Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

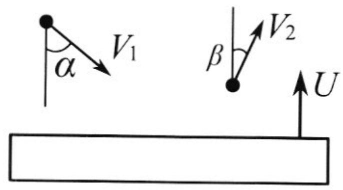
Класс 11

Вариант 11-01

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость $V_1 = 8$ м/с, направленную под углом $\alpha\left(\sin\alpha = \frac{3}{4}\right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta\left(\sin\beta = \frac{1}{2}\right)$ 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.

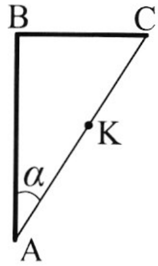
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится азот, во втором – кислород, каждый газ в количестве $\nu = 3/7$ моль. Начальная температура азота $T_1 = 300$ К, а кислорода $T_2 = 500$ 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 азота и кислорода.

2) Найти установившуюся температуру в сосуде.

3) Какое количество теплоты передал кислород азоту?

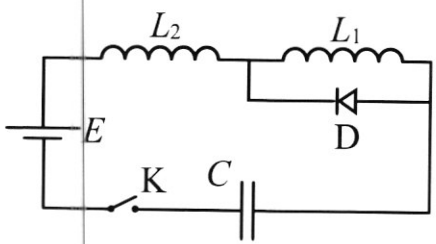
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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 $\sigma_1 = 2\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/7$. 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 $L_1 = 2L$, $L_2 = L$, 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.

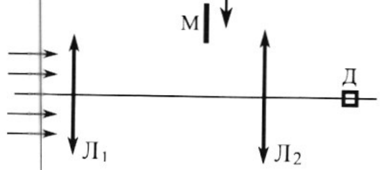


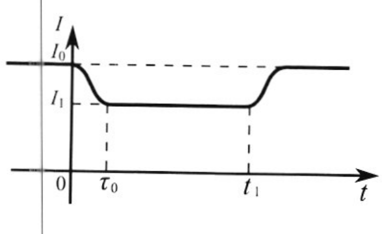
1) Найти период T этих колебаний.

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 фокусным расстоянием F_0 у каждой. Расстояние между линзами $3F_0$. 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 $2F_0$ от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 3I_0/4$.





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

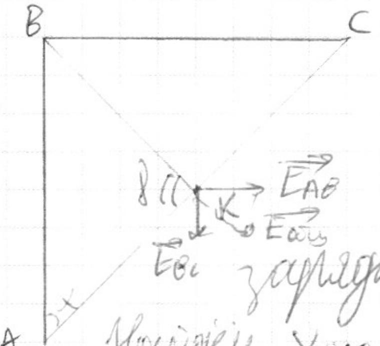
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

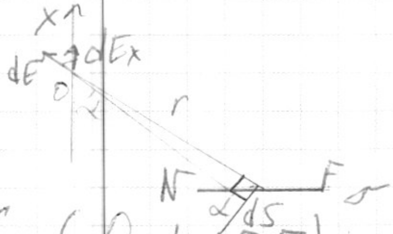
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3\. 1).



$\alpha = \frac{\pi}{4}$; σ — пусть σ — пов. плот. заряда

Рассмотрим участок плоскости, заряженный пов. плотностью заряда σ.



Найдём X-составляющую напряжённости электростатического поля от площади dS ($Ox \perp NF$):

$dE_x = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0}\frac{dS\cos\alpha}{r^2}$, где r — расстояние от т. O до выбранного кусочка. Тогда $\frac{dS\cos\alpha}{r^2} = d\Omega$ — угол ~~в~~ в стерадианах, под которым ~~видна~~ виден кусочек (телесный угол). Получаем формулу $\boxed{dE_x = \frac{\sigma\, d\Omega}{4\pi\varepsilon_0}}$ (1)

Т.К в обеих задачах лежит точно на серединном ⊥ к плоскости, а значит в силу симметрии есть только ⊥ составляющая напряжённости. Найдём, под каким телесным углом видна плоскость т.K:

бесконечная плоскость видна под углом ~~2π~~ 2π стерад. Но у нас не бесконечная плоскость, а только её часть.

AB ~~она~~ плоскость видна под меньшим углом δ (на рис.), тогда будет видна под углом $\boxed{\Omega = 2\pi\frac{\delta}{\pi}} = 2\delta$;

△ABK — равнобед., значит ∠BKA = 90° = $\frac{\pi}{2}$;

∠BAK = 45°

Тогда согласно (1) $E_{AB} = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\pi$;

∠BKC = π − ∠AKB = $\frac{\pi}{2}$, $E_{BC} = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\pi$;

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

1.

