Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

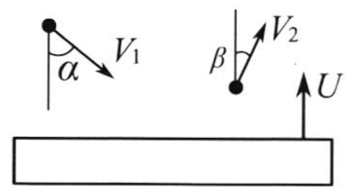
Класс 11

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.

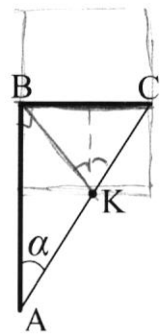
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится водород, во втором – азот, каждый газ в количестве $\nu = 6/7$ моль. Начальная температура водорода $T_1 = 350$ 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?

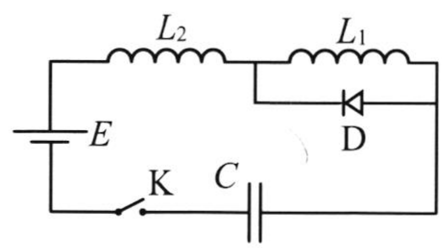
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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.

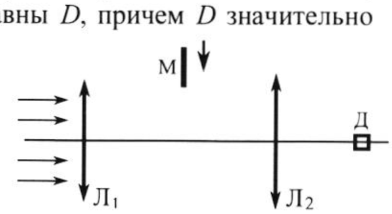


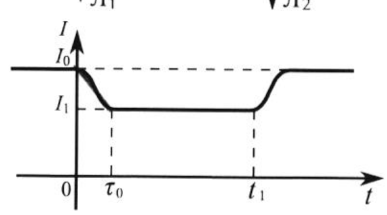
1) Найти период T этих колебаний.

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

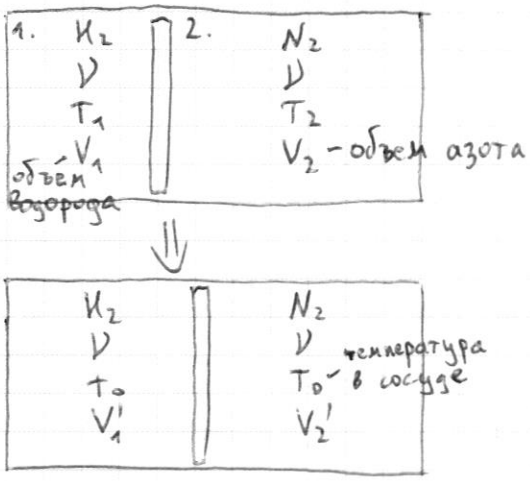
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание 2.



1. Запишем для начального состояния уравнения Менделеева-Клапейрона:

$$\begin{cases} p_0 V_1 = \nu R T_1 \\ p_0 V_2 = \nu R T_2 \end{cases}$$

Поделим одно на другое:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{350}{550} = \frac{7}{11}$$

2. Запишем закон сохранения энергии для всего сосуда:

$$\underbrace{c_V \cdot \nu T_1 + c_V \cdot \nu T_2}_{E_{\text{начальное}}} = \underbrace{c_V \nu T_0 + c_V \nu T_0}_{E_{\text{конечное}}}$$

$$T_0 = \frac{T_1 + T_2}{2} = 450 \text{ K}$$

3. Запишем закон сохранения энергии для водорода:

$$c_V \nu T_1 + Q = c_V \nu T_0$$ (Q – теплота, полученная водородом)

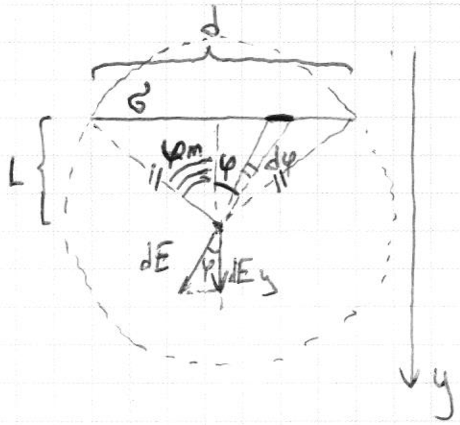
$$Q = c_V \nu (T_0 - T_1) = \frac{1}{2} c_V \nu (T_2 - T_1)$$

$$Q = \frac{1}{2} \cdot \frac{6}{7} \cdot \frac{5R}{2} \cdot (550 - 350) = \frac{1500 R}{7} \simeq 1770,5 \text{ Дж}$$

Ответ:

1. $\frac{V_1}{V_2} = \frac{7}{11} \simeq 0,636$
2. $T_0 = 450$ K
3. $Q \simeq 1770,5$ Дж

Задача 3.



