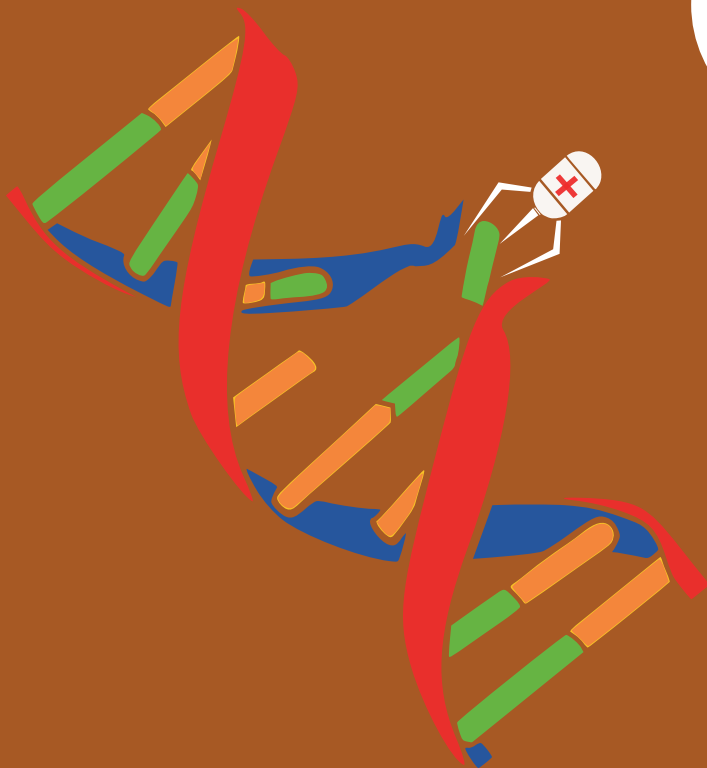


1.DÍL



NANOTECHNOLOGIE PRO ZAČÁTEČNÍKY

VĚRA KRAJČOVÁ



2021

Smíchovská průmyslovka třetího věku

1. díl











Nanotechnologie pro začátečníky

Věra Krajčová



Tato brožura vznikla jako inspirační materiál pro volný čas studentů Smíchovské průmyslovky třetího věku. Pěkné čtení i zábavu vám přeje tým SSPŠ a jeho přátelé.

Tato brožura je součástí skupiny následujících brožur:

1. díl: **Nanotechnologie pro začátečníky (Věra Krajčová)** 
2. díl: Procházka Prahou fyzikální (Jan Mlynář) 
3. díl: Nebojme se robotů (Jaroslav Kořínek) 
4. díl: Magické čtverce (Marie Souchová) 
5. díl: Jedová chýše (Ivan Lukačina) 
6. díl: Fyzikální inspiromat (Věra Krajčová) 
7. díl: Grafika a 3D tisk (Lukáš Vrba) 
8. díl: Procházka Sluneční soustavou (Jan Veselý) 
9. díl: Geometrická zobrazení kolem nás (Tamara Mainzerová) 
10. díl: Kybernetická bezpečnost (Martina Řejhová) 

Grafik a autor loga: Lukáš Chochlovský

Copyright © 2021 – Smíchovská průmyslovka třetího věku

Nanotechnologie pro začátečníky

Co jsou to nanotechnologie?	4
Příroda – velká inspirace (nejen) nanotechnologů	5
Není mikroskop jako mikroskop	8
Nanotechnologie z obchodu	10
Impregnace s nanočásticemi	10
Protimlžný roztok.....	10
Aqua sand	11
Ferrofluid	12
Aerogel.....	13
Nitinol	15
Stříbrné ponožky.....	16
Nanoroušky.....	16
Závěr	17
Seznam obrázků.....	18
Seznam literatury.....	19

Co jsou to nanotechnologie?

Obor nanotechnologie je poměrně nový. Vznikl především díky potřebě miniaturizace elektroniky, v jejíž souvislosti lidé pozorovali, že se látky na úrovni nano (tedy o velikosti od 1 do 100 nm; více viz str. 8) chovají jinak než tytéž v makroskopickém měřítku.