1) Так как плита гладкая то в момент соударения силы трения не действуют на шарик. Тогда горизонтальная составляющая скорости должна сохраниться:

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

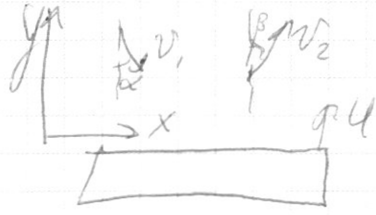
$v_1 \frac{3}{4} = \frac{1}{2} \cdot v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{3}{2} v_1$; $v_2 = \frac{3}{2} \cdot 8 \frac{м}{с} = 12 \frac{м}{с}$ - ответ

2) Перейдем в ИСО связанную с плитой.

$\sin\alpha = \frac{3}{4} \Rightarrow \cos\alpha = \sqrt{1 - \frac{9}{16}} = \frac{\sqrt{16-9}}{4} = \frac{\sqrt{7}}{4}$.

$\sin\beta = \frac{1}{2} \Rightarrow \cos\beta = \sqrt{1 - \frac{1}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$;

В этой ИСО плита не будет двигаться. Штрихами будем помечать скорости в этой ИСО.



$v_1 \cdot \cos\alpha + u = -v'_{1y}$;

$v_1 \sin\alpha = v'_{1x}$;

$v_2 \cos\beta - u = v'_{2y}$

$v_2 \sin\beta = v'_{2x}$.

ЗСИ: Oy: В этой ИСО соударение

~~$m(-v_1 \cos\alpha - u) + m(v_2 \cos\beta - u) = 0$~~

происходит упруго: y-составляющая скорости сохраняется.

$v_2 \cos\beta - u = v_1 \cos\alpha + u$

$2u = 12 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 8 \cdot \frac{\sqrt{7}}{4} \frac{м}{с}$

$u = 3\sqrt{3} - 2\sqrt{7} \frac{м}{с}$ - ответ

2.

N_2	O_2
① $T_1 = 300$ K	② $T_2 = 500$ K

$\nu = \frac{3}{7}$ моль

$C_v = \frac{5R}{2} \Rightarrow i = 5$, кол-во степеней свободы.

1) Пусть нач. давл. p_0, тогда уравнения Менделеева-Клапейрона:

$p_0 V_1 = \nu R T_1$

$p_0 V_2 = \nu R T_2$

Давления равны – усл. равновесия.

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$; $\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{5}$ – ответ;

2) ЗСЭ для всего сосуда:

$A = 0$, т.к. $A_1 = -A_2$, $Q = 0$ – сосуд теплоизолирован.

$\frac{5}{2}\nu R(T - T_1) = \frac{5}{2}\nu R(T_2 - T) \quad | : \frac{5}{2}\nu R$

$T - T_1 = T_2 - T$

$2T = T_1 + T_2 \Rightarrow$ ~~T~~ $T = \frac{T_1 + T_2}{2}$; $T = 400$ K – ответ

3) ЗСЭ: энергия в начале у нашей системы должна быть равна конечной энергии:

$\frac{5}{2}\nu R T_1 + \frac{5}{2}\nu R T_2 = \frac{5}{2}\nu R T + \frac{5}{2}\nu R T$ $\quad \frac{5}{2}p_0 V_1 + \frac{5}{2}p_0 V_2 = \frac{5}{2}p V_1' + \frac{5}{2}p V_2'$,

V_1' и V_2' – ~~давл~~ объёмы после установления равновесия, p – давления после установл. равновес., очевидно для обеих газов равны (равновесие)

$\frac{5}{2}p_0(V_1 + V_2) = \frac{5}{2}p(V_1' + V_2')$ $\quad V_1 + V_2 = V_1' + V_2'$;

$p_0 = p$, а значит процесс с газами происходит изобарный. $C_p = \frac{i+2}{2} = \frac{7}{2}$;

~~Тогда $Q =$~~

Тогда $Q = C_p \nu R(T - T_1)$

$Q = \frac{7}{2} \cdot \frac{3}{7}$ моль $\cdot 100$ K $= 150$ Дж – ответ

Теплота, отданная ~~к~~ азоту, равна теплоте, которую получил азот.

