Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

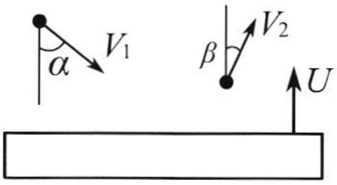
Класс 11

Вариант 11-04

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 18 м/с, направленную под углом $\alpha\left(\sin\alpha=\dfrac{2}{3}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta=\dfrac{3}{5}\right)$ с вертикалью.



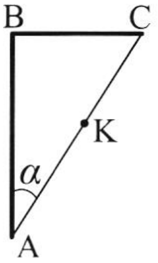
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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 аргон, во втором – криптон, каждый газ в количестве $\nu = 3/5$ моль. Начальная температура аргона T_1 = 320 К, а криптона T_2 = 400 К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Оба газа одноатомные, газы считать идеальными. R = 8,31 Дж/(моль·К).

1) Найти отношение начальных объемов аргона и криптона.
2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
3) Какое количество теплоты передал криптон аргону?

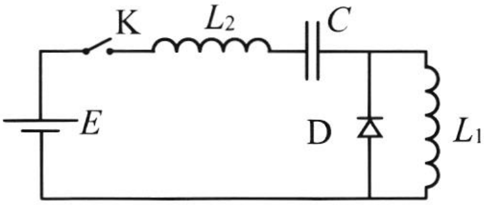
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром В. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



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 $\sigma_1=\sigma, \sigma_2=2\sigma/7$, соответственно. Угол $\alpha=\pi/9$. Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.

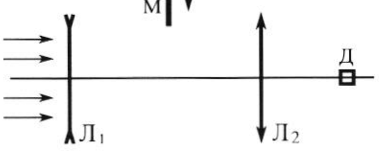
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 5L$, $L_2 = 4L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.

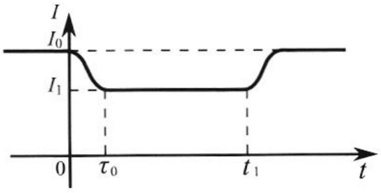


1) Найти период T этих колебаний.
2) Найти максимальный ток I_{01}, текущий через катушку L_1.
3) Найти максимальный ток I_{02}, текущий через катушку L_2.

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз Л$_1$ и Л$_2$ (см. рис.) с фокусными расстояниями -2F_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). $I_1 = 7I_0/16$

.





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

№2

$pV_1 = \nu RT_1$ $pV_2 = \nu RT_2$ $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{320}{400} = 0{,}8$ процесс изобарный

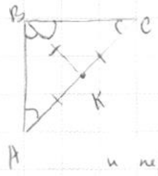
$U_1 = \nu C_V T_1$ $U_2 = \nu C_V T_2$ $U_к = 2\nu C_V T$

Так как система теплоизолирована, то $U_1 + U_2 = U_к$ $\nu C_V T_1 + \nu C_V T_2 = 2\nu C_V T$ $\frac{T_1+T_2}{2} = T = \frac{320+400}{2} = 360\ К$

$Q = \Delta U + A = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + p\Delta V = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + \nu R\Delta T = \frac{5}{2}\nu R\Delta T = \frac{5}{2}\cdot\frac{3}{5}\cdot 40\cdot R = 60R = 498{,}6$ Дж – количество теплоты, полученное аргоном

Ответ: $\frac{V_1}{V_2} = 0{,}8$ $T = 360\ К$ $Q = 60R = 498{,}6$ Дж

№3

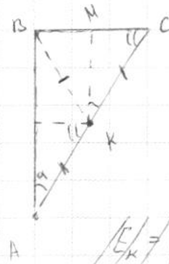


так как $\alpha = \frac{\pi}{4} = 45°$, то в точке K поле от пластины BC перпендикулярно плоскости самой пластины.

