$\boxed{6.179}$

$E_{вр} = 2.16\cdot 10^{6}\cdot\left(1.6\cdot 10^{-19}\right)$ $\qquad E_{вр} = \dfrac{M^2}{2\cdot I}$ $\qquad I = \dfrac{m_1\cdot m_2}{m_1 + m_2}\cdot r^2 = m\cdot\dfrac{d^2}{4}$ $\qquad r = \dfrac{d}{2}$

$$E_{вр} = \frac{M^2}{2\cdot\left(m\cdot\dfrac{d^2}{4}\right)} \qquad M = \frac{1}{2}\cdot\sqrt{2E_{вр}\cdot m}\cdot d \quad \boxed{!!!}!$$

M

$\boxed{6.194}$

решетка гранецентрирована - атомы по вершинам ячейки и не ее гранях

ρ

$\dfrac{N}{N_A} = \dfrac{m}{M}$ $\qquad m = V\cdot\rho$ $\qquad \dfrac{N}{N_A} = \dfrac{V\cdot\rho}{M}$

$\rho = \dfrac{N\cdot M}{N_A\cdot V}$ $\qquad V = a^3\cdot n$ $\quad$ n - количество ячеек

$N = \left(8\cdot\dfrac{1}{8} + 6\cdot\dfrac{1}{2}\right)\cdot n$ (в одной ячейке 8 атомов по вершинам принадлежат 8-и сосоедним ячейкам, а 6 на гранях - двум)

a

$$\rho = \frac{\left(8\cdot\dfrac{1}{8} + 6\cdot\dfrac{1}{2}\right)\cdot n\cdot M}{N_A\cdot\left(a^3\cdot n\right)} \to \rho = 4\cdot\frac{M}{N_A\cdot a^3} \qquad a = \sqrt[3]{4\cdot\frac{M}{\rho\cdot N_A}}$$

$\boxed{6.208}$

$T = 0$

$\Theta = 330$

$m = 10^{-3}$

$$U = 9R\cdot\Theta\cdot\left[\frac{1}{8} + \left(\frac{T}{\Theta}\right)^4\cdot\int_0^{\frac{\Theta}{T}}\frac{x^3}{e^x - 1}\,dx\right] \qquad U_{T=0} = 9R\cdot\Theta\cdot\frac{1}{8}$$

(для $\nu = 1$)

$m = \nu\cdot M$ $\quad \nu = \dfrac{m}{M}$ $\qquad U = 9\cdot R\cdot\Theta\cdot\dfrac{1}{8}\cdot\dfrac{m}{M}$

если μ - молярная масса в граммах: $\quad U = 9\cdot R\cdot\Theta\cdot\dfrac{1}{8}\cdot\dfrac{1}{\mu}$

$\boxed{6.211}$

$T = 20$

$c_{Fe} = 2.7\cdot 10^{-3}\cdot\dfrac{1}{10^{-3}}$

$C_{\nu=1} = \dfrac{12}{5}\cdot\pi^4\cdot R\cdot\left(\dfrac{T}{\Theta}\right)^3 = C$ $\qquad \Theta = \dfrac{\xi\cdot\omega_{макс}}{k}$

$C = c_{Fe}\cdot M_{Fe}$ $\qquad c_{Fe}\cdot M_{Fe} = \dfrac{12}{5}\cdot\pi^4\cdot R\cdot\left(\dfrac{T}{\Theta}\right)^3$ $\qquad \dfrac{12}{5}\cdot\pi^4\cdot R\cdot\left(\dfrac{T}{\dfrac{\xi\cdot\omega_{макс}}{k}}\right)^3 = c_{Fe}\cdot M_{Fe}$

$\omega_{макс}$

$$\omega_{макс} = \sqrt[3]{\frac{12\cdot\pi R}{5c_{Fe}\cdot M_{Fe}}}\cdot k\cdot\frac{T}{\xi}$$