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

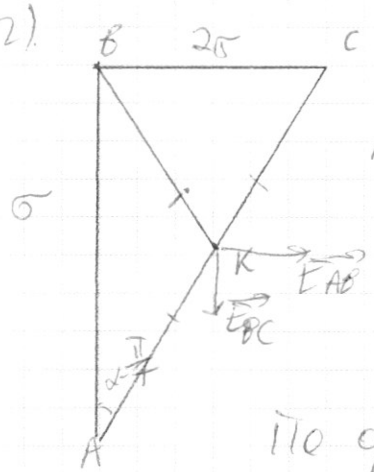
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Из рис. $|\vec{E}_{AB} + \vec{E}_{BC}| = |\vec{E}_{общ}| = E_{AB}\sqrt{2}$;

$E_{общ} = \frac{\sigma \pi}{4\pi\varepsilon_0}\sqrt{2}$;

$\frac{E_{общ}}{E_{AB}} = \sqrt{2}$ – ответ

2)



Проведём BK. По свойству медианы, проведённой из в прямого угла прямоуг. треуг., $BK = AK = CK$

Тогда $\angle BKA = \pi - 2\cdot\frac{\pi}{7} = \frac{7\pi - 2\pi}{7} = \frac{5\pi}{7}$;

$\angle BKC = \frac{2\pi}{7}$ ($\angle ABK = \angle KAB$)

По формуле (1): $E_{AB} = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0}\cdot 2\cdot\frac{5\pi}{7} = \frac{\sigma\cdot 10}{28\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\frac{5}{14}$;

$E_{BC} = \frac{2\sigma}{4\pi\varepsilon_0}\cdot 2\cdot\frac{2\pi}{7} = \frac{2\sigma}{7\varepsilon_0}$;

$E_{BC}^2 + E_{AB}^2 = E_{0_2}^2$; $\frac{4\sigma^2}{49\varepsilon_0^2} + \frac{\sigma^2}{\varepsilon_0^2}\cancel{100}\frac{25}{196} = \frac{\sigma^2}{\varepsilon_0^2}\cdot\frac{41}{196}$,

напряж. в т.K.

$E_{02} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\frac{\sqrt{41}}{14}$ – ответ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

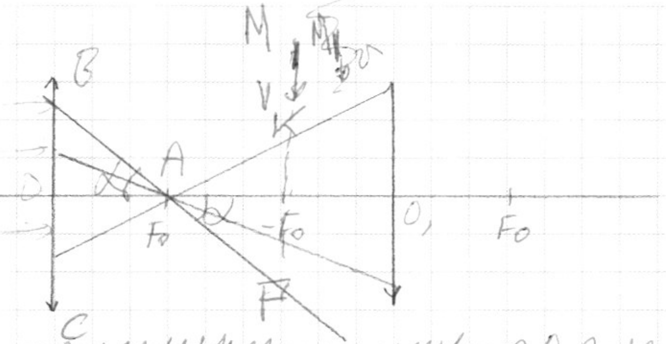
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5.



1) Параллельные лучи после прохождения первой линзы все собираются в её фокусе — в точке A

Тогда точка A для второй линзы — источник.

Формула тонкой линзы: $\frac{1}{F_0} = \frac{1}{2F_0} + \frac{1}{S}$;

$\frac{1}{S} = \frac{1}{2F_0} \Rightarrow \boxed{S = 2F_0}$ — ответ; расстояние до второй линзы

2) Время, за которое мишень полностью зайдет в пучок, то есть максимально изменит амплитуду — время зайдет τ_0

Найдем d — диаметр мишени

$\boxed{IS = kI_1}$ — из условия это справедливое соотношение. I — интенсивность света, S — площадь пучка. k — коэффициент пропорц.

Когда мишень полностью зашла:

$I \cdot \left(\pi \frac{D^2}{4} - \pi \frac{d^2}{4}\right) = k \frac{3}{4} I_0$; (1)

когда её нет: $I \cdot \frac{\pi D^2}{4} = kI_0$ (2)

☐ 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

(1) : (2) :

$$\frac{D^2 - d^2}{D^2} = \frac{3}{4}$$

$$D^2 - d^2 = \frac{3}{4} D^2$$

$$d^2 = \frac{D^2}{4} => d = \frac{D}{2};$$

Тогда $V\tau_0 = \frac{D}{2} = d$

$V = \frac{D}{2\tau_0}$ - ответ;

3). Рис. :

Из подобия $\triangle ABC \sim \triangle AKF$ следует, что KF, то есть в диаметр сечения пучка, через который пролетает мешень, равен D : $\angle BAO = \angle O, AF$; BF - секущая

