

# Fyzika kondenzovaného stavu – sylabus přednášky

(zimní semestr 2025-26, čtvrtek 8:10-10:30, T5)

1. Struktura kondenzovaných látek
  - vznik kondenzovaných látek (kondenzace a tuhnutí, druhy kapalných a pevných KL), látky krystalické a amorfnní, monokrystaly a polykrystaly, krystalové struktury, symetrie ideálních krystalů, krystalografické prvky symetrie, prostorové mříže, Bravaisovy mřížky, značení směrů a rovin (Millerovy indexy), reciproká mříž, koordinační čísla, nejtěsnější uspořádání, tuhé roztoky, kapalně krystaly, kvazikrystaly, slitiny.
2. Vazby v krystalu
  - vznik kondenzované fáze, van der Waalsova vazba, iontová vazba (iontové krystaly, Madelungova konstanta, Madelungova energie), kovalentní vazba, kovová vazba, vazba vodíkovými můstky, smíšené vazby.
3. Difrakce rentgenového záření a elektronů na krystalech
  - Laueho a Braggova teorie interakce rentgenového záření s krystalem, experimentální rentgenové metody, reciproká mříž a difrakční podmínky, Ewaldova konstrukce, strukturní faktor, atomový rozptylový faktor, difrakce elektronů.
4. Poruchy krystalových struktur
  - vakance, intersticiály, příměsové atomy, barevná centra, rovnovážná koncentrace bodových poruch, dislokace, napětové pole dislokace, dvojčatění, vrstevné chyby, hranice zrn a subzrn, malouhlové hranice, vysokoúhlové hranice, objemové poruchy.
5. Deformace krystalických látek
  - deformace a napětí, elastická deformace (jednoosý tah a tlak, elastická deformace ve smyku, maximální smykové napětí ve vzorku), Schmidův zákon, Schmidův orientační faktor, Hookův zákon a jeho zobecněný tvar, plastická deformace monokrystalů, plastická deformace polykrystalů, mechanismy plastické deformace.
6. Tepelná kapacita krystalických látek
  - klasická teorie a její selhání (Dulongovo-Petitovo pravidlo), Einsteinova teorie tepelné kapacity mřížky, kmitové stavy spojitého prostředí, Debyeova teorie tepelné kapacity mřížky, příspěvek elektronů k tepelné kapacitě pevné látky.
7. Kmity mříže
  - Bornův způsob ohraničení frekvenčního spektra, pružné vlny v nekonečném lineárním řetězci stejných atomů, kmity konečného lineárního řetězce stejných atomů, ekvivalence kmitového stavu a harmonického oscilátoru, fonony.
8. Elektrony v pevných látkách
  - Drudeho (klasický) model volných elektronů v kovech, Sommerfeldův (kvantový) model volných elektronů v kovech, Fermiho plyn volných elektronů, elektron v periodickém poli, elektron jako částice v krystalu, elektron jako vlna v krystalu.
9. Pásová teorie pevných látek
  - energetická pásová struktura pevných látek (pásová struktura izolantů, kovů a polovodičů), Brillouinovy zóny, pohyb elektronů v jednorozměrném prostoru podle pásové teorie, efektivní hmotnost.

10. Polovodiče a vybrané polovodičové součástky
  - polovodič vlastní a nevlastní, P-N přechod, polovodičová dioda, LED, bipolární tranzistor, unipolární tranzistory (JFET, MESFET, MOSFET).
11. Základy supravodivosti
  - objev supravodivosti, perzistentní stav, Meissnerův jev, izotopický jev, supravodiče I. a II. druhu, Londonovy rovnice, Cooperovy páry, vysokoteplotní supravodivost.
12. Tepelné, elektrické a magnetické vlastnosti pevných látek
  - teplotní roztažnost, tepelná vodivost, tepelná vodivost kovů – mřížková a elektronová tepelná vodivost kovů, teplotní závislost elektrického odporu, Hallův jev, dielektrika, diamagnetismus, paramagnetismus, magnetismus látek se spontánní magnetizací (feromagnetismus, antiferomagnetismus, ferimagnetismus).
13. Základy termodynamiky pevných látek
  - fáze, fázová rovnováha, směsné fáze, fázové diagramy (jednosložkové, dvousložkové, tříložkové) základní binární rovnovážné stavové diagramy slitin, fázové transformace, tuhnutí a čištění materiálů.

