

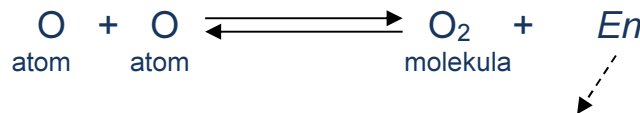
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

<i>Předmět:</i>	<i>Ročník:</i>	<i>Vytvořil:</i>	<i>Datum:</i>
<b>CHEMIE</b>	<b>PRVNÍ</b>	<b>Mgr. Tomáš MAŇÁK</b>	<b>15. června 2013</b>
<i>Název zpracovaného celku:</i>			
<b>CHEMICKÁ VAZBA</b>			

**CHEMICKÁ VAZBA** (chemical bond)

**CHEMICKÉ VAZBY** – soudržné síly působící mezi jednotlivými atomy nebo ionty v molekulách, krystalech, ...

Chemická vazba vzniká tehdy, dojde-li při jejím vzniku ke snížení energie soustavy.

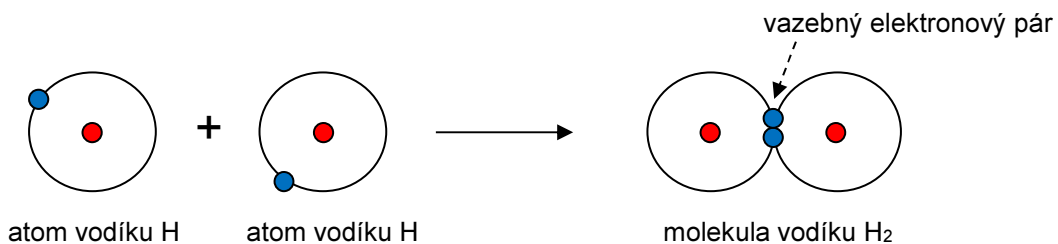
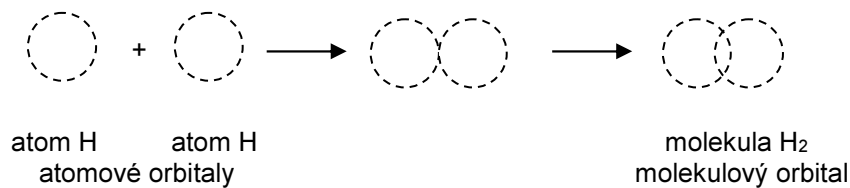


**vazebná energie** = disociační energie vazby (energie uvolněná při vzniku vazby; je stejná, jako energie potřebná k rozštěpení vazby; čím pevnější vazba, tím větší hodnota vazebné energie; vazebná energie klesá s rostoucí délkou vazby) [kJ.mol<sup>-1</sup>]

**Chemickou vazbu zprostředkovávají valenční elektrony jednotlivých atomů.** Molekuly mají nižší energii než jednotlivé atomy, a proto jsou stářejší (např.: molekula H<sub>2</sub> je stářejší než atom H).

**2 podmínky vzniku vazby:**

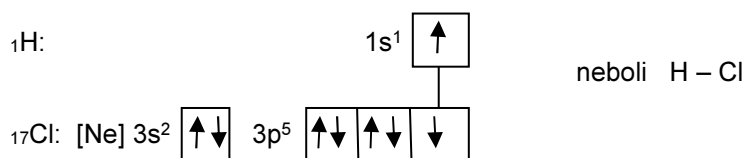
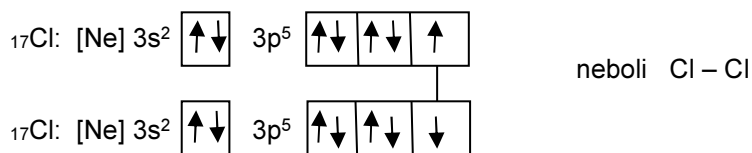
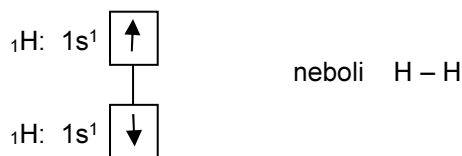
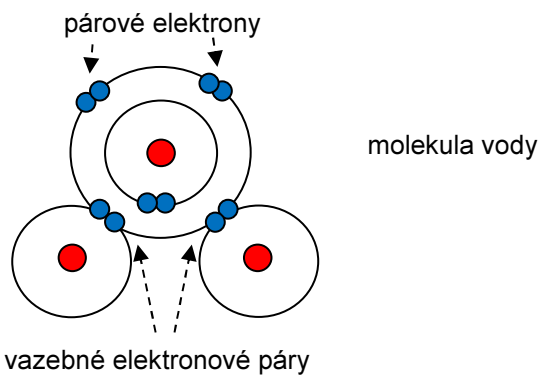
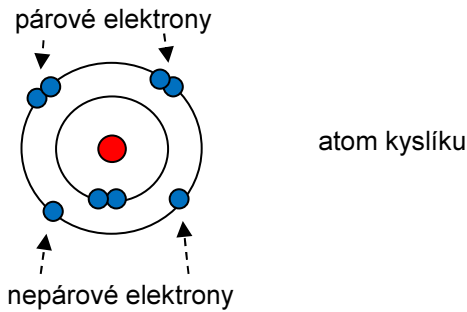
- 1) Atomy se musí k sobě přiblížit tak, aby došlo k překrytí jejich valenčních orbitalů (**srážka**).
- 2) Počet, energie a prostorové uspořádání valenčních elektronů musí umožnit vznik vazebných elektronových párů.



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Původně nespárované elektrony z valenční vrstvy (vazebné elektrony) utvořili **vazebný elektronový pár**. **Tento pár sdílí oba atomy společně**. Mezi dvěma atomy vzniká **chemická vazba**. Atomy se tak spolu slučují a vytvářejí molekuly.

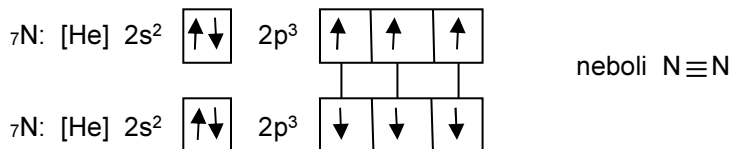
Má-li atom prvku ve valenční vrstvě více nespárovaných elektronů, může vytvářet více chemických vazeb s atomy téhož nebo jiných prvků. Podle toho, kolik chemických vazeb je atom prvku schopen vytvořit, hovoříme o **vaznosti** prvku. Prvky ve sloučeninách mohou být maximálně osmivazné. Pro elektrony je z energetického hlediska výhodné tvořit páry.



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

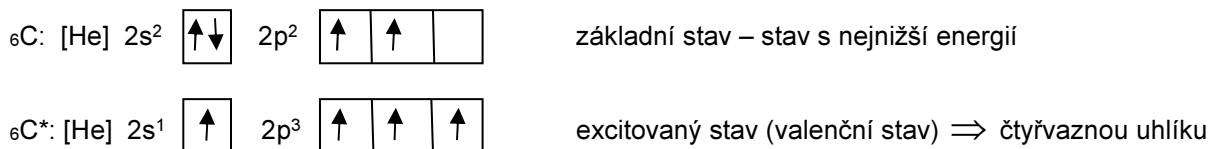
U výše uvedených příkladů se vytvořil **jeden vazebný elektronový pár** překrytím jednoho valenčního orbitalu. Mezi atomy vznikla **jednoduchá vazba**.

Dojde-li k překrytí dvou nebo tří valenčních orbitalů za vzniku **dvou nebo tří vazebných elektronových párů**, pak vzniká **vazba násobná – dvojná** ( $O_2$ ), resp. **trojná** ( $N_2$ ).



Chemických reakcí se obvykle neúčastní atomy v základním stavu, ale ve stavech excitovaných (vzbuzených, valenčních).

Přechod atomu ze základního stavu do excitovaného se projeví změnou elektronového uspořádání atomu. Atom v excitovaném stavu se označuje hvězdičkou.



### Úkoly:

- Který systém má menší energii: dva volné nebo dva navzájem vázané atomy vodíku?:  
.....
- Určete atomy, kterým přísluší následující elektronové uspořádání. Rozhodněte, zda atomy jsou v základním nebo excitovaném stavu:
  - $[{}^2He] 2s^1 2p^2$
  - $[{}^2He] 2s^2 2p^3$
  - $[{}^{10}Ne] 3s^1 3p^1$
- Co je podmínkou vzniku chemické vazby?  
.....  
.....

## ATOMOVÁ ELEKTRONEGATIVITA

Jednotlivé atomy mají různou schopnost přitahovat vazebný elektronový pár. Mírou této schopnosti je **elektronegativita prvku**, označovaná symbolem **X**.

**Elektronegativita** – schopnost vázaného atomu přitahovat vazebný elektronový pár. Pohybuje se v rozmezí cca 0,7 – 4,1. Je to bezrozměrné číslo.

**Čím větší je elektronegativita prvku, tím větší je schopnost jeho atomů poutat vázané elektrony.**

Je-li molekula tvořena atomy o různé elektronegativitě, jsou vazebné elektrony více přitahovány k atomu s vyšší elektronegativitou. U tohoto atomu převládá záporný náboj elektronů nad kladným nábojem jádra.

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Atom tak získává **částečný záporný náboj**. U druhého atomu pak převládá kladný náboj jádra a atom získává **částečný kladný náboj**.

Čím větší elektronegativita prvku, tím menší kovový charakter prvku.

Hodnoty elektronegativit v periodické soustavě prvků s rostoucím protonovým číslem  $Z$  v periodách zleva doprava rostou a ve skupinách shora dolů klesají.

Praktický význam má **rozdíl elektronegativit dvou vzájemně vázaných atomů**  $\Delta X \Rightarrow$  **míra polarity chemické vazby**  $\Rightarrow$  rozlišujeme: vazba **kovalentní (polární, nepolární), iontová**.

### Úkoly:

- 1) Vysvětlete pojem elektronegativita.  
.....
- 2) V periodické soustavě prvků vyhledejte elektronegativitu dvou prvků, jejichž elektronegativita se liší alespoň o 1,5.  
.....
- 3) Atomy seřadte do řady podle rostoucí hodnoty jejich elektronegativity:  
*Li, Ba, I, Se, Br, Sn, H*  
.....

- 4) Doplňte:

Síly spojující atomy nazýváme .....

Tato síla vzniká .....

a mohou ji tvořit .....

- 5) Šipkou na vazbě mezi atomy vyznačte, který z atomů bude vazebné elektrony přitahovat silněji:

H – Cl

K – F

Cu – O

Na – I

Ag – Br

- 6) Nejvyšší elektronegativitu ze všech prvků má ..... Její hodnota je .....
- 7) Nejnižší elektronegativitu ze všech prvků má ..... Její hodnota je .....

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## KOVALENTNÍ VAZBA

- je založena na sdílení vazebných elektronových párů dvojicí vzájemně vázaných atomů (jednoho – jednoduchá vazba; dvou – dvojná vazba; tří – trojná vazba)

### Dělení kovalentní vazby:

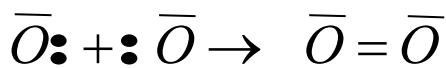
#### A) Z HLEDISKA NÁSOBNOSTI

- 1) **JEDNODUCHÁ** – tvořena 1 elektronovým párem (každý atom poskytne do vazby 1 valenční elektron). Společný elektronový pár patří současně jednomu i druhému atomu.

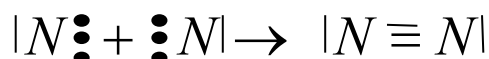


- 2) **NÁSOBNÁ**

- **DVOJNÁ** – tvořena 2 elektronovými páry (společné sdílení 4 valenčních elektronů – každý atom dodá do vazby 2 valenční elektrony)



- **TROJNÁ** – tvořena 3 elektronovými páry (společné sdílení 6 valenčních elektronů – každý atom dodá do vazby 3 valenční elektrony)



#### B) Z HLEDISKA ROZLOŽENÍ ELEKTRONOVÉ HUSTOTY

- 1) **VAZBA  $\sigma$  (sigma)**

- největší elektronová hustota (největší pravděpodobnost výskytu vazebných elektronů) je na spojnici jader vázaných atomů
- vzniká překrytím s nebo p orbitalů; nebo s a d orbitalů, p a d orbitalů, d a d orbitalů



s-s



s-p



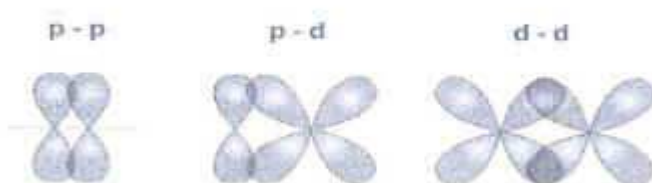
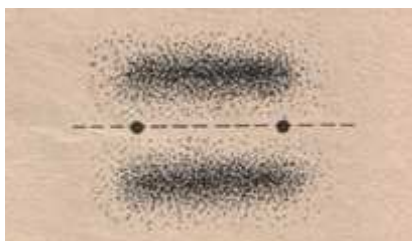
p-p