если зарядить пластину AB так, как сказано, то поле от пластины AB номиналом равно полю от пластины BC

и перпендикулярно пластине AB. тогда по теореме Пифагора $E_к = \sqrt{E^2 + E^2} = E\sqrt{2}$, где E – поле BC

$E_{BC} = E_{AB}$ тогда искомая величина $\rightarrow \sqrt{2}$



$\Delta KCM \sim \Delta ACB$ по 2 углам $\Rightarrow CM = BM \Rightarrow \Delta KBC$ и ΔBKA – р/б $\Rightarrow$ поля от пластин BC и AB

будут снова перпендикулярны друг другу.

$E_\perp = k\sigma\Omega$, где Ω – телесный угол.   ~~$\frac{\Omega_1}{\Omega_2} = \frac{BC}{AB} = tg\,\alpha$~~   ~~$\Omega_1 + \Omega_2 = 2\pi$~~

~~$E_к = \sqrt{\left(\frac{\sigma\, tg\alpha\,\Omega_2}{4\pi\varepsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{2\sigma\Omega_2}{4\pi\varepsilon_0\cdot 7}\right)^2}$~~

α_1 и α_2 – размерные коэффициенты $\alpha_1 = \frac{1}{2\varepsilon_0}$

$\frac{E_{AB}}{E_{BC}} = tg\,\alpha$ (так как если достроить наш угол до прямоугольника, то поле в центре должно скомпенсироваться)

$E_{AB} = \alpha_1\frac{2\sigma}{7}$ $E_{BC} = \alpha_2\sigma$ $E = \frac{2\alpha_1\sigma}{7}\sqrt{1 + \frac{1}{tg^2\alpha}}$ по Т. Пифагора. $E = \frac{\sigma}{7\varepsilon_0}\sqrt{1 + \frac{1}{tg^2\left(\frac{\pi}{9}\right)}}$

Ответ: 1) $\frac{E_2}{E_1} = \sqrt{2}$ 2) $E = \frac{\sigma}{7\varepsilon_0}\sqrt{1 + \frac{1}{tg^2\left(\frac{\pi}{9}\right)}}$

№4 при протекании тока вправо $\mathcal{E} = 4L\frac{dI}{dt} + 5L\frac{dI}{dt} + \frac{q}{C} = 9L\frac{dI}{dt} + \frac{q}{C}$ $\underbrace{\ddot{q} + \frac{q}{9CL} = \frac{\mathcal{E}}{9L}}_{}$ уравнение колебаний $\frac{dI}{dt} = \ddot{q}$

$w_1 = \sqrt{\frac{1}{9CL}}$ $t_1 = \frac{\pi}{w_1} = \pi\sqrt{9CL}$

при протекании тока влево $\mathcal{E} = 4L\frac{dI}{dt} + \frac{q}{C} = 4L\ddot{q} + \frac{q}{C}$

ур. колебаний.

$\ddot{q} + \frac{q}{4LC} = \frac{\mathcal{E}}{4L}$ $w_2 = \sqrt{\frac{1}{4LC}}$ $t_2 = \frac{\pi}{w_2} = \pi\sqrt{4LC}$ $T = t_1 + t_2 = 5\pi\sqrt{LC}$

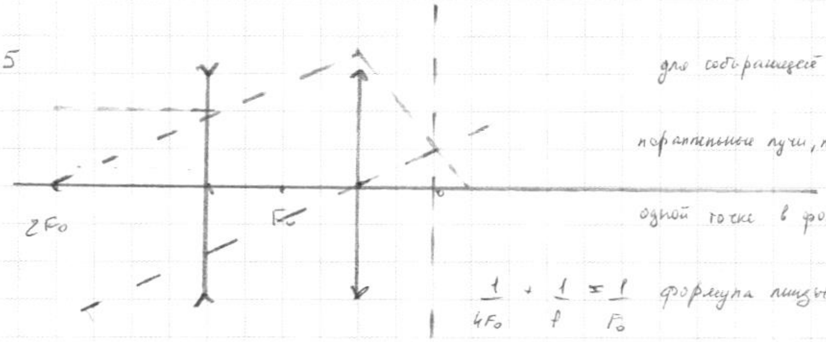
$I_1 max$: $\frac{4LJ^2_{max}}{2} + \frac{5LJ^2_{max}}{2} + \frac{C\mathcal{E}^2}{2} = C\mathcal{E}^2$ $\frac{9LJ^2_{max}}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$ $J_{max_1} = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{9L}} = \frac{\mathcal{E}}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}$ $W = A_{ист}$

$I_2 max$: $\frac{4LJ^2_{max}}{2} + \frac{C\mathcal{E}^2}{2} = C\mathcal{E}^2$ $\frac{4LJ^2_{max}}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$ $J_{max_2} = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{4L}} = \frac{\mathcal{E}}{2}\sqrt{\frac{C}{L}} > \frac{\mathcal{E}}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}$

Когда ток в цепи максимален, напряжение на катушках не падает, т.к. $\frac{dI}{dt} = 0$ в этот момент $\Rightarrow U_C = \mathcal{E}$ по законам Кирхгофа. $C\mathcal{E}^2 \rightarrow$ работа источника по перемещению заряда. Когда диод работает разомкнут, ток по L_1 не течёт.

Ответ: $T = 5\pi\sqrt{LC}$ $I_1 max = \frac{\mathcal{E}}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}$ $I_2 max = \frac{\mathcal{E}}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}$

№5



для собирающей линзы предмет стоит на расстоянии $4F_0$ от неё.

параллельные лучи, падающие на соб линзу, должны пересечься в одной точке в фокальной плоскости

$\frac{1}{4F_0} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_0}$ формула линзы. $\frac{1}{f} = \frac{1}{F_0} - \frac{1}{4F_0} = \frac{3}{4F_0}$ $f = \frac{4F_0}{3}$

$v\tau_0 = l$ мишени $I = \alpha x$, где x - длина неперекрытой поверхности, α - размерный коэффициент

$J_0 = \alpha D$ $I_1 = \frac{7}{16} I_0 = \alpha(D - l)$ $\frac{7}{16} = 1 - \frac{v\tau_0}{D}$ $\frac{v\tau_0}{D} = 1 - \frac{7}{16} = \frac{9}{16}$ $v = \frac{9D}{16\tau_0}$

f – расстояние между собирающей линзой и фотодетектором.

$D + l = v(2\tau_0 + \tau_1)$ $D + v\tau_0 = 2v\tau_0 + vt_1$ $D = v\tau_0 + vt_1$ $t_1 = \frac{D - \frac{9D}{16}}{\frac{9D}{16\tau_0}} = \frac{4}{9}\tau_0$

кривые на представленном нам графике (отрезок до τ_0 и небольшой отрезок после t_1) обозначают моменты, когда мишень M начинает заползать в пространство линз и начинает выползать.

Ответ: $f = \frac{4F_0}{3}$ $v = \frac{9D}{16\tau_0}$ $t_1 = \frac{7\tau_0}{9}$

№1 $F_{тр}$ нет, тогда $v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta$ $18 \cdot \frac{2}{3} = v_2 \cdot \frac{3}{5}$ $v_2 = \frac{18 \cdot 2 \cdot 5}{3 \cdot 3} = 20\ \frac{м}{с}$

$\cos\beta = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$ $\cos\alpha = \sqrt{1 - \frac{4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$ $v_2\cos\beta < 2u + v_1\cos\alpha$ $20 \cdot \frac{4}{5} < 2u + \frac{18\sqrt{5}}{3}$

$16 < 2u + 6\sqrt{5}$ $u > 8 - 3\sqrt{5}$ [illegible] $2u <$

Ответ: $v_2 = 20\ \frac{м}{с}$ $u > 8 - 3\sqrt{5}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1 так как нам не дан коэффициент трения μ, то можно предположить, что поверхность массивной плиты гладкая

(при наличии трения, но отсутствии коэффициента μ в данной задаче найти v_2 не представится возможным).

Тогда $v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta$ $\quad 18 \cdot \frac{2}{3} = v_2 \cdot \frac{3}{5}$ $\quad v_2 = \frac{18 \cdot 2 \cdot 5}{3\ 3} = 20\ \frac{м}{с}$

$\cos\beta = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$ $\quad \cos\alpha = \sqrt{1 - \frac{4}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3}$ $\quad v_2 \cos\beta < 2u + v_1 \cos\alpha$ $\quad 20 \cdot \frac{4}{5} < 2u + 18\frac{\sqrt{5}}{3}$

$16 < 2u + 6\sqrt{5}$ $\quad u > 8 - 3\sqrt{5}$

Ответ: $v_2 = 20\ \frac{м}{с}$

№2

$pV_1 = \nu R T_1$ $\quad pV_2 = \nu R T_2$ $\quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{320}{400} = 0{,}8$ $\quad$ процесс изобарный

$U_1 = \nu C_V T_1$ $\quad U_2 = \nu C_V T_2$ $\quad U_к = 2\nu C_V T$.

Так как система теплоизолирована, то $U_1 + U_2 = U_к$ $\quad \nu C_V T_1 + \nu C_V T_2 = 2\nu C_V T$ $\quad \frac{T_1 + T_2}{2} = T = \frac{320 + 400}{2} = 360\ К$

$Q = \Delta U + A = \frac{3}{2}\nu R \Delta T + p\Delta V = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + \nu R\Delta T = \frac{5}{2}\nu R\Delta T = \frac{5}{2} \cdot \frac{3}{5} \cdot 40 \cdot R = 60R = 498{,}6$ Дж – количество теплоты, полученное аргоном.

Ответ: $\frac{V_1}{V_2} = 0{,}8$ $\quad T = 360К$ $\quad Q = 60R = 498{,}6$ Дж

№3 $2u + v_1 \cos\alpha = v_2 \cos\beta$ $\quad \bullet\ 2u + 6\sqrt{5} = v_2 \cdot \frac{4}{5}$ $\quad v_1 \sin\alpha - v_2 \sin\beta = \mu N \Delta t$ $\quad \bullet\ 2u = N \Delta t$

$\bullet\ 12 - \frac{3}{5} v_2 = \mu \cdot 2u$ $\quad \frac{4}{5} v_2 - 6\sqrt{5} = 2u$ $\quad \mu\left(\frac{4}{5} v_2 - 6\sqrt{5}\right) = 12 - \frac{3}{5} v_2$

$2u < 20$

$12 - \frac{3}{5} v_2 = \frac{12 - \frac{3}{5} v_2}{\frac{4}{5} v_2 - 6\sqrt{5}} \cdot \frac{4}{5} v_2 - 6\sqrt{5}$

$u < 10$

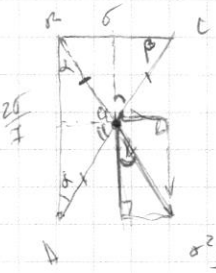
$2u < 20 \cdot \frac{4}{5}$ $\quad 2u < 16$ $\quad u < 8$

$v_2 \cos\beta - v_1 \cos\alpha = 20 \cdot \frac{4}{5} - 18 \cdot \frac{\sqrt{5}}{3} = 16 - 6\sqrt{5} < 2u$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$\Omega_1 + \Omega_2 = 2\pi$



$\sqrt{\left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sigma\cdot \operatorname{tg}\alpha\,\Omega_2\right)^2+\left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2\sigma}{7}\cdot\Omega_2\right)^2} =$

$2\pi = \Omega_2 + \Omega_2 \operatorname{tg}\alpha$

$k = \sigma^2\Omega_2^2$

$\frac{\sigma^2 \operatorname{tg}^2\alpha\,\Omega_1^2}{16\pi^2\varepsilon_0^2} + \frac{4\sigma^2\Omega_2^2}{16\pi^2\varepsilon_0^2\cdot 49} = \frac{49k\operatorname{tg}^2\alpha + 4k}{16\pi^2\varepsilon_0^2\cdot 49}$

$\frac{E_{AB}}{E_{BC}} = \operatorname{tg}\alpha$

$E_{AB} = \frac{z2\sigma}{7}$ $E_{BC} = z\sigma$

$\frac{2\sigma}{7\sigma} = \operatorname{tg}\alpha$

$\alpha_1\frac{2\sigma}{7} = E_{AB}$ $\alpha_2\sigma = E_{BC}$

$\operatorname{tg}\alpha = \frac{2}{7}\frac{\alpha_1}{\alpha_2}$

$\frac{2}{7}\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \operatorname{tg}\alpha$

$\alpha_2 = \frac{2\alpha_1}{7\operatorname{tg}\alpha}$

$E = \sqrt{\alpha_2^2 + \frac{4\alpha_1^2}{49}}\,\sigma = \sigma\sqrt{\frac{4\alpha_1^2}{49\operatorname{tg}^2\alpha} + \frac{4\alpha_1^2}{49}} = \frac{2\alpha_1\sigma}{7}\sqrt{1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2\alpha}}$

$\alpha_1 = \frac{1}{2\varepsilon_0}$

☑ черновик ☐ чистовик

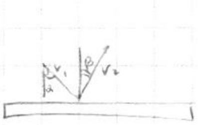
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

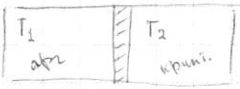
№1



силы Трения нет. ~~$v_2 \cos\beta = 2U + v_1\cos\alpha$~~

$\frac{-2^{32}}{12}\Big|\frac{2}{16}$

№2.



$\nu = \frac{3}{5}$ $\quad p_1V_1 = \nu RT_1 \quad p_1V_2 = \nu RT_2 \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{320}{400} = \frac{32}{40} = \frac{16}{20} = \frac{8}{10} = 0{,}8$

$U_1 = \nu C_V T_1 \quad U_2 = \nu C_V T_2$

$V_1 = 0{,}8V_2 \quad V_0 = V_2 + 0{,}8V_2 = 1{,}8V_2$

$pV = \nu RT = pV \quad V_2' = V_1' = 0{,}9V_2$

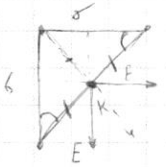
$\nu C_V T_1 + \nu C_V T_2 = 2\nu C_V T \quad T_1 + T_2 = 2T \quad T = \frac{320+400}{2} = 160 + 200 = 360$ К. изобара?

$Q = \nu C_V\Delta T + A = \frac{3}{2}\nu R(360-320) + p\Delta V = \frac{5}{2}\nu R(360-320) = \frac{5}{2}\cdot\frac{3}{5}\cdot 40\cdot 8{,}31 =$ $\quad p\Delta V = \nu R\Delta T$

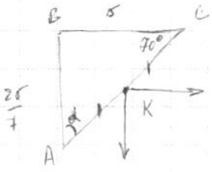
$= 3\cdot 20\cdot 8{,}31 = 60\cdot 8{,}31 = 498{,}6$ Дж

$\times\frac{8{,}31}{60}$
$498{,}60$

№3



$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \qquad E_0 = \sqrt{2}E$ в $\sqrt{2}$ раз.



$\alpha = \frac{\pi}{9} = 20°$. $\quad E_к - ?$

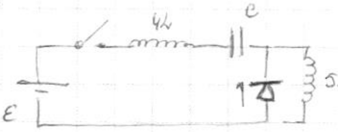
$E = \sqrt{\left(\frac{\sigma}{7\varepsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2} =$

№1 $v_1\sin\alpha = v_2\sin\beta \quad 18\cdot\frac{2}{3} = v_2\cdot\frac{3}{5} \quad v_2 = \frac{18\cdot 2\cdot 5}{3\cdot 3} = \frac{6\cdot 2\cdot 5}{3} = 20\ \frac{м}{с} \quad 20\cdot\cos\beta \leq 2U + v_1\cos\alpha$

