MO č.2 – Milan Haminger – BiGy Brno

# **VODÍK**, **KYSLÍK**, **PEROXIDY**, **ROZTOKY**, **VODA**

##### VODÍK .

1. **OBECNÁ CHARAKTERISTIKA VODÍKU**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Název | | Chemická značka | Protonové číslo … Z | Elektronová konfigurace | Elektronegativita | Teplota (°C) | | Oxidační číslo | |
| český | latinský | tání | varu | kladné | záporné |
| Vodík | Hydrogenium | H | 1 | **1s1** | **2,2** | −259,2 | −252,6 | I | −I |

* první člen periodické soustavy prvků -- jeho atomy mají nejjednodušší elektronovou konfiguraci (**1s1** )
* tvoří tři izotopy: **lehký vodík** = *protium* … **** jediný atom **bez neutronu**

liší se

počtem

neutronů v

jádře

**těžký vodík** = *deuterium (D)* … ** 0,01%** přírodního vodíku – **stabilní** izotop

**radioaktivní vodík** = *tritium (T)* … **** v přírodě se nevyskytuje, **radioaktivní**

* přepravuje se v ocelových tlakových lahvích s červeným pruhem

1. **VÝSKYT VODÍKU**
2. **VOLNÝ** (ten vodík co není vázaný ve sloučeninách)

- v podobě ***dvouatomové molekuly*** … ***H2*** (atomy jsou spolu vázány jednoduchou nepolární kovalentní vazbou)

* v atmosféře - vzácný (protože uniká do vesmíru)
* ve vesmíru (palivo hvězd, ve sluneční atmosféře, termonukleární syntézou z něj vznikají těžší prvky …)

- hojný - *nejrozšířenější prvek ve vesmíru*

* v sopečných plynech a zemním plynu - velmi vzácný

- ***atomární*** … ***H*** *je nestabilní, silně reaktivní na rozdíl od molekulového,*

*vzniká jen při chem.rci :*

*př: Zn + 2HCl ----- ZnCl2 +* ***2H****,* ***atomární vodík***  *ihned tvoří molekuly* ***H2***

*- říkáme mu vodík ve stavu zrodu –* ***nascentní*** *vodík, využití* ***k silným redukcím*** *v org. chemii*

*- jeho životnost je pouze 0,3 s*

1. **VÁZANÝ ve sloučeninách**

- ***anorganické sloučeniny*** (voda, peroxid vodíku, **kyseliny**, hydroxidy, kyselé soli, …)

***9****. nejrozšířenější prvek v zemské kůře*

- ***organické sloučeniny*** (uhlovodíky a jejich deriváty, …) - *biogenní prvek- makroelement C, O,* ***H****, N*

*( v lidském těle je* ***H*** ***3****. nejrozšířenějším prvkem )*

1. **VLASTNOSTI VODÍKU**

* podle elektronové konfigurace patří mezi **s-prvky**, ale svými vlastnostmi se od nich značně liší - neřadí se mezi kovy **!**
* umět odlišnosti vodíku od ostatních prvků I.A skupiny tzn. vysoká ionizační energie, tvoří aniony **H-**, typický nekov, poměrně vysoká elektronegativita (2,2), tvoří molekuly **H2**, připomíná halogeny- chybí mu do stabilní konfigurace jeden elektron
* **bezbarvý plyn bez chuti a bez zápachu- ve vodě nepatrně rozpustný, nejmenší hustota ze všech plynů - 14x lehčí než vzduch, obtížně zkapalnitelný,** svými vlastnostmi se ze všech plynů nejvíce blíží ideálnímu plynu
* za běžných podmínek je **– atomární vodík velmi nestálý** - snaha slučovat se (vytvářet chemickou vazbu) za účelem získání stabilnější elektronové konfigurace = elektronové konfigurace nejbližšího vyššího vzácného plynu (*helium – 1s2* ) - té dosáhne:
  1. *vytvořením nepolární nebo polární* ***kovalentní vazby*** *- tedy sdílením dalšího e- s jiným vazebným partnerem* ( např. H2, HCl, CH4 ..)
  2. *odštěpením elektronu* - vznik ***kationtu H+*** (proton), který jeznačně nestálý - ihned se váže na molekulu obsahující volný elektronový pár, a to ***koordinačně kovalentní vazbou***

H+ + H2O→ H3O+

oxoniový kationt

H+ + NH3 → NH4+ amonný kationt

Při tvorbě **kovalentních** vazeb je atom **H** ve vzniklých molekulách vždy – **JEDNOVAZNÝ !**

tzn. počet vazebných el. párů, které atom **H** sdílí s jinými atomy je **jeden –** vychází z něj **jedna jednoduchá vazba**

3\*) *přijetím elektronu od atomu s****nízkou*** *elektronegativitou* - *vznik* ***hydridového aniontu H–*** (např. NaH)

H2 + 2Na→ 2NaH *vazba mezi* ***H–*** *a*  ***Na+  je už iontová !***

hydrid sodný

* **reaguje téměř se všemi prvky**  (výjimku tvoří vzácné plyny a některé přechodné prvky)
* molekula vodíku však není příliš reaktivní (rovnoměrné rozdělení vazebného el.páru) - pro reakci musí být splněny určité podmínky, aby se molekuly H2 mohly rozštěpit na atomy, které jsou mnohem reaktivnější
  + 1. **vyšší teplota**
    2. **spuštění reakce jiskrou, plamenem nebo ozářením**
    3. **přítomnost katalyzátorů**
* **redukční účinky vodíku**  ( **vždy** s výjimkou reakce s *alkalickým kovem*, kde jsou účinky vodíku oxidační !!!!)

200°C

CuO(s) + H2(g) Cu(s) + H2O(g) hydrogenace - rce s vodíkem – redukce vodíkem !!!!

* znát Haber-Bosch syntézu **NH3**( katalyzátor Fe) - urči co se zde oxiduje/co se redukuje

- co je zde oxidační činidlo/co je redukční činidlo ?