## Doporučená literatura

- Kittel Ch.: *Úvod do fyziky pevných látek*. Academia, Praha 1985.  
(lepší varianta: Kittel Ch.: *Introduction to Solid State Physics*. Eight Edition, Wiley International Edition 2005)
- Kratochvíl P., Valvoda V.: *Úvod do fyziky pevných látek*. UK Praha 1982 (skripta MFF).
- Valvoda V., Polcarová M., Lukáč P.: *Základy strukturní analýzy*. Karolinum, Praha 1992.
- Kraus I., Fiala J.: *Elementární fyzika pevných látek*. ČVUT, Praha 2017.
- Daniš S.: *Atomová fyzika a elektronová struktura látek*. Matfyzpress, Praha 2019.
- Ptáček L. a kol.: *Nauka o materiálu I*. Akademické nakladatelství CERM, Brno 2003 (druhé opravené a rozšířené vydání).
- Ptáček L. a kol.: *Nauka o materiálu II*. Akademické nakladatelství CERM, Brno 2002 (druhé opravené a rozšířené vydání).
- Valvoda V.: *Krystalografie – Atomová struktura látek a její určování*. Matfyzpress, Praha 2005 (spíše středoškolská úroveň).

## Doplňující literatura

- Kratochvíl B., Jenšovský L.: *Úvod do krystalochemie*. SNTL, Praha 1987.
- Vobecký J., Záhlava V.: *Elektronika – součástky a obvody, principy a příklady*. Grada, Praha 2015 (třetí, rozšířené vydání).
- Anselm A.I.: *Úvod do teorie polovodičů* Academia Praha 1976.
- Kratochvíl P., Kužel R.: *Úvod do fyziky pevných látek II*. SPN Praha 1978 (skripta MFF).

Dekker A. J.: *Fyzika pevných látek*. Academia, Praha 1966.

Sprušil B.: *Termodynamika pevných látek*. SPN, Praha 1982 (skripta MFF).

Saxlová M.: *Elektronová struktura kovů I*. SPN, Praha 1978 (skripta MFF).

Šternberk J.: *Úvod do magnetismu pevných látek I*. SPN, Praha 1979 (skripta MFF).

Lukáč P. a kol.: *Praktikum fyziky kovů*. SPN, Praha 1982.

Šafrata R. S.: *Fyzika nízkých teplot*. Matfyzpress, Praha 1998 (skripta MFF).

Odehnal M.: *Supravodivost a jiné kvantové jevy*. Edice Cesta k vědě, Academia, Praha 1992.

Kratochvíl P., Lukáč P., Sprušil B.: *Úvod do fyziky kovů I*. SNTL/ALFA. Praha 1984.

### Literatura v angličtině (např.)

Meyers H.P.: *Introductory Solid-State Physics* (Second Edition). CRC Press, London 2002.

Blakemore J.S.: *Solid State Physics* (Second Edition). Cambridge University Press 1985.

Sólyom Jenő: *Fundamentals of the Physics of Solids (Vol 1)*. Springer-Verlag, Berlin and Heidelberg 2007.

Jones R. A. L.: *Soft Condensed Matter*. Oxford Master Series in Physics, Oxford University Press 2002.

### Populární výklad fyziky materiálů

Raab M.: *Materiály a člověk – Netradiční úvod do současné materiálové vědy*. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2020.

Miodownik M.: *Neobyčejné materiály*. Dokořán & Argo, Praha 2016.

### Časopisecké články (spíše populárního charakteru)

Šíma V.: *Podivuhodný elektronový svět v krystalech*. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie 44 (1999) 42-49.

Valenta J.: *Modrá je dobrá (Díl 1. Stoletá cesta svítivých diod od kuriozity k Nobelově ceně)*. PMFA 60 (2015) 3-18.

Valenta J.: *Modrá je dobrá (Díl 2. Světelné diody jako základ nové generace osvětlovací techniky)*. PMFA 60 (2015) 89-104.

Akasaki I.: *Fascinující cesty za modrým světlem* (přednáška u příležitosti udělení Nobelovy ceny za fyziku za rok 2014). Čs. čas. fyz. 66 (2016) 12-22. (číslo 1/2016).

Nakamura S.: *Historie cesty k objevu účinných modrých svítivých diod na bázi InGaN* (přednáška u příležitosti udělení Nobelovy ceny za fyziku za rok 2014). Čs. čas. fyz. 66 (2016) 28-37.

Geim A.K.: *Náhodnou procházkou ke grafénu*. Čs. čas. fyz. 62 (2012) 15-37. (Nobelovská přednáška 8. 12. 2010)

Novoselov K.S.: *Grafén: materiály v plochému světě*. Čs. čas. fyz. 62 (2012) 28-38.  
(Nobelovská přednáška 8. 12. 2010).

Pelant I., Kůsová K.: *Germaniový a křemíkový laser: historické ohlédnutí a současnost*. Čs. čas. fyz. 70 (2020) 45-55.

Drozd Z., Trojanová Z., Lukáč P.: *Hořčíkové nanokompozity – materiály se slibnou budoucností*. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie 68 (2023) 4, 227-245.

### Historické prameny:

Kepler J.: *O šestiúhelné sněžové vločce (poutavé čtení o ničem)*. Matfyzpress, Praha 2014.