Asi nejkratší definice nanotechnologie říká, že je to velká věda o miniaturních věcech. Nicméně nejedná se jen o technologie, které přišly až s nástupem miniaturizace. „Nanotechnologie“ jsou ve skutečnosti starší než lidstvo samo. Nanomateriály a nanostruktury jsou všude kolem nás, byly tady dříve než my a dále budou. Není to nic nadpřirozeného, i když v určitých směrech lze jejich povahu považovat za nezvyklou, až nepochopitelnou.

Příroda – velká inspirace (nejen) nanotechnologů

Příroda využívá nanostruktury snad úplně všude. Dost často je objevíme tam, kde nám připadá, že má látka (předmět, rostlina...) nějakou zvláštní, až „kouzelnou“ vlastnost. Příkladem mohou být tlapy gekona, který leze klidně i hlavou dolů prakticky na jakémkoli povrchu (vyjma teflonu). Jak je možné, že to dokáže? Příčinu najdeme, pokud si dostatečně zvětšíme povrch jeho tlapy. Má na ní strukturu jemných chloupků, které pevně přilnou k povrchu. Čtyři tlapy jednoho gekona jsou díky tomu schopny udržet až osminásobek jeho hmotnosti.

Velmi zajímavou vlastnost mají listy řeřichy, kapusty či lotosu. Jejich povrch je nesmáčivý a samočisticí. To je dáno velkými množstvím malých výrostků a chmýřím na nich (o rozměrech několika nm), které listy pokrývají a které odpuzují vodu. Voda tak v kapkách z listu rychle steče a vezme s sebou i případné nečistoty.

Jak na to?

Chcete mít doma svoji vlastní úžasnou rostlinku? Vypěstujte si ŘEŘICHU! Nejen že má nesmáčivé listy, ale navíc je zdrojem mnoha vitamínů a minerálů.

Potřebujete jen trochu vlhké vaty a semínka. Nasypejte semínka na vatu a dejte je na okno. Za pár dní budete mít spoustu malých lístků k experimentování a poté i k jídlu!

K zamyšlení

Zjistěte, kde semínka berou vitamíny a minerály, když je nezasadíte do půdy.



Obrázek 1: Lotosový efekt

(<https://pixabay.com/cs/lotus-efekt-lotos-kapky-vody-473393/>)

Nezvyklou odolnost vůči změnám tlaku má schránka mořské houby zvané Venušin koš, která roste v moři v blízkosti Filipín. Venušin koš je příkladem složitého procesu biomineralizace schránek mořských živočichů a hub. Základní stavební prvky schránky (z oxidu křemičitého, velikost 3 nm) jsou nejprve spojeny do tenkých vrstev a poté srolovány do křemičitých jehlic, které vytvoří pletivo. Velikost základních stavebních jednotek a složitá struktura schránky je příčinou její pevnosti.

Jak na to?

Do Filipín to máte trochu z ruky, ale to neznamená, že se nemůžete podívat na dno oceánu. A co teprve sdílet zážitek potápěčů obdivujících Venušin koš!

Podívejte se

youtu.be/pKxxRsvV4rY

Jak vyhledávat hezká videa na internetu?

Zapněte si prohlížeč internetu, nahoře máte řádek, kam můžete psát. Tam napište youtube.com a stiskněte klávesu Enter. Objeví se vám spousta obrázků, nad kterými je řádek, kam také můžete psát. Zkuste napsat Venus Flower a stiskněte Enter. A bavte se!

Ze složitějších procesů a struktur na atomární úrovni můžeme uvést fotosyntézu, samohojení ranky po komářím píchnutí, či synapse propojující neurony našeho mozku. Nanotechnologie tedy každého z nás „řídí“. Více příkladů nanostruktur s pěknými obrázky najdeme například v brožuře vydané Evropskou komisí *Nanotechnologie Inovace pro zítřejší svět*.



