Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

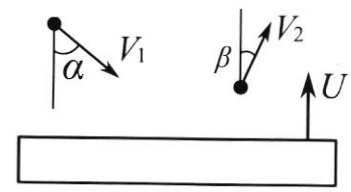
Класс 11

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



1) Найти скорость V_2.

2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

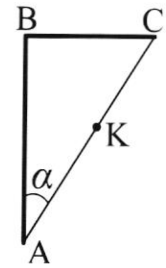
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится водород, во втором – азот, каждый газ в количестве $\nu = 6/7$ моль. Начальная температура водорода T_1 = 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?

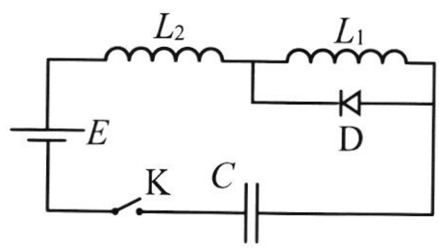
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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.

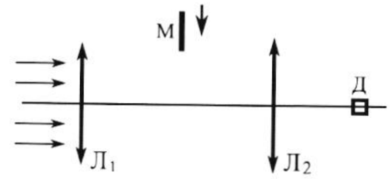


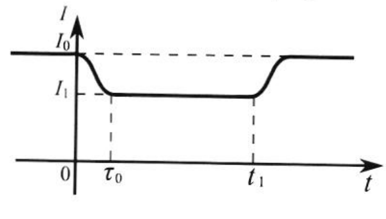
1) Найти период T этих колебаний. $L_1+L_2=7L$

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 Л$_1$ и Л$_2$ (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 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 F_0 от Л$_1$. 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 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

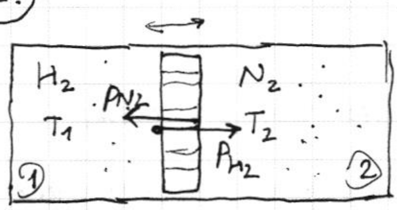
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

(2.)



$\nu_{H_2} = \nu_{N_2} = \frac{6}{7}$ моль $= \nu$

$T_1 = 350\,K$; $T_2 = 550\,K$

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

1) $\frac{V_{1_0}}{V_{2_0}}$ — ? 2) $T_{уст}$ — ?

3) $Q_{N_2 \to H_2}$ — ?

1) В равновесии давления газов равны. В таком случае ~~из~~ из ур-я Менделеева-Клапейрона для идеальных газов следует, что $p = \frac{\nu R T_1}{V_{1_0}} = \frac{\nu R T_2}{V_{2_0}}$

$\Rightarrow \boxed{\frac{V_{1_0}}{V_{2_0}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{350\,K}{550\,K} = \boxed{\frac{7}{11}}}$

2) По I началу термодинамики $\Delta U = Q - A'$, т.к. сосуд теплоизолированный, то $Q = 0$; поршень двигается медленно, поэтому в любой момент $p_{N_2} = p_{H_2}$, а, следовательно, работы газов в сумме дают ноль $\Rightarrow$ внутренняя энергия системы сохраняется

$U_{N_{2_0}} + U_{H_{2_0}} = U_{конечная} \Rightarrow \frac{i}{2}\nu R T_1 + \frac{i}{2}\nu R T_2 = \frac{i}{2}\nu R T_{уст.} \cdot 2$ ($i_{N_2} = i_{H_2}$, т.к. C_V — одинаковое)

$\Rightarrow T_1 + T_2 = 2T_{уст.} \Rightarrow \boxed{T_{уст.} = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{900\,K}{2} = \boxed{450\,K}}$

3) I НТД для водорода: $Q_{H_2} = \Delta U_{H_2} + A'_{H_2}$. Очевидно, что при равной температуре газы делят объём сосуда поровну. $p_{H_2} = \frac{\nu R T_{H_2}}{V_{H_2}}$ - давление H_2 в произвольный момент

