



Přípravný kurz – Chemie 2006/07

RNDr. Josef Tomandl, Ph.D.
Mailto: tomandl@med.muni.cz
Předmět: Přípravný kurz chemie



Doporučená literatura

J. Vacík a kol.:
Přehled středoškolské chemie.
SPN, Praha 1990, 1995, 1999

V. Mornstein, J. Sláma, A. Svoboda:
Testové otázky z fyziky, chemie a biologie.
Modelové otázky pro přípravu k přijímacím zkouškám na LF MU
Masarykova univerzita, Brno 2001, 2003

Errata: Testové otázky z fyziky, chemie a biologie.
2. vydání, 2003

Chemie – správné odpovědi (str. 101)

Stavba atomu: 35 c i d
Roztoky: 28c, 88a, 90d
Periodický systém: 5e, 11b, 12c, 13a, 14c,
15d, 16a, 17b, 18c,
19d, 20b, 21c, 22b, 23d
Glycidy: 2 b i d

Látkové množství

Molové veličiny

Látkové množství n

- patří mezi 7 základních veličin SI
- jednotka mol
- 1 mol \approx počtu částic, kolik atomů je obsaženo v 12 g nuklidu ^{12}C

$6,022 \cdot 10^{23}$ atomů C

Avogadrova konstanta N_A

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Látkové množství n

$$n = \frac{N}{N_A}$$

☛ Avogadrova konstanta vyjadruje:

- a) Počet molekul v litru plynu
- b) Počet molekul ve 12 g uhlíku ^{12}C
- c) Počet částic v molu látky
- d) Počet částic v 1/12 g nuklidu uhlíku ^{12}C
- e) Správná odpověď není uvedena

Molové veličiny

veličiny vztažené k 1 molu látky

Hmotnost

Objem

Náboj

1. Molová hmotnost M

M = hmotnost N_A částic:

$$M = \frac{m}{n}$$

Číselně: $M = A_r$ $M = M_r$

je-li vyjádřena v g/mol

☛ Jaká je hmotnost:

- a) 1 molu vody?
- b) ½ molu hemoglobinu $M_r = 64\,000$?

- a) $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18$
1 mol H_2O **18 g**
- b) $M_r(\text{hemoglobin}) = 64\,000$
1 mol 64 000 g = 64 kg
½ molu **32 kg**

☛ Kolik molekul vody je obsaženo v 1 kg?

1) převod 1 kg na moly

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18$$
$$x = \frac{1000 \cdot 1}{18} = 55,56 \text{ mol}$$

2) převod molů na počet

$$y = \frac{55,56 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}}{1} = 3,346 \cdot 10^{25} \text{ molekul}$$

2. Molový objem

$V_M = 22,4 \text{ l/mol}$
(0 °C; 101,3 kPa)

$$V_M = \frac{V}{n}$$

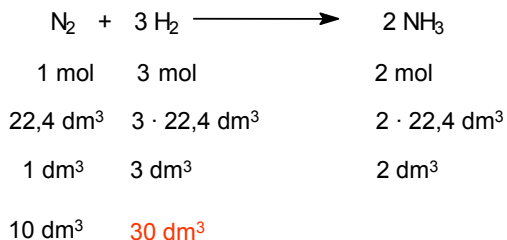
$$V = V_M \cdot n$$

platí pouze pro plyny

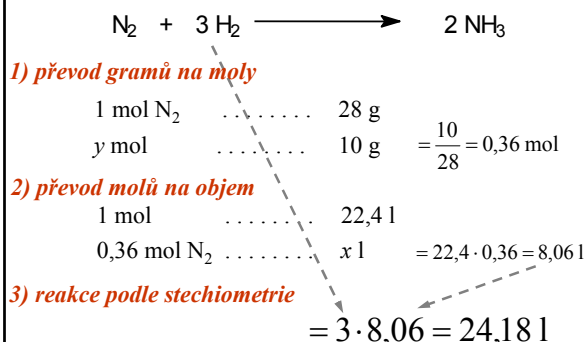
$$V = 22,4 \cdot n$$

konstanta

☛ Jaký objem vodíku zreaguje s 10 dm³ dusíku?



☛ Jaký objem vodíku zreaguje s 10 g dusíku?



