



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

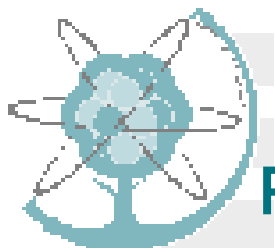
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

NANOTECHNOLOGIE 2

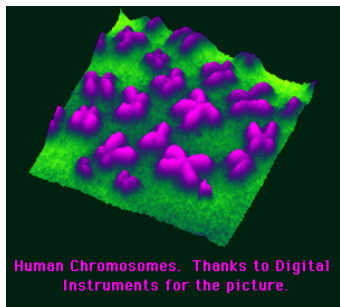
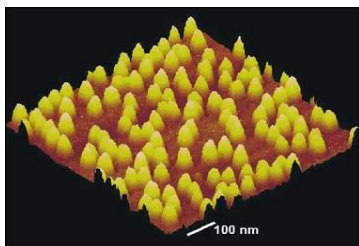
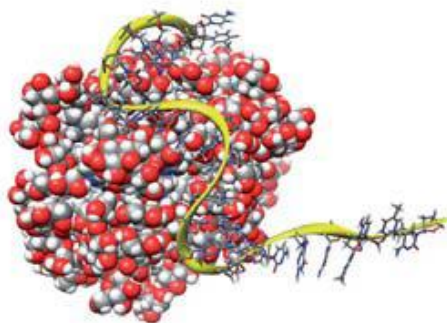
CZ.1.07/2.3.00/45.0029 Věda pro život, život pro vědu

12. ledna 2015

GYMNÁZIUM DĚČÍN



Nanotechnologie – nový studijní program na Přírodovědecké fakultě Univerzity J.E. Purkyně v Ústí nad Labem



Human Chromosomes. Thanks to Digital Instruments for the picture.



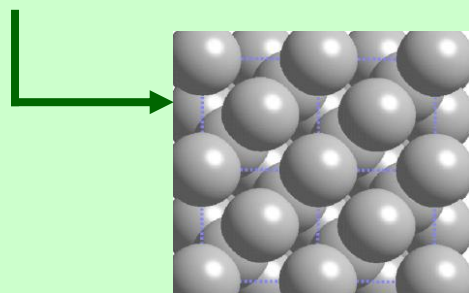
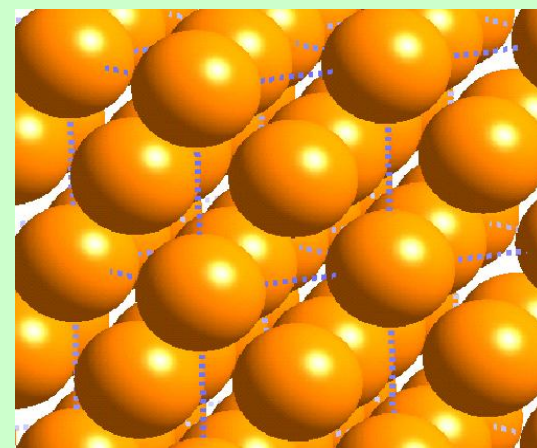
NANO svět

$$1\text{nm} = 10^{-9}\text{ m} = 0.000\ 000\ 001\text{ m} \Rightarrow 1\text{m} = 1\ 000\ 000\ 000\text{ nm}$$

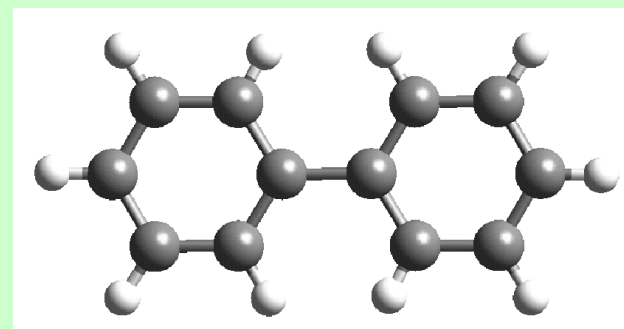
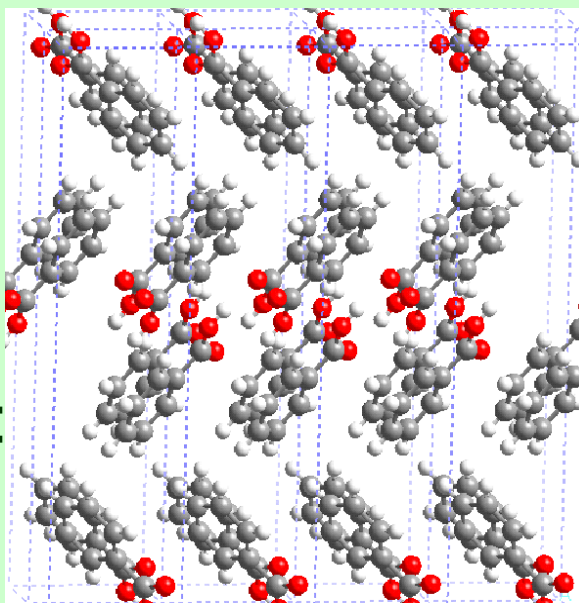
Vzdálenosti mezi atomy v pevných látkách:

Kovy: 0.25nm (Cu), 0.28nm (Au), 0.32nm (Cd),
0.43nm (Ba)...

Diamant: 0.15nm



Molekulární krystaly:



1 nm

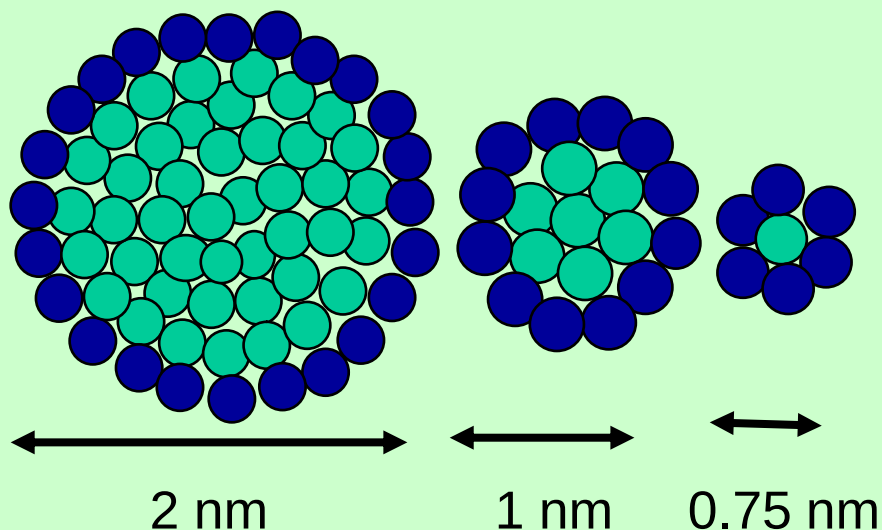
**???????? Co se děje když zmenšujeme
rozměry materiálů z makro až k nano
rozměrům ????????**



