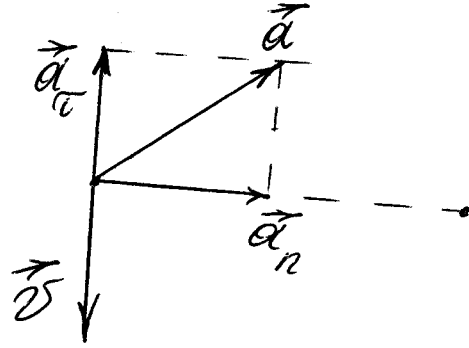


задача №7.

Дано: $R=100\text{ м}$ $t=5\text{ с}$
 $S=100+10t-0,5t^2$

Найти: v , a_{τ} , a_n , a .

Решение.

$$S = x_0 + v_0 t + \frac{a_{\tau} t^2}{2}$$

- уравнение движения в общем виде.

видим, что начальная скорость $v_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 тангенциальное ускорение $a_{\tau} = -1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

в момент времени $t=5\text{ с}$ определим скорость по закону $v = v_0 + a_{\tau} \cdot t$

$$v = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} + (-1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}) \cdot 5\text{ с} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

нормальное ускорение

$$a_n = \frac{v^2}{R}$$

$$a_n = \frac{(5 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2}{100\text{ м}} = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

полное ускорение

$$\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_{\tau}$$

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_{\tau}^2}$$

$$a = \sqrt{(0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2})^2 + (-1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2})^2} = 1,03 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Ответ: $v = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$$a_n = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$a_{\tau} = -1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$a = 1,03 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

задача 17.

Дано: $u = 0,8c$

$v = 0,7c$

Найти: u'

Решение.

$$u' = \frac{u - v}{1 - \frac{uv}{c^2}} \quad \text{закон сложения скоростей}$$

$$u' = \frac{0,8c - 0,7c}{1 - \frac{0,8c \cdot 0,7c}{c^2}} = \frac{0,1c}{1 - 0,56} = 0,23c$$

$$u' = 0,23 \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 6,8 \cdot 10^7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $u' = 6,8 \cdot 10^7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

задача 27.

Дано: $m = 10 \text{ кг}$

$M = 500 \text{ кг}$

$E_1 = 1,5 \cdot 10^6 \text{ Дж}$

Найти: E_2

Решение.

$$E_2 = \frac{M \cdot v_2^2}{2} \quad \text{кинетическая энергия пушки.}$$

скорость пушки v_2 найдем с помощью закона сохранения импульса

$$0 = m \vec{v}_1 + M \vec{v}_2$$

$$\text{ось } x: 0 = m v_1 - M v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{m v_1}{M}$$

скорость снаряда выразим из его кинетической энергии $E_1 = \frac{m v_1^2}{2} \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{2 E_1}{m}}$

$$v_2 = \frac{m}{M} \cdot \sqrt{\frac{2 E_1}{m}}$$

$$E_2 = \frac{M}{2} \cdot \frac{m^2}{M^2} \cdot \frac{2 E_1}{m} = \frac{m E_1}{M}$$

$$E_2 = \frac{10 \text{ кг} \cdot 1,5 \cdot 10^6 \text{ Дж}}{500 \text{ кг}} = 30000 \text{ Дж} = 30 \text{ кДж.}$$

Ответ: $E_2 = 30 \text{ кДж.}$

задача 137.

Дано: $m_0 = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$

$v = 0,7c$

Найти: ρ , E , T

Решение.

импульс электрона:

$$\rho = \frac{m_0 \cdot v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \rho = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot 0,7 \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{\sqrt{1 - \frac{(0,7c)^2}{c^2}}} = 2,7 \cdot 10^{-22} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

энергия электрона (полная):

$$E = \frac{m_0 \cdot c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad E = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot (3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2}{\sqrt{1 - \frac{(0,7c)^2}{c^2}}} = 1,14 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$$

кинетическая энергия электрона:

$$T = m_0 \cdot c^2 \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)$$

$$T = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot (3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2 \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{(0,7c)^2}{c^2}}} - 1 \right) = 3,3 \cdot 10^{-14} \text{ Дж}$$

Ответ: $\rho = 2,7 \cdot 10^{-22} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$

$E = 1,14 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$

$T = 3,3 \cdot 10^{-14} \text{ Дж}$

задача 147

Дано: $T = 300 \text{ К}$

$\rho = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Па}$

$\rho = 1 \text{ кг/м}^3$

Найти: μ

Решение.

запишем уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$

поделим обе части равенства на объем V с

учетом $\rho = \frac{m}{V}$

$$p = \frac{\rho}{\mu} RT \Rightarrow \mu = \frac{\rho RT}{p}$$

Ответ: $\mu = \frac{1 \text{ кг/м}^3 \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К}}{1,2 \cdot 10^5 \text{ Па}} = 0,02 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$

задача 57.

Дано: $T = 100 \text{ K}$ $d = 3 \cdot 10^{-10} \text{ м}$
 $\mu = 29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

Найти: η

Решение.

$$\eta = \frac{1}{3} \bar{v} \cdot \bar{\lambda} \cdot \rho$$

средняя арифметическая скорость:

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi \mu}}$$

средняя длина свободного пробега:

$$\bar{\lambda} = \frac{1}{\sqrt{2} \pi d^2 n}$$

концентрация молекул воздуха:

$$p = nkT \Rightarrow n = \frac{p}{kT}$$

$$\bar{\lambda} = \frac{kT}{\sqrt{2} \cdot \pi d^2 \cdot p}$$

плотность воздуха:

$$pV = \frac{m}{\mu} RT ; \quad p = \frac{m}{V\mu} RT ; \quad \rho = \frac{m}{V}$$

$$p = \frac{\rho}{\mu} RT \Rightarrow \rho = \frac{p \cdot \mu}{RT}$$

коэффициент внутреннего трения:

$$\eta = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{\frac{8RT}{\pi \mu}} \cdot \frac{kT}{\sqrt{2} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot p} \cdot \frac{p \cdot \mu}{RT}$$

$$\eta = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{\frac{8RT\mu}{\pi}} \cdot \frac{k}{\sqrt{2} \cdot \pi d^2 \cdot R} = \frac{1}{3} \sqrt{\frac{8T \cdot \mu}{\pi R}} \cdot \frac{k}{\sqrt{2} \cdot \pi d^2}$$

$$\eta = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{\frac{8 \cdot 100 \text{ K} \cdot 29 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{3,14 \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}}} \cdot \frac{1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{K}}}{\sqrt{2} \cdot 3,14 (3 \cdot 10^{-10} \text{ м})^2} =$$
$$= 1,08 \cdot 10^{-5} \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}}$$

Ответ: $\eta = 1,08 \cdot 10^{-5} \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}}$

задача 167.

Дано: T_1

$$V_2 = 5V_1$$

Найти: $\frac{Q_p}{Q_T}$

$$\frac{Q_p}{Q_T}$$

Решение:

первый закон термодинамики

$$Q = \Delta U + A$$

при $p = \text{const}$

$$A = p \cdot (V_2 - V_1) = \nu R 4T_1$$

$$\begin{aligned} \Delta U &= \frac{5}{2} \nu R \Delta T_p = \frac{5}{2} p \cdot (V_2 - V_1) = \\ &= \frac{5}{2} \cdot \nu R \cdot 4T_1 \end{aligned}$$

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

$$T_2 = 5T_1$$

при $T = \text{const}$

$$A = \nu R \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$\Delta U = 0$$

$$Q_p = \nu R 4T_1 + \frac{5}{2} \nu R 4T_1 = 14 \nu R T_1$$

$$Q_T = \nu R \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$\frac{Q_p}{Q_T} = \frac{14 \nu R T_1}{\nu R \ln \frac{5V_1}{V_1}} = \frac{14 T_1}{\ln 5} = 8,7 \cdot T_1 \Rightarrow Q_p > Q_T$$

Ответ: при изобарном расширении требуется подвести большее количество энергии $Q_p > Q_T$, выгоднее изотермический процесс.

задача 177.

Дано: $m = 2 \text{ кг}$

$$t_1 = 0^\circ \quad T_1 = 273 \text{ K}$$

$$t_2 = 100^\circ \quad T_2 = 373 \text{ K}$$

$$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\gamma = 22,5 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

Найти: ΔS .

Решение.

нагревание воды.

$$\Delta S_1 = \int_{T_1}^{T_2} \frac{dQ}{T} \quad dQ = cm dT$$

$$\Delta S_1 = \int_{T_1}^{T_2} \frac{cm dT}{T} = cm \ln \frac{T_2}{T_1}$$

$$\Delta S_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 2 \text{ кг} \cdot \ln \frac{373}{273} = 2621,7 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

испарение воды происходит при постоянной температуре:

$$\Delta S_2 = \frac{Q}{T_2} \quad Q = m \cdot \gamma$$

$$\Delta S_2 = \frac{m \cdot \gamma}{T_2}$$

$$\Delta S_2 = \frac{2 \text{ кг} \cdot 22,5 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}}{373 \text{ К}} = 120643,4 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2$$

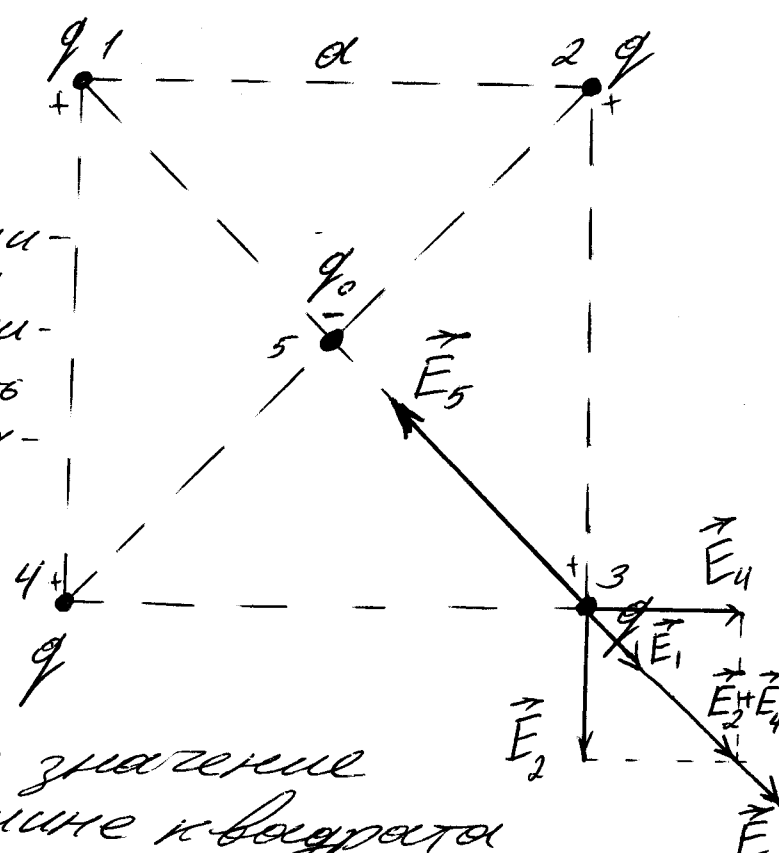
$$\Delta S = 2621,7 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} + 120643,4 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} = 123265,1 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$\text{Ответ: } \Delta S = 123265,1 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

задача №7.

Дано: $q = 2 \text{ нКл} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$.

Найти: q_0 при $F=0$



Решение.
 чтобы на заряды в вершинах квадрата действовала сила, равная 0, необходимо чтобы напряженность электрического поля, создаваемого центральным зарядом \vec{E}_5 была равна по величине сумме

$$\vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_4$$

тогда результирующее значение напряженности в вершине квадрата будет равно 0.

$$\vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_4 + \vec{E}_5 = 0 \Rightarrow F=0 \quad (\text{т.к. } F=q \cdot E)$$

$$E_2 = E_4 = k \frac{q}{\alpha^2}$$

$$E_1 = k \frac{q}{2\alpha^2}$$

(по т. Пифагора диагональ квадрата $d^2 = \alpha^2 + \alpha^2 = 2\alpha^2$)

$$|\vec{E}_2 + \vec{E}_4| = \sqrt{E_2^2 + E_4^2} = k \frac{q}{\alpha^2} \cdot \sqrt{2}$$

$$|\vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_4| = k \frac{q}{2\alpha^2} + k \frac{q}{\alpha^2} \cdot \sqrt{2}$$

$$E_5 = k \frac{q_0 \cdot 2}{\alpha^2}$$

$$k \frac{q_0 \cdot 2}{\alpha^2} = k \frac{q}{2\alpha^2} + k \frac{q}{\alpha^2} \sqrt{2}$$

$$2q_0 = q + \sqrt{2} q \quad q_0 = \frac{q(1 + \sqrt{2})}{2}$$

$$q_0 = \frac{2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} \cdot (1 + \sqrt{2})}{2} = 2,4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

Ответ: $q_0 = 2,4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$.

задача 17.

Дано: $q_1 = 1 \text{ нКл} = 10^{-9} \text{ Кл}$

$q_2 = 2 \text{ нКл} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$

$r_1 = 1 \text{ см} = 0,01 \text{ м}$

$r_2 = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$

Найти: A

Решение.

потенциальная энергия взаимодействия электрических зарядов изменяется

$E_{п1} = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r_1}$

$E_{п2} = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r_2}$

работа поля по изменению потенциальной энергии

$A = E_{п1} - E_{п2}$

$A = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r_1} - k \frac{q_1 \cdot q_2}{r_2} = k q_1 \cdot q_2 \cdot \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$

$A = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot 10^{-9} \text{ Кл} \cdot 2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} \cdot \left(\frac{1}{0,01 \text{ м}} - \frac{1}{0,1 \text{ м}} \right) = 1,62 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$

Ответ: $A = 1,62 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$

задача 27.

Дано: $R = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м}$

$r = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м}$

$\sigma = 2 \text{ мкКл/м}^2 = 2 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2}$

Найти: ω_3

Решение.

объемная плотность

$\omega_3 = \frac{\epsilon_0 \epsilon E^2}{2}$

напряженность электрического поля на расстоянии $R+r$ от центра сферы

$E = k \frac{q}{(R+r)^2}$

заряд сферы: $q = \sigma \cdot S$, S - площадь поверхности сферы.

$E = k \cdot \frac{\sigma \cdot 4\pi R^2}{(R+r)^2}$

$q = \sigma \cdot 4\pi R^2$

$\omega_3 = \frac{\epsilon_0 \epsilon}{2} \left(\frac{k \sigma 4\pi R^2}{(R+r)^2} \right)^2$

$\omega_3 = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}} \cdot 1}{2} \cdot \left(\frac{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Кл}}{\text{м}^2} \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot (0,05 \text{ м})^2}{(0,05 \text{ м} + 0,05 \text{ м})^2} \right)^2$

задача 137.

Дано: $I_k = 10 \text{ A}$

$R = 2 \text{ Ом}$

$I = 1 \text{ A}$

Найти: \mathcal{E}

Решение.

закон Ома для полной цепи: $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$

при коротком замыкании $R \rightarrow 0$:

$$I_k = \frac{\mathcal{E}}{r}$$

при замыкании на нагрузку $R = 2 \text{ Ом}$:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathcal{E} = I_k \cdot r \\ \mathcal{E} = I \cdot (R+r) \end{array} \right.$$

$$I_k \cdot r = I(R+r)$$

$$I_k r = IR + Ir$$

$$I_k r - Ir = IR \Rightarrow r = \frac{IR}{I_k - I}$$

$$\mathcal{E} = I_k \cdot \frac{IR}{I_k - I}$$

$$\mathcal{E} = 10 \text{ A} \cdot \frac{1 \text{ A} \cdot 2 \text{ Ом}}{10 \text{ A} - 1 \text{ A}} = 2,2 \text{ В}$$

Ответ: $\mathcal{E} = 2,2 \text{ В}$.

задача 147.

Дано: $I_1 = 3 \text{ A}$

$R = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$

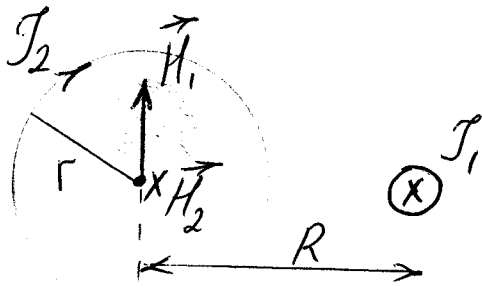
$r = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$

$I_2 = 1 \text{ A}$

Найти: H, B

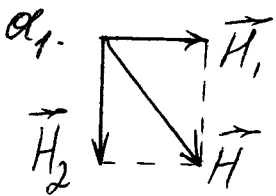
Решение.

а.



вектор напряженности магнитного поля витка направлен перпендикулярно его плоскости, за рисунок \vec{H}_2

вектор напряженности поля проводника с током \vec{H}_1 лежит в плоскости рисунка, в центре витка направлен вверх (по рис.).



$H_1 = \frac{I_1}{2\pi R}$

$H_1 = \frac{3 \text{ A}}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,2 \text{ м}} = 2,4 \frac{\text{ A}}{\text{ м}}$

$H_2 = \frac{I_2}{2 \cdot r}$

$H_2 = \frac{1 \text{ A}}{2 \cdot 0,1 \text{ м}} = 5 \frac{\text{ A}}{\text{ м}}$

результат (сумму \vec{H}_1 и \vec{H}_2) найдем по теореме Пифагора (рис. а₁)

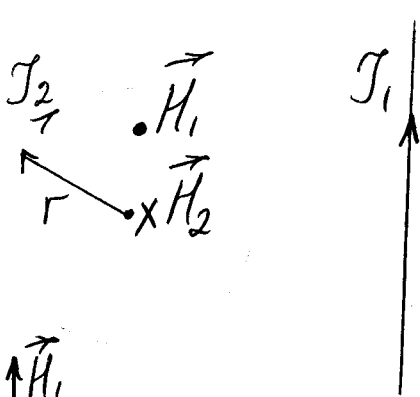
$H = \sqrt{H_1^2 + H_2^2}$

$H = \sqrt{(2,4 \frac{\text{ A}}{\text{ м}})^2 + (5 \frac{\text{ A}}{\text{ м}})^2} = 5,5 \frac{\text{ A}}{\text{ м}}$

$B = \mu \mu_0 H$

$B = 1 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{ Гн}}{\text{ м}} \cdot 5,5 \frac{\text{ A}}{\text{ м}} = 6,9 \cdot 10^{-6} \text{ Тл}$

б.



\vec{H}_1 и \vec{H}_2 перпендикулярны плоскости сечения и в зависимости от направлений токов I_1 и I_2 результат может быть представлен как суммой, так и разностью величин векторов \vec{H}_1 и \vec{H}_2

$H' = H_2 - H_1$ $H' = 5 \frac{\text{ A}}{\text{ м}} - 2,4 \frac{\text{ A}}{\text{ м}} = 2,6 \frac{\text{ A}}{\text{ м}}$

$B' = \mu \mu_0 H'$ $B' = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{ Гн}}{\text{ м}} \cdot 2,6 \frac{\text{ A}}{\text{ м}} = 3,3 \cdot 10^{-6} \text{ Тл}$

$H'' = H_2 + H_1$ $H'' = 5 \frac{\text{ A}}{\text{ м}} + 2,4 \frac{\text{ A}}{\text{ м}} = 7,4 \frac{\text{ A}}{\text{ м}}$

$B'' = \mu \mu_0 H''$ $B'' = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{ Гн}}{\text{ м}} \cdot 7,4 \frac{\text{ A}}{\text{ м}} = 9,3 \cdot 10^{-6} \text{ Тл}$

задача № 57.

Дано: $r = 5 \text{ мм} = 0,005 \text{ м}$

$$E_k = 1 \text{ кэВ} = 1000 \text{ эВ} = 1000 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = 1,6 \cdot 10^{-16} \text{ Дж}$$

$$I = 1 \text{ А}$$

Найти: F_n

Решение:

- на электрон действует сила Лоренца
- \vec{e} движется \perp линиям магнитного поля проводника

$$F_n = B \cdot \cancel{q} \cdot v \cdot \sin 90^\circ = B \cdot \cancel{q} \cdot v$$

скорость электрона найдем из кинетической энергии:

$$E_k = \frac{m_e \cdot v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 E_k}{m_e}}$$

индукция магнитного поля на расстоянии r от проводника:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$F_n = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \cdot \sqrt{\frac{2 E_k}{m_e}} \cdot \cancel{q}$$

$$F_n = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Гн}}{\text{м}} \cdot 1 \cdot 1 \text{ А}}{2 \cdot \pi \cdot 0,005 \text{ м}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-16} \text{ Дж}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}}} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} =$$
$$= 3,8 \cdot 10^{-18} \text{ Н}$$

Ответ: $F_n = 3,8 \cdot 10^{-18} \text{ Н}$

задача 567.

Дано: $l = 15 \text{ см} = 0,15 \text{ м}$

$d = 4 \text{ см} = 0,04 \text{ м}$

$d_0 = 0,2 \text{ мм} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ м}$ $N = 2$

$I_1 = 1 \text{ А}$

$\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$

$\mu = 1000$

$I_2 = 0,5 \text{ А}$

Найти: \mathcal{E}_s

Решение.

$$\mathcal{E}_s = -L \frac{dI}{dt}$$

индуктивность соленоида $L = \mu_0 \mu n^2 V$

количество витков на единицу длины соленоида:

$$n = \frac{N}{d_0}$$

объем соленоида $V = l \cdot S = l \cdot \frac{\pi d^2}{4}$

$$L = \mu_0 \mu \frac{N^2}{d_0^2} \cdot l \cdot \frac{\pi d^2}{4}$$

найдем время, за которое сила тока в соленоиде упадет до нуля, при этом вся энергия магн. поля выделится в виде тепла на его обмотке:

$$\frac{L I^2}{2} = I^2 R t \Rightarrow t = \frac{L}{2R}$$

R - сопротивление обмотки соленоида

$$R = \rho \cdot \frac{l_n}{S_n}$$

l_n - длина провода

S_n - площадь его поперечного сечения

$$S_n = \frac{\pi d_0^2}{4}$$

$$l_n = \pi d \cdot n \cdot l = \pi d \cdot \frac{N}{d_0} \cdot l$$

$$R = \rho \cdot \frac{\pi d N l \cdot 4}{d_0 \cdot \pi d_0^2} = \frac{4 \rho \pi d N l}{\pi d_0^3}$$

$$R = \frac{4 \cdot 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м} \cdot 3,14 \cdot 0,04 \text{ м} \cdot 2 \cdot 0,15 \text{ м}}{3,14 \cdot (2 \cdot 10^{-4} \text{ м})^3} = 102 \text{ Ом}$$

расчитаем индуктивность соленоида:

$$L = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Гн}}{\text{м}} \cdot 1000 \cdot \frac{2^2}{(2 \cdot 10^{-4} \text{ м})^2} \cdot 0,15 \text{ м} \cdot \frac{3,14 \cdot (0,04 \text{ м})^2}{4} = 23,7 \text{ Гн.}$$

найдем время t :

$$t = \frac{23,7 \text{ Гн}}{2 \cdot 10^2 \text{ Ом}} = 0,12 \text{ с}$$

Т.к. сила тока убывает равномерно, и нас интересует время, когда она упала в 2 раза, то далее возьмем половину от найденного времени $\Delta t = \frac{1}{2} t = 0,06 \text{ с}$.

$$\mathcal{E}_s = -L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E}_s = -23,7 \text{ Гн} \cdot \frac{0,5 \text{ А} - 1 \text{ А}}{0,06 \text{ с}} = 197,5 \text{ В}$$

Ответ: $\mathcal{E}_s = 197,5 \text{ В}$.

задача 177.

Дано: $I = 1 \text{ A}$

$l = 0,3 \text{ м}$

$H = 1 \frac{\text{кА}}{\text{м}} = 10^3 \frac{\text{А}}{\text{м}}$

$t = 60 \text{ с}$

$A = 0,1 \text{ Дж}$

Найти: ω

Решение.

$$A = I \Delta \Phi$$

$\Delta \Phi$ - магнитный поток, который пересекает проводник за время своего движения

$\Delta \Phi_1 = \pi l^2 \mu \mu_0 H$ - магн. поток, пересекаемый проводником за 1 оборот

$N = \frac{t}{T}$ - количество оборотов за время t

$\omega = \frac{2\pi}{T}$; $T = \frac{2\pi}{\omega}$ - период-время одного оборота

$$\Delta \Phi = \Delta \Phi_1 \cdot N = \pi l^2 \mu \mu_0 H \cdot \frac{\omega t}{2\pi}$$

$$A = \frac{1}{2} l^2 \mu \mu_0 H \cdot \omega t \Rightarrow \omega = \frac{2A}{l^2 \mu \mu_0 H t}$$

$$\omega = \frac{2 \cdot 0,1 \text{ Дж}}{(0,3 \text{ м})^2 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Гн}}{\text{м}} \cdot 10^3 \frac{\text{А}}{\text{м}} \cdot 60 \text{ с}} = 29,5 \text{ рад/с}$$

Ответ: $\omega = 29,5 \text{ рад/с}$

задача Л3.

Дано: $m = 1 \text{ кг}$

$F = 1 \text{ Н}$

$t = 0 \text{ с}$

$x_0 = 0 \text{ м}$

$v_0 = 5 \text{ м/с}$

Найти: $x(t)$

Решение.

закон $x = x(t)$ в общем виде:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{a t^2}{2}$$

ускорение вычислим по второму закону Ньютона:

$$a = \frac{F}{m} \quad a = \frac{1 \text{ Н}}{1 \text{ кг}} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$x = 0 \text{ м} + 5 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot t + \frac{1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot t^2}{2}$$

$$x = 5t + 0,5t^2$$

Ответ: $x = 5t + 0,5t^2$

задача Л13.

Дано: $t_0 = 2,6 \cdot 10^{-8} \text{ с}$

$v = 0,9 \text{ с}$

Найти: S

Решение.

$$S = v \cdot t$$

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

 t_0 - собственное время μ -мезона

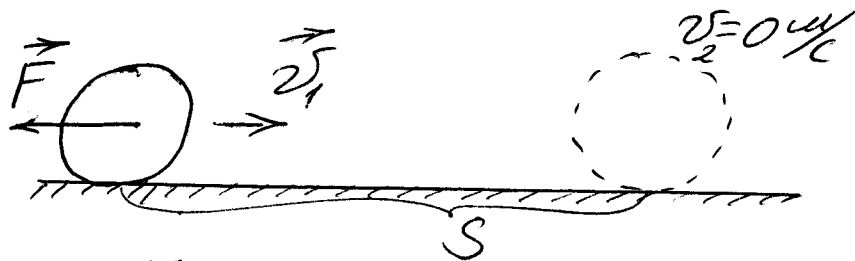
$$S = \frac{v t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$S = \frac{0,9 \cdot \text{с} \cdot 2,6 \cdot 10^{-8} \text{ с}}{\sqrt{1 - \frac{(0,9 \text{ с})^2}{\text{с}^2}}} = \frac{0,9 \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 2,6 \cdot 10^{-8} \text{ с}}{0,8} = 8,8 \text{ м}$$

Ответ: $S = 8,8 \text{ м}$.

задача Г23.

Дано: $m = 1 \text{ кг}$
 $v_1 = 10 \text{ м/с}$
 $S = 2 \text{ м}$



Найти: F

Решение.
В начальный момент времени цилиндр обладает кинетической энергией поступательного и вращательного движения

$$E_{\text{кпост}} = \frac{m v_1^2}{2}$$

$$E_{\text{квр}} = \frac{J \omega^2}{2}$$

$J = m R^2$ - момент инерции цилиндра

$\omega = \frac{v_1}{R}$ - угловая скорость цилиндра

$$E_{k_1} = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{m R^2 \cdot v_1^2}{2 \cdot R^2} = \frac{2 m v_1^2}{2} = m v_1^2$$

$E_{k_2} = 0$ - кинетическая энергия тела после остановки.

сила F совершает работу $A = - F \cdot S$

по теореме об изменении кинетической энергии

$$E_{k_2} - E_{k_1} = A$$

$$0 - m v_1^2 = - F \cdot S$$

$$F = \frac{m v_1^2}{S}$$

$$F = \frac{1 \text{ кг} \cdot (10 \text{ м/с})^2}{2 \text{ м}} = 50 \text{ Н}$$

Ответ: $F = 50 \text{ Н}$.

задача 533.

$$\text{Дано: } m = 2,5 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

$$m_0 = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

Найти: v , $E_{\text{кин}}$.

Решение.

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$1 - \frac{v^2}{c^2} = \left(\frac{m_0}{m}\right)^2$$

$$\frac{v^2}{c^2} = 1 - \left(\frac{m_0}{m}\right)^2$$

$$v = c \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{m_0}{m}\right)^2}$$

$$v = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}{2,5 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}\right)^2} = 2,2 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$E_{\text{кин}} = m_0 c^2 \cdot \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1\right) = m_0 c^2 \cdot \left(\frac{m}{m_0} - 1\right)$$

$$E_{\text{кин}} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot \left(3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2 \cdot \left(\frac{2,5 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}{1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}} - 1\right) = 7,47 \cdot 10^{-11} \text{ Дж.}$$

Ответ: $v = 2,2 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$E_{\text{кин}} = 7,47 \cdot 10^{-11} \text{ Дж.}$

задача 43.

Дано: $T = 500\text{K}$

Ar
H₂O

Найти: \bar{E}_k

Решение
средняя энергия молекулы $\bar{E}_k = \frac{i}{2} k \cdot T$
 i - число степеней свободы молекулы.

молекула аргона одноатомная $\Rightarrow i = 3$

$$\bar{E}_k = \frac{3}{2} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \cdot 500\text{K} = 1,03 \cdot 10^{-20} \text{Дж}$$

молекула воды трехатомная $\Rightarrow i = 6$

$$\bar{E}_k = \frac{6}{2} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \cdot 500\text{K} = 2,07 \cdot 10^{-20} \text{Дж}$$

Ответ: Ar: $\bar{E}_k = 1,03 \cdot 10^{-20} \text{Дж}$

H₂O $\bar{E}_k = 2,07 \cdot 10^{-20} \text{Дж}$

задача 53.

Дано: $V = 4\text{л}$ $d = 4,65 \cdot 10^{-10}\text{м}$

$m = 4,42$

$\mu(\text{CO}_2) = 44 \cdot 10^{-3} \text{кг/моль}$

Найти: $\lambda_{\text{ср}}$

Решение.

$$\lambda_{\text{ср}} = \frac{1}{\sqrt{2} \cdot \pi d^2 \cdot n}$$

n - концентрация молекул газа

$$n = \frac{N}{V}$$

N - общее количество молекул газа

$$N = \nu \cdot N_A$$

$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{моль}^{-1}$ - число Авогадро

ν - количество вещества

$$\nu = \frac{m}{\mu}$$

$$n = \frac{m N_A}{\mu \cdot V}$$

$$\lambda_{\text{ср}} = \frac{\mu V}{\sqrt{2} \cdot \pi d^2 \cdot m N_A}$$

$$\lambda_{\text{ср}} = \frac{44 \cdot 10^{-3} \text{ Кг} \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}{\sqrt{2} \cdot 3,14 \cdot (4,65 \cdot 10^{-10} \text{ м})^2 \cdot 4,4 \cdot 10^{-3} \text{ Кг} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ м}$$

ответ: $\lambda_{\text{ср}} = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ м}$.

задача 63.

Дано: $\nu = 2 \text{ моль}$

$A = 1000 \text{ Дж}$

Найти: Q_1 при $T = \text{const}$

Q_2 при $p = \text{const}$

Решение.
первый закон термодинамики:

$$Q = \Delta U + A$$

при $T = \text{const}$ изменения внутренней энергии не происходит, т.е. $\Delta U = 0 \text{ Дж}$.

$$Q_1 = A = 1000 \text{ Дж}$$

при $p = \text{const}$ $Q_2 = \Delta U + A$

$$\left. \begin{aligned} A &= \nu R \Delta T \\ \Delta U &= \frac{5}{2} \nu R \Delta T \end{aligned} \right\} \Rightarrow \Delta U = \frac{5}{2} A$$

для воздуха степень свободы молекул $i = 5$, т.к. он в основном состоит из 2-х атомных молекул.

$$Q_2 = \frac{5}{2} A + A = \frac{7}{2} A = \frac{7}{2} \cdot 1000 \text{ Дж} = 3500 \text{ Дж}$$

ответ: при $T = \text{const}$ $Q = 1000 \text{ Дж}$

при $p = \text{const}$ $Q = 3500 \text{ Дж}$

задача 173.

Дано: $Q_2 = 0,25 Q_1$

$T_1 = 400 \text{ K}$

Найти: T_2

Решение.

КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно может быть рассчитано двумя способами

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \quad \eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

$$\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

$$1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow T_2 = \frac{T_1 \cdot Q_2}{Q_1}$$

$$T_2 = \frac{400 \text{ K} \cdot 0,25 Q_1}{Q_1} = 100 \text{ K}$$

Ответ: $T_2 = 100 \text{ K}$.

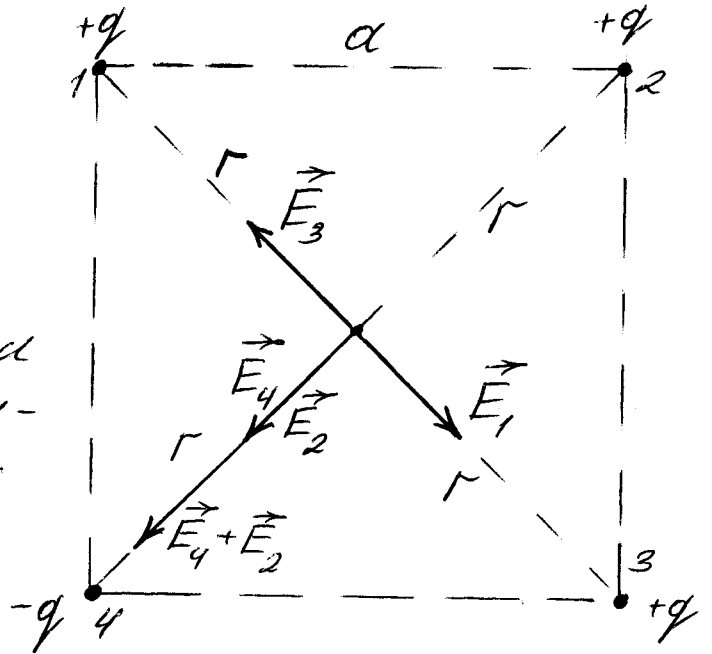
задача Л3.

Дано: $a = 0,1 \text{ м}$ $q = 0,1 \text{ нКл} = 10^{-10} \text{ Кл}$ Найти: E, φ

Решение.

В соответствии с принципом суперпозиции (сложения) электростатических полей запишем:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \vec{E}_4$$



Напряженности $E_1, -E_4$ имеют одинаковые значения в центре квадрата, т.к. расстояния от вершин до центра равны.

$$r = \frac{a}{\sqrt{2}} \text{ - по т. Пифагора } (r^2 + r^2 = a^2)$$

$$\vec{E}_1 + \vec{E}_3 = 0$$

$$E_2 = k \cdot \frac{q}{r^2} = k \cdot \frac{2q}{a^2}; \quad E_2 = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{2 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}}{(0,1 \text{ м})^2} = 180 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

$$E_4 + E_2 = 180 \frac{\text{В}}{\text{м}} + 180 \frac{\text{В}}{\text{м}} = 360 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

$$E = 360 \frac{\text{В}}{\text{м}} \text{ - напряженность в центре квадрата.}$$

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 + \varphi_4 \text{ - потенциал электростат. поля.}$$

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = k \cdot \frac{q}{r} = k \cdot \frac{\sqrt{2} \cdot q}{a} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{\sqrt{2} \cdot 10^{-10} \text{ Кл}}{0,1 \text{ м}} = 12,7 \text{ В}$$

$$\varphi_4 = k \cdot \frac{-q}{r} = -\varphi_1 = -12,7 \text{ В}$$

$$\varphi = 12,7 \text{ В} + 12,7 \text{ В} + 12,7 \text{ В} - 12,7 \text{ В} = 25,4 \text{ В}$$

$$\text{Ответ: } E = 360 \frac{\text{В}}{\text{м}} \quad \varphi = 25,4 \text{ В}$$

задача 13.

$$\text{Дано: } q_1 = 1 \text{ нКл} = 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$q_2 = 2 \text{ нКл} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$r_1 = 0,5 \text{ м}$$

$$r_2 = 0,1 \text{ м}$$

Найти: A

Решение.

~~решение~~ рассмотрим перемещение второго заряда в электрическом поле первого заряда

$$A = q_2 \cdot (\varphi_1 - \varphi_2)$$

$$\varphi_1 = k \cdot \frac{q_1}{r_1}$$

потенциалы электрического поля первого заряда q_1 на расстояниях r_1 и r_2 от него.

$$\varphi_2 = k \cdot \frac{q_2}{r_2}$$

$$A = q_2 \cdot \left(k \frac{q_1}{r_1} - k \frac{q_1}{r_2} \right) = q_2 \cdot k \cdot q_1 \cdot \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$A = 2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} \cdot 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot 10^{-9} \text{ Кл} \cdot \left(\frac{1}{0,5 \text{ м}} - \frac{1}{0,1 \text{ м}} \right) =$$
$$= -1,44 \cdot 10^{-25} \text{ Дж}$$

Ответ: $A = -1,44 \cdot 10^{-25} \text{ Дж}$. (знак "-" означает, что совершается работа против сил электростатического взаимодействия зарядов - мы сближаем 2 положительных заряда.)

Задача 523.

Дано: $C_1 = 18 \text{ пФ} = 18 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}$

$C_2 = 10 \text{ пФ} = 10^{-11} \text{ Ф}$

$q_1 = q_2 = 0,09 \text{ нКл} = 9 \cdot 10^{-11} \text{ Кл}$

Найти: U_1 , U_2 , U .

Решение.

$C = \frac{q}{U}$ - формула для расчета емкости

$U_1 = \frac{q_1}{C_1}$ $U_1 = \frac{9 \cdot 10^{-11} \text{ Кл}}{18 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}} = 5 \text{ В}$ - напряжение на 1-м конденсаторе

$U_2 = \frac{q_2}{C_2}$ $U_2 = \frac{9 \cdot 10^{-11} \text{ Кл}}{10^{-11} \text{ Ф}} = 9 \text{ В}$ - напряжение на 2-м конденсаторе.

$U = U_1 + U_2$ - т.к. при последовательном соединении напряжения суммируются.

$U = 5 \text{ В} + 9 \text{ В} = 14 \text{ В}$

Ответ: $U_1 = 5 \text{ В}$ $U_2 = 9 \text{ В}$ $U = 14 \text{ В}$.

533.

Дано: $R = 5 \text{ Ом}$

$t = 0,5 \text{ с}$

$U_1 = 0 \text{ В}$

$U_2 = 20 \text{ В}$

Найти: q

Решение.

мгновенное значение силы тока в проводнике

$I = \frac{dq}{dt}$ $dq = I \cdot dt$

т.к. сила тока возрастает равномерно, то можно использовать среднее значение силы тока

$q = I_{\text{ср}} \cdot t$

$I_{\text{ср}} = \frac{U_{\text{ср}}}{R}$

$U_{\text{ср}} = \frac{U_2 + U_1}{2} = 10 \text{ В}$

$q = \frac{U_{\text{ср}}}{R} \cdot t$

$q = \frac{10 \text{ В}}{5 \text{ Ом}} \cdot 0,5 \text{ с} = 1 \text{ Кл}$

Ответ: $q = 1 \text{ Кл}$.

задача Г43

Дано: $r = 15 \text{ см} = 0,15 \text{ м}$

$$I_1 = 4 \text{ А}$$

$$I_2 = 6 \text{ А}$$

Найти: r_1 , при $H = 0 \frac{\text{А}}{\text{м}}$.

Решение.

направление напряженностей магнитных полей определяем по правилу буравчика.

выясняем области, в которых векторы \vec{H}_1 и \vec{H}_2 противоположно направлены, т.к. только в этом случае возможно $\vec{H}_1 + \vec{H}_2 = 0$

искомая точка расположена ближе к проводнику с меньшим током (см. рисунок).

$$H_1 = \frac{I_1}{2\pi r_1} \quad H_2 = \frac{I_2}{(r+r_1) \cdot 2\pi}$$

$$H_1 = H_2$$

$$\frac{I_1}{2\pi r_1} = \frac{I_2}{(r+r_1) \cdot 2\pi}$$

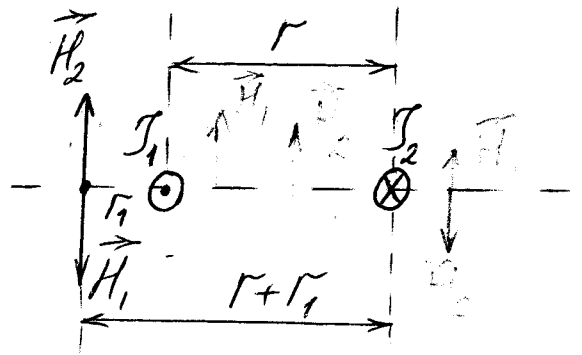
$$\frac{I_1}{r_1} = \frac{I_2}{r+r_1} \Rightarrow I_1 r + I_1 r_1 = I_2 r_1$$

$$I_1 r = I_2 r_1 - I_1 r_1$$

$$r_1 = \frac{I_1 r}{I_2 - I_1}$$

$$r_1 = \frac{4 \text{ А} \cdot 0,15 \text{ м}}{6 \text{ А} - 4 \text{ А}} = 0,3 \text{ м}.$$

Ответ: $r_1 = 0,3 \text{ м} = 30 \text{ см}$.



задача №53.

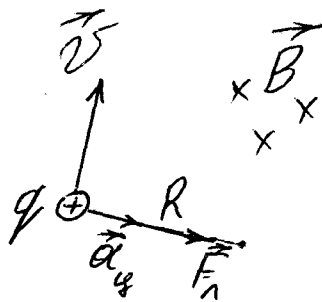
Дано: $B = 0,1 \text{ Тл}$.

$$\vec{v} \perp \vec{B}$$

$$E_k = 3 \text{ МэВ}$$

$$m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

$$q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$



Найти: R

Решение.

на движущийся протон в магнитном поле действует сила Лоренца, в результате - движение по окружности R с центростремительным ускорением a_c .

$$F_L = Bvq \cdot \sin 90^\circ = Bvq$$

по второму закону Ньютона:

$$a_c = \frac{F_L}{m_p} = \frac{Bvq}{m_p} \quad \left| \begin{array}{l} a_c = \frac{v^2}{R} \\ \Rightarrow \frac{v^2}{R} = \frac{Bvq}{m_p} \\ \Rightarrow R = \frac{vm_p}{Bq} \end{array} \right.$$

необходимо найти скорость протонов

$$E_k = \frac{m_p v^2}{2} - \text{кинетическая энергия}$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m_p}}$$

$$R = \sqrt{\frac{2E_k}{m_p}} \cdot \frac{m_p}{Bq} = \frac{\sqrt{2E_k \cdot m_p}}{Bq}$$

переведем значение E_k в единицы СИ

$$E_k = 3 \text{ МэВ} = 3 \cdot 10^6 \text{ эВ} = 3 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = 4,8 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$$

$$R = \frac{\sqrt{2 \cdot 4,8 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}}{0,1 \text{ Тл} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} = 2,5 \text{ м}$$

Ответ: $R = 2,5 \text{ м}$.

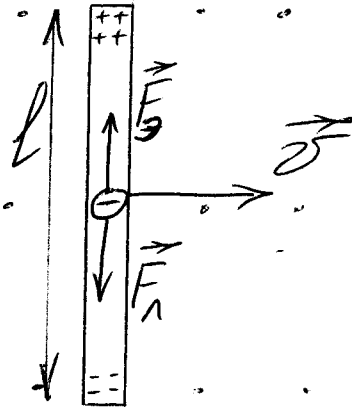
задача №63

Дано: $l = 20 \text{ м}$

$$v = 300 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 250 \frac{\text{м}}{\text{с}} v_{\text{верт.}}$$

$$E = 0,06 \text{ В}$$

Найти: $H_{\text{верт.}}$



Решение

под действием силы Лоренца происходит разделение зарядов: одно крыло имеет заряд "+", другое "-".
Между крыльями возникает электрическое поле, которое действует на еще не "разделенные" заряды в другом направлении.
Разделение зарядов прекращается, когда

$$F_L = F_E$$

$$F_L = B v q$$

$$F_E = q \cdot E$$

E - напряженность электрического поля

$$E = \frac{\varepsilon}{l}$$

$$B v q = q \cdot \frac{\varepsilon}{l}$$

$$\Rightarrow B = \frac{\varepsilon}{v \cdot l}$$

$$H = \frac{B}{\mu_0 \mu} = \frac{\varepsilon}{v \cdot l \cdot \mu_0 \mu}$$

$$H = \frac{0,06 \text{ В}}{250 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 20 \text{ м} \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Гн}}{\text{м}} \cdot 1} = 0,5 \frac{\text{А}}{\text{м}}$$

Ответ: $H = 0,5 \frac{\text{А}}{\text{м}}$

задача 173.

Дано: $l = 0,25 \text{ м}$

$N = 500$

$I = 1 \text{ А}$

$S = 15 \text{ см}^2 = 15 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$

Найти: W

Решение.

$$W = \omega \cdot S \cdot l$$

$\omega = \frac{B \cdot H}{2}$ - объемная плотность энергии магнитного поля.

$H = n \cdot I = \frac{N}{l} \cdot I$ - напряженность магнитного поля

$$H = \frac{500}{0,25 \text{ м}} \cdot 1 \text{ А} = 2000 \frac{\text{А}}{\text{м}}$$

по графику на рис. 4 (стр. 77) определяем значение индукции магнитного поля в железе сердечнике

$$B = 1,6 \text{ Тл.}$$

$$W = \frac{B \cdot H}{2} \cdot S \cdot l$$

$$W = \frac{1,6 \text{ Тл} \cdot 2000 \frac{\text{А}}{\text{м}}}{2} \cdot 15 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot 0,25 \text{ м} = 0,6 \text{ Дж.}$$

Ответ: $W = 0,6 \text{ Дж.}$

задача №8.

Дано: $R = 20 \text{ м}$

$$S = t^3 + 4t^2 - t + 8$$

$$t = 3 \text{ с}$$

Найти: S , ω , ε .

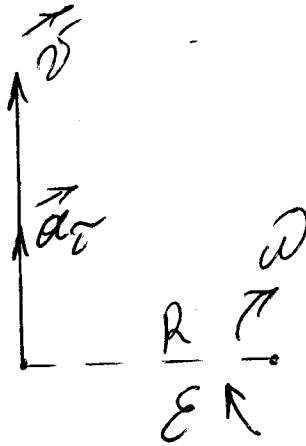
Решение.

путь через 3 с:

$$S = (3 \text{ с})^3 + 4 \cdot 3^2 - 3 + 8 = 68 \text{ м}$$

угловая скорость:

$$\omega = \frac{v}{R}$$



линейная скорость:

$$v = S'_t = 3t^2 + 8t - 1$$

линейная скорость через 3 с:

$$v = 3 \cdot 3^2 + 8 \cdot 3 - 1 = 50 \text{ м/с}$$

угловая скорость через 3 с:

$$\omega = \frac{50 \text{ м/с}}{20 \text{ м}} = 2,5 \text{ рад/с}$$

угловое ускорение:

$$\varepsilon = \frac{a_\tau}{R}$$

тангенциальное ускорение:

$$a_\tau = v'_t = S''_t = 6t + 8$$

$$a_\tau = 6 \cdot 3 + 8 = 26 \text{ м/с}^2$$

$$\varepsilon = \frac{26 \text{ м/с}^2}{20 \text{ м}} = 1,3 \text{ рад/с}^2$$

$$\text{Ответ: } S = 68 \text{ м} \quad \omega = 2,5 \text{ рад/с}$$

$$\varepsilon = 1,3 \text{ рад/с}^2$$

задача №18.

Дано: $u = 0,8c$

$v = 0,8c$

Найти: u'

Решение.

релятивистский закон сложения скоростей:

$$u' = \frac{u+v}{1 + \frac{uv}{c^2}}$$

$$u' = \frac{0,8c + 0,8c}{1 + \frac{0,8c \cdot 0,8c}{c^2}} = \frac{1,6c}{1,64} = 0,97c$$

$$u' = 0,97 \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{м}{с} = 2,91 \cdot 10^8 \frac{м}{с}$$

Ответ: $u' = 2,91 \cdot 10^8 \frac{м}{с}$

задача Л28

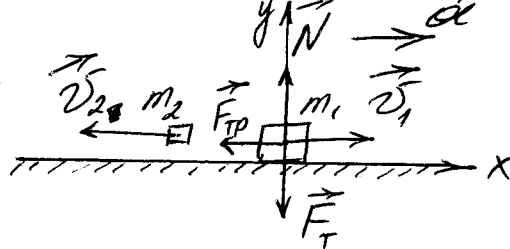
Дано: $m_1 = 60 \text{ кг}$

$m_2 = 2 \text{ кг}$

$v_2 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$v_{20} = v_{10} = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$\mu = 0,02$



Найти: S

Решение.

из закона сохранения импульсов найдем начальную скорость конькобежца:

$$0 = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$$

ось x : $0 = m_1 v_1 - m_2 v_2 \Rightarrow v_1 = \frac{m_2 v_2}{m_1}$

из 2-го закона Ньютона найдем ускорение, с которым будет двигаться конькобежец:

$$\vec{N} + \vec{F}_T + \vec{F}_{\text{тр}} = m \vec{a}$$

ось x : $-F_{\text{тр}} = +m a$

$$a = \frac{-F_{\text{тр}}}{m}$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

ось y : $N - F_T = 0$

$$N = F_T = mg$$

$$F_{\text{тр}} = \mu mg$$

$$a = \frac{-\mu mg}{m} = -\mu g$$

составим уравнение движения конькобежца:

$$\begin{cases} s = v_1 t + \frac{at^2}{2} \\ s = v_1 t - \frac{\mu g t^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} v = v_1 + at \\ v = v_1 - \mu g t \end{cases}$$

конечная скорость движения равна нулю:

$$0 = v_1 - \mu g t \Rightarrow t = \frac{v_1}{\mu g}$$

$$s = v_1 \cdot \frac{v_1}{\mu g} - \frac{\mu g}{2} \cdot \frac{v_1^2}{(\mu g)^2} = \frac{v_1^2}{2 \mu g} = \left(\frac{m_2 v_2}{m_1} \right)^2 \cdot \frac{1}{2 \mu g}$$

$$s = \left(\frac{2 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{60 \text{ кг}} \right)^2 \cdot \frac{1}{0,02 \cdot 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 2} = 0,28 \text{ м}$$

Ответ: $s = 0,28 \text{ м}$

задача №38.

Дано: $m_{p_0} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

$m_{\alpha_0} = 6,64 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

$q_p = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

$q_\alpha = 6,4 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

$m_p = \frac{1}{2} m_{\alpha_0}$

Найти: U .

Решение.

найдем скорость протона из условия $m_p = \frac{1}{2} m_{\alpha_0}$

$$m_p = \frac{m_{p_0}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{2} m_{\alpha_0} \Rightarrow \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{2 m_{p_0}}{m_{\alpha_0}}$$

электрическое поле совершает работу по разгону протона: $A = q_p \cdot U$

в результате изменяется кинетическая энергия протона: $T = m_{p_0} c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)$

по теореме об изменении кинетической энергии: $A = T$

$$q_p \cdot U = m_{p_0} c^2 \left(\frac{m_{\alpha_0}}{2 m_{p_0}} - 1 \right)$$

$$U = \frac{m_{p_0} c^2 \left(\frac{m_{\alpha_0}}{2 m_{p_0}} - 1 \right)}{q_p}$$

$$U = \frac{1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot (3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2 \left(\frac{6,64 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}{2 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}} - 1 \right)}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} =$$

$$= 0,3 \cdot 10^8 \text{ В}$$

Ответ: $U = 0,3 \cdot 10^8 \text{ В}$.

задача №48.

Дано: $V = 0,8 \text{ м}^3$

$m_1 = 2 \text{ кг}$

$\mu_1(\text{H}_2) = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

$m_2 = 2,9 \text{ кг}$

$\mu_2(\text{N}_2) = 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

$t = 27^\circ\text{C}$ $T = 300 \text{ К}$

Найти: p

Решение

по закону Дальтона:

$$p = p_1 + p_2$$

запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для каждого газа:

$$p_1 V = \frac{m_1}{\mu_1} R T$$

$$p_2 V = \frac{m_2}{\mu_2} R T$$

$$p_1 = \frac{m_1 R T}{\mu_1 V}$$

$$p_2 = \frac{m_2 R T}{\mu_2 V}$$

$$p = \frac{m_1 R T}{\mu_1 V} + \frac{m_2 R T}{\mu_2 V} = \frac{R T}{V} \left(\frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2} \right)$$

$$p = \frac{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К}}{0,8 \text{ м}^3} \cdot \left(\frac{2 \text{ кг}}{2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}} + \frac{2,9 \text{ кг}}{28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}} \right) =$$

$$= 3,4 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Ответ: $p = 3,4 \cdot 10^6 \text{ Па}$.

задача 158.

Дано: $p = 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$
 $t = 127^\circ \text{C}$ $T = 400 \text{ К}$
 $d = 3,1 \cdot 10^{-10} \text{ м}$
 $\mu = 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

Найти: D

Решение.

$$D = \frac{1}{3} \cdot \langle v \rangle \cdot \langle \lambda \rangle$$

средняя арифметическая скорость:

$$\langle v \rangle = \sqrt{\frac{8RT}{\pi \mu}}$$

средняя длина свободного пробега.

$$\langle \lambda \rangle = \frac{1}{\sqrt{2} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot n}$$

концентрация молекул азота:

$$p = nkT \Rightarrow n = \frac{p}{kT}$$

$$D = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{\frac{8RT}{\pi \mu}} \cdot \frac{kT}{\sqrt{2} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot p}$$

$$D = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{\frac{8 \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 400 \text{ К}}{3,14 \cdot 28 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}} \cdot \frac{1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} \cdot 400 \text{ К}}{\sqrt{2} \cdot 3,14 \cdot (3,1 \cdot 10^{-10} \text{ м})^2 \cdot 0,5 \cdot 10^5 \text{ Па}} =$$
$$= 4,7 \cdot 10^{-5} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$$

Ответ: $D = 4,7 \cdot 10^{-5} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$

задача № 68

Дано: $\nu = 2$ моль

$$\mu = 40 \cdot 10^{-3} \text{ К}^2 / \text{моль}$$

$$\Delta T = 100 \text{ К}$$

Найти: $\frac{Q_p}{Q_v}$

Решение.

изобарический процесс $p = \text{const}$.
первый закон термодинамики:

$$Q_p = \Delta U + A \quad A = p \cdot \Delta V = \nu R \Delta T$$

$$\Delta U = \frac{1}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$Q_p = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + \nu R \Delta T = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$$

изохорический процесс $V = \text{const}$

т.к. $V = \text{const}$, то работа газа $A = 0$

$$Q_v = \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

найдем отношение:

$$\frac{Q_p}{Q_v} = \frac{\frac{5}{2} \nu R \Delta T}{\frac{3}{2} \nu R \Delta T} = \frac{5}{3} \approx 1,67$$

$$Q_p = 1,67 \cdot Q_v \Rightarrow$$

\Rightarrow Ответ: при изобарном нагревании требуется больше энергии, чем при изохорном \Rightarrow при $V = \text{const}$ более выгодный процесс.

задача 178.

Дано: $m = 2 \text{ кг}$

$$\lambda = 2,3 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$t_1 = 327^\circ\text{C} \quad T_1 = 600 \text{ К}$$

$$t_2 = 0^\circ\text{C} \quad T_2 = 273 \text{ К}$$

Найти: ΔS

Решение.

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2.$$

отвердевание свинца при $T_1 = 600 \text{ К}$

$$Q_1 = -\lambda m \quad \Delta S_1 = \frac{Q_1}{T_1} = -\frac{\lambda m}{T_1}$$

$$\Delta S_1 = -\frac{2,3 \cdot 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 2 \text{ кг}}{600 \text{ К}} = -76,7 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

охлаждение свинца от T_1 до T_2

$$dQ = cm dT$$

$$\Delta S_2 = \int_{T_1}^{T_2} \frac{cm dT}{T} = cm \ln T \Big|_{T_1}^{T_2} = cm \ln \frac{T_2}{T_1}$$

$$\Delta S_2 = 126 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \cdot 2 \text{ кг} \cdot \ln \frac{273}{600} = -198 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$\Delta S = -76,7 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} - 198 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} = -274,7 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

Ответ: $\Delta S = -274,7 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$

P.S. скорее всего в задаче имелась в виду кристаллизация свинца, а не тавление!!!

задача 8.

Дано: $q = 1 \text{ нКл} = 10^{-9} \text{ Кл}$

$a = 0,2 \text{ м}$

$F = 0,6 \text{ мкН} = 6 \cdot 10^{-7} \text{ Н}$

Найти: q_0 , E , φ

Решение

$$F = q_0 \cdot E, \text{ где}$$

$$E = |\vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3|$$

$$\vec{E}_1 = -\vec{E}_3 \text{ (т.к. расстояния от вершин 1 и 3 до } q_0 \text{ одинаковые)}$$

$$E = E_2 = k \frac{q}{b^2}$$

по теореме Пифагора: $b = \sqrt{a^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2} = \frac{\sqrt{3}}{2} a$

$$E = \frac{kq \cdot 4}{3a^2}$$

$$q_0 = \frac{F}{E} = \frac{3Fa^2}{4kq}$$

$$q_0 = \frac{3 \cdot 6 \cdot 10^{-7} \text{ Н} \cdot (0,2 \text{ м})^2}{4 \cdot 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot 10^{-9} \text{ Кл}} = 2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

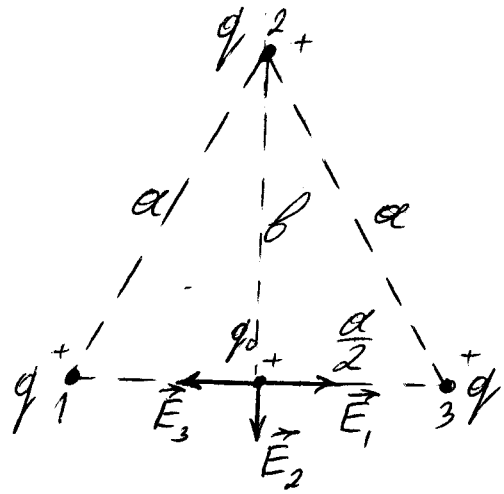
$$E = \frac{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot 10^{-9} \text{ Кл} \cdot 4}{3 \cdot (0,2 \text{ м})^2} = 300 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

потенциал равен сумме потенциалов:

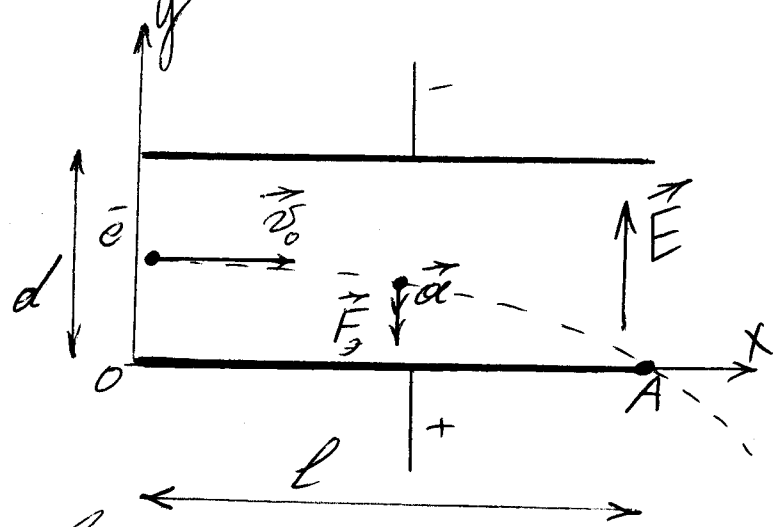
$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 = k \frac{q}{\frac{a}{2}} + k \frac{q}{b} + k \frac{q}{\frac{a}{2}} = \frac{4kq}{a} + \frac{kq \cdot 2}{\sqrt{3}a} = \frac{kq}{a} \left(4 + \frac{2}{\sqrt{3}}\right)$$

$$\varphi = \frac{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot 10^{-9} \text{ Кл}}{0,2 \text{ м}} \cdot \left(4 + \frac{2}{\sqrt{3}}\right) = 231,9 \text{ В}$$

Ответ: $q_0 = 2 \text{ нКл}$ $E = 300 \frac{\text{В}}{\text{м}}$ $\varphi = 231,9 \text{ В}$



задача № 18
 Дано: $v_0 = 2 \cdot 10^7 \frac{м}{с}$
 $l = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$
 $d = 1 \text{ см} = 0,01 \text{ м}$
 $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
 $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$



Найти: U .

Решение.

запишем уравнения движения электрона:

$$\begin{cases} x = v_0 \cdot t \\ y = y_0 - \frac{at^2}{2} \end{cases}$$

применим их к точке А (предельный случай траектории, когда электрон еще не вылетает из конденсатора).

$$\begin{cases} l = v_0 \cdot t \\ 0 = \frac{d}{2} - \frac{at^2}{2} \end{cases}, \text{ где } \frac{d}{2} = y_0 - \text{начальная координата электрона по оси } y.$$

из 2-го закона Ньютона найдем ускорение:

$$F_3 = m_e a$$

сила, с которой электрическое поле действует на электрон: $F_3 = q_e \cdot E$

напряженность эл. поля: $E = \frac{U}{d}$

$$\frac{q_e \cdot U}{d} = m_e a \Rightarrow a = \frac{q_e U}{m_e d}$$

$$\begin{cases} t = \frac{l}{v_0} \\ 0 = \frac{d}{2} - \frac{q_e U}{2 m_e d} \cdot \frac{l^2}{v_0^2} \end{cases} \Rightarrow d = \frac{q_e U l^2}{m_e d v_0^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow U = \frac{m_e v_0^2 \cdot d^2}{q_e \cdot l^2}$$

$$U = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot (2 \cdot 10^7 \frac{м}{с})^2 \cdot (0,01 \text{ м})^2}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot (0,1 \text{ м})^2} = 22,75 \text{ В}$$

Ответ: $U = 22,75 \text{ В}$

задача №28.

Дано: $S = 1,1 \text{ м}^2 = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ $\epsilon = 6$
 $d = 3 \text{ мм} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}$

$W_3 = 1 \text{ мкДж} = 10^{-6} \text{ Дж}$

Найти: U

Решение.

Энергия конденсатора:

$$W_3 = \frac{CU^2}{2} \Rightarrow U = \sqrt{\frac{2W_3}{C}}$$

Емкость конденсатора:

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$

$$U = \sqrt{\frac{2W_3 \cdot d}{\epsilon \epsilon_0 S}}$$

$$U = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-6} \text{ Дж} \cdot 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}}{6 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Ф}}{\text{м}} \cdot 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2}} = 1013 \text{ В.}$$

Ответ: $U = 1013 \text{ В}$.

задача 138.

Дано: $\mathcal{E} = 12 \text{ В}$

$I = 3 \text{ А}$

Найти: $\text{КПД} = \eta = 0,8$
 r

Решение.

КПД источника - отношение полезной мощности ~~к~~ к мощности, выделяемой на всей цепи.

$$\eta = \frac{P_{\text{пол}}}{P_{\text{выд}}}$$

$$P_{\text{пол}} = I^2 R$$

$$P_{\text{выд}} = I^2 \cdot (R + r)$$

$$\eta = \frac{I^2 R}{I^2 (R + r)} = \frac{R}{R + r} \Rightarrow \eta \cdot (R + r) = R$$

закон Ома для полной цепи:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} \Rightarrow R + r = \frac{\mathcal{E}}{I}$$

$$\eta \cdot \frac{\mathcal{E}}{I} = R$$

$$r = \frac{\mathcal{E}}{I} - R = \frac{\mathcal{E}}{I} - \eta \cdot \frac{\mathcal{E}}{I} = \frac{\mathcal{E}}{I} \cdot (1 - \eta)$$

$$r = \frac{12 \text{ В}}{3 \text{ А}} \cdot (1 - 0,8) = 0,8 \text{ Ом}$$

Ответ: $r = 0,8 \text{ Ом}$

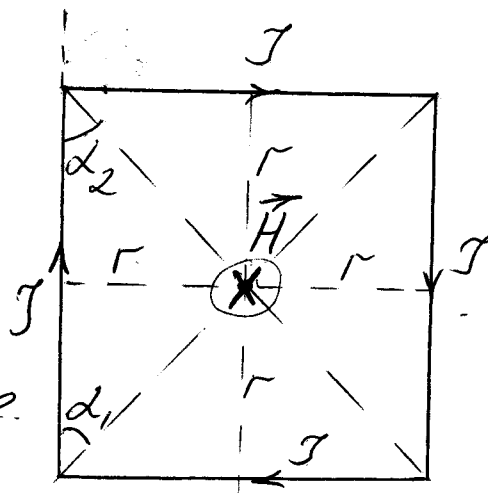
задача №48.

Дано: ~~а=0,2 м~~

$$a = 0,2 \text{ м}$$

$$I = 4 \text{ А}$$

Найти: H , B .



Решение.

магнитное поле

в центре является суммой магнитных полей каждой из 4-х сторон рамки.

Т.к. расстояния от сторон равны (до середины),

то $H = 4 \cdot H_1$, где H_1 - напряженность, обусловленная одной стороной рамки.

$$H_1 = \frac{I}{4\pi r} \cdot (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2)$$

$$H = \frac{4 \cdot I}{4\pi r} (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2), \quad r = \frac{a}{2}$$

$$H = \frac{2I}{\pi a} (\cos \alpha_1 + \cos \alpha_2)$$

$$H = \frac{2 \cdot 4 \text{ А}}{3,14 \cdot 0,2 \text{ м}} \cdot (\cos 45^\circ + \cos 45^\circ) = 18 \frac{\text{А}}{\text{м}}$$

$$B = \mu_0 H$$

$$B = 1 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Гн}}{\text{м}} \cdot 18 \frac{\text{А}}{\text{м}} = 2,26 \cdot 10^{-5} \text{ Тл.}$$

$$\text{Ответ: } H = 18 \frac{\text{А}}{\text{м}} \quad B = 2,26 \cdot 10^{-5} \text{ Тл.}$$

задача № 58.

Дано: $H = 10 \frac{A}{m}$

$R = 2 \text{ см} = 0,02 \text{ м}$

$m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

$q_p = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл.}$

Найти: E_k .

Решение.

запишем уравнение движения протона:
(2-й закон Ньютона)

$$a_n = \frac{F_n}{m_p}$$

F_n - сила Лоренца

$$F_n = q_p \cdot v \cdot B = q_p \cdot v \cdot \mu \mu_0 H$$

a_n - нормальное ускорение

$$a_n = \frac{v^2}{R}$$

$$\frac{v^2}{R} = \frac{q_p \cdot v \cdot \mu \mu_0 H}{m_p} \Rightarrow v = \frac{q_p \cdot \mu \mu_0 H \cdot R}{m_p}$$

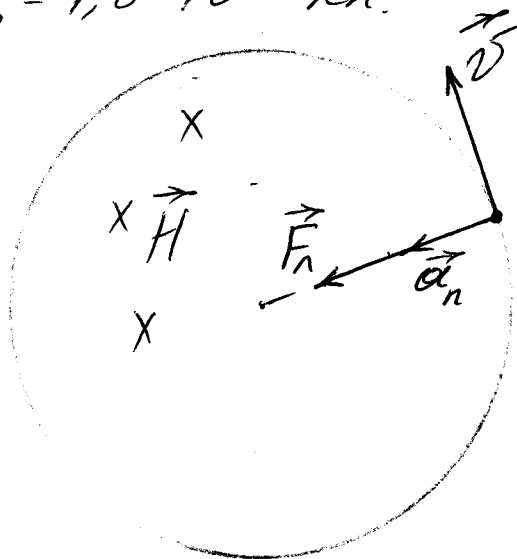
$$v = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 1,256 \cdot 10^{-7} \frac{Гн}{м} \cdot 10 \frac{A}{м} \cdot 0,02 \text{ м}}{1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}} = 24 \frac{м}{с}$$

Кинетическая энергия:

$$E_k = \frac{m_p \cdot v^2}{2}$$

$$E_k = \frac{1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot (24 \frac{м}{с})^2}{2} = 4,8 \cdot 10^{-25} \text{ Дж}$$

Ответ: $E_k = 4,8 \cdot 10^{-25} \text{ Дж}$



задача 168.

Дано: $I_1 = 0 \text{ A}$

$I_2 = 10 \text{ A}$

$\Delta t = 60 \text{ c}$

$W_M = 20 \text{ Дж}$

Найти: \mathcal{E}_s

Решение.

$$\mathcal{E}_s = -L_1 \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

- ЭДС самоиндукции.

$$W_M = \frac{L_1 I_2^2}{2}$$

- энергия магнитного поля соленоида, ей соответствует максимальное значение тока I_2

$$L_1 = \frac{2 W_M}{I_2^2}$$

$$\mathcal{E}_s = - \frac{2 W_M}{I_2^2} \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$\mathcal{E}_s = - \frac{2 \cdot 20 \text{ Дж}}{(10 \text{ A})^2} \cdot \frac{10 \text{ A} - 0 \text{ A}}{60 \text{ c}} = -0,07 \text{ В}$$

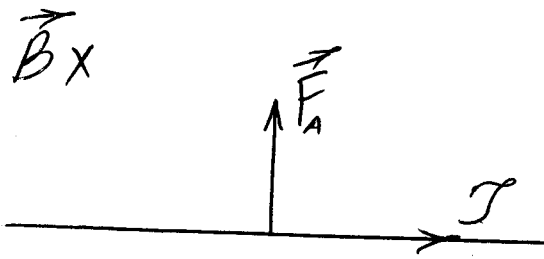
Ответ: $\mathcal{E}_s = -0,07 \text{ В}$ (знак "-" говорит о том, что направление \mathcal{E}_s было противоположно по отношению к приложенному к катушке напряжению).

задача 78.

Дано: $\omega_m = 0,4 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}$

$$F_A = 0,1 \text{ мН} = 10^{-4} \text{ Н}$$

$$l = 1 \text{ см} = 0,01 \text{ м}$$



Найти: J

Решение

сила Ампера рассчитывается по формуле:

$$F_A = B J l \cdot \sin 90^\circ \quad (90^\circ - \text{угол между } \vec{B} \text{ и } \vec{J})$$

$$F_A = B J l \Rightarrow J = \frac{F_A}{B l}$$

индукцию магнитного поля найдем из
объемной плотности энергии магнитного
поля.

$$\omega_m = \frac{B^2}{2\mu_0\mu} \Rightarrow B = \sqrt{\omega_m \cdot 2\mu_0\mu}$$

$$J = \frac{F_A}{\sqrt{\omega_m \cdot 2\mu_0\mu} \cdot l}$$

$$J = \frac{10^{-4} \text{ Н}}{\sqrt{0,4 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3} \cdot 2 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Гн}}{\text{м}} \cdot 0,01 \text{ м}}} = 9,98 \text{ А}$$

Ответ: $J = 9,98 \text{ А}$.