Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

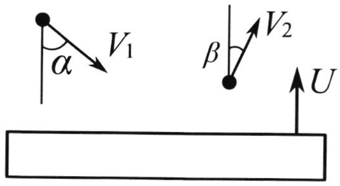
Класс 11

Вариант 11-03

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость $V_1 = 12$ м/с, направленную под углом $\alpha \left(\sin\alpha = \dfrac{1}{2} \right)$ к вертикали (см. рис.). После неупругого удара о гладкую горизонтальную поверхность плиты шарик отскакивает со скоростью V_2, составляющей угол $\beta \left(\sin\beta = \dfrac{1}{3} \right)$ с вертикалью.



1) Найти скорость V_2.

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

Действие силы тяжести за малое время удара не учитывать. Ответы допустимы через радикалы из целых чисел.

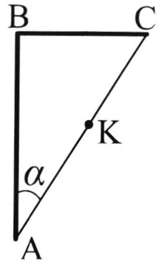
2. Цилиндрический теплоизолированный горизонтально расположенный сосуд разделен на два отсека теплопроводящим поршнем, который может перемещаться горизонтально без трения. В первом отсеке находится водород, во втором – азот, каждый газ в количестве $\nu = 6/7$ моль. Начальная температура водорода $T_1 = 350$ К, а азота $T_2 = 550$ К. Температуры газов начинают медленно выравниваться, а поршень начинает медленно двигаться. Газы считать идеальными с молярной теплоемкостью при постоянном объеме $C_V = 5R/2$. $R = 8{,}31$ Дж/(моль·К).

1) Найти отношение начальных объемов водорода и азота.

2) Найти установившуюся температуру в сосуде.

3) Какое количество теплоты передал азот водороду?

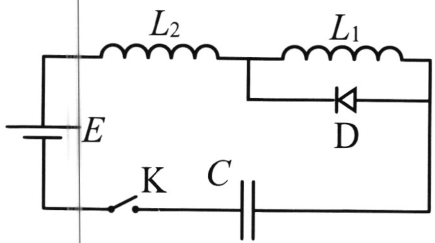
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.



1) Пластина ВС заряжена с постоянной поверхностной плотностью заряда. Угол $\alpha = \pi/4$. Во сколько раз увеличится напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС, если пластину АВ тоже зарядить с такой же поверхностной плотностью заряда?

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

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

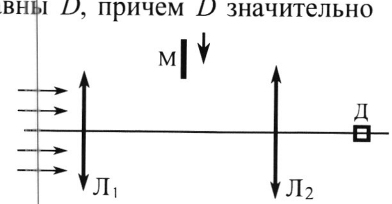


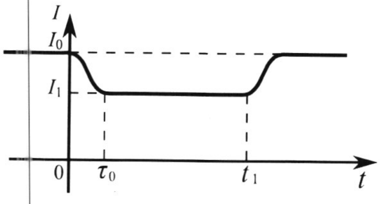
1) Найти период T этих колебаний.

2) Найти максимальный ток I_{M1}, текущий через катушку L_1.

3) Найти максимальный ток I_{M2}, текущий через катушку L_2.

5. Оптическая система состоит из двух соосных тонких линз Л$_1$ и Л$_2$ (см. рис.) с фокусными расстояниями $3F_0$ и F_0, соответственно. Расстояние между линзами $2F_0$. Диаметры линз одинаковы и равны D, причем D значительно меньше F_0. На линзу Л$_1$ падает параллельно оси системы пучок света с одинаковой интенсивностью в сечении пучка. Прошедший через обе линзы свет фокусируется на фотодетекторе Д, на выходе которого сила тока пропорциональна мощности падающего на него света. Круглая непрозрачная мишень М, плоскость которой перпендикулярна оси системы, движется с постоянной скоростью перпендикулярно оси системы так, что центр мишени пересекает ось на расстоянии F_0 от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 5I_0/9$.





