

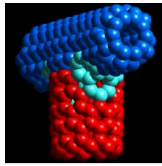
Nanostruktury jsou 1-, 2-, 3- dimenzionálně vymezené prostorové útvary (nanorozměrové útvary), vyplněné nebo obklopené hmotou, které mají unikátní vlastnosti, takové které se u makrolátky nevyskytují.

Nanotechnologie jsou cesty přípravy a konstrukce těchto útvarů a manipulace s nimi vedoucí k vytváření nanomateriálů cílených vlastností pro praktické aplikace.

Nanomateriály jsou výsledkem cílené manipulace s nanostrukturami.



Co jsou to nanotechnologie?



Nanotechnologie jsou postupy vedoucí k vytvoření užitečných funkčních materiálů, zařízení a systémů v oblasti nanometrických rozměrů, materiálů, zařízení a systémů, které mají nové fyzikální, chemické, biologické vlastnosti.

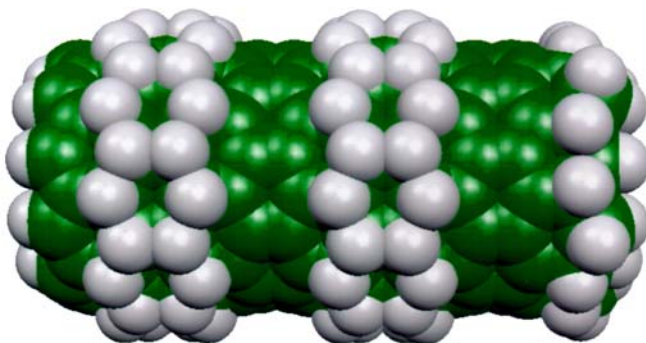
$$X_{\text{nano}}(N) = X_{\text{makro}} + AN^{-\beta}$$

X = vlastnost materiálu (E_{kin} , E_{ion} , E_{koh} , ...)

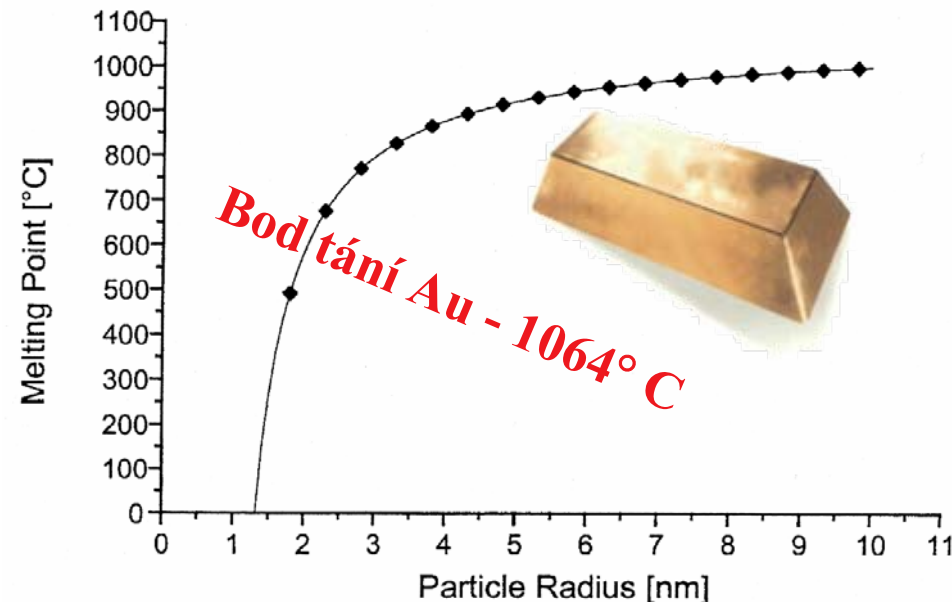
N = počet atomů

A, b = konstanty

Joshua Jortner 1991:
„generalized cluster size equation“

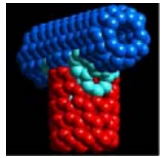


Charles Bauschlicher





Co jsou to nanotechnologie?



Nanotechnologie je **interdisciplinární** vědecká oblast, která se zabývá stavbou a inženýrstvím molekulárních objektů hmoty (nanomateriálů) pro využití jejich unikátních vlastností ve výzkumu a praxi.

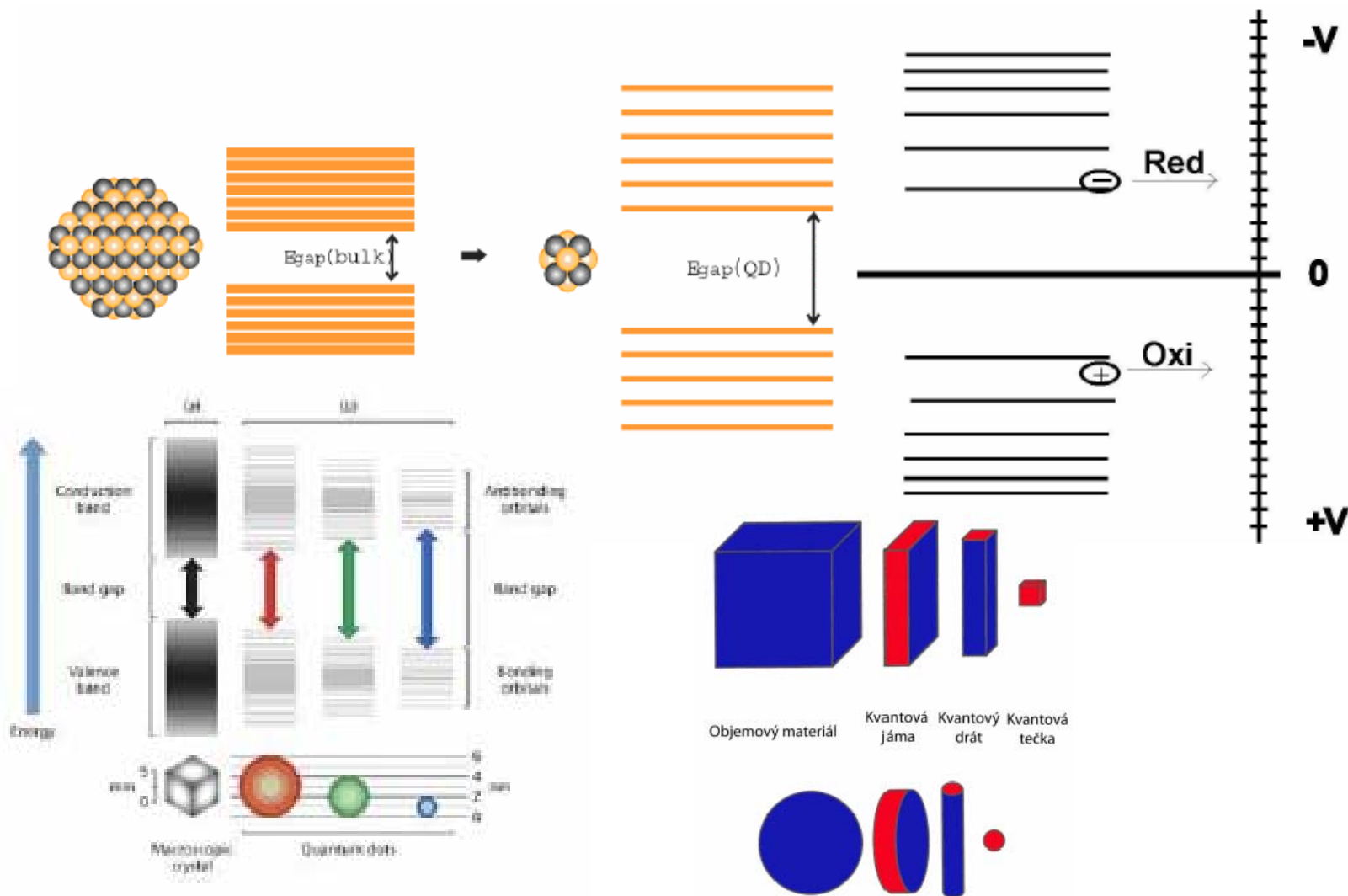
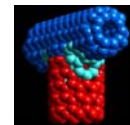
V současné době hovoříme o **nanotechnologické revoluci**.

Nanočástice a nanostruktury mají společný fenomén: jejich fyzikální a chemické vlastnosti jsou rozdílné od makrolátky a navíc jsou takové, které se v makrosvětě nevyskytují.

Unikátní vlastnosti vyplývají z jejich fyzikální podstaty, která je dána jejich rozměrovým vymezením, tj. **prostorem**, ve kterém vznikají.

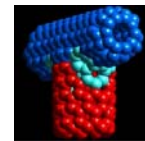


Fyzikální podstata vlastností nanostruktur



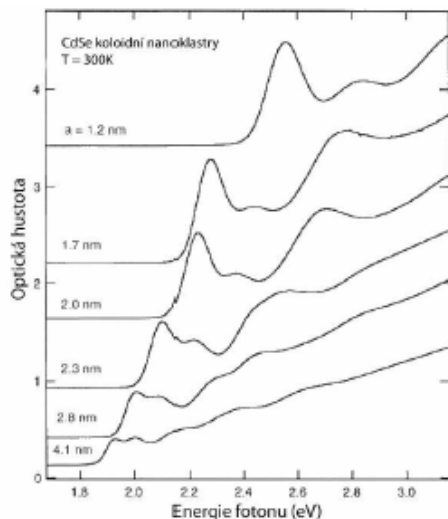


Manifestace vlastností nanostruktur

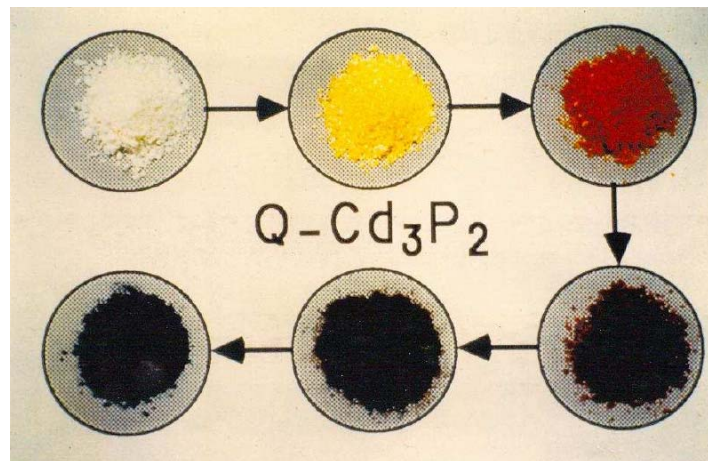
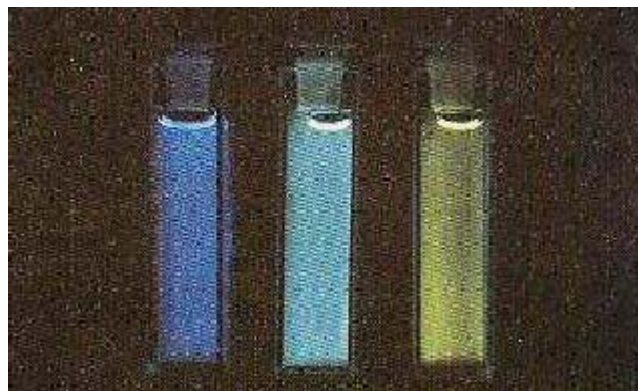