1. Представим данные пластины, как множество бесконечных нитей:
2. Найдем зависимость линейной плотности заряда от φ:

$$\lambda(\varphi) = \frac{d\varphi \cdot L}{\cos^2\varphi} \cdot \sigma$$

3. Мы знаем, что поле E нити (бесконечной):

$$E(x) = \frac{\lambda}{2\pi x \varepsilon_0}$$

Запишем какой вклад в E_y вносит одна нить:

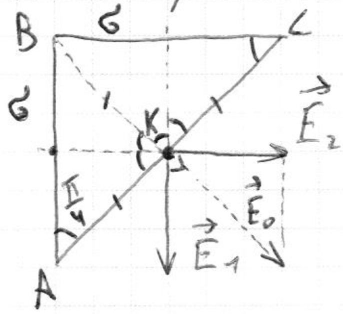
$$dE_y = \cos\varphi \cdot dE = \cos\varphi \cdot \frac{1}{2\pi\varepsilon_0\left(\frac{L}{\cos\varphi}\right)} \cdot \frac{d\varphi \cdot L\sigma}{\cos^2\varphi} =$$

$$= d\varphi \cdot \frac{\sigma}{2\pi\varepsilon_0}$$

Проинтегрируем:

$$E_y = \int_{-\varphi_m}^{\varphi_m} \frac{\sigma}{2\pi\varepsilon_0}\, d\varphi = \frac{\varphi_m\sigma}{\pi\varepsilon_0} = \frac{\varphi_m\sigma}{\pi\varepsilon_0}$$

4. Заметим, что при $\alpha = \frac{\pi}{4}$ $\frac{1}{2}\angle AKB = \frac{1}{2}\angle BKC$, значит:



$$|\vec{E}_1| = |\vec{E}_2|$$

$$|\vec{E}_0| = \sqrt{\vec{E}_1^{\,2} + \vec{E}_2^{\,2}} = \sqrt{2}\cdot|E_1|$$

$$\frac{|\vec{E}_0|}{|\vec{E}_1|} = \sqrt{2}$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

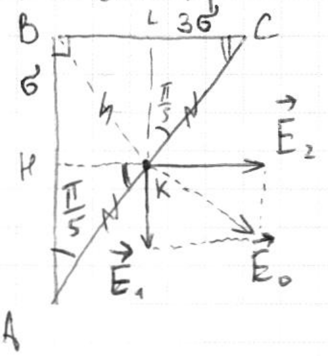
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5. Рассмотрим систему из пункта 2:



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

$$E_2 = \left(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{5}\right) \cdot \frac{\sigma}{\pi \varepsilon_0} = \frac{3}{10}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

$$E_0 = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{\sqrt{5}}{5} = \frac{3\sqrt{5}}{10}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

Ответ: 1. Напряженность увеличится в $\sqrt{2}$ раз

2. Напряженность равна $\frac{3\sqrt{5}}{10}\frac{\sigma}{\varepsilon_0} \approx 0{,}66 \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

Задача 4.

1. Рассмотрим случай, когда ток течет по часовой стрелке. Запишем второе правило Кирхгофа:

$$E - L_2 I' - L_1 I' - \frac{q}{C} = 0$$

$$\frac{E}{L_1 + L_2} = \ddot{q} + \frac{q}{C(L_1 + L_2)} \Rightarrow T_1 = 2\pi\sqrt{C(L_1 + L_2)} = 2\pi\sqrt{7LC}$$

2. Рассмотрим момент, когда ток потечет против часовой стрелки. Запишем второе правило Кирхгофа:

$$E - L_2 \ddot{q} - \frac{q}{C} = 0$$

$$\frac{E}{L_2} = \ddot{q} + \frac{q}{CL_2} \Rightarrow T_2 = 2\pi\sqrt{CL_2} = 2\pi\sqrt{3LC}$$

3. Таким образом, ~~половина~~ ~~периода~~ мы можем найти период колебаний тока в L_1:

$$T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} = \pi\left(\sqrt{7LC} + \sqrt{3LC}\right) = \pi\sqrt{LC}\left(\sqrt{7} + \sqrt{3}\right)$$

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

4. Запишем закон сохранения энергии, чтобы найти ток через L_1 и L_2, когда он течет по часовой стрелке:

$$\mathcal{E} q = \frac{q^2}{2C} + \frac{L_1 I_m^2}{2} + \frac{L_2 I_m^2}{2}$$

Записав второе правило Кирхгофа ($\mathcal{E} - \frac{q}{C} - L_1 I' - L_2 I' = 0$), мы понимаем, что ток максимален при $q = \mathcal{E}C$

$$\mathcal{E}^2 C = \frac{\mathcal{E}^2 C}{2} + \frac{(L_1+L_2) I_m^2}{2} \Rightarrow I_m = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{7L}}$$