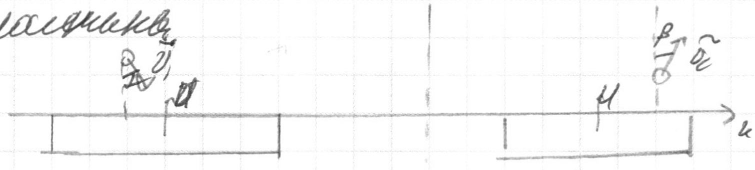
1) Найти расстояние между линзой Л$_2$ и фотодетектором.

2) Определить скорость V движения мишени. 3) Определить t_1.

Известными считать величины F_0, D, τ_0.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1. 1) Проведём Ox перпендикулярно скорости пластины.



Заметим, что по оси никакого взаимодействия между шариком и плитой не происходило. Следовательно можем записать закон сохранения импульса на Ox:

Ox/ $m v_1 \sin\alpha = m v_2 \sin\beta$,

где m — масса шарика.

Получаем $v_2 = \frac{v_1 \sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{12 \text{ м/с} \cdot \frac{1}{2}}{\frac{1}{3}}$, в м/с.

2) Рассмотрим движение шара в системе отсчёта связанной с плитой. Проведём ось Oy противоположно скорости плиты.

Пока шарик двигался к плите его скорость относительно неё:

Oy/ $v_{отн1} = v_1 \cos\alpha + u$.

После удара шар двигался от плиты со скоростью:

Oy/ $v_{отн2} = v_2 \cos\beta - u$ (плита массивная значит её скорость не менялась).

эти скорости будут равны, поэтому:

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

$$2u = v_2 \cos\beta - v_1 \cos\alpha;$$

Можно найти косинусы углов как:

$$\cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{1}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2};$$

$$\cos\beta = \sqrt{1-\sin^2\beta} = \sqrt{1-\frac{1}{9}} = \sqrt{\frac{8}{9}} = \frac{2\sqrt{2}}{3}.$$

$$2u = 18\,\text{мк} \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3} - 12\,\text{мк} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} =$$

$$= 12\sqrt{2}\,\text{мк} - 6\sqrt{3}\,\text{мк};$$

$$u = 6\sqrt{2} - 3\sqrt{3}\,\text{мк}.$$

Ответ: 18 мк; $6\sqrt{2} - 3\sqrt{3}$ мк;

2.

H_2	N_2
$\nu = \frac{6}{7}$ моль	$\nu = \frac{6}{7}$ моль
$T_1 = 350K$	$T_2 = 550K$

Заметим, что в начальном состоянии давление обоих газов на перегородку равны (иначе она бы двигалась)

Можем записать уравнение Клапейрона-Менделеева обозначив за P давление обоих газов:

$$\begin{cases} PV_{H_2} = \nu RT_1; \\ PV_{N_2} = \nu RT_2; \end{cases}$$

где V_{H_2} и V_{N_2} – объёмы газов (водорода и азота соответственно).

Поделим друг на друга уравнения системы (учитывая что их химические количества и давления равны).

$$\frac{V_{H_2}}{V_{N_2}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{350K}{550K} = \frac{7}{11}$$

2). Заметим, что если перегородка движется медленно, у неё отсутствует ускорение. Следовательно,

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

по закону Ньютона (видимо №3) действие сил на неё скомпенсировано. В системе нет трения и единственные силы действующие на перегородку — силы давления газов. С обеих сторон площадь перегородки равная значит в любой момент давление газов равны. Запишем теперь его в конечном состоянии (когда температура выравнялась) уравнение Клапейрона-Менделеева примет вид.

$$\begin{cases} P'V_1' = \nu RT_k \\ P'V_2' = \nu RT_k \end{cases}$$

, где P' - получившееся давление, V_1' и V_2' - объёмы газов.

Поделив оба уравнения друг на друга получим:

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

Значит в конце объёмы сравнялись. Если давления газов в любой момент времени были равны, а объёмы были связаны соотношением $V_{1k} + V_{2k} = const$, газы совершили одинаковую работу (у одного она отрицательна, у водорода - положительна, но по модулю они равны). Система не принимала тепла извне, следовательно изменения внутренних энергий газов тоже равны по модулю.

$$\frac{5}{2}\nu R(T_k - T_1) = \frac{5}{2}\nu R(T_2 - T_k);$$

$$T_k - T_1 = T_2 - T_k;$$

$$2T_k = T_2 + T_1;$$

$$T_k = \frac{T_2+T_1}{2} = \frac{350°K + 550°K}{2} = \frac{900°K}{2} = 450°K.$$

3) Запишем уравнение состояния идеального газа для водорода:

$$\frac{P V_{H}}{T_1} = \frac{P' \cdot V_{общ}}{T_k}.$$

Пусть V_{H} вначале $V_{H_2} = 7V$, $V_{H_2} = 11V$ (мы показали выше что $V_{H_2} : V_{H} = 7:11$).

Получим, что в конце объёмы сравнялись и стали каждый по:

$$V_{общ} = \frac{7V + 11V}{2} = \frac{18V}{2} = 9V.$$

$$\frac{P \cdot 7V}{350°K} = \frac{P' \cdot 9V}{450°K};$$

$$P = P';$$

Значит, с обоими газами происходил изобарный процесс. Найдём Q количество теплоты, отданное гелием, из первого начала термодинамики:

$$Q = A_{га} + \Delta U;$$

Можем найти $A_{га}$ в изобарном процессе как

$$A_{га} = P(V_{общ} - V_{H}) = \nu R(T_k - T_2)$$

$$\Delta U = \frac{5}{2}\nu R(T_k - T_2);$$

$$Q = \nu R(T_k - T_2) + \frac{5}{2}\nu R(T_k - T_2) = \frac{7}{2}\nu R(T_k - T_2)$$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

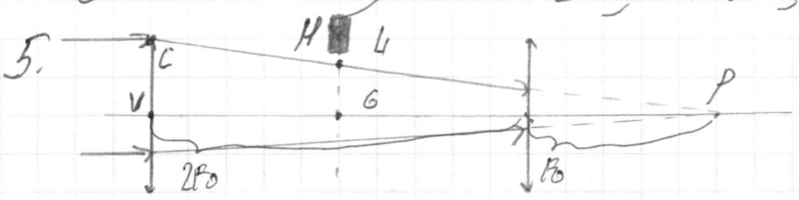
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$Q = \frac{7}{2} \cdot \frac{6}{7} \cdot 8{,}314 \cdot (450° - 550°) = -3 \cdot 831{,}4 = -2494{,}2$ Дж.

Ответ: 7 : 11; 450 °К; −2494,2 Дж.

5.



Построим ход лучей через первую линзу. Все лучи преломляются так, чтобы пройти через задний фокус линзы.

Поступим следующим образом. Вне мысленно линзу И, как рассеивающую, которая даёт изображение точки, в которой сойдутся лучи после преломления в первой линзе P, причём изображение получится мнимым. Это как раз та точка, в которой действительно пересекутся лучи после преломления в 2-х линзах, и для неё можно записать формулу тонкой линзы.

$$\frac{1}{F_0} - \frac{1}{x} = -\frac{1}{F_0};$$

$$\frac{1}{x} = +\frac{2}{F_0};$$

$$x = \frac{F_0}{2}.$$

Именно в этой точке будет помещён фоторегистратор (ведь это единственная точка, через которую проходят все лучи).

2) Рассмотрим подобные треугольники

$\triangle PVC \sim \triangle PGL$:

$\frac{VC}{GL} = \frac{PV}{PG}$;

$PV = 3F_0$;

$PG = F_0 + F_0 = 2F_0$.

$\frac{VC}{GL} = \frac{3}{2}$;

$GL = \frac{2}{3} VC$

Значит диаметр сечения, через которое проходит мишень М, составляет $\frac{2}{3} D$. За момент, когда начала входить в это сечение, М будет уменьшать его площадь (с соответственно и интенсивность конечного пучка света). Очевидно, что площадь мишени М меньше площади сечения. Так как нашли отношение площадей, зная что они $I_{min} = \frac{5}{9} I_0$, что мишень М закрывает максимум $\frac{4}{9}$ площади сечения.