3. Molový náboj

- náboj 1 molu elementárních nábojů

$$1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Faradayova konstanta

$$F = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot N_A = 96\,485 \text{ C/mol}$$

☛ Molární hmotnost přirozeného uhlíku je přibližně:

- 12 atomových hmotnostních jednotek · mol⁻¹
- 6,02 · 10²³ mol⁻¹
- 22,4 g · mol⁻¹
- 12 kg · mol⁻¹
- Správná odpověď není uvedena



Stavba atomu

Jádro a elektronový obal

Atomová teorie

Demokritos z Abdér (460-370 př.Kr.) John Dalton (1808)



- Prvky se skládají z atomů, jsou nedělitelné.
- Atom tvoří nejmenší částici prvku (je nedělitelný).
- Atomy daného prvku jsou identické.

Atomová teorie

- Atomy jsou nezníčitelné, při chemických reakcích se spojují, oddělují, přeskupují.
- Slučováním atomů dvou či více prvků vznikají molekuly nové látky – **sloučeniny**.
- **Molekuly** vznikají sloučením celistvých počtů (stejných nebo různých) atomů.

Stavba látek - dnešní pohled

Atom = základní stavební jednotka

Atom = nejmenší částice, která si zachovává chemické vlastnosti prvku

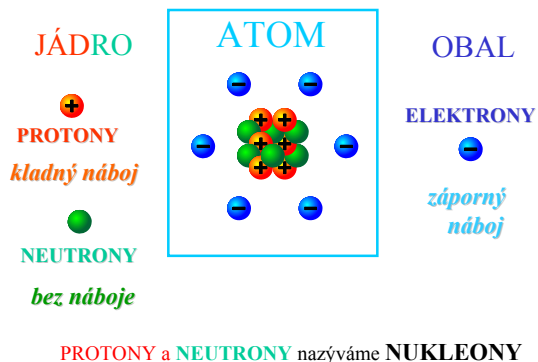
Prvek = látka složená z atomů, obsahujících stejný počet protonů v jádře

Sloučenina = látka složená z atomů, majících různý počet protonů v jádře

Stavba látek - dnešní pohled

Molekula = nejmenší část látky, mající chemické vlastnosti této látky
 = složena z atomů
 = elektroneutrální

STAVBA ATOMU

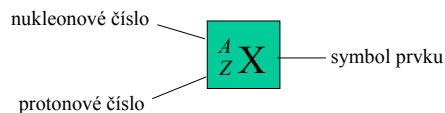


Základní elementární částice atomu

Částice	Symbol	m_0 (kg)	m_r (u)	Q (C)	Q_r
Elektron	e	$9,1 \cdot 10^{-31}$	1/1830	$-1,6 \cdot 10^{-19}$	-1
Proton	p	$1,6 \cdot 10^{-27}$	~ 1	$+1,6 \cdot 10^{-19}$	+1
Neutron	n	$1,6 \cdot 10^{-27}$	~ 1	0	0

m_0 klidová hmotnost
 m_r relativní hmotnost vztažená na m_u
 Q náboj
 Q_r relativní náboj vztažený na elementární náboj

Nuklid (prvek)



Z protonové (atomové) číslo
 = počet protonů
 = počet elektronů v elektroneutrálním stavu

A nukleonové (hmotnostní) číslo
 = počet nukleonů
 = počet protonů + počet neutronů

= atomy se stejným Z

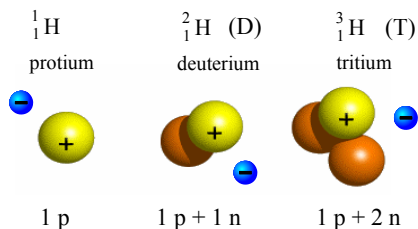
Nuklid

- prvek složený z atomů se stejným počtem nukleonů v jádře (tj. stejným A)
- soubor atomů se stejným počtem protonů



Izotopy

- nuklidy téhož prvku (stejně Z) s různým počtem neutronů v jádře atomu (různé A)



Izotopy

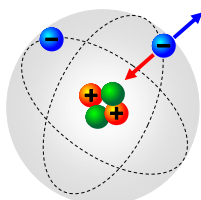
- mají stejné chemické vlastnosti?

ANO, protože mají stejný počet valenčních elektronů (stejnou elektronovou konfiguraci)

Určete počet neutronů v atomovém jádru nuklidu ${}^{127}_{53}\text{I}$.

