

8

N1

Вагн. сер. час життя час,
еще

$$n_i = 10^6 \text{ м}^{-3}$$

$$K = 10^{-6} \text{ см}^3/\text{с}$$

коэф. рекомбінації

$$\frac{n}{\tau} \approx \frac{dn}{dt} = -Kn^2 = -Kn_e n_i$$

$$\frac{1}{\tau} \approx Kn$$

$$\tau \approx \frac{1}{Kn} = \frac{1}{10^{-6} \cdot 10^{-6} \text{ см}^3/\text{с} \cdot 10^6} = 10$$

N2 (16)

Оцінити довж. катода
напряму, що розриву
напряму ртуті

$$j = 100 \text{ А/см}^2$$

$$U = 10 \text{ В}$$

$$\mu_{\text{Hg}^+} = 1 \text{ см}^2/\text{сВ}$$

$$r = 100 \text{ мм рт. ст.}$$

Робота.

$$\frac{dE}{dx} = 4\pi j$$

$$j = pU$$

$$U = nE$$

$$= \frac{J}{\mu E}$$

$$dE = \frac{4\pi J}{\mu} dx$$

$$E dE = \int_0^{dx} \frac{4\pi J}{\mu} dx$$

$$= \frac{4\pi J dx^2}{\mu}$$

$\frac{1}{2} - \text{grad } U$

$$dU = \int \sqrt{\frac{8\pi J x}{\mu}} dx$$

$$= \frac{2}{3} \sqrt{\frac{8\pi J}{\mu}} x^{3/2}$$

↑
dU

(dU)

15

объекта

важно ем. в гур. розр
исп. катушку в микрос

ти вычисления АЭЭ

$$l = 10 \text{ В}$$

$$\lambda = 10^{-7} \text{ см}$$

$$= 2 \div 3 \lambda g$$

$$= \frac{U}{\lambda} \approx \frac{U}{\lambda} = \frac{10 \text{ В}}{10^{-7} \text{ см}} = 10^{10} \text{ / см}$$

4 (13)
 Різномітні, яка частка потужності
 перетвор. в тепло в нейтронній
 лінійній плазмі, якщо електронна
 температура різна по швидкості
 нейтронів. плазма — різна
 температура нейтронів заряду.
 $T_e \gg T_i$, тому T_i можна
 знехт.

$$\frac{\epsilon_{12}}{\epsilon_{11}} = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} = \alpha$$

$$\Delta \epsilon = \epsilon_{11} (1 - \alpha)$$

$$\epsilon_{11} = \frac{m_e v^2}{2}, \text{ тоді}$$

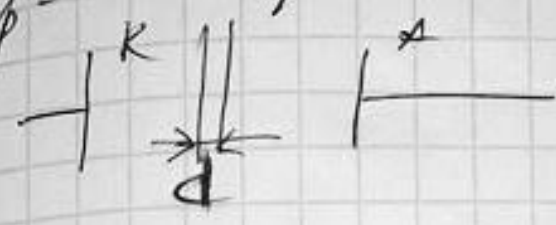
$$\Delta \epsilon = \frac{m_e^2}{m_a} v^2$$

$$P = \int_0^{\infty} n \cdot \frac{v}{\lambda} \cdot \frac{m_e^2}{m_a} v^2 f(v) dv \quad \text{конц.}$$

$$f(v) = 4\pi \left(\frac{m_e}{2\pi k T_e} \right)^{3/2} v^2 \exp\left(-\frac{m_e v^2}{2k T_e}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{8}{\pi} \sqrt{\frac{2m_e k^3 T_e^3}{\pi}} \frac{n_e}{\lambda m_a}$$

