Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

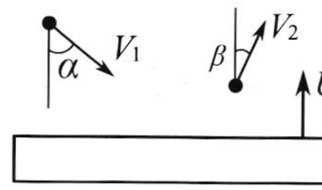
Класс 11

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

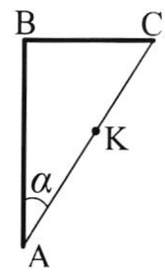
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится водород, во втором – азот, каждый газ в количестве $\nu=6/7$ моль. Начальная температура водорода T_1 =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

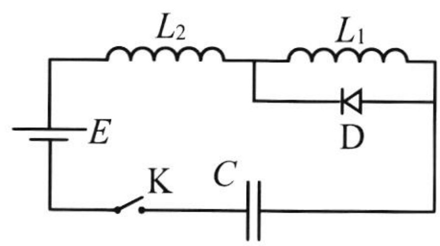
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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 $\sigma_1=3\sigma, \sigma_2=\sigma$, соответственно. Угол $\alpha=\pi/5$. 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 $L_1 = 4L$, $L_2 = 3L$, 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.

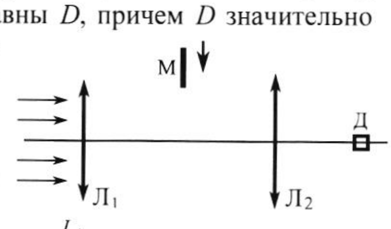


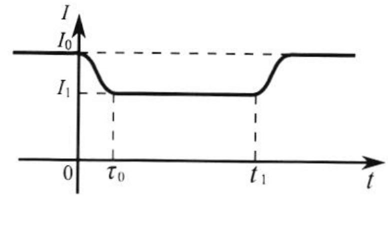
1) Найти период T этих колебаний.

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 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

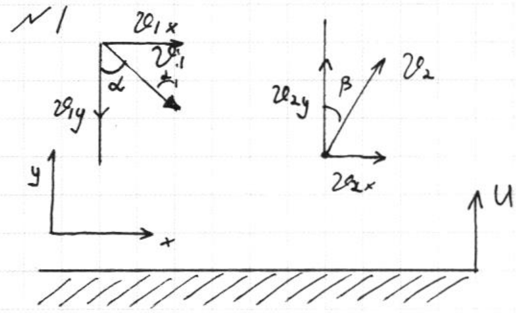
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



Запишем З.С.И

ox: $m_1 v_{1x} = m v_{2x} \Rightarrow \boxed{v_{1x} = v_{2x} = v_1 \sin\alpha}$

Чтобы выразить скорость v_{2y} через v_{1y} и U.

Перейдем в С.О плиты.

Тогда после удара шарик приобретет вертик. составл. скорости $U + v_{1y}$. А в лабораторной С.О эта скорость (т.к v_{2y} будет равна $2U + v_{1y}$)

$\Downarrow$

$$\boxed{v_{2y} = v_{1y} + 2U = v_1\cos\alpha + 2U}$$

v_{2y} найдем из вект треуг. с углом β.

$v_{2y} = v_2\cos\beta$ $\qquad v_{2x} = v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta$

$\Downarrow$

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

(Ответ на п.1.)

$$v_{2y} = v_1\cos\alpha + 2U = v_2\cos\beta$$

$$2U = v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha$$

$$U = \frac{v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha}{2}$$ из рисунка, значения $\cos\beta$ и $\cos\alpha$ задаются вполне конкретно

$\cos\beta = +\frac{2\sqrt{2}}{3}$

$\cos\alpha = +\frac{\sqrt{3}}{2}$

$$U = \frac{18\cdot\frac{2\sqrt{2}}{3} - 12\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}}{2} = 6\sqrt{2} - 3\sqrt{3} \text{ (м/с)}$$ продолжение задачи написал далее (6 страница)

если $\cos\alpha = -\frac{\sqrt{3}}{2}$ т.е $\alpha \in (90°; 180°)$ то

$U = 6\sqrt{2} + 3\sqrt{3}$ (м/с)

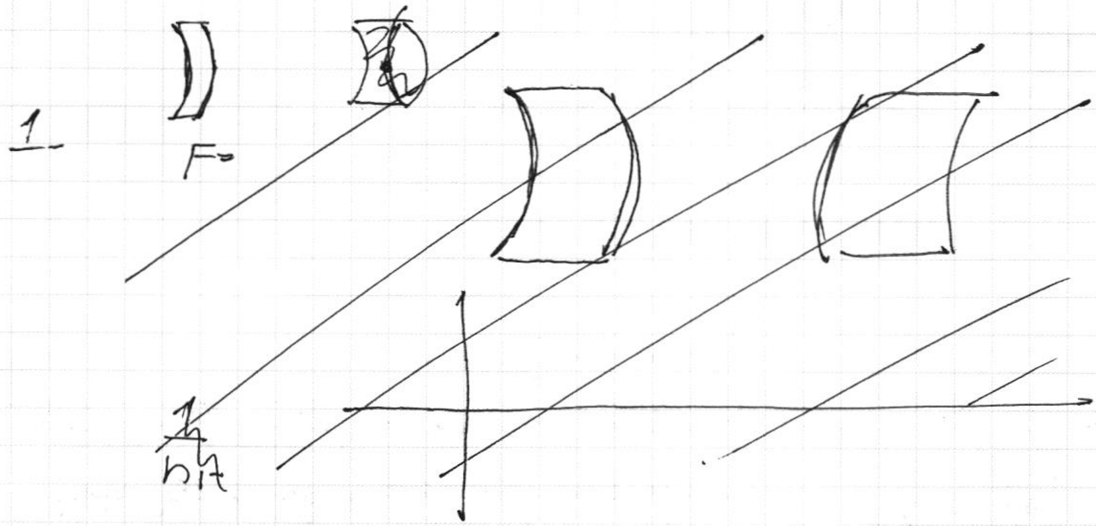
Ответ: 1) $v_2 = 18$ м/с

2) при $\alpha \in (0; 90°)$ $U = 6\sqrt{2} - 3\sqrt{3}$ м/с

3) при $\alpha \in (90°; 180°)$ $U = 6\sqrt{2} + 3\sqrt{3}$ м/с

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)