* za vhodných podmínek tvoří vodík s kyslíkem **velmi výbušnou směs** (*třaskavý plyn*)

jiskra

O2(g) + 2H2(g) 2H2O(g) + velké množství **energie**

Co je oxidačním činidlem v této důležité reakci ?

**Zajímavosti** :

v roce **1937** byla požárem zničena německá vzducholoď **Hindenburg** letící na vodík při přistání na letišti v New Jersey v USA. Tahle katastrofa ukončila využití vodíku ve vzducholodích pro komerční účely a prakticky ukončila využívání vzducholodí pro dopravu lidí. Jednalo se o největší létající stroj všech dob.

Vzducholoď měřila 245 m na délku a v průměru měla 41 m. Na místě **zemřelo 36 lidí**.

Okolnosti katastrofy jsou dodnes zahaleny tajemstvím, zřejmě nehoda.

* na vzduchu **hoří** vodík **namodralým plamenem** za vzniku vodní páry, důkaz vodíku - štěkáním

Váže-li se vodík s atomem o velké elektronegativitě ( O ,F, N,) mohou vznikat mezi sousedními molekulami zvláštní „chemické vazby“, nazývané - **vodíková vazba** nebo také **vodíkový můstek**. Znázorňujeme ji **…….**

Vodíková vazba patří mezi **slabé nevazebné interakce** s velkým vlivem na chem. i fyz. vlastnosti látek. (ovlivnění t.v, rozpustnosti, struktura NK, proteinů.. )

Vazebná energie vodíkových můstků je asi 10 x menší než u kovalentní vazby.

Mimořádně silná je **vodíková vazba s atomy kyslíku**, což vysvětluje **anomální** fyzikální **vlastnosti vody** (vysoký bod varu a tání, vysoké povrchové napětí, nejvyšší hustota při teplotě 4°C, struktura ledu, rozpustnost iontových a polárních látek ve vodě .. atd.)

Podobně jsou silnými vodíkovými můstky ovlivněny vlastnosti **HF, NH3**. Kvůli vysoké elektronegativitě **F, N**

Zajímavou vlastností vodíku je také jeho schopnost **„rozpouštět“ se v některých kovech**, např. v **palladiu** nebo **platině**, které poté fungují jako katalyzátory reakcí. Je to způsobeno tím, že má vodík velmi malé molekuly, které jsou schopny procházet různými materiály.

V roce 1783 pojmenoval [**Antoine Lavoisier**](https://cs.wikipedia.org/wiki/Antoine_Lavoisier) tento prvek „**hydrogen**“ podle řeckých slov ὕδωρ (*hýdōr*, „voda“) a γεννάω (*gennáo*, „tvořím“). Lavoisier syntetizoval vodu hořením vodíku v proudu kyslíku a jeho výsledky potvrdily, že **voda není element-prvek**, což se po 2000 let považovalo za zřejmé, nýbrž sloučenina těchto dvou prvků. Český název pro vodík pochází od [**Jana Svatopluka Presla**](https://cs.wikipedia.org/wiki/Jan_Svatopluk_Presl)**.** Vodík je jeden z deseti tzv. archaických názvů prvků, které se v češtině používají dodnes, ostatní názvy se neujaly.

1. **PŘÍPRAVA** & **VÝROBA VODÍKU**
   * 1. **PŘÍPRAVA** (získáme malé množství - laboratorní účely)
        + ***elektrolýza vody***(přesněji – elektrolýza okyselené vody)

* vodík se vylučuje na katodě, je velmi čistý

el. proud: 2 H2O → H3O+ + OH–

anoda (+): 4 OH– → O2 + 2 H2O + 4 e– zjednodušeně na anodě oxidace a vzniká O2

**katoda** (–): 4 H3O+ + 4 e– → 2 H2O + 2 **H2 na katodě redukce a vzniká H2**

* + - * ***reakce neušlechtilých*** *(silně elektropozitivních)* ***kovů s vodou***

2Na + 2H2O→ 2NaOH + **H2**

* + - * ***reakce neušlechtilých kovů s vodnými roztoky silných kyselin a hydroxidů***

Zn + 2HCl→ ZnCl2 + **H2**

- *vytěsňování vodíku neušlechtilým kovem z kyseliny -* ***Kippův přístroj***

* + - * ***rozklad iontových hydridů vodou***

CaH2 + 2H2O→ Ca(OH)2 + 2**H2 + ( umět rci: NaH + H2O --- NaOH + H2 )**

* + 1. **VÝROBA** (získáme velké množství - průmysl)
       - ***rozklad nasycených uhlovodíků*** *získaných z ropy a zemního plynu*

- **termické štěpení metanu**

1200 °C

CH4(g) C(s) + 2**H2**(g)

* + - * ***reakce metanu s  vodní párou***

800 °C

CH4(g)+ H2O(g) CO(g) + 3**H2**(g)

* + - * ***reakce vodní páry s rozžhaveným koksem***

1000 °C

C(s)+ H2O(g)CO(g) + **H2**(g)vod.plyn, těžko se od sebe oddělují - zavádí se do vody

500 °C

Fe2O3 (Cr2O3)

CO(g) + **H2**(g) + H2O(g) CO2(g) + 2**H2**(g)

*koks+pára*

směs se pustí do studené vody - CO2 se zachytí (sifon), **H2**uniká

* + - * **termický rozklad amoniaku**

2 NH3 → 3 **H2** + N2

* + - * **elektrolýza vodného roztoku chloridu sodného** (vystupuje zde jako *vedlejší produkt*)

1. **SLOUČENINY VODÍKU**

* tvoří nejvíce sloučenin ze všech prvků

- ***anorganické sloučeniny*** (hydridy, kyseliny, hydroxidy, soli, …)

- ***organické sloučeniny*** (uhlovodíky a jejich deriváty, přírodní látky-sacharidy, lipidy, bílkoviny, NK, …)

*- oxidační číslo* vodíku ve **většině** sloučenin: **+I**

* ***iontové hydridy***

**–I**

☝

* ***některé kovalentní hydridy***
* ***kovové hydridy***
* ***hydridové komplexy***