Тогда: $\cancel{t_1 - \tau_0 - V}$ $D = V\cancel{(t_1 - \tau_0)}$; $D = Vt_1$

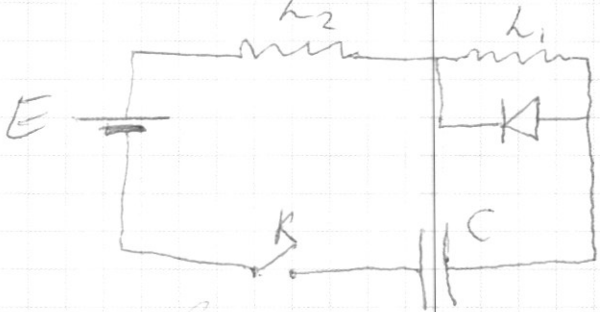
$t_1 = \frac{D}{V}$, $t_1 = \frac{D\,2\tau_0}{D}$; $t_1 = 2\tau_0$ - ответ

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4.



$L_1 = 2L$
$L_2 = L$
C.

1) Закон Кирхгофа для внешнего контура:

$$E = L_2 \frac{dI_2}{dt} + 2L_1 \frac{dI_1}{dt} + U_c;$$

В ту часть периода когда ток идёт по часовой стрелке, то есть заряжается конденсатор, ток в нём, значит $I_2 = I_1$

$$E = 3L \frac{dI}{dt} + \frac{q}{C}; \quad \left(\frac{q}{C} - E\right) + 3L \frac{d^2 q}{dt^2} = 0;$$

$$\frac{d^2 q}{dt^2} = \frac{d^2\left(\frac{q}{C} - E\right) \cdot C}{dt^2}; \quad \left(\frac{q}{C} - E\right) + 3LC \frac{d^2\left(\frac{q}{C} - E\right)}{dt^2} = 0;$$

$$\frac{q}{C} - E = -E\cos\left(\frac{1}{\sqrt{3LC}}t\right);$$ период таких колебаний $T_1 = 2\pi\sqrt{3LC}$; Равно его половину (так как $I(t)$ будет описываться синусом, то когда $\omega t > \pi$ I будет < 0) ток будет течь по часовой.

2) Когда конденсатор будет разряжаться, то есть ток будет течь против часовой стрелки, ток будет течь через диод, минуя L_1.

Равно половину периода T_2 будет также по уже ~~озвученное~~ закономерности выше упомянуто.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$T_2 = 2\pi\sqrt{LC}$,

Тогда $T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2}$; $T = \pi\sqrt{3LC} + \pi\sqrt{LC} = \pi\sqrt{LC}(1+\sqrt{3})$

2) Запишем ур-ние колебания, когда ток течёт против часовой:

$\cancel{\frac{q}{C}}$ $E = \frac{q}{C} + L\frac{dI_2}{dt}$;

$0 = \frac{q}{C} - E + L\frac{d^2 q}{dt^2}$

$0 = \frac{q}{C} - E + LC\frac{d^2\left(\frac{q}{C} - E\right)}{dt^2}$; $\frac{q}{C} - E = -E\cos\left(\frac{1}{\sqrt{LC}}t\right)$

обозначение направ. против ч.с.

$q = E - CE\cos\left(\frac{t}{\sqrt{LC}}\right)$;

$\left(\frac{dq}{dt}\right)_{max} = -\frac{CE}{\sqrt{LC}}$ - для тока против час.

по часовой: $\left(\frac{dq}{dt}\right)_{max} = -\frac{CE}{\sqrt{3LC}}$ обознач. направ. тока по час.

$\cancel{At}$ Максимальный ток, текущий по часовой стрелке равен I_{M1}, потому что через L_1 только он и течёт:

$\boxed{|I_{M1}| = \frac{CE}{\sqrt{3LC}}}$ - ответ

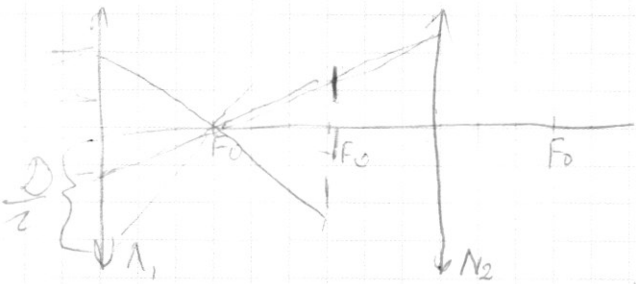
Через L_2 ток течёт весь период. Выбираем G, т.к. $\cancel{q}$ у C есть делитель $\sqrt{3}$