$\frac{S_{сеч}}{S_{мишени}} = \frac{\pi R_c^2}{\pi R_M^2} = \frac{9}{4}$; $R_c, R_M, R_{пуч}$ – радиусы М. сечения мишени, пучка

$\frac{R_M}{R_c} = \frac{2}{3}$.

$R_M = \frac{2}{3} R_c = \frac{4}{9} R_{пуч}$, соответственно

Значит в момент времени T_0 мишень вошла в сечение не всей длиной $l_M = \frac{4}{9} D$. Из графика видно, что T_0 – интервал времени между касанием и вхождением мишени

И в сечение и от полным вхождением.

$$v = \frac{DM}{T_0} = \frac{4D}{9T_0}$$

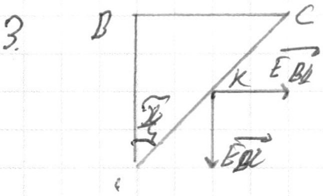
Кроме того из графика видно что минимум и моменту t_1 начнёт покидать сечение. Значит она прошла расстояние равное диаметру сечения ($\frac{2}{3}D$)

$$v t_1 = S$$

$$t_1 = \frac{S}{v} = \frac{2D \cdot 9T_0}{3 \cdot 4D} = 1{,}5T_0$$

Ответ: $\frac{F_0}{2}$; $\frac{4D}{9T_0}$; $1{,}5T_0$.

3.



1) Пусть поверхностная плотность заряда на BC равна σ. Можем найти величину создаваемой этой плоскостью напряжённости как

$$E_{BC} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0\varepsilon}.$$

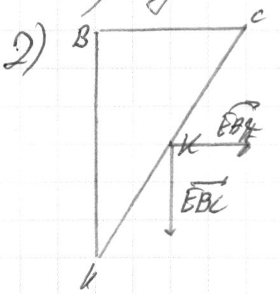
Пока на BA отсутствует заряд, напряжённость поля в K равна E_{BC}.

При заряде BA до поверхностной плотности σ, Она создаёт ~~поле~~ поле с такой же напряжённостью по величине но направленной перпендикулярно к напряжённости $\vec{E_{BC}}$. По принципу суперпозиции:

$\vec{E_K} = \vec{E_{BC}} + \vec{E_{BS}}$ ~~+ E~~ (площади обеих пластин равны).

Сложив вектора по правилу параллелограмма, получим $|E_K| = E_{BC}\sqrt{2}$ (т.к. значения напряжённостей численно равны). Как видим, напряжённость возросла в $\sqrt{2}$ раз.

2)



Пластинка BC создаёт поле с напряжённостью

$$E_{BC} = \frac{3\sigma}{\varepsilon_0 \varepsilon} = \frac{3\sigma}{\varepsilon_0}$$

(ε можно не учитывать, поскольку этого не сказано в условии).

Вычислим теперь напряжённость, создаваемую пластинкой BA. Заметим, что площади пластин относятся как BC : BA как tg α, откуда площадь пластины, содержащей BA, можно выразить как $S_{BC} \cdot ctg\,\alpha$;

$$E_{BA} = \frac{\sigma\, tg\,\alpha}{\varepsilon_0};$$

Напряжённость в точке K по принципу суперпозиции:

$$\vec{E_K} = \vec{E_{BC}} + \vec{E_{BA}};$$

$$E_K = \sqrt{\frac{9\sigma^2}{\varepsilon_0^2} + \frac{tg^2\alpha\,\sigma^2}{\varepsilon_0^2}} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{9 + tg^2\alpha}.$$

Ответ: в $\sqrt{2}$ раз; $\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{9+tg^2\left(\frac{\pi}{5}\right)}$.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

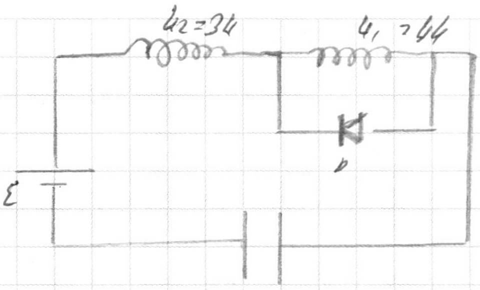
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4.