Ток I_1 через катушку L_1 равен току I_2 через катушку L_2, равен:

$$I_1 = I_2 = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{7L}}$$

Запишем закон сохранения энергии, чтобы найти максимальный ток через катушку ~~[illegible]~~ L_2, когда ток течет против часовой стрелки:

$$\begin{cases} \mathcal{E} q_m = \dfrac{q_m^2}{2C} \Rightarrow q_m = 2C\mathcal{E} \\ \dfrac{q_m^2}{2C} = \dfrac{q^2}{2C} + \mathcal{E} q + \dfrac{L_2 I_m^2}{2} \end{cases}$$

Из второго правила Кирхгофа мы понимаем, что ток будет максимален при $q = \mathcal{E}C$:

$$\frac{4C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \mathcal{E}^2 C + \frac{L_2 I_m^2}{2}$$

$$I_m = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_2}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$$

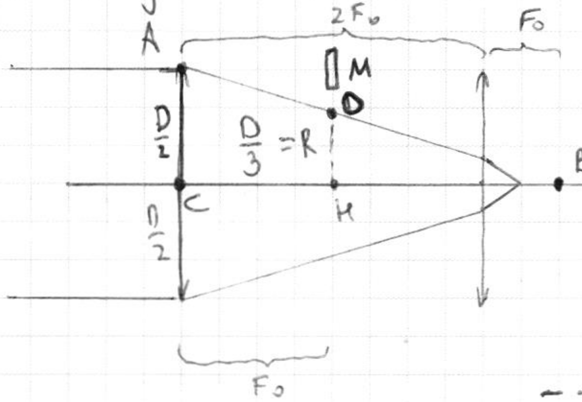
Ток через катушку L_2 во втором случае больше.

Ответ: 1. $T = \pi\sqrt{CL}(\sqrt{7}+\sqrt{3})$; 2. $I_{m1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{7L}}$

3. $I_{m2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание 5.



1. Изображение S' попадет в фокус Λ_1

2. Запишем уравнение тонкой линзы для Λ_2:

$$-\frac{1}{3F_0-2F_0}+\frac{1}{f}=\frac{1}{F_0} \Rightarrow f=\frac{F_0}{2}$$

Расстояния между Λ_2 и фотодетектором Д равно $\frac{F_0}{2}$.

3. Рассмотрим подобные треугольники $\triangle OHB$ и $\triangle ABC$:

$$\frac{\left(\frac{D}{2}\right)}{R}=\frac{3F_0}{2F_0} \Rightarrow R=\frac{D}{3}$$

4. Пусть радиус мишени равен r, тогда:

$$\frac{S_2}{S_1}=\frac{I_0}{\left(\frac{5}{9}\right)I_0} \Rightarrow \frac{r^2}{R^2}=\frac{5}{9}$$

$$r=\sqrt{\frac{5}{9}}\cdot R=\frac{\sqrt{5}D}{9}$$

5. Время захождения М в пучок света равно:

$$\tau_0=\frac{2r}{\upsilon} \Rightarrow \upsilon=\frac{2r}{\tau_0}=\frac{2\sqrt{5}D}{9\tau_0}\simeq 0{,}489\frac{D}{\tau_0}$$

6. $$t_1=\frac{2R}{\upsilon}=\frac{\left(\frac{2D}{3}\right)}{\left(\frac{2\sqrt{5}D}{9\tau_0}\right)}=\frac{3\cdot\tau_0}{\sqrt{5}}=\frac{3\sqrt{5}\tau_0}{5}\simeq 1{,}32\tau_0$$

Ответ: 1. Расстояние между Λ_2 и Д равно $\frac{F_0}{2}$;

2. $\upsilon=\frac{2\sqrt{5}D}{9\tau_0}\simeq 0{,}489\frac{D}{\tau_0}$; 3. $t_1=\frac{3\sqrt{5}}{5}\tau_0\simeq 1{,}32\tau_0$

Задание 1.

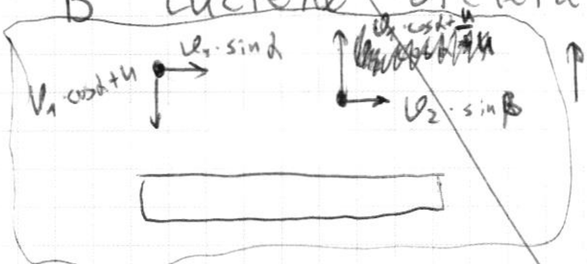
1. Заметим, что доска гладкая, значит скорость шарика по горизонтали не изменилась:

$$\upsilon_1 \cdot \sin\alpha = \upsilon_2 \cdot \sin\beta$$

$$\upsilon_2 = \upsilon_1 \cdot \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 18 \ м/с$$

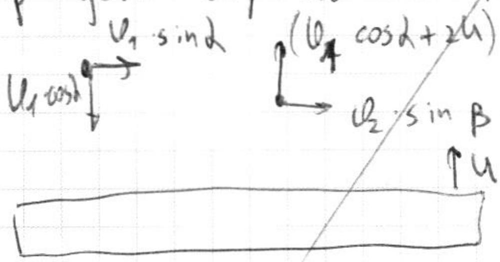
2. Пусть при данном неупругом ударе теряется часть скорости $(1-\alpha)$ $(\alpha \in (0;1))$, тогда часть скорости α остается:

В системе отсчета плиты:



$1{,}7 \cdot 3 = 5{,}1$; $1{,}4 \cdot 1{,}4 = 1{,}96$; $1{,}4 \cdot 6 = 8{,}4$; $8{,}4 - 5{,}1 = 3{,}3$; $1{,}4 \cdot 12 = 16{,}8$

Перейдем обратно в ИСО:



$$\alpha \cdot (\upsilon_1 \cos\alpha + 2u) = \upsilon_2 \cdot \cos\beta$$

$u = \frac{\upsilon_2 \cos\beta}{2\alpha} - \frac{1}{2}\upsilon_1 \cdot \cos\alpha$, таким образом

$u \in \left(\frac{1}{2}\upsilon_2 \cos\beta - \frac{1}{2}\upsilon_1 \cdot \cos\alpha ; +\infty\right)$, то есть $u \in (12\sqrt{2} - 6\sqrt{3}; +\infty)$

Но мы также знаем, что шарик после удара оторвался, значит: $u \in (12\sqrt{2} - 6\sqrt{3}; 12\sqrt{2})$

Ответ: 1. $\upsilon_2 = 18 \ м/с$.

2. $u \in (12\sqrt{2} - 6\sqrt{3}; 12\sqrt{2}) \ м/с$

$u \in (11{,}7; 16{,}8) \ м/с$

☐ черновик ☑ чистовик Страница № 6

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание 1.

1. Заметим, что доска гладкая, значит скорость шарика по горизонтали остаётся неизменной:

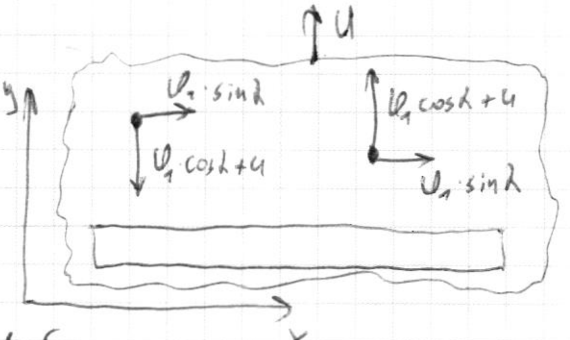
$$v_1 \cdot \sin\alpha = v_2 \cdot \sin\beta$$

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

2. Пусть при столкновении осталась только часть α от максимально возможной скорости, получаемой при упругом ударе.

Рассмотрим упругий удар:

В системе отсчета плиты:



При переходе обратно в лабораторную систему отсчета получим, что при упругом ударе шар отскакивает со скоростью $(v_1 \cdot \cos\alpha + u \cdot 2)$, тогда:

3. $$v_2 \cdot \cos\beta = \alpha(v_1 \cdot \cos\alpha + 2u)$$

$$u = \frac{1}{2}\left(\frac{v_2 \cdot \cos\beta}{\alpha} - v_1 \cdot \cos\alpha\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow u \in \left(\frac{1}{2}(v_2 \cdot \cos\beta - v_1 \cdot \cos\alpha) \; ; \; +\infty\right)$$

Заметим, что по условию задачи шарик оторвался от плиты, значит:

$$\begin{cases} u \in \left(\frac{1}{2}(v_2 \cdot \cos\beta - v_1 \cdot \cos\alpha);\ +\infty\right) \\ u < v_2 \cdot \cos\beta \end{cases} \Rightarrow$$

$$u \in \left(\frac{1}{2}(v_2 \cdot \cos\beta - v_1 \cdot \cos\alpha);\ v_2 \cdot \cos\beta\right)$$

$$u \in (6\sqrt{2} - 3\sqrt{3};\ 12\sqrt{2})$$

$$u \in (3,3;\ 16,8)$$

Ответ: 1. $v_2 = 18$ м/с

2. $u \in \left(\frac{1}{2}(v_2 \cdot \cos\beta - v_1 \cdot \sin\alpha);\ v_2 \cdot \cos\beta\right)$