Obrázek 2: Venušin koš

(https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Euplectella_aspergillum_Okeanos.jpg)

Není mikroskop jako mikroskop

Co mají uvedené příklady z přírody společného? Pouhým okem není vidět podstata těchto přírodních nanotechnologií, a tedy není možné jednoduše vysvětlit, proč tyto nezvyklé a úžasné vlastnosti rostliny či živočichové mají. Člověk jejich podstatu mohl lépe zkoumat až po vynálezu moderních mikroskopických technik. Mezi nimi největší pozornost získaly objevy skenovacího tunelového mikroskopu (STM) a mikroskopu atomárních sil (ATM).

Jak „velké“ jsou objekty, které těmito mikroskopy můžeme pozorovat?

Jejich rozměry souvisí s předponou nano, což znamená 10^{-9} , např. tedy 1 nanometr je miliardtina metru. Pěkné je přiblížení Richarda Feynmana, nositele Nobelovy ceny za fyziku z roku 1965, který se snažil popsat velikost atomu (poloměr 10^{-10} m) takto: „Zvětšíme-li jablko na velikost Země, budou atomy v jablku tak velké, jak bylo původně jablko.“

Nebo si také můžete představit, jak velký je slon a jak malý je vůči němu mravenec. Přibližně ve stejném poměru je „velká“ červená krvinka vůči jedné nanočástici.

Nanostruktury optickým mikroskopem vidět nemůžeme. To je dáno tím, že vlny světla, které vidíme, jsou dlouhé zhruba 380–780 nm. Optickým mikroskopem můžeme pozorovat předměty nejvýše o velikosti poloviny této délky, zhruba tedy do velikosti 200 nm. Pak již dochází k rozmazání obrazu z důvodu ohybu světla. Jednoduše, nanočástice je pro zachycení viditelným

světlem příliš malá (vlna kolem ní projde podobně jako vlna v moři kolem oblázky).

Inspirace

Možnosti zobrazení těchto miniaturních systémů jsou pěkně popsány ve skriptech *Nanoskopie*, která si můžete přečíst i online (viz [4] v seznamu literatury). Případně se můžete podívat na hezké vysvětlující video z popularizačního cyklu NEZkreslená věda s názvem *Kukátko do nanosvěta*. Na stejné stránce najdete také video *Kde je hranice nanosvěta?*, které vás provede historií vědy o nanotechnologiích.

www.otevrenaveda.cz/cs/pro-verejnost/nezkreslena-veda

Jak na to?

S optickým mikroskopem jste se jistě setkali už na základní škole. Pokud ne tak úplně, levné přístroje můžete koupit i v hračkářství. Na pozorování lístků či vlasů úplně stačí. Ale kde je možné nahlédnout do světa atomů a molekul? Elektronový mikroskop i mikroskop atomárních sil mají některé vysoké školy a Akademie věd ČR. Sledujte dny otevřených dveří na vysokých školách a festival Týden vědy a techniky – www.tydenvedy.cz

Nanotechnologie z obchodu

Od doby objevu elektronového mikroskopu se s jeho pomocí snažíme atomy nejen pozorovat, ale také s nimi manipulovat a vytvářet tak nové funkční struktury a materiály. Inspiraci samozřejmě hledáme nejen ve vlastní fantazii, ale hlavně v přírodě. Některé z těchto funkčních látek či „hraček“ jsou již dnes běžně dostupné. Můžeme si tedy užívat jejich zázračné schopnosti.

Impregnace s nanočásticemi

Impregnace s nanočásticemi – přípravek běžně dostupný např. v prodejnách s obuví. Jedná se o typické využití lotosového efektu, tedy samočisticí a nesmáčivé vlastnosti materiálu.