1) Заметим, что из-за присутствия в цепи диода при разряде конденсатора ток будет течь не через L_1, а через диод.

Поэтому фактически 1 полное колебание состоит из 2-х фаз:

1) В колебании задействованы 2 катушки и конденсатор.

$T_{1\,фаз} = \frac{T}{2} = \frac{\pi \cdot 2\sqrt{(L_1+L_2)C}}{2} = \frac{\pi \cdot 2\sqrt{7LC}}{2} = \pi\sqrt{7LC}$;

2) В колебании участвуют катушка L_2 и конденсатор.

$T_{2\,фаз} = \frac{T}{2} = \frac{\pi \cdot 2\sqrt{L_2 \cdot C}}{2} = \pi\sqrt{3LC}$;

$T_{полн} = T_{1\,фаз} + T_{2\,фаз} = \pi\sqrt{7LC} + \pi\sqrt{3LC} = \pi\sqrt{LC}(\sqrt{7}+\sqrt{3})$.

2). Заметим полную энергию системы. Во-первых, она равна энергии конденсатора при напряжении на нём равном $\mathcal{E}$ (в таком случае падение ~~тока~~ напряжения на катушках равно 0 (по правилу Кирхгофа (II), и ток через них не течёт) а во-вторых, что магнитная энергия катушек L_1 и L_2 при максимальной силе тока на них. В силу того, что они соединены

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

последовательно ток на них одинаков.
Предположим что он принимает некоторое значение I_{m1}.
По ЗСЭ $\frac{L_1 (I_{m1})^2}{2} + \frac{L_2 (I_{m1})^2}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$.

$$(L_1+L_2)(I_{m1})^2 = C\mathcal{E}^2$$

$$(I_{m1})^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{L_1+L_2}$$

$$I_{m1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_1+L_2}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{7L}}.$$

3) Пусть конденсатор полностью заряжен до напряжения $\mathcal{E}$. При его разряде ток не потечёт через катушку L_1, а пойдёт по диоду, и в итоге вся энергия системы будет равна энергии катушки L_2, через которую протечёт некоторый ток I_{m2}.
По ЗСЭ: $\frac{L_2 \cdot (I_{m2})^2}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2}$.

$$(I_{m2})^2 = \frac{C\mathcal{E}^2}{L_2}$$

$$I_{m2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{L_2}} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$$

Ответ: $\pi\sqrt{LC}(\sqrt{7}+\sqrt{3})$; $\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{7L}}$; $\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$.

☐ черновик ☑ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

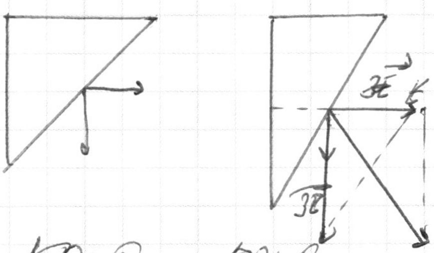
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1.

$q < S\,3\sigma$

$\frac{100^\circ}{\frac{16}{20}} \Big| \frac{L}{6.5}$

$\frac{100^\circ}{\frac{16}{20}} \Big| \frac{8}{36^\circ}$



$4E^2 + E^2 = 5E^2$

$E_p = E\sqrt{5}$

$3\sigma = \frac{q}{S}$

S пов

$\frac{100}{30} \Big| \frac{6}{6}$

$\frac{100}{\frac{16}{30}} \Big| \frac{8}{36^\circ}$

$\frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{4} = \frac{7\pi - 4\pi}{2}$