1
F

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

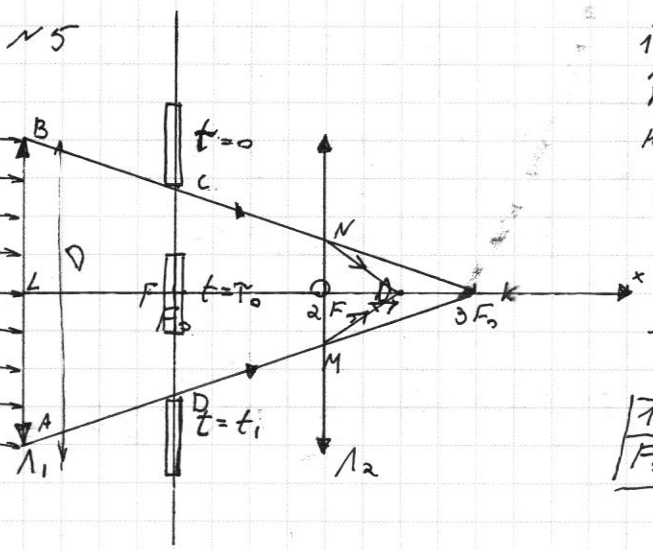
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5



1) После преломления в линзе $Л_1$, параллельный пучок света начнет сходиться в фокус $Л_1$, т.е в точку $3F_0$ на главной оптической оси.

Запишем формулу тонкой линзы для второго преломления в $Л_2$. Источник мнимый!

$$\boxed{\frac{1}{F_0} = -\frac{1}{d} + \frac{1}{f}} \qquad d = 3F_0 - 2F_0 = F_0$$

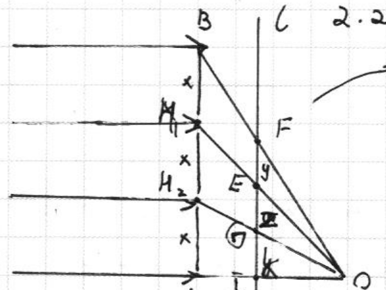
⇓

$$\frac{1}{f} = \frac{2}{F_0} \Rightarrow \boxed{f = \frac{F_0}{2}}$$

Ответ на п.1

фотодетектор следует поставить в точку Δ на расстоянии $f = \frac{F_0}{2}$ от $Л_2$.

2) 2.1) т.к ~~пластинка~~ мишень непрозрачная, и $I_1 > 0$, то радиус мишени R меньше радиуса пучка в F_0 т.е $\boxed{R < CD}$



(2.2)

Заметим что если интенсивность пучка одинаковая, т.е $BH_1 = H_1H_2 = H_2A = x$, то ~~после~~ перед схождением в 1 точке ~~их~~ его интенсивность также будет одинакова (т.е при $L \parallel AB$ $FE = EG = GI$)

⇓

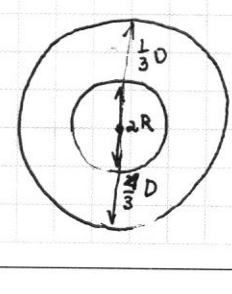
отношение тока на фотоэлементе будет равно отношению незакрытой мишенью площади пучка.

2.3) Найдем $CD = S$ из подобных $\triangle FCK \sim \triangle LBK$

$$\frac{FK}{LK} = \frac{CF}{BL}$$

$$\frac{2F_0}{3F_0} = \frac{\frac{S}{2}}{\frac{D}{2}} \Rightarrow \boxed{S = \frac{2}{3}D}$$

2.4)



Найдем радиус мишени R через отношения токов $I_0 = I_1$

$$\cancel{\frac{I_1}{I_0} = \frac{\pi R^2}{\pi(\frac{1}{3}D)^2}}$$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

(Нумеровать только чистовики)

$$\frac{I_1}{I_0} = \frac{\pi\left(\frac{1}{3}D\right)^2 - \pi R^2}{\pi\left(\frac{1}{3}D\right)^2} = \frac{5}{9}$$

$$1 - \frac{R^2}{\frac{D^2}{9}} = \frac{5}{9} \Rightarrow \quad 9\left(\frac{R}{D}\right)^2 = \frac{4}{9} \quad \left(\frac{R}{D}\right)^2 = \frac{4}{81}$$

$$\Downarrow$$

$$\frac{R}{D} = \frac{2}{9} \Rightarrow \boxed{R = \frac{2}{9}D}$$

2.5. За время T_0 мишень прошла расстояние $CF + \frac{R}{2} = \frac{S}{2} + \frac{R}{2} = \frac{1}{3}D + \frac{1}{9}D = \frac{4}{9}D$

$\frac{4}{9}D = \vartheta T_0 \Rightarrow \boxed{\vartheta = \frac{4}{9}\frac{D}{T_0}}$ Ответ на п.2

3) за время $t = t_1$ мишень проходит расстояние S

$$\cancel{S+R = \frac{2}{3}D + \frac{2}{9}D = \frac{6}{9}D + \frac{2}{9}D = \frac{8}{9}D}$$

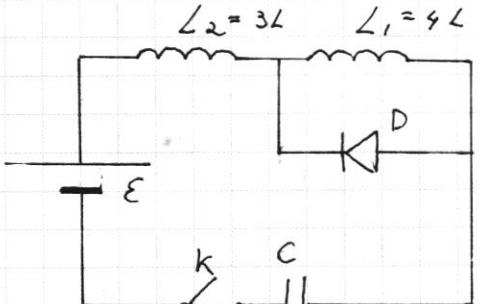
$$t_1 = \cancel{\frac{S+R}{\vartheta} = \frac{\frac{8}{9}D}{\frac{4}{9}\frac{D}{T_0}} = 2T_0}$$

$$t_1 = \frac{S}{\vartheta} = \frac{\frac{2}{3}D}{\frac{4}{9}\frac{D}{T_0}} = \frac{2\cdot 9T_0}{12} = \frac{18}{12}T_0 = \frac{3}{2}T_0 = 1{,}5T_0$$ Ответ на п. 3

Ответ: 1) $f = \frac{F_0}{2}$ 2) $\vartheta = \frac{4}{9}\frac{D}{T_0}$

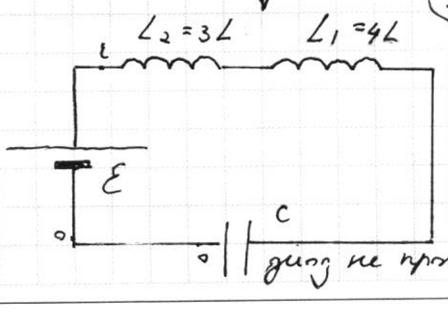
3) $t_1 = 1{,}5T_0$

№4



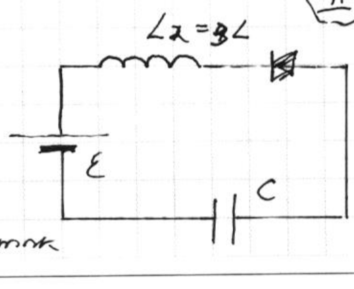
1) после замык. K начнутся колебания. За счет идеального диода можно рассмотреть случай когда ток идет в направлении к диоду и наоборот, найти периоды колебаний в каждом, сложить их и поделить пополам.

I



диод не пропускает ток

II



диод пропускает ток

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

I) Запишем Кирхгофа:

$$\mathcal{E} = \ddot{q}L_2 + \ddot{q}L_1 + \frac{q}{C}.$$

$$7L\ddot{q} + \frac{q}{C} - \mathcal{E} = 0$$

$$\ddot{q} + \frac{q}{7LC} - \frac{\mathcal{E}}{7L} = 0$$ – ур-е колебаний

$$w = \frac{1}{\sqrt{7LC}} \Rightarrow T_1 = \frac{2\pi}{w} = 2\pi\sqrt{7LC}$$

II) Запишем Кирхгофа

$$\mathcal{E} = \ddot{q}L_2 + \frac{q}{C}$$

$$3L\ddot{q} + \frac{q}{C} - \mathcal{E} = 0$$

$$\ddot{q} + \frac{q}{3LC} - \frac{\mathcal{E}}{3L} = 0$$ – ур-е колебаний

$$w = \frac{1}{\sqrt{3LC}} \Rightarrow T_2 = 2\pi\sqrt{3LC}$$

$$T = T_0 = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = \frac{2\pi\sqrt{7LC} + 2\pi\sqrt{3LC}}{2} =$$

$$= \pi\left(\sqrt{3LC} + \sqrt{7LC}\right)$$ | Ответ на п.1

2) $I_{M1} = max \Rightarrow \ddot{q} = 0 \Rightarrow \mathcal{E}_{L1} = \mathcal{E}_{L2} = 0$

Запишем З.С.Э. I

$$\mathcal{E}\Delta q = \frac{L_1 I_{M1}^2}{2} + \frac{L_2 I_{M1}^2}{2} + \frac{\cancel{C\mathcal{E}^2}(\Delta q)^2}{2C} + Q^{=0 \text{ (диода нет)}}$$

$$\Delta q = C\mathcal{E}$$

$$C\mathcal{E}^2 = \left(\frac{L_1 + L_2}{2}\right)I_{m1}^2 + \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$$

$$2C\mathcal{E}^2 = 7L I_{m1}^2 + C\mathcal{E}^2 \Rightarrow C\mathcal{E}^2 = 7L I_{m1}^2$$

$$\boxed{I_{m1} = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{7L}}}$$ Ответ на п.2

3) $I_{m2} = max \Rightarrow \ddot{q} = 0 \Rightarrow \mathcal{E}_{L1} = \mathcal{E}_{L2} = 0$

Запишем З.С.Э. II

$$\mathcal{E}\Delta q = \frac{L_2 I_{M2}^2}{2} + \frac{(\Delta q)^2}{2C} + \Delta q U_D^{=0}$$ (т.к $U_D = 0$ (он идеальный), то $\Delta q U_D = 0$)

$\Leftarrow \quad \mathcal{E}\Delta q = \frac{L_2 I_{m2}^2}{2} + \frac{(\Delta q)^2}{2C} \qquad \Delta q = C\mathcal{E}$

$C\mathcal{E}^2 = \frac{L_2 I_{m2}^2}{2} + \frac{C\mathcal{E}^2}{2} \qquad C\mathcal{E}^2 = \overset{=3L}{L_2} I_{m2}^2$

$\Downarrow$

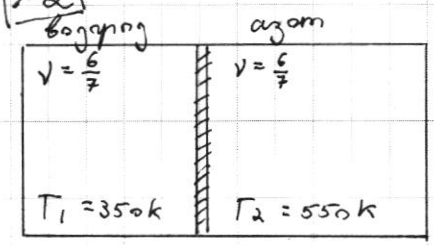
$I_{m2} = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{3L}} > I_{m1}$

$\Downarrow$

$\boxed{\text{Ответ: на п. 3} \quad I_{m2} = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{3L}}}$

Ответ:
1) $T = \pi\left(\sqrt{3LC} + \sqrt{7LC}\right)$
2) $I_{m1} = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{7L}}$
3) $I_{m2} = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{3L}}$

$\boxed{№2}$



1) $V_B = \frac{\nu R T_1}{p_B} \qquad V_A = \frac{\nu R T_2}{p_A}$

$\frac{V_B}{V_A} = \frac{T_1}{T_2} \cdot \frac{p_A}{p_B} \qquad \underline{p_A = p_B}$