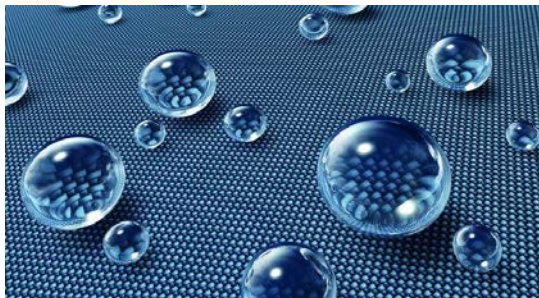
Charakteristika: Pokud tuto impregnaci nastříkáme na látku či jiný materiál podle typu daného přípravku, přichytí se nanočástice k atomům materiálu pomocí chemických vazeb. Kolem vláken se vytvoří neviditelný ochranný film, který je mnohem odolnější než po běžné impregnaci. Materiál je poté nesmáčivý a má samočisticí vlastnosti, což se projeví tak, že kapky vody budou po povrchu hadříku „tancovat“, případně stečou pryč. Nebudou se do hadříku vpíjet. Navíc, vrstva nanočástic je natolik tenká, že nám bude povrch látky připadat stejný jako před impregnací.

Protimlžný roztok

Protimlžný roztok – obdoba impregnace.

Charakteristika: Nanočástice se k atomům skla přichytí pomocí chemických vazeb. Povrch je poté nesmáčivý, a proto se mlha na skle nemůže zachytit.

Využití těchto roztoků nacházíme např. u skel automobilů či brýlí.



Obrázek 3: Impregnace s nanočásticemi

Aqua sand

Aqua sand (nesmáčivý písek) – nanotechnologie z hračkářství. A také další příklad využití lotosového efektu.

Charakteristika: Experimentovat s tímto pískem je velmi zábavné. Kromě sypání a lovení písku, můžeme vrstvu písku pokapat a pozorovat na ní kapky vody (lotosový efekt). Vytvoříme-li vrstvu písku na povrchu vody a vložíme do vody prst obalený tímto pískem, prst zůstane suchý (budeme-li šikovní). Písek je možné použít opakovaně, ale časem se nanočástice vymyjí. Zbavit Aqua sand jeho „kouzelné“ vlastnosti můžeme jeho promytím v saponátu.

V podstatě se jedná o normální písek, jehož každé zrníčko bylo pokryto vrstvou nanočástic (viz výše *Impregnace s nanočásticemi*). Díky tomu je písek nesmáčivý (hydrofobní) a po nasypání do vody a jeho opětovném vylovení je stále sypký. Údajně byl původně navržen jako možnost řešení ropných skvrn na moři, a to tak, že by se nasypal na plovoucí ropu a pak by i s ní padl ke dnu. K tomuto účelu ale nakonec využit nebyl.



Obrázek 4: Nesmáčivý písek

Ferrofluid

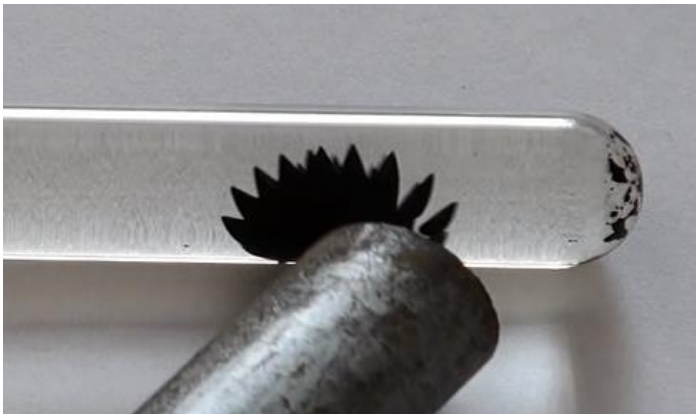
Ferrofluid – magnetická kapalina demonstrující magnetická pole.

Charakteristika: Tato kapalina velmi „akčně“ reaguje na magnetické pole přiloženého magnetu. Můžeme vyzkoušet různě silné magnety nebo jeden magnet, který budeme různě naklánět, případně vložit kapalinu ve zkumavce mezi dva magnety se stejnými magnetickými póly směrem k sobě či od sebe.

Jedná se o koloidní roztok magnetitových nebo hematitových nanočástic o velikosti cca 10 nm v oleji, který zobrazuje magnetické pole tak, že „bodliny ježka“ ukazují směr magnetických indukčních čar. Slouží tedy i k určení, zda

daný materiál je vůbec magnetický (na nemagnetické látky ferrofluid nereaguje). Obdobu ferrofluidu si můžeme vyrobit i sami z toneru laserové tiskárny (velikost částic okolo 15 μm neboli 15 miliontin metru) a běžného oleje. Nicméně moc dlouho nevydrží, vysráží se. Kupovaný, vyrobený chemickou cestou, seženeme na internetu.

Ferrofluid se využívá (vzhledem k ceně velmi málo) jako mazivo, chladivo či k utěsnění v harddiscích, reproduktorech, v tlumičích strojů apod. Výhodou je, že díky magnetismu nestéká z míst, kde je potřeba.



Obrázek 5: Ferrofluid

Aerogel

Aerogel – materiál s extrémně nízkou hustotou ($1,0 \text{ g/dm}^3$) a minimální tepelnou vodivostí.

Charakteristika: Nejčastěji je aerogel vyroben z 2 nm velkých částic oxidu křemičitého, které tvoří méně jak 100-nm bublinky. Jeho výrobu si můžete představit tak, že si vzpomenete na babičku vyrábějící pusinky z bílku –

našlehat a vysušit. Tak snadné to je. Jen trochu sofistikovanější. Po tomto procesu vznikne materiál obsahující 99,98 % vzduchu.

Aerogel se nejčastěji používá jako extrémně lehký (ale drahý) tepelný izolátor na marsovském vozítku, u střešních oken i u amerických vojenských potápěčů.



Obrázek 6: Aerogel jako tepelný izolant

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aerogelflower.jpg>

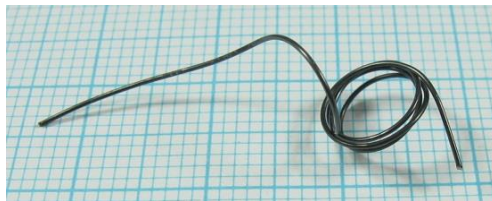
Nitinol

Nitinol – drátek s tvarovou pamětí.

Charakteristika: Pokus s nitinolem vypadá jako opravdové kouzlo. Máme v ruce „obyčejný“ drát, ale pokud ho dáme do horké vody, okamžitě se vytvaruje do konkrétního tvaru, který nastavíme předem za vysoké teploty. Po ochlazení drátek můžeme znova různě zkroutit a opět dát do horké vody. Drátek se opět vytvaruje do stejného konkrétního tvaru.

Jedná se o slitinu niklu a titanu s tvarovou pamětí. Tato vlastnost je dána vnitřní krystalickou strukturou drátku, kdy byl v tzv. žíhací fázi (při teplotě cca 500 °C) vytvarován do konkrétního tvaru, který si zapamatuje. Za pokojové teploty ho můžeme různě ohýbat a kroutit, ale pokud se rozhodneme ho vrátit do původního tvaru, stačí ho zahřát na tzv. aktivační teplotu (např. vhozením do horké vody).

Nitinol není klasickým příkladem nanotechnologií, ale je vnímán jako materiál, který by mohl být pro svoje vlastnosti součástí nových funkčních systémů na úrovni nano. Jedná se např. o nové cévní stenty, rekonstrukce kostí či využití v nanorobotice.



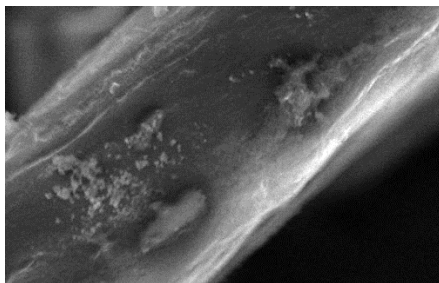
Obrázek 7: Drátek z nitinolu

(https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fa/Nitinoldraht_geglueht.jpg)

Stříbrné ponožky

Stříbrné ponožky – ponožky, ve kterých nohy nepáchnou.

Charakteristika: Pokud byste snědli stříbrný prstýnek, pravděpodobně by se vám nic nestalo. Jen by byla škoda toho prstýnku. Nicméně, takový stříbrný předmět rozdrcený na nanočástice se stává toxickým. Zabíjí bakterie. Proto koupíte zázračné nápoje s částicemi nanostříbra pro věčné zdraví i ponožky, kde jsou tyto nanočástice umístěny lokálně tam, kde se nejčastěji hromadí bakterie.



Obrázek 8: Vlákno ponožky se stříbrnými nanočásticemi

Nanoroušky

Nanoroušky – ochrana nejen v době pandemie.

Charakteristika: Použití vláken z nanočástic k výrobě netkaných textilií není objevem posledního roku. Významnou českou technologií v tomto oboru je Nanospider vyvinutý na Technické univerzitě v Liberci. Tento pavouček spřádá vlákna o délce 20–500 nm. Takové vlákno není vidět ani optickým mikroskopem. Jedná se o prodyšný materiál, který ovšem zachytí jak bakterie, tak i viry. Používá se při výrobě filtrů, roušek apod.

Závěr

Výše je uvedeno jen nepatrné množství jak přírodních, tak dnes i uměle vytvořených nanotechnologií. Je to jen taková ochutnávka toho, co můžete dále probádat sami. Přeji vám v tomto úsilí mnoho sil a spoustu objevných překvapení.

Už jste viděli nejmenší film na světě?

Jmenuje se *Chlapec a jeho atom* (A Boy And His Atom) a byl dokonce i zapsán do Guinnesovy knihy rekordů! Vytvořili ho v laboratoři IBM v roce 2013 z atomů oxidu uhelnatého na povrchu mědi. Má 242 snímků o velikosti 25×45 nm. youtu.be/oSCX78-8-q0



Obrázek 9: A Boy And His Atom

Seznam obrázků

Obrázek 1: Lotosový efekt	6
Obrázek 2: Venušin koš.....	7
Obrázek 3: Impregnace s nanočásticemi	11
Obrázek 4: Nesmáčivý písek	12
Obrázek 5: Ferrofluid	13
Obrázek 6: Aerogel jako tepelný izolant	14
Obrázek 7: Drátek z nitinolu	15
Obrázek 8: Vlákno ponožky se stříbrnými nanočásticemi	16
Obrázek 9: A Boy And His Atom.....	17

Seznam literatury

[1] Kolářová L.: Úvod do nanovědy a nanotechnologií. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc 2014:

mofychem.upol.cz/KA4/Nanotechnologie.pdf

[2] Schulenburg M.: Nanotechnologie Inovace pro zítřejší svět. Úřad pro úřední tisky Evropských společenství, Lucemburk 2007:

www.nanotechnologie.cz/storage/nanotechnology_bat_cs.pdf

[3] Feynman R. P., Leighton R. B., Sands M.: Feynmanovy přednášky z fyziky – revidované vydání - 1. díl. Fragment, Praha 2013.

[4] Vůjtek M., Kubínek R., Mašláň M.: Nanoskopie. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc 2012.

Online: fyzika.upol.cz/cs/pro-studenty/kniha-nanoskopie

[5] Impregnace s nanočásticemi: youtu.be/BvTkefJHfC0

[6] Video s pokusy s Aqua sand: youtu.be/f00MQauuLK4

[7] Video s pokusy s Aerogelem: youtu.be/GcdB5bFwio4

[8] Ferrofluid:

fyzsem.fjfi.cvut.cz/2013-2014/Zima13/proc/ferrofluid.pdf

[9] Video „tančící ferrofluid“: youtu.be/VNW_gNbvLA8

[10] Nitinol: smartwires.eu

Poznámky:

