



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Zdroj: <https://predmety.fbmi.cvut.cz/cs/doktorske-bme>

Chytré struktury Částicové nanostruktury a nanotechnologie

Obsah předmětu.

Seznámení s vytvářením částicových nanosouborů (*3D útvarů v tak malých rozměrech, kde se již projeví kvantování elektronů*), „**engineering**“ cílených vlastností a manipulace s nimi, pro:

1. studium jejich optických, elektrických a magnetických vlastností,
2. použití, jako zdroje optického záření,
3. záznam informací
4. interakci s jinými soubory molekul pro biologické a lékařské aplikace.

Využití těchto vlastností s možností praktického využití při studiu

- a) **kvantových nelineárních optických vlastností**
(pokus o konstrukci aktivní mřížky z koeficientem zesílení odraženého světla)
- b) **optoelektrických vlastností a elektrooptických vlastností**
(světlem řízený přenos náboje – elektronu - dopad na katalýzu chem. procesů, řízení záznamu informací na molekulární úrovni.)
(řízení změny optických vlastností –
- extinkce, index lomu, emise světla změnou el. napětí)
- c) **měření kvantových výtěžků světla emitovaného z 3D částic**
aktivace a stimulace tohoto záření pro využití v diodových a LED strukturách.
- d) **3D nanočástic polovodičových, kovových, organických a biologických**
Např. příprava magnetických kapalin a jejich použití v biologii a medicíně.
(mag.separace HIV virů). Senzory, čidla a detektory záření a virů.

Obsah přednášek

1. Nanočástice(NC), nanoklastry(NK) a nanostruktury(NS).

Jaké jsou to útvary a kde se rozměrově nacházejí.

Svět (ne)zanedbatelných rozměrů.

Popis jejich vlastností a z čeho plyne jejich jedinečnost.

Vysvětlit co je „exciton“. Exciton za normální teploty??

Podmínky jejich existence a cesty k jejich tvorbě.

Cesty přípravy a manipulace s nimi, to jsou **NANOTECHNOLOGIE**.

Inženýrství kvantových nanostruktur.

2. Prostorová restrikce a kvantové důsledky.

1D, 2D a 3D prostorové útvary – kvantové vrstvy, dráty a částice.

Kvantové jámy a jejich prostorová dimenze.

Stručný kvantový popis elektronu v potenciálové jámě.

Základy kvantového popisu.

3. Vazebná energie, excitace, excitační energie a ionizační potencial.

Vysvětlení pojmů a fyzikální podstaty.

Jak a čím změříme uvedené parametry a jejich význam ve fotofyzikálních procesech

4 Metody přípravy nanočástic a nanostruktur

Metody a cesty přípravy nanoklastrů. Manipulace s nanostrukturami.

Nanotechnologie – moderní metody k cíleným vlastnostem nanolátek.

Hmota – látka – nanolátka.

Co jsou nanolátky, nanoútvary, nanostroje a nanopřístroje.

(Polovodičů, kovů, magnetů, organických a biologických látek apod.)

5. Identifikace, popis a studium nanočástic.

Metody detekce a sledování.

Spektrálně: absorpční, excitační a emisní spektroskopie UV-VIS-NIR, princip a použití).

Mikroskopicky: Elektronový mikroskop TEM a SEM, a jiné.

Fyzikálně: Rentgenovské (RTG) metody studia struktury a povrchů.

Optické efekty (nelinearita atd.)

Ramanova spektroskopie. Rentgenovská spektroskopie,

Tunelový mikroskop STM a AFM, Zkrácený popis kvantového tunelového efektu.

6. Fotonické struktury.

Elektronické a fotonické struktury.

Porovnání a vysvětlení rozdílů.

7. Složité organické a anorganické struktury.

Micelární systémy. Obrácené micelly. Vesicles systémy.

Anorganické komplexní stabilizatory kvantových struktur.

Organické hydrofobní prostory v hydrofilních roztocích a naopak.

8. Operace a manipulace s potenciálem a elektrickým nábojem v nanostrukturách.

Elektrochemické vlastnosti nanočástic.

Světlem indukovaný přenos náboje (např. elektronu)

Nábojová polarizace nanočástic a jejich povrchů.