$u \in (3,3;\ 16,8)$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

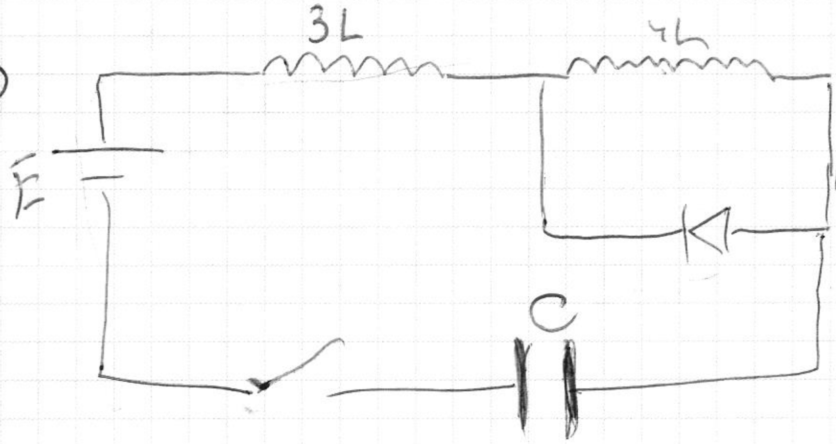
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4



П.к:

$\cancel{\mathcal{E} - 3LI' - 4LI' - \frac{q}{c} = 0}$ $\to T_1 = 2\pi\sqrt{7LC}$

$\mathcal{E} = 7L\ddot{q} + \frac{1}{c}q$ $\quad T_2 = 2\pi\sqrt{3LC}$

$\cancel{T = 2\pi\sqrt{7LC}}$

$\mathcal{E}q = \frac{3LI^2}{2} + \frac{4LI^2}{2} + \frac{q^2}{2c}$

$\mathcal{E}C = 7LC\ddot{q} + q$

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

$\mathcal{E} = \frac{q_m}{2C} \Rightarrow \boxed{q_m = 2C\mathcal{E}}$

$\frac{4\mathcal{E}^2C}{2} = C\mathcal{E}^2 + \frac{3LI^2}{2}$

$\mathcal{E}^2C = \frac{3}{2}LI^2$

$\mathcal{E} - 3LI' - \frac{q}{c} = 0$ $\quad \boxed{I = \mathcal{E}\sqrt{\frac{2C}{3L}}}$

$I' = 0 \quad q = \mathcal{E}C$

$4 - 1 - 2 = 1$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)

$$\frac{mv_1^2}{2} = Q + \frac{mv_2^2}{2}$$

$$\boxed{\frac{2Q}{m} = (v_1 - v_2)(v_1 + v_2)}$$

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

$m v_1 = \cancel{m v (+ 1)}$

$\downarrow v_1 \cdot \cos\alpha + u$ $\qquad$ $\uparrow v_2 \cdot \cos\beta - u$

$v_1 \cdot \cos\alpha$ $\qquad$ $\cancel{v_2 \cdot \cos\beta}\; -2u$

$$\boxed{\alpha(v_1 \cdot \cos\alpha + 2u) = v_2 \cdot \cos\beta}$$

$$v_2 = \frac{\alpha((v_1 \cdot \cos\alpha + 2u)}{\cos\beta}$$

$$u = \left(\frac{v_2 \cdot \cos\beta}{2 \cdot \alpha} - \frac{1}{2} v_1 \cdot \cos\alpha\right)$$

$v_1 \cdot \sin\alpha$ $\qquad$ $\alpha(v_2 \cos\beta - u)$

$v_1 \cos\alpha + u$ $\qquad$ $v_2 \cdot \sin\beta$

$$\cancel{(v_1 + 2v_1 \cos\alpha \cdot u) = \frac{2Q}{m} + v_2 - 2v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} u \cdot \cos\beta}$$

$$\cancel{(v_1 - v_2)(v_1 + v_2)}$$

$$\cancel{v_1^2 \sin^2\alpha} + v_1^2 \cos^2\alpha = \frac{2Q}{m} + (\alpha(v_1 \cos\alpha + 2u))^2 + \cancel{v_2^2 \sin^2\alpha}$$

$$\cancel{\alpha = \frac{\sqrt{v_1^2 \cos^2\alpha - (v_1 - v_2)(v_1 + v_2)}}{v_1 \cos\alpha + 2u}}$$

$8{,}31 : 7 = 1{,}187$

-7, 13, -61, -56, 50

1500

$\times 1{,}187$, 1500, 583500, 1187, $\boxed{1770{,}500}$

$\frac{1}{2} \cdot \frac{5R}{2} \cdot \frac{6}{7} \cdot \cancel{1000}\ 50$

$\frac{1500 R}{7}$

$70 : 11 = 0{,}636$

-66, 40, 33, 70, 66, 40

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

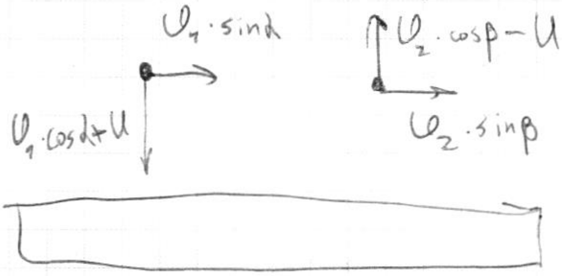
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1. · В ИСО:



$\upsilon_1 \cdot \sin\alpha = \upsilon_2 \cdot \sin\beta \Rightarrow \boxed{\upsilon_2 = \upsilon_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}}$

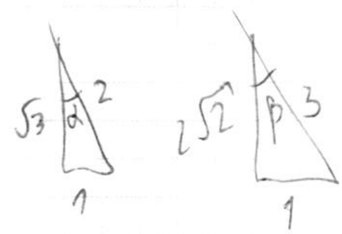
$\upsilon_1 \cdot \cos\alpha + u = \upsilon_2 \cos\beta - u$

$u = \frac{\upsilon_2 \cos\beta - \upsilon_1 \cdot \cos\alpha}{2} = \frac{\upsilon_1 \cdot \sin\alpha}{2} (ctg\beta - \cos\alpha) =$

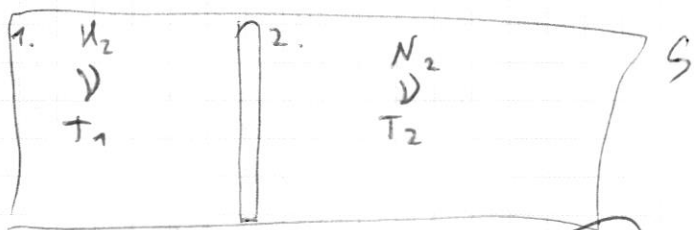
$\underbrace{\frac{\upsilon_1 \cdot \sin\alpha}{2}}_{12 \cdot \frac{1}{2}} (\underbrace{ctg\beta}_{2\sqrt{2}} - \underbrace{ctg\,\alpha}_{\sqrt{3}}) =$

$t_1 = \frac{2R}{u}$

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



2



$C_V = \frac{5}{2}R$ $\cancel{\ }\cdot\frac{1}{\cancel{2}}\cdot 3$ 6

$\frac{V_1}{V_2} = ?$ 2,2

$\Delta Q = ?$

1. $\begin{cases} p \cdot V_1 = \nu R T_1 \\ p \cdot V_2 = \nu R T_2 \end{cases} \Rightarrow \boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}}$

2,2
$-4{,}4 \,/\, 9$
$36 \quad 0{,}488$
-80
72
8

2. ЗСЭ:

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

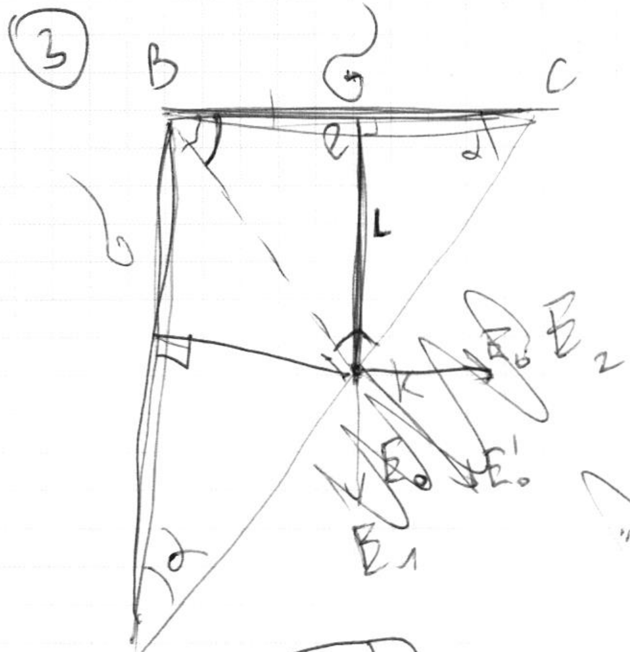
$\Delta Q = \Delta U = \cancel{\ } \frac{i}{2}\nu R (T_0 - T_1) = \frac{i}{2}\nu R \left(\frac{T_1 - T_1}{2}\right) =$

