



ODPOVĚDI PRACOVNÍ LIST I: Molekulární stroje a nanotechnologie

1. Přiřaď uvedeným předmětům čísla od 1 do 10 značící jejich pořadí od nejmenšího k největšímu.

Pozn.: je důležité žákům říci, že je to cvičení především na procvičení představivosti škály malých objektů a řazení by bylo obtížné často i pro vědce, cílem je lepší představa a ne absolutní správnost!

10 Želvuška (cca 0,5 mm)	6 Lidský chromozom Y (cca 2 μm)
1 Jádru atomu helia (cca 1,7 femtometru)	3 Virus chřipky (cca 100 nm)
9 Zrnko soli (cca 0,3 mm)	5 Vlnová délka viditelného světla (cca 390-760 nm)
4 Uhlíková nanotrubička (tloušťka) (cca 100-200 nm)	2 Molekula vody (cca 0,27 nm)
8 Lidský vlas (tloušťka) (cca 0,05 mm)	7 Bakterie salmonely (cca 2-5 μm)

2. Které předměty se ti řadily nejobtížněji, a proč myslíš, že to byly právě tyto? Prodiskutujte.

Seřadit seznam přesně je velmi obtížné a účelem je právě se zamyslet nad velikostmi drobných objektů a jak se k sobě vzájemně mají. Některé objekty (např. živočich želvuška a zrnko soli nebo lidský chromozom Y a bakterie salmonely) mají velmi podobnou velikost. Málodky si uvědomujeme, jak se k sobě velikostně mají naše buňky a jejich obsah, bakterie, viry, a dokonce molekuly vody. Ve světě nanotechnologií ale každý nanometr může představovat podstatný rozdíl.

3. Byla by uhlíková nanotrubička o průměru 2 nanometry (nm) a délce 4 nm viditelná pod optickým mikroskopem? Proč ano/ne a co to znamená pro zobrazování a "stavění" molekul?

Nebyla, neboť je menší než vlnové délky viditelného světla. Znamená to, že menší objekty musíme zobrazovat a manipulovat s nimi jinak – například pomocí elektrického proudu nebo potenciálu.

3. Přečti si popularizační článek "DNA: poklad pro nanoinženýry" (Stanislav Mihulka, *Vesmír*, 5/2014), k nalezení je na tomto odkazu: <https://vesmir.cz/cz/on-line-clanky/2014/05/nova-stranka.html>

V jakých oborech jsou podle článku molekulární strojky nebo šablony z DNA využitelné?

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Medicína ANO | Pokud ano, v čem konkrétně? Uveď: <i>doručování léčiv</i> |
| <input type="checkbox"/> Elektronika ANO | Pokud ano, v čem konkrétně? Uveď: <i>miniaturizace čipů</i> |
| <input type="checkbox"/> Informatika ANO | Pokud ano, v čem konkrétně? Uveď: <i>ukládání dat</i> |

4. O jakých dalších využitích nanotechnologie jsi slyšel/a? Prodiskutujte.

Např. inženýrství kosmických sond a materiálů, vzduchové filtry, odolnější a funkčnější oděvy, nová barviva, biosenzory pro zachycení původců nemocí atd.

5. Jak vnímáš výhody a nevýhody inženýrství na nano- úrovni? Sepiš argumenty pro i proti, které tě napadají, a pak o nich společně diskutujte ve třídě (můžete po dohodě s vyučující(m) také utvořit páry menších skupin, kdy jedna skupina má v debatě obhájit intenzivní výzkum molekulárních strojů a druhá bude prosazovat přísnou regulaci). Nakonec si poznamenej závěry, ke kterým jste došli.

Jako výhody lze zmínit „medicínu na míru“, výkonnější výpočetní techniku aj., jako možné nevýhody například dosud málo známá rizika pro životní prostředí nebo zatím velmi teoretickou možnost zneužití jako obtížně detekovatelné zbraně.

BONUS: Chceš vědět víc? Prozkoumejte v hodině práci s volně dostupným softwarem Avogadro (avogadro.cc) a zkuste si nadesignovat vlastní molekuly!



ODPOVĚDI PRACOVNÍ LIST II: Jak stavět z molekul a zobrazovat je?

1. Jak malé předměty můžeme ještě spatřit optickou mikroskopií, když se vlnová délka viditelného světla pohybuje v rozmezí přibližně 390 až 760 nm?

Teoreticky cca 390 nm, prakticky o něco více (cca 500 nm), s běžným mikroskopem byste ovšem měli obtíže dobře zaostřit například i na řádově větší bakterie.

2. Menší objekty můžeme zobrazovat pomocí metod spadajících pod "SPM" neboli *Scanning Probe Microscopy*, volně přeloženo jako mikroskopie skenovacích sond. Tam patří třeba STM (*Scanning Tunneling Microscopy* – řádkovací tunelovací mikroskopie) nebo AFM (*Atomic Forces Microscopy* – mikroskopie atomárních sil). Jiné metody skenují třeba rozložení elektrického potenciálu na površích s rozložením na nano-škále díky "kvantové tečce" na špici sondy! Vývoj jde kupředu mílovými kroky... Přečti si více v krátkém článku "Rastrovací tunelová mikroskopie" (Vladimír Cháb, Pavel Jelínek, Prokop Hapala; *Vesmír* 5/2010) a odpověz na otázky níže.

2a) K jakému přehrávacímu zařízení přirovnávají autoři rastrovací mikroskopy a proč?

Ke gramofonu, neboť jeho jehla zaznamenáváající rozdíly povrchu (v případě gramofonu vytvářející hudbu, v případě mikroskopu ukládající strukturu povrchu pro vědecké zkoumání) se konceptem podobá hrotu mikroskopu.

2b) S jakými problémy se rastrovací mikroskopie potýkala – co bylo potřeba odstranit?

Bylo nutné se především zbavit vnějších zdrojů vibrací, které by rušily extrémně jemná měření.

2c) Metoda STM je vhodná jen pro určitý typ materiálů. Jaký (jakou vlastnost musí mít)?

Musí jít o elektricky vodivé materiály, u AFM tento požadavek není.

2d) Metoda AFM umožňuje "vpisovat" hrotem atomy na povrch pevné látky. V článku už není rozvedeno, k čemu nám to může být přínosné – zamysli se nad tím, napiš své nápady a pak je ve dvojic nebo skupince a pak celé třídě diskutujte. K čemu jste došli?

Může jít například o tvorbu šablon pro „nanotisk“ miniaturních počítačových čipů, tvorbu nových léčiv nebo medicíny „na míru“, atd.