

# Fyzikální vlastnosti materiálů

Ondřej Čaha

12. ledna 2015

1. Vazba v pevné látce, elastické a tepelné vlastnosti materiálů (3 hodiny)
  - (a) Druhy vazeb, kohezní energie – klasifikace typu vazeb, charakteristické vlastnosti a příklady
  - (b) Izotropní a neizotropní elastické vlastnosti – stlačitelnost, elastické konstanty a jejich souvislosti, symetrie a anizotropie
  - (c) Měrná tepla, teplotní roztažnost, tepelná vodivost
  - (d) Fázové přechody – fáze a skupenství, fázové diagramy a přechody, amorfní materiály, kapalně krystalové materiály
2. Elektrické vlastnosti materiálů (5 hodin)
  - (a) Elektrická vodivost kovů – Drudeho model, Fermiho plyn, hustota stavů, Fermiho energie a rychlost, vodivost elementárních kovů, teplotní závislost, příměsi, slitiny, speciální slitiny, vysokoodporové vodiče.
  - (b) Elektrická vodivost polovodičů – Šířka pásu zakázaných energií, efektivní hmotnost, pohyblivost, statistika nositelů náboje, doping.
  - (c) Amorfní polovodiče, polymery – hustota stavů, lokalizace, přeskokový mechanismus, dopovaný polyacetylen
  - (d) Izolátory – vodivost, teplotní závislost
  - (e) Polarizovatelnost – statická permitivita, lokální pole, polarizovatelnost, susceptibilita, kovalentně a iontově vázané materiály, trvalé dipóly
  - (f) Feroelektrika, piezoelektrika – spontánní polarizace
3. Optické vlastnosti materiálů (9 hodin)
  - (a) Optická odezva materiálů – Maxwellovy rovnice, Laplaceova transformace, materiálové vztahy a odezвовé funkce, komplexní vodivost a dielektrická funkce, index lomu
  - (b) Rovinná vlna v materiálu – komplexní vlnový vektor, Poyntingův vektor, intenzita, absorbovaná energie
  - (c) Elektromagnetická vlna v materiálu a na rozhraní – okrajové podmínky na rozhraní, přenosové matice, efektivní indexy lomu pro šikmý dopad
  - (d) Kramersovy-Kronigovy relace – odezвовé funkce v komplexní rovině, kuzalita odezvy, Kramersovy-Kronigovy relace pro odezвовé funkce a reflektivitu

- (e) Absorpce mřížky – Lorentzův model pro polární krystaly, spektrální závislosti, závislost na hmotnostech atomů a tuhosti vazeb, nepolární krystaly – vícefónonová absorpce
- (f) Odezva volných nositelů náboje – Drudeův model, plazmová frekvence, spektrální závislosti, elementární kovy a IR odezva polovodičů
- (g) Optická odezva vázaných elektronů – mezipásové přechody, sdružená hustota stavů, přímý a nepřímý gap v polovodičích, nízkorozměrné heterostrukтуры, amorfni polovodiče
- (h) Propustná oblast – oblast mezi kmity mřížky a elektronovou absorpcí, optická skla, tavený křemen, diamant, safír, materiály pro optická vlákna
- (i) Odezva v rtg oblasti – index lomu, absorpční hrany

#### 4. Magnetické vlastnosti materiálů (7 hodin)

- (a) Diamagnetika – klasický a kvantový model diamagnetismu
- (b) Paramagnetika – klasický a kvantový paramagnetismus izolovaných magnetických momentů, Brillouinova funkce, Pauliho paramagnetismus volných elektronů
- (c) Interakce magnetických momentů – přímá a nepřímá výměnná interakce, Heisenbergův hamiltonián
- (d) Feromagnetika – Weissova teorie středního pole, feromagnetismus prvků, slitin, sloučenin
- (e) Antiferomagnetika a ferimagnetika – antiferomagnetické látky, ferity
- (f) Elektrická vodivost v magnetickém poli – magnetorezistence a Hallův jev, kolosální a gigantická magnetorezistence

#### 5. Supravodiče a grafen (2 hodiny)

- (a) Supravodivost – supravodivost kovů, Meissnerův jev, vysokoteplotní supravodiče, Josephsonův jev
- (b) Materiály s lineární elektronovou disperzí – Fermiho rychlost, příklady: grafen, povrchové stavy v topologických izolátorech

### Literatura:

1. N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, Solid state physics, Thomson Learning 1975.
2. S. J. Blundell, Magnetism in condensed matter, Oxford University Press 2001.
3. A. M. Fox, Optical properties of solids, Oxford University Press 2002.
4. J. I. Gersten, F. W. Smith, The physics and chemistry of materials, Wiley 2001.
5. E. D. Palik, ed., Handbook of optical constants of solids, Academic Press Orlando 1985.
6. E. Schmidt et al., Optické vlastnosti pevných látek, SPN Praha 1986.
7. J. Singleton, Band theory and electronic properties of solids, Oxford University Press 2004.
8. Ch. Kittel: Úvod do fyziky pevných látek, Academia Praha 1985.

Další informace na [www.physics.muni.cz/~caha/vyuka.html](http://www.physics.muni.cz/~caha/vyuka.html).