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**2) VAZBA  $\pi$  (pí)**

- největší elektronová hustota je mimo spojnici jader vázaných atomů (nad a pod), ale v rovině touto spojnicí procházející
- vzniká překrytím  $p$  orbitalů nebo  $d$  orbitalů nebo  $p$  a  $d$  orbitalů



zdroj: <http://kekule.science.upjs.sk/chemia/ucebtext/KUCH4/sigma%20a%20pi.htm>

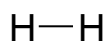
Jednoduchá vazba – vazba  $\sigma$   
 Dvojná vazba – 1 x vazba  $\sigma$ , 1 x vazba  $\pi$   
 Trojná vazba – 1 x vazba  $\sigma$ , 2 x vazba  $\pi$

**Trojná vazba je nejkratší, dvojná je delší, jednoduchá nejdelší. Trojná vazba je nejpevnější, jednoduchá nejslabší.**

**C) Z HLEDISKA ROZDÍLU ELEKTRONEGATIVIT OBOU VÁZANÝCH ATOMŮ (POLARITA KOVALENTNÍ VAZBY)**

**1) NEPOLÁRNÍ KOVALENTNÍ VAZBA**

$\Delta X \leq 0,4 \Rightarrow$  molekuly neprojevují navenek elektrický náboj  $\Rightarrow$  nepolární molekuly (sloučeniny)  
 např.:  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CS_2$ ,  $CH_4$ ,  $CH_3 - CH_3$ , ...



**2) POLÁRNÍ KOVALENTNÍ VAZBA**

$0,4 < \Delta X < 1,7 \Rightarrow$  vazebný elektronový pár je posunut k elektronegativnějšímu atomu  $\Rightarrow$  molekuly mají elektrický dipól ( $\delta^+$ ,  $\delta^-$ )  $\Rightarrow$  polární molekuly (sloučeniny)  
 např.:  $HCl$ ,  $LiI$ ,  $HBr$ ,  $HI$ ,  $H_2O$ ,  $NH_3$ , ...





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

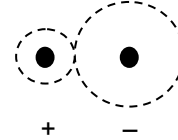
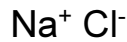


## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### 3) IONTOVÁ VAZBA

$\Delta X \geq 1,7 \Rightarrow$  vazebný elektronový pár je zcela u elektronegativnějšího atomu  $\Rightarrow$  atomy přecházejí na elektricky nabitě částice – ionty – jsou k sobě poutány přitažlivými elektrostatickými silami (extrémně polarizovaná kovalentní vazba)  $\Rightarrow$  iontové sloučeniny

např.: NaCl, NaF, KCl, KF, ...



### Úkoly:

- 1) U kterých z následujících sloučenin existuje vazba iontová?  
*KCl, H<sub>2</sub>S, LiF, CaCl<sub>2</sub>, KI, NaF, CH<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>S*

.....

- 2) Určete počty protonů a elektronů v následujících částicích.

*<sup>3</sup>Li<sup>+</sup>* .....

*<sup>6</sup>C* .....

*<sup>7</sup>N<sup>2-</sup>* .....

*<sup>12</sup>Mg<sup>2+</sup>* .....

- 3) Jaký je rozdíl mezi vazbou  $\sigma$  a vazbou  $\pi$ ?

.....

- 4) Jakým způsobem vznikne vazba  $\sigma$ ?

.....

- 5) Která z následujících molekul je polární?

*HCl, O<sub>2</sub>, HI, CHCl<sub>3</sub>, CCl<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O*

.....

- 6) Zakreslete polaritu vazeb v následujících sloučeninách.

*CF<sub>4</sub>, SnCl<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, AlBr<sub>3</sub>*

- 7) Čím se liší a v čem se shoduje elektronový obal atomu sodíku, sodného kationtu a atomu neonu?

.....

- 8) Jaký typ vazeb je v následujících sloučeninách?

*CaO, HCl, S<sub>8</sub>, Cl<sub>2</sub>, KBr, CuS, NaBr, HF*

.....

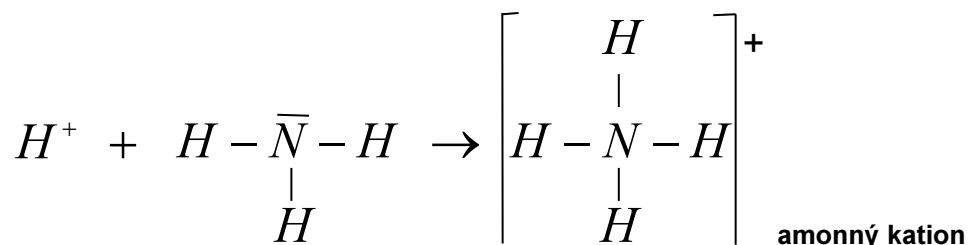
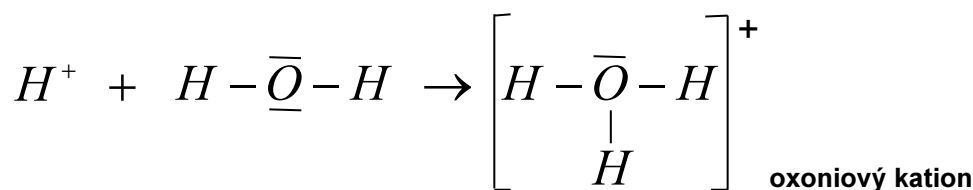
## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## KOORDINAČNÍ – DONOR-AKCEPTOROVÁ – DATIVNÍ VAZBA

- zvláštní případ polární kovalentní vazby
- u kovalentní vazby se na vytvoření vazebných elektronových párů podílejí oba atomy shodným počtem elektronů, kdežto u koordinační vazby, jeden z vazebných partnerů poskytne do vazby celý vazebný elektronový pár

**Donor (dárce)** – atom, který elektronový pár poskytuje.

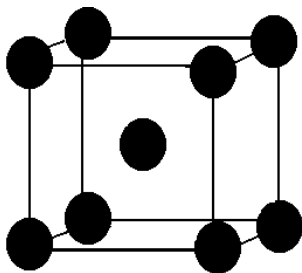
**Akceptor (příjemce)** – atom, který elektronový pár přijímá.



## KOVOVÁ VAZBA

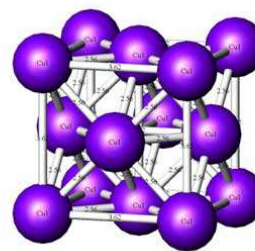
V krystalu kovu je každý vnitřní atom obklopen zpravidla 8 nebo 12 stejnými atomy, s nimiž je bezprostředně vázán.

Mřížka u kovů bývá nejčastěji prostorově nebo plošně centrovaná, jako např.:



krystalová mřížka alkalických kovů

zdroj: <http://www.chemi.muni.cz/~lobl/Projekt/Projekt.html>



krystalová mřížka mědi

zdroj: <http://www.heisserohre.eu/PAGES/TECHMIN.htm>

Atomy kovů mají:

- malý počet valenčních elektronů
  - nízkou elektronegativitu
- ⇒ nemohou vytvářet vazebné elektronové páry mezi jednotlivými dvojicemi atomů (např. atom alkalického kovu má na 8 nejbližších sousedů jen jeden valenční elektron)

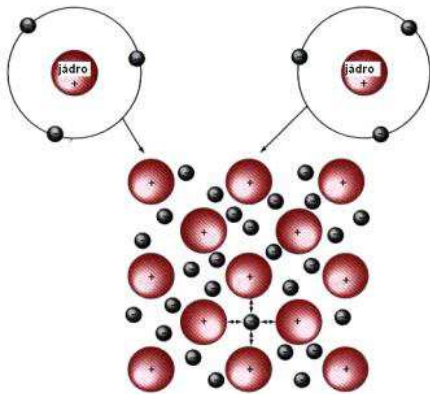
Nedostatek valenčních elektronů na vytvoření normálních kovalentních vazeb mezi atomy kovu v pevném skupenství je příčinou zvláštního charakteru kovové vazby.



