Bitte Rückseite beachten!

1) a) bcc - Gitter als einfaches kubisches Gitter mit zwei identischen Atomen bei $(0,0,0)\,a$ und $\left(\frac{1}{2},\frac{1}{2},\frac{1}{2}\right)a$

Dichte $\rho_W = \frac{m}{V} = \frac{2 m_W}{a^3}$

m_W - Masse einzelnes W - Atom : $m_W = \frac{A_W}{N_A}$

$$\Rightarrow a = \sqrt[3]{\frac{2 A_W}{N_A \rho_W}} = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 184\ g/mol}{19{,}25\ g/cm^3 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23}\ mol}}$$

$$a = 3{,}16\ Å$$

b) Strukturamplitude für diese Struktur

$$F_{hkl} = f\left(1 + e^{2\pi i\left(\frac{h}{2}+\frac{k}{2}+\frac{l}{2}\right)}\right) = f\left(1+e^{i\pi(h+k+l)}\right)$$

$F_{hkl} = 0$, falls $h+k+l$ = ungerade

c) Bragg-Bedingung $(n=1)$

$$2d \sin\theta = n\lambda \quad \text{mit} \quad d = \frac{a}{\sqrt{h^2+k^2+l^2}}$$

$$\Rightarrow \sin^2\theta = \frac{\lambda^2}{4a^2}\left(h^2+k^2+l^2\right)$$

Streuwinkel $\varphi = 2\theta$; $\frac{\lambda^2}{4a^2} = 0{,}025$

h	k	l	$(h^2+k^2+l^2)$	$\sin^2\theta$	θ	φ
1	1	0	2	0,05	12,9°	25,8°
2	0	0	4	0,1	18,4°	36,8°
2	1	1	6	0,15	22,8°	45,6°

2) a) freie Elektronen : $E = \frac{\hbar^2 k^2}{2m}$

$$k = \sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}} \ ; \quad \frac{dE}{dk} = \frac{\hbar^2 k}{m} \ , \quad \frac{dk}{dE} = \frac{m}{\hbar^2 k}$$

Volumen im k-Raum $\left(\frac{2\pi}{L}\right)^3$

Zahl der Elektronen im Intervall $(k, k+dk)$

$$2 \cdot \frac{4\pi k^2\, dk}{\left(\frac{2\pi}{L}\right)^3} = \frac{L^3 k^2}{\pi^2}\, dk = D(k)\, dk$$

$$D(E) = D(k)\frac{dk}{dE} = \frac{L^3 k^2}{\pi^2}\frac{m}{\hbar^2 k} = \frac{L^3 m}{\pi^2 \hbar^2}\sqrt{\frac{2mE}{\hbar^2}}$$

$$\frac{D(E)}{V} = \frac{(2m)^{3/2}}{2\pi^2 \hbar^3}\sqrt{E}$$

b) $E_F = \frac{\hbar^2}{2m} k_F^2 = \frac{m}{2} v_F^2$

$v_F = \frac{\hbar}{m} k_F$

$T_F = \frac{E_F}{k_B}$

$\rightsquigarrow v_F = 2{,}03 \cdot 10^6\ \frac{m}{s}$

$E_F = 1{,}87 \cdot 10^{-18}\ J$

$T_F = 135\,500\ K$

3) $D(k)\, d^3k = \frac{V}{[illegible]}\, d^3k$

3)

$$D(k)\, d^3k = \frac{V}{(2\pi)^3}\, d^3k$$

$$= \frac{V}{(2\pi)^3}\, 4\pi k^2\, dk$$

mit

$$\omega = v_s \cdot k$$

$$d\omega = v_s\, dk$$

$$k^2\, dk = \frac{\omega^2}{v_s^3}\, d\omega = \frac{(2\pi)^3}{v_s^3}\, f^2\, df$$

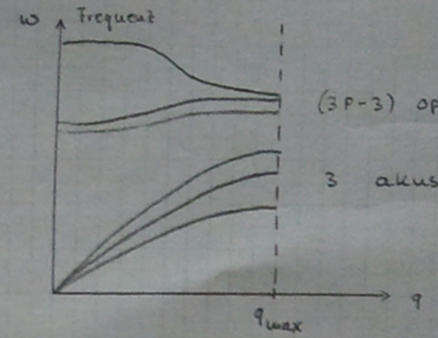
$$N = \int_{f_1}^{f_2} D(f)\, df\, (\cdot 3) = \frac{V}{2\pi^2} \cdot \frac{(2\pi)^3}{v_s^3} \cdot 3 \int_{f_1}^{f_2} f^2\, df$$

2 transversale + 1 longitudinale Mode

$$N = \frac{4\pi V}{v_s^3}\,(f_2^3 - f_1^3)$$

$$N = 286$$

4)



5) a)

$$n = \frac{1}{R_H e} = \frac{i\, B_z}{E_H \cdot e} = \frac{10\,\mathrm{A\,cm^{-2}} \cdot 1\,\mathrm{Vs\,m^{-2}}}{8\,\mathrm{V\,cm^{-1}} \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}\,\mathrm{As}}$$

$$R_H = \frac{E_H}{i\, B_z}$$

$$n = 3{,}12 \cdot 10^{15}\,\mathrm{cm^{-3}}$$

$$\tau = \frac{m\,\sigma}{n\, e^2} = \frac{7 \cdot 10^{-31}\,\mathrm{kg} \cdot 2\,\mathrm{A/Vcm}}{3{,}12 \cdot 10^{15}\,\mathrm{cm^{-3}}\,(1{,}6 \cdot 10^{-19}\,\mathrm{As})^2}$$

$$\tau = 1{,}75 \cdot 10^{-12}\,\mathrm{s}$$

b) Bedingung zur Messung der Zyklotronresonanz:

$$\omega_c \tau \gg 1$$

$$\omega_c = \frac{e B_z}{m} \rightsquigarrow B_z \geq \frac{m}{\tau e} = \frac{7 \cdot 10^{-31}\,\mathrm{kg}}{1{,}75 \cdot 10^{-12}\,\mathrm{s} \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}\,\mathrm{As}}$$

$$B_z \geq 2{,}5\,\mathrm{T}$$

$$\left(\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{As^2}} = \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{Am}} = \frac{\mathrm{Vs}}{\mathrm{m^2}} = \mathrm{T}\right)$$

6) a)

$$T_c \cdot M^{1/2} = \text{konst.} \qquad (T_c \sim \omega_D)$$

Die Sprungtemperatur hängt von der Masse der Atome bzw. den Gittereigenschaften ab

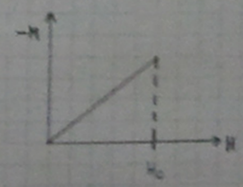
b)

$$2\Delta(0) = 3{,}5\, k_B T_c$$

$$\rightsquigarrow \Delta(0) = \frac{1}{2}\, 3{,}5 \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23}\,\frac{\mathrm{Ws}}{\mathrm{K}} \cdot 3{,}722\,\mathrm{K}$$

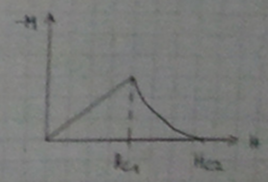
$$\Delta(0) = 8{,}99 \cdot 10^{-23}\,\mathrm{J} = 5{,}62 \cdot 10^{-4}\,\mathrm{eV}$$

c) Typ I



Feld wird vollständig aus dem Inneren verdrängt, bis bei H_c SL zusammenbricht

Typ II



Eindringen von Flussschläuchen zwischen H_{c1} und H_{c2}