N5
 Чи буде спотвор. ел. поле
 в тонкому шарі, $d = 10 \text{ см}$
 якщо $j_{\text{іон. струм}} = 10^{-10} \text{ А/см}^2$, $U = 100 \text{ В}$
 $v_{\text{др}} = 1 \text{ м/с}$



$$E_{\Sigma} = E_{\text{зобн}} + E_i$$

Поле не буде спотвор, якщо

$$E_i \ll E_{\text{зобн}}$$

$$\frac{dE}{dx} = 4\pi\rho \quad \rho = ne$$

$$\frac{dE}{dx} \approx \frac{E_i}{d}$$

$$j = \rho v, \quad j = nev$$

$$\frac{E}{d} = \frac{4\pi j}{ev}$$

$$E = \frac{4\pi j d}{v}$$

N6
 Чи можна ~~це~~ взаєм. ел. поле

нейтр. атома ми вважаємо
 рухомою і нерухомою частинки
 швидкостями v двох частинок
 співрозмірні, то не можемо.

$$v_a \quad v_e$$

$$\parallel$$

$$KT$$

$$v_a = \sqrt{\frac{2KT}{m}}$$

$$v_e = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

беремо швидкості U і доти-
 мось ми співвідноситься
 v_a і v_e .

N
 N чи можна вваж. плазму
 газом розряду при $T = 24 \cdot 10^4$ K
 ідеального, якщо температура
 ми. $n = 9,9 \cdot 10^{17} \text{ м}^{-3}$

розв'яз.

$\epsilon_r \ll \epsilon_k$ - критерій ідеально-
 мі газу.

$$k = kT$$

$$r = \frac{ke^2}{r} = ke^2 \sqrt[3]{n} ; 2.56 \cdot 10^{-4} \ll 5.52 \cdot 10^{-4}$$

$$\sqrt[3]{n} ke^2 \ll kT$$

Плазма ідеал

$$n = \frac{N}{V} = \frac{1}{\tau^3}$$

" N ≈ 3

N
 знайти сер. ен. ен. камію при
 абс. нулі (густина $\rho_k = 860 \text{ кг/м}^3$
 атомна маса $M_k = 39 \text{ г/моль}$)
 воб'єму.

число ен. з імпл. р дорівнює
 двоїстому (за рах. спіна) числу
 станів в серед. проміжку dr .

$$N(r) = 2 \cdot \frac{4\pi r^2 dr}{(2\pi\hbar^3)/W} ; \frac{2\pi\hbar^3}{W} - \text{одинак. об'єм од. стану}$$

у марна ен. ен. в сфері радіуса

$$N = \int \frac{p^2}{2m} dN(p) = \int_0^{p_F} \frac{p^2}{2m} 2 \frac{4\pi p^2 dp}{(2\pi\hbar^3)}$$

$$= \frac{p_F^3}{2m} \cdot 2 \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{\pi p_F^3}{(2\pi\hbar^3)/W} \cdot \frac{3}{5} = \frac{3}{5} N E_F(0)$$

$$E_F(0) = \frac{\hbar^2}{2m} (3\pi^2 n)^{2/3}; \quad n = z \cdot \frac{N}{V}$$

Звідси: $\langle E \rangle = \frac{E_N}{N} =$

$$= \frac{3}{5} E_F(0) = \frac{\hbar^2}{2m} (3\pi^2 z \frac{N_A \rho_K}{M_K})^{2/3} =$$

$$= 1,26 \text{ eV}$$

N
 Визначається швидкість іонізації повітря природними джерелами, а саме кому. сонів на пов. Землі складає $n = 10^3 \text{ см}^{-3}$ і коеф. рекомбінації серед пов. складає $K = 1,6 \cdot 10^{-12} \text{ см}^3/\text{с}$.

Розв'яз.
 В рівноважному стані рекомбінація і іонізація мають бути врівноважені

$$V_{рек} = V_{іон} = n \cdot K = 10^3 \cdot 10^{-12} =$$

$$= 10^{-9} \text{ с}^{-1}$$

N
 визначити, при якій температурі ел. газ в металі можна вважати неперодичним, якщо концент. вільних електронів складає $10^{28} - 10^{29} \text{ м}^{-3}$ розв'язу.

T виходить - це T при якій $E = E_F$

$$E = E_F$$

$$T_B = \frac{E_F}{k} = \frac{(16,64 \cdot 10^{-34})^2}{8 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}} \cdot \left(\frac{3,5 \cdot 10^{28}}{\pi} \right)^{2/3}$$

$$= \frac{1}{1,38 \cdot 10^{-23}} = 58049 \text{ K}$$

$$E_F = kT ; E_F = \frac{h^2}{8m} \left(\frac{3N_0}{\pi} \right)^{2/3}$$

N
 визначити ел. концент. в металі при якій ел. газ можна вважати неперодичним, якщо концент. вільних електронів складає $10^{28} - 10^{29} \text{ м}^{-3}$ розв'язу.

$n = 3 \cdot 10^7 \text{ см}^{-3}$ при високій температурі відстані між електронами розділені на $0,1\%$.

$$E = \frac{n \cdot e}{\epsilon_0} \cdot x \cdot 0,0017 \left(\frac{dE}{dx} = \frac{P}{S \epsilon_0} \right) = 54 \text{ В/см.}$$

N

Визначити коеф. іон-іонної рекомбінації α для вугле-кислого газу при $p = 3 \text{ Атм}$ якщо рух іонів під час зблизнення викон.

електростатичною взаємодією. рухливості іонів μ_{\pm} .

однаковими $\mu_+ = \mu_- = \mu = 0,32 \frac{\text{см}^2}{\text{В}}$

Розв'язу.

Розширили нас життя іону:

1) Через коеф. іон-іонної рекомб.

$$\alpha = \frac{1}{K_{\text{іон}} n} \text{ конст.}$$

a) max. поле:

$$= \int_0^{r_0} \frac{N_0 d\tau}{v_{gp}} = \left| v_{gp} = \mu^* E \right.$$

$$\int_0^{r_0} \frac{d\tau}{2\mu E} = \left| E = \frac{kq}{r^2} \right. = \int_0^{r_0} \frac{\tau^2 d\tau}{2\mu q k} =$$

$$= \frac{r_0^3}{3} \cdot \frac{1}{2\mu q k} = \left| n = \frac{3}{4\pi r_0^3} \right| =$$

$$\frac{1}{8\pi n q \mu k}$$

Порівняємо:

$$\frac{1}{k_{ion} n} = \frac{1}{8\pi n \mu q k} ; \rho = n k T \text{ CO}_2$$

$$k_{ion} = 75 \cdot 10^{-24} \text{ см}^3/\text{с}$$

Знайти ен. фермі-катрєю
ри T абс. нуля ($\rho_{Na} = 970 \text{ кг/м}^3$
 $M_{Na} = 23 \text{ г/моль}$)

зв'яз.

$$dn = C \sqrt{W} dW, \text{ де } C = \frac{V}{h^3} 4\pi (2m)^{3/2}$$

$$dn = C \int_0^{E_F} \sqrt{W} dW$$

$$N_0 = C \cdot \frac{2}{3} E_F^{3/2}$$

1 - валентный электрон

$$N_0 = \frac{m}{\mu} N_A$$

$$\frac{m}{\mu} N_A = \frac{V}{h^3} 4\pi (2m)^{3/2} \cdot \frac{2}{3} E_F^{3/2}$$

$$\frac{\rho}{\mu} N_A = \frac{4\pi}{h^3} (2m)^{3/2} \frac{2}{3} E_F^{3/2}$$

$$E_F = \left(\frac{3\rho N_A}{\pi \mu} \right)^{2/3} \frac{h^2}{8m} = 2,06 \text{ eВ}$$

N

Вычислить ток ионной струи на плоской поверхности площадью $S = 0,2 \text{ мм}^2$ в плазме

и гелиевого разряда, температура $T_i = 10000 \text{ К}$ при $n_i = 10^{16} \text{ м}^{-3}$ маквелловскому разн. иониз

по ав.

разр. еж.

$$j_i = \int_0^\infty \frac{en_i v f(v)}{4} S dv$$

$$f(v) = 4\pi v^2 \left(\frac{m}{2\pi kT} \right)^{3/2} \exp\left(-\frac{mv^2}{2kT} \right)$$

$$\int_0^{\infty} x^n e^{-ax} dx = \frac{n!}{a^{n+1}}, \quad n = 2k + 1$$

$$\int_0^{\infty} 4\pi \left(\frac{m}{2\pi kT} \right)^{3/2} v^3 \exp\left(-\frac{mv^2}{2kT}\right) dv =$$

$$4\pi \left(\frac{m}{2\pi kT} \right)^{3/2} \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{2kT}{m} \right)^2 = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}$$

$$j_{\text{ф}} = \frac{1}{4} e n_i S \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}} = \frac{1}{4} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot$$

$$10^{16} \cdot 2 \cdot 10^{-7} \cdot \sqrt{\frac{8 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 10^3}{3,14 \cdot 9 \cdot 10^{-31}}} =$$

$$= 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ A/cm}^2$$

N

Вамин бік відб. зміну.
червоної межі фотоефекту
із збільш. напруж. металю ел.
поле, прикладеного до фотона
тону

Робота.

ен. фотона: $E_{\text{ф}} = \frac{hc}{\lambda}$

Граничний випадок:

$$E_{\text{ф}} = E_{\text{w}} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E_{\text{w}}}$$

Зміна ен:

$$\Delta E = eV$$

$$\lambda = \frac{hc}{E_w - \Delta E}$$

в сторону більших довжин хвиль.

N

Визначає напруж. ел. катода при якій починається емісія поверхні срібла, характеристичного $E_w = 4,3 \text{ eV}$, $E_F = 5,5 \text{ eV}$

Розв'язує. Катод зменшує потенц. бар'єр на величину

$$\Delta \varphi = e^{3/2} \sqrt{E}$$

$$E_{\text{крат}} = \frac{(e\varphi_0)^2}{e^3} = \frac{(E_w)^2}{e^3} \approx 10^{10} \text{ В/см}$$

$$\Delta \varphi = \varphi_0, \quad e\varphi_0 = E_w$$

N

Визначає напруженість ел. катода яке потрібно

створитиме біллу поверхню катоду, нагрітого до $T = 2000\text{K}$, щоб збільшити густину струму е. емісії у 2,7 разів? Розв'яз.

$$j_1 = A_0 \bar{D} T^2 e^{-\frac{\varphi}{kT}}$$

$$j_2 = A_0 \bar{D} T^2 e^{-\frac{(\varphi - \Delta\varphi)}{kT}}$$

$$\Delta\varphi = e^{3/2} \sqrt{E}$$

$$\frac{j_2}{j_1} = 2,7 = e^{1/kT(-\varphi + \Delta\varphi + \varphi)} = e^{\frac{\Delta\varphi}{kT}}$$

$$\ln 2,7 = \frac{\Delta\varphi}{kT} \Rightarrow e^{3/2} \sqrt{E} = kT \ln 2,7$$

$$E = \frac{(kT)^2}{e^3}$$

У скільки разів зміниться тисня термод. емісії з катоду і біллу поверхню якою просторовими зарядами створена е. поле з напруженістю

$3 \cdot 10^9$ Хар-ли матеріалу
 $\epsilon_w = 4,1 \text{ eV}$, $\epsilon_F = 5,5 \text{ eV}$, $T_k =$
 $= 2500 \text{ K}$.

$$j_1 = A_0 \bar{D} T^2 e^{-\frac{\phi}{kT}}$$

$$j_2 = A_0 \bar{D} T^2 e^{-\frac{(\phi - \Delta\phi)}{kT}}$$

$$\Delta\phi = e^{3/2} \sqrt{E}$$

$$\frac{j_2}{j_1} = e^{\frac{\Delta\phi}{kT}} = e^{\frac{e^{3/2} \sqrt{E}}{kT}} = 2$$

N

Чи зменшиться коеф. вЕЕ
виг. роботи виходу ел.
втор.-ел.-ного катоду?

Відповідь:

Чи зменшиться коеф. вЕЕ
виг. роботи виходу ел.
втор.-ел.-ного катоду?
менша робота
туди більший
вЕЕ.