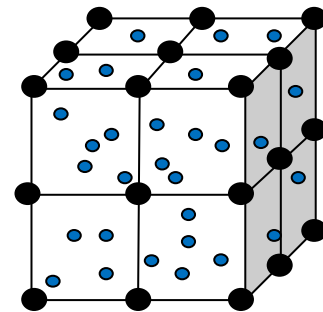
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Model kovové vazby:**

Kovy patří ke skupině látek tvořených obrovskými soubory pravidelně uspořádaných částic. Krystal kovu se skládá z kationtů rozmístěných v pravidelné prostorové mřížce. Kationty jsou ve svých polohách udržovány nábojem volně pohyblivých valenčních elektronů  $\Rightarrow$  **elektronový plyn**. Žádný z valenčních elektronů nepřísluší v krystalu kovu konkrétním atomům, ale všem atomům současně  $\Rightarrow$  valenční elektrony jsou extrémně delokalizovány.



zdroj: <http://www.ped.muni.cz/wphy/fyzvla/>



- mřížka kationtů kovu
- volné elektrony (elektronový plyn)

**Úkoly:**

- 1) Určete druhy vazeb, které jsou v následujících molekulách:  
 $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $NH_4^+$ ,  $H_2O$ ,  $C_2H_4$

.....

- 2) Může vzniknout chemická vazba mezi kationty  $H^+$ ?

.....

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**SLABÉ VAZEBNÉ INTERAKCE**

síly působící mezi molekulami (mezimolekulové síly)  
jsou podstatně slabší než chemické vazby mezi atomy a ovlivňují fyzikální vlastnosti látek

**van der Waalsovy síly**

zdroj: <http://archiwum.wiz.pl/1997/97032000.asp>

**van der Waalsovy síly** působí mezi jednotlivými vrstvami; ve vrstvách jsou C-atomy poutány silnými kovalentními vazbami; proto se grafit loupe po vrstvách

Podstatou van der Waalsových sil je vzájemné působení molekulových dipólů, jejichž záporné a kladné konce se vzájemně přitahují a stejně nabitě konce se odpuzují.

**vodíkový můstek (hydrogen bond)**  
podmínky:

- 1) existence volných elektronových párů na některém z atomů vázaných vodíkovou vazbou
- 2) přítomnost atomu H vázaného s atomem o vysoké elektronegativitě

zdroj: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ed/Wasserstoffbr%C3%BCckenbindungen-Wasser.svg>

**vodíková vazba** ve vodě (černé přerušované čáry). Běžové čáry: kovalentní vazby mezi atomy kyslíku (červeně) a vodíku (bíle).

$$A - H + \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{|}}B \rightarrow A - H \cdots \bar{B}$$

atom s vysokou X                      částice s volným elektronovým párem

Látky s vodíkovými vazbami vytváří shluky částic; jsou důležité pro prostorové uspořádání molekul látek v živých organismech – stálost uspořádání bílkovin a nukleových kyselin. Způsobují, že voda je kapalinou, i když jiné látky s podobnou strukturou a molární hmotností jsou plyny.

**Úkoly:**

- 1) U kterých z následujících látek lze očekávat tvorbu vodíkových vazeb:  
*ethanol, methan, amoniak*

.....



evropský  
sociální  
fond v ČR



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## VLIV CHEMICKÉ VAZBY NA VLASTNOSTI LÁTEK

KOVALENTNÍ VAZBA (nepolární a slabě polární vazba)

- látky nejčastěji složeny z molekul ( $\text{Cl}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CCl}_4$ , ...)
- za NP plyny nebo kapaliny (způsobeno slabými přitažlivými silami mezi jednotlivými molekulami)
- teploty tání a teploty varu zpravidla nízké ( $t_f(\text{led}) = 0\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_v(\text{voda}) = 100\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_v(\text{CH}_4) = -161\text{ }^\circ\text{C}$ )
- pokud existují v pevném skupenství (diamant, grafit, křemen), pak jsou jejich teploty tání vysoké ( $t_f(\text{grafit}) = 3\,540\text{ }^\circ\text{C}$ ; způsobeno značnými přitažlivými silami mezi vázanými atomy)
- ve vodě málo rozpustné nebo nerozpustné; dobře rozpustné v organických rozpouštědlech a nepolárních rozpouštědlech
- elektricky nevodivé (i jejich roztoky a taveniny)

IONTOVÁ VAZBA (a polární vazba)

- $\text{NaCl}$ ,  $\text{KF}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , ... za NP zpravidla pevné látky (důsledek přitažlivých sil mezi kationty a anionty)
- vysoké teploty tání a varu (stovky až tisíce  $^\circ\text{C}$ )
- dobře rozpustné ve vodě; nerozpustné v organických rozpouštědlech a nepolárních rozpouštědlech
- taveniny i vodné roztoky vedou elektrický proud (jednotlivé ionty jsou v tavenině i vodném roztoku volně pohyblivé; uvolněné ionty jsou obklopeny molekulami vody = hydratace iontů)

KOVOVÁ VAZBA

- za NP pevné látky (důsledek přitažlivých sil mezi atomy)
- teploty tání a varu vysoké ( $t_f(\text{W}) = 3\,380\text{ }^\circ\text{C}$ ;  $t_v(\text{W}) = 6\,000\text{ }^\circ\text{C}$ )
- vedou elektrický proud i teplo (způsobeno volnými elektrony kovové vazby), vysoký lesk, tažné, kujné (při změně tvaru mechanickým způsobem sice nastane posun atomů kovu, ale tyto atomy jsou i nadále spolu vázány), vytváří slitiny (atomy kovu mohou být snadno zastoupeny přibližně stejně velkými atomy kovu jiného, přičemž se vazba mezi atomy neporušuje) apod.

### Úkoly:

1) Z chemických látek  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{Ag}$  vyberte ty, které:

- jsou elektricky nevodivé
  - vedou elektrický proud v pevném skupenství
  - vedou elektrický proud, jsou-li roztaveny nebo ve vodném roztoku
- .....

2) Jaký typ chemické vazby lze předpokládat u látek, které:

- mají nízkou teplotu tání i varu, jsou nerozpustné ve vodě a nevedou elektrický proud
  - jsou kujné, tažné, vedou v pevném stavu elektrický proud a jsou nerozpustné ve vodě
  - jsou křehké, rozpustné ve vodě, jejich taveniny a vodné roztoky vedou elektrický proud
- .....
- .....



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Použitá literatura a internetové zdroje:

- J. Blažek, J. Fabini: Chemie pro studijní obory SOŠ a SOU nechemického zaměření, SPN 2005  
M. Benešová, H. Satrapová: Odmaturuj z chemie, Didaktis 2002  
J. Banýr, P. Beneš a kol.: Chemie pro střední školy, SPN 2001  
J. Vlček: Základy středoškolské chemie, J. Vlček 2003  
V. Pumper, M. Adamec, P. Beneš, V. Scheuerová: Základy přírodovědného vzdělávání pro SOŠ a SOU – CHEMIE, Fortuna 2010  
V. Flemer, B. Dušek: Chemie (obecná a anorganická) I pro gymnázia, SPN 2001  
J. Mach, I. Plucková, J. Šibor: Chemie – úvod do obecné a anorganické chemie – učebnice, Nová škola 2010  
J. Mach, I. Plucková: Chemie – úvod do obecné a anorganické chemie – pracovní sešit, Nová škola 2010  
J. Škoda, P. Doulík: Chemie 8 – učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia, Fraus 2006  
J. Pánek, P. Doulík, J. Škoda: Chemie 8 – pracovní sešit pro základní školy a víceletá gymnázia, Fraus 2006  
P. Doulík, J. Škoda, B. Jodas, E. Bieliková, J. Kolková: Chemie 8 – příručka učitele pro základní školy a víceletá gymnázia, Fraus 2006  
J. Vacík a kol.: Přehled středoškolské chemie, SPN 1990  
Výukové materiály a úlohy a cvičení jsou autorsky vytvořeny pro učební materiál.  
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons>  
<http://kekule.science.upjs.sk/chemia>  
<http://www.chemi.muni.cz/~lobl/Projekt/Projekt.html>  
<http://www.ped.muni.cz/wphy/fyzvla/>  
<http://www.heisserohre.eu/PAGES/TECHMIN.htm>  
<http://archiwum.wiz.pl/1997/97032000.asp>