$\boxed{|I_{M2}| = \frac{CE}{\sqrt{LC}}}$ - ответ

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

5 F_0 ; $3F_0$; D



1) $\frac{1}{?F_0} = \frac{1}{2F_0} + \frac{1}{f} => \frac{1}{f} = \frac{1}{F_0} - \frac{1}{2F_0}$;

$\frac{1}{f} = \frac{F_0}{2F_0^2} = F_0 \frac{1}{2F_0}$;

$f = 2F_0$;

2) $\frac{D}{2\cancel{D}} =$

$I = \frac{dW}{dS\,dt}$;

$P = I \cdot \pi R^2 \cdot t$

$kI\pi \frac{D^2}{4} = I_0$ (1) $\frac{3}{4}I_0 = kI\left(\pi\frac{D^2}{4} - \pi R^2\right)$ (2)

(2):(1): $\frac{3}{4} = \frac{\pi\frac{D^2}{4} - \pi R^2}{\pi\frac{D^2}{4}} = \frac{3}{4} =$

$\frac{3}{4} \cdot \frac{D^2}{4} = \frac{D^2}{4} - \frac{d^2}{4}$;

$\frac{d^2}{4} = \frac{D^2}{4} \cdot \frac{1}{4}$; $d^2 = \frac{D^2}{4}$; $d = \frac{D}{2}$;

$\tau_0 V = d = \frac{D}{2} => V = \frac{D}{2\tau_0}$;

$D = V t_1 => t_1 = \frac{D\,2\tau_0}{D} => t_1 = 2\tau_0$;

☒ 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

$E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$; → степени

$E_2 = \frac{\sigma\sqrt{2}}{2\varepsilon_0\sqrt{2}}$

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

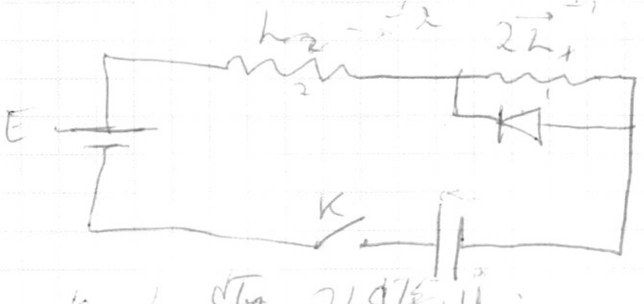
2) $\sigma_1 = 2\sigma$; $\sigma_2 = \sigma$;

$dE = \frac{\sigma\, dS \cos\alpha}{4\pi\varepsilon_0 x^2} = \frac{\sigma\, d\Omega}{4\pi\varepsilon_0}$.

$\frac{4\pi R^2}{R^2} = 4\pi$;

$\frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0}\pi = E_1$; $E_1 = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0}$;

4.



$L_2 = L$; $L_1 = 2L$

$E = L\frac{dI_2}{dt} + 2L\frac{dI_1}{dt} + U_C$;

2) $E = +L\frac{dI_2}{dt} + U_C$;

$I = I_1 + I_2$

$E = 3L\frac{dq}{dt} + \frac{q}{C}$

$T = \pi\sqrt{3LC} + \pi\sqrt{LC} = \pi\sqrt{LC}(\sqrt{3}+1)$

$U_C + L\frac{dI}{dt} = 0$;

$\frac{q}{C} + L\frac{dI}{dt} = 0$

$\frac{q}{C} + L\frac{d^2q}{dt^2} = 0$

$\frac{1}{LC}q + \frac{d^2q}{dt^2} = 0$

$q = q_0\cos(\omega t)$;

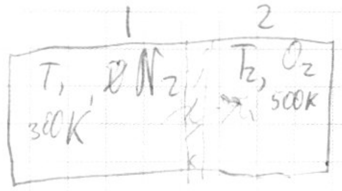
$I = q_0\sin(\omega t)$;

2)

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

2.



