Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

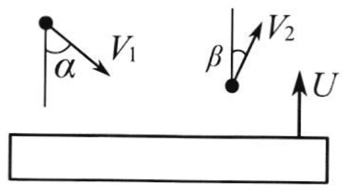
Класс 11

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.



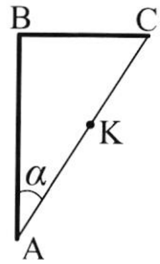
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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?

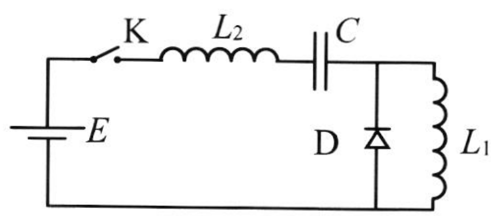
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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?

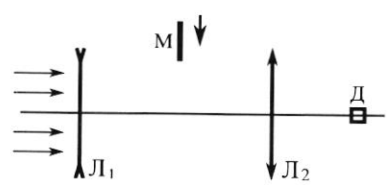
2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = \sigma, \sigma_2 = 2\sigma/7$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/9$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

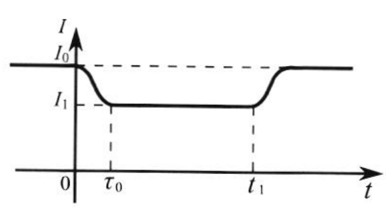
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 5L$, $L_2 = 4L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.



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

№1

1) Так как плита гладкая, то сила действовавшая на шарик со стороны плиты действовала лишь в вертик. плоскости; т.е. горизонт. сост. скорости шарика не изменилась:

$v_x = v_1 \sin\alpha = v_2 \sin\beta$ — гориз. сост. скорости; $\Rightarrow v_2 = \dfrac{v_1 \sin\alpha}{\sin\beta}$

$v_2 = \dfrac{18\,\frac{м}{с}\cdot\frac{2}{3}}{\frac{3}{5}} = 20\,\frac{м}{с}$

2) $|v_{2y}| = v_2\cos\beta = \dfrac{v_1 \sin\alpha\cos\beta}{\sin\beta}$ — верт. сост. скорости v_2 должна быть не меньше u; запишем это: $u \le \dfrac{v_1\sin\alpha\cos\beta}{\sin\beta}$.

$\cos\beta = +\sqrt{1-\frac{9}{25}} = \frac{4}{5}$; $u \le 16\,\frac{м}{с}$ (равенство может быть)

Если бы был абсолютно упругий удар v_{2y} бы стала $|v_{1y}| + 2u$ (очевидно, доказ переходя в С.О. отн. плиты и обратно)

$|v_{1y}| = v_1\cos\alpha$; в нашем случае, где удар неупругий вертик. сост. v_2 должна быть меньше таковой при упр. ударе, т.к. энергия поглотилась, запишем это: $v_1\cos\alpha + 2u > \dfrac{v_1\sin\alpha\cos\beta}{\sin\beta}$

$2u > \dfrac{v_1(\sin\alpha\cos\beta - \cos\alpha\sin\beta)}{\sin\beta} \Rightarrow u > \dfrac{v_1\,\overbrace{(\sin\alpha\cos\beta - \cos\alpha\sin\beta)}^{=\sin(\alpha-\beta)}}{2\sin\beta}$

$\cos\alpha = +\sqrt{1-\frac{4}{9}} = \frac{\sqrt5}{3}$; $u > \dfrac{18\,\frac{м}{с}\cdot\left(\frac{2}{3}\cdot\frac{4}{5} - \frac{\sqrt5}{3}\cdot\frac{3}{5}\right)}{2\cdot\frac{3}{5}} = \dfrac{18\,\frac{м}{с}\,(8-3\sqrt5)}{18} = (8-3\sqrt5)\,\frac{м}{с}$

т.е. $8-3\sqrt5 < u \le 16\ (\frac{м}{с})$

Ответ: $v_2 = 20\,\frac{м}{с}$; $u \in (8-3\sqrt5;\ 16]\,\frac{м}{с}$

№2

1) (Индексы „1" все говорят про аргон; „2"– про криптон, например V_1 – начальный объем аргона)

$$\left.\begin{aligned} pV_1 = \nu RT_1 \\ pV_2 = \nu RT_2 \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} ; \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{400k}{320k} = \frac{5}{4}$$ (объем криптона в $\frac{5}{4}$ раз больше)

2) Оба газа идеальные, одноатомные, движение происходит медленно, теплоизолированно, общая внутр. энергия не меняется:

$$U_{общ} = U_1 + U_2 = \frac{3}{2}\nu RT_1 + \frac{3}{2}\nu RT_2 = U_к = \frac{3}{2}(2\nu)RT \Rightarrow T = \frac{T_1+T_2}{2} \left(\frac{3}{2}\nu R \text{ сокр}\right)$$

$T = \frac{320k + 400k}{2} = 360k$ – установивш. температура

3) Пусть общий объем сосуда – V; т.е. $V_1 + V_2 = V \Rightarrow$ из $\frac{5}{4} = \frac{V_2}{V_1}$; получаем, что $V_2 = \frac{5}{9}V$; $V_1 = \frac{4}{9}V$; Когда темпер. установится оба газа будут в одних усл $\Rightarrow$ объем равный; т.е. $\frac{V}{2}$; значит поршень сместится ~~уменьшив~~ {увеличив} объем ~~на~~ аргона на $\frac{V}{2} - \frac{4}{9}V = \frac{V}{18}$

Кол-во теплоты полученное аргоном от криптона: $Q = \Delta U_1 + A_1$

($p_1V_1 = \nu RT_1$; $pV_2 = \nu RT_2$; $p(V_1+V_2) = \nu R(T_1+T_2) = pV = 2\nu RT$,

~~легко~~ т.е. давление в начале и в конце не изменилось, легко доказ, что давление на прот. всего процесса не менялось $\Rightarrow$) $A_1 = p\Delta V =$

$$= \frac{2\nu RT}{V} \cdot \frac{V}{18} = \frac{\nu RT}{9} = \frac{\nu R(T_1+T_2)}{18} ; \Delta U_1 = \frac{3}{2}\nu R(T - T_1)$$

$$Q = \Delta U_1 + A_1 = \frac{\nu R(T_1+T_2)}{18} + \frac{3}{2}\nu R(T - T_1) = \cancel{\frac{\nu R(T_1+T_2)+27(T_1-T_2)}{18}} = \cancel{\frac{\nu R(28T_1-26T_2)}{18}}$$

$$\cancel{Q = \frac{\frac{3}{5}\cdot 8{,}31(28\cdot 320 - 26\cdot 400)}{18}} \qquad \frac{T_1+T_2}{2} - T_1 = \frac{T_2 - T_1}{2}$$

$$Q = \frac{\nu R(2T_1 + 2T_2 + 27T_2 - 27T_1)}{36} = \frac{\nu R(29T_2 - 25T_1)}{36} =$$

$$= \frac{\frac{3}{5}\cdot 8{,}31(29\cdot 400 - 25\cdot 320)}{36} = \frac{3\cdot 8{,}31\cdot \cancel{3600}^{1}}{5\cdot\cancel{36}} = 3\cdot 8{,}31\cdot 20 = 498{,}6 \text{ (Дж)}$$

Ответ: $\frac{V_2}{V_1} = \frac{5}{4}$; $T = 360k$; $Q = 498{,}6$ Дж.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№3 (Краевыми эффектами поля пластин пренебрежем)(если они прод. за углом, то и пренебрез. не нужно)

1) Пусть поверх. плотность заряд — σ

Поле создаваемое пластиной однородно и его напряж — $E_п = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