##### HYDRIDY

* binární (dvouprvkové) sloučeniny vodíku s jiným prvkem
* jejich vlastnosti určuje typ vazby mezi vodíkem a druhým prvkem
  + 1. **Iontové** (solné) **hydridy**
* sloučeniny vodíku s **alkalickými kovy s1** a **kovy alkalických zemin s2** (mimo Fr a Ra)
* oxidační číslo vodíku: **–I obsahuji hydridový aniont H-**
* obecné vzorce: XH–I (např. NaH … *hydrid sodný*)

**!!!** *pozn.:* obecně platí, že prvek **napravo** má **záporné** oxidační číslo

XH2–I (např. CaH2 … *hydrid vápenatý*)

* pevné látky s vysokou teplotou tání
* při elektrolýze jejich tavenin se na anodě vylučuje vodík
* mimořádně **silná redukční činidla**
* reakce s vodou: NaH + H2O → NaOH + H2
* vznik – syntéza z prvků (oxidace sodíku vodíkem): H2 + 2 Na → 2 NaH
  + 1. **Kovalentní hydridy**

1. *polymerní* - sloučeniny vodíku s **prvky 13. skupiny** + **Be**, **Mg**, **Zn**, **Cd**
2. *molekulové* - sloučeniny vodíku s **prvky 14.**, **15.**, **16.** a **17. skupiny**

- tedy kromě vzácných plynů veškeré **p-prvky** + Be, Mg, Zn, Cd

* obecné vzorce: XH3–I

názvosloví*:* ***latinský název prvku*** *+ koncovka –****an***

např. AlH3 … *alan*; BH3 ..*bora*n, B2H6 … *diboran*

SiH4 … *silan*; Si₂H₆ ...*disilan* **!!!** CH4 … *methan*

NH3 ….*čpavek=amoniak=azan*, PH3 … *fosfan*

H2S … *sulfan=sirovodík*;**!!!** H2O …*voda,* H2Se *.. selan,* H2Te *…telan*

XH4–I

XH3–I

H2IX

HIX triviální názvy: fluorovodík, chlorovodík, bromovodík, jodovodík

HF HCl HBr HI

* vesměs plynné, těkavé látky (kromě vody - extrémně vysoká t.v - vod.můstky!)
* se slabě polární či nepolární kovalentní vazbou – nereagují s vodou
* se silně polární kovalentní vazbou – reagují s vodou za uvolnění protonu - vznik oxoniového kationtu (např. HCl + H2O→ H3O+ + Cl–)
  + 1. **Kovové hydridy** (intersticiální) – jen pro zajímavost
* sloučeniny vodíku s některými **přechodnými** **kovy** + lanthanoidy a aktinoidy
* vznikají pohlcením vodíku do krystalové mřížky kovu
* kovový vzhled
* elektricky vodivé, nebo polovodivé
* používají se při *katalytické hydrogenaci*
  + 1. **Hydridové komplexy**
* **nebinární** sloučeniny **vodíkového aniontu H– s ionty kovů** vázané *koordinačně kovalentní* vazbou

*pozn:* vodík v komplexních sloučeninách je vlastně ligand s názvem **hydrido**

* např. Na[BH4] … *tetrahydridoboritan sodný*

Li[AlH4] … *tetrahydridohlinitan litný*

* poměrně stálé
* v organické syntéze slouží jako významná **redukční činidla**
* některé mají **katalytické účinky**

1. **VYUŽITÍ VODÍKU**

* významné **redukční činidlo v metalurgii**

získávání těžko vyredukovatelných kovů - Mo, W.. – **využití redukčních účinků vodíku**

- sváření, tavení a řezání kovů (spolu s O2 – **autogenní svařování** teplota plamene je kolem 2500°C )

* chemický průmysl: ***syntéza amoniaku***, HCl, H2S (z jednotlivých prvků )

***organické syntézy***

-*výroba methanolu*

400°C, 30 Mpa

ZnO, Cr2O3

CO(g) + 2H2(g) CH3OH(g)

- ***hydrogenace***(např. ztužování rostlinných tuků - vznikají **margaríny**)

adice vodíku – připojení atomů H na uhlíky dvojné vazby

H2 + H2C=CH2 → H3C-CH3

* **vodík jako zdroj energie** představuje pravděpodobně **budoucnost energetiky i dopravy**

Při spalování vodíku **vzniká** vedle značného energetického zisku – vodík je vysoce výhřevné palivo - pouze ekologicky naprosto **nezávadná voda – žádné znečištění ovzduší** !

**Automobilové motory** na bázi spalování plynného vodíku jsou v současné době předmětem intenzivního výzkumu předních světových výrobců motorů.

* Vodík je hlavní **složka svítiplynu –** svítiplynje tvořen směsí [vodíku](https://cs.wikipedia.org/wiki/Vod%C3%ADk), [oxidu uhelnatého](https://cs.wikipedia.org/wiki/Oxid_uhelnat%C3%BD), [methanu](https://cs.wikipedia.org/wiki/Methan), a dalších [plynů](https://cs.wikipedia.org/wiki/Plyn).

Byl používán v 19. a 20. století především ke svícení, ale i k výrobě tepla. V polovině [20. století](https://cs.wikipedia.org/wiki/20._stolet%C3%AD) byl nahrazen levnějším a nejedovatým [zemním plynem](https://cs.wikipedia.org/wiki/Zemn%C3%AD_plyn), kvůli častým otravám CO.

Skládá se z: **50% vodíku**; 25% metanu; **10% oxidu uhelnatého**; 5% etylenu; a dalších plynů a příměsí.

* pro výhodný poměr chemická energie/hmotnost je vodík používán jako **raketové palivo**
* **náplň** [meteorologických](https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Meteorologick%C3%BD_balon&action=edit&redlink=1) a [pouťových **balónků**](https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Pou%C5%A5ov%C3%BD_bal%C3%B3nek&action=edit&redlink=1)
* Perspektivně jsou izotopy vodíku pokládány za **hlavní energetický zdroj při využití řízené** [**termonukleární fúze**](https://cs.wikipedia.org/wiki/Termonukle%C3%A1rn%C3%AD_f%C3%BAze), kdy lze slučováním lehkých atomových jader dosáhnout významného energetického zisku. Jaderná fúze však zůstává ve stádiu experimentálních prototypů a jejich zavedení do praxe lze očekávat v horizontu několika desítek let.

