Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

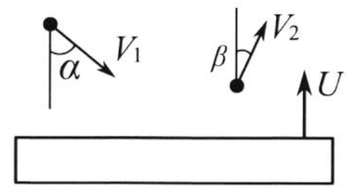
Класс 11

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.



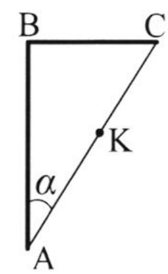
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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?

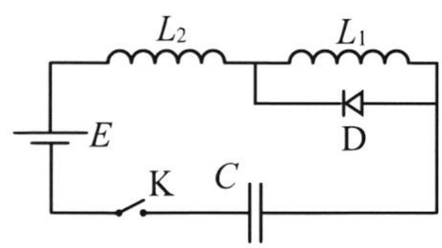
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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?

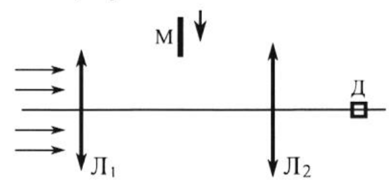
2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 3\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/5$. Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.

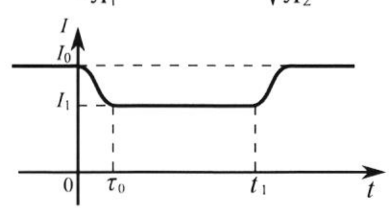
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 4L$, $L_2 = 3L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_1.



1) Найти период T этих колебаний.
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). $I_1 = 5I_0/9$.



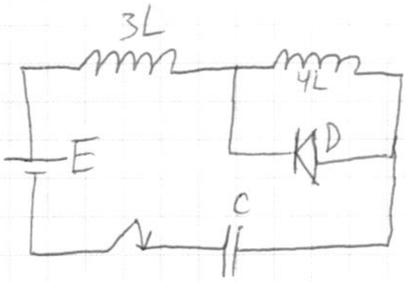


1) Найти расстояние между линзой Л$_2$ и фотодетектором.
2) Определить скорость V движения мишени. 3) Определить t_1.

Известными считать величины F_0, D, τ_0.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4.



1) В цепи есть два режима: до полной зарядки конденсатора и с момента полной зарядки до момента полной разрядки.

В первом режиме (когда ток сонаправлен с ЭДС) две катушки 3L и 4L можно заменить одной с индуктивностью 7L. Запишем II правило Кирхгофа для первого режима:

$$\mathcal{E} - 7L\cdot\frac{dI}{dt} - \frac{q}{C} = 0 \quad \text{при этом } I = \frac{dq}{dt}$$

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

Откуда $T_1 = 2\pi\sqrt{7LC}$ — период колебаний тока I_L в первом режиме

Однако в этом режиме цепь работает половину периода, значит $\tau_1 = \frac{T_1}{2} = \pi\sqrt{7LC}$ — время работы цепи в первом режиме.

Во втором режиме, поскольку диод идеальный, ток через L_1 теперь не будет. При этом II правило Кирхгофа во втором режиме:

$$\frac{q}{C} - \frac{dI}{dt}\cdot 3L - \mathcal{E} = 0 \qquad I = -\frac{dq}{dt}$$

$$\ddot{q} + \frac{q}{3LC} + \frac{\mathcal{E}}{3L}$$

$T_2 = 2\pi\sqrt{3LC}$ — период колебания I_L во втором режиме

В этом режиме цепь также работает половину периода.

~~Тогда, сум~~ После окончания второго режима система придёт в начальное положение. Значит период колебаний тока I_{L1}:

$$T = \frac{T_1+T_2}{2} = \boxed{\pi\sqrt{LC}(\sqrt{7}+\sqrt{3})} \text{ — ответ.}$$

2) ~~Мак~~ Максимальное напряжение на конденсаторе $U_C = 2E$. Запишем З.С.Э. для первого режима чтобы найти ток I_{M1}:

$$\underbrace{CU\cdot E}_{\text{работа батареи}} = \underbrace{\frac{CU^2}{2}}_{W_C} + \underbrace{\frac{7LI_{M1}^2}{2}}_{W_L}$$, где $U = E$ (условие максимальности тока ~~макс. ток~~)

Отсюда:

$\boxed{I_{M1} = E\sqrt{\frac{C}{7L}}}$ ~~— ответ~~ во втором режиме $I_{L1}=0$

Ответ: $I_{M1} = E\sqrt{\frac{C}{7L}}$

3) Запишем З.С.Э. для второго режима:

$\cancel{\frac{C(2E)^2}{2} - CE^2} =$ $W_0 = \frac{C(2E)^2}{2} = 2CE^2$ — нач. энергия конденсатора

$W_0 + A = W_1 + W_L$ $\quad A = -CE^2$ — работа батареи

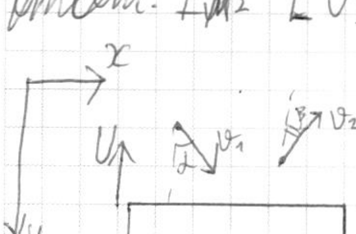
$\Downarrow$ $\quad W_1 = \frac{CE^2}{2}$ — кон. энергия конденсатора

$\frac{CE^2}{2} = \frac{3LI_{M2}^2}{2}$ $\quad W_L = \frac{3LI_{M2}^2}{2}$ — энергия катушки

$\Downarrow$

$I_{M2} = E\sqrt{\frac{C}{3L}}$ $\quad \cancel{I_{M2}}\ \underbrace{E\sqrt{\frac{C}{3L}}}_{I_{L2}\text{ во втором режиме}} > \underbrace{E\sqrt{\frac{C}{7L}}}_{(I_{L1}=I_{L2})\text{ в первом режиме}} \Rightarrow \boxed{I_{M2} = E\sqrt{\frac{C}{3L}}}$

Ответ: $I_{M2} = E\sqrt{\frac{C}{3L}}$



№1.

1) Запишем З.С.И по ~~оси~~ Ox:

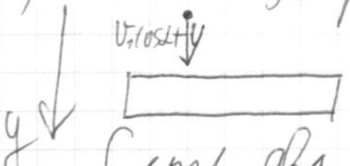
$m\upsilon_1\sin\alpha = m\upsilon_2\sin\beta$ (плита гладкая)

$\boxed{\upsilon_2 = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}\upsilon_1} = \frac{3}{2}\upsilon_1 = \boxed{18\text{м/с}}$ Ответ: $\upsilon_2 = 18$м/с

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

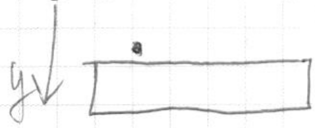
№1 (продолжение)

2) ~~Конеч~~ Перейдём в С.О. плиты и рассмотрим скорость по Oy:



Есть два ~~по~~крайних случая: удар абсолютно неупругий и удар абсолютно упругий.

Абсолютно неупругий удар:

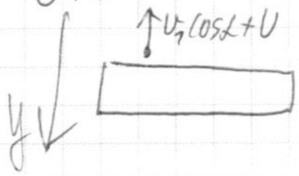


~~Об~~ Перейдя обратно в Л.С.О:

$$v = V = v_2 \cos\beta$$

Откуда: $V = v_2\cos\beta = 12\sqrt{2}$ м/с

Абсолютно упругий удар:



Обратно в Л.С.О:

$$v = v_1\cos\alpha + 2V = v_2\cos\beta$$

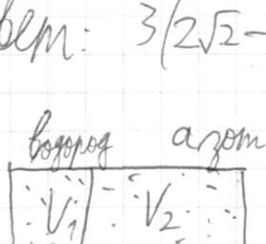
$$V = \frac{v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha}{2} = 3(2\sqrt{2}-\sqrt{3})\text{ м/с}$$

Тогда возможные значения V лежат в диапазоне:

$$\frac{v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha}{2} \le V \le v_2\cos\beta \Rightarrow \boxed{3(2\sqrt{2}-\sqrt{3}) \le V \le 12\sqrt{2}}$$

Ответ: $3(2\sqrt{2}-\sqrt{3}) \le V \le 12\sqrt{2}$.

№2.



1) Запишем УСИГ для каждого газа:

$$pV_1 = \nu RT_1$$
$$pV_2 = \nu RT_2 \Rightarrow \boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}} = \frac{7}{11}$$

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

2) Запишем З.С.Э. ~~Поскольку~~ для всей системы. Поскольку она теплоизолирована и на ~~нее не дейс~~ газы не действуют внешние силы, то:

$U_1 = U_2$, где U_1 и U_2 — внутренние энергии газов

$$\left.\begin{aligned} U_1 &= \frac{5}{2}\nu R(T_1+T_2) \\ U_2 &= \frac{5}{2}\nu R T_0 \cdot 2 = 5\nu R T_0 \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{5}{2}\nu R(T_1+T_2) = 5\nu R T_0 \Rightarrow \boxed{T_0 = \frac{T_1+T_2}{2}}$$

$\underset{450K}{\|}$

Ответ: $T_0 = 450K$

3) Рассмотрим произвольный момент времени. Пусть температура водорода увеличилась на небольшое ΔT_1, а температура азота уменьшилась на ΔT_2. Тогда З.С.Э. примет вид:

$$\frac{5}{2}\nu R T_1' + \frac{5}{2}\nu R T_2' = \frac{5}{2}\nu R(T_1'+\Delta T_1) + \frac{5}{2}\nu R(T_2'-\Delta T_2)$$

Отсюда: $\Delta T_1 = \Delta T_2$

Это значит, что работы ~~гелия~~ водорода и азота совершают равные по модулю. Пусть ~~уве~~ водород увеличил объём на малую величину ΔV_1. Тогда азот уменьшил свой ~~о~~ объём на ΔV_1, поскольку объём цилиндра постоянен. Запишем равенство работ:

$p_1 \Delta V_1 = p_2 \Delta V_1 \Rightarrow p_1 = p_2$ — давления водорода и азота равны в любой момент времени.

Значит работу азота за весь процесс можно посчитать как $|A| = \nu R(T_2 - T_0)$ ← работа на изобаре.

Тогда количество отданной теплоты:

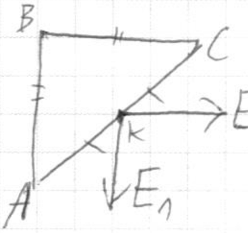
$$|Q_a| = \frac{5}{2}\nu R(T_2 - T_0) + ~~\nu~~ |A| = \boxed{\frac{7}{2}\nu R(T_2 - T_0)}$$

Ответ: $|Q_a| = \frac{7}{2}\nu R(T_2 - T_0) = 30\nu R = \boxed{2493 Дж}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3.

1) Если $\angle = \frac{\pi}{4}$, то $\triangle ABC$ – равнобедренный и прямоугольный



Пусть E_{BC} – поле, создаваемое пластиной BC. В силу симметрии задачи и AB=BC:
$E_{AB}=E_{BC}=E_1'$ и направлено перпендикулярно соответствующим сторонам.

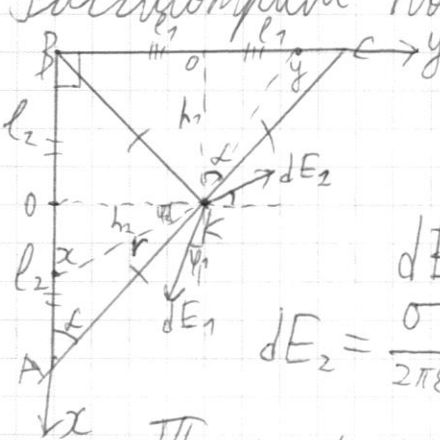
Тогда вначале поле $E_0=E_1'$, а в конце:

$E_1=\sqrt{E_{AB}^2+E_{BC}^2}=E_1'\sqrt{2}$

Отсюда

$\boxed{\frac{E_0}{E_1}=\frac{1}{\sqrt{2}}}$ Ответ: увеличится в $\sqrt{2}$ раз.

2) Рассмотрим поле $E_{AB}=E_2$. Разобьём пластину



на ниточки с линейной плотностью заряда $\lambda_2=\sigma\cdot dx$.

Тогда поле от такой нити в точке K:

$dE_2=\frac{\lambda_2}{2\pi\varepsilon_0 r_2}\cdot\cos\varphi$, где $r_2=\sqrt{h_2^2+x^2}$; $\cos\varphi_2=\frac{h_2}{\sqrt{h_2^2+x^2}}$

$dE_2=\frac{\sigma\cdot h_2}{2\pi\varepsilon_0(h_2^2+x^2)}dx$ $\quad h_2=l_2\cdot tg\angle$

Тогда полное поле:

$$E_2=\int_{-l_2}^{l_2}\frac{\sigma h_2}{2\pi\varepsilon_0(h_2^2+x^2)}dx=\frac{\sigma}{2\pi\varepsilon_0}\cdot arctg\left(\frac{x}{l_2 tg\angle}\right)\Bigg|_{-l_2}^{l_2}=\frac{\sigma}{\pi\varepsilon_0}\left(\frac{\pi}{2}-\angle\right)=\frac{3\sigma}{10\varepsilon_0}$$

Аналогично для пластины BC:

$\lambda_1=3\sigma\cdot d\cancel{x}y$ $\quad r_1=\sqrt{h_1^2+y^2}$; $\cos\varphi_1=\frac{h_1}{\sqrt{h_1^2+y^2}}$ $\quad h_1=l_1\cdot ctg\angle$

$$dE_1=\frac{3\sigma\cdot h_1}{2\pi\varepsilon_0(h_1^2+\cancel{x}^2_y)}d\cancel{x}^y \Rightarrow E_1=\frac{3\sigma}{2\pi\varepsilon_0}\cdot arctg\left(\frac{y}{l_1 ctg\angle}\right)\Bigg|_{-l_1}^{l_1}=\frac{3\sigma}{\pi\varepsilon_0}\cdot\cancel{\pi}\angle$$

$E_1 = \frac{3\sigma}{5\varepsilon_0}$

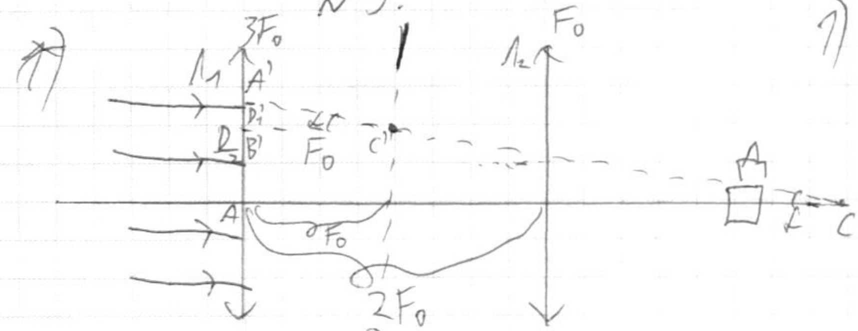
Тогда суммарное поле:

$$E = \sqrt{E_1^2+E_2^2} = \frac{3\sigma}{5\varepsilon_0}\sqrt{1+\frac{1}{4}} = \boxed{\frac{3\sqrt{5}}{10\varepsilon_0}\sigma}$$

Ответ: $E = \frac{3\sqrt{5}\sigma}{10\varepsilon_0}$

№5.

1)



1) Запишем формулу тонкой линзы:

$b=3F_0$ — ~~ко~~ ~~Мест~~ расстояние от линзы Л1 до места пересечения лучей

$AC=3F_0$

Тогда для второй линзы:

$\frac{1}{2F_0-b}+\frac{1}{b_1}=\frac{1}{F_0}$, где ~~F~~ b_1 — расстояние от ~~линзы~~ линзы Л2 до детектора Д.

Отсюда:

$\boxed{b_1=\frac{F_0}{2}}$ Ответ: $b_1=\frac{F_0}{2}$

2) В начальный момент времени мишень перекрывает самый верхний луч, а к моменту τ_0 полностью влетает в область света. Поскольку мощность светового потока пропорциональна площади потока, то:

$\frac{I_0}{I_1}=\frac{\pi D_1^2}{\pi D_1^2-\pi R^2}$, где πD_1^2 — площадь, занимаемая ~~световым~~ лучами в точке прохождения мишени, πR^2 — площадь мишени

Отсюда: $\frac{4}{9}D_1^2=R^2 \Rightarrow R=\frac{2}{3}D_1$

Найдём D_1 из ~~по~~ $\Delta A'B'C' \sim \Delta AA'C$:

$\frac{D}{6F_0}=\frac{D_1'}{F_0} \Rightarrow D_1'=\frac{D}{6} \Rightarrow D_1=\frac{D}{2}-D_1'=\frac{D}{3}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5 (продолжение)

Тогда:

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

При этом шайба въехала в область за время τ_0:

$2R = v\cdot\tau_0 \Rightarrow$ ~~$\boxed{v = \frac{4R}{9\tau_0}}$ — ответ~~. $v = \frac{2R}{\tau_0} = \boxed{\frac{4D}{9\tau_0}}$ — ответ

3) Нижняя точка мишени проходит область света за t_1. Тогда:

$2D_1 = v\cdot t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{2D}{3\cdot 4D}\cdot 9\tau_0 = \boxed{\frac{3}{2}\tau_0}$ — ответ.

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

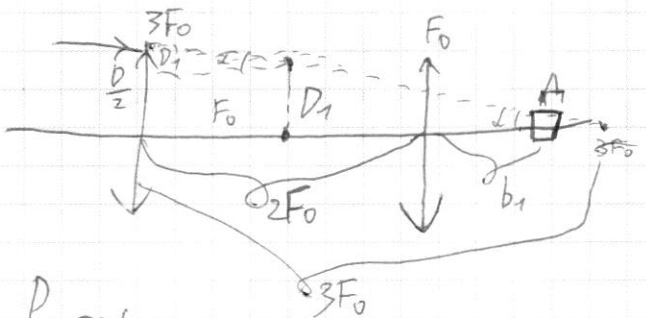
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5.



$1)\ b = 3F_0$ $\quad \times \frac{831}{2493}$ (×3)

$$\frac{1}{2F_0 - b} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{F_0}$$

$$\boxed{b_1 = \frac{F_0}{2}}$$

$tg\alpha = \frac{D}{6F_0} \approx \alpha$

$D_1' = F_0 \cdot \alpha = \frac{D}{6} \Rightarrow D_1' = \frac{D}{3}$

$\frac{4}{9}\pi D_1^2 = \pi D R^2$

$R = \frac{D_1}{3}\cdot ... = \frac{2D\sqrt{5}}{9}$

$R = v \cdot \tau_0$

$$\boxed{v = \frac{2D\sqrt{5}}{9\tau_0}}$$

$3)\ 2D_1 = v \cdot t_1$

$$t_1 = \frac{2D}{3\cdot D\sqrt{5}\cdot 2}\cdot 9\tau_0 = \boxed{\cancel{\frac{6\sqrt{5}}{5}\tau_0}} = \boxed{3\tau_0}$$

№1.

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

$2)\ m v_2 \cos\beta = m(v_1\cos\alpha + 2U)$

$$U = \frac{v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha}{2} = \frac{18\cdot\frac{2\sqrt{2}}{3} - 12\frac{\sqrt{3}}{2}}{2} = 6\sqrt{2} - 3\sqrt{3} =$$

$$= \boxed{3(2\sqrt{2} - \sqrt{3})}\ м/с$$

№2.

$1)\ pV_1 = \nu R T_1$
$\quad pV_2 = \nu R T_2$ $\Rightarrow \boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{7}{11}}$

$2)\ \frac{5}{2}\nu R(T_1 + T_2) = 5\nu R T_0 \Rightarrow \boxed{T_0 = \frac{T_1 + T_2}{2}}$

$3)\ |Q_a| = \frac{5}{2}\nu R(T_2 - T_0) + A$

$\frac{5}{2}\nu R(T_1' + T_2') = \frac{5}{2}\nu R(T_1' + \Delta T_1 + T_2' - \Delta T_2)$

$\Delta V_1 = \Delta V_2 \Rightarrow p_1 = p_2 \Rightarrow A = \nu R(T_2 ...$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

№4.

1) $T_1 = \pi\sqrt{7LC}$

$T_2 = \pi\sqrt{3LC}$ $\Rightarrow$ $T = \pi\sqrt{LC}(\sqrt{7}+\sqrt{3})$

2) $2CE^2 = \frac{CE^2}{2} + \frac{7LI_{M1}^2}{2} \Rightarrow \boxed{I_{M1} = E\sqrt{\frac{C}{7L}}}$

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

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

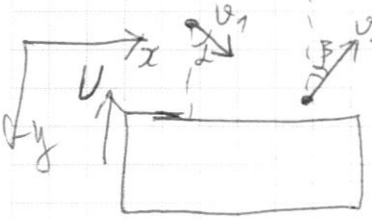
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



№1. $N\cdot dt = -m(v_1\cos\alpha + 2U) - m v_1\cos\alpha$

Ox: ~~$m v_1\cos\alpha = m v_2\cos\beta + 2Um$~~

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

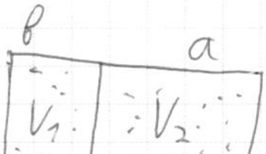
$\boxed{v_2 = v_1\frac{\sin\alpha}{\sin\beta}} = \frac{3}{2}v_1 = \boxed{18 м/с}$

~~$U = \frac{v_1\cos\alpha - v_2\cos\beta}{2} = \frac{12\cdot\frac{\sqrt3}{2} - 18\cdot\frac{2\sqrt2}{3}}{2} = \frac{6\sqrt3 - 12\sqrt2}{2}$~~

$v_1\cos\alpha + 2U = v_2\cos\beta \Rightarrow U = \frac{v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha}{2} = \frac{12\sqrt2 - 6\sqrt3}{2} =$

$= 6\sqrt2 - 3\sqrt3 = \boxed{3(2\sqrt2-\sqrt3)} м/с$

№2.



1) $pV_1 = \nu RT_1$

$pV_2 = \nu RT_2$ $\Rightarrow \boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}} = \frac{35}{55} = \boxed{\frac{7}{11}}$

2) $\frac52\nu RT_1 + \frac52\nu RT_2 = \frac52\nu RT_0\cdot 2 \Rightarrow \boxed{T_0 = \frac{T_1+T_2}{2}} = \boxed{450K}$

3) $|Q_a| = \frac52\nu R(T_2 - T_0) + A$

$p_1V_1' = \nu RT_0$

$p_1V_2' = \nu RT_0$ $\Rightarrow V_1' = V_2' = 9V$

$(p+\Delta p)(V-\Delta V) = \nu R(T-\Delta T)$

$\Delta pV - p\Delta V = \nu R\Delta T$

$V_1 + V_2 = 18V$

$V_2 - V_2' = 2V$

$A = \nu R(T_2 - T_0)$

$\frac{p}{p_1} = \frac{V_1'}{V_1}\cdot\frac{T_1}{T_0} = \frac97\cdot\frac{350}{450} = 1$

$\boxed{Q_a = \frac72\nu R(T_2 - T_0)}$

~~$p_1(V_2 - \Delta V) = p$~~

$\frac52\nu RT_1 + \frac52\nu RT_2 = \frac52\nu R(T_1+\Delta T_1) + \frac52\nu R(T_2-\Delta T_2)$ $p_1\Delta V_1 = p_2\Delta V_2$

$\boxed{\Delta T_1 = \Delta T_2}$

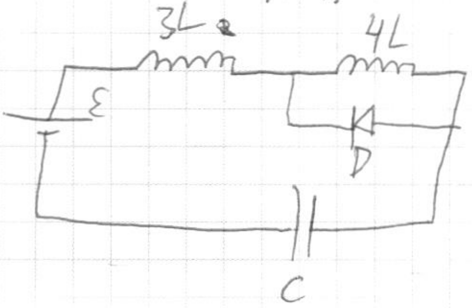
☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

№4.



вправо две катушки, влево – одна (3L)

1) $T_1 = \pi\sqrt{7LC}$
$T_2 = \pi\sqrt{3LC}$ $\Rightarrow \boxed{T = \pi\sqrt{LC}\left(\sqrt{7}+\sqrt{3}\right)}$

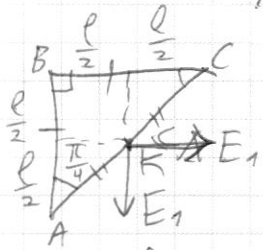
2) $2CE^2 = \frac{CE^2}{2} + \frac{(L_1+L_2)I_{M1}^2}{2} \Rightarrow I_{M1} = E\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}} = \boxed{E\sqrt{\frac{C}{7L}}}$

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

$\int \frac{dx}{x^2+l^2} = -\frac{1}{x} + C$

№3.

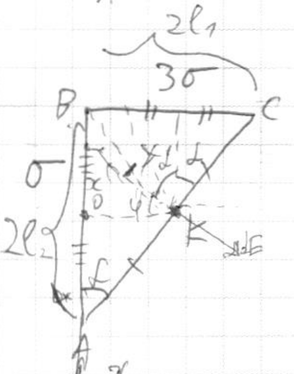
1)



$E_2 = E_1\sqrt{2} \Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{1}{\sqrt{2}}$

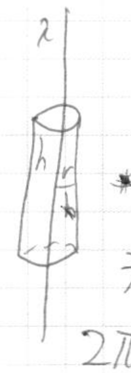
$\boxed{\text{в } \sqrt{2} \text{ раз}}$

2)



$\cancel{\lambda_2 = \frac{\sigma}{2l_2}}$ $\cancel{\lambda_1 = \frac{3\sigma}{2l_1}}$

$\cancel{\frac{\lambda_1 dl}{2\varepsilon_0}}$ $\frac{\lambda_1}{2\pi\varepsilon_0\sqrt{l_2^2+x^2}} \cdot \cos\varphi = dE_2$



$\cancel{\pi r^2 h}$

$2\pi r \cdot h \cdot E = \frac{\lambda \cdot h}{\varepsilon_0}$

$E = \frac{\lambda}{2\pi r\varepsilon_0}$

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

$\cos\varphi = \frac{l_2 \operatorname{tg}\alpha}{\sqrt{l_2^2+x^2}}$

$dE_2 = \frac{l_2 \operatorname{tg}\alpha \cdot \sigma \cdot dx}{2\pi\varepsilon_0(l_2^2+x^2)}$

$E_2 = \int_{-l_2}^{l_2} \frac{\sigma l_2 \operatorname{tg}\alpha}{2\pi\varepsilon_0(l_2^2+x^2)}dx = +\frac{\sigma l_2 \operatorname{tg}\alpha}{2\pi\varepsilon_0 l_2} \cdot \operatorname{arctg}\frac{x}{l_2}\Big|_{l_2}^{l_2} = +\frac{\sigma \operatorname{tg}\alpha \cdot \pi}{8\pi\varepsilon_0} + \frac{\sigma \operatorname{tg}\alpha\,\pi}{8\pi\varepsilon_0} =$

$= +\frac{\sigma \operatorname{tg}\alpha}{4\varepsilon_0}$

$E_1 = \int_{-l_1}^{l_1} \frac{3\sigma l_1 \operatorname{ctg}\alpha}{2\pi\varepsilon_0(l_1^2+y^2)}dy = \frac{3\sigma \operatorname{ctg}\alpha}{2\pi\varepsilon_0}\operatorname{arctg}\frac{y}{l_1}\Big|_{l_1}^{l_1} = \frac{3\sigma \operatorname{ctg}\alpha}{4\varepsilon_0}$

$\cancel{E = \sqrt{\quad}}$ $E = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0}\sqrt{\operatorname{tg}^2\alpha + 9\operatorname{ctg}^2\alpha} = \boxed{\frac{\sigma}{4\varepsilon_0} \cdot \operatorname{ctg}\alpha\sqrt{9+\operatorname{tg}^4\alpha} \approx \frac{3\sigma \operatorname{ctg}\alpha}{4\varepsilon_0}}$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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