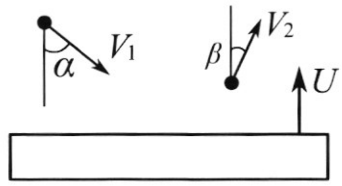
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

Класс 11 **Вариант 11-02**

Шифр

(заполняется секретарём)

1. Массивная плита движется с постоянной скоростью U вертикально вверх. К плите подлетает шарик, имеющий перед ударом скорость V_1 = 6 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 $\beta\left(\sin\beta = \dfrac{1}{3}\right)$ с вертикалью.



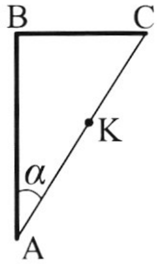
1) Найти скорость V_2.
2) Найти возможные значения скорости плиты U при таком неупругом ударе.

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 гелий, во втором – неон, каждый газ в количестве $\nu = 6/25$ моль. Начальная температура гелия T_1 = 330 К, а неона T_2 = 440 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 гелия и неона.
2) Найти установившуюся температуру в сосуде.
3) Какое количество теплоты передал неон гелию?

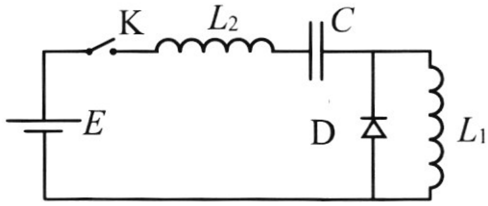
3. Две бесконечные плоские прямоугольные пластины AB и BC перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром B. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру B.



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?

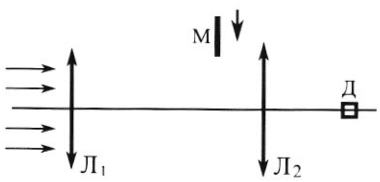
2) Пластины BC и AB заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 4\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/8$. Найти напряженность электрического поля в точке K на середине отрезка AC.

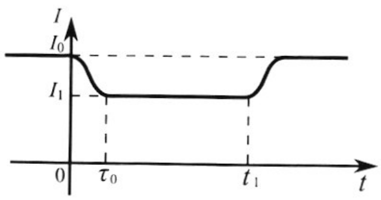
4. Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС E, катушек с индуктивностями $L_1 = 3L$, $L_2 = 2L$, конденсатора емкостью C, диода D (см. рис.). Ключ K разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в L_2.



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 F_0 и $F_0/3$, соответственно. Расстояние между линзами $1{,}5F_0$. 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 $5F_0/4$ от Л$_1$. На рисунке показана зависимость тока I фотодетектора от времени t (секундомер включен в момент начала уменьшения тока). $I_1 = 8I_0/9$.



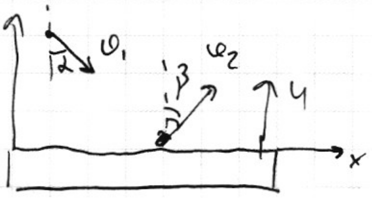


1) Найти расстояние между линзой Л$_2$ и фотодетектором.
2) Определить скорость V движения мишени. 3) Определить t_1.

Известными считать величины F_0, D, τ_0.

Задача 1

1.



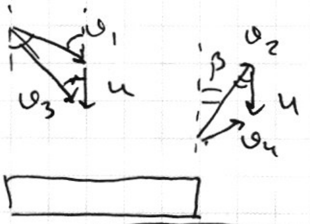
$\vartheta_1 = 6$ м/с ; $\sin\alpha = \frac{2}{3}$; $\sin\beta = \frac{1}{3}$

$\sin\alpha = \frac{\sqrt{5}}{3}$; $\sin\beta = \frac{2\sqrt{2}}{3}$

1) $\vartheta_1 \cdot \sin\alpha = \vartheta_2 \cdot \sin\beta$ т.к. сила реакции опоры направлена параллельно оси ~~x~~ y => проекция скорости на ось x неизменна

$$\vartheta_2 = \frac{\vartheta_1 \sin\alpha}{\sin\beta} = 12 \text{ м/с}$$

2) Перейдем в ИСО ~~связ~~ относительно плиты



$$\vartheta_3 = \sqrt{\vartheta_1^2 + u^2 - 2\vartheta_1 u \cos(180-\alpha)} = \sqrt{36 + u^2 + 12u\cos\alpha}$$

$$\vartheta_4 = \sqrt{\vartheta_2^2 + u^2 - 2\vartheta_2 u \cos\beta} = \sqrt{144 + u^2 - 24u\cos\beta}$$

$\frac{m\vartheta_3^2}{2} > \frac{m\vartheta_4^2}{2}$ т.к. удар неупругий

$$\vartheta_3^2 > \vartheta_4^2 \Rightarrow 36 + u^2 + 12u\cancel{\cos}\frac{\sqrt{5}}{3} > 144 + u^2 - 24u\cancel{\cos}\frac{2\sqrt{2}}{3}$$

$$u(4\sqrt{5} + 16\sqrt{2}) > 108$$

$$u > \frac{27}{\sqrt{5} + 4\sqrt{2}} = \frac{27(4\sqrt{2} - \sqrt{5})}{32 - 5} = 4\sqrt{2} - \sqrt{5}$$

Ответ: 1) 12 м/с 2) $(4\sqrt{2} - \sqrt{5} ; +\infty)$

$\sqrt{36u^2 + 12u\cos\alpha}$ — ~~по~~ при $u > 0$ ~~от корень~~ под корнем > 0

$\sqrt{144 + u^2 - 24 \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3} u} = \sqrt{144 + u^2 - 16\sqrt{2}\, u}$; $D = 512 - 144 \cdot 4 < 0 \Rightarrow$

=> ~~кор~~ под корнем число всегда больше 0

☐ черновик ☑ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

2.

Гелий	Неон
ν, V_1, T_1	ν, V_2, T_2

1) $\nu = \frac{6}{25}$ моль ; $T_1 = 330\,K$; $T_2 = 440\,K$

Давления равны т.к. поршень начинает медленно двигаться

$\nu R T_1 = P_1 V_1$; $\nu R T_2 = P_2 V_2$; $P_1 = P_2 \Leftrightarrow$

$\cancel{P_1 = P} \Leftrightarrow \frac{\nu R T_1}{V_1} = \frac{\nu R T_2}{V_2} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{4}$

Ответ: отношение объема гелия к объему неона ~~неона~~ $\frac{3}{4}$

2) $dQ_1 = -dQ_2$ т.к. кол-во теплоты переданна~~я~~ от неоном ~~гелием~~ равно кол-ву полученной ~~неоном~~ гелием

$dQ_1 = P_1 dV_1 + \frac{3}{2}\nu R\, dT_1$

$-dQ_2 = -P_2 dV_2 + \frac{3}{2}\nu R\, dT_2$

$P_1 = P_2$ т.к. поршень движется медленно

$dV_2 = -dV_1$ т.к. $dV_2 + dV_1 = 0$ т.к. объем ~~не~~ сосуда $= const \Rightarrow \frac{3}{2}\nu R\, dT_1 = -\frac{3}{2}\nu R\, dT_2$ т.к. $P_1 dV_1 = -P_2 dV_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow dT_1 = -dT_2 \Rightarrow$ насколько нагрелся гелий, настолько остудился неон $\Rightarrow T_к = T_1 + dT = T_2 - dT \Rightarrow T_к = \frac{T_1 + T_2}{2} = \frac{770}{2} = 385\,K$

Ответ: 385 K - уст. температура

3) $Q_1 = \int P_1 dV + \frac{3}{2}\nu R\, dT$

$P_1 = \frac{\nu R T_1}{V_1}$

$P_1 + dP = \frac{\nu R (T_1 + dT)}{V_1 + dV} \Rightarrow dP = \frac{\nu R (T_1 + dT) V_1 - \nu R (V_1 + dV) T_1}{V_1 (V_1 + dV)} =$

$= \frac{(V_1 dT - dV\, T_1)\,\nu R}{V_1 (V_1 + dV)}$

$P_2 + dP = P_1 + dP = \frac{\nu R (T_2 - dT)}{V_2 - dV}$ т.к. dT и dV в любой момент времени по модулю равны; $P_2 = \frac{\nu R T_2}{V_2}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$dP = \frac{\nu R(T_2 - dT)V_2 - \nu R(V_2 - dV)T_2}{V_2(V_2 - dV} = \frac{(T_2 dV - dT V_2)\nu R}{V_2(V_2 - dV)}$$

$$\frac{\nu R T_1}{V_1} = P_1 = P_2 = \frac{\nu R T_2}{V_2} \; ; \; \frac{T_1}{V_1} = \frac{T_2}{V_2} = n$$

$$\frac{V_1 dT - T_1 dV}{V_1(V_1 + dV)} = \frac{T_2 dV - V_2 dT}{V_2(V_2 - dV)} \iff \frac{dT - n dV}{V_1 + dV} = \frac{n dV - dT}{V_2 - dV}$$

$$(dT - n dV)(V_2 - dV) = (n dV - dT)(V_1 + dV) \iff$$

$$\iff dT V_2 - \underline{dT dV} - n dV V_2 + \underline{\underline{n dV dV}} = n dV V_1 + \underline{\underline{n dV dV}} - dT V_1 - \underline{dT dV} \iff$$

$$\iff dT(V_1 + V_2) = n dV (V_1 + V_2)$$

$$\frac{dT}{dV} = \frac{T_1}{V_1}$$

$$A = \int P_1 dV = \int \frac{\nu R T_1}{V_1} dV = \int \nu R dT = \nu R (T_к - T_н) =$$

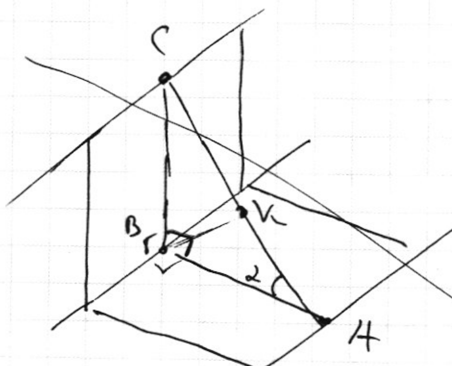
$$= \nu R (385 - 330) = 55 \cdot \nu R$$

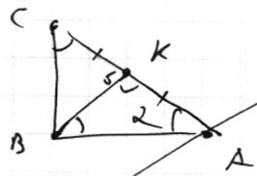
$$Q_1 = A + \frac{3}{2}\nu R dT = 55(\nu R + \frac{3}{2}\nu R) = 55 \cdot \frac{5}{2} \cdot 8{,}31 \cdot \frac{6}{25} =$$

$$= 11 \cdot 8{,}31 \cdot 3 = 274{,}23 \text{ Дж}$$

Ответ: 274,23 Дж

3.





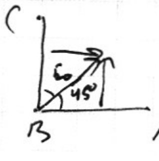
$\alpha = 45^\circ \Rightarrow \angle KBA$

$\Rightarrow BC = BA \Rightarrow BK \perp AC$

$\frac{\sigma \cdot S}{\varepsilon_0} = 2ES \Rightarrow E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ – напр.

создаваемая каждой пластиной, которая перпенд. самой пл.: $E_{BC} \perp BC$

$E_{BC} = E_{BA} \Rightarrow$

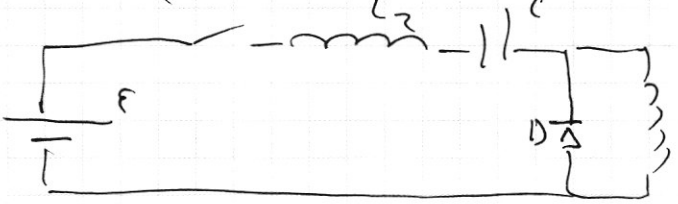


$\overline{E_0} = \overline{E}_{BC} + \overline{E}_{AB} = \sqrt{2}\,E$ и ~~направ~~ направлен под углом 45° к пластинам

~~то есть вдоль BK~~

~~$E_0 \cdot BK = E_{Bc}$~~

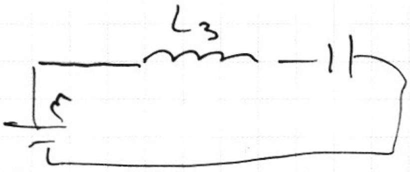
4.



Все элементы соед. последовательно(кроме D)

$L_1 = 3L; L_2 = 2L$

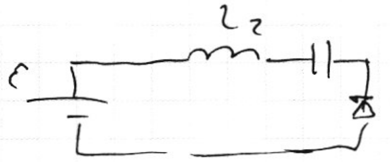
1) Вначале ток идёт по часовой; мы можем переставить C и L_1 местами =>



$L_3 = L_1 + L_2 = 5L$ =>

=> $T_1 = 2\pi\sqrt{5LC}$; $\frac{T_1}{2}$ - в этот момент ток пойдёт в обратную сторону => ток по L_1 не пойдёт =>

=>



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

В момент $\frac{T_2}{2}$ ток пойдёт снова по часовой =>

=> $T = \frac{T_1 + T_2}{2} = \pi\sqrt{LC}\,(\sqrt{5} + \sqrt{2})$

Ответ: $\pi\sqrt{LC}\,(\sqrt{5} + \sqrt{2})$

2) ~~$\mathcal{E}\, dq = \frac{dq^2}{2C} + \frac{5LI_{max}^2}{2}$ когда ток по диоду не течет~~

~~$q_{max} = 2CE$, когда кондесатор~~

$\mathcal{E} = L_2 \cdot \dot{I} + L_3 \dot{I} + U_C$, по контур цепи

когда $I = I_{max}$ => $\dot{I} = 0$ => $\mathcal{E} = U_C$ => $q_C = \mathcal{E} \cdot C$

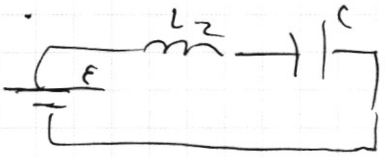
ЗСЭ: $\mathcal{E} q_C = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{L_2 I_{max}^2}{2} + \frac{L_1 I_{max}^2}{2}$ => $\frac{C\mathcal{E}^2}{2} = \frac{5L I_{max}^2}{2}$ =>

=> $I_{max} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$, а когда ток по диоду течет $I_1 = 0$ =>

=> Ответ: $\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{5L}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) Рассмотрим когда по диоду течет ток



L_2: $\mathcal{E} = L_2 \dot{I} + U_C$

$I = I_{max} \Rightarrow \dot{I} = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \mathcal{E} = U_C$; $q_C = U_C \cdot C = \mathcal{E}C$

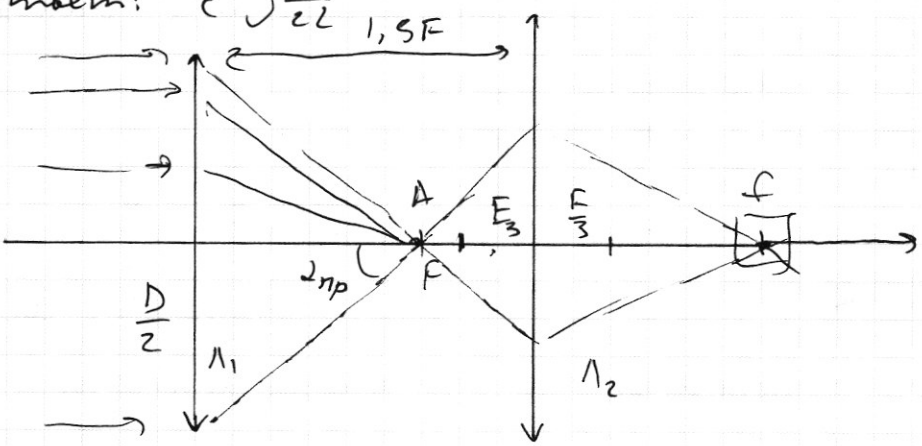
ЗСЭ: $\mathcal{E} q_C = \frac{q_C U_C}{2} + \frac{2L I_{max}^2}{2} \Rightarrow \frac{\mathcal{E}^2 C}{2} = \frac{2L I_{max}^2}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow I_{max} = \mathcal{E} \cdot \sqrt{\frac{C}{2L}} = I_{0_2}$

$I_{0_2} > I_{0_1}$ значит когда по диоду течет ток максимальный по L_2 ток ~~а~~ по L_2 больше.

Ответ: $\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{2L}}$

5.



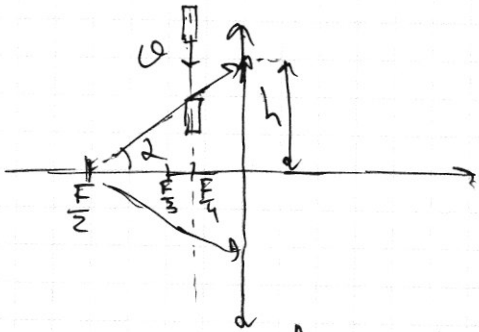
1) Лучи проходя через первую линзу проходят через ее фокус, чтобы после этого лучи проходя через вторую линзу попадали в одну точку на главной оси, а такая точка ровно одна, это изображение точки A в линзе Л2 ; $\frac{1}{0{,}5F} + \frac{1}{f} = \frac{1}{\frac{F}{3}} \Leftrightarrow \frac{2}{F} + \frac{1}{f} = \frac{3}{F} \Rightarrow f = F$.

Ответ: F

$1{,}5F - \frac{F}{3} = \frac{18F-4}{12} = \frac{14F}{12}$; $\frac{5}{4}F = \frac{15}{12}F > \frac{14F}{12} \Rightarrow$

В период с T_0 до T_1 ток постоянен => мощность света постоянна => площадь попадания света на Λ_2 - const =>

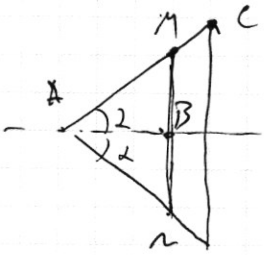
=> на мишень попадает постоянное кол-во лучей, значит её поверхность ~~от~~ полностью препятствует свету.



$\alpha_{кр}$ - крайние лучи => ~~$\sin\alpha$~~ $tg\,\alpha = \frac{D\cdot\frac{1}{2}}{F}$ - из I картинки

$tg\,\alpha = \frac{D\frac{1}{2}}{F} \Rightarrow$; $h = tg\,\alpha\cdot\frac{F}{2} = \frac{D}{4}$

$1{,}5F - \frac{5}{4}F = F\frac{18-15}{12} = \frac{F}{4}$



M, N - крайние положения мишени, в момент T_0 и T_1

$AB = \frac{F}{2} - \frac{F}{4} = \frac{F}{4}$

$MN = 2MB = 2\cdot tg\,\alpha\cdot AB = 2\cdot\frac{D}{2F}\cdot\frac{F}{4} = \frac{D}{4}$

~~$\upsilon(t_1 - t_0) = \frac{D}{4}$~~ от 0 до T_0 J изменяется => мишень начинает пересекать AC ; L - длина мишени

$\frac{L}{\upsilon} = T_0 - 0$ т.к. в T_0 ~~она~~ мишень полностью вошла

$L = \upsilon T_0$; $MN + L = (T_1 - T_0)\,\upsilon$

$S_M = \pi\frac{L^2}{4}$ - площадь мишени ; $S_{MN} = \pi\frac{MN^2}{4}$

$\frac{S_{MN} - S_M}{S_{MN}} = \frac{P_1}{P_0} = \frac{J_1}{J_0} = \frac{8}{9}$; $S_{MN} - \frac{8}{9}S_{MN} = S_M = \frac{1}{9}S_{MN} =$

$= \frac{1}{9}\cdot\pi\frac{D^2}{64} = \pi\frac{L^2}{4} \Rightarrow L^2 = \frac{D^2}{9\cdot 16} \Rightarrow L = \frac{D}{12} \Rightarrow$

$\upsilon = \frac{L}{T_0} = \frac{D}{12T_0}$; Ответ: $\frac{D}{12T_0}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$Mn - L = v(T_1 - T_0)$ т.к. за это время он прошёл от точки M - до точки n не выходя за нее:

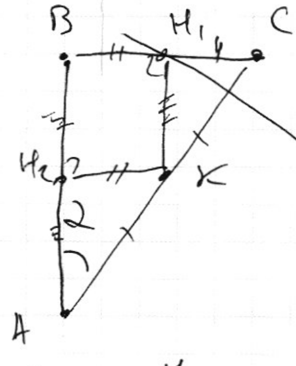
$Mn - L + vT_0 = vT_1 \Rightarrow vT_1 = Mn = \frac{D}{4}$

$T_1 = \frac{Mn}{v} = \frac{D}{4 \cdot \frac{D}{12T_0}} = 3T_0$

Ответ: $3T_0$

3.

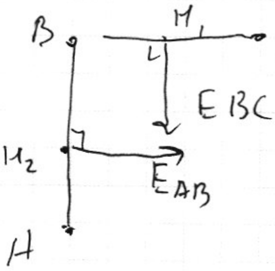
1)



Две пластины соединены ребром B $\Rightarrow$ $\Rightarrow$ потенциалы во всех точках этих пластин равны

H_1 и H_2 середины BC и AB $\Rightarrow$ $KH_1 \perp BC$ и $KH_2 \parallel AB$

$H_1K = \frac{AB}{2}$; $H_2K = \frac{BC}{2}$ как средние линии

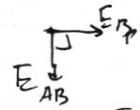


$E_{BC} \cdot H_1K = \varphi_K - \varphi_{H_1}$

$E_{AB} \cdot H_2K = \varphi_K - \varphi_{H_2} = E_{BC} H_1K$

$E_{AB} \cdot \frac{BC}{2} = E_{BC} \frac{AB}{2} \Rightarrow E_{AB} = E_{BC} \cdot \cancel{tg} \frac{AB}{BC} = E_{BC} \cdot ctg\,\alpha = E_{BC} \cdot ctg\frac{\pi}{4} = E_{BC} \Rightarrow$

$\Rightarrow \overline{E_{BC}} + \overline{E_{AB}} = E_{BC}\sqrt{2}$



; изначально $E_0 = E_{BC} \Rightarrow$

$= \frac{E_4}{E_0} = \sqrt{2}$; ~~Закон~~ Формула Гаусса $\frac{q}{\varepsilon} = 2ES \Leftrightarrow$

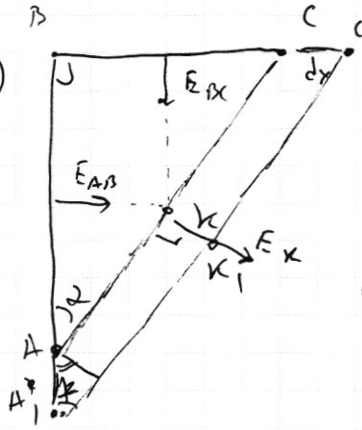
$\Leftrightarrow \frac{\sigma S}{\varepsilon_0} = 2ES$; $\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = E$

☐ черновик ☑ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

3

1)



$E_{BC} = \frac{4q}{2S\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

$E_{AB} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$, ~~прилож~~

$\varphi_B = 0$ – потенциал ребра при равенстве

$0 \Rightarrow \varphi_C = E_{AB} \cdot BC$; $\varphi_A = E_{BC} \cdot AB$

$BC = AB$ т.к. $\angle = 45^0 \Rightarrow \varphi_A = \varphi_C \Rightarrow$

$\Rightarrow$ вдоль прямой AC потенциал везде равен $\varphi_A \Rightarrow$

$\Rightarrow E_k \perp AC$; $BC_1 = BC + dx$ ~~$= BA$~~ ; $BA + dx = BA_1$

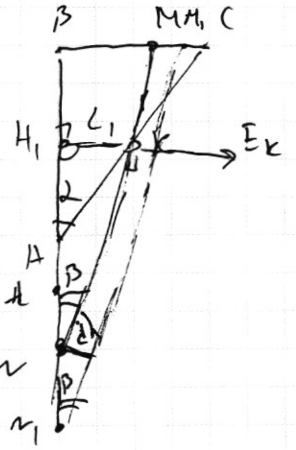
$\varphi_{C_1} = \varphi_{A_1} = \varphi_C + E_{AB}\,dx$; $\varphi_{C} - \varphi_{C} = E_{AB}\,dx$

$kk_1 = \frac{dx}{\sin\alpha}\sin\alpha \cdot dx \Rightarrow \varphi_{k_1} - \varphi_k = E_k \cdot \sin\alpha\, dx = E_{AB}\,dx \Rightarrow$

$\Rightarrow E_k = \frac{E_{BC}}{\sin\alpha} = E_{BC}\sqrt{2}$

Изначально $E_k = E_{BC} \Rightarrow$ Ответ: $\sqrt{2}$

2)



$\varphi_m = \varphi_n$.

$E_{AB} \cdot BM = E_{BC} \cdot BN$

$E_{AB} = \frac{4\sigma}{2\varepsilon_0}$; $E_{BC} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \Rightarrow 4BM = BN$

$\varphi_m = \varphi_n = \varphi_k$

$MM_1 = dx$; $NN_1 = dy$; $\varphi_{n_1} = \varphi_{m_1} =$

$= \varphi_m + E_{AB}\,dx = \varphi_m + E_{BC}\,dy \Rightarrow dy = 4dx$

$E_k \perp MN$ т.к. на MN везде один заряд

$dh = \sin\beta \cdot E_k$; ~~$\operatorname{tg}\beta = BM$~~ $\sin\beta = \frac{BM}{NB} = \frac{BM}{BM\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{5}}{5}$

H_1 – середина AB ; $L_1 = H_1k =$ ~~$\sin\alpha \cdot AB$~~ $\operatorname{tg}\alpha \cdot \frac{AB}{2} =$

$= \operatorname{tg}\beta \cdot \left(4BM - \frac{AB}{2}\right) = BM - \frac{AB}{8} \Rightarrow$ мы можем ~~найти~~ $BM = \left(\frac{\operatorname{tg}\frac{\pi}{8}}{2} + \frac{1}{8}\right) AB$

$E_{BC} \cdot 4dx = E_k \sin\beta\, dx$; $E_k = \sqrt{5} \cdot \frac{2\sigma}{\varepsilon_0}$

Ответ: $\sqrt{5} \cdot \frac{2\sigma}{\varepsilon_0}$

☐ черновик ☑ чистовик Страница № 8

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

$$\frac{V_1 dT - T_1 dV}{V_1(V_1+dV)} = \frac{-V_2 dT + T_2 dV}{V_2(V_1+dV)}$$

$$\frac{T_1}{V_1} = \frac{T_2}{V_2} = n \; ; \quad \frac{dT - n dV}{V_1(V_1+dV)} = \frac{n dV - dT}{V_2 - dV}$$

$$(dT - n dV)(V_2 - dV) = (n dV - dT)(V_1 + dV)$$

$$dT V_2 - dV dT - n dV V_2 + n dV^2 =$$

$$= n dV V_1 + n dV^2 - dT V_1 + dT dV$$

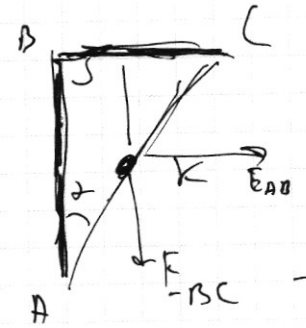
$$dT V_2 + dT V_1 = 2 n dV (V_1 + V_2)$$

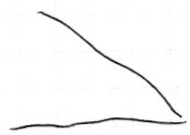
$$\frac{dT}{dV} = 2\frac{T}{V} \; ; \; T = V\frac{dT}{2dV}$$

$$\int P dV = \int \frac{\nu R T}{V} dV = \int \frac{\nu R \, dT}{2}$$

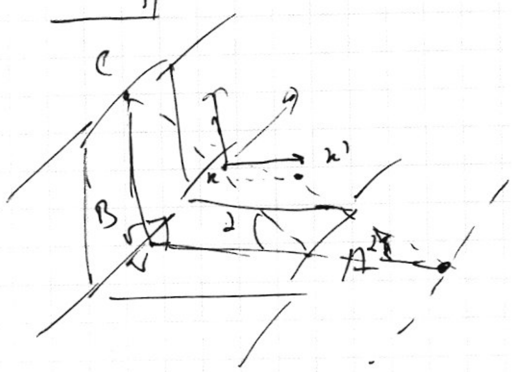
$$\begin{array}{r} 8{,}31 \\ \times \quad 33 \\ \hline 2493 \\ +2493 \\ \hline 274{,}23 \end{array}$$

3.





$\varphi_{K'} - \varphi_K = E_{BC} \cdot KK'$



$\delta_{BC} = Const$

$$\frac{\delta \cdot S}{8 \varepsilon_0} = 2ES$$

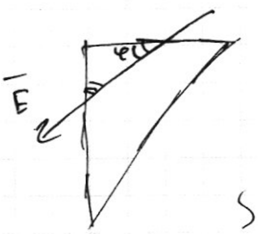
$$E_{BC} = \frac{\delta}{2\varepsilon_0}$$

$$E_{AC} = \frac{\delta}{2\varepsilon_0}$$

$E_{BA} \cdot \frac{BC}{2} \cancel{\sin\alpha} +$

$+ E_{BC} \frac{BA}{2} = \varphi_K$

$C_1 =$



$F_1 = Eq \; ; F_2 =$

$\varphi_1 = Ed = E$

$$SE \sin\varphi = \frac{\delta S}{\varepsilon_0} = \delta E \cos\varphi = \varphi = 45^0$$

☑ 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

$4^2 + 12^2 - 24\cdot\frac{2\sqrt{2}}{3}\,4 = 4^2 + 144 - 4\,16\sqrt{2}$

$4 = \frac{16\sqrt{2} \pm \sqrt{16^2\cdot 2 - 144\cdot 4}}{2}$

$16\cdot 16 = 96 + 16\ldots = 256$; $256\cdot 2 = 512$

$144\cdot 4 = 576$

$P_2 + dP = \frac{\nu R(T_2 - dT)}{(V_0 - V - dV)}$

$P_1 + dP = \frac{\nu R(T + dT)}{V + dV}$

$dP = \frac{\nu R(T+dT)V - (V+dV)\nu RT}{(V+dV)V} =$

$= \frac{V\nu R\,dT - dV\,\nu RT}{(V+dV)V}$

2.

Гелий | Неон

$\nu = \frac{6}{25}$ моль

$T_1 = 330$ к ; $T_2 = 440$ к

1) $\frac{\nu RT_1}{V_1} = \frac{\nu RT_2}{V_2}$; $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{4}$; $V_1 < V_2$

2) $\nu RT = PV_Г$; $T = \frac{T_1 + T_2}{2}$

$\nu RT = PV_H$

$V_Г + V_H = \frac{V_0}{2} = \frac{V_1 + V_2}{2} =$

$\frac{\nu RT_2}{V_2} = \frac{\nu RT_1}{V_1}$

$Q_1 = -Q_2$

$dQ_1 = \int P\,dV + \frac{3}{2}\nu R\,dT$;

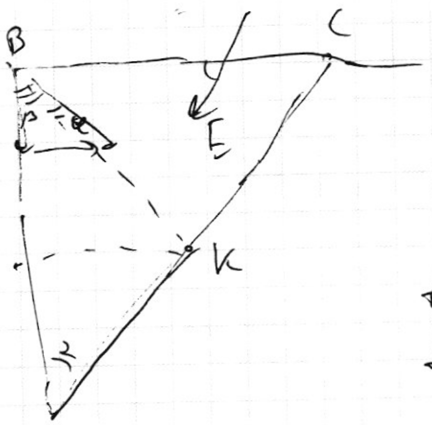
$dQ_2 = -P\,dV - \frac{3}{2}\nu R\,dT$

$P\,dV$; $P = \frac{\nu RT}{V}$; $\int P\,dV = \int \frac{\nu RT}{V}dV$

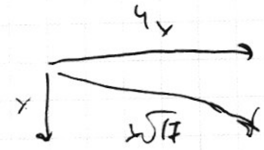
$dP = \frac{\nu R(T_2 - dT)(V_0 - V) - \nu RT_2((V_0 - V) - dV)}{(V_0 - V)(V_0 - V - dV)} = \frac{dV\,\nu RT_2 - \nu RV_2\,dT}{V_2(V_2 - dV)}$

☑ черновик ☐ чистовик (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__ (Нумеровать только чистовики)



$\sin\beta = E_{AB}$

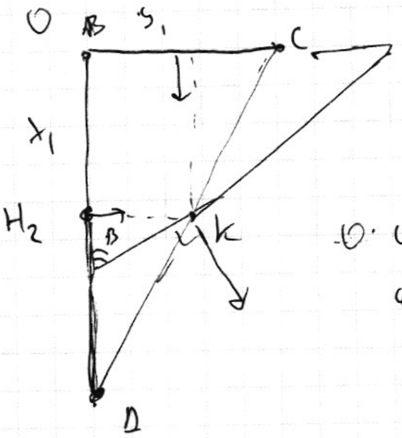


$S = BC \cdot L \quad , L \to \infty$

$q = \sigma \cdot S$

$E\,d$:

~~E_q~~



$E_{BC} = \frac{\sigma \cdot \sigma}{2\varepsilon_0}$

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

$0 \cdot \varphi_{H_2} = E_{BC} \cdot \frac{AB}{2}\, x_1$

$\varphi_{H_1} = E_{AB} \cdot y_1$

$x_1 = 4\, y_1$

$\operatorname{tg}\beta = 4 \cdot \frac{1}{4} = \frac{4\,\frac{BC}{2}}{x_1 - \frac{AB}{2}}$

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

ШИФР
(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$\mathcal{E} = L_2 \dot{J} + U_C + L_1 \dot{J} = 5L\dot{J} + \frac{dq}{C}$

$5L\dot{J} + u_C = \mathcal{E}$

$\mathcal{E}\, dq = \frac{dq^2}{2C} + \frac{2LJ^2}{2} + \frac{3LJ^2}{2}$

$5L\frac{dJ}{dt} + \frac{dq}{C} = \mathcal{E}$

$\frac{T_1}{2} = \pi\sqrt{5LC}$

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

$T_0 = \frac{T_1 + T_2}{2} = \pi\sqrt{LC}(\sqrt{2}+\sqrt{5})$

$\mathcal{E}\, dq = \frac{dq^2}{2C}$; $dq_{max} = 2\mathcal{E}C$

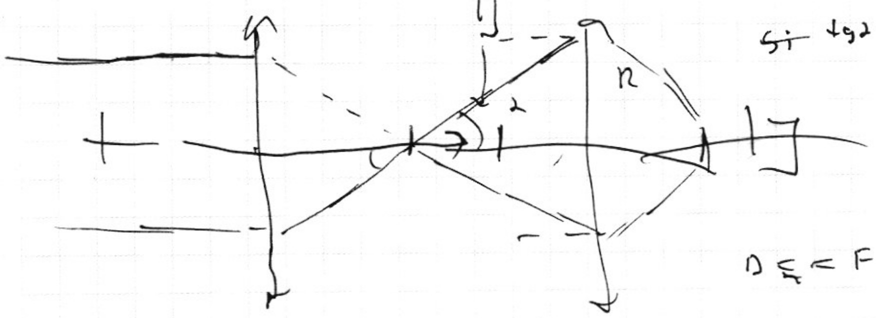
$\frac{dq^2}{2C} = \frac{5LJ_{max}^2}{2} = \frac{2\mathcal{E}^2 C}{2} \Rightarrow J_{max}$

$\mathcal{E} = u_C \Rightarrow$

$1{,}5F - \frac{F}{3} = \frac{4{,}5-1}{3} = \frac{3{,}5}{3}F$

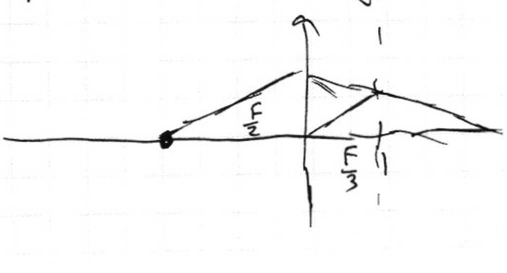
$\frac{14}{12}F \quad \frac{15}{4}F$

5.



$\sin \operatorname{tg}\alpha = \frac{R}{\frac{F}{2}} \to 0$

$D \ll F \Rightarrow$



$\frac{1}{\frac{F}{2}} + \frac{1}{f} = \frac{1}{\frac{F}{3}}$

$\frac{2}{F} + \frac{1}{f} = \frac{3}{F}$

$f = F$

☑ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)