- Praktické využití jaderné fúze se doposud uskutečnilo pouze při výrobě **[termonukleární- vodíkové](https://cs.wikipedia.org/wiki/Termonukle%C3%A1rn%C3%AD_zbra%C5%88" \o "Termonukleární zbraň)**

**[bomby](https://cs.wikipedia.org/wiki/Termonukle%C3%A1rn%C3%AD_zbra%C5%88" \o "Termonukleární zbraň)**.

**Princip** vodíkové (neboli termonukleární) bomby **je založen na slučování jader izotopů vodíku**. Funguje tak, že klasický atomový výbuch vytvoří počáteční teplotu několika milionů stupňů Celsia, která rozběhne jadernou fúzi. Klasická atomová bomba je na rozdíl od vodíkové bomby založena na principu štěpení jader atomů.

Vodíková bomba patří k nejničivějším zbraním, jaké kdy spatřily světlo světa. K jejímu vzniku rozhodujícím způsobem přispěl americký vědec **Edward Teller**. Řada lidí jej dodnes považuje za génia, který dal svůj talent do služeb zla.

První praktický pokus proběhl 1. listopadu **1952** na pacifickém atolu Enewetak. Energie uvolněná při výbuchu se rovnala explozi téměř **deseti a půl milionu tun trinitrotoluenu (TNT).** Pro srovnání: první atomová bomba, která byla svržena na japonskou Hirošimu, měla účinek „jen“ 13 tisíc tun TNT.

##### KYSLÍK .

1. **OBECNÁ CHARAKTERISTIKA KYSLÍKU**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Název | | Chemická značka | Protonové číslo … Z | Elektronová konfigurace | Elektronegativita | Teplota (°C) | | Oxidační číslo | |
| český | latinský | tání | varu | kladné | záporné |
| Kyslík | Oxygenium | O | 8 | [2He] **2s22p4** | **3,5** | −218,8 | −182,0 | II | −I, **–II** |

* první člen **VI. A** skupiny(chalkogeny) – 16 skupiny( ve 2.periodě) PSP, avšak některými svými vlastnostmi se od ostatních chalkogenů odlišuje - vysoká elektronegativita, reaktivnost, plyn
* **nejrozšířenější prvek na Zemi** – asi 50% hmotnostních v zemské kůře (**O**,Si,Al, Fe..)
* tvoří **3** izotopy: **16O**

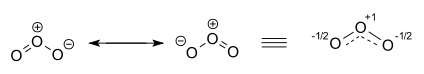
**17O**

**18O**

* přepravuje se v ocelových tlakových lahvích s **modrým** pruhem
* kapalný a tuhý O2 má namodralou barvu

- dvě alotropické modifikace **O2** a **O3**

**OZON = O**3



1. **VÝSKYT KYSLÍKU**
   1. **VOLNÝ** (nevázaný ve sloučeninách)

- v podobě ***dvouatomové molekuly*** … ***O2******dikyslík***(atomy jsou spolu vázány dvojnou kovalentní vazbou)

**o=o** na každém atomu kyslíku jsou přítomny 2 nevazebné(volné) elektronové páry

* v atmosféře - 21% objem%

- v podobě ***tříatomové molekuly*** … ***O3***- ***OZON***

* vzniká ve vyšších vrstvách atmosféry a to tak, že se rozštěpí dvouatomové molekuly kyslíku na jednotlivé atomy, a ty se pak sloučí s molekulami O2

**O2 + O ⮀ O3**

* nutno dodat energii - blesk, UV záření ..
* ve výšce kolem **25** km nad zemským povrchem vytváří ozon ***ozónovou vrstvu*** - ta hraje mimořádně významnou roli pro pozemský život, neboť **chrání planetu před škodlivým ultrafialovým zářením**
* **ozon** absorbuje-pohlcuje ultrafialové záření lépe než běžný kyslík, což má za následek oslabení přicházejícího UV záření na povrch Země. Kdyby zmíněné UV paprsky prošly na zemský povrch bez ztráty energie v ozonové vrstvě, byly by mimořádně nebezpečné pro pozemské organismy - vznik různých typů [rakovinných](https://cs.wikipedia.org/wiki/Rakovina) [nádorů](https://cs.wikipedia.org/wiki/Rakovina) kůže a poškození zraku. Došlo by ke znemožnění fotosyntézy. A bez rostlin by se **zhroutil potravní řetězec**.
* **O3** nestálý plyn - snadno se rozkládá za uvolnění atomárního kyslíku
* **silné oxidační účinky**
* usmrcuje mikroorganismy; jeho vdechnutí je jedovaté (*nervový jed*)
* **sterilizace, dezinfekce** např. vody - ničí choroboplodné zárodky, ozon má i **bělící účinky**
* v důsledku lidské činnosti **!!** se do atmosféry uvolňují **chemické látky obsahující atomy halogenů - chloru, fluoru** a **bromu**.

- uvolněný radikál chloru Cl. z freonu působením UV záření začne řetězově rozkládat nestabilní

molekulu ozonu **O3**, jeden radikál chloru dokáže tímto způsobem zničit až 100 000 molekul

**O3 -** což vede ke stálému ztenčování ozónové vrstvy, popř. **vzniku ozonových děr**

- díky mezinárodním opatřením( Montreal 1986) se očekává, že se ozonová vrstva **do roku 2050 obnoví**

na úroveň před rokem 1980 ve středních zeměpisných šířkách a do roku **2065 v polárních oblastech**.

- ***atomární*** … *O* - vysoce reaktivní ( je to vlastně biradikál .O.)