$\frac{3q}{S}$

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

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

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

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

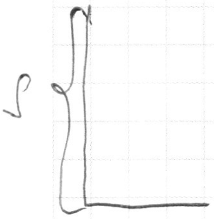
$\frac{I_1}{I_2} = \frac{\pi}{8}$

$1 - \frac{6}{8} = \frac{9-6}{3} = \frac{2}{3}$

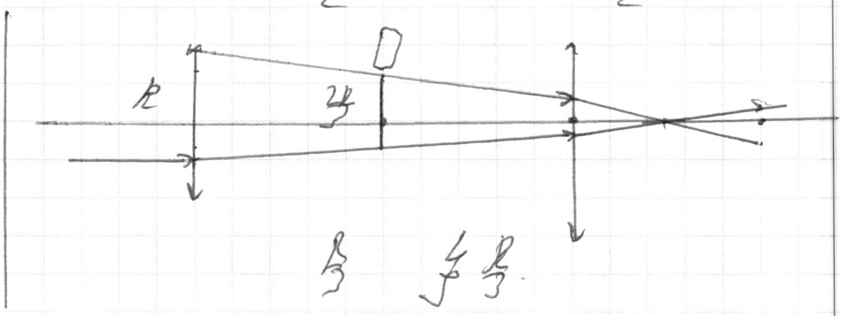
$q_c = q_m \cdot \cos(\omega t + \varphi_0)$

$I_2 = I_1 \cdot \frac{\pi}{8}$

$\frac{\pi \cdot 2\sqrt{(L_2+L_1)C}}{2} + \frac{\pi \cdot 2\sqrt{L_2 C}}{2}$



$E =$



$\frac{R}{3}$ $\frac{2}{3}\frac{R}{3}$

$\sigma = \frac{q}{S}$ $\frac{2}{3}$

$\frac{\frac{\pi}{3}\cdot\frac{16}{81}R^2}{\frac{\pi}{3}\cdot\frac{4}{9}R^2}$ $\frac{4}{9}$

ξ

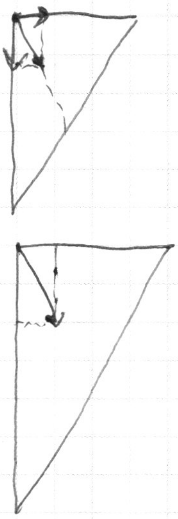
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$Q_{кол} = A_{газ} + \Delta U;$ $\sigma = \frac{q}{S}$

4



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

$\frac{q}{S}$; $\frac{q}{S}$; $Q = \frac{3\sigma}{2\varepsilon\varepsilon_0}$

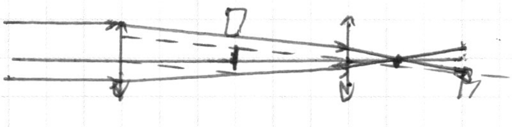
$E_{рез} = \sqrt{E^2 + (3E)^2}$

$= \sqrt{\frac{\sigma^2}{4\varepsilon^2\varepsilon_0^2} + \frac{9\sigma^2}{4\varepsilon^2\varepsilon_0^2}} = \sqrt{\frac{10\sigma^2}{4\varepsilon^2\varepsilon_0^2}}$

$= \frac{\sigma}{2\varepsilon\varepsilon_0}\sqrt{10}$

Можно сказать что [illegible] и
[illegible]

$\frac{4L \cdot I^2}{2} + \frac{3L \cdot I^2}{2} = Cq^2$ $\frac{q^2}{2C} = \frac{C\varepsilon^2}{2}$

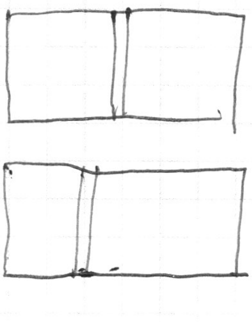


$\frac{1}{F_0} + \frac{1}{d} = \frac{-1}{F_0}$; $\frac{7LI^2}{2} = \frac{C\varepsilon^2}{2}$