(известная формула, можно найти через поле конд: $C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$; $U = \frac{q}{C} = Ed$; $\sigma = \frac{q}{S}$

отсюда $E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$; но это поле двух пластин => у одной — $\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$)

Со стор. BC на K дей. напр. $E_{BC} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ — напр. т.K до зарядки AB; после зар. AB со стор. AB стала дей. напр. $E_{AB} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ перп. E_{BC} =>

=> суммарная напр. в т.K: $\sqrt{E_{AB}^2 + E_{BC}^2} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \cdot \sqrt{2}$ — в $\sqrt{2}$ раз больше начальной — искомая величина

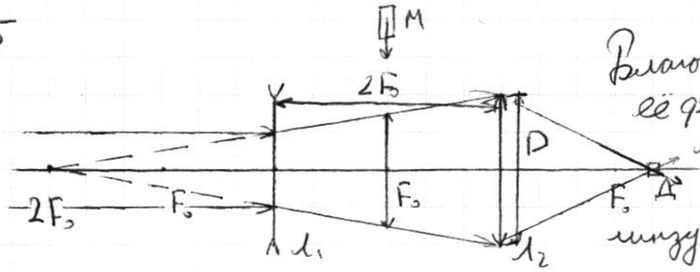
2) Насколько я понимаю напряж. от пластин всегда перпенд. и угол не важен, как и то, что K на середине, единственная важность в том, что можно пренебречь краевыми эффектами и сильным увеличением поля вблизи пластин.

$E_{AB} = E_{BC} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$; $E_{AC} = \frac{\sigma \cdot \frac{2}{7}}{2\varepsilon_0} = \frac{2\sigma}{14\varepsilon_0}$; $E = \sqrt{E_{AC}^2 + E_{BC}^2} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{1}{4} + \frac{4}{4 \cdot 49}} =$

$= \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{49+4}{4 \cdot 49}} = \frac{\sigma\sqrt{53}}{14\varepsilon_0}$

Ответ: в $\sqrt{2}$ раз; $E = \frac{\sigma\sqrt{53}}{14\varepsilon_0}$

№5

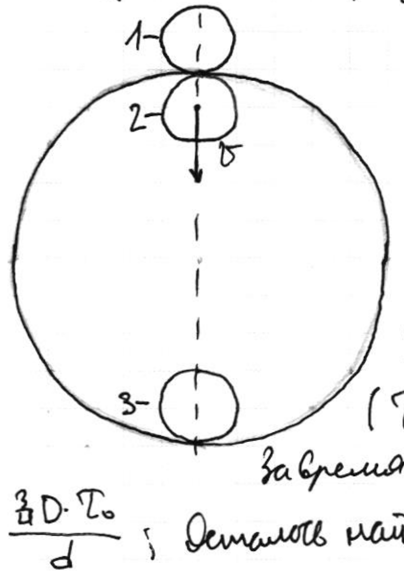


Благодаря рассеив. линзе ~~двойной~~ её фокус (мнимый) становится мнимым изоб. пучка света. После лучи уже идут в собир. линзу и фокусируются в Д.

Пусть искомое расст. между ℓ_2 и Д − L, то из ур. тонк. линзы:

$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{4F_0} + \frac{1}{L} \Rightarrow \frac{1}{L} = \frac{3}{4F_0} \Rightarrow L = \frac{4}{3}F_0$ (Расст. от ℓ_2 до мнимого фокуса рассеив. линзы − $4F_0 = 2F_0 + 2F_0$) При этом на картинке удачно совпало, что лучи идущие через середины радиусов ~~рас~~ ℓ_1 идут ровно в края ℓ_2, и вправду, ведь коэфф. подобия: $\frac{4F_0}{2F_0} = 2$