* vzniká jen při chemických reakcích (kyslík ve stavu zrodu) - za běžných podmínek se nevyskytuje
  1. **VÁZANÝ ve sloučeninách**

- ***anorganické sloučeniny*** (voda, peroxid vodíku, kyseliny, minerály, horniny, oxosoli …)

- ***organické sloučeniny***  - biogenní prvek CH**O**N - nezbytný pro dýchání - aerobní organismy

- nejrozšířenější prvek v lidském těle – 62,4% včetně vody

- uhlovodíky a jejich deriváty

1. **VLASTNOSTI O2**

* **typický nekov**; **za normálních okolností bezbarvý plyn bez chuti** a **bez zápachu**;
* **kyslík sám o sobě není hořlavý**, ale **podporuje hoření** !!
* je obtížně zkapalnitelný, **druhý nejelektronegativnější prvek** (3,5), těžší než vzduch
* za běžných podmínek atomární **O** **nestálý** - snaha slučovat se za účelem získání stabilnější elektronové konfigurace = elektronové konfigurace nejbližšího vyššího vzácného plynu (*neon – 2s2 2p6*) - té dosáhne:
  1. *přijetím dvou elektronů* - vznik ***oxidového aniontu* O2–** (např. CaO) ***iontová vazba***
  2. *vytvořením dvou jednoduchých nebo jedné dvojné* ***kovalentní vazby***(např. H2O, O2, CO2)

*zde je vždy* ***dvouvazný*** *!*

* 1. *přijetím jednoho elektronu* (stane se součástí např. aniontu OH–) *a vytvořením jednoduché vazby* (např. OH– v NaOH)

- ve většině sloučenin je **dvouvazný**, v OH- jednovazný, v H3O+  je trojvazný( jedna vazba je zde dativní ) !

* **reaguje téměř se všemi prvky** (kromě vzácných plyny)
* jedno z **nejsilnějších oxidačních činidel (** po **F nejlepší oxid.činidlo)** = velká schopnost odebírat jiným látkám elektrony – tzn. snadno se redukuje a tím způsobuje oxidaci jiných látek
* mírně **rozpustný ve vodě** - umožňuje život vodních živočichů ve vodě( s rostoucí T, **klesá** ale jeho rozpustnost ve vodě – úhyn ryb při ↑T v parných dnech léta) !!
* vzduch je řidší, pokud se pohybujeme ve vyšších vrstvách atmosféry. To znamená, že **ve vyšších vrstvách atmosféry není dostatek kyslíku**, abychom mohli pohodlně dýchat, proto například horolezci používají **kyslíkové bomby**, když zdolávají vysoké hory.

**Hypoxie** - je obecně nedostatek kyslíku pro tělesný metabolizmus. Hypoxie je způsobena špatnou funkcí některého článku dopravy kyslíku k buňkám organismu. Mezi příznaky hypoxie patří dýchací potíže, zmatenost, únava až ztráta vědomí.

Dalším příznakem je **cyanóza** (modravé zbarvení kůže jako důsledek vzestupu hladiny odkysličeného [hemoglobinu](https://www.wikiskripta.eu/w/Hemoglobin) (deoxy Hb), okysličený hemoglobin (oxy Hb) je jasně červený, zatímco deoxy Hb je tmavě modrý nebo nachový. **Periferní cyanóza** je modravé zbarvení kůže, ale nikoli sliznic a jazyka. Díky pomalému tranzitu erytrocytů kapilárou dochází k vyšší extrakci kyslíku z hemoglobinu v tkáních, a proto se zvyšuje hladina deoxy Hb na žilní straně kapilární sítě. Může být způsobena chladem, nízkým srdečním výdejem.

**Cyanózu** může způsobit i zvýšená koncentrace methemoglobinu( Hb s Fe3+ ) v krvi.

Déle trvající působení vyšší nadmořské výšky se projevuje **zvýšením tvorby hemoglobinu** a červených krvinek (po týdnu ve výšce 2300 m n.m. o 4 - 10 %) a ve změnách buněčných funkcí (hypoxie stimuluje tvorbu myoglobinu, který podporuje transport kyslíku do svalů a slouží jako jeho rezerva - po aklimatizaci se zvyšuje až o 16 %). **Vysokohorský trénink sportovců** tak může **pozitivně ovlivnit výkonnost** sportovců při respektování určitých faktorů.

Vyšší nadmořská **snižuje aerobní schopnosti člověka** a ve svém důsledku i pracovní kapacitu a dispozice ke sportovnímu výkonu (od 5000 m n. m. je pokles aerobní kapacity o 50 %, od 4 000 m n.m. o 20 - 25 %, od 3 000 m n.m o 12 - 15 % a od 2 300 m n.m. asi o 5 %).

* kyslík je příčinou *oxidačních procesů*
* ***OXIDACE*** = reakce látek s kyslíkem

všechny tyto procesy vážou velké množství vzdušného kyslíku - doplňuje se činností zelených rostlin = ***fotosyntéza***

* za běžných teplot: probíhá pomalu (např. dýchání, rezavění Fe, …)

uvolňuje se při ní teplo

* za vyšších teplot: probíhá rychle (např. průmyslové výroby, spalování fosilních surovin …)

teplo se uvolňuje značně - reakce *výrazně exotermická*

* ***HOŘENÍ*** = prudká reakce látek s kyslíkem doprovázena světelným a tepelným efektem

***Jedná se o oxidačně-redukční děj – REDOXNÍ DĚJ***

* za vhodných podmínek **tvoří kyslík s vodíkem výbušnou směs** (*třaskavý plyn*)

viz katastrofa 1937 - vzducholoď Hindenburg

jiskra

O2(g) + 2H2(g) 2H2O(g) + velké množství energie

1. **PŘÍPRAVA** & **VÝROBA KYSLÍKU**
   * 1. **PŘÍPRAVA** (získáme malé množství - laboratorní účely)

***. katalytický rozklad*** 2**H2O2***(**burelem MnO2, světlem,Ag, krví)* ***→*** 2 **H2O + O2**umět !

* + - * ***tepelný rozklad kyslíkatých látek*** -látek snadno uvolňujících kyslík(např. PbO2, KMnO4, KClO3, …)

t

2KClO3  3O2 + 2KCl umět !

chlorečnan draselný

* + - * ***elektrolýza vody ( náročná na spotřebu energie )***

2H2O → 2H2 + O2 umět !