Luminesscence nanočástic

Cd_3As_2 ve vodním roztoku

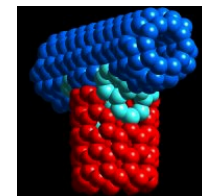


ZnO ve vodním roztoku





Výsledky nanotechnologií

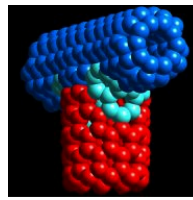


- **Elektronika:** záznamová media, displeje z OLED, elektromagnetické stínění
- **Chemie:** katalyzátory, nesmáčivé a samočistící povrchy
- **Medicína:** kontrastní látky, transport léčiv, hypertermie, antibakteriální účinky
- **Nové materiály:** keramika, plasty, plniva, barvy, polymer. a transp. kompozity
- **Doprava:** supertvrdé laky, palivo pro airbagy, aditiva do paliv
- **Životní prostředí:** čištění odpadních, povrchových i podzemních vod
- **Stavebnictví:** nové izolační materiály, samočistící fasádní nátěry
- **Energetika:** přeměna světelného záření v elektrický proud, palivové články
- **Senzorika:** tlakové a teplotní senzory ve stavebních materiálech





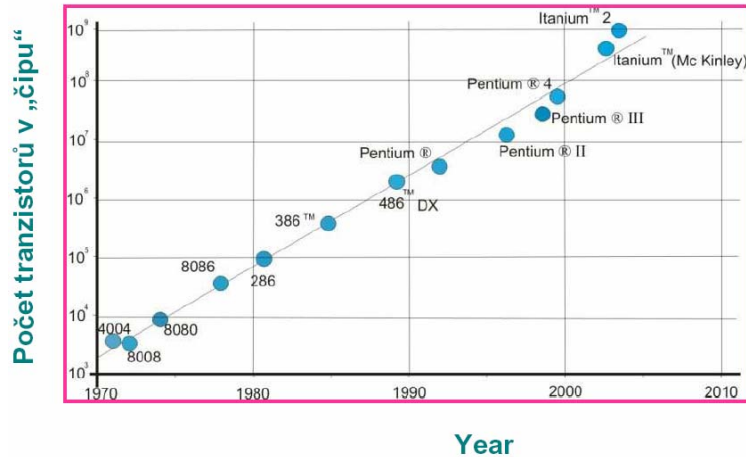
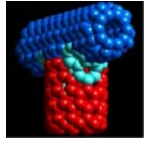
Nanotechnologie v elektronice a výpočetní technice



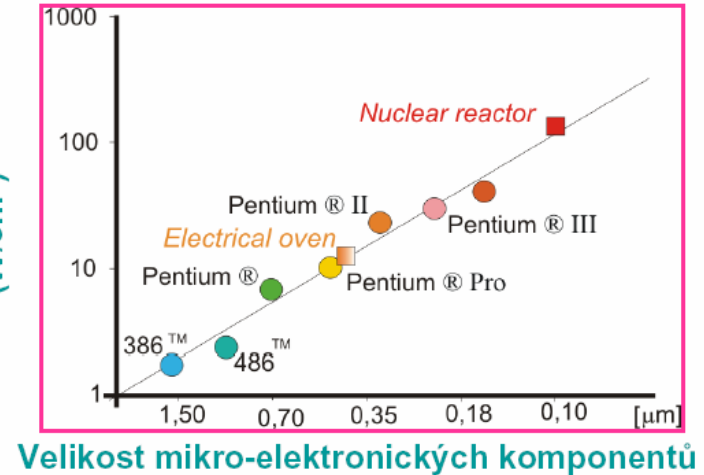
- **Processory s nižší energetickou spotřebou a nižší cenou na jedno hradlo, dosažení až milionkrát vyšší efektivity počítačů**
- **Paměťová média s ultra vysokou hustotou zápisu**
- **Integrované nanosenzory: snímání, zpracování a přenos vysokého množství dat, minimální rozměry, váha, potřeba energie**
- **Vyšší přenosové frekvence a efektivnější využití optického spektra při přenosu, zvětšení přenosového pásma desetkrát**
- **Nové technologie využívané v displejích**
- **Kvantové počítače, kvantová kryptografie**



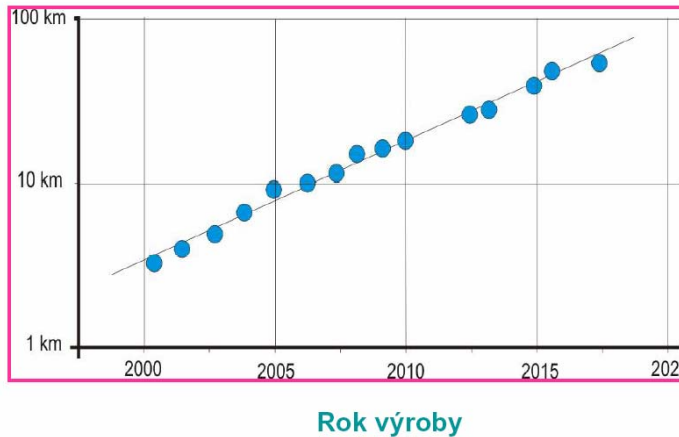
Nanotechnologie v elektronice a výpočetní technice



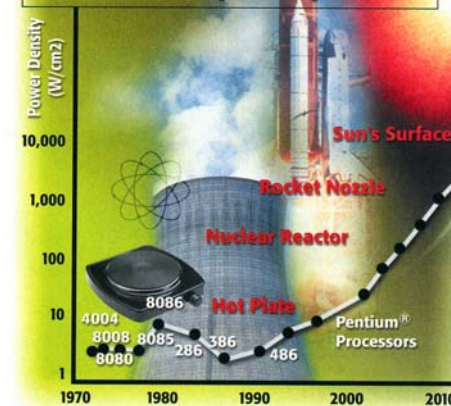
Tepelná ztráta
(W/cm²)



Délka elektrických vodičů
(m/cm²)

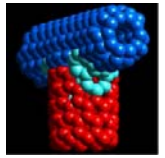


Power Density Extrapolation



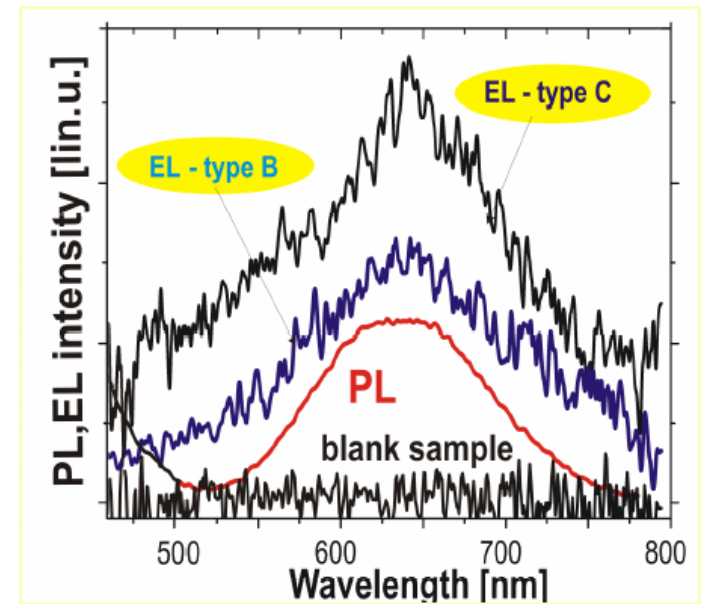
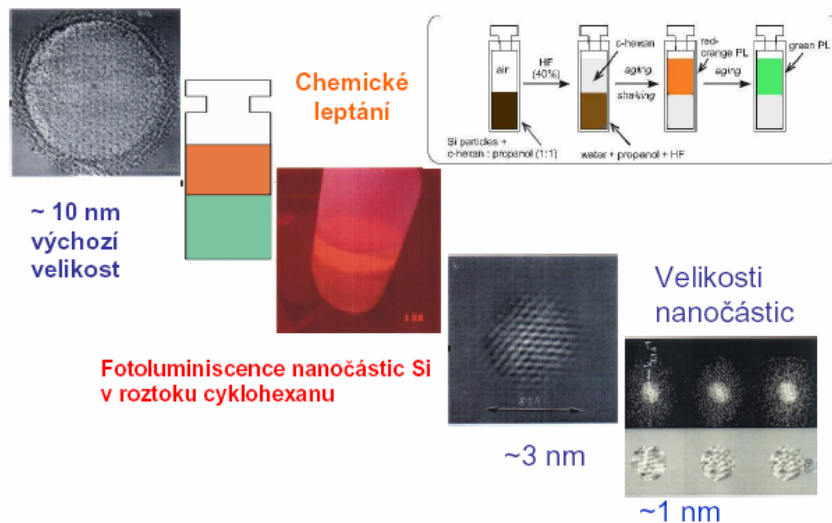


Nanotechnologie v elektronice a výpočetní technice



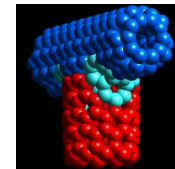
Náhrada elektrických spojů optickými spoji koherentního světla
Implementovat do struktury IO laser.

Možné řešení křemíková nanotechnologie??



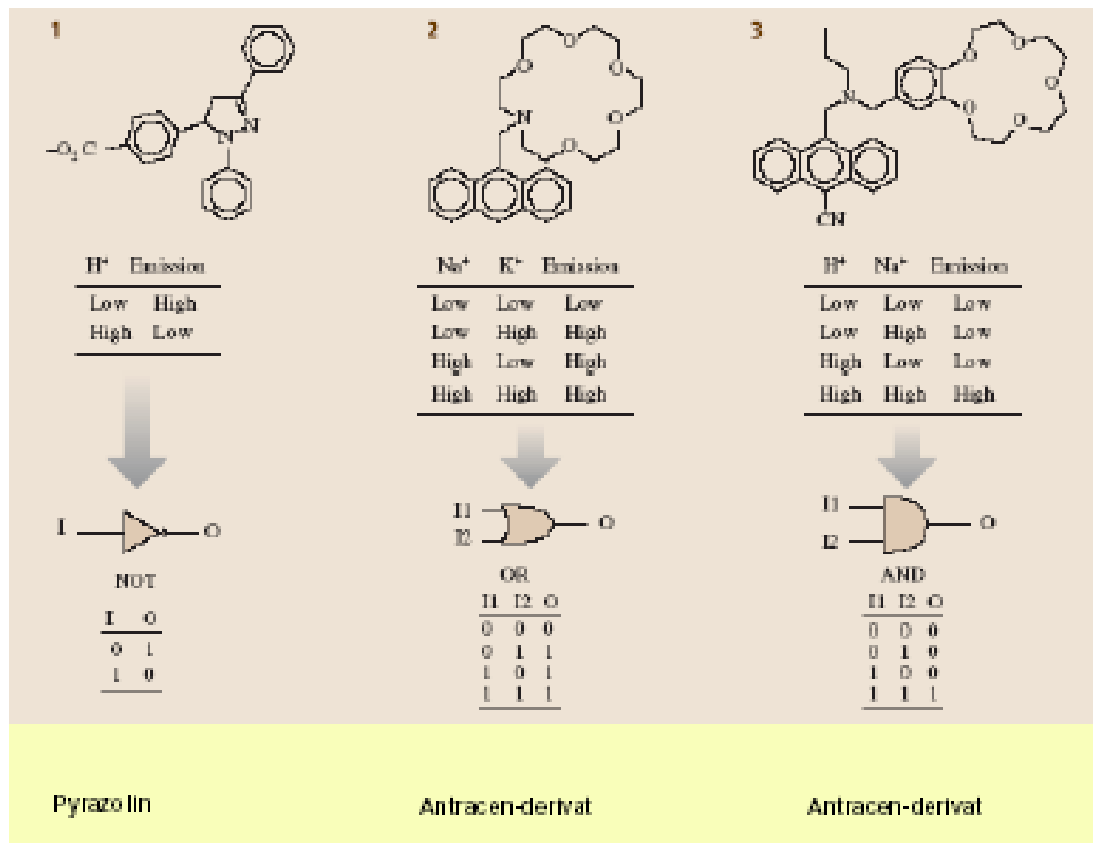
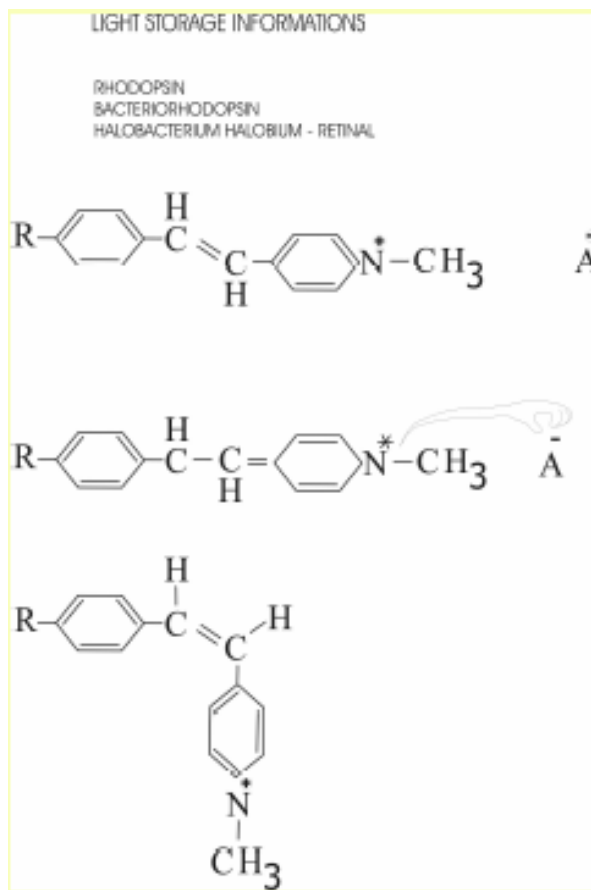


Nanotechnologie v elektronice a výpočetní technice



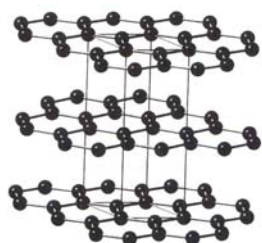
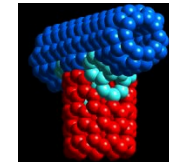
Uchování optoelektrických a elektrooptických informací

Logické obvody na molekulární úrovni

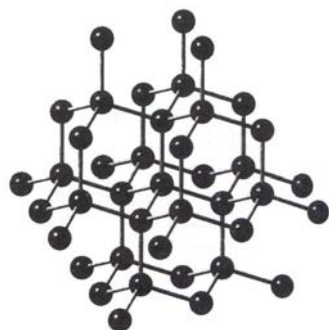




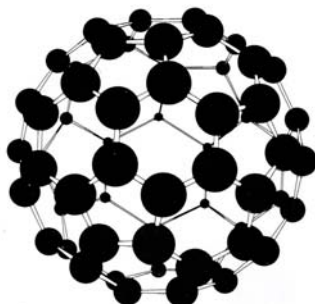
Uhlíkové nanostruktury



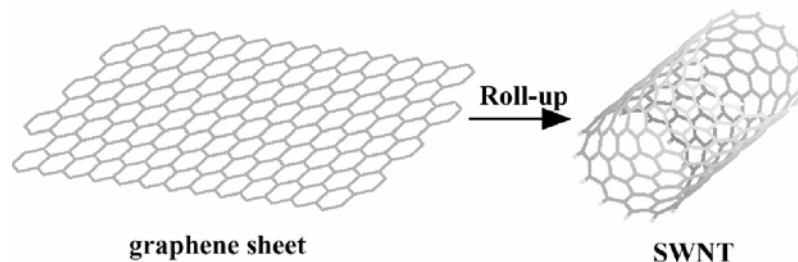
grafit



diamant

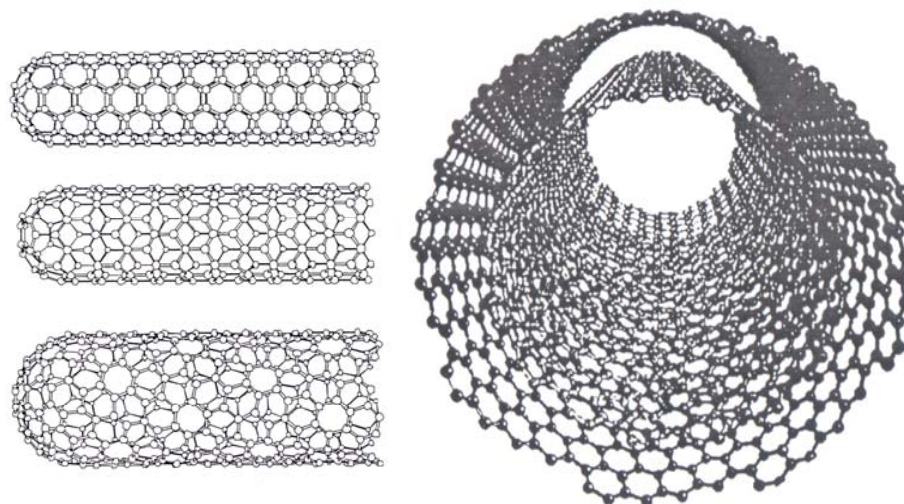


fulleren



graphene sheet

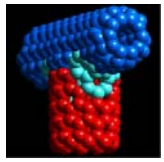
SWNT



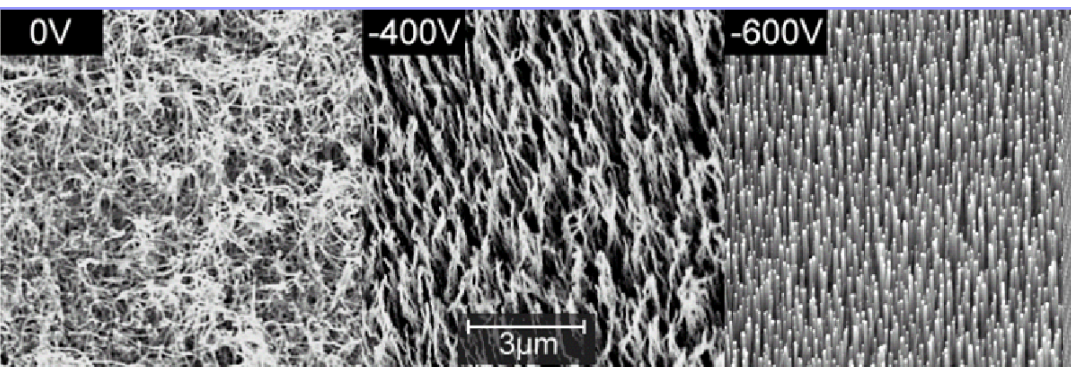
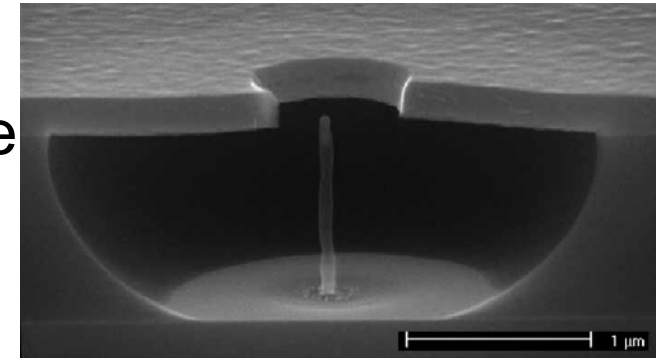
nanotubulární formy



Uhlíkové nanostruktury



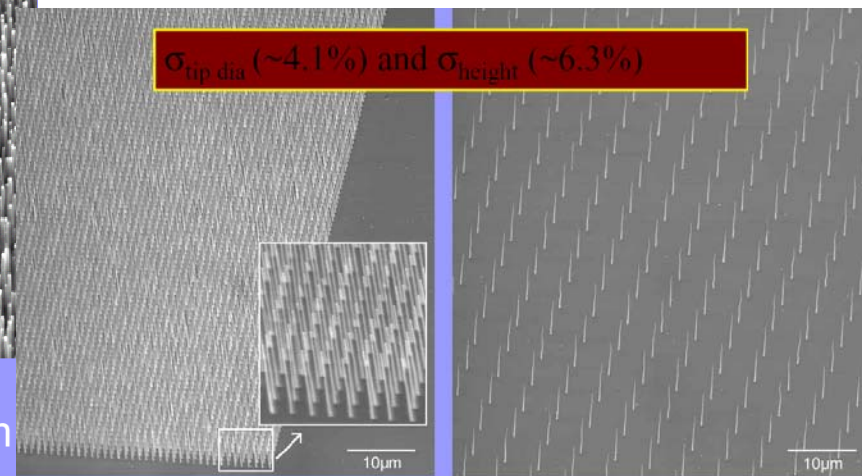
- S použitím pevného uhlíkového zdroje
 - Elektrický oblouk
 - Laserová ablace
- S použitím plynného uhlíkového zdroje
 - Rozklad plyných uhlovodíků
 - „Šablonová“ metoda



$E = 0 \text{ V}/\mu\text{m}$

$E = 0.1 \text{ V}/\mu\text{m}$

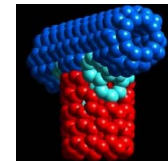
$E = 0.35 \text{ V}/\mu\text{m}$



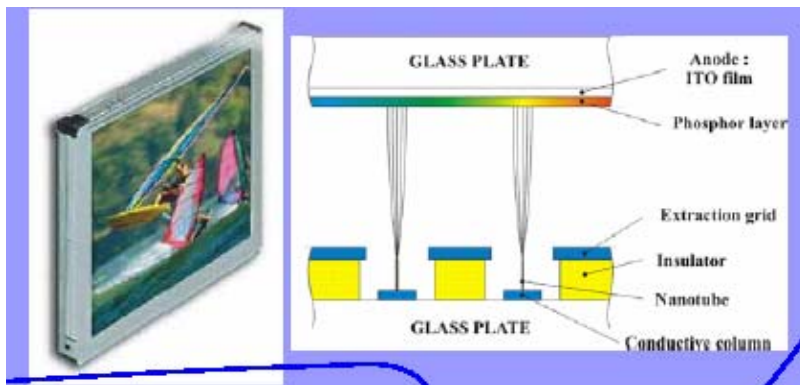
$\sigma_{\text{tip dia}} (\sim 4.1\%)$ and $\sigma_{\text{height}} (\sim 6.3\%)$



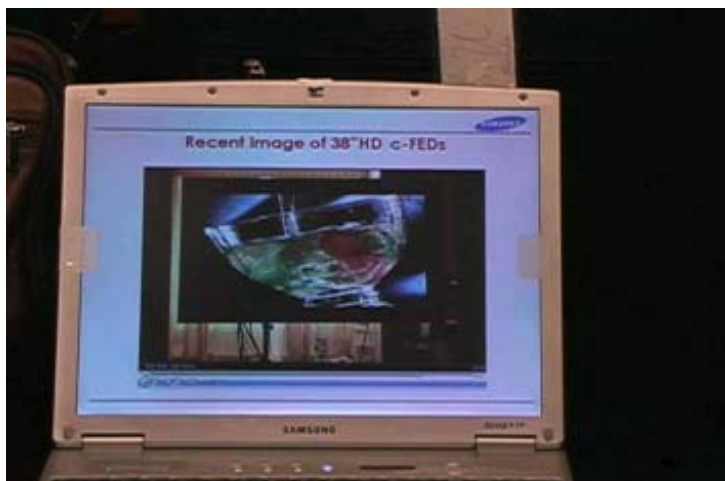
Aplikace uhlíkových nanotrubelek



Emitory elektronů: SEM, obrazovky

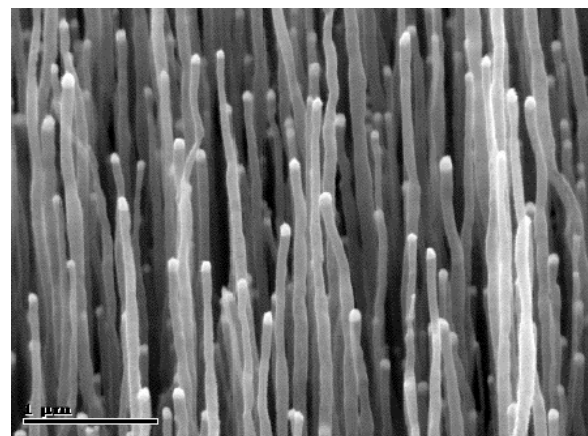
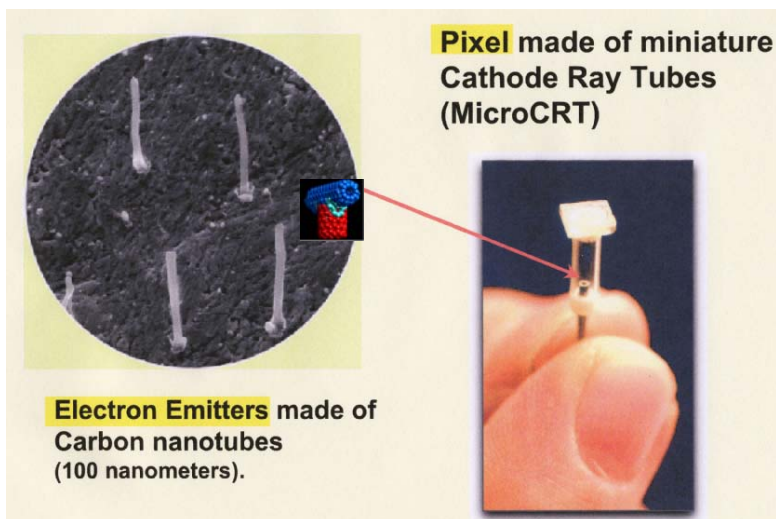
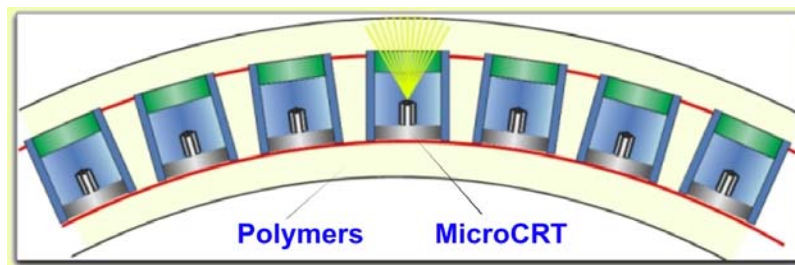
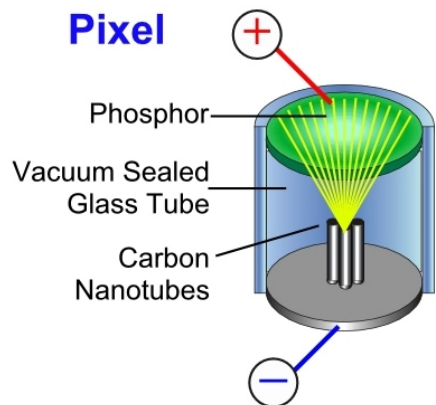
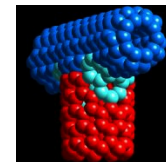


Hydrofobní povrchy



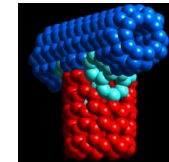


Pružné velkoplošné obrazovky



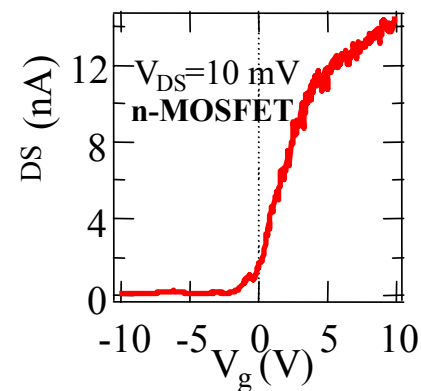
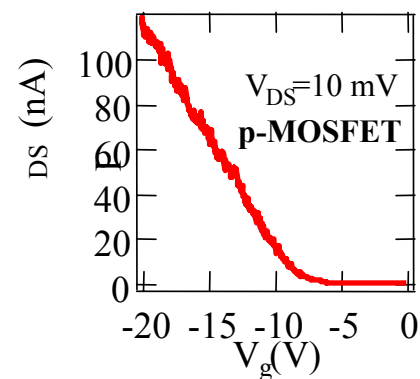
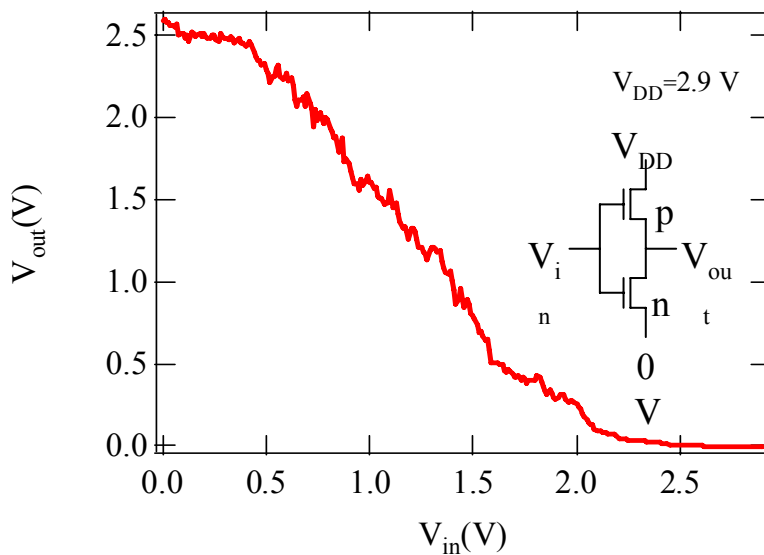
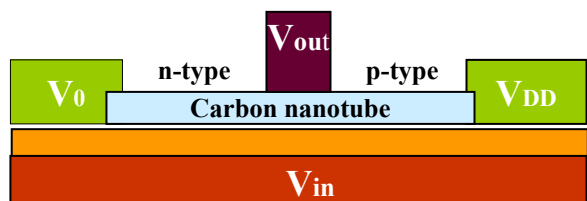


Logické a paměťové obvody na uhlíkových nanotrubičkách



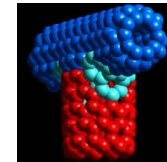
První logický obvod na nanotrubičkách – negátor (Appl. Phys. Lett., Nov. 2001)

by Chongwu Zhou (USC) and Jie Han (NASA Ames)



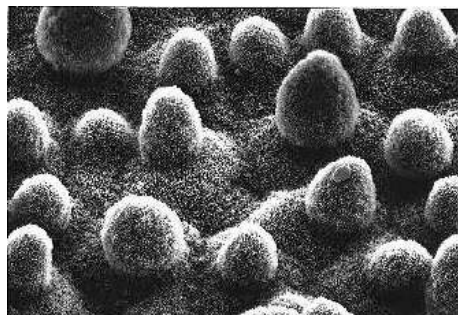


Samočistící povrchy

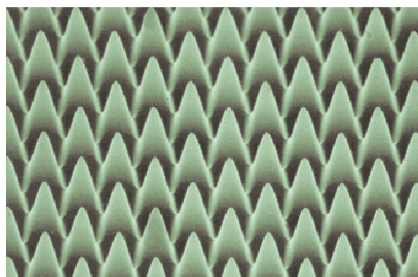


10 μm

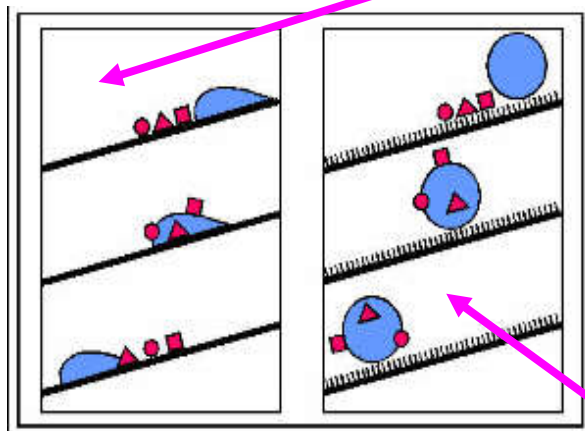
Lotusový efekt



Epicuticular wax



REM recording of a
holographically pro-
duced self-cleaning
surface.
© Fraunhofer ISE



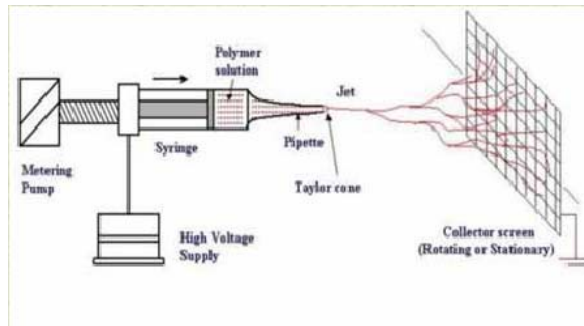
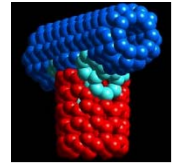
*Na hladkém povrchu
se kontaminující
částice pohybují
díky stékajícím
vodním kapkám.*

*Na zvrásněném
povrchu jsou
kontaminující
částice strhávány
valíci se vodními
kapkami.*

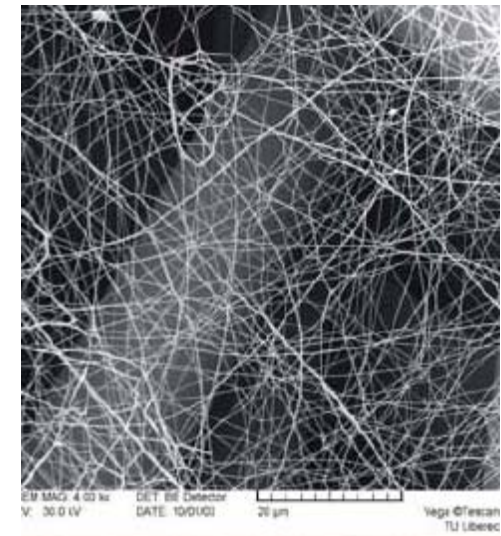
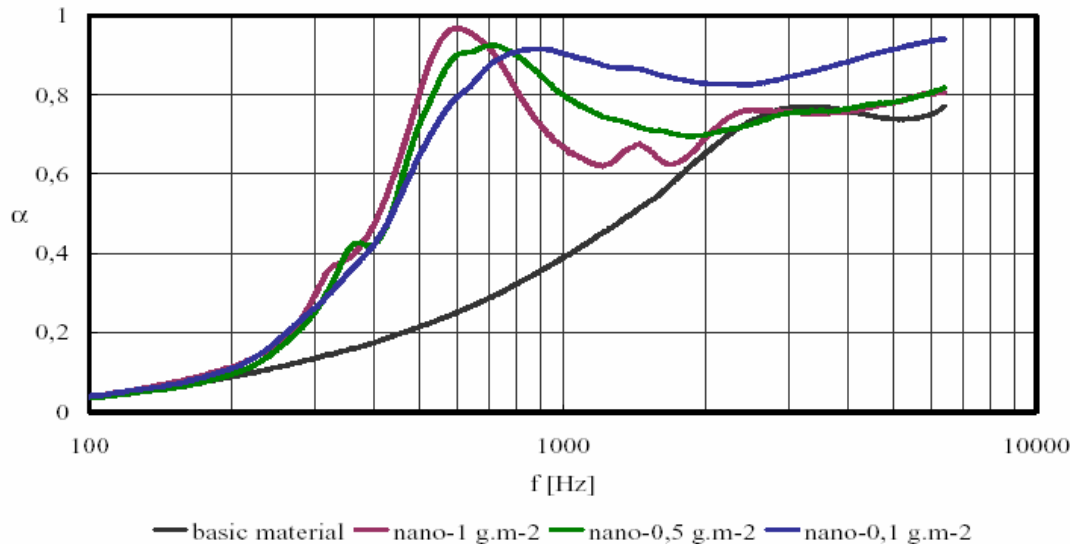
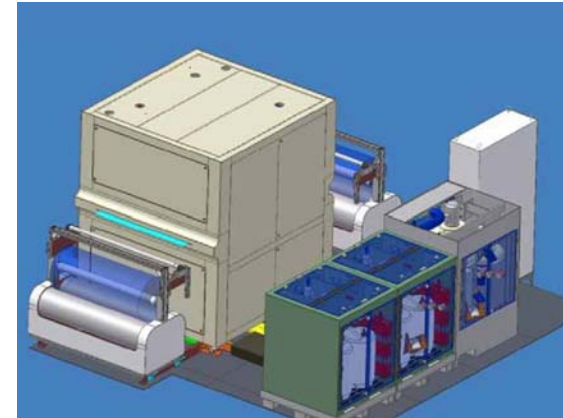


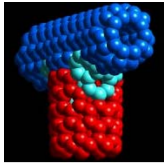


Nanovláčna

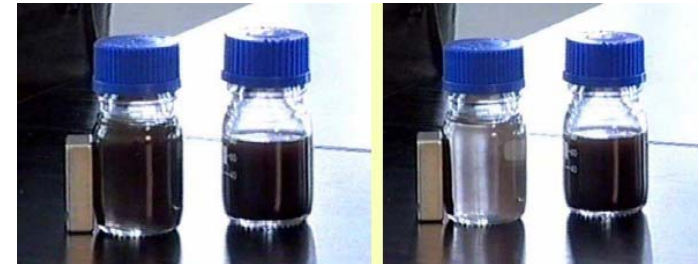


0.1 - 1gramms per hour





**kontrastní látky při zobrazování metodou MRI,
biomagnetické separace,
léčba nádorových onemocnění metodou hypertermie,
magnetické nosiče léčiv a cytotoxických látek.**



Guided Drug Delivery

Solid tumor

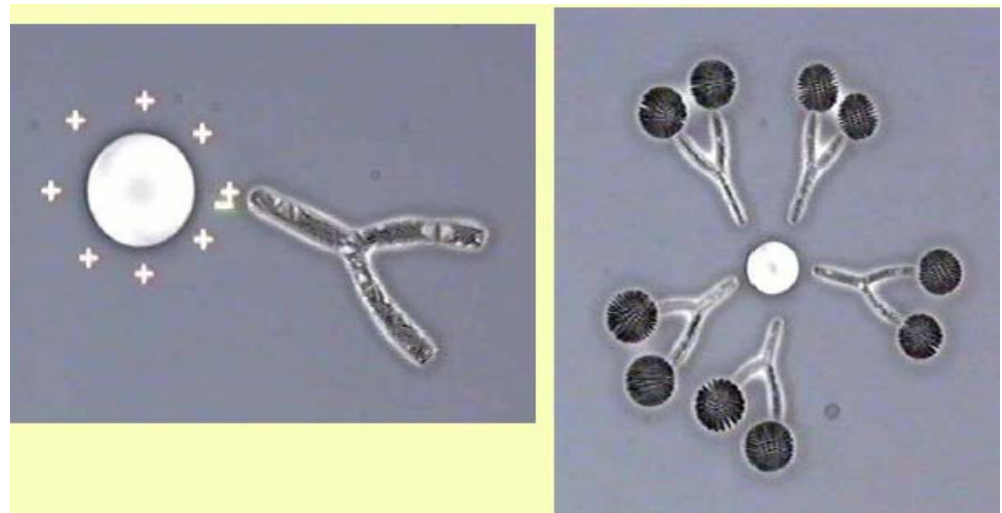
Apply magnetic field to concentrate particles

Modulate field to release drug from particles

Inject NMPs IV, NMP will circulate through the blood stream

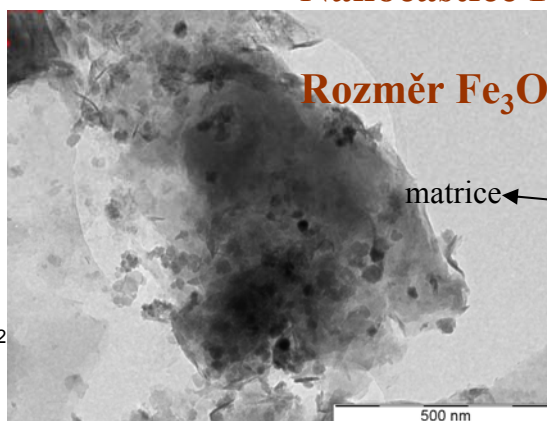
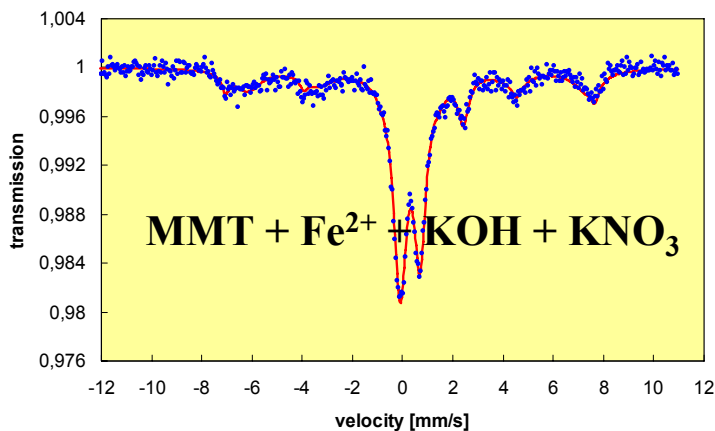
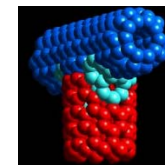
Other options for targeting:
1 - Direct injection into tumor site
2 - Coating NMP with antibodies to target tumor

Biophan Technologies, Inc.



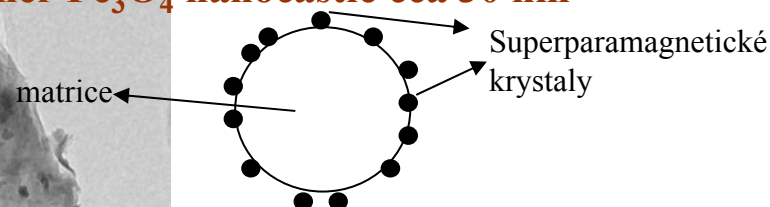


Medicína - kontrastní látky

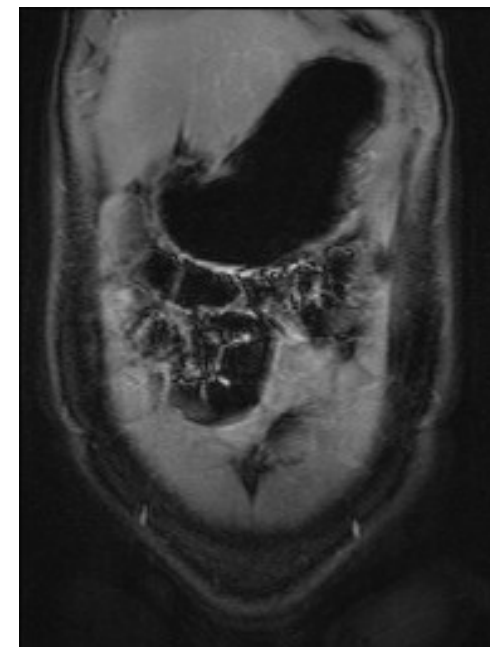
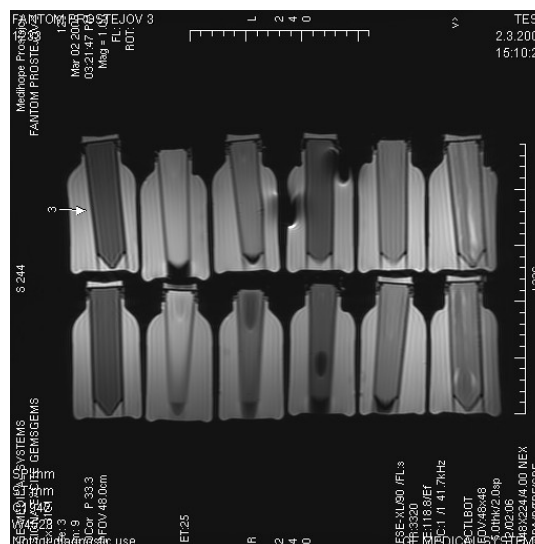
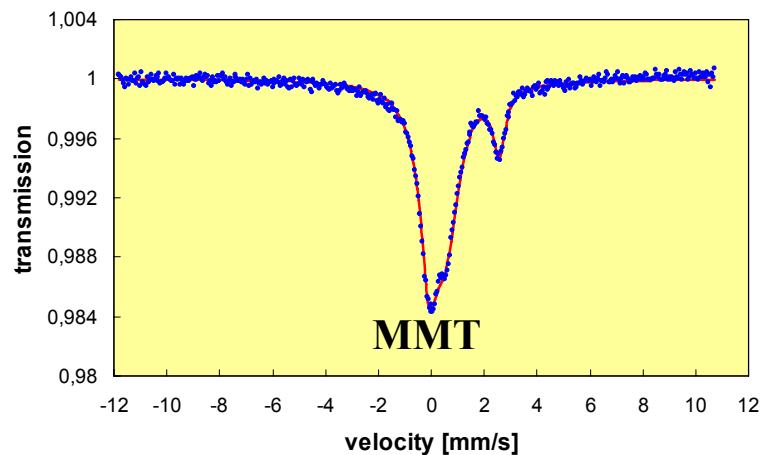


Nanočástice Fe_3O_4 na montmorilonitové matrici

Rozměr Fe_3O_4 nanočástic cca 30 nm

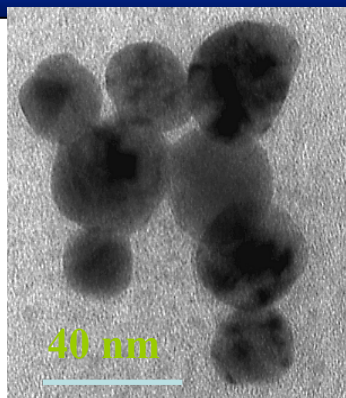
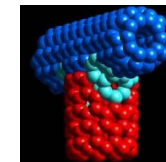


MRI zobrazení střevního traktu





Antibakteriální úpravy

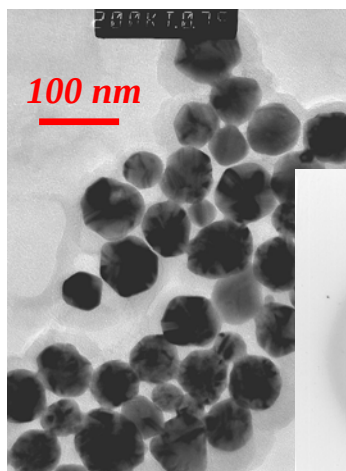


NanoTrade
S.r.o.

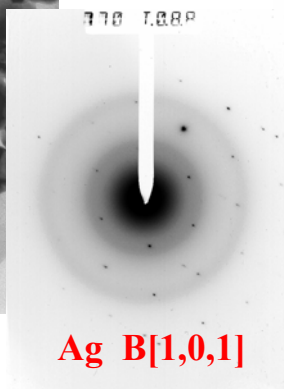
Částice Ag (Nanosilver®)



fruktóza, $c(\text{NH}_3)$: 0,05 M



50-100 nm



Ag B[1,0,1]

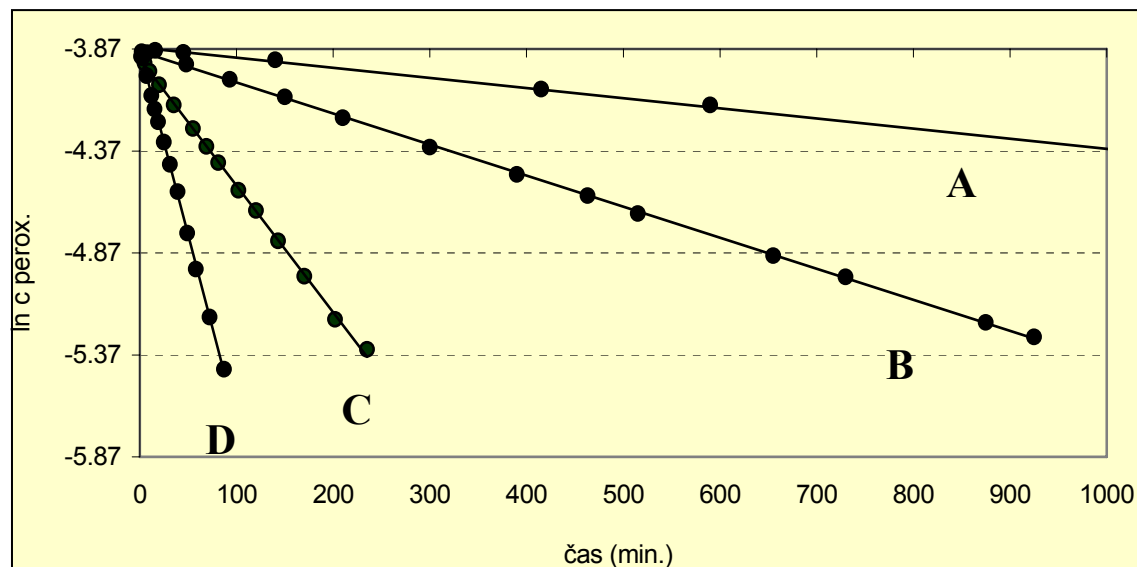
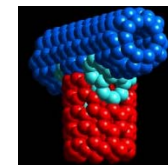


Aplikační využití:

- Ponožky
- Spodní prádlo
- Osobní hygiena
- Gely, masti
- Náplasti, roušky
- Zdravotní prostředky
- Prostředky proti pachům



Katalyzátory



Kinetické křivky rozkladu peroxidu vodíku s použitím oxidů železa jako katalyzátorů

A... α -Fe₂O₃ (30-40 nm)

B... γ -Fe₂O₃ (20-30 nm)

C... α -FeO(OH) (110 m²/g)

D... amorfnní Fe₂O₃

Nanočástice amorfnního Fe₂O₃
z teplotní konverze Fe₄[Fe(CN)₆]₃



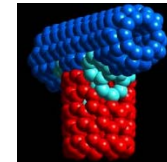
$k=1,8 \cdot 10^{-2} \text{ min}^{-1}$ vs.

literární data ($k=0,9 \cdot 10^{-2} - 8,3 \cdot 10^{-5} \text{ min}^{-1}$)

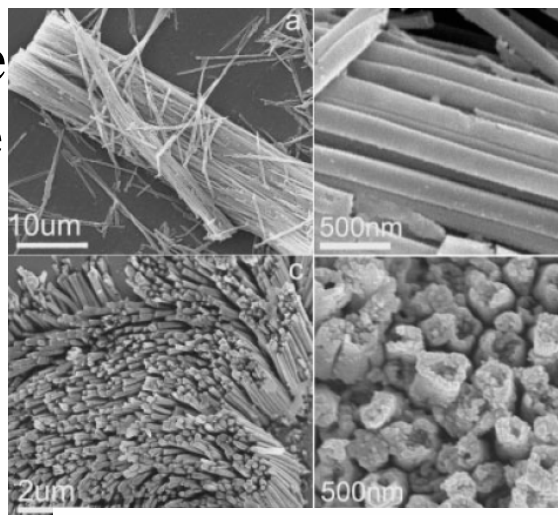
Huang *et al.*, *Wat. Res.* 35, 2291-2299, 2001



Energetika



Produkce energie
Uchování energie
Využití energie



α -Fe₂O₃ Nanotubes

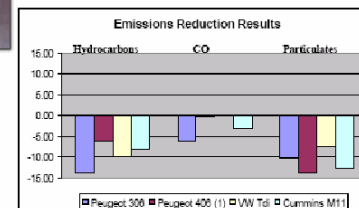
NanoTrade
s.r.o.



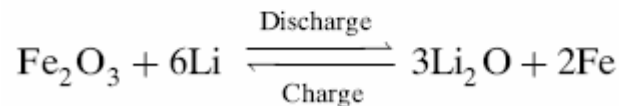
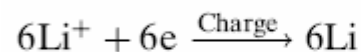
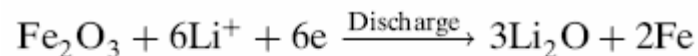
Aditiva PHM

Přínosy:

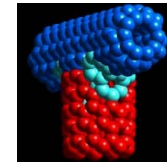
- Dekarbonizace
- Snížení emisí
- Snížení spotřeby



Uhlíkové nanotrubičky



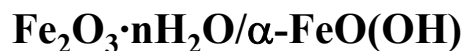
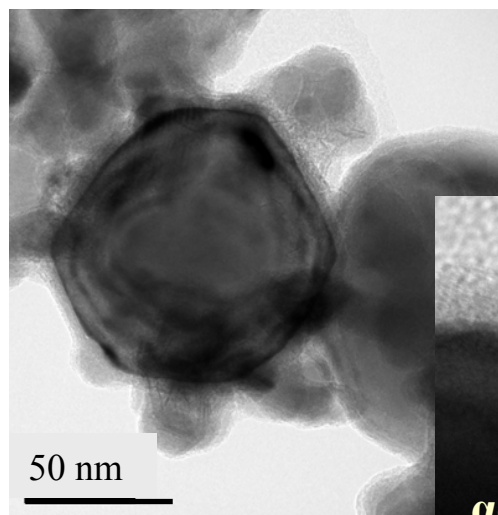
**Elektroluminiscence
nanostruktur**



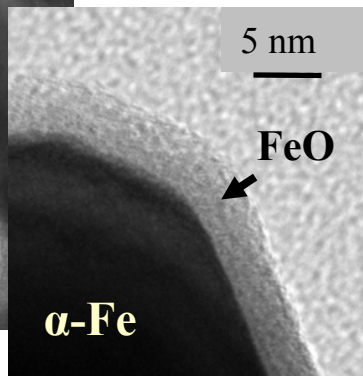
Použití nanočástic Fe: reduktivní technologie sanace podzemních vod



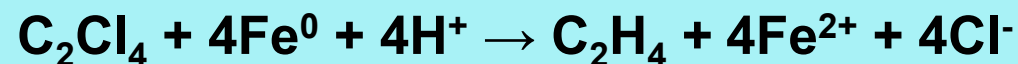
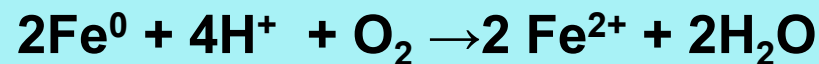
Zlaté Hory (ČR)



3-8 nm

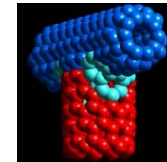


geonanomateriály

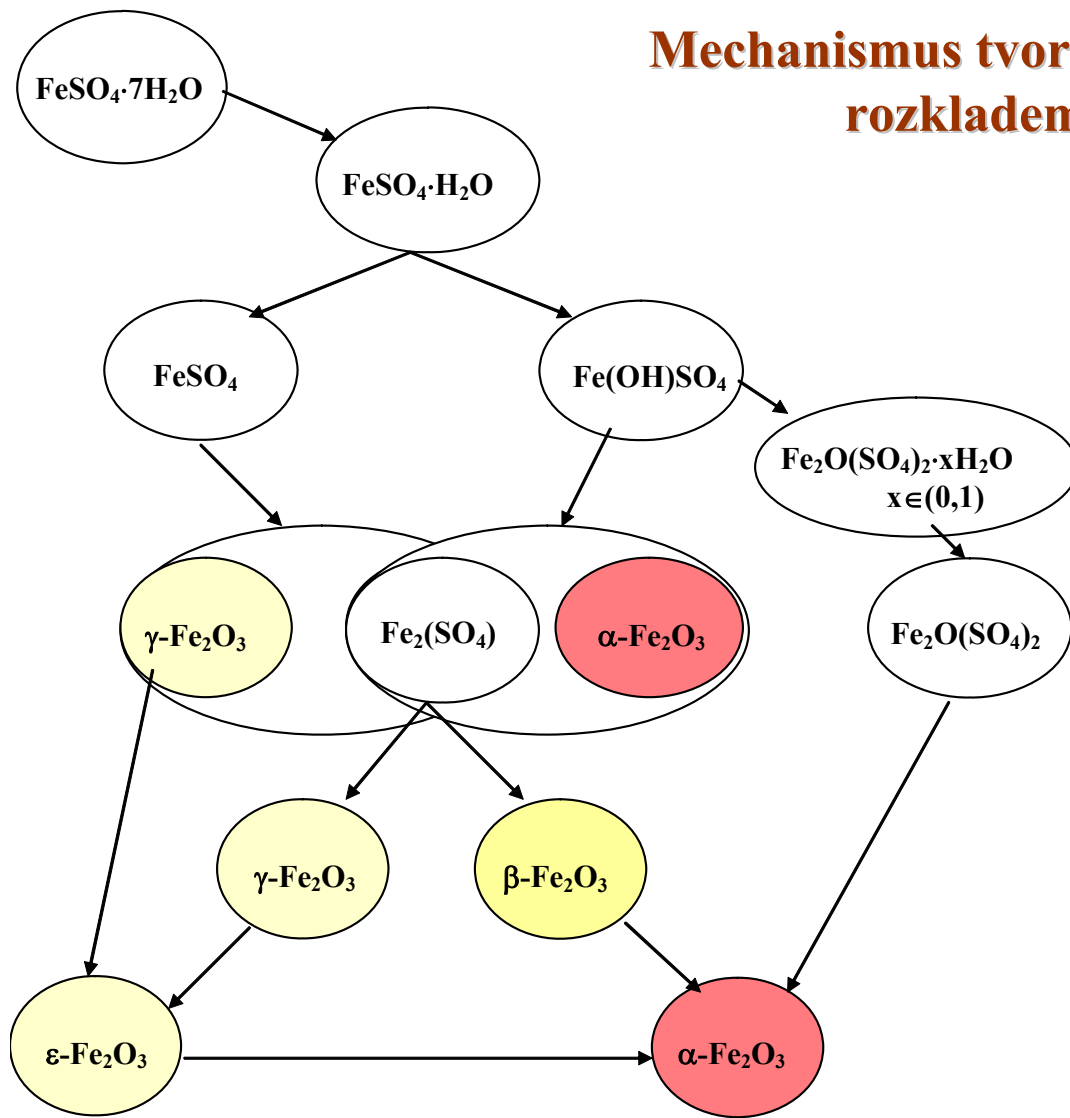




Pigmenty



Mechanismus tvorby α - Fe_2O_3 termickým rozkladem $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$



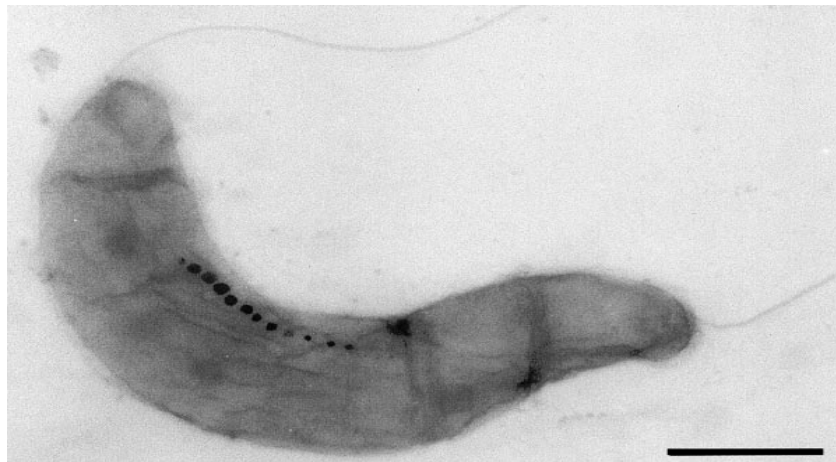
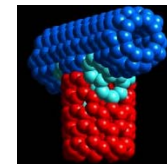
β - Fe_2O_3 - termicky stabilní nanokrystalická fáze s výrazně odlišnými barevnými vlastnostmi, její obsah závislý na rozměru částic síranového prekursoru!



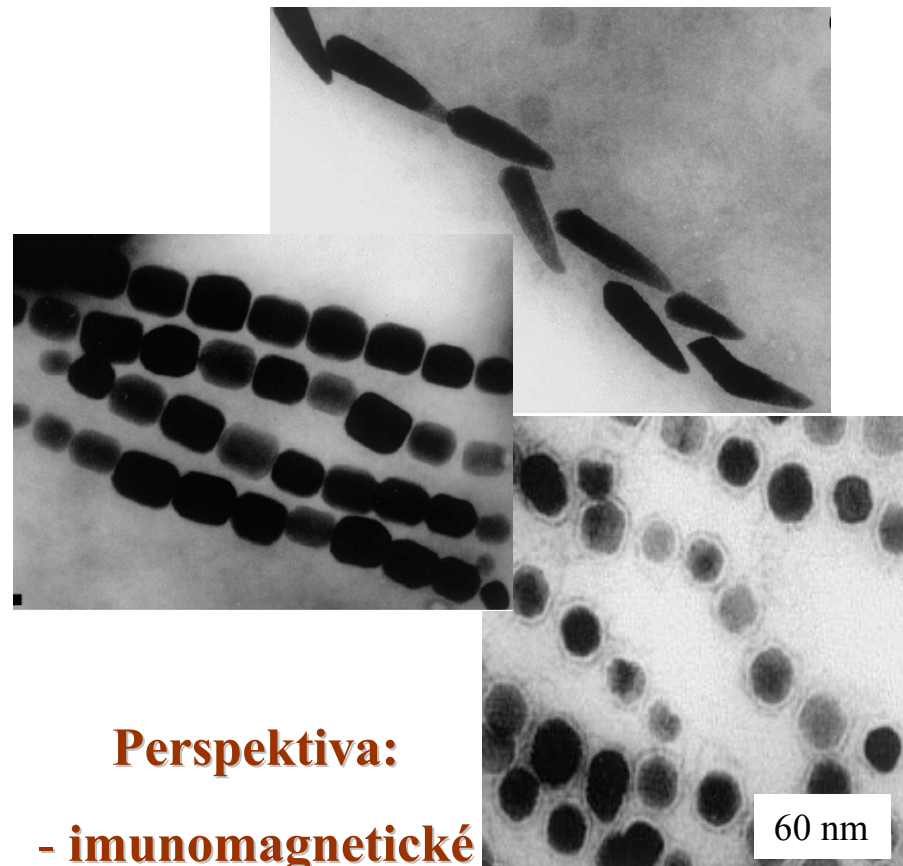
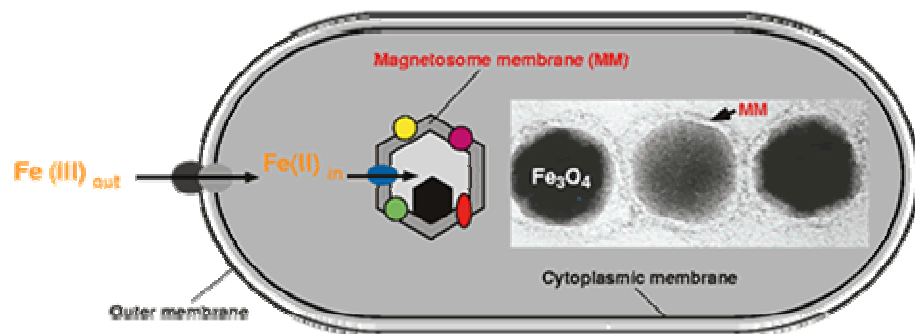
2004: Úprava teplotního režimu provozní pece a procesu třídění velikosti částic v Přerovských chemických závodech $\Rightarrow$ optimalizace barevné kvality červeného železitého pigmentu



Nanomateriály v přírodě



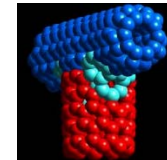
Magnetotaktické bakterie



Perspektiva:
- imunomagnetické
separace
- přenos DNA



Přehled aplikací 2005

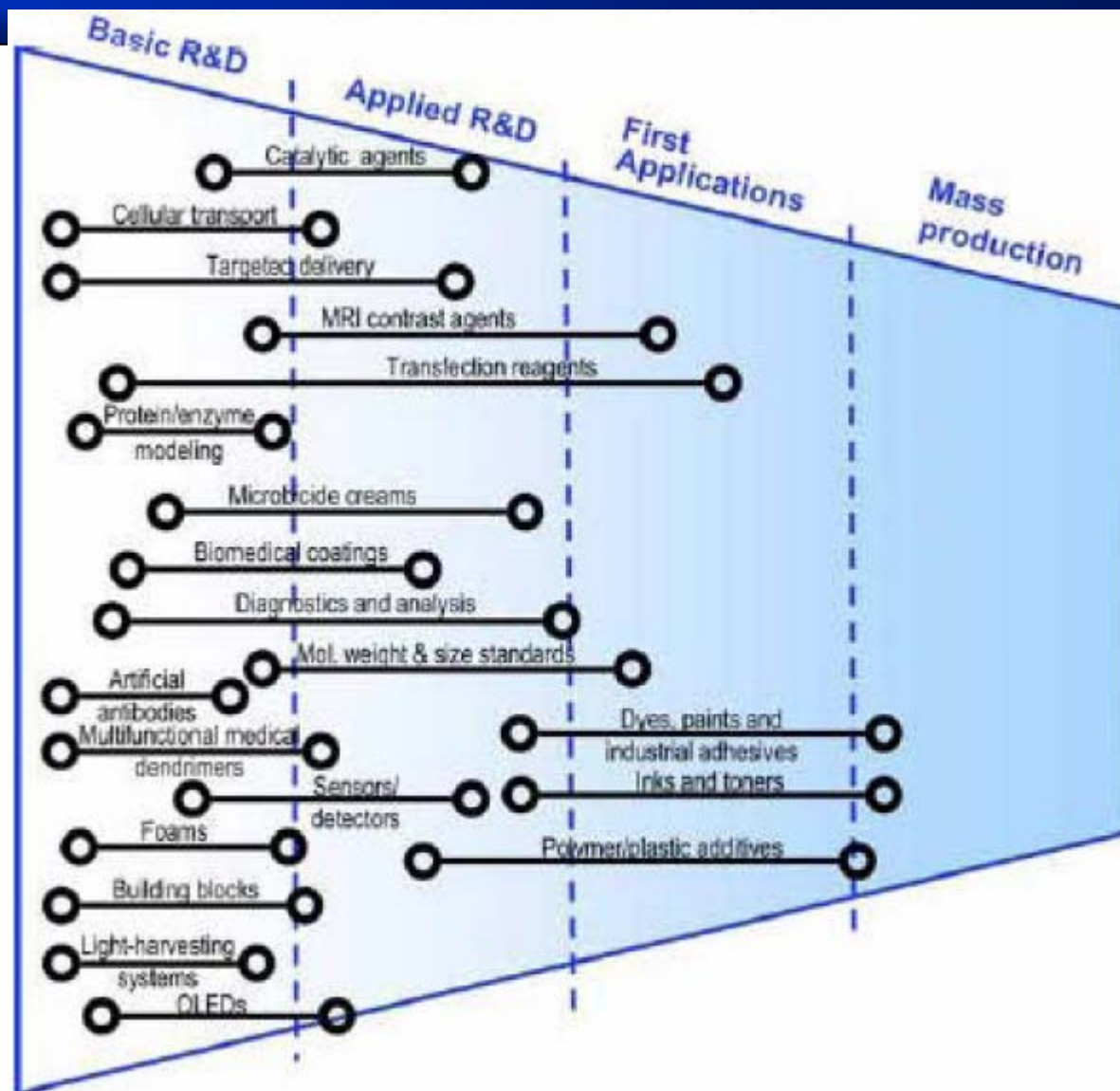


Existující aplikace:

Aditiva – polymery, plasty
Barviva – tonery, inkousty
MRI – kontrastní látky
Hydrofobní nátěry
Antibakter. textilie, obaly

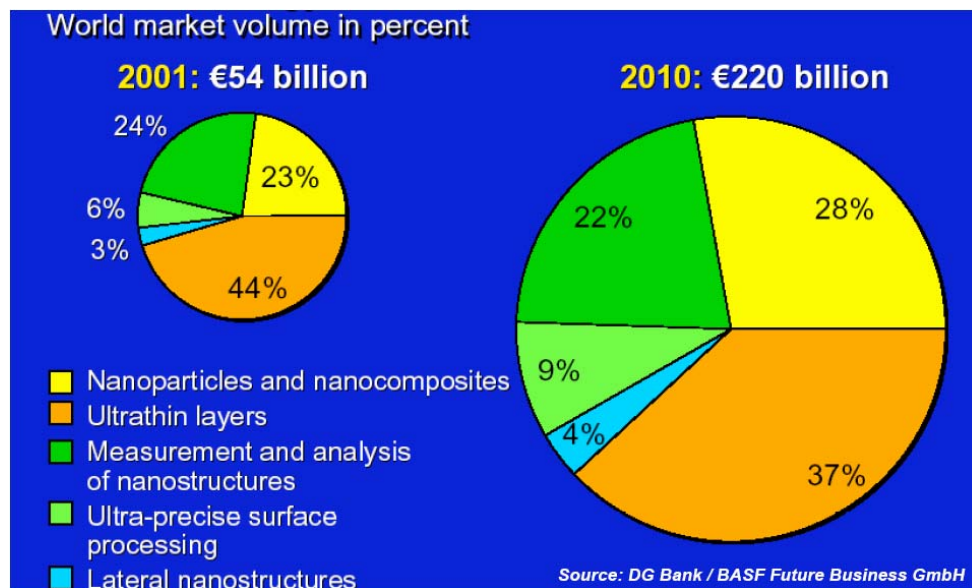
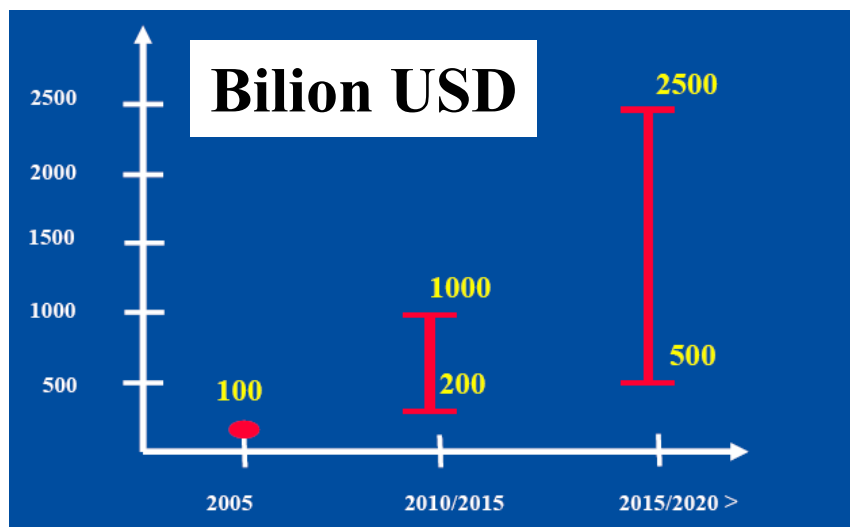
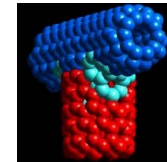
Perspektivní aplikace:

Katalyzátory – Au/CN
Elektronika – OLED
Senzory – CNT,
Čištění, purifikace





Odhad trhu s nanotechnologiemi



Nanotechnologie – průmyslová revoluce, jeden s určujících faktorů budoucí ekonomické úspěšnosti země