$= \boxed{\frac{i}{4}\nu R (T_1 - T_2)}$

$0{,}96 \cdot 2{,}2$

$+\,2{,}2$
$0{,}96$
$2{,}32$

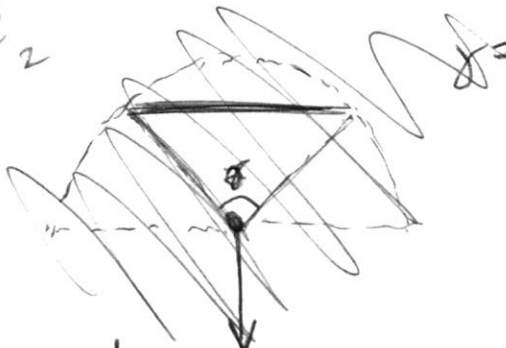
(3)

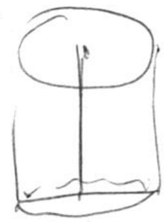


$E_0 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$E_0' = \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2 + \left(\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\right)^2}$ ⇒ $\frac{\lambda l}{\varepsilon_0} = 2\pi r l \cdot E$

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





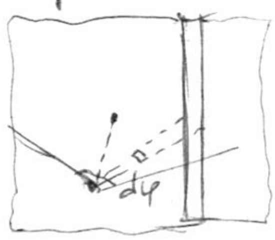
$\boxed{\frac{d\varphi \cdot R\sigma}{\cos\varphi \cdot l}}$

$\frac{\sigma}{l} = \lambda$

$dE = \frac{\lambda \cdot d\varphi}{2\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{\cos\varphi}{L}$

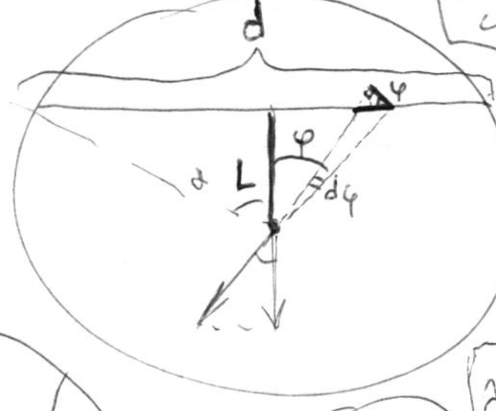
$\lambda(\varphi) = \frac{d\varphi \cdot L}{\cos^2\varphi} \cdot \frac{\sigma}{l} = \frac{d\varphi \cdot \sigma}{\cos^2\varphi \cdot 2}$

$d\varphi \cdot \frac{L}{\cos\varphi} \cdot \cos\varphi = \boxed{d\varphi \cdot L}$



$dE = \frac{\lambda(\varphi) \cdot \cos\varphi \cdot 2}{2\pi\varepsilon_0 \cdot l} = \frac{d\varphi \cdot \sigma}{\cos\varphi \cdot l} \cdot \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}$

$\boxed{\frac{d\varphi \cdot L}{\cos^2\varphi}}$



$E = \int_{-\alpha}^{\alpha} \frac{d\varphi}{\cos\varphi}$

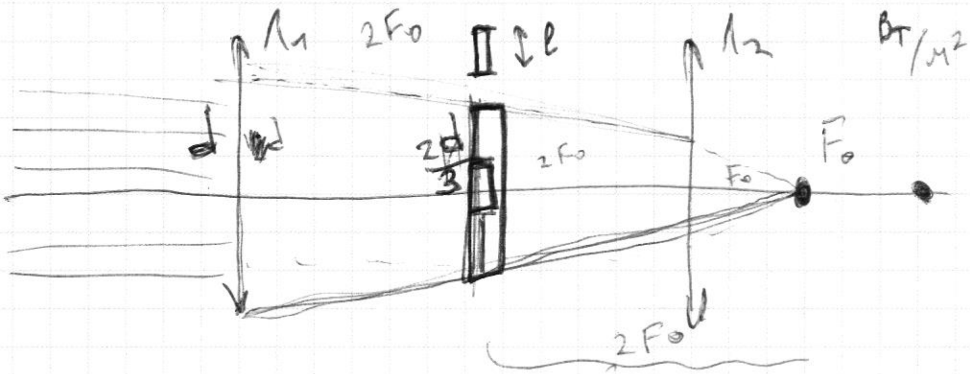
$\boxed{\lambda(\varphi) = \frac{d\varphi \cdot L}{\cos^2\varphi} \cdot \frac{\sigma}{d}}$

$dE = \frac{\lambda}{2\pi R \varepsilon_0} \cdot \cos\varphi = d\varphi \cdot \frac{\sigma}{l\, 2\pi\varepsilon_0}$

$\boxed{E = \frac{\sigma\alpha}{\pi l \varepsilon_0}}$ ⇒ $E_1 = E_2$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__
(Поставьте галочку в нужном поле) (Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Вт/м²

$I = [\text{Дж}/\text{м}^2]$

$P = I_0 \cdot S$

1. $\boxed{R = \frac{F_0}{2}}$

$$-\frac{1}{F_0} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_0} \Rightarrow f = \frac{F_0}{2}$$