$\Downarrow$

$\frac{V_B}{V_A} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{350}{550} = \frac{35}{55} = \underline{\frac{7}{11}}$

если V_0 – объем сосуда, то   ответ на п. 1

$V_B = \frac{7}{11} V_A \qquad V_A + V_B = V_0$

$\frac{7}{11} V_A + \frac{11}{11} V_A = V_0 \qquad V_A = \frac{11}{18} V_0$

$V_B = \frac{7}{18} V_0$

2) $Q = \nu C_p \Delta T \qquad C_p = C_V + R = \frac{7}{2} R$

$Q_1 = \nu C_p (T_K - T_1) = \nu C_p (T_2 - T_K) = Q_2$

$2T_K = T_2 + T_1 \Rightarrow \boxed{T_K = \frac{T_2 + T_1}{2}} = 450K$. ответ на п. 2

3) $Q = \nu C_p \Delta T = \frac{7}{2} R \nu\left(\left(\frac{T_2 + T_1}{2}\right) - T_1\right) =$

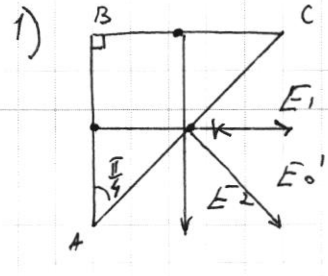
$= \frac{\cancel{7}}{2} \cdot \frac{6}{\cancel{7}} \cdot 100 \cdot 8{,}31 = 300 \cdot 8{,}31 = \underline{2493 \text{ Дж}}$ ответ на п. 3

Ответ: 1) $\frac{V_B}{V_A} = \frac{7}{11}$ 2) $T_K = 450K$ 3) $Q = 2493$ Дж

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3

1)



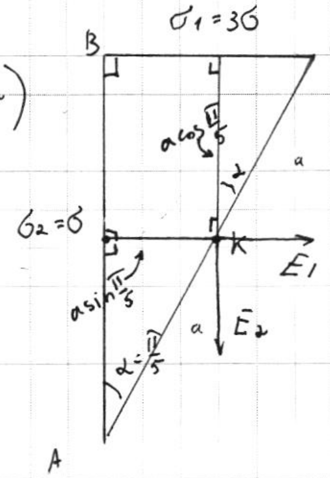
$E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$E_0 = E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$E_0' = \sqrt{2}\, E_1 = \frac{\sqrt{2}\,\sigma}{2\varepsilon_0}$

$\boxed{\frac{E_0'}{E_0} = \sqrt{2}}$ Ответ на п.1

2)



$E_x = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$

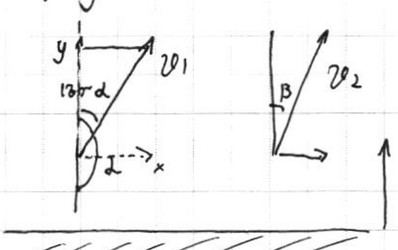
$E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ $\quad E_2 = \frac{3\sigma}{2\varepsilon_0}$

$E_x = \sqrt{\frac{10\sigma^2}{4\varepsilon_0^2}} = \frac{\sqrt{10}\,\sigma}{2\varepsilon_0}$

Ответ: а) в $\sqrt{2}$ раз

б) $E = \frac{\sqrt{10}\,\sigma}{2\varepsilon_0}$

№1 продолжение.



~~если груз летит наверх~~ :

~~$v_y = v_1\cos(180-\alpha) = -v_1\cos\alpha$~~

если же $\cos\alpha = -\frac{\sqrt{3}}{2}$

т.е $\alpha \in (90°; 180°)$ - тупой угол

то

$U = 6\sqrt{2} + 3\sqrt{3}$ (м/с)

Ответ: 1) $v_2 = 12$ м/с

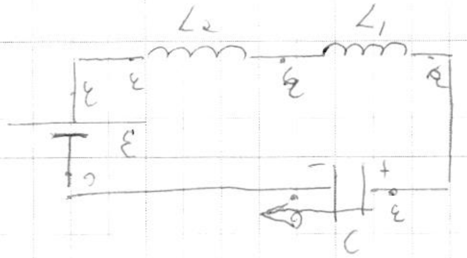
2) при $\alpha \in (0; 90°)$ $U = 6\sqrt{2} - 3\sqrt{3}$

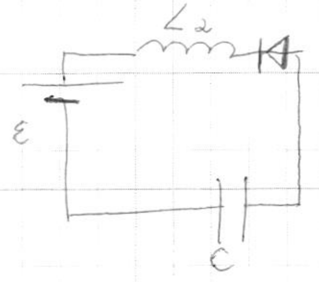
при $\alpha \in (90°; 180°)$ $U = 6\sqrt{2} + 3\sqrt{3}$

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

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА





$\varepsilon = L_2\ddot{q} + \frac{q}{C}$

$\varepsilon = L_2\ddot{q} + L_1\ddot{q} + \frac{q}{C}$ $\quad T_2 = \frac{1}{\sqrt{\ }}$ $\quad 3L\ddot{q} + \frac{q}{C} - \varepsilon = 0$

$\varepsilon = 7\ddot{q}L + \frac{q}{C}$ $\quad \ddot{q} + \frac{q}{3LC} - \frac{\varepsilon}{3L} = 0$

$7\ddot{q}L + \frac{q}{C} - \varepsilon = 0$ $\quad T_2 = \frac{1}{\sqrt{3LC}}$

$\ddot{q} + \frac{q}{7CL} - \frac{\varepsilon}{7L} = 0$ $\quad T_0 = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{\frac{1}{\sqrt{3LC}} + \frac{1}{\sqrt{7LC}}}{2} =$