$-\frac{1}{d} = \frac{-2}{F_0}$ $I^2 = \frac{C\varepsilon^2}{7L}$

$d = \frac{F_0}{2}$ $I = \varepsilon\sqrt{\frac{C}{7L}}$

7



$Q = 0$;

$A_{га1} + \Delta U_1 = -A_{га2} - \Delta U_1$

PV

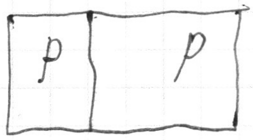
☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

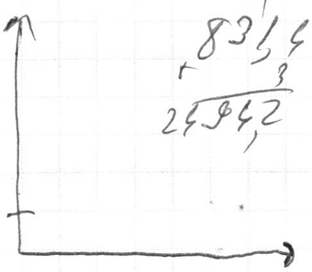
4

$W = C \cdot \frac{\varepsilon^2}{2}$. $q\varepsilon = C\varepsilon^2$

$C\varepsilon^2 =$



$\Delta U = const$



$p'V_1 = p'V_2$

$p' = \frac{pV}{V_2}$

$Q = \Delta U + A$

$A + \Delta U = const$

$\frac{pV}{T} = \frac{p'V}{T_2}$;

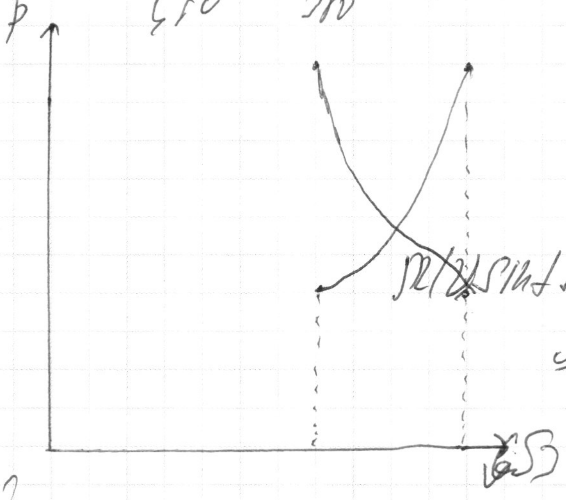
$\frac{p \cdot 7V}{300} = \frac{p \cdot 5V}{510}$

$\frac{p}{450}$ $\frac{p}{310}$

$\nu_1 S \sin\alpha + u = \nu_2 S \sin\beta - u$

$2u = \nu_2 S \sin\alpha - \nu_2 S \sin\beta$

$u = \frac{\nu_2 S \sin\alpha - \nu_2 S \sin\beta}{2}$.



$M(\nu_2 S \sin\alpha + u) + Mu = M(\nu_2 \sin\beta) + Mu$

$\frac{5R}{2}$ $\frac{2R}{3}$

$p'9V = \nu R T_3$

$p \cdot 7V = \nu R T_1$

$\frac{p'}{p} \cdot \frac{9}{7} = \frac{T_3}{T_1}$

$\frac{p'}{p} = \frac{7}{9} \cdot \frac{T_3}{T_1}$

$\frac{7}{9} \cdot \frac{510}{310} = \frac{7}{9} \cdot \frac{9}{7} = 1$

$\frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_1) = \frac{5}{2} \nu R (T_2 - T_3)$

$T_3 - T_1 = T_2 - T_3$

$T_3 - T_2 = 2T_3$

$T_2 - T_3 = T_3 - T_1$

$T_2 + T_1 = 2T_3$

$T_3 = \frac{T_2 + T_1}{2}$,

$T_3 = \frac{T_3 - T_2}{2}$, $= 400$

510
310
900

$\frac{510 + 310}{2} = \frac{810}{2} = 400$

$A = p(V_2 - V_1) = p(16V - 7V) = pV \cdot 2$

$\frac{7}{3} \nu R T_3$

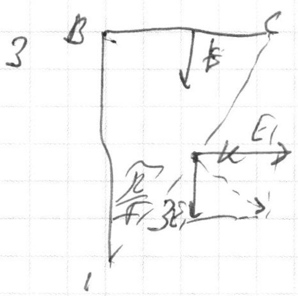
$pV \cdot 7 = \nu R T_3$

$pV \cdot 2 = \frac{7}{3} \nu R T_3$.

