

NANOMATERIÁLY, NANOTECHNOLOGIE, NANOMEDICÍNA

„Nano“ je z řečtiny = „trpaslík“.

10^{-9} , 1 nm = cca deset tisícin průměru lidského vlasu

Nanotechnologie – věda a technologie na atomární a molekulární úrovni

Mnoho biologických objektů lze klasifikovat jako nanočástice.

Bakterie – velikost 10 nm až 200 nm

Bílkoviny – 4 nm až 50 nm

Stavebními bloky proteinů je 20 aminokyselin- každá má rozměr kolem 0,6 nm

Molekulu DNA tvoří dvojšroubicové nanodrátky, o průměru cca 2 nm.

Lidská šlacha- stavebním kamenem je seskupení aminokyselinb (0,6 nm)

Vlas – stavebním kamenem je protein keratin.

Vazba C–C
(0,145 nm)

Hemoglobin
(6,5 nm)

Limit rozlišení
světelného
mikroskopu

Červená krvinka
(7 μm)

Glukóza
(0,9 nm)

Viry
(10–100 nm)

Bakterie

0,1 nm

1 nm

10 nm

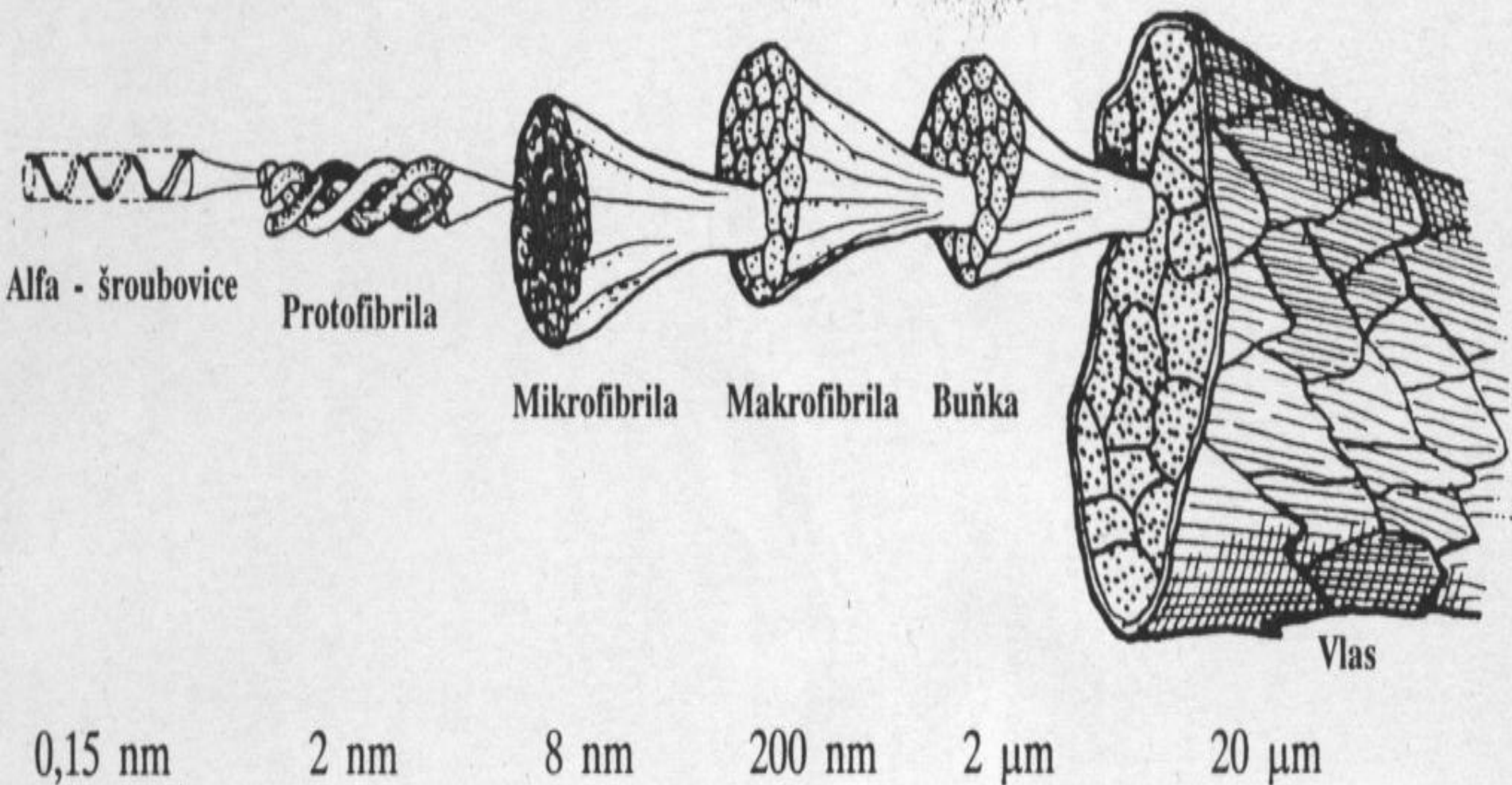
100 nm

1 μm

10 μm

Relativní velikosti atomů, biomolekul, bakterií a buněk

Obr. č. 3 Hierarchická struktura vlasu



Hierarchická struktura vlasu

NANOMATERIÁLY V LÉKAŘSTVÍ

(Nanotechnologie v ČR, ČSNMT, 2005)