$T_1 = \sqrt{\frac{1}{7LC}}$

$\frac{q}{3CL}$ $\quad = \frac{\sqrt{7LC} + \sqrt{3LC}}{2\sqrt{21L^2C^2}} =$

$= \frac{\sqrt{7LC} + \sqrt{3LC}}{2\sqrt{21}\,LC}$

2) $I_{m1} = max \Rightarrow \ddot{q} = 0 \Rightarrow \varepsilon_{L_1}$ $\varepsilon_{L_1} = 0$ $\quad \varepsilon_{L_2} = 0$

$\ddot{q}$ $\quad \frac{1}{\sqrt{3LC}} + \ddot{q} + \frac{2\sqrt{21}\,LC}{\sqrt{7LC} + \sqrt{\ }}$

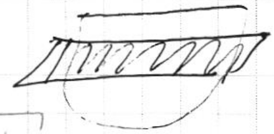
A $\quad \varepsilon \Delta q = \frac{L_1 I_m^2}{2} + \frac{L_2 I_m^2}{2} + \frac{\Delta q^2}{2C}$

$C\varepsilon^2 = \frac{L_1 I_m^2}{2} + \frac{L_2 I_m^2}{2} + \frac{C^2\varepsilon^2}{2C}$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$w_1 = \frac{1}{\sqrt{7LC}}$ $\quad w_2 = \frac{1}{\sqrt{3LC}}$



$T_1 = \frac{2\pi}{w} = 2\pi\sqrt{7LC}$ $\quad T_2 = 2\pi\sqrt{3LC}$

$T_0 = \frac{2\pi\sqrt{7LC} + 2\pi\sqrt{3LC}}{2} = \pi(\sqrt{7LC} + \sqrt{3LC})$

$w_0 = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\pi(\sqrt{7LC}+\sqrt{3LC})} =$ $\quad 21 \cdot 2$

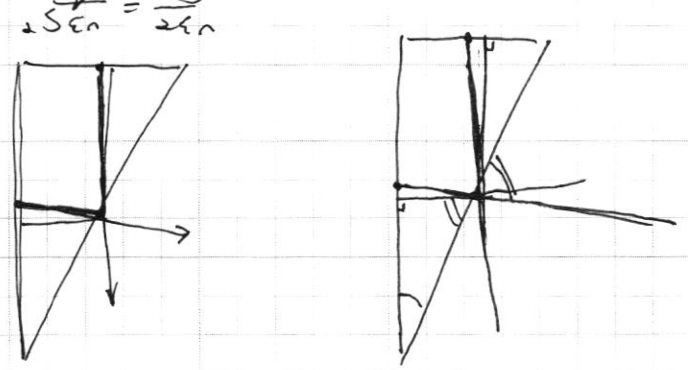
$\ddot{q} - \frac{2}{\sqrt{7LC}+\sqrt{3LC}} q +$ $\quad w_0 = \frac{4}{(\sqrt{7LC}+\sqrt{3LC})^2}$

E_2

$\cancel{2}C\mathcal{E}^2 = (L_1 + L_2) I_m^2$

$\Phi = ES = \frac{q}{2\varepsilon_0}$ $\quad I_m = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{L_1+L_2}} = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{7L}}$

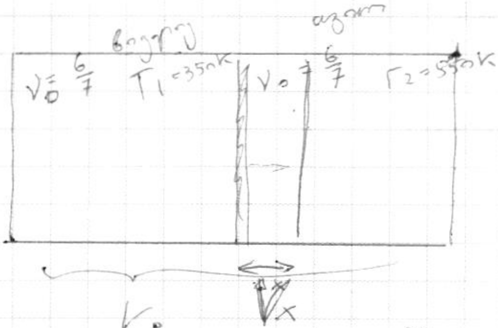
$E = \frac{q}{2S\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$



$\frac{\mu_0}{4\pi} \frac{r}{R}$

$a\cos\alpha\frac{\pi}{5}$ $\quad a\sin\alpha\frac{\pi}{5}$

№ 2



$p_A S = p_B S$

$v_2 = \sin$

$\frac{\nu_0 R T_1}{V_B} = \frac{\nu_0 R T_2}{V_A}$

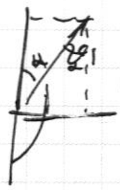
$v_y = \cos\alpha\, v_1$

$\cos\alpha\, v_1$

$\frac{V_A}{V_B} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{V_B}{V_A} =$

$\sin\alpha = \frac{v_x}{v_1}$

$Q = \frac{1}{9} \cdot \frac{5}{2}\nu$



$\boxed{v_x = \frac{1}{2} v_1}$

$\frac{V_A}{V_B} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{550}{350} = \frac{55}{35} = \frac{11}{7}$

$V_A = \frac{11}{7} V_B$ $\quad V_0 = V_A + V_B =$

$= \frac{7}{7} V_B + \frac{11}{7} V_B = \frac{18}{7} V_B$

$V_B = \frac{7}{18} V_0$

$V_A = \frac{11}{18} V_0$

2)

$\nu R T_k$

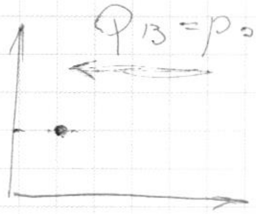
$\frac{\nu_0 R T_k}{V_0 + V_x} = \frac{\nu_0 R T_k}{V_0 - V_x}$

$Q_B = A_B + \Delta U_B$

в конце

$Q_B = p_0 \Delta V + \frac{5}{2} R \Delta T$ $\quad V_B' = V_A' = \frac{V_0}{2} = \frac{9}{18} V_0$

$A_B =$



$Q_B = p_0 \frac{1}{9} V_0 + \frac{5}{2} R (T_k - T_1)$

$Q_A = -p_0 V_0 \cdot \frac{1}{9} + \frac{5}{2} R (T_2 - T_k)$

$A =$

$Q_B = Q_A$

$\frac{2}{9} p_0 V_0 = \frac{5}{2} R (T_k - T_2) - \frac{5}{2} R (T_k - T_1)$

$p_0 V_0 \cdot \frac{1}{9} + \frac{5}{2} R (T_k - T_1) = -p_0 V_0 \cdot \frac{1}{9} + \frac{5}{2} R (T_2 - T_k)$

$C_p = C_V + R = \frac{7}{2} R$ $\quad Q = C_p \cdot \Delta T =$ $\quad C_V$

$\frac{8{,}31 \quad 300}{24\,93{,}00}$

$F_k = \frac{k q^2}{R^2}$

$\frac{7}{2} R (T_k - T_1) = \frac{7}{2} R (T_2 - T_k)$

$T_k - T_1 = T_2 - T_k$ $\quad T_k = \frac{T_2 + T_1}{2} =$

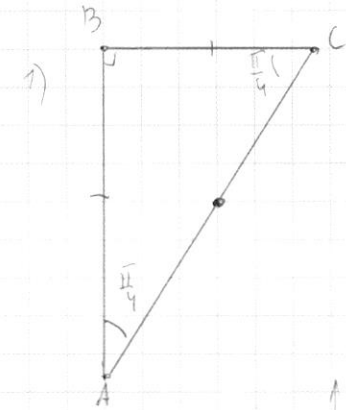
$= \frac{350 + 550}{2} = 450K$

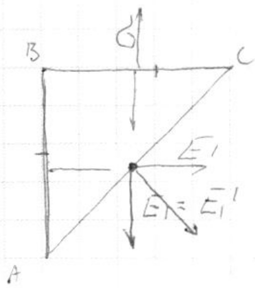
☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1)





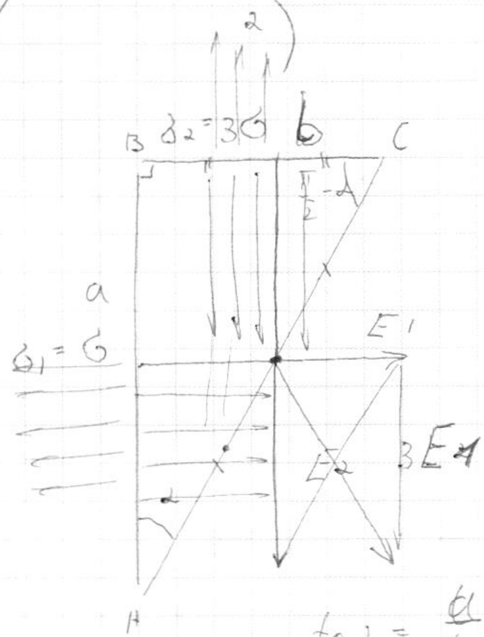
$E1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$E_1' = \sqrt{E1^2 + E1^2} = \sqrt{2}\, E1$

$\frac{E1'}{E1} = \sqrt{2}$ раз.

2)

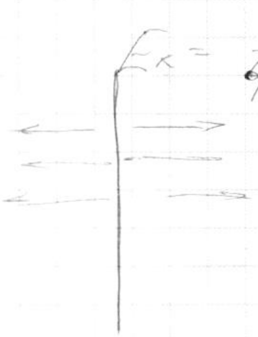
$\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{5} = \frac{5\pi}{10} - \frac{2\pi}{10} = \frac{3\pi}{10}$



$E1 = \frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{1}{2}\frac{\sigma}{\varepsilon_0} = E1$

$E_2 = \frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0} = \frac{3}{2}\frac{\sigma}{\varepsilon_0} = 3E1$

$E_x = \frac{1}{4}\frac{\sigma^2}{\varepsilon_0^2} + \frac{9}{4}\frac{\sigma^2}{\varepsilon_0^2} = \frac{\sqrt{10}\,\sigma}{2\varepsilon_0}$

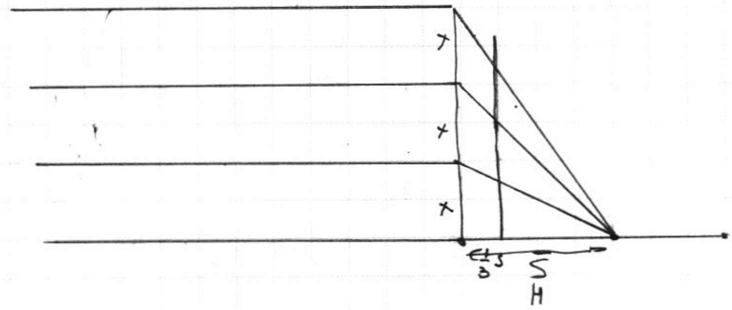


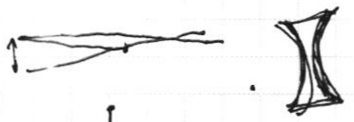
$tg\alpha = \frac{a}{b}$

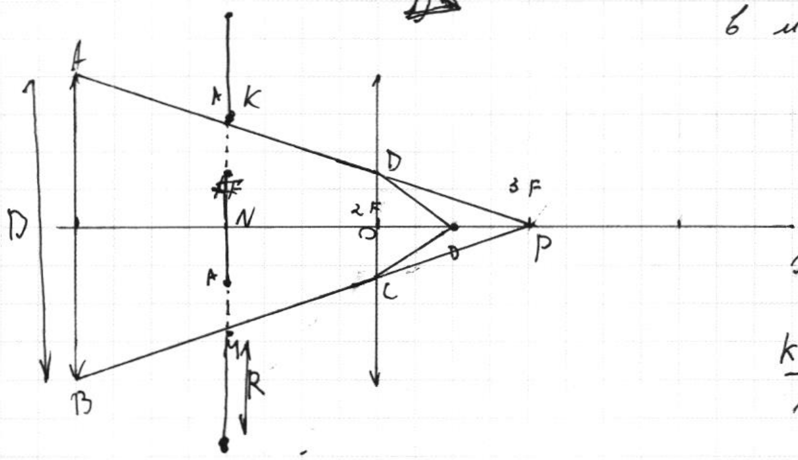
$\sigma_2 = \boxed{a - tg\alpha\, b}$

$\sigma =$ [illegible]

$\overline{S} = 3S$







проторусе.