9. Organické kvantové nanostruktury.

Nanokompozity

Up-koverze, Down-konverze.

Fotorefraktivní polymerové kompozity

10. Interakce nanočástic, elektronických a fotonických nanostruktur se světlem.

Světlem indukovaný náboj na struktuře (např. elektron).

Nábojová polarizace nanočástic a jejich povrchů.

Polarizovaný exciton.

11. Nelineární optické vlastnosti nanostruktur.

Ukázky a demonstrace na experimentu.
Kvantifikace efektu. Vysvětlení podstaty efektu.
Kvantový popis nelineárních vlastností

12. Supramolekulární a biologické struktury

Dendrony a Dendrimery, organizace molekul
Vrstvy a supermřížky.

13. Kvantové nanostruktury pro elektrooptický (EO) a optoelektrický (OE) záznam informací na molekulární úrovni.

Světlem indukovaný přenos náboje (např. elektronu)
z NC, NK na opticky aktivní organické molekuly (OM), rhodopsin,
bakteriorhodopsin, retina, (syntetický proces vidění), přenos („pumpování“)
protonu přes membrány.
Senzibilizace 2D – nanostruktur pomocí OM
pro OE záznam informací (např. 3D-holografie)
Nanočástice a složené nanoklastry Ag v Ag-halogenidu.
Senzibilizace záznamů optických informací do holografických struktur.
(Praktické aplikace a využití v HiFi technice, biologii, org. chemii, lékařství
a pod.)

14. Magnetické vlastnosti a jejich využití.

Magnetické kapaliny.
Nanočástice a složené nanoklastry Fe, Co, Ni a jejich oxidy.

15. Inženýrství nanočástic a nanostruktur vybavených pro boj s viry

Inženýrství nanočástic a nanostruktur vybavených pro boj s viry

Elektrochemické vlastnosti nanočástic.
Magnetické (MG) nanočástice a jejich specifické vlastnosti.
Magnetické ventily- nekrofilizace tumorů
Manipulace s povrchovými vlastnostmi NC a NS.
Navázání HIV virů a jejich magnetická separace (in vitro).
Interakce MG-nanočástic s organickými a biologickými molekulami.
Cílená doprava léků. Micelární systémy.
Adsorpce organických molekulárních systémů na površích
nanočástic a nanostruktur.
Nábojová polarizace nanočástic a jejich povrchů.

Literatuta ke studiu nanočástic a nanoclustrů.

- [1] Charles P.Poole,Jr., and Frank J.Owens: **INTRODUCTION TO NANOTECHNOLOGY**, A John Wiley and Sons,Inc.,Publication,USA,2003.
- [2] P. N. Prasad: **NANOPHOTONICS**, Wiley Interscience, John Wiley & Sons, 2004.
- [3] G.A.Ozin and A.C.Arsenault: **NANOCHEMISTRY**, The Royal Society of Chemistry 2005
- [4] B.Bhushan: **SRINGER HANDBOOK OF NANOTECHNOLOGY**, Springer-Verlag, Berlin
- [5] A.Beiser: **ÚVOD DO MODERNÍ FYZIKY**, Academia Praha 1975

- [6] A.Fojtik,H.Weller,U.Koch,and A.Henglein: **Q-State CdS and Magic Agglomeration Numbers; In Photo-Physics of Extremely Small CdS Particles;** Ber. Bunsenges. Phus. Chem. 88,969-977 (1984)
- [7] A.Henglein,A.Fojtik and H.Weller: **Reactions On Colloidal Semiconductor Particles,** Ber. Bunsenges. Phus. Chem. 91, 441-446 (1987)
- [8] A.Henglein.: Physical and chemical properties of nanostructures, Topics in Kurent chemistry, Vol.143, Springer – Verlag, Berlin Heidelberg 1988.
- [9] A.Fojtik, A.Henglein: **Luminescent colloidal silicon particles,** Chem. Phys. Letters 221 (1994) 363-367
- [10] A.Henglein: **Small-Particles Resear,** Chem. Rev. 1989, 89, 1861-1873
- [11] **J.CHEM.PHYS.1983,79,5566**
- [12] **J.CHEM.PHYS. 1984,80,4403**
- [13] **J.CHEM.PHYS. 1986,90,2555**