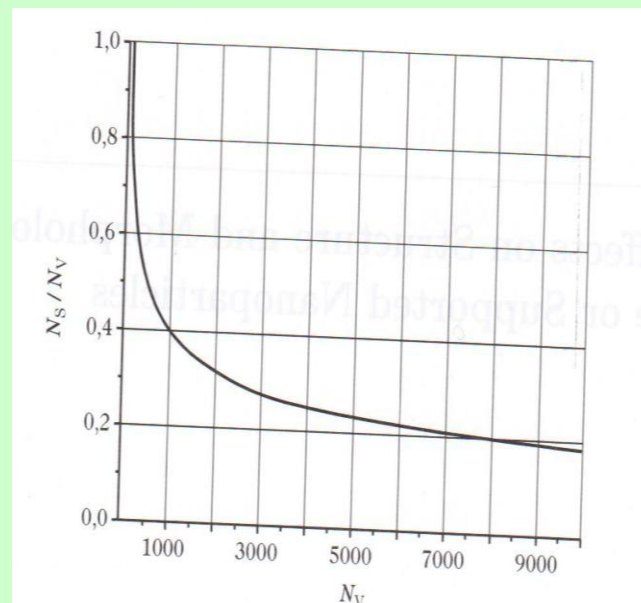
**Mění se dramaticky fyzikální a chemické
vlastnosti látek:**

**Tepelné, mechanické, optické vlastnosti,
chemická reaktivita, katalytické
schopnosti.....**

Změna fyzikálních a chemických vlastností při přechodu od makro- a mikro- k nanočásticím



Při přechodu od makro- a mikro- k nanočásticím se dramaticky mění plocha povrchu k celkovému objemu vzorku a počet atomů na povrchu vzhledem k celkovému počtu atomů
 $\Rightarrow \Rightarrow$ **vliv na fyzikální a chemické vlastnosti katalýza, fotokatalýza – závislost povrchů**

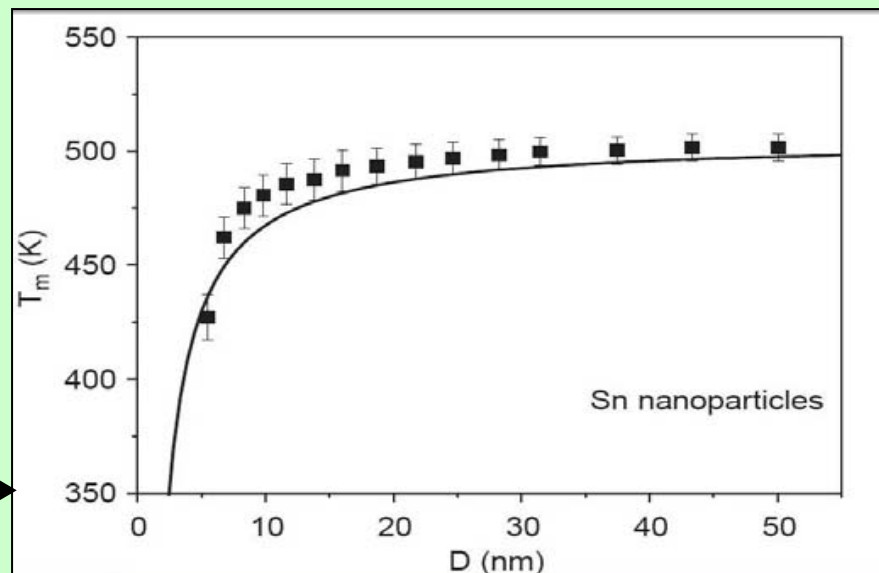


Poměr počtu povrchových atomů N_s a celkového počtu atomů N_v pro kulovou částici, obsahující celkem N_v atomů.

Vliv nanorozměru na tepelné vlastnosti

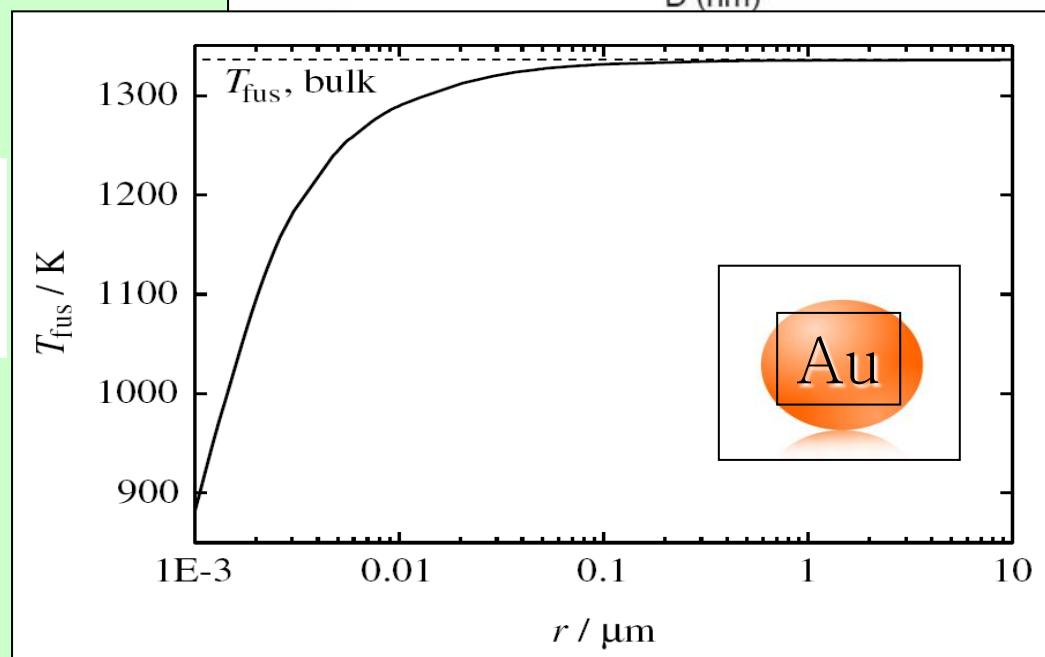
Vliv na teplotu tání

Závislost teploty tání
na velikosti nanočástic
Sn



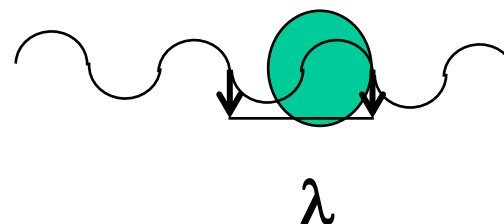
Závislost teploty tání
na velikosti nanočástic
Au

T_t pro Au 1319°K



Vliv nanorozměru na optické vlastnosti

Co se děje, když rozměry nanočástice jsou menší než vlnová délka dopadajícího světla ????



Oblast, ve které dochází k maximální absorpci fotonů, se liší pro různě velké částice, a proto se v závislosti na velikosti mohou částičky zlata jevit jako červené, modré nebo zlaté. Pět roztoků s nanokrystaly různé velikosti bylo excitováno UV zářením stejné vlnové délky. Barva roztoků je určena rozměry nanočástic.