- a) 127
- b) 53
- c) 180
- d) 74
- e) Správná odpověď není uvedena

1) Planetární model (Rutherford, 1911)



atom helia

- pohyb elektronů po kružnici kolem jádra

• poloměr kružnice je dán rovností mezi odstředivou silou e^- a elektrickými přitažlivými silami mezi p^+ a e^-

• pohyb e^- kolem jádra: vyzařování elmg. záření \Rightarrow pokles energie $e^- \Rightarrow \downarrow$ poloměru dráhy $e^- \Rightarrow$ ZÁNİK ATOMU

2) Bohrov model (Bohr, 1913)

- e^- se bez vyzařování energie pohybuje jen po určitých drahách (**orbitech**) - stacionární stav
- e^- vyzařuje/přijímá energii jen při přechodu z jedné stacionární dráhy na druhou - ne spojité, ale kvantech

$$E = h \nu = h \frac{c}{\lambda}$$

h Planckova konstanta ($= 6,6 \cdot 10^{-34}$ J s)
v frekvence záření
 c rychlost světla ve vakuu
 λ vlnová délka záření

3) Kvantově (vlnově) mechanický model

(de Broglie, 1924; Heisenberg, 1926; Schrödinger, 1926)

- e^- má současně vlastnosti jak hmotné částice tak vlny (korpukulárně-vlnový mechanismus)
- e^- nemůže být v prostoru přesně lokalizovaný a jeho dráha se jeví jako elektronový oblak (**atomový orbital**) kolem jádra

Struktura elektronového obalu

Atomový orbital (AO)

- nejpravděpodobnější prostor výskytu e^-

Popis e^- v atomovém orbitalu \Rightarrow **vlnová funkce**

- číselné parametry - **kvantová čísla**

n hlavní
 l vedlejší
 m magnetické
 s spinové

Hlavní kvantové číslo n

- udává energii e^- v jeho základním stavu
- s rostoucím n roste energie e^-
- e^- ležící ve stejné vrstvě (slupce) mají stejné n , tedy i přibližně stejnou energii

n	1	2	3	...	7
vrstva/slupka	K	L	M	...	Q

Vedlejší kvantové číslo l

- udává prostorový tvar orbitalu
- pro dané n nabývá hodnot $0, \dots, n-1$

l	0	1	2	3
podslupka	<i>s</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>f</i>

Vedlejší kvantové číslo l

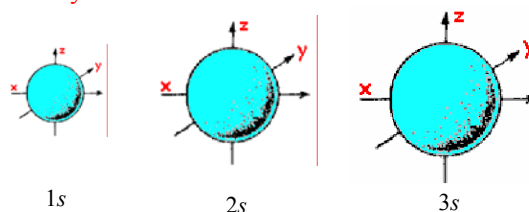
- počet typů AO v elektronové slupce udává n :

slupka	TYP AO		počet typů
<u>AO</u>			
$n = 1$	K	$l = 0$	<i>s</i> 1
$n = 2$	L	$l = 0, 1$	<i>s, p</i> 2
$n = 3$	M	$l = 0, 1, 2$	<i>s, p, d</i> 3

Stav elektronu/AO označujeme: $1s, 2s, 2p, \dots$

Typy atomových orbitalů

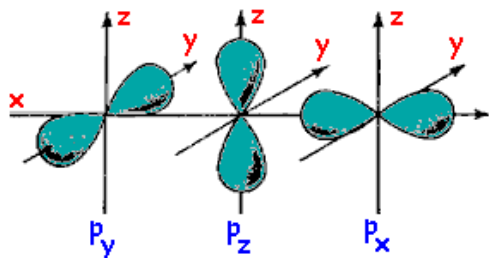
Orbitaly *s*



- vyšší hodnota $n \rightarrow$ větší velikost AO

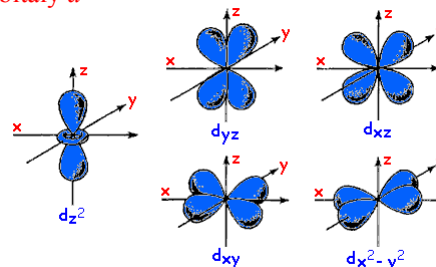
Typy atomových orbitalů

Orbitaly p



Typy atomových orbitalů

Orbitaly d



Magnetické kvantové číslo m

- udává vzájemnou prostorovou orientaci AO v silném el./magn. poli
- nabývá hodnot od $-l, \dots, 0, \dots, +l$
- počet AO daného typu v podslupce $= 2l + 1$
(= kolikrát je daný AO degenerován)

Degenerované AO mají stejnou energii
(mají stejné n a l , různé m)

