

1. cvičení ATOMOVÁ STRUKTURA LÁTEK

„Neexistuje nic než atomy a prázdno; vše ostatní je názorem.“
Démokritos (430 – 370 př. Kr.)

- Nepřímá evidence z chemie a krystalografie
- Přímá evidence: difrakce a mikroskopie
- Bohrov model atomu
- Typické hodnoty veličin v atomové fyzice

Z historie

- antika (filosofie)
 - 18.-19. st. (atomová hypotéza) – první experimenty
 - od 20. st. (atomy realitou) – současné metody
- ⇒ René Hauy - krystalografie na vědeckém základě (1784)
- ⇒ John Dalton (1766 – 1844) – zákon o stálých poměrech slučovacíh
- ⇒ Amadeo Avogadro (1776 – 1856) – počet molekul všech plynů je za stálého tlaku a teploty v daném objemu stejný
- ⇒ Joseph Loschmidt – experimentální určení velikosti molekul z měření viskozity → Avogadrova konstanta $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ (Loschmidtovo číslo $n_L = 2,687 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$)
- ⇒ Brownův pohyb (1927), Einstein a Smoluchowski (1905) – teorie, Perrin (1908) – měření
- ⇒ konec 19. st. - kritika atomové teorie, E. Mach (rodák z Chrlic) vs. L. Boltzmann
- ⇒ 1912 (W. Friedrich, P. Knipping, M. von Laue) – difrakce rtg záření
- ⇒ 1913 (N. Bohr) – „kvantový“ model atomu vodíku

Prameny: M. Krbek: Vývoj názorů na strukturu hmoty od starověku po Avogadra
(<http://www.physics.muni.cz/~krbek/DA.pdf>)

Problém č. 1

Benjamin Franklin (1706 – 1790) byl zřejmě první, kdo odhad velikosti molekul podepřel experimentálními argumenty. Zjistil, že 5 cm³ oleje vylitých na klidnou hladinu vytvoří souvislou vrstvu o ploše 0,2 ha. Odhadněte velikost částic tvořících olej.

Problém č. 2

Jiný jednoduchý odhad velikosti molekul navrhl V. Weisskopf. Opírá se o představu, že při vypaření kapalinového tělesa (o povrchu S) dochází k jeho přeměně na jednotlivé molekuly, které lze považovat za elementární kapalinová tělíska, jejichž úhrnný povrch je ale podstatně větší. Znáte-li skupenské teplo vypařování vody $L = 2,1 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$ a povrchové napětí vody (energie připadající na plošnou jednotku povrchu kapaliny) $\alpha = 7,2 \cdot 10^{-2} \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$, odhadněte velikost jejích molekul.

Problém č. 3

Určete vzdálenost mezi atomy Na a Cl v krystalu NaCl. Hustota NaCl je $2,16 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, molární hmotnost Na je $23 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ a relativní atomová hmotnost Cl je 35,5.

Problém č. 4

Rentgenové záření o vlnové délce 0,12 nm vykazuje na krystalu fluoridu lithnatého reflexi druhého řádu pro Braggův úhel 28° . Jaká je mezirovinná vzdálenost reflexních rovin. (HRW, čl. 37.9)

Problém č. 5

Z teorie elektromagnetického pole plyne, že elektrický náboj, který se pohybuje zrychleně, vyzařuje elektromagnetické vlny. Výkon, s jakým je elektromagnetická energie vyzařována, je dán vztahem

$$\frac{dE}{dt} = \frac{q^2 a^2}{6\pi\epsilon_0 c^3},$$

kde a je velikost zrychlení nabitě částice, q je její náboj a c je rychlost světla ve vakuu.

- Přesvědčete se, že tato rovnice je rozměrově správná.
- Uvažujte proton, který má kinetickou energii 6,0 MeV a pohybuje se v urychlovači po kruhové dráze o poloměru 0,750 m. Jakou část své energie vyzáří za sekundu?
- Uvažujte, že namísto protonu se v urychlovači po stejné dráze pohybuje elektron, který má stejnou energii 6,0 MeV. Jakou část své energie vyzáří elektron za sekundu?
- Klasický atom vodíku.** Uvažujte, že elektron v atomu vodíku se pohybuje po kruhové dráze o poloměru 0,0529 nm a má energii 13,6 eV. Pokud bychom uvažovali, že se elektron chová jako klasická částice, kolik energie by vyzáříl za sekundu? Odhadněte dobu života atomu.

Stabilitu atomu a jeho čárové spektrum „vysvětlil“ N. Bohr (1913) doplněním zákonů klasické fyziky dvěma postuláty: (i) postulátem o *stacionárních stavech*, (ii) postulátem o *kvantování momentu hybnosti*. Seznamte se s **Bohrovým modelem atomu vodíku** (viz např. <http://physics.fme.vutbr.cz/files/opory/pdf/QM/QM.pdf>).

Před další přednáškou si znovu prostudujte: HRW, kap. 36 – *Interference*, kap. 37 – *Difrakce*