в момент времени T_0 мишень на главн. опт. оси.

пусть ее радиус R

$\triangle KMP \sim \triangle ABP$

$KM = S$

$$\frac{KM}{AB=D} = \frac{NP}{DP} \Rightarrow \frac{S}{D} = \frac{2F}{3F}$$

$$\boxed{S = \frac{2}{3}D}$$

$$\frac{KM}{KM-R} = \frac{I_0}{I_1}$$

т. A мишени за время T_0 прошла. $\frac{S}{2} + \frac{R}{2} = \frac{\frac{2}{3}D}{2} + \frac{R}{2} = \boxed{\frac{D}{3} + \frac{R}{2}}$

$$\frac{KM-R}{KM} = \frac{I_1}{I_0} = \frac{\frac{5I_0}{9}}{I_0} = \frac{5}{9}$$

$$\left(\frac{D}{3} + \frac{R}{2}\right) = \upsilon T_0$$

$$1 - \frac{R}{KM} = \frac{5}{9} \qquad \upsilon = \frac{\left(\frac{D}{3} + \frac{R}{2}\right)}{T_0}$$

$$\frac{4}{9} = \frac{R}{KM} \Rightarrow \frac{4}{9} = \frac{R}{\frac{2}{3}D} \Rightarrow R = \frac{4}{9}\cdot\frac{2}{3}D = \frac{8}{27}D$$

$$\upsilon = \frac{\frac{D}{3} + \frac{8}{27}D\cdot\frac{1}{2}}{T_0} = \frac{\frac{D}{3} + \frac{4}{27}D}{T_0} =$$

$$= \frac{9D+4D}{27T_0} = \boxed{\frac{13}{27}\frac{D}{T_0}}$$

3) т. $t_1 = \frac{S+R}{\upsilon} = \frac{\frac{2}{3}D}{\frac{13}{27}\frac{D}{T_0}} = \frac{2}{3}\cdot\frac{27}{13}T_0 = \frac{18}{13}T_0$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

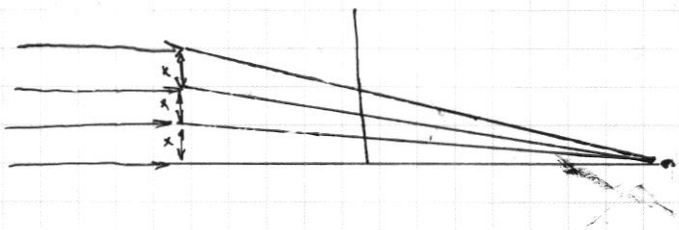
$$Q = p_0 \Delta V + \frac{5}{2}\nu R \Delta T = p_0 \frac{5}{2} R \Delta T = \frac{7}{2}\nu R \Delta T =$$

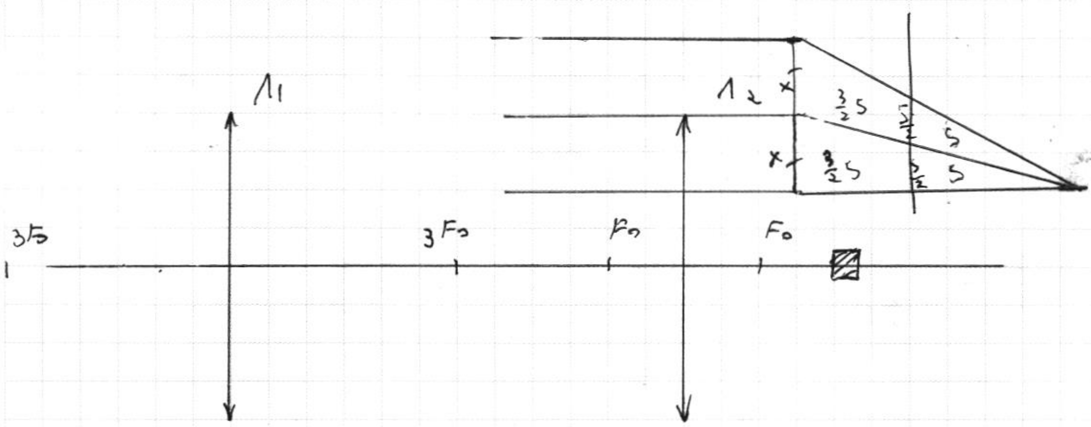
$p_0 V_k - p_0 V_н$ $\qquad = \frac{\cancel{7}}{2}\cdot\frac{6}{\cancel{7}}\cdot 8{,}31\cdot 100 =$