* + 1. **VÝROBA** (získáme velké množství - průmysl)
       - **frakční destilace kapalného vzduchu**
* vzduch se stlačí a ochladí na –200 °C
* na základě rozdílných teplot varu se ze směsi postupně oddělují látky zastoupené ve vzduchu
* produkty **frakční destilace vzduchu**: kyslík, **dusík**( dusík má nižší T.v-dříve se odpaří), **argon** + ostatní vzácné plyny ( + CO2 – **0,04%** a další minoritní složky vzduchu )

1. **SLOUČENINY KYSLÍKU**

* kyslík se s většinou prvků slučuje přímo za normální nebo zvýšené teploty
* *oxidační číslo* kyslíku ve většině sloučenin: **–II**
* ***difluorid kyslíku*** (OF2)…**+II, *difluorid dikyslíku*** *O2F2* **….. + I**

☝

* ***peroxidy*** … **–I** *( H2O2 , CaO2 , NaO2 … ) !!*
* ***hyperoxidy-superoxidy*** … **–½** *KO2*

##### Oxidy

* binární (dvouprvkové) sloučeniny kyslíku s jiným **elektropozitivním** prvkem - atomy kyslíku v nich mají **vždy** vyšší elektronegativitu a oxidační číslo **–II**
* kyslík tvoří oxidy téměř se všemi prvky, s některými i více druhů
* ***dělení oxidů*:**

- podle druhu vazby a struktury rozlišujeme:

1. **Iontové oxidy** *( s kovy s nižšími oxid. čísly )*

* sloučeniny obsahující **aniont O–2** a **kationt X*+n*** navzájem spojené ***iontovou*** *vazbou*
* **X** = většina s-prvků, f-prvky a některé prvky s **malou** elektronegativitou
* *n* nabývá hodnot 1 až 3
* pevné látky
* vysoká teplota tání( CaO, Na2O .. )

1. **Kovalentní oxidy**

* obsahují ***kovalentní*** *vazby*
* ***molekulové oxidy***- složené z jednotlivých molekul
* tvoří je **nekovy** s vysokou elektronegativitou (např. CO2, N2O, SO2, SO3…) a některé kovy s vyššími oxidačními čísly (např. Mn2O7, OsO4 …)
* těkavé; plynné nebo kapalné
* ***polymerní oxidy***- mají polymerní strukturu – pro zajímavost
* tvoří je **kovy** střední části PSP a některé nekovy (např. TiO2, HgO, B2O3 …)
* značně tvrdé

- podle reakce s vodou, kyselinami a hydroxidy rozlišujeme:

1. **Kyselinotvorné oxidy -** SO2, CO2, CrO3, P2O5, MoO3, Mn2O7, WO3 …

* molekulové oxidy a oxidy kovů s oxidačním číslem většinou vyšším než V
* slučují se s **vodou** na kyslíkaté kyseliny nebo s NaOH tvoří soli( SiO2)

SO3 + H2O → H2SO4

SiO2 + 2NaOH → Na2SiO3 + H2O

1. **Zásadotvorné oxidy -** Na2O, Li2O, BaO, MnO, FeO ..

* iontové oxidy a oxidy kovů s oxidačním číslem nižším než IV
* slučují se s **vodou** na hydroxidy nebo s kyselinami tvoří soli

CaO+ H2O → Ca(OH)2

pálené vápno hašené vápno

CuO + H2SO4 →CuSO4 + H2O

1. **Amfoterní** (obojaké) **oxidy**

* vysokomolekulové oxidy s menšími oxidačními čísly atomů
* reagují s **kyselinami** i **hydroxidy**

ZnO, Al2O3 , BeO, MnO2, PbO ..

1. **Netečné oxidy – indiferentní oxidy – neutrální oxidy**

* nereagují s vodou (např. N2O, NO, CO, ClO2, …)

##### Peroxidy

* dvouprvkové sloučeniny obsahující dva atomy kyslíku navzájem spojené kovalentní vazbou
* oxidační číslo kyslíku v peroxidech: **–I**

***peroxo*** *skupina málo pevná nestabilní*

**– O – O –**

#### Peroxid vodíku … H2O2

Prostorový tvar:



- koncentrovaný 30% (perhydrol) leptá pokožku - bělení textilu a

papíru v průmyslu

* nejběžnější peroxosloučenina, bezbarvá olejovitá kapalina
* ve vodě neomezeně rozpustná kapalina-vodíkové můstky
* polární rozpouštědlo
* chová se jako **velmi slabá kyselina**
* lze od ní odvodit soli - peroxidy X2O2**–I peroxid sodný, draselný..**

XO2**–I peroxid barnatý, vápenatý ..**

- hydrogenperoxidy XHO2**–I hydrogenperoxid sodný**

* **nestálý** - rozkládá se na vodu & atomární kyslík (katalytickým účinkem některých látek – např.

krev, Pt, MnO2 - burel)

**2H2O2 → 2H2O + 2O** 2O se okamžitě spoji chemickou vazbou a vzniká **O2**

* **oxidační účinky**;na oxidační činidla silnější než je on sám působí redukčně( s KMnO4)
* **3%** vodný roztok se používá jako **bělící** a **dezinfekční prostředek v domácnostech**

1. **VYUŽITÍ O2**

### - **hutnictví** - **svářování železa a řezání kovů – autogenní svařování :**

### kyslíko-acetylenový plamen s teplotou plamene až okolo **3200 °C** , která je dostatečná i pro svařování **ocelí**.

*kyslíko-vodíkový plamen* dosahuje zhruba **2500 °C**, vhodný pro svařování hliníku, hořčíku a jejich slitin

nebo olova.