Аналогично из геометрии понятно, что в плоскости в которой идет M (по середине между ℓ_1 и ℓ_2) лучи идущие к детектору пересекают круг с диаметром $\frac{(D + \frac{D}{2})}{2} = \frac{3}{4}D$; мишень не закрывая пучки ослабляет интенсивность и ток падает. Ток не падает до нуля, значит диаметр мишени меньше диаметра освещенного круга и когда мишень полностью зайдет в этот круг она будет закрывать одну площадь а значит примерно на одну величину ослаблять интенсивность и ток. Таким образом движение мишени можно разбить на несколько этапов/моментов:



~~1) I~~ 1) Мишень коснулась пучка − интенсивность и ток начали падать − момент 0 − на графике

2) Мишень полностью зашла в пучек − интенсивность остановилась, перестала падать − момент τ_0 на графике

3) Мишень начала выходить из пучка − мом t_1 нар.

Пусть диам. мишени d; за время от мом 1 до 2 (τ_0) мишень прошла d: $\upsilon = \frac{d}{\tau_0}$

За время от 1 до 3 (t_1) мишень прошла $\frac{3}{4}D \Rightarrow t_1 = \frac{\frac{3}{4}D}{\upsilon} =$

$= \frac{\frac{3}{4}D \cdot \tau_0}{d}$; Осталось найти d.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$D \ll F_0$ поэтому интенсивность и ~~плотность~~ площадь связаны линейной зависимостью т.е. площадь мишени – $\frac{9}{16}$ площади пучка $(1-\frac{7}{16})$; а значит коэф. подобия кругов пучков: $\frac{3}{4}\left(\sqrt{\frac{9}{16}}\right.$ и диаметр мишени $d = \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{4} D = \frac{9}{16} D$

И так искомая скорость $v = \frac{d}{\tau_0} = \frac{9D}{16\tau_0}$

$$t_1 = \frac{\frac{3}{4}D}{\frac{9}{16}\frac{D}{\tau_0}} = \frac{4}{3}\tau_0$$

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

№4

Из-за диода колебания нужно рассматривать как две разные части – в одну сторону и в другую; („$\mathcal{E}$" = „E")

~~E) ток через диод не течет, т.е. ток по часов. стрелке:~~

~~$T = 2\pi\sqrt{L'C}$ ($\mathcal{E}$ на период не влияет, т.к. формула для цепи без $\mathcal{E}$ получена из $\frac{q^2}{2C} + \frac{LI^2}{2} = \frac{q_0^2}{2C} = const$; а для $\mathcal{E}$ будет:~~

~~$q\mathcal{E} + \frac{q^2}{2C} + \frac{LI^2}{2} = \frac{q_0^2}{2C} + q\mathcal{E} \Rightarrow \frac{q^2}{2C} + \frac{LI^2}{2C} + \frac{LI^2}{2}$~~

Для начала получим формулу периода для колебаний в контуре с $\mathcal{E}$: $q\mathcal{E} + \frac{q^2}{2C} + \frac{LI^2}{2} = \frac{q_0^2}{2C} + q_0\mathcal{E} \Rightarrow \mathcal{E}q' + \frac{q'}{C} + Lq'' = 0$

$q'\left(\frac{\mathcal{E}C+1}{C}\right) + Lq'' = 0$; $q' + \left(\frac{LC}{\mathcal{E}C+1}\right)q'' = 0 \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{LC}{\mathcal{E}C+1}}$

I) ток идет по часовой (по диоду не течет) $L'_{общ} = L_1 + L_2 = 9L$ – общая индукт. $\Rightarrow T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{9LC}{\mathcal{E}C+1}} = 6\pi\sqrt{\frac{LC}{\mathcal{E}C+1}}$; но нам нужны лишь пол периода; поэтому $\frac{T_1}{2} = 3\pi\sqrt{\frac{LC}{\mathcal{E}C+1}}$

II) ток идет против часовой (через диод ток течет, напр. на катушке нет L_1, ток через неё не течет.