Cílený transport biologicky aktivních látek a nanosystémů pro diagnostiku, terapii či radioterapii, např. pomocí polymerů či „molekulárních nádob“.

Výzkum

- lékových forem,

-kontrastních látek a diagnostik založených na biodegradovatelných (zejména polymerních) systémech umožňujících vazbu léčiv, případně diagnostik a dalších biologicky aktivních molekul jako jednotek zajišťujících orgánově či buněčně specifickou dopravu celého systému v živém organismu a jeho specifickou aktivaci v požadovaném místě účinku.

V ideálním případě by tento systém měl fungovat jako diagnostikum a zároveň specifické terapeutikum. Zásadní je transport chemoterapeutik a radioterapeutik určených především pro léčbu nádorových onemocnění.

Magnetické nanočástice pro lékařské účely.

Hybridní systémy skládající se z magnetických jader a biokompatibilního makromolekulárního obalu, kdy vnějším magnetickým polem lze ovládat jejich transport, distribuci a chování. Tyto nanočásticové systémy by měly sloužit in vivo v diagnostice i terapii, jako cílený transport léků, chemoterapeutik a radioterapeutik i jako kontrastní látky pro zobrazování magnetickou rezonancí a lokální destrukci rakovinných nádorů magnetickou hyperthermií.

Biofunkcionalizace povrchů.

Procesy ovlivňující interakci molekulárních objektů na površích kovů a polovodičů. Nano- biotechnologie pro vytváření definovaného rozhraní mezi biologickým a nebiologickým prostředím umožňujícím dosažení specifické biologické aktivity, např. tvorbu, regeneraci a rekonstrukci buněk a tkání (bioinženýrství) a vytváření biokompatibilních povrchů lékařských přípravků, zařízení a přístrojů a úpravě povrchů specificky reagujících na přítomnost vybraných molekul (detekční systém biosenzorů).

Biosenzory a diagnostické systémy.

Diagnostické systémy a čipy založené na povrchové modifikaci nanovláken, mřížek nebo citlivých snímačů protilátek specifických proti různým molekulám. Interakce i malého množství molekul s protilátkami a s tím spojená vysoce citlivá změna vodivosti nebo dalších vlastností k využití pro jejich specifickou detekci.

Polymerní nanokomplexy pro přenos genové informace a genové terapie.

Výzkum komplexů DNA umožňujících in vivo účinný cílený transport genové informace do předem vybraných typů buněk.

Supramolekulární vytváření nanostruktur.

Vytváření umělých nanostruktur řízeným sestavováním cíleně připravených molekulárních stavebních prvků. Jedná se u supramolekulární chemii s maximálním využitím samouspořádání a kovalentní a nekovalentní vazby.

BIONANOFOTONIKA

Spojení nanověd a nanotechnologie – *nanobiovědy, nanobiotechnologie, nanomedicína.*

- Optické biozobrazování
- Optická diagnostika
- Světlem stimulovaná a aktivovaná terapie

Biozobrazování např. : polovodičové nanočástice známé jako *kvantové tečky* jejichž luminiscenční vlnová délka je závislá na rozměrech a povaze polovodiče. Tyto nanočásticové emitory mohou pokrývat viditelnou a blízkou IČ spektrální oblast.

Nanočásticové platformy pro nitrobuněčnou diagnostiku a cílené (směřované) podávání léků.

Představa :

Nanoponorky pohybující se v krevním řečišti a ničící nebezpečné viry a bakterie.

Roboti lovící v těle rakovinové buňky, které následně reprogramují nebo ničí.

KVANTOVÉ TEČKY

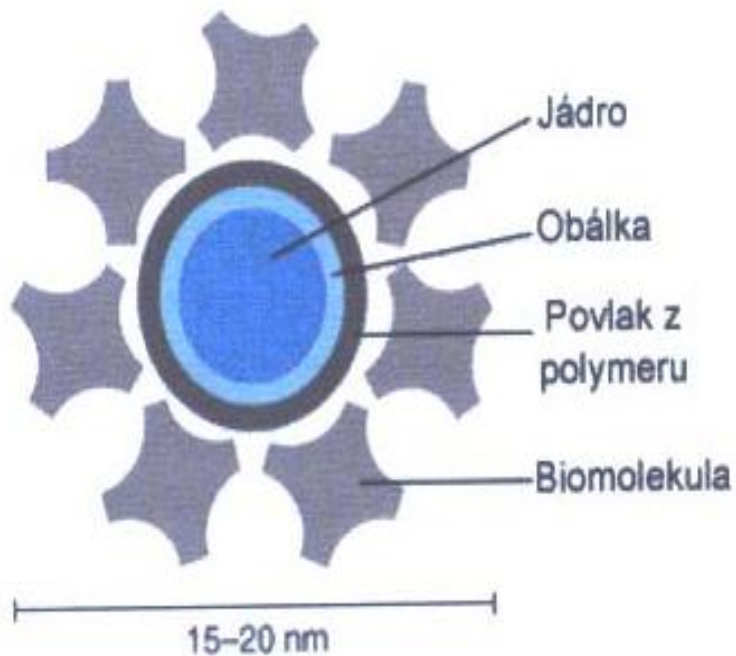
Kvantové tečky jsou klastry atomů obsahující několik set až několik tisíc atomů polovodivého materiálu (CdSe, CdTe,...). Klastry o rozměru 2 – 10 nm lze charakterizovat jako nanočástice o velikosti proteinů.

Polovodičové jádro je povlečeno pro zlepšení optických vlastností tenkou vrstvou jiného polovodiče (ZnS) a posléze vrstvou polymeru pro lepší připojování biomolekul.

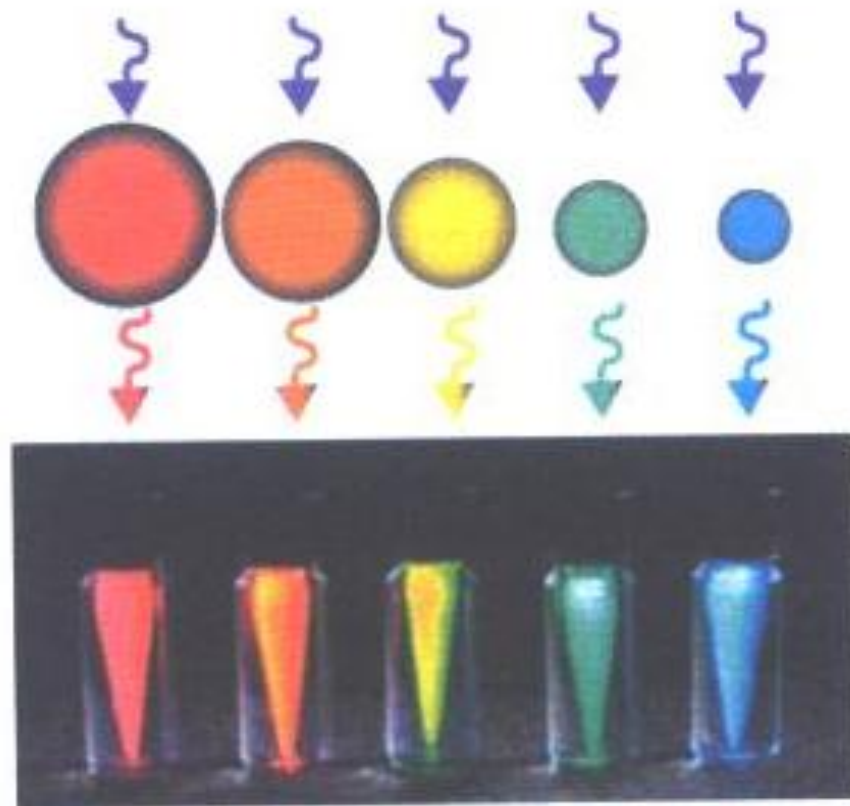
V podstatě jsou kvantové tečky fluorofóry, tj. látky, které absorbují světelné fotony, které pak reemitují na jiné vlnové délce.

Jsou –li kvantové tečky ozářeny, pak menší binární kvantové tečky emitují na kratší vlnové délce jako je třeba modrá, zatímco větší tečky emitují na delší vlnové délce jako např. červená.

KVANTOVÉ TEČKY



Obr. č. 65 Schéma struktury konjugované kvantové tečky (Rozměry jednotlivých částí kvantové tečky odpovídají přibližně skutečnosti)



Obr. č. 66 Pět roztoků s nanokrystaly různé velikosti jsou excitovány UV světlem stejné vlnové délky. Rozměry nanočástic určují barvu roztoku.

KVANTOVÉ TEČKY

Unikátní optické vlastnosti kvantových teček je předurčují k použití jako *in vivo* a *in vitro* fluorofory v mnoha biologických výzkumech v případech, kdy tradiční fluorescenční značky založené na organických molekulách nemají potřebnou dlouhodobou stabilitu, atd.

Kvantové tečky mohou být rozpustné ve vodě a mohou být připojeny ke specifickým molekulám – vede k aplikacím při označování buněk, zobrazování tkání v hloubce těla,...

Kvantové tečky mohou s biologickými materiály vytvářet biokonjugáty – to jsou kvantové tečky spojené s proteiny, malými molekulami, ...které se pak používají pro přímou vazbu k definovaným vazebním místům (targetům).

KVANTOVÉ TEČKY – BIOZOBRAZOVÁNÍ, OPT. DETEKCE

Integrace biomateriálů (proteinů, peptidů nebo DNA) s polovodičovými kvantovými tečkami a kovovými nanočásticemi – využití v optickém zobrazování, biodetekci a terapeutických postupech.

Např. zviditelnění tumoru pojivové tkáně u myši, rozpoznání specifických protilátek – kvantové tečky jako bioznačky, polovodičové nanokrystaly pro zobrazování rakoviny.

S rostoucí poptávkou po zobrazování struktur hluboko uvnitř těla se výzkumné práce zaměřily na kvantové tečky, které emitují v oblasti vlnových délek 650 – 1000 nm (tedy do oblasti ve které je průnik světla tkáněmi a krví maximální).

Byly úspěšně syntetizovány kvantové tečky s říditelnou fotoemisí jako HgTe, CdHgTe, PbSe, InP a InAs.

Kvantové tečky jsou dlouhodobě fotostabilní, což dovoluje jejich plynulý monitoring v reálném čase. Emise biokonjugovaných kvantových teček je úzká a symetrická, a proto je přesah barev minimální.

NANOTECHNOLOGIE

(T.Prnka, K. Šperlink-Bionanotechnologie,.....7.RP,2006)

Technologie kontroly struktury materiálů v rozměrech blízcích se velikosti jednotlivých molekul a jejich organizovaných celků, nebo supramolekulárních struktur.

Nanotechnologie odlišujeme od *nanovědy*, která takovou technologii umožňuje.

Nanověda je výzkum jevů a materiálových vlastností na nanometrické úrovni. Jsou to vědní obory v průsečíku fyziky pevné fáze, chemie, inženýrství a molekulární biologie.

Oblast *nanosvěta* leží mezi světem atomů a současným reálným světem. Jedná se o částice o rozměrech cca 1 nm až 100 nm.

Nanostruktury jsou základními prvky nanomateriálů – jsou dostatečně malé aby se v nich mohly uplatňovat kvantové jevy. Jsou však i tak rozměrné, že aplikace zákonů kvantové mechnaiky při zkoumání jejich vlastností nemá význam. Dnes rozumíme individuálním vlastnostem atomů, ale prozatím málo rozumíme tomu, jak se chovají jejich seskupení a tomu, jak vznikají jejich někdy neočekávané vlastnosti.

NANOTECHNOLOGIE

(T. Prnka, K. Šperlink-Bionanotechnologie,.....7.RP,2006)

Nanotechnologie jsou interdisciplinární a průřezové technologie. Rozvíjí se v řadě oblastí :

- Oblast nanomateriálů
- Nanochemie
- Nanoelektronika – pro budoucí informační technologie
- Nanooptika (nanofotonika) – optické vysokorychlostní komunikační technologie, nové zdroje laserového záření,...
- Nanovýroba – technologie výroby struktur, vrstev a systémů v nanorozměrech
- Nanobiologie (bionanotechnologie) – biologické nanosystémy v technických systémech, od senzorové technologie po fotovoltaika. Nanotechnologické postupy při zkoumání biologických systémů – pro lékařské techniky a molekulární diagnostiku
- Nanoanalytika – pro charakterizování výrobků (objev STM a AFM odstartoval rozvoj nanovědy a nanotechnologií.

NANOTECHNOLOGIE

(T.Prnka, K. Šperlink-Bionanotechnologie,.....7.RP,2006)

Pojem „nanotechnologie“ je v současnosti omezen hlavně na umělé nanostruktury polovodičů, kovů, keramiky a plastů.

Většinu oblastí biologie lze však rovněž považovat za formu nanotechnologií, protože molekulární stavební jednotky života (proteiny, nukleové kyseliny, lipidy, uhlohydráty, apod.) jsou příklady materiálů majících vzácné vyjimečné vlastnosti plynoucí z jejich rozměrů, způsobu vytváření a funkcí v nanorozměrech.

Z biologie může čerpat technický svět elektroniky, počítačů, materiálového inženýrství a technologií – naopak nanotechnologie obohatí biotechnologie, včetně medicíny.

