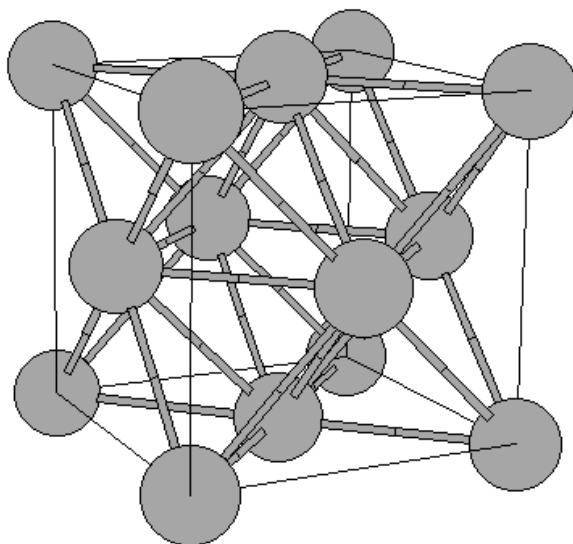


Fyzika pro chemiky II – příklady ke cvičením
Ústav fyziky kondenzovaných látek, PřF MU Brno
jarní semestr 2022

3. Příklady z fyziky kondenzovaných látek

- (a) Najděte úhel θ mezi nejbližšími sousedními vazbami v mřížce křemíku. Zvažte, že každý atom křemíku je vázán ke čtyřem nejbližším sousedům, a ty jsou ve vrcholech pravidelného čtyřřtěnu, jehož všechny stěny jsou rovnostranné trojúhelníky.
(b) Najděte délku vazby z údaje, že atomy ve vrcholech čtyřřtěnu jsou od sebe vzdáleny 388 pm.
- (a) Vypočtete mřížkový parametr a mědi, víte-li že hustota mědi je $8940 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, hmotové číslo je 63,55 a elementární buňka mědi je kubická plošně centrovaná (atomy mědi se nachází ve vrcholech krychle a ve středech stěn – viz obrázek níže).
(b) Ukažte, že koncentrace vodivostních elektronů je $n = 8,4310 \cdot 10^{28} \text{ m}^{-3}$.



Krystalová struktura mědi.

3. Pomocí následujícího vztahu určete Fermiho energii mědi

$$E_F = \left(\frac{3}{16\sqrt{2}\pi} \right)^{2/3} \frac{\hbar^2}{m} n^{2/3}$$

a poté ověřte, že Fermiho rychlost je $v_F = 1,6 \cdot 10^6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

- Vypočtete driftovou rychlost elektronů v měděném drátu o průměru 1 mm, víte-li, že drátem teče proud o velikosti 1 mA. Tento výsledek porovnejte s Fermiho rychlostí z předchozího příkladu.
- Určete relaxační dobu τ elektronů v mědi, je-li její měrný odpor $1,7 \cdot 10^{-8} \Omega\cdot\text{m}$.
- Porovnejte plazmovou frekvenci mědi s plazmovou frekvencí ionosféry. Elektronová hustota elektronů v nejnižší vrstvě ionosféry (vrstva D) je v poledne $n_D = 1 \cdot 10^9 \text{ m}^{-3}$ a v nejvyšší vrstvě F₂ je $n_F = 1 \cdot 10^{12} \text{ m}^{-3}$. Jak souvisí vypočtené hodnoty s pásmy radiové komunikace?
- (a) Jaká je maximální vlnová délka světla, které vybudí elektron z valenčního pásu diamantu do vodivostního pásu? Pás zakázaných energií je 5,5 eV.
(b) V jaké části elektromagnetického spektra tato vlnová délka leží?

8. Krystal chloridu draselného (KCl) má šířku zakázaného pásu 7,6 eV. Je tento krystal průhledný nebo neprůhledný pro světlo o vlnové délce $\lambda = 140$ nm?
9. Čistý křemík má za pokojové teploty koncentraci elektronů ve vodivostním pásu $5 \cdot 10^{15} \text{ m}^{-3}$ a stejnou koncentraci děr ve valenčním pásu. Předpokládejme, že jeden atom z každých 10^7 atomů křemíku je nahrazen atomem fosforu.
- (a) Jaký typ vodivosti bude mít tento dotovaný polovodič, n nebo p ?
 - (b) Jakou koncentraci nosičů náboje přidá fosfor?
 - (c) Jaký je podíl koncentrace nosičů náboje (elektronů ve vodivostním pásu či děr ve valenčním pásu) v dotovaném křemíku a v čistém křemíku?

Nepovinné úlohy

úloha navíc Jaká je pravděpodobnost, že stav 0,062 eV nad Fermiho energií bude obsazen při

- (a) $T = 0$ K,
- (b) $T = 320$ K?