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

L_1 - не участвует; общая индук. — $L_2 = 4L \Rightarrow T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{4LC}{\varepsilon C+1}} = 4\pi\sqrt{\frac{LC}{\varepsilon C+1}}$

$\frac{T_2}{2} = 2\pi\sqrt{\frac{LC}{\varepsilon C+1}}$; Общий, искомый период $T_{и} = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = 5\pi\sqrt{\frac{LC}{\varepsilon C+1}}$

В половине II) ток через L_1 не течет, значит максимал. ток

в I-ой половине; ~~в самом~~ $\cancel{q = q_0(\omega t)}$ - ~~заряд конденс.~~

$\cancel{\omega = \sqrt{\frac{\varepsilon C+1}{LC}}}$; $\omega = \sqrt{\frac{\varepsilon C+1}{9LC}}$; $\cancel{q = q_0(\frac{\varepsilon C+1}{9LC}t); I = q' = q_0}$

$\cancel{q = q_0 \sin(\omega t) = q_0 \sin(\sqrt{\frac{\varepsilon C+1}{9LC}}t); q' = I = q_0\sqrt{\frac{\varepsilon C+1}{9LC}}\cos(\sqrt{\frac{\varepsilon C+1}{9LC}}t) =}$

$\cancel{= I_{01}\cos(\sqrt{\frac{\varepsilon C+1}{9LC}}t)}$ ~~Когда конденсатор не заряжен~~ : $\cancel{E = \frac{LI_H^2}{2}}$

$\cancel{\mathcal{E} = |\mathcal{E}_L| =}$ ~~Вначале~~ $q = q_0\sin(\sqrt{\frac{\varepsilon C+1}{9LC}}t) \Rightarrow I = q' = q_0\sqrt{\frac{\varepsilon C+1}{9LC}}\cos(\sqrt{\frac{\varepsilon C+1}{9LC}}t)$

$I_{max} = q_0\sqrt{\frac{\varepsilon C+1}{9LC}}$ - при $t=0$; т.е. в самом начале когда конд. не

заряжен: $\frac{9LI_{max1}^2}{2} = q_0\mathcal{E} + \frac{q_0^2 U}{2}$ - момент с наиб. зарядом - тока

нет; $U = \mathcal{E}$: $\frac{9LI_{max1}^2}{2} = \frac{3q_0\mathcal{E}}{2} \Rightarrow 9L q_0^2 \frac{\varepsilon C+1}{9LC} = 3q_0\mathcal{E} \Rightarrow q_0 = \frac{3\mathcal{E}}{9L}\cdot\frac{9LC}{\varepsilon C+1}$

$I_{max1} = q_0\sqrt{\frac{\varepsilon C+1}{9LC}} = \frac{3\mathcal{E}}{9L}\sqrt{\frac{9LC}{\varepsilon C+1}} = \frac{9\mathcal{E}}{9L}\sqrt{\frac{LC}{\varepsilon C+1}} = \frac{\mathcal{E}}{L}\sqrt{\frac{LC}{\varepsilon C+1}} = I_{01}$

Рассм. половину II и найдем максимальн., если он больше

чем I_{max1}, то для L_2 он максимальный.

$I_{max2} = q_0\sqrt{\frac{\varepsilon C+1}{4LC}}$; $\frac{4LI_{max2}^2}{2} = \frac{3q_0\mathcal{E}}{2} \Rightarrow 4L q_0^2\frac{\varepsilon C+1}{4LC} = 3q_0\mathcal{E} \Rightarrow q_0 = \frac{3\mathcal{E}}{4L}\cdot\frac{4LC}{\varepsilon C+1}$

$I_{02} = I_{max2} = q_0\sqrt{\frac{\varepsilon C+1}{4LC}} = \frac{3\mathcal{E}}{4L}\sqrt{\frac{4LC}{\varepsilon C+1}} = \frac{3\mathcal{E}}{2L}\sqrt{\frac{LC}{\varepsilon C+1}} > I_{max1}$, всё верно