Рассуждения п.2 о сохранении внутр. энергии системы справедливы для любого момента времени $\Rightarrow T_{N_2} + T_{H_2} = 2T_{уст.}$; $V_{H_2} + V_{N_2} = V_0$. Из равенства давлений:

$\frac{T_{H_2}}{V_{H_2}} = \frac{T_{N_2}}{V_{N_2}} = \frac{2T_{уст.} - T_{H_2}}{V_0 - V_{H_2}} \rightarrow T_{H_2} \cdot V_0 - T_{H_2} \cdot V_{H_2} = 2T_{уст.} V_{H_2} - V_{H_2} \cdot T_{H_2}$

$\Rightarrow \frac{T_{H_2}}{V_{H_2}} = \frac{2T_{уст.}}{V_0}$ $\left(V_0 = V_{1_0} + V_{2_0} = V_{1_0} + \frac{11}{7}V_{1_0}\right.$

$\Rightarrow p_{H_2} = \nu R \cdot \frac{2T_{уст}}{V_0} = const$ $\Rightarrow V_{1_0} = \frac{7}{18}V_0$

$\Rightarrow A'_{H_2} = p_{H_2}\Delta V = \nu R \frac{2T_{уст.}}{V_0} \cdot \left(\frac{V_0}{2} - V_{1_0}\right) = \nu R \frac{2T_{уст}}{V_0}\left(\frac{V_0}{2} - \frac{7}{18}V_0\right) = \nu R T_{уст.}\left(1 - \frac{7}{9}\right)$

$\Rightarrow Q_{H_2} = \frac{5}{2}\nu R(T_{уст.} - T_1) + \nu R T_{уст.}\frac{2}{9} = \nu R\left(\frac{5}{2}(450 - 350) + \frac{2}{9}\cdot 450\right)K = \nu R(5\cdot 50 + 2\cdot 50)K =$
$= \nu R \cdot 7 \cdot 50\,K$

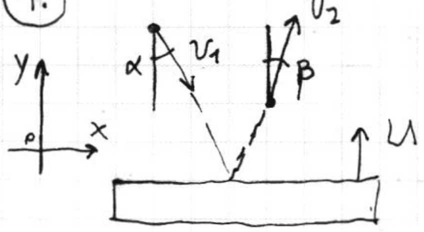
$Q_{H_2} = \frac{6}{7}\text{моль}\cdot R \cdot 7\cdot 50\text{К} = 300 \cdot R \cdot \text{моль}\cdot\text{К} = 3\cdot 831 \text{ Дж} = \underline{2493 \text{ Дж}}$

Такое кол-во теплоты получил водород от АЗОТА, т.е. азот передал водороду теплоту Q_{H_2}

~~Ответ: 1) $\frac{7}{11}$ 2)~~

Ответ: 1) $\frac{V_{1_0}}{V_{2_0}} = \frac{7}{11}$, 2) $T_{уст.} = 450$ К, 3) $Q_{N_2 \to H_2} = 2493$ Дж.

1.



$v_1 = 12$ м/с, $\sin\alpha = 1/2$

$\sin\beta = 1/3$

1) $v_2 - ?$

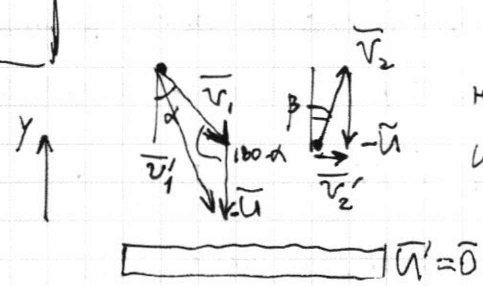
2) $U - ?$

1) На шарик вдоль горизонтальной оси oX силы не действуют, поэтому справедлив закон сохранения импульса в проекции на ось oX: $m v_{1x} = m v_{2x}$

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

$\Rightarrow \boxed{v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = v_1 \cdot \frac{1/2}{1/3} = 12 \text{ м/с} \cdot \frac{3}{2} = 18 \text{ м/с}}$

2) Перейдём в И.С.О. плиты. При неупругом ударе о неподвижную плиту скорость шарика увеличиться не может в силу З.С.Э. ~~кроме этого~~, шарик от плиты отскакивает, т.е. имеет после удара скорость $v'_{2y} > 0$ (по оси oY)



I) $|\vec{v}_1'| \geq |\vec{v}_2'|$. По теореме косинусов $v_1'^2 = v_1^2 + U^2 - 2 v_1 U \cos(180 - \alpha) = v_1^2 + U^2 + 2 v_1 U \cos\alpha$

$v_2'^2 = v_2^2 + U^2 - 2 v_2 U \cos\beta$

$\Rightarrow |v_1'| \geq |v_2'| \iff v_1^2 + U^2 + 2 v_1 U \cos\alpha \geq v_2^2 + U^2 - 2 v_2 U \cos\beta$

$\Rightarrow 2U(v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta) \geq v_2^2 - v_1^2$

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

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

$\Rightarrow U \geq \frac{(18-12)(18+12)}{2\left(12\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} + 18\frac{2\sqrt{2}}{3}\right)} = \frac{3\cdot 30}{6\sqrt{3} + 6\cdot 2\sqrt{2}} \text{ м/с} = \frac{15}{\sqrt{3} + 2\sqrt{2}} \text{ м/с}$ $\quad U > \frac{15}{2\sqrt{2} + \sqrt{3}}$ м/с

II) Шарик именно отскакивает, а не прилипает $\Rightarrow v_2\cos\beta - U > 0 \iff v'_{2y} > 0$

$U < 18 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3} = 12\sqrt{2}$ м/с $\quad \Rightarrow \frac{15}{2\sqrt{2}+\sqrt{3}} \frac{\text{м}}{\text{с}} < U < 12\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$\frac{15}{2\sqrt{2}+\sqrt{3}} \cdot \frac{2\sqrt{2}-\sqrt{3}}{2\sqrt{2}-\sqrt{3}} = \frac{15(2\sqrt{2}-\sqrt{3})}{8-3} = 3(2\sqrt{2}-\sqrt{3})$

Ответ: 1) $v_2 = 18$ м/с

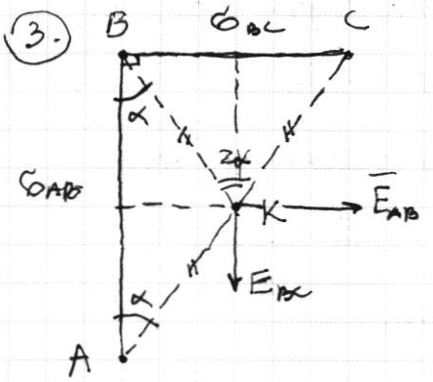
2) $3(2\sqrt{2}-\sqrt{3}) \frac{\text{м}}{\text{с}} < U < 12\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$

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

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

(3.)



1) $\alpha = \pi/4$
$\sigma_{BC} = \sigma_{AB}$
$\boxed{\frac{E_{K_2}}{E_{K_1}} - ?}$

2) $\sigma_{BC} = \sigma_1 = 3\sigma$
$\sigma_{AB} = \sigma_2 = \sigma$
$\alpha = \pi/5$ $\boxed{E_K - ?}$

1) Точка K — середина гипотенузы AC $\Rightarrow$
$\Rightarrow BK = AK = KC \Rightarrow \triangle ABK$ — равнобедренный
$\Rightarrow \angle BKC = 2\alpha$; $\angle BKA = 180 - 2\alpha = \pi - 2\alpha$

По теореме о телесном угле $E_\perp = k\sigma\Omega$,
где Ω — телесный угол, под которым видна заряженная поверхность из точки K; $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$

Точка K находится на серперпендикулярах к сторонам BC и AB $\Rightarrow$ в силу симметрии полная напряжённость в точке K равна $E_\perp$ — перпендикулярной составляющей поля.

$$\Omega_{BC} = \frac{2\alpha}{2\pi} \cdot \underset{\text{полное пространство}}{4\pi} = 4\pi \cdot \frac{1}{4} = \pi$$

$$\Rightarrow E_{K_1} = k\sigma \cdot \pi \; ; \quad E_{AB} = k\sigma \cdot 4\pi \cdot \frac{\left(\pi - \frac{\pi}{2}\right)}{2\pi} = k\sigma \cdot 2 \cdot \frac{\pi}{2} = k\sigma\pi$$

$\Rightarrow$ по теореме Пифагора $E_{K_2} = \sqrt{E_{BC}^2 + E_{AB}^2} = k\sigma\pi\sqrt{2} \Rightarrow \boxed{\frac{E_{K_2}}{E_{K_1}} = \sqrt{2}}$

(Можно было обойтись и без Т.Т.У., ведь раз $\angle BKC = \angle BKA = \pi/2$, то $E_{AB} = E_{BC} \Rightarrow \frac{E_{K_2}}{E_{K_1}} = \sqrt{2}$)

2) Те же рассуждения проведём для других σ.

$$E_{BC} = k\sigma_1 \cdot 4\pi \cdot \frac{2\alpha}{2\pi} = k\sigma_1 \cdot 2 \cdot \frac{2\pi}{5} = \frac{4}{5}\pi \cdot k\sigma_1 = \frac{12}{5}\pi k\sigma$$

$$E_{AB} = k\sigma_2 \cdot 4\pi \frac{\pi - \frac{2\pi}{5}}{2\pi} = k\sigma_2 \cdot 2 \cdot \frac{3\pi}{5} = \frac{6}{5}\pi k\sigma_2 = \frac{6}{5}\pi k\sigma$$

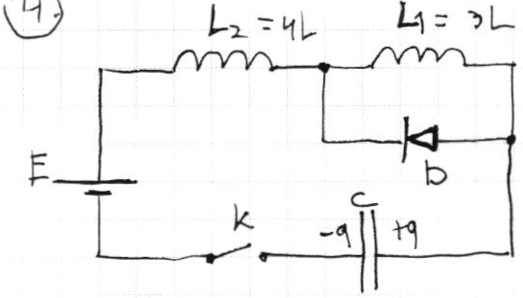
По теореме Пифагора $\boxed{E_K = \sqrt{E_{BC}^2 + E_{AB}^2} = \frac{\pi k\sigma}{5}\sqrt{36 \cdot 4 + 36} = \frac{6\sqrt{5}}{5}\pi k\sigma}$

Ответ: 1) $\sqrt{2}$

2) $\frac{6\sqrt{5}}{5}\pi k\sigma$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

4.



1) T - ? (колебания в L_1)

2) I_{M1} - ? 3) I_{M2} - ?

1) Запишем закон Кирхгофа для контура, включающего элементы E, L_2, L_1 и C:

$$E - L_2 i_2' - L_1 i_1' = \frac{q}{C},$$ что

верно в случае, когда ток в цепи течёт по ~~против~~ часовой стрелке и $i_1=i_2$, $i_1'=i_2'$

Если ток течет против часовой, то вместо L_1 ток течёт по D $\Rightarrow$ $E - L_2 i_2' = \frac{q}{C}$

I По часовой: $$q'' + \frac{1}{C(L_1+L_2)}q = \frac{E}{(L_1+L_2)}$$ (здесь $q''=i_{1;2}'$)

II Против часовой: $$q'' + \frac{1}{CL_2}q = \frac{E}{L_2}.$$ Два этих уравнения соответствуют гармоническим колебаниям с периодом $T_I = \frac{2\pi}{\omega_I} = 2\pi\sqrt{C(L_1+L_2)}$

$$T_{II} = \frac{2\pi}{\omega_{II}} = 2\pi\sqrt{CL_2}$$

В одну сторону ток течёт в течение половины периода, поэтому $T = \frac{T_I+T_{II}}{2}$

$$T = \frac{2\pi\left(\sqrt{C}\cdot\sqrt{7L} + \sqrt{C}\sqrt{3L}\right)}{2} = \boxed{\pi\sqrt{CL}\cdot(\sqrt{3}+\sqrt{7})}$$

2) Условие на достижение I_{M1} — $i_1' = 0$

З.С.Э: $\Delta W = A_E$ $\Delta W = \Delta W_{L_1} + \Delta W_{L_2} + \Delta W_C$, $A_E = E\Delta q$

$\Rightarrow$ после замыкания ключа (первая часть периода колебаний):

$$\frac{(L_1+L_2)I_{M1}^2}{2} + \frac{q^2}{2C} = Eq, \quad \frac{7L I_{M1}^2}{2} = -q^2/2C + Eq$$ ~~А ... параболическая~~

Зависимость энергии катушек от заряда — функция параболы) с вершиной в

$$q_0 = \frac{-E}{-\frac{1}{C}} = EC \Rightarrow \frac{7L}{2}\cdot I_{M1}^2 = -\frac{E^2C^2}{2C} + E^2C = \frac{CE^2}{2}$$

$$\Rightarrow \boxed{I_{M1} = \sqrt{\frac{CE^2}{7L}}}$$

3) После замыкания ключа ток начинает нарастать, но вскоре зарядившийся конденсатор начинает накапливать больший заряд, поэтому значение тока уменьшается до нуля. Из написанного ранее закона сохранения

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

энергии следует, что при $i_{1;2}=0$ $\quad \frac{q^2}{2C}=Eq \Rightarrow q_{пер.}=2EC$

Накопив заряд $q_{пер.}$, колебания перейдут во вторую часть, в которой ток течёт против часовой стрелки.

З.С.Э: $\Delta W_{L_2}+\Delta W_C = A_E \rightarrow \frac{L_2 I_{M2}^2}{2}+\frac{q^2}{2C}-\frac{q_{пер}^2}{2C}=E\cdot(q-q_{пер})$

$\Rightarrow L_2 I_{M2}^2 = -\frac{1}{C}q^2+2Eq+\frac{q_{пер}^2}{C}-2Eq_{пер}$

Вершина параболы — в точке $q_B=\frac{-2E}{-\frac{2}{C}}=CE$

$\Rightarrow 3L I_{M2}^2 = -CE^2+2CE^2+\frac{4E^2C^2}{C}-4CE^2 = CE^2 \Rightarrow \boxed{I_{M2}=\sqrt{\frac{CE^2}{3L}}}$

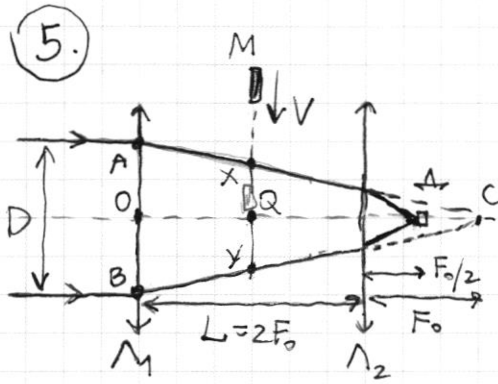
Ответ: 1) $T=\pi(\sqrt{3}+\sqrt{7})\sqrt{CL}$

2) $I_{M1}=\sqrt{\frac{CE^2}{7L}}$

3) $I_{M2}=\sqrt{\frac{CE^2}{3L}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5.



$F_1=3F_0$ $F_2=F_0$

$D<<F_0$

1) $l_{Л_2-Д}$ – ?

2) V – ? 3) t_1 – ?

1) Параллельный пучок света, падающий на $Л_1$, фокусируется в фокусе $Л_1$, но лучи там не пересекаются, т.к. на их пути стоит $Л_2$, для которой лучи создают мнимый источник на расстоянии F_0. По формуле тонкой линзы

$$\frac{1}{-F_0}+\frac{1}{l_{Л_2-Д}}=\frac{1}{F_2}$$

, где $l_{2-Д}$ – расстояние от линзы до детектора

$$\Rightarrow \boxed{l_{Л_2-Д}=\frac{F_0}{2}}$$

2) Из подобия $\triangle CAB \sim \triangle CXY$: $\frac{AB}{OC}=\frac{XY}{CQ} \to \frac{D}{3F_0}=\frac{XY}{2F_0}$; $\boxed{XY=\frac{2}{3}D}$

Сила тока детектора $I \sim P_{св.}=P_0\cdot\frac{S}{S_0}$, здесь $P_{св}$ – мощность попадающего в детектор света, P_0 – мощность на входе в $Л_1$, S_0 – площадь ~~сечения пучка~~, сечения пучка света, не встретившего преград, ~~$S_м$ – площадь преграды на пути пучка – $S_м$.~~ S = свободная от преград площадь сечения

Рассмотрим момент времени, в который мишень полностью находится внутри пучка в сечении XY: $\frac{I_1}{I_0}=\frac{S_1}{S_0}=\frac{(XY^2-d^2)}{XY^2}$, где d – ширина мишени

~~$\Rightarrow \sqrt{\frac{5}{9}}=1-\frac{d}{\frac{3}{2}D}$, $\frac{\sqrt{5}}{3}=1-\frac{2d}{3D} \Rightarrow d=\frac{3-\sqrt{5}}{2}$~~

$$\Rightarrow \frac{5}{9}=1-\frac{d^2}{(\frac{2}{3}D)^2},\quad d^2=\frac{4}{9}D^2\cdot\frac{4}{9} \Rightarrow d=\frac{4}{9}D \quad \left(XY=\frac{6}{9}D\right)$$

За время τ_0, к которому сила тока меняться перестала, мишень ~~детектор~~ полностью зашла в пучок. $\Rightarrow V\cdot\tau_0=d=\frac{4}{9}D \Rightarrow \boxed{V=\frac{4D}{9\tau_0}}$

3) За время t_1 мишень прошла расстояние XY и начала выходить из пучка $\Rightarrow V\cdot t_1=XY=\frac{2}{3}D$ $\boxed{t_1=\frac{2D}{3V}}$

~~Ответ: 1) $l_{Л_2-Д}=F_0/2$ 2) $V=4D/9\tau_0$ 3) $t_1=\frac{2D}{3V}$~~

$$t_1 = \frac{2D}{3V} = \frac{2D}{3 \cdot \frac{4D}{9\tau_0}} = \frac{3\tau_0}{2}$$

Ответ: 1) $l_{м-л} = F_0/2$

2) $V = 4D/9\tau_0$

3) $t_1 = 3\tau_0/2$

$$\frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C} \quad \cancel{\Delta W = Q} \quad Q = \Delta U + A'$$

$$dW = A$$

$$\frac{5}{2}\nu R \Delta T + p\Delta V$$

$$\frac{q^2}{2C} + \frac{(L_1+L_2)I^2}{2} = Eq$$

$$\nu R \Delta T = p\Delta V + \Delta p V \qquad \frac{d(pV)}{dT} = \cancel{\frac{d\,\nu RT}{dT}} = \frac{p\,dV}{dT} + \frac{dp\,V}{dT}$$

$$\boxed{\frac{L_1+L_2}{2} I^2} = -q^2 \cdot \frac{1}{2C} + E \cdot q$$

$$Q = \frac{5}{2} p\Delta V + \frac{5}{2}\Delta p V + p\Delta V = \frac{7}{2} p\Delta V + \frac{5}{2}\Delta p V$$

$$q_B = \frac{-E}{-C} = \frac{E}{C}$$

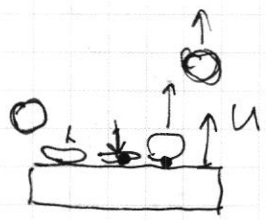
$$p = \frac{\nu R T_{H_2}}{V_{H_2}} = \frac{\nu R T_{N_2}}{V_{N_2}} \qquad T_{H_2} + T_{N_2} = 2T_{уст.} \qquad \frac{T_{H_2}}{V_{H_2}} = \frac{2T_{уст.} - T_{H_2}}{V_0 - V_{H_2}}$$

$$V_{H_2} + V_{N_2} = V_0$$

$$T_{H_2}V_0 - T_{H_2}V_{H_2} = 2T_{уст.}V_{H_2} - V_{H_2}T_{H_2} \Rightarrow T_{H_2}V_0 = 2T_{уст.}V_{H_2}$$

$$\frac{T_{H_2}}{V_{H_2}} = \frac{2T_{уст.}}{V_0}$$

$$\frac{dp}{dt} = A$$



$$E_2 - E_1 = A =$$

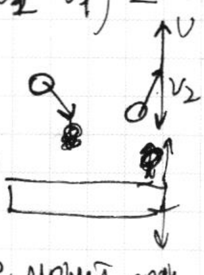
$$= F \cdot S = F \cdot \Delta t \cdot U$$

$$\frac{m}{2}(V_2^2 - V_1^2) =$$

В ИСО плиты:

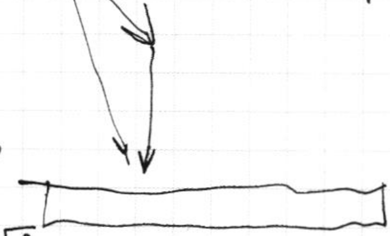
$$U < V_2 \cos\beta = 18 \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3} = 12\sqrt{2}$$

$$V_2 \cos\beta - U > 0$$



ускориться не может шар

$$V_1 \cos\alpha = 12\frac{\sqrt{3}}{2} = 6\sqrt{3}$$



$U' < 0$

$$V_2 \cos\beta = 18\frac{2\sqrt{2}}{3} = 6\sqrt{8}$$

$$q'' + \frac{1}{7LC} q = \frac{E}{7L} \qquad \omega = \frac{1}{\sqrt{7CL}} \qquad q'' + \frac{1}{C(L_1+L_2)} q = \frac{E}{L_1+L_2}$$

$$\frac{1}{7LC}\tilde{q} = \frac{1}{7LC} q - \frac{E}{7L} \Rightarrow \tilde{q}'' + \frac{1}{7LC}\tilde{q} = 0 \qquad \tilde{q} = A_0 \cos(\omega t + \varphi)$$

$$q = A_0 \cos(\omega t + \varphi) + EC$$

$$q(0) = 0 \Rightarrow A_0 = -EC \quad \varphi = 0 \qquad q = EC(1 - \cos(\omega t))$$

$$\cancel{q' = -A_0\omega \sin(\omega t + \varphi)} \qquad \varphi = 0 \qquad i_m = \sqrt{\frac{CE^2}{7L}}$$

$$q' = i = EC\omega \sin \omega t$$

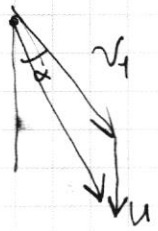
☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

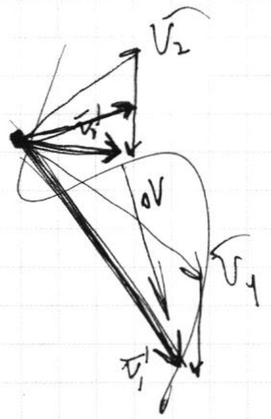
(Нумеровать только чистовики)

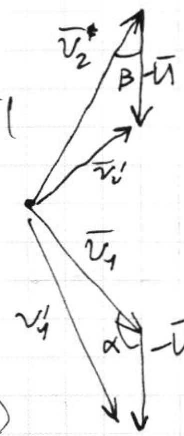
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$mV_1^2 \cancel{+m}$

$$\frac{mV_1'^2}{2} = \frac{mV_2'^2}{2} + Q$$





$$\frac{15}{2\sqrt2+\sqrt3}^{\backslash 2\sqrt2-\sqrt3} = \frac{15(2\sqrt2-\sqrt3)}{8-3} = 3(2\sqrt2-\sqrt3) \qquad 12\sqrt2$$

$3 \cdot 1{,}5$