

## Svět molekul a atomů

Předměty okolního světa nazýváme ve fyzice tělesa a ta jsou vytvořena z látek různého **skupenství** - pevného skupenství, kapalného skupenství, plynného skupenství a plazmy. Tělesa se nám jeví jako spjitá, nepozorujeme žádnou vnitřní strukturu a lze je dělit na menší a menší části.

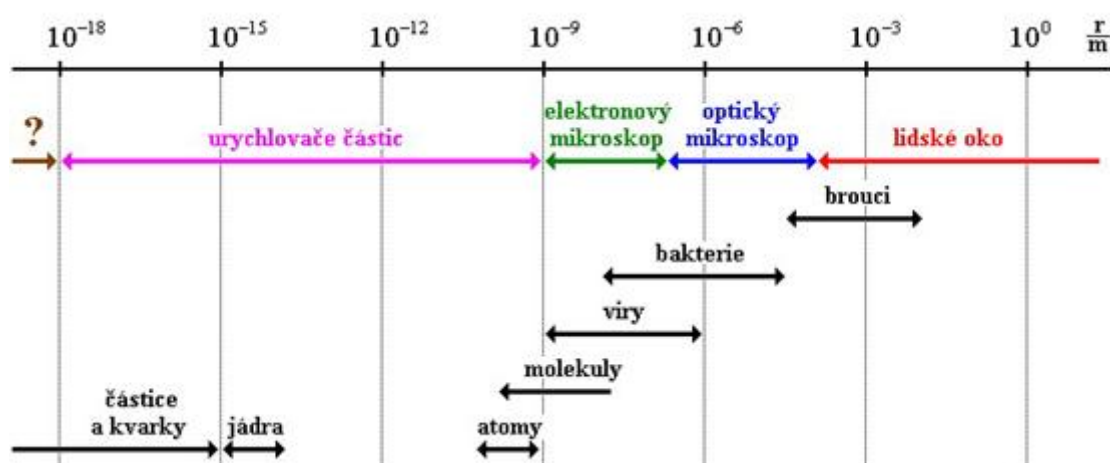
Příklady těles: krystal, kovový drát, voda v nádrži, neon v zářivce, plamen svíčky, ...

Uvedená čtyři skupenství mimochodem velice dobře odpovídají čtyřem živlům antických myslitelů - **země**, voda, **vzduch** a oheň.

Při zmíněném dělení těles dospějeme k jisté technické mezi. Naše **oko** ještě rozliší tělíska pod **zorným úhlem**  $1'$ , tj. tělíska o velikosti 0,07 mm pozorované z **konvenční zrakové vzdálenosti** 25 cm. Koncem 16. století byl v Holandsku vynalezen **mikroskop**, který dnes umožňuje dosáhnout až 2000-násobné zvětšení. Jeho **rozlišovací schopnost** je silně omezena **difrakcí** použitého **elektromagnetického záření**, takže mikroskopem rozeznáme nejmenší předměty o velikosti řádově  $\frac{\lambda}{2} \approx 2 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ , kde  $\lambda$  je vlnová délka viditelné části spektra. Mikroskop tedy odhalí svět bakterií, ale svět atomů a molekul zůstává skryt.

**Kvantová fyzika** zjistila, že i **částice** (např. **elektrony** nebo ionty) projevují vlnové vlastnosti. To umožnilo konstrukci **elektronového mikroskopu** a iontového mikroskopu, v němž je světelný **paprsek** nahrazen svazkem urychlených částic. Díky tomu tyto mikroskopy dosahují až 100000-násobného zvětšení. Elektronové mikroskopy umožnily pozorovat viry. Pomocí řádkovacího tunelového mikroskopu se podařilo dosáhnout rozlišení 0,2 nm, pozorovat jednotlivé atomy v krystalech a dokonce jimi i manipulovat. Tak bylo možné ověřit řádovou velikost atomu.

Schématicky je tento stav poznání zobrazen na obr. 2. V horní části obrázku jsou uvedené rozměry, pod nimi přístroj, který je schopen objekty s těmito rozměry dobře rozlišit, a příklady objektů s danými rozměry.



Obr. 2

První zmínky o struktuře hmoty se objevují u řeckých filosofů, kteří svým učením vytvořili nový filosofický směr - **atomismus**: **Leukippos** z Miletu, **Démokritos** z Abdéry a **Epikúros** ze Samu.

Démokritos na myšlenku atomismu přišel údajně tak, že ležel v posteli a ve vedlejší místnosti pekla jeho sestra chléb. A on přemýšlel, jak je možné, že se **vůně** chleba dostala až k němu. Představoval si bochníky chleba složené z drobných částíček, které se od celku odtrhnou a pohybují se vzduchem, až doputují k němu.