$\nu = \frac{3}{7}$ моль

N_2; O_2

$T_1 = 300K$; $T_2 = 500K$

$C_V = \frac{5}{2}R$;

$dQ = \frac{i}{2}\nu R\,dT$

$C = \frac{i}{2}$; $i=5$;

$p_1V_1 = \nu R T_1$;

1) $pV_2 = \nu R T_2$;

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$; (1)

2) $p_2 V_1' = \nu R T$;

$p_2 V_2' = \nu R T$;

$\frac{V_1'}{V_2'} = 1$;

pV

$p_2 = \nu R T$

$C_1 = C_2$; $T = \frac{p_2 V_2}{2\nu R}$;

$\frac{pV_1}{T_1} = \frac{p_2 V_1'}{T}$ (2)

$\frac{pV_2}{T_2} = \frac{p_2 V_2'}{T}$;

$p = \frac{p_2 V_2'}{T}\frac{T_2}{V_2}$

$\frac{p_2 V_2'}{T}\frac{T_2}{V_2}\frac{V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_1'}{T}$

$p = \frac{\nu R T_1}{V_1}$;

(2) $\frac{pV_1}{T_1} = \frac{p_2 V_1'}{T}$

~~$\nu R T$~~ ~~$\nu R =$~~ p

~~$dQ = -p\,dV + \nu R\,dT$; $= C_2\,dT$~~

~~$dQ = p\,dV$;~~ $dQ = p\,dV + \nu R\,dT = C_1\,dT$;

$c_2\,dT = -C_1\,dT$;

$c_2 = -C_1$;

ЗСЭ: $\frac{5}{2}\nu R(T_2 - T) = \frac{5}{2}\nu R(T - T_1)$,

$T_2 - T = T - T_1$

$T = \frac{T_2 + T_1}{2}$; $T = 400K$;

3) $Q_1 = -Q_2$; $Q_1 = \frac{5}{2}\nu R(T - T_1) + A$;

$Q_2 = -\frac{5}{2}\nu R(T_2 - T) - A$; $Q_2 = -Q_1$;

$A = -\frac{5}{2}\nu R(T_2 - T) - Q$;

☒ 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

$u, v_1 = 8\frac{м}{с}$

$\sin\alpha = \frac{3}{4}$

$v_2; \sin\beta = \frac{1}{2}$

$v_2 - ?$

$v - ?$

$\sin\alpha = \frac{3}{4}$

$\cos\alpha = \sqrt{1-\frac{9}{16}} = \frac{\sqrt{7}}{4}$

$\sin\beta = \frac{1}{2}$

$\cos\beta = \sqrt{1-\frac{1}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$

1) в СО плиты.

$v_1 \cos\alpha + u = v_{1y}$

$v_1 \sin\alpha = v_x$

2) $v_2 \cos\beta - u = v_{2y}$

$v_2 \sin\beta = v_{2x}$

ЗСИ:

$m(v_1 \cos\alpha + u)$.

$v_2 \sin\beta = v_1 \sin\alpha$, ?

$v_2 = v_1 \frac{3}{4} \cdot 2 = \frac{3}{2} v_1; \quad v_2^2 = \frac{9}{4} v_1^2;$

$N\Delta t = p_2 - p_1;$

$(v_2 \cos\beta - u)^2 + (v_2 \sin\beta)^2 = \frac{9}{4}\left(v_1^2 \sin^2\alpha + (v_1 \cos\alpha + u)^2\right)$

$v_2^2 \frac{3}{4} + u^2 - 2u v_2 \frac{\sqrt{3}}{2} + v_2^2 \frac{1}{4} =$

$= \frac{9}{4} v_1^2 \cdot \frac{9}{16} + \frac{9}{4}\left(v_1^2 \frac{7}{16} + u^2 + 2v_1 u \frac{\sqrt{7}}{4}\right),$

$v_2^2 \frac{3}{4} + u^2 - 2u v_2 \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{v_2^2}{4} = \frac{9}{4} v_1^2 \cdot \frac{9}{16} + \frac{9}{4} \cdot \frac{7}{16} v_1^2 + \frac{9}{4} u^2 +$

$+ \frac{9}{4} \cdot \frac{\sqrt{7}}{2} v_1 u$

$\frac{9}{4} \cdot \frac{3}{4} v_1^2 + u^2 - 2u \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{3}{4} v_1 + \frac{9}{4} \frac{v_1^2}{4} = \frac{9}{4} v_1^2 \cdot \frac{9}{16} + \frac{9}{4} \cdot \frac{7}{16} v_1^2 + \frac{9}{4} u^2 +$

$+ \frac{9}{8} \sqrt{7} v_1 u,$

$\frac{9 \cdot 3}{4 \cdot 4} \cdot 64 + u^2 - u \frac{3\sqrt{3}}{4} 8 + \frac{9}{4 \cdot 4} \cdot 64 = \frac{9}{4} \cdot \frac{9}{16} \cdot 64 + \frac{9}{4} \cdot \frac{7}{4 \cdot 4} 64 + \frac{9}{4} u^2 +$