Fluorescence nanočástic polovodiče CdSe ozářeného UV stejné vlnové délky



→
Rostoucí velikost nanočástic od 1 do 20 nm

Co je nanotechnologie ?

Nanotechnologie – cílená manipulace struktur na úrovni atomů a molekul, která vede k novým umělým strukturám s novými předem danými, požadovanými vlastnostmi. **Nanomateriál**

Cíl materiálového výzkumu :
design materiálů s požadovanými předem danými vlastnostmi

!!!!!! Schopnost kontrolovat vlastnosti materiálů !!!!!!

Revoluční krok v rozvoji nanotechnologií - Nobelova cena za fyziku v r. 1986



Ernst Ruska



Gerd Binnig



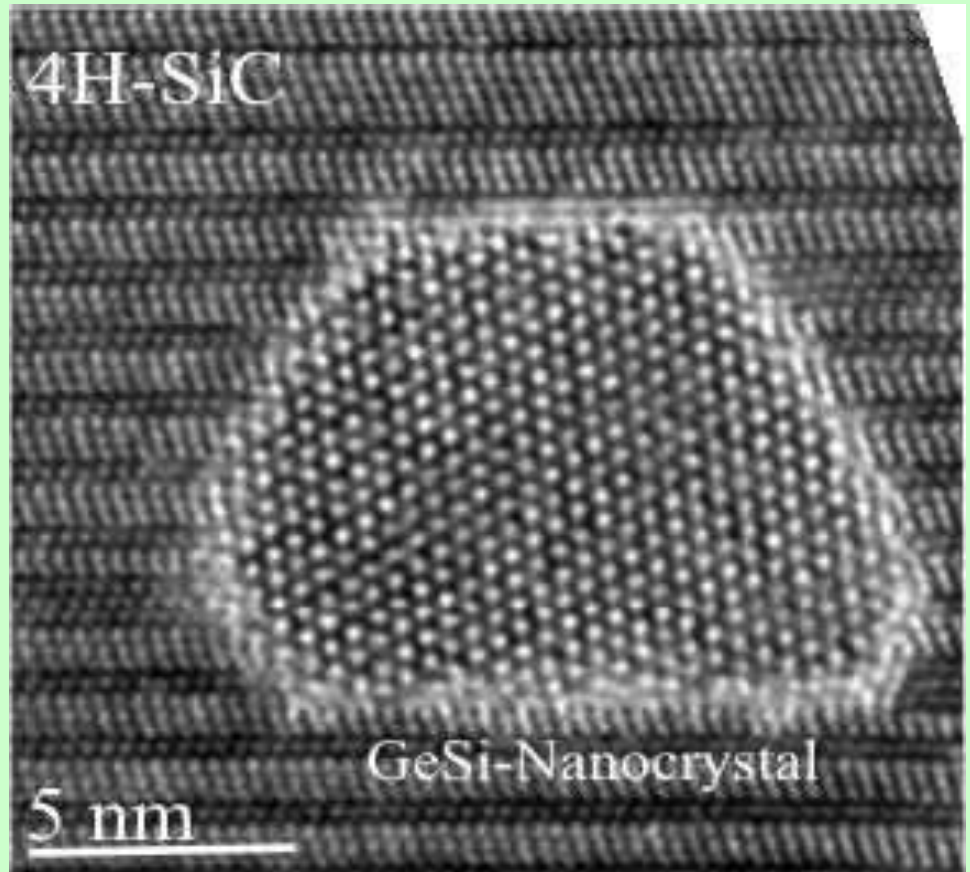
Heinrich Rohrer

Za fundamentální práce v
elektronové optice a design
prvního elektronového
mikroskopu,

Za jejich design skenovacího
tunnelovacího mikroskopu



Tyto objevy vedly k
zobrazení jednotlivých
atomů



Nanotechnologie – z laboratoří do praxe

Využití nanomateriálů:

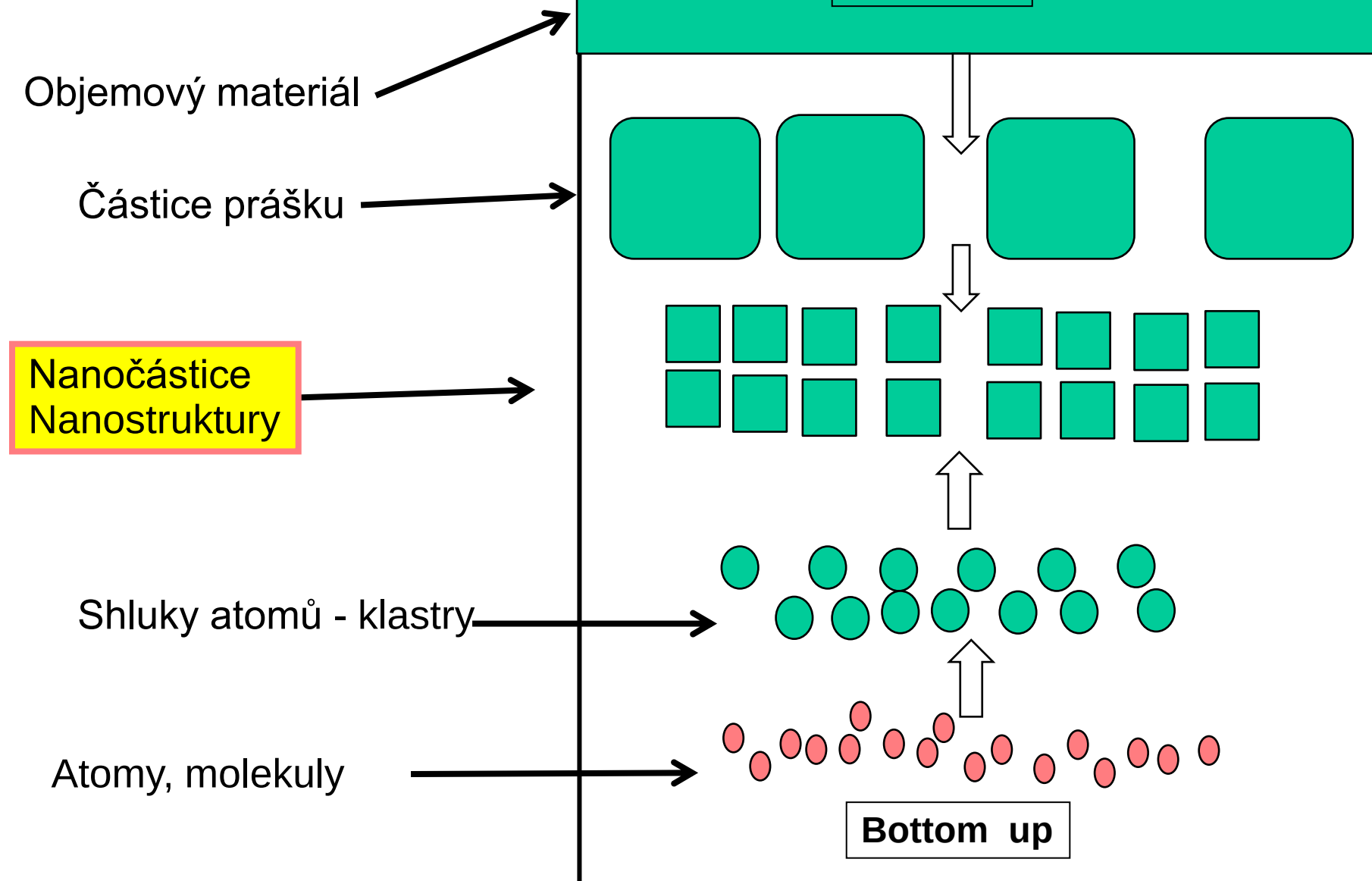
- Elektronika, optoelektronika, senzory
- Konstrukční materiály s mimořádnou pevností a tepelnou odolností
- Stavební a nátěrové hmoty – samočistící
- Medicína – diagnostika nádorů
- Medicína - likvidace nádorové tkáně
- Farmacie – vývoj nových lékových forem, cílená doprava léčiva v organismu, cílená doprava cytostatik pouze do nádorové tkáně
- Ochrana životního prostředí – nanostrukturované materiály jako sorbenty, katalyzátory, filtrace odpadních vod a plynů.....

**Nanotechnologie je multidisciplinární věda s přesahem do fyziky
chemie a biologie**

Při studiu na PŘF UJEP si může student zvolit jedno ze 4 zaměření své studentské práce:

- **Bionanotechnologie – nanomateriály pro biomedicinské aplikace**
- **Plazmové technologie – nanomateriály připravené plazmovou technologií pro širokou škálu využití...**
- **Studium nanovláknenných textilií připravených technologií „nanospider“**
- **Počítačový design nanomateriálů**

Dva přístupy k nanotechnologiím

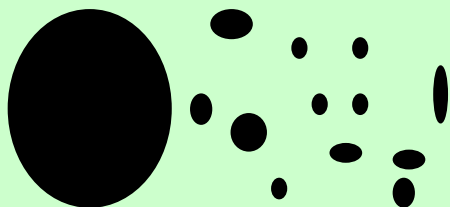


Nanotechnologie - nanomateriály:

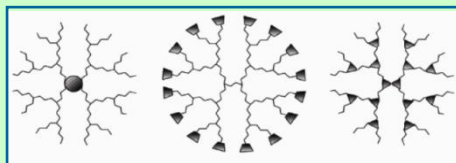
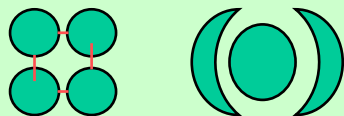
Využití mikroorganismů
k syntéze nanočástic
kovů

Zdrobňování:

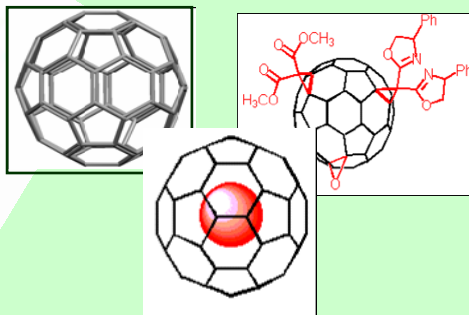
Příprava
nanočástic
zdrobňováním
struktur:
Tryskové mletí



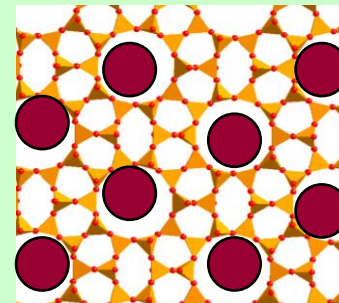
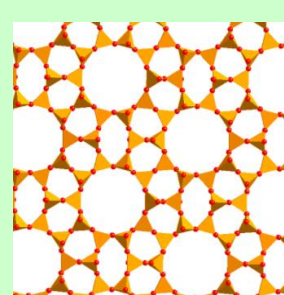
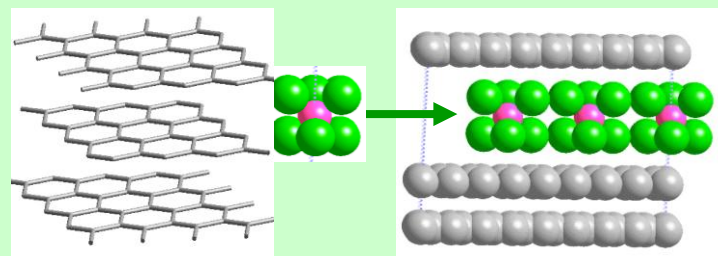
Syntéza funkčních nanostruktur: *supramolekulární chemie,*



Uhlíkaté nanomateriály



**Cílená manipulace přírodních
a syntetických krystalových
struktur** na nano-úrovni, vedoucí
k novým syntetickým
nanostrukturám



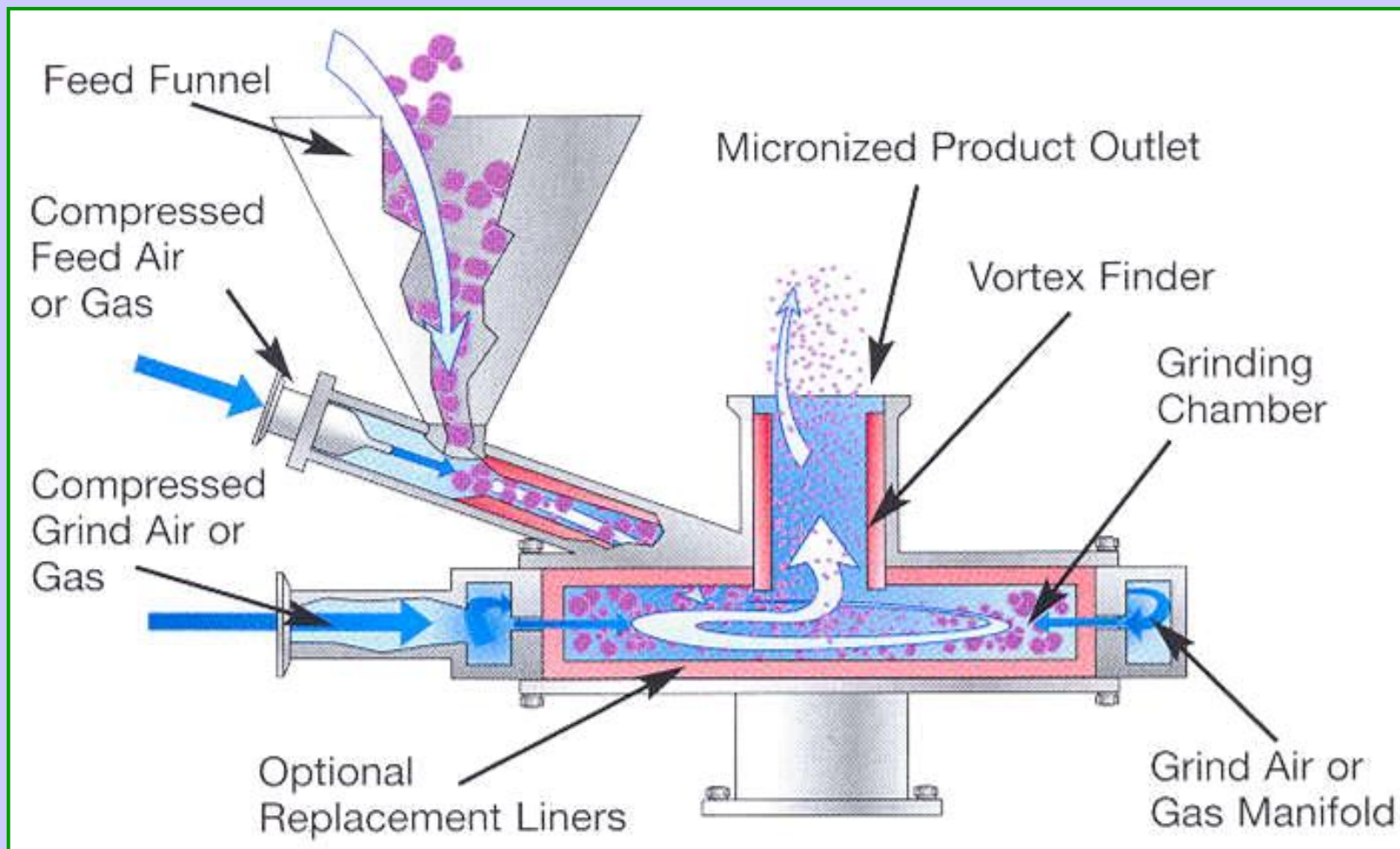
Příprava submikronových částic - Tryskové mletí

Princip:

Částice se v mlecím prostoru tříští o sebe.

Konečná jemnost $< 1 \mu\text{m} \sim 300\text{nm}$ a větší

Výhoda homogenní velikosti částic !!!



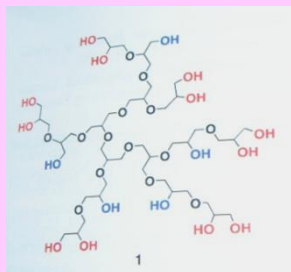
Tryskový mlýn



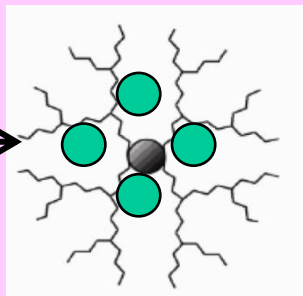
Syntéza funkčních nanostruktur - léčiva

Dendrimery jako nosiče léčiv

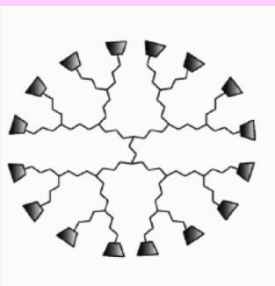
Ukotvení molekuly léčiva



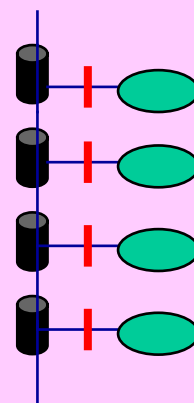
vazební



nevazební
interakcí



Polymery jako nosiče léčiv



Schema polymerního
řetězce s bočními
řetězci, na kterých jsou
navázané molekuly
léčiva

Nanočástice s
molekulami léčiva
na polymerním nosiči
Velikost nanočástice!!!!



Navázaná molekula léčiva musí být v pravý okamžik na pravém místě v organismu uvolněna !!!!!!!

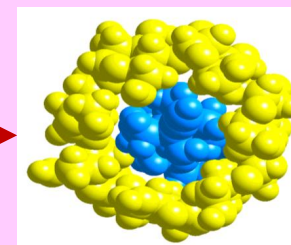
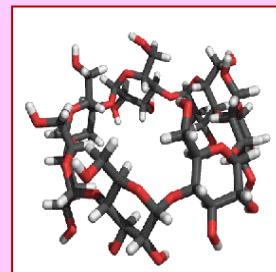
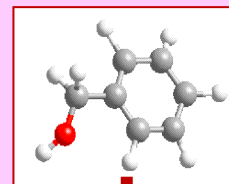
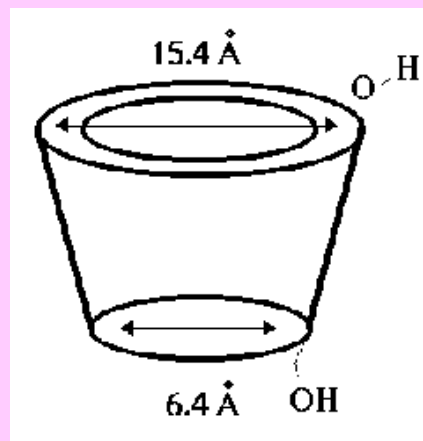
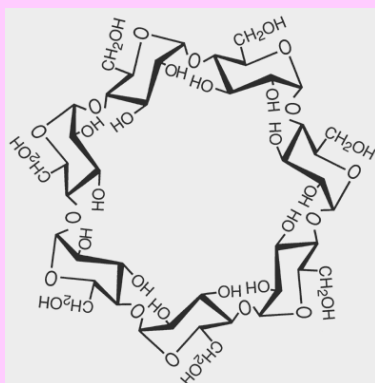
Požadavky na nosič:

1. Netoxický
2. Biodegradovatelný

Organické hostitelské struktury – vývoj léčiv:

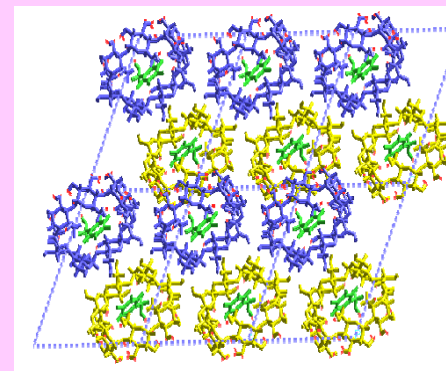
Cyklodextríny jako matrice pro molekuly léčiva

β -CD



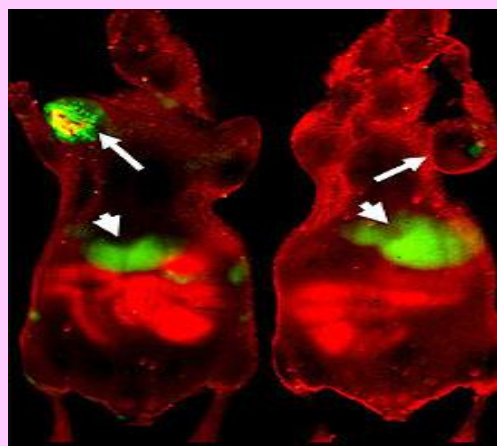
Výhody:

- Postupné uvolňování léčiva v organismu
- Transport na místo určení v organismu
- Nosiče léčiv-hostitelské struktury: biodegradovatelné
- Potlačení odporné chuti léčiva



Další oblasti nanomedicíny

Nanočástice pro diagnostiku nádorů



Nanočástice oxidů železa s ukotvenou kontrastní látkou umožňující zviditelnit nádorovou tkáň (snímek nádorové tkáně rakoviny prsu)

←
Destrukce nádorové tkáně s nanočásticemi železa v elektromagnetickém poli

Řešení problematiky kompatibility tkání a biologických implantátů

Nanokompozity, nanokeramika a problémy rozhraní mezi tkání a implantátem

Kompozitní materiály na bázi skelných tkanin a polymerů jako náhradní spojovací prvky v ortopedii..

Nanokompozit s hydroxylapatitem – vrůstání do kostní tkáně....

Perspektivy nanomedicíny:



Nanoroboti:

- ❖ Destrukce nádorových tkání.....
- ❖ Čištění sklerotických tepen od nánosů tuků na stěnách
- ❖ Rozbíjení krevních sraženin, blokujících přívod krve
do život udržujících orgánů....

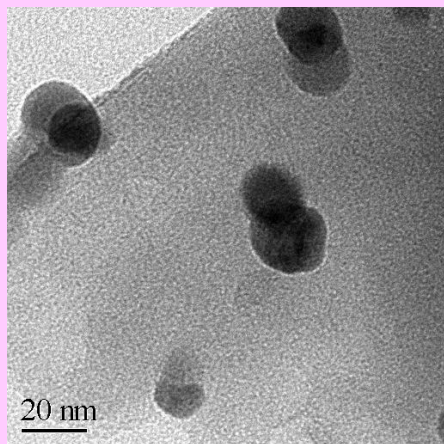
Nanostrukturované povrchy

Syntéza nanočástic přímo na povrchu silikátové matrice:

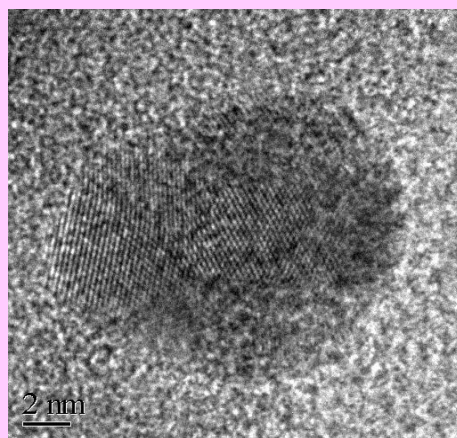
Využití: Katalyzátory, fotokatalyzátory, antibakteriální materiály, otpicky aktivní materiály.....

Výhody této technologie : Eliminace rizik při manipulaci s nanočásticemi.....

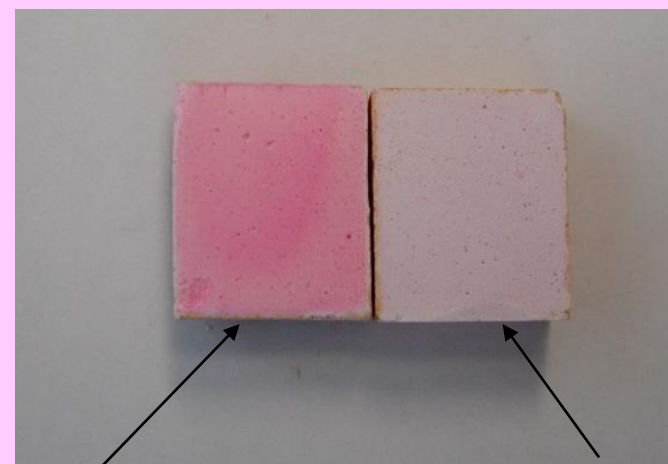
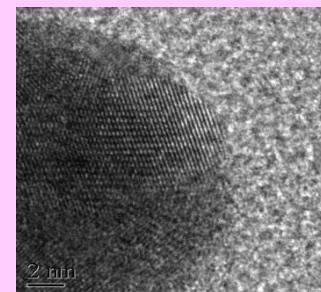
Nanočástice ukotvené – chemická vazba, nevazební interakce



Nanočástice Ag ukotvené na vrstevnatém silikátu –montmorillonitu.



Nanočástice oxidu titaničitého TiO_2 na silikátové matrici - **samočistící nátěrové hmoty**



Kostka uchována v temnu

Kostka po UV osvitu
Osvit 3hod. 365nm

Molekulární elektronika:

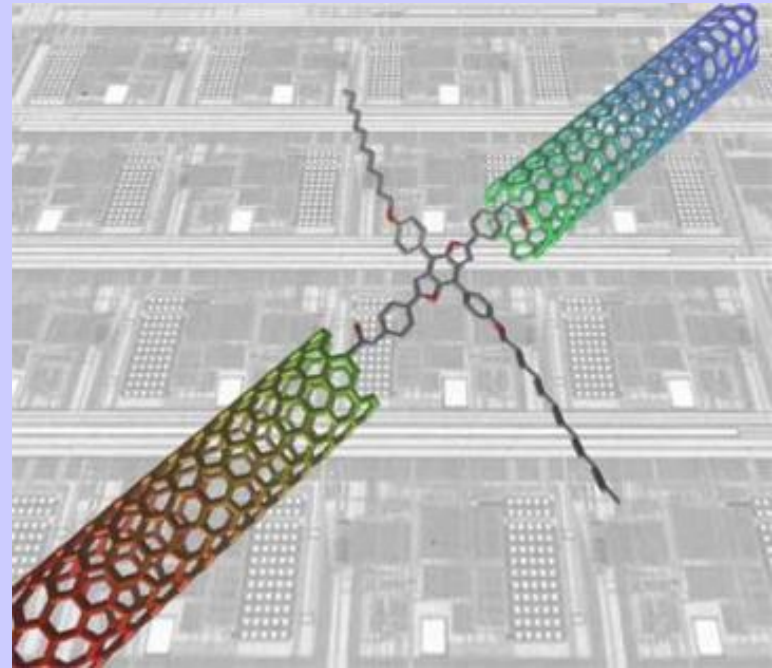
Electronické obvody složené z jednotlivých molekul:

Transistor na jedné molekule,

Spínače na jedné molekule

Nanodráty:

- molekulární řetězce organokovových molekul
- vodivé polymery



Architektura elektronických obvodů v molekulární elektronice:

Syntéza organických molekul, deriváty s nanotrubkami a fullereny

Molekulární klastry (shluky) jako funkční skupiny

Nanovrstvy, multivrstvy.

Multivrstvy nano-sendviče

využitelné jako :

zobrazovací a záznamová media



Nanovrstvy jako :

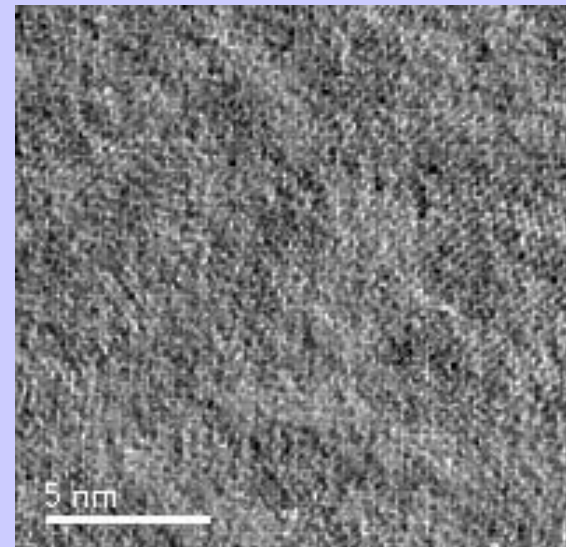
Ochranné povlaky - antikorozi

Hydrofobní vrstvy,

Fotokatalytické – samočistící vrstvy
rozkládající organické nečistoty,

Antibakteriální povlaky

Biokompatibilní povlaky – potahování
implantátů



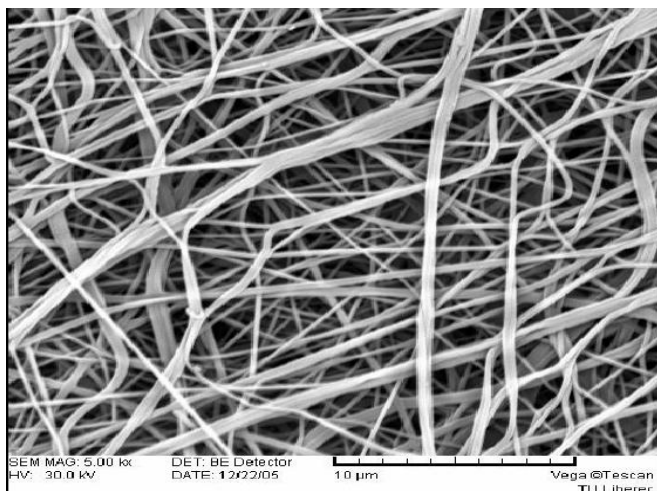
Obrázek nanokompozitu z el.
mikroskopu s
vysokým rozlišením

Textilní nanovláknna

Textilie vytvářející nanopórní strukturu, která slouží jako nanofiltr pro bakterie...

Využití ve zdravotnictví – krytí ran, ošetření spálenin, tkáňové inženýrství

Nanotextilie má kromě vynikajících filtračních vlastností i vynikající zvuko-absorpční schopnosti



Technologie – elektrospinning

Nanospider



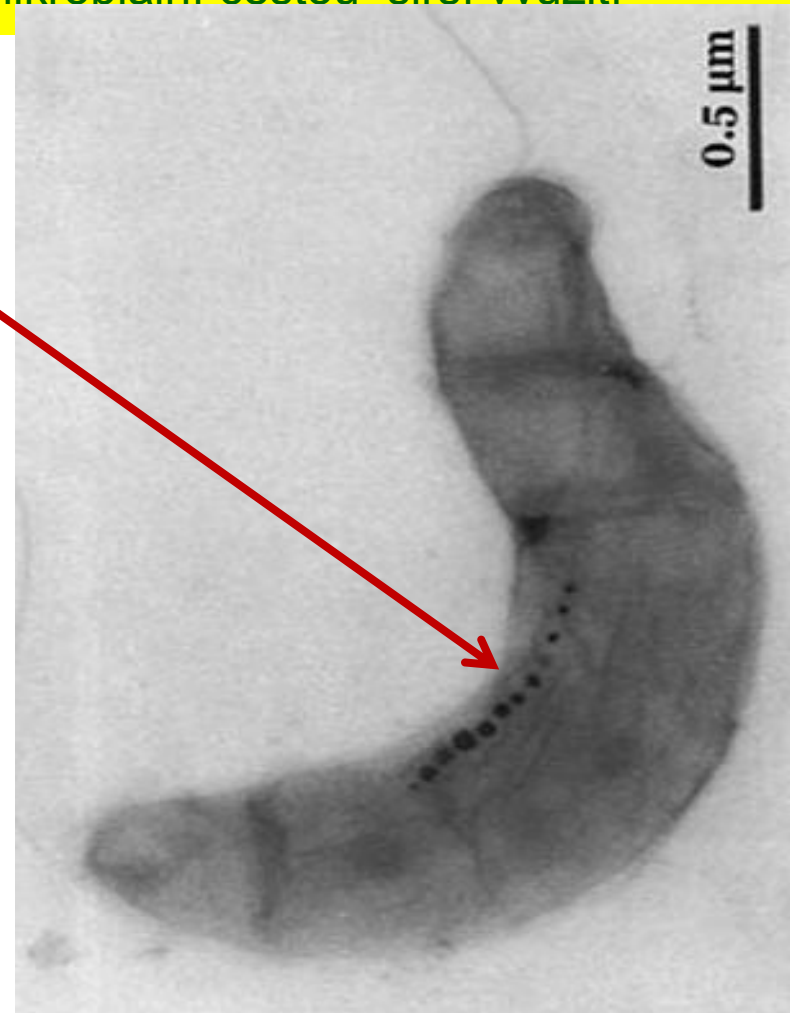
BIOSYNTÉZA KOVOVÝCH A OXIDO-KOVOVÝCH NANOČÁSTIC A JEJICH APLIKACE

- **Magnetické nanočástice produkované magnetotaktickými bakteriemi**
- Intra - Extracelulární produkce magnetických oxidů železa
- Tvorba nanočástic (zejména ušlechtilých kovů) mikrobiální cestou širší využití

Magnetotaktická bakterie

V r. 1975 byla objevena magnetotaktická bakterie (R.Blakemore), která si vytváří sférické krystality magnetitu (Fe_3O_4) o rozměru cca 50 nm, které jsou přesně orientované a předávají ji magnetický moment rovnoběžný s její osou pohyblivosti. Řetězky nanočástic nazvaných magnetosomy slouží jako jednoduché střelky kompasu, které pasivně natáčí buňky bakterie, aby byly vyrovnány souběžně se zemským magnetickým polem.

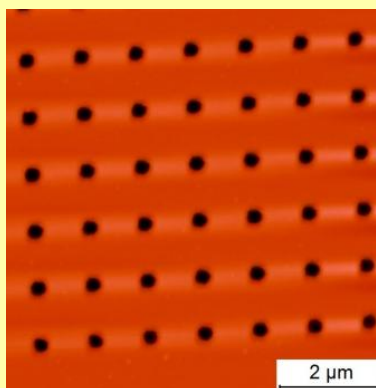
Využití magnetických nanočástic:
V medicíně – diagnostika a
destrukce nádorů.



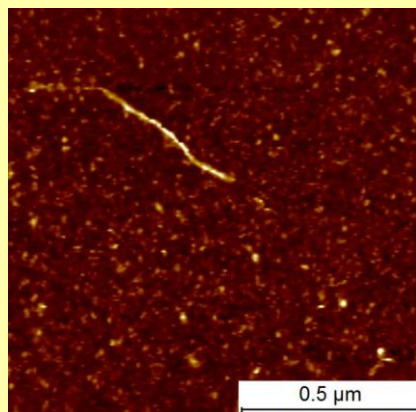


Nanotechnologie na Přírodovědecké fakultě Univerzity J.E. Purkyně

Vyvíjíme biosenzory



Připravujeme nanostrukturované povrchy metodou elektronové litografie (EBL) a UV fotolitografie pro imobilizaci detekčních biomolekul . Vyvíjíme zařízení pro citlivou detekci klinicky významných biomolekul pomocí nanočásticových dendrimer-nanokompozitních značek.



Využíváme mikroskopie atomárních sil (AFM) pro studium biologických objektů (proteinů, nukleových kyselin, biomembrán) pro vývoj cílených léčiv Alzheimerovy nemoci, HIV a jiných amyloidních onemocnění. Obrázek: Fibrilace beta-amyloidních peptidů způsobující Alzheimerovu chorobu na povrchu umělé biomembrány ve fyziologickém roztoku



Nanotechnologie na Přírodovědecké fakultě Univerzity J.E. Purkyně

Plazmové technologie

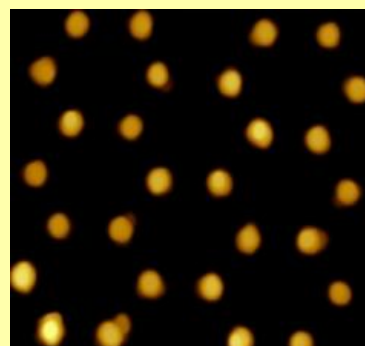
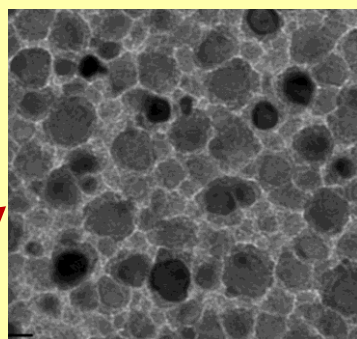


Využíváme plazmové technologie přípravy nanomateriálů.
Magnetronový plazmový výboj pro vytváření nanovrstev a
různých typů nanokompozitních povlaků (supertvrdých,
samomazných, hydrofobních, hydrofilních, samočisticích, atd.
Upravujeme nanostrukturu povrchů z hlediska adheze,
chemické reaktivity, hydrofobicity, atd...

!!!!!!! (Spolupráce se ŠKODA Auto) !!!!!!!!!!!!!!!



Ochranná vrstva
polymer- nanočástice
kovu

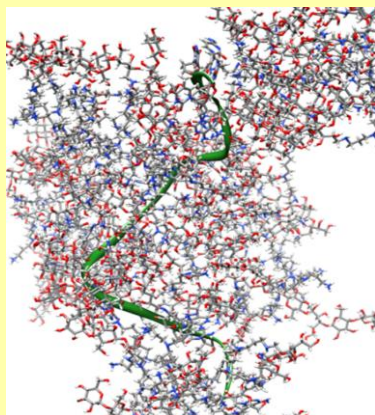


Organizovaná stuktura
nanočástic oxidů kovů
připravená kombinací lito-
grafie a plazmové
technologie.

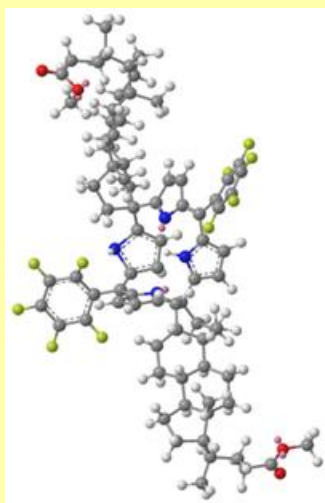


Nanotechnologie na Přírodovědecké fakultě Univerzity J.E. Purkyně

Dendrimery a léčiva



Studujeme komplexy dendrimer-oligonukleotid v souvislosti s cílenou dopravu léčiv a interakce vybraných dendrimerů s proteiny s proteiny důležitými pro bezpečné ukotvení HIV viru na povrchu T-lymfo-cytů.



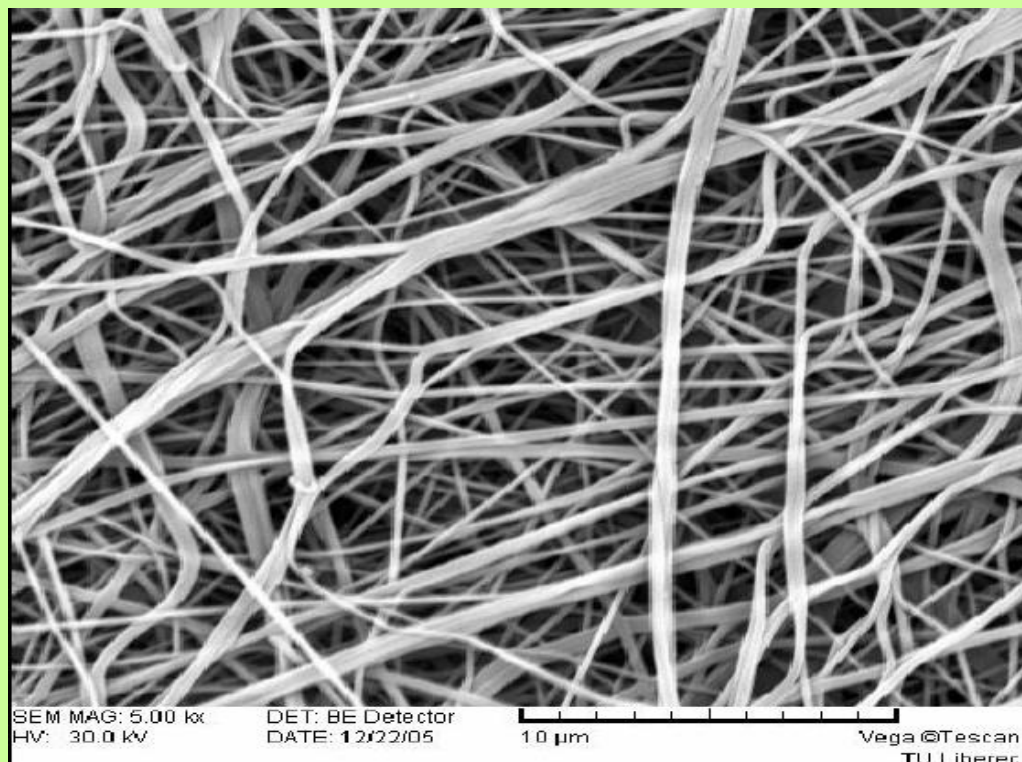
Molekulární senzory a biosenzory

Připravujeme supramolekuly, schopné rozeznávat a vázat jiné molekuly. Tyto struktury mohou být využity jako molekulární senzory, iontové nosiče, inhibitory protein-proteinových interakcí, samoskladné nano-struktury atp.



Nanovláknenné textilie

Vývoj nových typů nanovláknenných textilií ve spolupráci s Nanovií Litvínov a studium jejich vlastností pro nanofiltrace i biomedicínské využití



Nanotechnologie

na Přírodovědecké fakultě UJEP

Využíváme počítačový design nanomateriálů - molekulární modelování