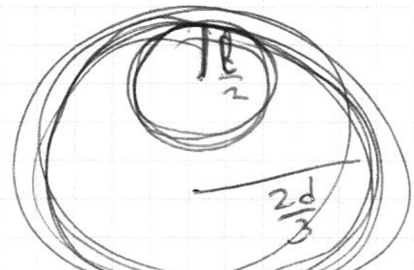
$l = \tau_0 V$

$\frac{4D}{3} = (t_1 - \tau_0) V$

$\boxed{K = \frac{4D}{3}}$

$P_1 = 1$

$P_2 = \frac{5}{9}$



16 · 5

$$V = \frac{l}{\tau_0} = \boxed{\frac{4\sqrt{5}d}{9\tau_0}}$$

$$\frac{\pi\left(\frac{l}{2}\right)^2}{\pi\left(\frac{2d}{3}\right)^2} = \frac{5}{9} \qquad \frac{\left(\frac{l}{2}\right)^2}{\frac{4d^2}{9}} = \frac{5}{9}$$

$$t_1 = \frac{4D}{3V} + \tau_0 =$$

$$\frac{l^2 \cdot 9}{4 \cdot 4d^2} = \frac{5}{9}$$

$\frac{16d}{9}$ $\frac{l}{4}$ $l = \sqrt{\frac{80}{81}}d$

16.

$$= \frac{3\tau_0}{\sqrt{5}} + \tau_0 = \left(\frac{3\sqrt{5}+5}{5}\right)\tau_0 \qquad l = \sqrt{\frac{80d^2}{81}} = \boxed{\frac{4}{9}d\sqrt{5}}$$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$\alpha(2u + \cos\alpha\, v_1) = \left(v_1 \cdot \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} \cdot \cos\beta\right)$

$u \uparrow \quad v \downarrow \quad \uparrow \alpha v$

$\frac{mv^2}{2} = Q + \frac{\alpha^2 v^2 m}{2}$

$\frac{2Q}{m} = \boxed{(1-\alpha^2)v^2}$

$\frac{mv_1^2}{2} = Q + \frac{m(v_2^2 + \ldots)}{2} = \frac{2Q}{m} = \ldots$

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

$\cancel{\frac{m(v_1\cos\alpha)^2}{2} = Q +}$

B ИСО:

$\uparrow u$

$(v+u)\downarrow \qquad \uparrow k(v+u)$

$\frac{m(v+u)^2}{2} = Q + \frac{m\alpha^2()}{2}$

$\frac{2Q}{m} = (1-\alpha^2)(v_1+u)^2$

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

$\boxed{v_1^2 - v_2^2} = (1-\alpha^2)(v_1+u)^2$

$\frac{v_1^2 - v_2^2}{(v_1+u)^2} = 1-\alpha^2$

$\alpha = \sqrt{1 - \frac{v_1^2 - v_2^2}{(v_1+u)^2}} = \sqrt{\frac{u^2 + 2v_1 u - v_2^2}{(v_1+u)^2}}$

$\alpha^2(2u + \cos\alpha\, v_1) = v_1(\ldots)$

$\frac{9}{25} + \frac{9}{100}$

$\frac{75}{100} =$

$= \frac{9}{20} = \frac{9}{4}\cdot\frac{1}{5} =$

$2{,}3 \times 2{,}3$: 69, 46, 5,29

$2{,}2 \times 2{,}2$: 44, 44, $\boxed{4{,}84}$

$\approx 2{,}2$

6,6

☑ 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

$12\,м/c$ $\quad 10\,м/c$

$\sqrt{3}$, 2, α, 1

$3\sqrt{2}$, 3

$12\sqrt{2} - 6\sqrt{3}$

$U_1 \cos 2 = \boxed{6\sqrt{3}}$

$U_2 \cdot \cos\beta = 18 \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3} = \boxed{12\sqrt{2}}$

$\alpha(U_{1y} + 2U) = U_{2y}$

$\frac{(U_1+u)^2}{2} = \frac{Q}{m} + \frac{(U_2-u)^2}{2}$

$E_{k1} = Q + \alpha E_{k2}$

$\frac{mU_1(2-1)}{2} = \boxed{Q}$

αU_1

Пусть при ударе

$\alpha(U_1 \cos\alpha + 2U) = U_2 \cos\beta$

$U = \frac{U_2 \cos\beta}{2\alpha} - \frac{U_1 \cos\alpha}{2}$

$1: \; U = \frac{1}{2}(U_2 \cos\beta - U_1 \cos\alpha)$

$0: \; U = \infty$, но $U_2 \cos\alpha$

$y = U$ $\quad (U_1+2U)\alpha = x$ $\quad u$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)