$\cos\beta = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \sqrt{\frac{16}{25}} = \frac{4}{5} \quad \cos\alpha = \sqrt{1 - \frac{4}{9}} = \sqrt{\frac{5}{9}} = \frac{\sqrt{5}}{3} \quad 20\cdot\frac{4}{5} \leq 2U + 18\cdot\frac{\sqrt{5}}{3}$

$16 \leq 2U + 6\sqrt{5} \quad 16 - 6\sqrt{5} \leq 2U, \quad U \geq 8 - 3\sqrt{5}$

№4



$\mathcal{E} = 4L\frac{dI}{dt} + 5L\frac{dI}{dt} + \frac{q}{C} = 9L\frac{dI}{dt} + \frac{q}{C} \quad \ddot{q} + \frac{q}{9CL} = \frac{\mathcal{E}}{9L}$

$\omega_1 = \sqrt{\frac{1}{9CL}} \quad t_1 = \frac{\pi}{\omega} = \pi\sqrt{9CL} \quad \mathcal{E} = 4L\frac{dI}{dt} + \frac{q}{C} = 4L\ddot{q} + \frac{q}{C}$

$\frac{\mathcal{E}}{4L} = \ddot{q} + \frac{q}{4LC} \quad \omega_2 = \sqrt{\frac{1}{4LC}} \quad t_2 = \pi\sqrt{4LC}$

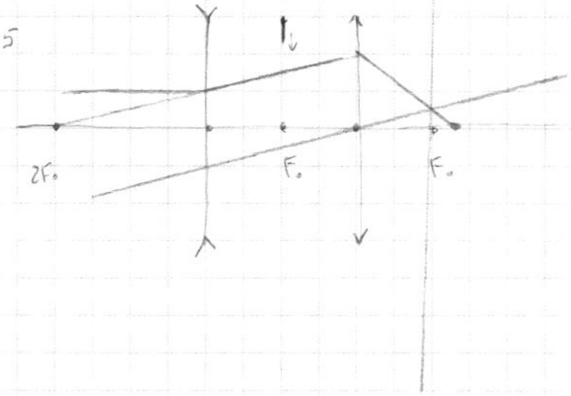
$J_{1\,max} = \quad \frac{4LI_{max}^2}{2} + \frac{5LI_{max}^2}{2} + \frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \mathcal{E}\cdot C\mathcal{E} = C\mathcal{E}^2$

$T = \pi\sqrt{LC}(\underbrace{\sqrt{9}}_{3} + \underbrace{\sqrt{4}}_{2}) = 5\pi\sqrt{LC}$

$\frac{9LI_{max}^2}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} \quad 9LI_{max}^2 = C\mathcal{E}^2 \quad I_{max_1} = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{9L}} = \frac{\mathcal{E}}{3}\sqrt{\frac{C}{L}}$

$3)\ \frac{4L I_{max}^2}{2} + \frac{C\mathcal{E}^2}{2} = C\mathcal{E}^2$ $\frac{4L I_{max}^2}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$ $4L I_{max}^2 = C\mathcal{E}^2$ $I_{max_2} = \sqrt{\frac{C\mathcal{E}^2}{4L}} = \frac{\mathcal{E}}{2}\sqrt{\frac{C}{L}}$

№5



$D \ll F$ $I \sim P$ $I = \alpha \dot{x}$

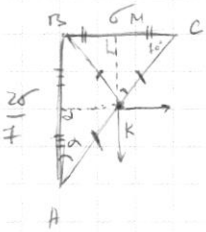
$\frac{1}{4F_0} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_0}$ $\frac{1}{f} = \frac{1}{F_0} - \frac{1}{4F_0} = \frac{3}{4F_0}$ $f = \frac{4F_0}{3} \to 1)$