$+ \frac{9}{8} \sqrt{7} \, 8 u$

☑ 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

$9\cdot3\cdot4+u^2-6u\sqrt3+36=81+63+\frac94u^2+9\sqrt7u$

$108+36-81-63=0$

$u^2(1-\frac94)-6u\sqrt3-9\sqrt7u=0$

$u=0$ или

$-\frac54u^2-u(6\sqrt3+9\sqrt7)=0$

$-\frac54u=6\sqrt3+9\sqrt7$

$u=$

$\frac{\sigma}{2\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{5\pi}{7}$ и $\frac{\sigma}{2\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{2\pi}{7}$

$\frac{41}{49\cdot4}$ $\quad \frac{16}{49}+\frac{25}{49\cdot4}$

$(v_1\cos\alpha+u)^2+(v_1\sin\alpha)^2=(v_2\cos\beta-u)^2+v_2^2\sin^2\beta$

$64\cdot\frac{7}{16}+u^2+2u\cdot8\cdot\frac{\sqrt7}{4}+\frac{9}{16}\cdot64=144\cdot\frac{1}{4}$
$+u^2-2u\cdot12\cdot\frac{\sqrt3}{2}+144\cdot\frac34$

$28+u^2+4u\sqrt7+36=36+u^2-12u\sqrt3+36\cdot3$

$u^2-u(12\sqrt3+4\sqrt7)=28-36\cdot3$

$14-18\cdot3=-u(6\sqrt3+2\sqrt7)$

$7-9\cdot3=-u(3\sqrt3+\sqrt7)$

$20=u(3\sqrt3+\sqrt7)$

$2u=-8\cdot\frac{\sqrt7}{4}+\frac{\sqrt3}{2}\cdot12$

$2u=6\sqrt3-2\sqrt7$

$3\cdot1{,}7-2\cdot2{,}6$

$5{,}1-5{,}2$

$25\times25=625$ $\quad 27\times27=729$ $\quad 26\times26=676$

$\sqrt{a}t=v_2\cos\beta-v_1\cos\alpha=$
$=v_2\cos\beta-u-(v_1\cos\alpha+u)$

$\cancel{v_2\cos\beta}\cdot v_2\frac{\sqrt3}{2}$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

3.

$A =$

$p_1 V_1' = \nu R T;$

$p_1(V_1) = \frac{\nu R T}{V_1'};$

$Q_1 = A + \frac{5}{2}\nu R \overset{\Delta T}{(\cancel{T_2 - T}\ T - T_2)};$

$Q_1 = A + \frac{5}{2}\nu R \Delta T;$

$pV = \nu R T$

$p = \frac{\nu R T}{V};$

$\int p\, dV;$

$\Delta T_1 = \Delta T_2;$

$p_0 V_2 = \nu R T_2;$

$\cancel{A = p \frac{T_1}{T_2} \Delta T}$

$p_2 = \frac{\nu R T_2}{V_2'};$

$\cancel{dA = \frac{\nu R T_2}{V_2'}}$

$p_0 V_1 = \nu R T_1; \quad p_0 V_2 = \nu R T_2;$

$V_1 + V_2 = V$

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

$V_2 \left(1 + \frac{T_1}{T_2}\right) = V$

$V_2 = \frac{V T_2}{T_1 + T_2};$

$p V_1' = \nu R T; \quad p V_2' = \nu R T;$

$p_0 \frac{V \cancel{T_2}}{T_1 + T_2} = \nu R \cancel{T_2}; \quad p_0 V = R\nu(T_1 + T_2);$

$p \frac{V}{2} = \nu R T$

$p = \frac{2\nu R T}{V} = \frac{2\nu R}{V} \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{\nu R (T_1 + T_2)}{V \cancel{2}};$

$p_0 V_2 = \nu R T_2; \quad p V_2' = \nu R T; \quad p = p_0$

$p_0 V_2 = \nu R T_2;$

$p V_2' = \nu R T;$

☒ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

$p_0 V_1 = \nu R T_1;$ $\quad \cancel{I}$ $\quad T_1' - T_1 = T_2 - T_2'$

$p_{\cancel{*}} V_1' = \nu R T_1';$

$p = \frac{\nu R T_1'}{V_1'} = \frac{\nu R (T_2 - T_2' + T_1)}{V - V_2'}$

$p = \frac{\nu R T_2'}{V_2'} = \frac{\nu R \cancel{T} + T_2'}{\cancel{V_1 + V_2 - V_1}\; V_2'}$