Ответ: $T = 5\pi\sqrt{\frac{LC}{\varepsilon C+1}}$; $I_{01} = \frac{\mathcal{E}}{L}\sqrt{\frac{LC}{\varepsilon C+1}}$; $I_{02} = \frac{3\mathcal{E}}{2L}\sqrt{\frac{LC}{\varepsilon C+1}}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

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

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

Если упруг.: отн Oy: $U + v_{1y} = v_{отн\,y}$

$v_{отн\,y} = v_{отн\,y} = U + U_{1y}$

$v_{2y} = 2U + U_{1y}$

$I = q_0\sqrt{\frac{EC+1}{gLC}} \cos\left(\sqrt{\frac{EC+1}{gLC}}\,t\right)$

$I_{max} = q_0\sqrt{\frac{EC+1}{gLC}}$, при $t=0$

$v_{2y} = v_2\cos\beta \Rightarrow v_2 = \frac{v_{2y}}{\cos\beta} = \frac{2U+U_{1y}}{\cos\beta}$

Усл: $v_{2y} = v_2\cos\beta = \frac{v_1\sin\alpha\cos\beta}{\sin\beta} \geq U$

№2

$pV_1 = \nu RT_1$; $pV_2 = \nu RT_2$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$

pV: $p(V_1+V_2) = \nu R(T_1+T_2)$

$pV = 2\nu RT$

$p = \frac{2\nu RT}{V}$

$\frac{5}{9}V$; $\frac{4}{9}V$

$A = p\Delta V = \frac{2\nu RT}{V}\cdot\frac{1}{18}V = \frac{\nu RT}{9}$

$v_{max} = \frac{2U+U_{1y}}{\cos\beta} > v_2$

$\frac{2U + U_1\cos\alpha}{\cos\beta} > \frac{v_1\sin\alpha}{\sin\beta}$

$2U + U_1\cos\alpha > \frac{v_1\sin\alpha\cos\beta}{\sin\beta}$

$2U > \frac{v_1\sin\alpha\cos\beta - v_1\cos\alpha\sin\beta}{\sin\beta}$

$U > \frac{v_1(\sin\alpha\cos\beta - \cos\alpha\sin\beta)}{2\sin\beta} = 18\cdot\frac{\left(\frac{2}{3}\cdot\frac{4}{5} - \frac{\sqrt5}{3}\cdot\frac{3}{5}\right)}{2\cdot\frac{3}{5}}$

$\cos\alpha = \sqrt{1-\frac{4}{9}} = \frac{\sqrt5}{3}$

$= \frac{18(8-3\sqrt5)}{18} = (8-3\sqrt5)\,\frac{м}{с}$

~~$v_{2y} = v_{max\,y} = 2U+U_{1y}$~~

$v_{2y} = \frac{U_1\sin\alpha\cos\beta}{\sin\beta} < 2U + U_{1y} = 2U + U_1\cos\alpha$

$2U > \frac{U_1\sin\alpha\cos\beta - U_1\cos\alpha\sin\beta}{\sin\beta}$

~~340~~ 28 · 320 = 56, 74, 7960

26 · 400 = 10460

29 · 400 = 11600, 8000, 3600

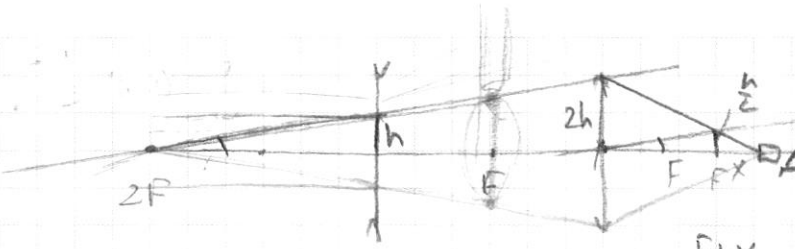
25 · 320 = 50, 75, 8000

8,31 · 60 = 498,6

$\frac{53}{4\cdot 49} = 9$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)



$x = x_0 -$

$v = x' = \frac{k}{m}x' t$

$\frac{F+x}{2h} = \frac{x}{\frac{h}{2}} \Rightarrow F+x = 4x$

$F = 3x$

$x = \frac{F}{3}; \quad F+x = \frac{4F}{3}$ – иск.

$F = kx$

$a = \frac{kx}{m}; \quad x = x_0 - \frac{at^2}{2} = \frac{kx}{2m}t^2$

$q\mathcal{E} + \frac{q^2}{2C} + \frac{LI^2}{2} = q\mathcal{E}\frac{LI^2}{2}$

$\mathcal{E}q'$

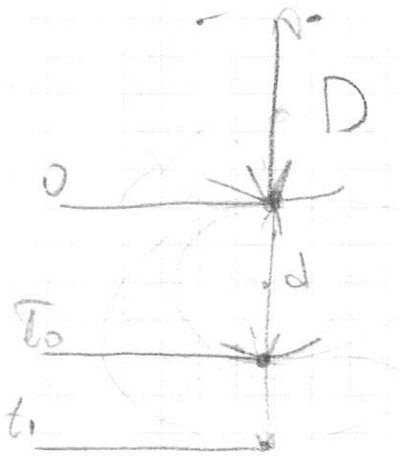
$E_c = \frac{CU^2}{2}$

$E_L = \frac{LI^2}{2}$

$\omega = \frac{\alpha}{T} = \frac{2\pi}{T}$

$T = 2\pi/\omega$

$\frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{CU_0^2}{2} = \frac{LI_0^2}{2}$



$t_0 - t \quad t_1 - t_0 = \frac{D-d}{v}$

$t_0 = \frac{d}{v}; \quad v = \frac{d}{\tau_0}$

$\tau_0 = \frac{d}{v} \Rightarrow v = \frac{d}{\tau_0}$

$t_1 = \frac{D}{v} = \frac{D\tau_0}{d}$

$\frac{qU}{2} +$

$\frac{q^2}{2C} + \frac{LI^2}{2} = \frac{q_0^2}{2C}$

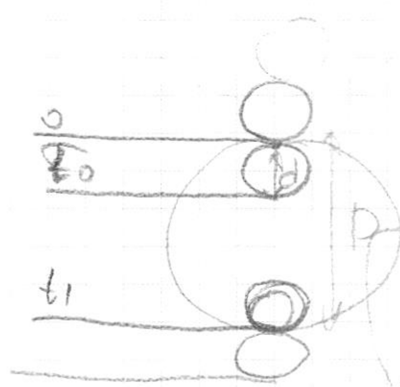
$q^2 + LCI^2 = q_0^2$

$q^2 + LC(q')^2 = q_0^2$

$2q + 2LCq'' = 0$

$q + LCq'' = 0$

$LC = \frac{1}{\omega^2}$



$\frac{LI_H^2}{2} = \cancel{\frac{q_0^2}{2C}} + q_0\mathcal{E} -$

$= \frac{q_0\mathcal{E}}{2} + q_0\mathcal{E} =$

$= \frac{3q_0\mathcal{E}}{2}$

$U = \mathcal{E} = -L\frac{dI}{dt}$

$U_1 = -L_1\frac{dI}{dt}$

$\omega = \frac{4}{2\pi} = \frac{2\pi}{T}$

$T = \frac{2\pi}{\omega}$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

1) $L' = L_1 + L_2 = 9L$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{1}{LC}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{9LC}} = \frac{2\pi}{3}\sqrt{\frac{1}{LC}}$

$\frac{kx^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = \frac{kx_0^2}{2}$

$2kx + 2m ?$

$kx + mx'' = 0$

$x + \frac{m}{k}x'' = 0$

$\mathcal{E}q' + \frac{q'}{2C} + Lq'' = 0$

$q'(\mathcal{E} + \frac{1}{C}) + Lq'' = 0$

$q' + \frac{LC}{\mathcal{E}C+1}q_1'' = 0$

☐ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА