# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2022

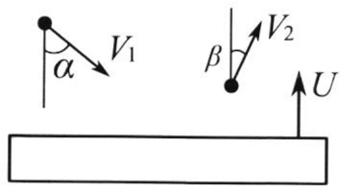
Класс 11

## 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.



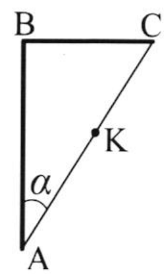

1) Найти скорость $V_2$.
2) Найти возможные значения скорости плиты $U$ при таком неупругом ударе.

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?

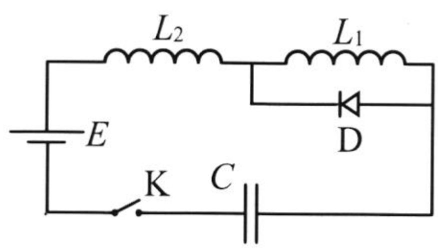
**3.** Две бесконечные плоские прямоугольные пластины АВ и ВС перпендикулярны друг к другу и образуют двугранный угол с ребром $B$. На рисунке показано сечение угла плоскостью, перпендикулярной ребру В.




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?

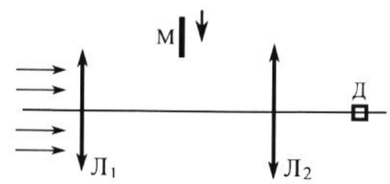
2) Пластины ВС и АВ заряжены положительно с поверхностной плотностью заряда $\sigma_1 = 3\sigma, \sigma_2 = \sigma$, соответственно. Угол $\alpha = \pi/5$. Найти напряженность электрического поля в точке К на середине отрезка АС.

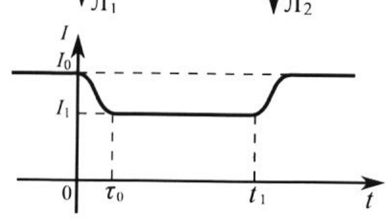
**4.** Электрическая цепь собрана из идеальных элементов: источника с ЭДС $E$, катушек с индуктивностями $L_1 = 4L$, $L_2 = 3L$, конденсатора емкостью $C$, диода D (см. рис.). Ключ $K$ разомкнут, конденсатор не заряжен, тока в цепи нет. После замыкания ключа возникают колебания тока в $L_1$.




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 $F_0$, $D$, $\tau_0$.

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

**Задача 1**

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

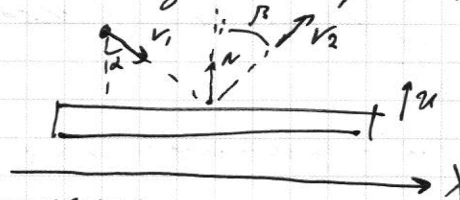
$\sin\beta = \frac{1}{3}$

$v_1 = 12$ м/с

$u \equiv u$ - ? — переобозначил

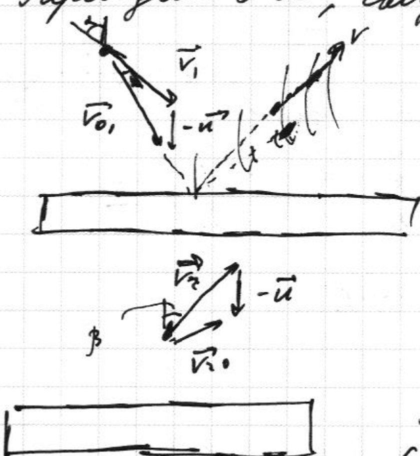
1) ~~Перейдём в СО, связанн~~

ЗСИ в проекции на ось $OX$ (сила реакции тогда $N_x = 0$)



$$m v_1 \sin\alpha = m v_2 \sin\beta \Rightarrow v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 12\text{ м/с}\,\frac{1\cdot 3}{2\cdot 1} = 18\text{ м/с}$$

2) Перейдём в СО, связанную с массивной плитой:

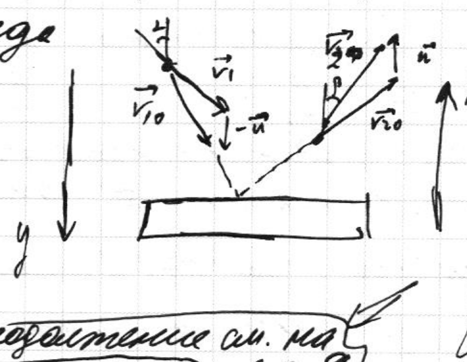


~~В этой системе шар будет подлетать к плите со ск-ю $\vec{v_{01}} = \vec{v_1} - \vec{u}$; $v_{01x} = v_{1x} = v_1 \sin\alpha$~~

~~После удара шарик отн-но плиты со ск-ю $\vec{v_{20}} = \vec{v_2} - \vec{u}$; $v_{02x} = v_{2x} = v_2 \sin\beta$~~

Также предположим, что удар был довольно-таки упругим, (т.е. при ударе теряется очень малое к-во энергии)

Тогда



$\vec{v_{10}} = \vec{v_1} - \vec{u}$ - отн-но плиты до удара, $\vec{v_{20}} = \vec{v_2} - \vec{u}$ - ~~до~~ отн-но ~~плиты~~ плиты после удара;

в проекции на ось $Oy$

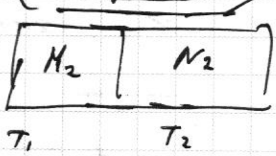
$$\begin{cases} |v_{10y}| = v_1 \cos\alpha + u, \quad \text{и } |\vec{v_{10}}| = |\vec{v_{20}}| \\ |v_{20y}| = |v_{10y}| - \text{т.к. удар мы определили как упругий} \\ v_{2y} = v_2 \cos\beta = |v_{20y}| + u \quad \text{(почти} \end{cases}$$

продолжение см. на стр. 8

**Задача 2**

$c_V = \frac{5}{2}R$

$\nu = \frac{6}{7}$ моль



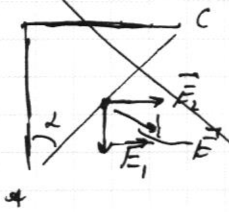
1) $V_H$ - ~~от~~ начальный объём водорода, $V_N$ - азота;

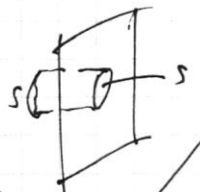
Поршень движется медленно + трения нет => в каждый момент времени давления в отсеках равны. Ур-я состояния вначале: →

→ далее см. стр. 2

Задача 3

1) $\alpha = \frac{\pi}{4}$. Если $\sigma$ – пов-я плотность заряда, то из т. Гаусса следует, что бесконечная пластина создаёт напряженность $E$ такую, что



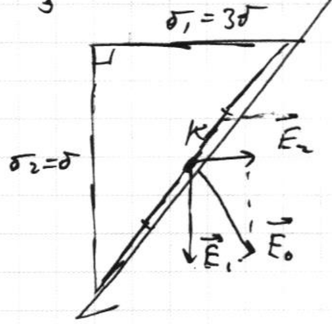




$2ES = \frac{\sigma S}{\varepsilon_0} \Rightarrow E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ – поле бесконечной пластины;

Тогда $E_1 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$, $E_2 = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$ тоже – суммарное поле

$\vec{E} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \frac{\sigma\sqrt{2}}{2\varepsilon_0}$ ; $\frac{E}{E_1} = \sqrt{2}$ ;

2) $\alpha = \frac{\pi}{8}$




Здесь уже $E_1 = \frac{\sigma_1}{2\varepsilon_0} = \frac{3\sigma}{2\varepsilon_0}$, $E_2 = \frac{\sigma_2}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$;

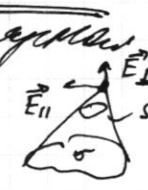
Результирующее поле:

$E_0 = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\sqrt{9+1} = \frac{\sigma\sqrt{10}}{2\varepsilon_0}$

~~Ответ: 1) в $\sqrt{2}$ раз 2) E.~~

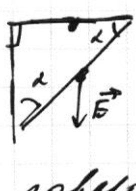
Начало решения:

Как известно, если какая-то пов-ть, заряженная с поверхностной плотностью $\sigma$, видна под телесным углом $\Omega$, то ~~составляющая~~ перпендикулярная составляющая напряженности ~~со~~ создаваемого этой поверхностью поля равна $E_\perp = \frac{\sigma\Omega}{4\pi\varepsilon_0}$.

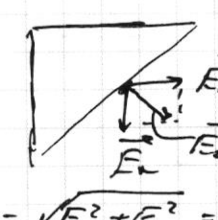



У нас пластины прямоугольные и бесконечные $\Rightarrow$ $\Rightarrow$ параллельные ~~пов-ти~~ составляющие $\vec{E}$ (для отдельно взятых пластин) равны нулю (в точке K, по кот. расположена на середине AC. Поэтому

1) $\alpha = \frac{\pi}{4} = 45^\circ \Rightarrow AB = BC \Rightarrow$ пластины ~~со~~ создают одинаковое поле $\Rightarrow$ (при одинаковых $\sigma$)




$\rightarrow$




$(|\vec{E_1}| = |\vec{E}| = E)$ $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ Результирующее поле из т. Пифагора равно $E_0 = \sqrt{E^2 + E_2^2} = E\sqrt{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow$ поле увеличится в $\frac{E\sqrt{2}}{E} = \sqrt{2}$ раз. Продолжение на стр 7

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$pV_H = \nu RT_1$
$pV_N = \nu RT_2$ $\Rightarrow \frac{V_H}{V_N} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{350}{550} = \frac{7}{11}$;

2) Закон сохранения энергии (сосуд, как целое, теплоизолированный) ~~и ΣA = 0, т.к. равенство работ~~:

$\frac{5}{2}\nu RT_1 + \frac{5}{2}\nu RT_2 = \frac{5}{2}(\nu+\nu)RT \to \nu R(T_1+T_2) = 2\nu RT \Rightarrow$

$\Rightarrow T = \frac{1}{2}(T_1+T_2) = \frac{1}{2}\cdot 900\,K = 450\,K$ – ~~температуру~~ установившаяся температура

продолжение задачи см. на стр. 7 — это 7

3) ~~$Q = \Delta U + A$ ($\Delta U$ – изменение внутренней энергии водорода, $A$ – работа водорода);~~

~~Тогда $c_p = c_v + R = \frac{7}{2}R \Rightarrow Q = c_p\nu(T-T_1) = \frac{7}{2}R\nu(T-T_1) = 2493$ Дж~~

$\Delta U = \frac{5}{2}\nu R(T-T_1)$. Давление газов ~~не меняется~~ в процессе не изменяется (иначе не сохранялась ~~энергии~~ энергия);

$pV = \nu RT$

$p = \frac{\nu RT}{V}$ $\quad pdV + Vdp = \nu RdT$

$dA = pdV$

$pV = \nu RT$

$dA +$

~~Если $\frac{V_H}{V_N} = \frac{7}{11}$, то пусть $V_H = 7V$, $V_N = 11V$. Тогда в конце п-ра объемы обоих отсеков равны $\frac{11+7}{2}V = 9V$~~

→ тогда водород совершит работу $A = p(9V - 7V) = 2pV$, где $p$ – давление. Из того же ур-я состояния следует, что

~~$pV_H = \nu RT_1 \to 7pV = \nu RT_1 \Rightarrow pV = \frac{\nu RT_1}{7} \Rightarrow A = \frac{2}{7}\nu RT_1$~~;

Теплоёмкость (молярная) при $p = const$ равна $c_p = c_v + R = \frac{7}{2}R \to$
$\to Q = \frac{7}{2}\nu R(T-T_1) = 2493$ Дж — так быстрее

Тогда
$Q = \Delta U + A = \frac{5}{2}\nu RT - \frac{5}{2}\nu RT_1 + \frac{2}{7}\nu RT_1 = \frac{5}{2}\nu RT - \frac{31}{14}\nu RT_1$;

$Q = \nu R\left(\frac{5}{2}T - \frac{31}{14}T_1\right) = \frac{6}{7}\cdot 8{,}3\cdot\left(\frac{5}{2}\cdot 450 - \frac{31}{14}\cdot 350\right)$ Дж $=$

$= \frac{6}{7}\cdot 8{,}31\cdot(5\cdot 225 - 31\cdot 25)$ Дж $= 25\cdot\frac{6}{7}\cdot 8{,}31\cdot(5\cdot 9 - 31)$ Дж $=$

$= 25\cdot\frac{6}{7}\cdot 8{,}31\cdot 14$ Дж $= 25\cdot 6\cdot 2\cdot 8{,}31$ Дж $= 50\cdot 6\cdot 8{,}31$ Дж $= 831\cdot 6\cdot\frac{1}{2}$ Дж $=$

$= 831\cdot 3$ Дж $= 2493$ Дж

**Ответ:** 1) $V_H/V_N = \frac{7}{11}$ 2) $T = 450\,K$ 3) $Q = 2493$ Дж

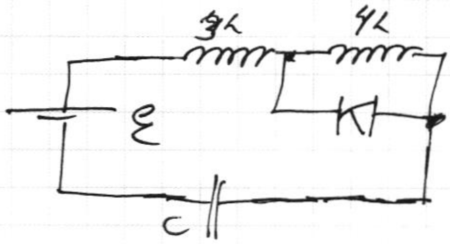
$\boxed{\text{Задача 4}}$

$\mathcal{E}$

$L_1 = 4L$

$L_2 = 3L$

$C$




1) $\mathcal{E}$ не влияет на период колебаний системы.

~~или~~ Когда ток ~~идёт по часовой стрелке~~ ~~начинает~~ движения по часовой стрелке,

диод закрыт, и ~~он~~ ток откроется, когда ток начнёт ~~течь~~ ~~уменьшаться (когда $U_C = 0$~~ течь против часовой.

До того момента пройдёт время

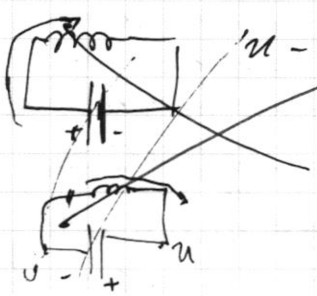
$$t_1 = \frac{1}{2} \cdot 2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C} = \pi\sqrt{7LC}.$$

После начала ↻ диод будет открыт ⇒ через катушку $L_1$ ток течь не будет ⇒ до момента перезарядки к-ра (т.к. тогда наступит момент $I = 0$), пройдёт время $t_2 = \frac{1}{2} \cdot 2\pi\sqrt{CL_2} = \pi\sqrt{3CL}$;

Общее время:

$$\boxed{T = t_1 + t_2 = \pi\sqrt{CL}\left(\sqrt{3}+\sqrt{7}\right)}$$

~~Конкретно в~~

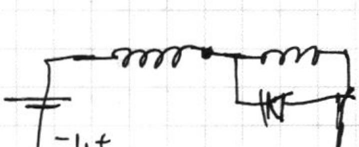


$U - L\frac{dI}{dt} = 0$

ток через $L_1$ и $L_2$ один и тот же

2) $I_m$ максимален ⇒ $L_1\frac{dI}{dt} = 0$ и $L_2\frac{dI}{dt} = 0$ ⇒

⇒ напряжение на к-ре равно $\mathcal{E}$.



ЗСЭ: $\overbrace{\mathcal{E}(C\mathcal{E}-0)}^{\text{работа } \mathcal{E}} = \overbrace{\frac{C\mathcal{E}^2}{2}}^{\Delta W \text{ конденсатора}} + \underbrace{\frac{(L_1+L_2)I_m^2}{2}}_{\Delta W \text{ катушек}}$ →

→ $2C\mathcal{E}^2 = C\mathcal{E}^2 + 7LI_m^2$ →

→ $C\mathcal{E}^2 = 7LI_m^2$ ⇒

⇒ $\boxed{I_m = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{7L}}}$

3) Найдём макс. ток в $L_2$ в процессе движения тока против ~~часовой~~ часовой стрелки

→ далее см. стр. 5 (5)

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

• $I_2$ $I_{m2}$ – максимален $\Rightarrow L_2 \frac{dI}{dt} = 0 \Rightarrow$ (+ у нас открыт диод) $\Rightarrow$ напряжение на к-ре равно $\mathcal{E}$.

• Максимальный заряд $q_0$ к-ра найдём из ЗСЭ. В этот момент $I = 0 \Rightarrow \mathcal{E} q_0 = \frac{q_0^2}{2C} \Rightarrow q_0 = 2C\mathcal{E}$

• При достижении $I_{m2}$ у к-ра будет заряд $q = C\mathcal{E}$ $\Rightarrow$ изменение заряда правой пластины есть $\Delta q = C\mathcal{E} - q_0 = C\mathcal{E} - 2C\mathcal{E} = -C\mathcal{E}$ $\Rightarrow$ работа $\mathcal{E}$ равна ~~источника~~ ре $A_\mathcal{E} = -C\mathcal{E}^2$;  $\frac{q_0^2}{C} = 4C\mathcal{E}^2$

• По ЗСЭ $A_\mathcal{E} = \frac{L_2 I_{m2}^2}{2} + \underbrace{\left(\frac{C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{q_0^2}{2C}\right)}_{\Delta W \text{ к-ра}} \rightarrow$

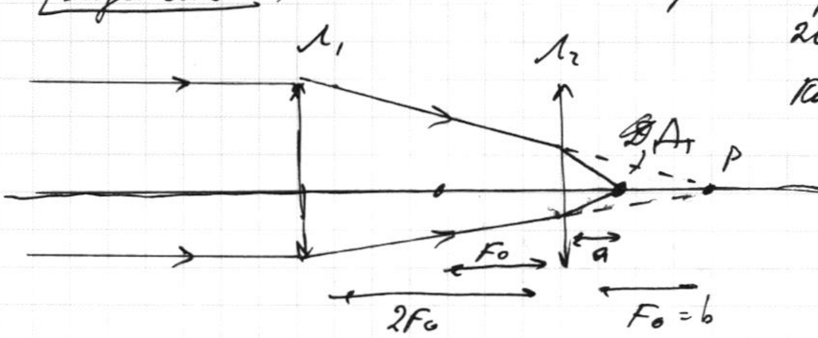
$\rightarrow -2C\mathcal{E}^2 = 3L I_{m2}^2 + C\mathcal{E}^2 - 4C\mathcal{E}^2 \rightarrow C\mathcal{E}^2 = 3L I_{m2}^2 \Rightarrow I_{m2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}} > I_{m1} \Rightarrow$

$\Rightarrow I_{m2}$ действительно равен $\mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}$

$$\boxed{\text{Ответ: 1) } T = \pi\sqrt{CL}\left(\sqrt{3} + \sqrt{7}\right) \quad 2)\ I_{m1} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{7L}} \quad 3)\ I_{m2} = \mathcal{E}\sqrt{\frac{C}{3L}}}$$

за 1 колебание системы ток проходит через $L_1$ время $t_1 = \pi\sqrt{7CL}$ или что

## Задача 5




1) Пусть a – расстояние от фотодетектора 2й линзы до ~~фотодетектора~~. Как видно из р-ка на рисунке, если бы $Л_2$ не было, то лучи света пересеклись бы на расстоянии $b = F_0$ от $Л_2$. А так то они ф-ся на р-нии a.

$F_0,\ D,\ \tau,\ F_1 = \frac{5}{9}F_0$

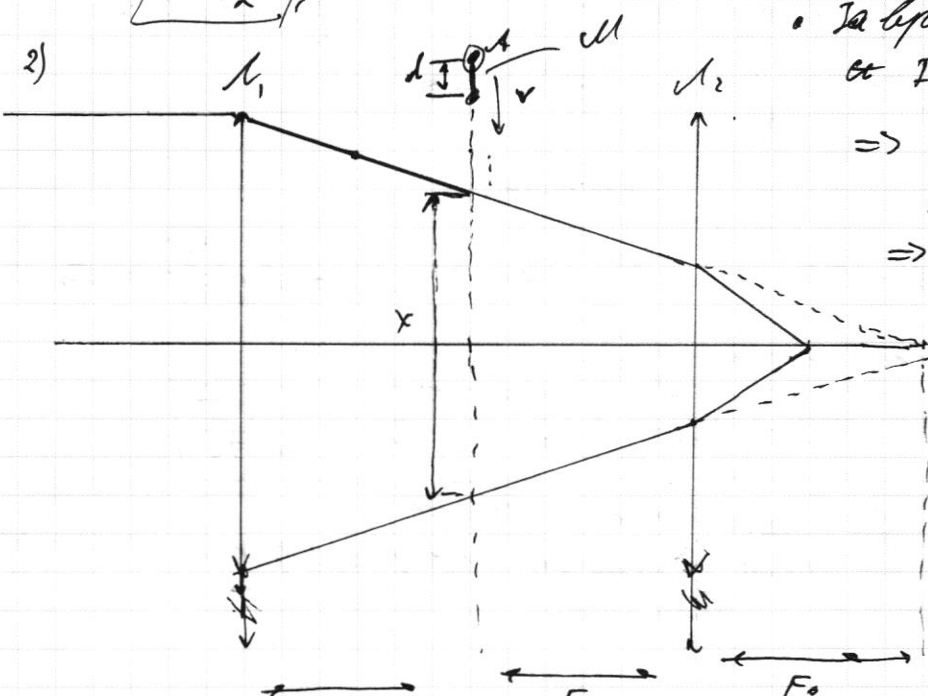
Тогда можно считать, что ~~точка~~ ΔД – источник для $Л_2$, а точка P – его мнимое ~~изображение~~ изображение. Тогда

По формуле тонкой линзы для $Л_2$

$$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{a} - \frac{1}{b} \rightarrow \frac{1}{F_0} = \frac{1}{a} - \frac{1}{F_0} \Rightarrow \cancel{\frac{1}{2F_0} = \frac{1}{a}}\ \frac{2}{F_0} = \frac{1}{a} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{a = \frac{F_0}{2}};$$

2)




• За время $\tau_0$ мощность от $F_0 \rightarrow \frac{5}{9}F_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow P \rightarrow \frac{5}{9}P$ (P – мощность света) $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ когда M полностью вошла в пучок, она перекрыла $\frac{4}{9}$ площади сечения пучка (S) (его диаметр пусть равен x).

Из подобия треугольников находим: $\frac{x}{D} = \frac{2F_0}{3F_0} = \frac{2}{3} \Rightarrow x = \frac{2}{3}D$; $S = \frac{\pi x^2}{4} \Rightarrow$ площадь мишени равна $S_м = \frac{4}{9}S = \frac{4}{9}\cdot\frac{\pi x^2}{4} = \frac{\pi x^2}{9} = \frac{\pi d^2}{4}$, где d – диаметр мишени. Отсюда $\frac{x}{3} = \frac{d}{2} \rightarrow d = \frac{2}{3}x = \frac{4}{9}D$

• Очевидно, что $\tau_0 = \frac{d}{v} \Rightarrow v = \frac{d}{\tau_0} = \frac{4D}{9\tau_0}$

3) С момента $t = 0$ точка A мишени (см. 2й рисунок) пересекла пучок за время $\tau_0 + t_1 = \frac{x + d}{v}$ далее см. стр. 8

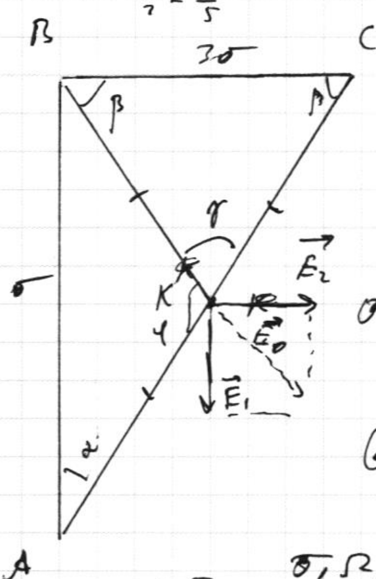
~~Ответ: 1) $a = \frac{F_0}{2}$ 2)~~

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

**Продолжение задачи 3**

2) $\alpha = \frac{\pi}{5}$, $\beta = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{5} = \frac{3\pi}{10}$ (см. рис.)

$\frac{1}{2} - \frac{1}{5}$




Из соображений геометрии

$AK = KB = KC$; $\beta = \frac{3\pi}{10} \Rightarrow \gamma = \angle BKC =$

$= \pi - \frac{3\pi}{10}\cdot 2 = \pi - \frac{3\pi}{5} = \frac{2\pi}{5}$; $\gamma = \frac{2\pi}{5} \Rightarrow$

$\Rightarrow \varphi = \pi - \gamma = \frac{3\pi}{5}$;

• Телесный угол пов-ти BC: $\cancel{\Omega_1 = 3\pi}$

$\Omega_1 = \frac{\gamma}{2\pi}\cdot 4\pi = 2\gamma = \frac{4\pi}{5} \Rightarrow \Omega_1 = \frac{4\pi}{5}$

• Телесный угол пов-ти AB

$\Omega_2 = \frac{\varphi}{2\pi}\cdot 4\pi = 2\varphi = \frac{6\pi}{5} \Rightarrow \Omega_2 = \frac{6\pi}{5}$

• $E_1 = \frac{\sigma_1\Omega_1}{4\pi\varepsilon_0} = \frac{3\sigma}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{4\pi}{5} = \cancel{\frac{9\sigma}{20\varepsilon_0}} = \frac{3\sigma}{5\varepsilon_0}$ ⊙

• $E_2 = \frac{\sigma_2\Omega_2}{4\pi\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{6\pi}{5} = \frac{3\sigma}{2\cdot 5\varepsilon_0} = \frac{3\sigma}{10\varepsilon_0}$ ⊙

• Результирующую напряжённость находим с помощью т. Пифагора:

$E_0 = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} = \frac{3\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{\cancel{81}\,1}{\cancel{400}\,25} + \frac{1}{100}} \ominus \cancel{\frac{\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{117}{400}} = \frac{\sigma\sqrt{117}}{20\varepsilon_0}}$

$\ominus \frac{3\sigma}{\varepsilon_0}\sqrt{\frac{5}{100}} = \frac{3\sigma}{\varepsilon_0\sqrt{20}}$

~~Ответ: 1) в $\sqrt{2}$ раз 2) $E_0 = \frac{\sigma\sqrt{117}}{20\varepsilon_0}$~~

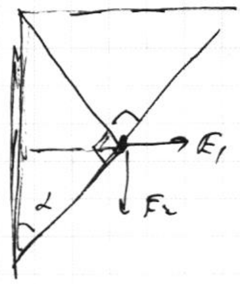
$\boxed{\text{Ответ: 1) в } \sqrt{2} \text{ раз} \quad 2)\ \cancel{E_0 = \frac{3\sigma}{\varepsilon_0\sqrt{20}}}\ E_0 = \frac{3\sigma}{\varepsilon_0\sqrt{20}}}$

**Продолжение задачи 2**

3) Давление газов не изменялось (иначе не сохранялась бы энергия) ⇒ молярная тепл-ть в данном процессе расширения водорода равна $C_p = C_v + R = \frac{7}{2}R \Rightarrow$

$\Rightarrow Q = C_p\nu\,\cancel{(T}\,\Delta T = \frac{7}{2}\nu R(T - T_1) = \frac{7}{2}\cdot\frac{6}{7}\cdot 100\cdot 8.31$ Дж $= 2491$ Дж

$\boxed{\text{Ответ: 1) } \frac{V_H}{2V_N} = \frac{7}{11} \quad 2)\ T = 450\,K \quad 3)\ Q = 2491 \text{ Дж}}$



$$E_1 = E_2 = \frac{\sigma}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{4\pi}{4\pi}\pi = \frac{\sigma}{4\varepsilon_0}$$

$$\frac{4\pi}{3}$$

$v_2 \cos\beta = 18.$

$\cos\beta$

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

$$18 \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3} = 12\sqrt{2}$$

$81 + 36 = 117$

$117$

$110 + 7$

$$12\sqrt{2} - 12 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

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

$\frac{5}{9}$ – данно

$\frac{4}{9}$ – нет

$v_1$

$$\cos\alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

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

$$\frac{\pi x^2}{9} = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$\frac{d}{2} = \frac{x}{3} \rightarrow d = \frac{2}{3}x = \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{3}D = \frac{4}{9}D$$

$$\frac{\frac{2}{3}D + \frac{4}{9}D}{4D} \cdot 9r =$$

$$\frac{4d}{9r_0}$$

$$\frac{\frac{2}{3} + \frac{4}{9}}{\frac{4}{9}} = \frac{10}{9 \cdot \frac{4}{9}} = \frac{10}{4} =$$

$$\frac{q_0^2}{2C} = \frac{4C^2\varepsilon^2}{2C} = 2C\varepsilon^2 \qquad \frac{C\varepsilon^2}{2} - 2C\varepsilon^2$$

$$-C\varepsilon^2 = \frac{LI^2}{2} + \frac{C\varepsilon^2}{2} - 2C\varepsilon^2$$

$$-2C\varepsilon^2 = 3LI^2 + C\varepsilon^2 - 4C\varepsilon^2$$

$$C\varepsilon^2 = 3L$$

☑ черновик ☐ чистовик Страница №__

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

$$\tau_0 + t_1 = \frac{x+d}{v} = \frac{\frac{2}{3}D + \frac{4}{9}D}{\frac{4D}{9\tau_0}} = \frac{10D}{9\cdot\frac{4D}{9\tau_0}} = \frac{10}{4}\tau_0 = \frac{5}{2}\tau_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t_1 = \frac{5}{2}\tau_0 - \tau_0 = \frac{3}{2}\tau_0$$

$\boxed{\text{Ответ: 1) } a = \frac{F_0}{2} \quad \text{2) } v = \frac{4D}{9\tau_0} \quad \text{3) } t_1 = \frac{3}{2}\tau_0}$

**Задача 1 (продолжение)**

Тогда $v_1\cos\alpha + u + u = v_2\cos\beta \rightarrow u = \frac{v_2\cos\beta - v_1\cos\alpha}{2} = \frac{12\sqrt{2} - 6\sqrt{3}}{2}$ м/с

$v_2\cos\beta = 18\cdot\frac{2\sqrt{2}}{3} = 12\sqrt{2}$ м/с

$v_1\cos\alpha = 12\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} = 6\sqrt{3}$ м/с

$u = \frac{6}{2}(2\sqrt{2} - \sqrt{3})$ м/с $= 3(2\sqrt{2} - \sqrt{3})$ м/с;

$u = 6\sqrt{2} - 3\sqrt{3}$ м/с;

Мы нашли предельную ск-ть плиты;

$v_2\cos\beta > v_1\cos\alpha$. Если бы ~~плита~~ бы плита не двигалась, то при потере энергии ~~$v_2$~~ $v_2\cos\beta$ не стала бы больше $v_1\cos\alpha \Rightarrow$ допустимы скорости больше $u$. ~~На~~ при в крайнем случае шарик от-но плиты не отскакивает ~~вверх~~ вовсе $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ максимальное и равно чуть меньше $v_2\cos\beta = 12\sqrt{2}$ м/с

Итак, $(6\sqrt{2} - 3\sqrt{3})$ м/с $< u < 12\sqrt{2}$ м/с $\rightarrow (6\sqrt{2} - 3\sqrt{3})$ м/с $< U < 12\sqrt{2}$ м/с

$\boxed{\text{Ответ: 1) } v_2 = 18 \text{ м/с} \quad \text{2) } (6\sqrt{2} - 3\sqrt{3}) \text{ м/с} < U < 12\sqrt{2} \text{ м/с}}$

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

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

ШИФР

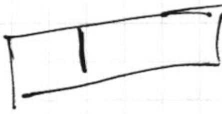
(заполняется секретарём)

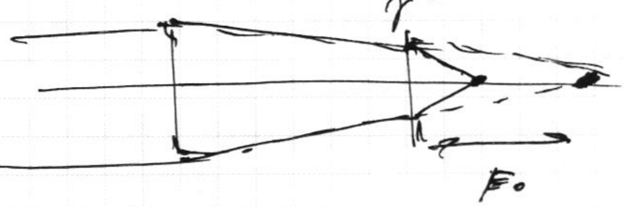
# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

$\gamma = \frac{4\pi}{5}$

$\frac{1}{2} - \frac{1}{5} = \frac{5-2}{10} = \frac{3}{10}$





$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{}$

$\frac{5}{2} - \frac{2}{7} = \frac{35-4}{14} = \frac{31}{14}$

$F_0$

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

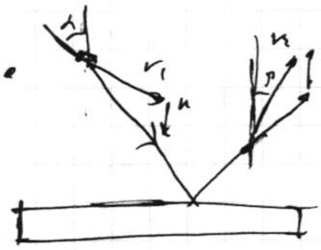
$f = \frac{4\pi}{5}$ $\quad \frac{7}{2}\nu R(T-T_1) =$ $\quad v_2 = v_1 \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = 12 \cdot \frac{2}{2} = 12$

$p$ есть $p = \frac{7}{2} \cdot \frac{6}{7} \cdot 8.31 \cdot 400 =$

$p = \quad = 3 \cdot 8.31 \cdot 100 =$

$= 831 \cdot 3 = 2493$

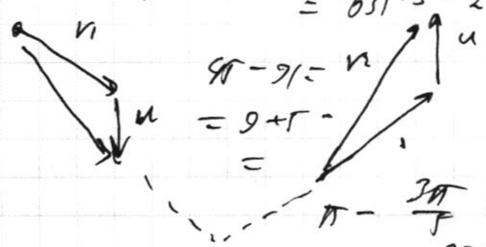
$\frac{77}{2} \cdot 50 =$



$9\pi - 9 =$

$= 9 + 5 -$

$=$



$5 \cdot 225 - 31.$

$\pi - \frac{3\pi}{5} =$ $\quad v_1 \sin\alpha$

$= \frac{2\pi}{5}$ $v_1 \cos\alpha$ $v_2$

$\frac{75}{55} = \frac{7}{11}$

$\frac{100 \cdot 6 \cdot 8.31}{2}$

Пусть удар час

$v_2 \cos\beta$

$v_1 \cos\alpha = 12 \frac{\sqrt{3}}{2} = 6\sqrt{3}$ м/с $\quad \frac{3\sigma}{4\pi\varepsilon_0}$ $\quad v_1 \cos\alpha + 2u = v_2$

$\frac{450}{5} =$

$v_2 \cos\beta = 18 \cdot \frac{2\sqrt{2}}{3} = 12\sqrt{2}$ м/с

$\frac{7}{11}$ $\quad 7V_0$ $\quad 11V$

$30$

$\frac{831}{3}$ $\quad \pi - \frac{2\pi}{5} = \frac{3\pi}{5}$

$\frac{2493}{} - \frac{1}{9}$

$pV = \nu RT_1$

$pV = \nu RT$

$144 \cdot 2 = 288$

$36 \cdot 3 = 108$

$\frac{T_1}{7}$ $\quad \frac{T}{9}$

$\frac{12 \cdot 3}{2 \cdot 1} = 6 \cdot 3 = 18$

$\delta Q = \delta U + \delta A$, если

$p\,dV + V\,dp = \nu R\,dT$

$\frac{dp}{p} + \frac{dV}{V} = \frac{dT}{T}$

$dA = \nu R\,dT - \int V\,dp$

$\frac{3\sigma}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{4\pi}{5}$

$\ln\frac{p}{p_0} + \ln\frac{V}{V_0} = \ln\frac{T}{T_0}$

$18V$ $\quad \frac{3\sigma}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{4\pi}{5}$

$V_1$

$9$

$\ln\frac{pV}{p_0V_0} = \ln\frac{T}{T_0}$

$U = \frac{5}{2}pV$

$\frac{\nu RT_1}{7}$

$\sigma$

$350 / 14$
$28 \quad 25$
$70$

$25 \cdot 4.2$

$7pV = \nu RT_1$

$11pV = \nu RT_2$

$\frac{\sigma}{\varepsilon_0} \cdot \frac{6\pi}{5} =$

$pV = \nu RT$

$\sigma \quad 225$

$\frac{\nu RT}{9}$

$= \frac{3\sigma}{10\varepsilon_0} = \frac{6\sigma}{20\varepsilon_0}$

☑ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__

(Нумеровать только чистовики)