Atomisté vycházeli z předpokladu, že látku není možné dělit do nekonečna a že musí existovat konečné, nepatrné, okem neviditelné, kompaktní, tvrdé a dále nedělitelné částičky - **atomy** (*atomos* = nedělitelný), které se nacházejí v prázdném prostoru. Obě tyto složky jsou věčné a přechod mezi nimi není možný. Veškeré přírodní, psychické a společenské dění spočívá ve spojování, srážení, postrkávání a rozpojování atomů lišících se navzájem tvarem (kulaté, hranaté, udicovité, ...) a hmotností. Vlastnosti látek závisejí na druhu atomů, z nichž jsou složeny, i na jejich uspořádání. Na antický atomismus navázali někteří fyzici a filozofové novověku, ale protože neexistoval žádný experimentální důkaz existence atomů, šlo o přírodně filozofickou spekulaci.

Na učení atomistů později navázal římský básník Lucretius [Cara](#) (asi 97 - 55 př. n. l.), který soustředil nejúplnější výklad starověkého atomismu ve svém díle *De rerum natura* (*O přírodě*).

Téměř 2000 let zůstal Lucretiův epos o stavbě hmoty nepřekonán. Proti atomům jako pevným částicím, které se při svém [pohybu](#) nikdy neopotřebují, nenamítal nic ani Isaac [Newton](#). Teprve na přelomu osmnáctého a devatenáctého století byl antický model zpřesněn anglickým fyzikem a chemikem Johnem Daltonem (1766 - 1844) a vzniká tzv. **atomismus chemický**. Dalton zjišťuje, že se [chemické prvky](#) neslučují v libovolných množstvích, ale jen v určitých stálých hmotnostních [poměrech](#). To lze vysvětlit tak, že se atomy jednotlivých prvků spojují v molekuly jakožto nejmenší částice chemických sloučenin.

Např. molekula vody  $H_2O$  vznikne sloučením dvou [atomů vodíku](#) a jednoho atomu kyslíku. Z 51 atomů vodíku a 30 atomů kyslíků vznikne pouze 25 molekul vody. Vždy musí být zachován poměr počtu atomů vodíku a kyslíku 2:1.

**MAKROSKOPICKÁ TĚLESA NEJSOU SPOJITÁ, ALE MAJÍ PŘETRŽITOU STRUKTURU. SKLÁDAJÍ SE Z MOLEKUL, JAKO NEJMENŠÍCH ČÁSTIC CHEMICKÝCH SLOUČENIN. MOLEKULY SE SKLÁDAJÍ Z ATOMŮ, JAKO NEJMENŠÍCH ČÁSTIC CHEMICKÝCH PRVKŮ.**

Studiem chemických [reakcí](#) je možné stanovit [relativní atomové hmotnosti prvků](#)  $A_r$ , [relativní molekulové hmotnosti molekul](#)  $M_r$ . Vztahujeme je k [atomové hmotnostní konstantě](#) (tzv. mass unit)  $m_u$ , která je definována jako jedna dvanáctina [klidové hmotnosti nuklidu](#) uhlíku  $^{12}_6C$ . Platí:  $m_u \doteq 1,661 \cdot 10^{-27}$  kg.

Klíč do světa atomů a molekul poskytuje [Avogadrova konstanta](#). Na základě ní je možné vypočítat rozměry a hmotnosti atomů a molekul, [elektrický náboj](#) iontů, [energie](#) uvolňovanou při chemických reakcích mezi jednotlivými atomy a tím i velikost [sil](#), které drží atomy v molekulách. Umožňuje udělat si představu o obrovském počtu částic, z nichž se látka skládá a tím i o měřících [mikrosvěta](#).

Pro získání velmi hrubé představy, kolik částic makroskopická tělesa obsahují, několik příkladů:

bude-li se z kapky vody o objemu  $1\text{mm}^3$  odpařovat každou [sekundu](#) milion molekul, bude se celá kapka odpařovat déle než milion let;

seřadíme-li všechny atomy obsažené v 1 kg železa těsně vedle sebe do řady, bude délka této řady bilion kilometrů;

vlijeme-li jeden litr označených molekul vody do [světového](#) oceánu a důkladně zamícháme, nalezneme v každém litru oceánské vody 30 tisíc původních molekul (objem vody v oceánech se odhaduje na  $1,4 \cdot 10^9 \text{ km}^3 = 1,4 \cdot 10^{21} \text{ l}$ );

vypustí-li motýlí sameček 1 mg feromonu ( $M_r = 600$ ) do vzduchu o objemu  $1\text{km}^3$ , najde samička v každém litru vzduchu milion molekul této látky;

...