☐ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

3



$E_{BC} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{q}{2S\varepsilon_0}$,

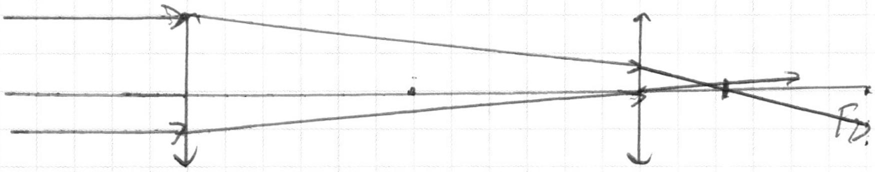
$E_K = E_{BC}\sqrt{2}$ $\quad E = \frac{q}{S\varepsilon\varepsilon_0}$

$U = \frac{qd}{S\varepsilon\varepsilon_0}$,

$q = \frac{US\varepsilon\varepsilon_0}{d}$.

$L_1 = 4L,\ L = 3L$,

$x = 2\sqrt{4L}$,



$\frac{P'V_1'}{T_3} = \frac{PV_1}{T_1}$,

$P' = \frac{PV_1T_3}{V'T_1} = P \cdot 7V$..

$mv_1 + M_{пл}U = mv_2 + M_{пл}U$,

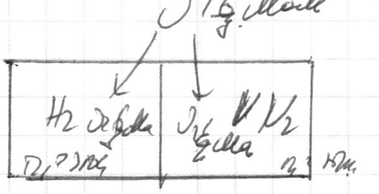
$v_2 \sin\beta = v_1 \sin\alpha$,

$v_1 = \frac{v_2 \sin\alpha}{\sin\beta}$, $\quad \frac{\sin\alpha = \frac{1}{2}\ \sin\alpha}{\frac{1}{3}}$,

$v_1 \cos\alpha \cancel{+U} = v_2 \cos\beta \cancel{+U}$

$2U = v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha$ ....

2



Если в начале поршень в равновесии,

$P_{H_2} = P_{N_2}$,

$PV_1 = \nu RT_1$,

$PV_2 = \nu RT_2$,

Пусть $V_1 = 7V$, $V_2 = 11V$,

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

Когда процесс закончится $P_{H_2} = P_{N_2}$,

$\begin{cases} P'V_1' = \nu RT_3 \\ P'V_2' = \nu RT_3 \end{cases}$ $\quad V_1' = V_2' = \frac{V_1 + V_2}{2}$.

$V_2' = 9V$

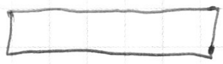
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1.

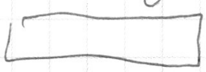
Рассмотрим движение шара относ. плиты

Вдоль по оси плиты по y скорость $v_1 \cos\alpha + u$

$v_1 \cos\alpha + u$ по x — $v_1 \sin\alpha$



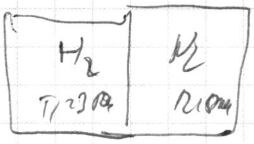
$v_1 \cos\alpha + u$ В конечном итоге



$m v_2 \cos$

$m v_1 \sin\alpha$

2.



$PV_1 = \nu R T_1$

$PV_2 = \nu R T_2$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{380}{190} = \frac{38}{19} = \frac{2}{1}$

$PV_1' = \nu R T_3$

$PV_2' = \nu R T_3$

$V_1' = V_2'$

$P\frac{V_1 + V_2}{2} = \nu R T_3$

$\nu R \frac{T_2 + T_1}{2} = \nu R T_3$

$T_3 = \frac{T_2 + T_1}{2}$

$Q = \nu a +$