Magnetické kvantové číslo m

l	orbital	m	počet AO
0	s	0	1
1	p	-1, 0, 1	3
2	d	-2, -1, 0, 1, 2	5



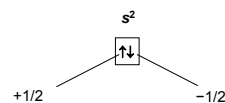
🔥 Kolik AO je v podslupce d ?

podslupka $d \Rightarrow l = 2$

počet AO $= 2l + 1 = 2 \times 2 + 1 = 5$

Spinové kvantové číslo (spin) s

- udává moment hybnosti e^- v AO („směr rotace e^- “)
- nabývá hodnot $+1/2, -1/2$

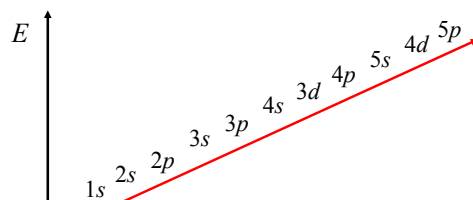


Pravidla zaplňování orbitalů

- Výstavbový princip
- Pauliho vylučovací princip
- Hundovo pravidlo

Výstavbový princip

- AO s nižší energií jsou zaplňovány e⁻ dříve, než AO s vyšší energií



Pauliho vylučovací princip

AO obsahuje max. 2 e⁻ s opačným spinem, které vytváří elektronový pár

- maximální počet e⁻ v dané vrstvě: $2n^2$

Hundovo pravidlo

- AO se stejnou energií se nejdříve obsazují po 1 e⁻, poté dochází párování
- nespárované e⁻ mají stejný spin



p^3



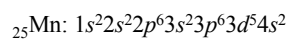
p^4

Valenční elektrony

- v poslední zaplněné elektronové vrstvě
- e⁻ s nejvyšší energií u daného prvku
- nejvolněji poutány k jádru
- určují chemické vlastnosti prvku

🔴 Jaká je elektronová konfigurace ${}_{25}\text{Mn}$?

celkový počet e⁻ 25

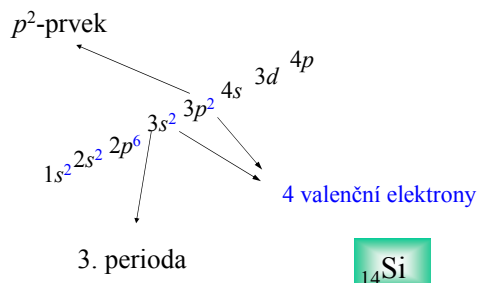


zkrácený zápis



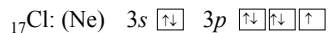
↓ ↓
 $5 + 2 = 7$ valenčních e⁻

☞ Kolik valenčních elektronů má atom s $Z = 14$?

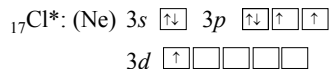


Stavy atomu

Základní stav atomu – nejnižší energie



Excitované stavy – vznikají „roztržením“ e^- páru a excitací $1e^-$ do nejbližšího prázdného AO



Hmotnost atomů a molekul

- absolutní hmotnost atomů $10^{-27} - 10^{-25}$ kg
- kg = základní jednotka hmotnosti**
- vedlejší jednotka hmotnosti = u**
- nazývá se atomová hmotnostní jednotka

Atomová hmotnostní konstanta m_u

$$m_u = 1 \text{ u}$$

$$m_u = 1/12 m_0({}^{12}\text{C})$$

1/12 klidové hmotnosti atomu nuklidu ${}^{12}\text{C}$

$$m_u \approx 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Hmotnost atomů a molekul

Relativní atomová hmotnost A_r

$$A_r(\text{X}) = \frac{m(\text{X})}{m_u}$$

Tabelované A_r = průměrné hodnoty izotopové směsi

Relativní molekulová hmotnost M_r

$$M_r(\text{A}_x\text{B}_y) = \frac{m(\text{A}_x\text{B}_y)}{m_u} = xA_r(\text{A}) + yA_r(\text{B})$$

A_r, M_r - bezrozměrné veličiny

Víte, že ... **Josef Loschmidt**

- byl rakouský fyzik a chemik, českého původu (1821–1895)
- dříve než byla známa hodnota N_A , zjistil počet molekul v 1 m^3 ideálního plynu za normálních podmínek = $1000 \cdot N_A/V_M$ (= Loschmidtova konstanta n_0)
- v německy hovořících zemích se Avogadrova konstanta označuje jako Loschmidtovo číslo
- více můžete najít na www.loschmidt.cz (anglicky)