v v T_1 + C_v v T_2 = 2C_v v T + A_1 + A_2$$

$$x = A \cos \omega t$$

$$v = -A \omega \sin \omega t$$