$\boxed{6.217}$

$\Theta = 330$

$\Theta = \dfrac{\xi\cdot\omega_{макс}}{k_0}$ $\qquad \omega_{макс} = \dfrac{\Theta\cdot k_0}{\xi}$ $\qquad \omega_{макс} = 2\cdot\pi\cdot\nu$ $\qquad \nu = \dfrac{2\cdot\pi}{\omega_{макс}} = \dfrac{2\cdot\pi}{\dfrac{\Theta\cdot k_0}{\xi}}$

$E = \xi\cdot\omega_{макс}$ $\qquad E = \xi\cdot\dfrac{\Theta\cdot k_0}{\xi}$ $\qquad E = \dfrac{330\cdot\left(1.38\cdot 10^{-23}\right)}{1.6\cdot 10^{-19}} = 0.028\cdot эВ$

E $\quad$ p

$\dfrac{\xi^2\cdot k^2}{2m} = E$ $\qquad p = k\cdot\xi$ $\quad k = \dfrac{2\pi}{\lambda}$ $\qquad \lambda = T\cdot c = \dfrac{2\pi}{\omega}\cdot c$ $\qquad k = \dfrac{2\pi}{\dfrac{2\cdot\pi\cdot c}{\omega}} = \dfrac{\omega}{c}$ $\qquad p = \dfrac{\omega}{c}\cdot\xi$

$$p = \frac{\xi}{c}\cdot\omega = \frac{\xi}{c}\cdot\frac{\Theta\cdot k_0}{\xi} = \frac{1}{c}\cdot\Theta\cdot k_0$$

$\boxed{6.224}$

$T = 0$

$n = 2.0\cdot 10^{22}\cdot 10^{-6}$

$V = 1\cdot 10^{-6}$

ΔE

$$E_F = \frac{\xi^2}{2\cdot m}\cdot\left(3\cdot\pi^2\cdot n\right)^{\frac{2}{3}} \qquad dn = \left(\frac{\sqrt{2}\cdot m^{\frac{3}{2}}}{\pi^2\cdot\xi^3}\right)\cdot\sqrt{E}\cdot dE \qquad \Delta n = \left(\frac{\sqrt{2}\cdot m^{\frac{3}{2}}}{\pi^2\cdot\xi^3}\right)\cdot\sqrt{E}\cdot\Delta E$$

т. к. температура близка к 0, то в кристалле минимум электронов с энергией, большей уровня Ферми. Согласно принципу Паули, два электрона могут быть в одинаковом состоянии (разными спинами) N = 2

$$\Delta n = \frac{N}{V} = \frac{2}{V} \qquad \frac{N}{V} = \left(\frac{\sqrt{2}\cdot m^{\frac{3}{2}}}{\pi^2\cdot\xi^3}\right)\cdot\sqrt{E}\cdot\Delta E$$

$$\Delta E = \frac{1}{2}\cdot N\cdot\pi^2\cdot\xi^3\cdot\frac{\sqrt{2}}{m^{\frac{3}{2}}\cdot E^{\frac{1}{2}}\cdot V} = \frac{1}{2}\cdot N\cdot\pi^2\cdot\xi^3\cdot\frac{\sqrt{2}}{m^{\frac{3}{2}}\cdot\sqrt{\frac{\xi^2}{2\cdot m}\cdot\left(3\cdot\pi^2\cdot n\right)^{\frac{2}{3}}}\cdot V} = \frac{N}{V}\cdot\pi^2\cdot\xi^2\cdot\frac{1}{m\cdot\sqrt[3]{3\cdot\pi^2\cdot n}}$$

$$\Delta E = \frac{2}{V}\cdot\frac{\pi^2\cdot\xi^2}{m\cdot\sqrt[3]{3\cdot\pi^2\cdot n}}$$

$\boxed{6.232}$

$\eta = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = 5$

$T_1 = 300$

$T_2 = 400$

$$\sigma(T) = \sigma_0\cdot e^{\frac{-\Delta E}{2\cdot k\cdot T}}$$

ΔE. - минимальная энергия образования пары

$$\eta = \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{\sigma(T_2)}{\sigma(T_1)} = \frac{\sigma_0\cdot e^{\frac{-\Delta E}{2\cdot k\cdot T_2}}}{\sigma_0\cdot e^{\frac{-\Delta E}{2\cdot k\cdot T_1}}} = \frac{\exp\left(\frac{-1}{2}\cdot\frac{\Delta E}{k\cdot T_2}\right)}{\exp\left(\frac{-1}{2}\cdot\frac{\Delta E}{k\cdot T_1}\right)} = \exp\left[\frac{-1}{2}\cdot\Delta E\cdot\frac{(T_1 - T_2)}{k\cdot T_2\cdot T_1}\right]$$

$$\exp\left[\frac{-1}{2}\cdot\Delta E\cdot\frac{(T_1 - T_2)}{k\cdot T_2\cdot T_1}\right] = \eta \qquad \frac{1}{2}\cdot\Delta E\cdot\frac{(T_2 - T_1)}{k\cdot T_2\cdot T_1} = \ln(\eta) \qquad \Delta E = 2\cdot\ln(\eta)\cdot k\cdot\frac{T_2\cdot T_1}{(T_2 - T_1)}$$

$\boxed{6.243}$

$t = 7$

$\eta = \frac{A_0}{A} = 2.5$

T

$$\lambda = \frac{\ln(2)}{T} \qquad A = \lambda\cdot N$$

$$A_0 = \lambda\cdot N_0 \qquad N(t) = N_0\cdot e^{-\lambda\cdot t}$$

$$A = \lambda\cdot N = \lambda\cdot N_0\cdot e^{-\lambda\cdot t} \qquad \eta = \frac{A_0}{A} = \frac{\lambda\cdot N_0}{\lambda\cdot N_0\cdot e^{-\lambda\cdot t}} = e^{\lambda\cdot t} \qquad e^{\lambda\cdot t} = \eta \qquad T = \frac{\ln(2)}{\lambda} = \frac{\ln(2)}{\ln(\eta)}\cdot t$$

$$\lambda = \frac{\ln(\eta)}{t} \qquad T = \frac{\ln(2)}{\ln(2.5)}\cdot 7.0 = 5.295$$

$\boxed{6.246}$

$m = 1\cdot 10^{-3}$

$A = 1.24\cdot 10^4$

$$\lambda\cdot N = \frac{\Delta N}{\Delta t} = A \qquad \lambda = \frac{\ln(2)}{T} \qquad \frac{\ln(2)}{T}\cdot N = A \qquad T = \ln(2)\cdot\frac{N}{A}$$

$$\frac{N}{N_A} = \frac{m}{M} \qquad N = \frac{m}{M}\cdot N_A \qquad T = \ln(2)\cdot\frac{1}{A}\cdot\frac{m}{M}\cdot N_A \qquad T = \ln(2)\cdot\frac{1}{1.24\cdot 10^4}\cdot\frac{10^{-3}}{238\cdot 10^{-3}}\cdot 6.022\cdot 10^{23} = 1.41\times 10^1$$

$T = 4.48\times 10^9\cdot$лет

$\boxed{6.247}$

$\frac{A}{A_0} = \frac{3}{5} = \eta$

$T = 5570 \cdot \text{лет}$

t

$N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$

$A_0 = \lambda \cdot N_0$

$A = \lambda \cdot N \qquad A = \lambda \cdot N(t) = \lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$

$\eta = \frac{A}{A_0} = \frac{\lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}}{\lambda \cdot N_0} = e^{-\lambda \cdot t} \qquad e^{-\lambda \cdot t} = \eta \qquad t = -\frac{\ln(\eta)}{\lambda} \qquad \lambda = -\frac{\ln(2)}{T} \qquad t = -\frac{\ln(\eta)}{\ln(2)} \cdot T$

$t = -\frac{\ln\left(\frac{3}{5}\right)}{\ln(2)} \cdot 5570 = 4.105 \times 10^3 \cdot \text{лет}$

$\boxed{6.250}$

$A = 2.0 \cdot 10^3 \cdot \text{Бк}$

$t = 5.0$

$A' = 0.267 \cdot \frac{\text{Бк}}{\text{см}^3}$

$V_0 = 1 \cdot 10^{-6}$

$T = 15.0$

$A = N \cdot \lambda \qquad N = \frac{A}{\lambda}$

$A' = N(t) \cdot \lambda \cdot \frac{V_0}{V}$ т. к. A' - удельная активность крови (активность одного кубика)

$A' = N \cdot e^{-\lambda \cdot t} \cdot \lambda \cdot \frac{V_0}{V} = \frac{A}{\lambda} \cdot e^{-\lambda \cdot t} \cdot \lambda \cdot \frac{V_0}{V} \qquad A' = A \cdot e^{-\lambda \cdot t} \cdot \frac{V_0}{V} \qquad V = V_0 \cdot \exp(-\lambda \cdot t) \cdot \frac{A}{A'}$

$V = V_0 \cdot \exp\left(-\frac{\ln(2)}{T} \cdot t\right) \cdot \frac{A}{A'}$

$\boxed{6.272}$

$h = 20$

$\eta = \frac{\omega}{\omega_0}$

$\eta_{\text{Грав}} = \eta_{\text{Допл}}$

1. $\omega = \omega_0 \cdot \frac{1 - \frac{v}{c}}{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}$ эффект Доплера

если v << c, то: $1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2 = 1 \qquad \omega_{\text{Допл}} = \omega_0 \cdot \left(1 - \frac{v}{c}\right)$

2. $m_g = \frac{\xi \cdot \omega}{c^2}$ (гравитационная масса фотона)

при прохождении через участок гравитационного поля l энергия фотона уменьшится на ΔU:

$\Delta U = m_g \cdot g \cdot l = \frac{\xi \cdot \omega}{c^2} \cdot g \cdot l \qquad E = E_0 - \Delta U \qquad \xi \cdot \omega = \xi \cdot \omega_0 - \frac{\xi \cdot \omega_0}{c^2} \cdot g \cdot l = \xi \cdot \omega_0 \cdot \left(1 - g \cdot \frac{l}{c^2}\right)$

$\omega_{\text{Грав}} = \omega_0 \cdot \left(1 - g \cdot \frac{l}{c^2}\right)$

$\eta_{\text{Грав}} = \eta_{\text{Допл}} \qquad \omega_{\text{Допл}} = \omega_{\text{Грав}} \qquad 1 - g \cdot \frac{l}{c^2} = 1 - \frac{v}{c} \qquad v = g \cdot \frac{l}{c}$

$\boxed{6.277}$

$R(A) = 1.3 A^{\frac{1}{3}} \cdot 10^{-15} \cdot [\text{м}]$

$\rho = \frac{m}{V} \qquad n = \frac{N}{V}$

$R(A) = C \cdot \sqrt[3]{A} \qquad V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3 = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \left(C \cdot \sqrt[3]{A}\right)^3 = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot C^3 \cdot A \qquad \rho = \frac{m}{V} = \frac{A \cdot m_p}{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot C^3 \cdot A} = \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{C^3} \cdot \frac{m_p}{\pi}$

$n = \frac{N}{V} \qquad m = m_p \cdot N \qquad N = \frac{m}{m_p} \qquad n = \frac{1}{V} \cdot \frac{m}{m_p} = \frac{\rho}{m_p} = \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{C^3} \cdot \frac{m_p}{\pi \cdot m_p} = \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{C^3 \cdot \pi}$

$\rho = \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{\left(1.3 \cdot 10^{-15}\right)^3} \cdot \frac{1.672 \cdot 10^{-27}}{\pi} = 1.817 \times 10^{17} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \qquad n = \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{\left(1.3 \cdot 10^{-15}\right)^3 \cdot \pi} = 1.087 \times 10^{44} \cdot \text{м}^{-3}$