$T_2' = \frac{p V_2'}{\nu R};$

$p(V - V_2') = \nu R (T_1 + T_2 - \frac{p V_2'}{\nu R})$

$p(V - V_2') = \nu R (T_1 + T_2) - p V_2'$

$\cancel{Q} = \quad dQ_2 = p\,dV + \frac{i}{2} V dp + \frac{i}{2} p\,dV$

$\frac{q}{C} + L \frac{d^2 q}{dt^2} = 0$

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

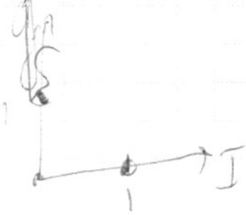
$p = \frac{\nu R (T_1' - dT_1')}{V_1' + dV_1'};$

dQ

$\cancel{dQ = p\,dV}$

$q = q_0 \sin(\omega t);$

$I = q_0 \omega \cos(\omega t)$



$0 = \cancel{\frac{5}{2} p\,dV} + \frac{5}{2} V_1 dp = -\cancel{\frac{5}{2} p\,dV} - \frac{5}{2} V_2 dp;$

$\cancel{\frac{p_1 V_1}{T_1}} =$

$dQ_1 = p\,dV + \frac{5}{2} p\,dV + \frac{5}{2} V dp;$

$dQ_2 = -dQ_1;$

$dQ_2 = \frac{5}{2} p\,dV - \frac{5}{2} p\,dV + \frac{5}{2} V dp$

$\frac{5}{2} V_1 dp_1 = -\frac{5}{2} V_2 dp_2;$

$\frac{dp_2}{dp_1} = -\frac{V_1}{V_2};$

$12 \frac{\sqrt{3}}{2}$ $\quad 4\sqrt{3}$

$8 \frac{\sqrt{7}}{4} = 2\sqrt{7}$

☒ 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

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

$v_1 \frac{3}{4} = v_2 \frac{1}{2} \Rightarrow v_2 = \frac{3}{2} v_1;$

$\frac{5}{2} p_0 V_1 + \frac{5}{2} p_0 V_2 = \frac{5}{2} p V_1' + \frac{5}{2} p V_2';$

в СО плиты!

$v_{1y} = v_1 \cos\alpha + u; \quad v_{2y} = -(v_2 \cos\beta - u);$

~~$2u + v_1 \cos\alpha = v_2 \cos\beta$~~

$dQ = p\,dV + \cancel{\frac{5}{2} V dp} + \frac{i}{2} p dV$

$dQ = \frac{i+2}{2} \nu R\, dT$

$v_2 = \frac{3}{2} v_1;$

$(v_2 \sin\beta)^2 + (v_2 \cos\beta)^2 =$

$(v_1 \cos\alpha + u)^2 + (v_1 \sin\alpha)^2 = \frac{4}{9}\left((v_2 \cos\beta - u)^2 + v_2^2 \sin^2\beta\right)$

$64 \cdot \frac{7}{16} + u^2 + 2u\, 8 \cdot \frac{\sqrt{7}}{4} + 64 \cdot \frac{9}{16} + \cancel{8} =$

$= \frac{4}{9}\left(144 \cdot \frac{1}{4} + \left(144 \cdot \frac{3}{4} + u^2 - 2u \cdot 12 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}\right)\right)$

$28 + u^2 - 4u\sqrt{7} + 36 = \frac{4}{9}\left(36 + 36 \cdot 3 + u^2 - 12u\sqrt{3}\right)$

$\frac{144}{12}\ \frac{4}{36}\ 24$

$28 + u^2 - 4u\sqrt{7} + 36 = 16 + \frac{36 \cdot 3 \cdot 4}{9} + \frac{4}{9} u^2 - \frac{4 \cdot 12}{9} u\sqrt{3};$

$28 + 36 - 16 - 16 \cdot 3$

~~64~~

$4 \cdot 2 - 5 \cdot 1{,}41$

$\frac{5}{9} u^2 + u\left(\frac{16}{3} \cancel{9}\sqrt{3} - 4\sqrt{7}\right) = 0$

$u = 0$ или

$\frac{4 \cdot 3 \cdot 4}{3 \cdot 3}$

$\frac{5}{9} u = 4\sqrt{7} - \frac{16}{3}\sqrt{3}$

$u = \left(4\sqrt{7} - \frac{16}{3}\sqrt{3}\right)\frac{9}{5}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)