$\nu R T_k - \nu R T_н =$ $\qquad = 300 \cdot 8{,}31 = \underline{2493\,Дж}$

3 $\qquad 8{,}31 \cdot 300 = 2493{,}00$

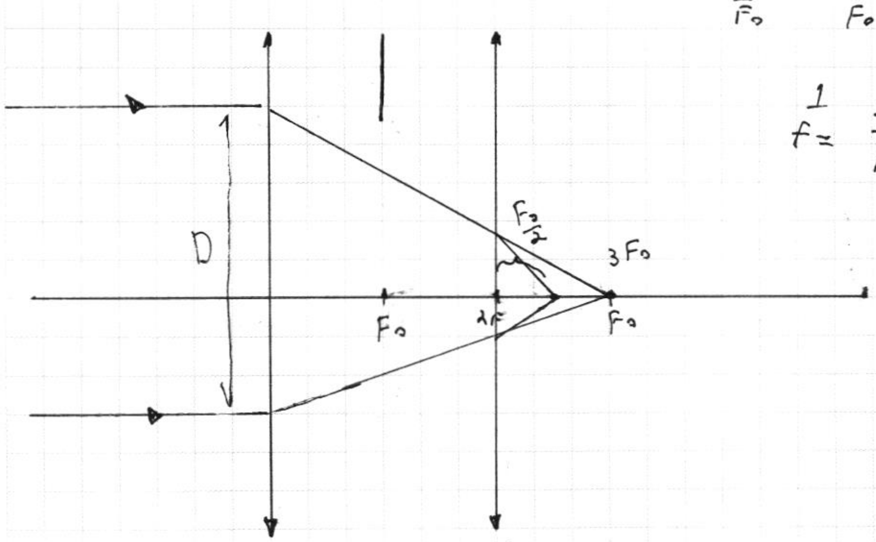
№5

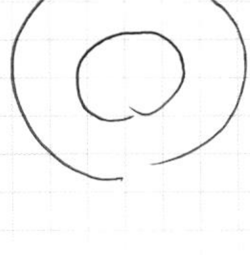




$$\frac{1}{F_0} = -\frac{1}{F_0} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{2}{F_0} \qquad f = \frac{F_0}{2}$$





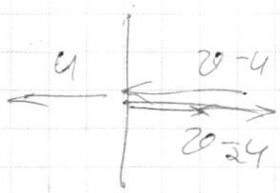
$v_1\cos\alpha + 2u$ $\qquad \frac{v_1\cos\alpha + 2u}{v_2} = \cos\beta$

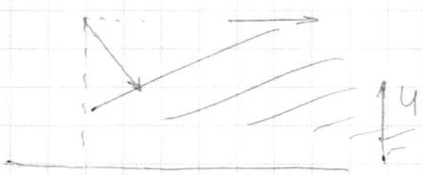
$\cos\beta = \sqrt{1-\left(\frac{1}{3}\right)^2} = \pm\frac{\sqrt{3}}{3}$ $\qquad v_1\cos\alpha + 2u = v_2\cos\beta$

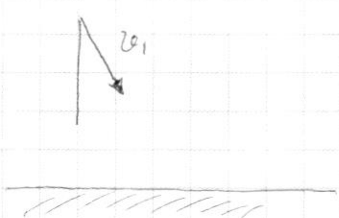
$$u = \frac{v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha}{2} = \frac{\overset{6}{\cancel{18}}\cdot\frac{2\sqrt{2}}{\cancel{3}} - 12\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}}{2} = \frac{12\sqrt{2}-6\sqrt{3}}{2} = \underline{6\sqrt{2}-3\sqrt{3}} \text{ м/с}$$

$\cancel{u = -18}$

$$u = \frac{18\cdot\frac{-2\sqrt{2}}{3} - 12\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}}{2} = \frac{-12\sqrt{2}-6\sqrt{3}}{2} = -6\sqrt{2}-3\sqrt{3} \text{ м/с}$$







$18 \cdot \frac{-2\sqrt{2}}{2} + 12\frac{\sqrt{3}}{2}$

$-\frac{\sqrt{3}}{2}$

$pV = \nu RT$

$Mu - mv_{1y} = mv_{2y} + \cancel{Mu}$ $\qquad dp\,V + dV\,p = \nu R\Delta T$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

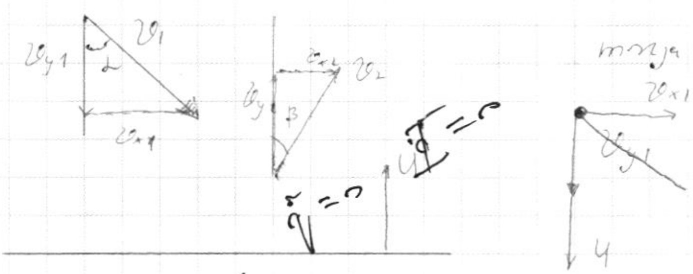
$I = \frac{q}{t}$ $\quad q = 0 \quad I = 0$

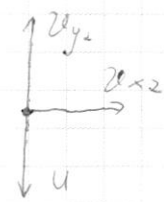
Перейдём в с.о. плиты:

$L\ddot{q} = \mathcal{E}$

тогда $\frac{dI}{dt}$

$\dot{q} = 0 \quad U\dot{I} = 0$



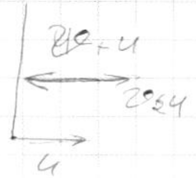


$U_{C\,max} =$

Запишем закон сохранения импульса:

$x: \; m v_{x1} = m v_{x2}$, т.е. $v_{x1} = v_{x2}$

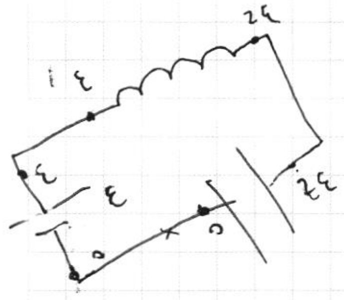
$y: \; m(v_{y1} + u) = m(v_{y2} - u)$



$v_{y2} = v_{y1} + 2u \qquad \ddot{q} + \frac{1}{LC} q - \frac{\mathcal{E}}{L} = 0$

в лаб. с.о

$\sin\alpha = \frac{v_{x1}}{v_1}$



$v_{y1} + 2u = v_{y2} \qquad \boxed{v_{x1} = v_{x2} = \sin\alpha\, v}$

$v_{y1} = v_1 \cdot \cos\alpha$

$v_1 \cos\alpha + 2u = v_{y2}$

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

$\boxed{tg\beta = \frac{\sin\alpha\, v_1}{v_1 \cos\alpha + 2u}} \qquad v_2 = \qquad \sin\beta = \frac{v_{x2}}{v_2} = \frac{\sin\alpha\, v_1}{v_2}$

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

~~$\sin\beta = \frac{\sin\alpha\, v_1}{}$~~

$\cos\beta = \frac{v_1 \cos\alpha + 2u}{18} = \frac{\sqrt{3}}{2}$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)