

**Mgr. studium**  
**Okruhy pro předmět**  
**FYZIKA NANOSTRUKTUR**

Témata např. z předmětů:

*Nanofyzika (12NF), Kvantová elektronika (12KVEN), Optické vlastnosti polovodičů (12OVP), Nanoskopie a nanocharaktrizace (12NAN), Příprava polovodičových nanostruktur (12PN), Nanoelektronika (12NAE).*

1. **Primitivní buňka**, základní typy mřížek, indexy krystalových rovin, vektory reciproké mřížky, adiabatická Bornova-Oppenheimerova aproximace, jednoelektronová Hartreeho-Fockova aproximace, nekorelovaná (jednoelektronová) vlnová funkce pro elektrony, Blochův teorém, Fermiho plyn, Fermiho hladina, hustota stavů.
2. **Pásová energetická struktura**, přímá a reciproká mříž, Brillouinovy zóny, symetrie páسů, efektivní hmotnost elektronu. Vodiče, polovodiče, izolanty. Druhy vazeb, kmity mřížek – fonony.
3. **Metody popisu pevné látky**, aproximace efektivní hmotností, metoda empirického pseudopotenciálu, přehled dalších metod.
4. **Dynamický vývoj kvantové soustavy**, nestacionární poruchová teorie. Poloklasická teorie interakce kvantové soustavy s klasickým polem. Bohrova frekvence přechodu, absorpce a emise optického záření atomem.
5. **Excitony**, jejich projevy v optické absorpci. Wannierův exciton, symetrie, výběrová pravidla.
6. **Nelineární optické vlastnosti objemových polovodičů**, jejich systematizace, příklady. Efekty silného buzení: excitonové komplexy, stínění coulombovské interakce, elektron-děrové plazma. Dvoufotonová absorpce, výběrová pravidla, dvoufotonová spektroskopie a její aplikace.
7. **Popis kvantově omezených nanostruktur**, kvantově-rozměrový jev, kvantové jámy (QW), vícenásobné kvantové jámy (MQW), supermřížky, kvantové dráty (QWi), kvantové tečky (QD), hustota stavů v nanostrukturách podle počtu omezených dimenzí (objemová struktura, QW, QWi, QD). Elektronický transport v nanostrukturách, efekty jednotlivých elektronů.
8. **Optické vlastnosti nízkodimezionálních polovodičových struktur**. Příklady optických vlastností 2D, 1D a 0D polovodičových nanostruktur  $A^{III}-B^V$  a  $A^{II}-B^{IV}$ . Aplikace optických vlastností nanostruktur pro reálné optoelektronické součástky.
9. **Luminiscence**. Základní pojmy, kvantová účinnost, kinetický přístup. Franckův-Condonův princip, tepelné zhášení luminiscence. Luminiscence kvantových jam, kvantové jámy I a II typu. Luminiscence kvantových teček.
10. **Zářivá rekombinace v polovodičích**. Projevy různých typů excitonů v luminiscenčním spektru 3D krystalů i nanokrystalů. Luminiscence 3D křemíku, její aplikace, luminiscence křemíkových nanokrystalů.
11. **Stimulovaná emise v polovodičích**. Základní pojmy, experimentální technika

měření optického zisku, cesty ke křemíkovému laseru.

12. **Disperzní model látkových prostředí**, Drudeho disperzní model. Plazmonika – objemový plazmon, povrchový plazmon – polariton (SPP), lokalizovaný povrchový plazmon – polariton (LSPP), aplikačně zajímavé vlastnosti SPP, skinová hloubka, propagační vzdálenost, vlnová délka SPP, plazmony krátkého a dalekého dosahu.
13. **Disperze povrchových plazmonů**, heterostrukury IMI a MIM, ideální a realistický (ztrátový) případ, možnosti optické excitace SPP. Možnosti řešení LSPP problému (statická, kvazistatická aproximace, Mieova teorie).
14. **Fotonický krystal**, 1D, 2D a 3D, přírodní a syntetické struktury, fotonická pásová struktura, fotonický zakázaný pás, srovnání s elektronickou pásovou strukturou, Floquetův – Blochův teorém.
15. **Klasifikace a typy nanostruktur**: přirozené nanostrukury (koloidy, oxidy, jíly, adheziva, organické molekuly atd.), umělé syntetické nanostrukury (nanočástice, nanovlákná a nanotextilie, dráty, fullereny a trubice), metody jejich přípravy - Top-Down a Bottom-Up přístupy k vytváření nanostruktur.
16. **Klasifikace a typy nanosoučástek**: mikroelektromechanické (MEMS) a nanoelektromechanické (NEMS) součástky, mikrofluidní součástky, molekulární elektronika.
17. **Tvorba nanostruktur pro součástky**, SPM litografie, dip-pen litografie, nanoimprinty, samouspořádané nanostrukury, Lego přístupy.
18. **Přehled charakterizačních technik pro nanostrukury**, experimentální přístupy a metody. Rastrovací sondové mikroskopy, STM, elektronové mikroskopy, AFM a příbuzné mikroskopie, mikroskopie blízkého a vzdáleného pole, zobrazované povrchy, rozlišovací schopnost.
19. **AFM a příbuzné mikroskopie**. Interakce hrotu se vzorkem, silové charakteristiky. Měřicí módy. Mikroskopie magnetických a elektrostatických sil, kelvinovská mikroskopie výstupní práce, termální mikroskopie, SNOM. Manipulace atomy a nanoobjekty.
20. **Nanoelektronika** – součástky s rezonančním tunelováním, modely kvantového transportu, jedoelektronové tranzistory, spintronika, supravodivé součástky.