$v\tau_0 = l_{мишени}.$ $I_0 = \alpha D$ $I_1 = \frac{7I_0}{16} = \alpha(D-l)$

$\frac{7}{16} = \frac{\alpha(D - v\tau_0)}{\alpha D} = 1 - \frac{v\tau_0}{D}$ $\frac{v\tau_0}{D} = 1 - \frac{7}{16} = \frac{9}{16}$

$D + v\tau_0 = v\cdot 2\tau_0 + vt_1$ $v = \frac{9D}{16\tau_0}$ $D + l = v(2\tau_0 + t_1)$

$D = v\tau_0 + vt_1$ $t_1 = \frac{D - \frac{9D}{16}}{\frac{9D}{16\tau_0}} = \frac{7D\cdot 16\tau_0}{16\cdot 9D} = \frac{7}{9}\tau_0$



$\frac{CK}{AC} = \frac{KN}{AB} = \frac{1}{2} = \frac{CM}{BC}$

$E_1 = k\sigma\Omega$ $\Omega =$ ~~4π~~

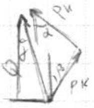
$E_1 = k\sigma\pi$ $E_2 = \frac{2\sigma}{7}k\pi$

$mv_1\sin\alpha - mv_2\sin\beta = \mu F\Delta t$

$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{7\varepsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2} = \sqrt{\frac{\sigma^2}{49\varepsilon_0^2} + \frac{\sigma^2}{4\varepsilon_0^2}} = \sqrt{\frac{53\sigma^2}{4\cdot 49\varepsilon_0^2}} =$

$= \frac{\sigma}{2\cdot 7\cdot \varepsilon_0}\sqrt{53} = \frac{\sigma}{14\varepsilon_0}\sqrt{53}$ $E_1 = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0}$ $E_2 = \frac{\sigma}{14\varepsilon_0}$ $E_0 = \sqrt{\left(\frac{\sigma}{4\varepsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{\sigma}{14\varepsilon_0}\right)^2} =$

$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\Omega\cdot\sigma$ $2\pi \to$



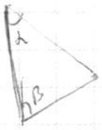
~~μ~~ $= tg_{\gamma}$ $tg\gamma = \mu$

$Q\sin\gamma = mv_1\sin\alpha - mv_2\sin\beta$

$Q\cos\gamma = mv_1\cos\alpha + mv_2\cos\beta + 2Um$

$\frac{\Omega_1}{\Omega_1} = \frac{BC}{AB} = tg\alpha$

$\mu = \frac{v_1\sin\alpha - v_2\sin\beta}{v_1\cos\alpha + v_2\cos\beta + 2U}$



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

$v_2\cos\beta$ $U \ll$ чего?

$v_2\cos\beta + v_1\cos\alpha = N\Delta t$

$\mu\cdot 2U = v_1\sin\alpha - v_2\sin\beta$

$v_2\frac{4}{5} = 6\sqrt{5} + 2U$ $\mu\cdot 2U = 12 - \frac{3}{5}v_2.$

$v_2\cdot\frac{4}{5} - 6\sqrt{5} = 2U.$

$\frac{BC}{AB} = tg\alpha$

$v_1\sin\alpha - v_2\sin\beta = \mu \overset{F_{тр}}{F\Delta t}$

$2U = \overset{F}{F\Delta t}$

$\frac{F_{тр}}{F} = tg\gamma$

$\mu = \frac{v_1\sin\alpha - v_2\sin\beta}{v_2\cos\beta + v_1\cos\alpha}$

$12 - \frac{3}{5}v_2 = \left(\frac{4}{5}v_2 - 6\sqrt{5}\right)^2\cdot$

$\frac{4v_2}{5} - 6\sqrt{5} = \mu\left(12 - \frac{3}{5}v_2\right)$ $\frac{}{12 - \frac{3}{5}v_2}$

$\mu = \frac{\frac{4v_2 - 6\sqrt{5}}{5}}{12 - \frac{3}{5}v_2}$ $\frac{2k\tau}{R}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)