***- sklářství***

* stlačený kyslík: lékařství - ***dýchací přístroje- letci, horníci, horolezci, lékařství..***
* ***raketové palivo***
* nezbytný pro ***životní pochody*** - dýchání …

##### VODA … H2O .

1. **OBECNÁ CHARAKTERISTIKA + VÝSKYT VODY**

* nejrozšířenější a nejvýznamnější sloučenina na Zemi - pokrývá cca **⅔** (71%povrchu země)
* z celkového množství vody je pouze 2,7% sladká voda, jinak slaná!!!!
* ve formě vodní páry - obsažená v atmosféře, dále je v půdě, horninách – krystalová voda,
* v rostlinných a živočišných organismech( lidský organismus kolem 65% z hmotnosti)-- **nezbytná pro život** – např. transportní a termoregulační fce nebo univerzální polární rozpouštědlo
* urči hmotnostní zlomek kyslíku a vodíku ve vodě - umět !
* tři skupenství: **plynné** = *vodní pára*

**kapalné** = *tekutá voda*

* slaná mořská voda
* sladká voda (ledovce, jezera, řeky, podzemní voda …)

**pevné** = *led*

1. **VLASTNOSTI**

###### FYZIKÁLNÍ

* bezbarvá kapalina bez chuti a bez zápachu (v silné vrstvě je namodralá)

základní body Celsiovy teplotní stupnice

* **teplota tání**: 0 °C
* **teplota varu**: 100 °C
* při přechodu do pevného stavu (zmrznutí) **zvětšuje** svůj **objem** asi o **10%**
* led plave na vodě, protože má menší hustotu než kapalná voda
* rozpustnost plynů ve vodě s teplotou klesá( vědět-v létě úhyn ryb v rybnících- neostatek O2, unikání CO2 z minerálky)
* rozpustnost plynu ve vodě s rostoucím tlakem roste( příprava sifonu – sycení vody CO2 – otevřením minerálky snižíme tlak nad hladinou a rozpuštšný CO2 začne unikat do ovzduší!!)
* molekula vody - struktura
* **lomená** (protože na kyslíku zůstávají dva nevazebné elektronové páry, které molekulu vody zakřiví- vazebný úhel 105) dipólový moment ≠ 0 -- molekula vody tvoří dipól

celá molekula je **polární**

* vazba O–H je silně polární (ΔX = 3,5 – 2,2 = 1,3)
* izolované molekuly pouze ve vodní páře !
* příčina kapalného skupenství – intermolekulární **vodíkové můstky**
* vznikají mezi sousedními molekulami vody, mezi kyslíkem a vodíkem - mezi prvkem o velké elektronegativitě a prvkem o nízké elektronegativitě
* zapříčiňují: *anomálie vody* = závislost hustoty vody na teplotě (maximální při 4 °C)

*vysoké teploty tání & varu* v porovnání s jinými hydridy

dobrá *tepelná vodivost*

velké měrné teplo

velké výparné teplo

velké *povrchové napětí*

* dále jsou příčinou pevného skupenství (led) – **„ledová“ struktura** (hexagonální)
* každá molekula vody se pravidelně pomocí vodíkových můstků váže s dalšími čtyřmi molekulami vznikají objemné útvary podobné včelí plástvi s dutinou uprostřed - proto má led **menší** hustotu a **větší** objem než kapalná voda
* vnější projev pravidelné struktury – sněhová vločka

###### CHEMICKÉ

* funkce:
* **reaktant**
* **reakční produkt**
* **rozpouštědlo**
* **reakční prostředí** …
* jedna z **nejstálejších** sloučenin - na vodík a kyslík se rozkládá až za vysokých teplot
* významné reakce:

reakce s alkalickými kovy a kovy alkalických zemin - vznik vodíku a hydroxidu; **bouřlivý průběh**

**2Na**(s)**+ 2H2O**(l) **→ 2NaOH**(aq) **+ H2**(g) umět !

***koroze*** = reakce s některými kovy -¨- vznik vodíku a oxidu; **zdlouhavý průběh**

**3Fe**(s)**+ 4H2O**(g) **→ Fe3O4** (s) **+ 4H2**(g) pro zajímavost

***autoprotolýza*** *(disociace)* ***vody – jedna molekula se chová jako kyselina, druhá jako zásada***

**2H2O****→ H3O+ + OH–** … Kv = 1.10–14 (disociační konstanta vody)

reakce s kyselinotvornými oxidy - vznik kyselin

SO3(g)+ H2O(l) → H2SO4(l)

reakce se zásadotvornými oxidy - vznik hydroxidů

CaO+ H2O → Ca(OH)2 vzniká hašené vápno

***neutralizace*** = reakce kyseliny s hydroxidem - vznik **vody** a soli

HCl+ NaOH → NaCl + H2O

***hydrolýza*** = reakce některých iontů soli s vodou

hydrolyzují ty ionty, které pocházejí se slabších elektrolytů

CN–+ H2O ⮀ HCN + OH– vznik OH– způsobí zásaditou rci

* acidobazické vlastnosti - schopnost přijmout/uvolnit proton - vznik **oxoniového kationtu** … **H3O+** / **hydroxidového aniontu** … **OH–**

**H2O + H+****→ H3O**+

**H2O → OH**– + **H+ (oxoniový=hydroxoniový kationt)**

* **polární rozpouštědlo**
* *iontové* sloučeniny (např. NaCl) se ve vodě štěpí za vzniku ***hydratovaných iontů*** (iontů obklopených molekulami vody) - dochází k **elektrolytické disociaci**
* roztok s hydratovanými ionty = roztok elektrolytu
* sloučeniny s *málo polárními* nebo *nepolárními molekulami* (např. ethanol, glukosa, močovina) se neštěpí na hydratované ionty, jsou obaleny molekulami vody jako celek
* roztok s nehydratovanými ionty = roztok neelektrolytu
* **reakční prostředí**
* umožňuje reakci látek, které by spolu jinak nereagovaly - tyto látky musí být většinou převedeny do podoby vodného roztoku, a pak spolu zreagují

1. **SLOUČENINY VODY**

##### Hydráty

* sloučeniny, které ve svých strukturách obsahují molekuly vody = *krystalová voda*
* většinou krystalické látky - anorganické soli, minerály, …
* vznikají:

1. krystalizací solí z jejich vodných roztoků
2. pohlcováním vzdušné vlhkosti bezvodou solí

* látky schopné pohlcovat vodu ze vzduchu = *hygroskopické látky*
* používají se jako vysoušedla

POZOR!! Látky schopné vodu odpuzovat- HYDROFOBNÍ

* některé hydráty na vzduchu krystalovou vodu ztrácejí (*větrají*) a mění se v prášek
* např. **CaSO4 . 2H2O** … dihydrát síranu vápenatého = **sádrovec**

**CuSO4 . 5H2O** … pentahydrát síranu měďnatého = **modrá skalice**

1. **VYUŽITÍ**

* **rozpouštědlo**, **reakční prostředí**, …
* **nezbytná pro život** - nutno dbát na čistotu jejich přírodních zdrojů

#### Čistota vody

* v přírodě není nikdy čistá - obsahuje rozpuštěné různé látky, plyny, částečky pevných látek …
* mořská voda bohatá na sodné a hořečnaté soli
* čištění vody:
* ***destilace*** - získává se velmi čistá voda-CHEM.ČISTÁ LÁTKA (bez jakýchkoli příměsí)
* pomocí ***ionexů*** = přírodní *křemičitany* (zeolity) nebo *syntetické pryskyřice* schopné zachycovat kationy (katexy)/anionty (anexy)
* sedimentace a filtrace nečistot – Al2(SO4)3 - látka hydrolyzuje a vzniká Al(OH)3 rosolovité vločky, které absorbují z vody drobné nečistoty , ty pak padají dolů a oddělí se pískovými filtry
* pitná voda:
* zdravotní nezávadnost vody se získává působením *chlóru*, *ozónu* nebo *ultrafialovým zářením* - ničení choroboplodných zárodků
* tvrdost vody:

1. ***přechodná***

* způsobena hydrogenuhličitany (např. Ca(HCO3)2 … hydrogenuhličitan vápenatý ,hořečnatý)
* odstraní se **povařením --- vzniká tzv. vodní kámen**

var

Ca(HCO3)2 CaCO3 + H2O + CO2 podobně: Mg(HCO3)2

nerozpustný ve vodě → usadí se na dně nádoby

1. ***trvalá***

* způsobena sírany - CaSO4 , které lze odstranit přidáním uhličitanu sodného (změkčovač vody): síran vápenatý + uhličitan sodný ---- uhličitan vápenatý + síran sodný

##### ROZTOKY … ⊙ .

* **homogenní směs** (přesněji *homogenní disperzní soustava*) **dvou nebo více chemicky čistých látek**
* *pozn.:* ***disperzní soustava*** = směs, která obsahuje jednu látku tvořící základ soustavy (tzv. disperzní prostředí) a další látky (tzv. dispergované podíly), které jsou v ní rozptýleny (dispergovány)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Disperzní soustava** | **Velikost dispergovaných částic** | Vlastnosti |
| Homogenní  (analytická; stejnorodá) | **menší než 10−9 m**  (nelze pozorovat optickým mikroskopem) | ve všech svých částech stejné |

* složení: ***látka rozpuštěná*** (dispergovaný podíl)

***rozpouštědlo*** (disperzní prostředí)- látka, která je v roztoku v nadbytku (nejčastěji voda, organická rozpouštědla)

* dělení roztoků:

**podle skupenství**

1. **pevné** (např. slitiny kovů, sklo, …)
2. **kapalné** (např. sůl ve vodě, minerální voda, slivovice, …)
3. **plynné** (např. vzduch, …)

**podle povahy rozpuštěné látky**

1. **roztoky neelektrolytů**

* vznikají rozpouštěním látky s *málo polárními* nebo *nepolárními molekulami* - tyto molekuly se rozptýlí mezi částice rozpouštědla( hydratační obaly obklopí celou molekulu rozpuštěné látky) a dál se s nimi nic neděje- roztoky nevedou el. proud!!
* např. rozpouštění sacharosy, močoviny, glukosy ve vodě

1. **roztoky elektrolytů**

* vznikají rozpouštěním látky s *iontovou strukturou* v polárních rozpouštědlech (voda) jednotlivé ionty jsou z látky postupně uvolňovány a obalovány částicemi vody (*hydratace*) vznik ***hydratovaných iontů***
* jsou volně pohyblivé - roztoky elektrolytů **vedou elektrický proud!**

1. **roztoky potenciálních elektrolytů**

* vznikají tak, že rozpouštěná látka reaguje s některými molekulami rozpouštědla - mezi zbytek rozpouštědla se rozptýlí až produkty této reakce
* např. „rozpouštění“ plynného chlorovodíku ve vodě
* složení roztoků:

1. **neomezeně mísitelné látky**

* vytvářejí homogenní směs bez ohledu na to, v jakém poměru je mísíme
* např. ethanol + voda

1. **omezeně mísitelné látky**

* vytvářejí homogenní směs jen v určitém poměru
* např. voda + sůl
* ***nenasycený roztok***
* takový roztok, v němž se za daných podmínek látka rozpouštěná v příslušném rozpouštědle stále rozpouští
* ***nasycený roztok***
* takový roztok, v němž se za daných podmínek látka rozpouštěná v daném rozpouštědle přestane rozpouštět
* ***přesycený roztok***
* takový roztok, v němž se za daných podmínek látka rozpouštěná v daném rozpouštědle dále nerozpouští - nachází se v něm nerozpuštěná

1. **nemísitelné látky**

* vzájemně nerozpustné látky - netvoří homogenní disperzní soustavu
* např. olej + voda - emulze

KONCENTRACE ROZTOKŮ

#### HMOTNOSTNÍ ZLOMEK (hmotnostní podíl) … w )

* udává podíl rozpuštěné látky ve **100 g** roztoku
* je roven podílu hmotnosti rozpuštěné látky (X) v roztoku a celkové hmotnosti roztoku

wX … hmotnostní zlomek látky X





mr … hmotnost rozpouštědla

mX … hmotnost látky X

mR … celková hmotnost roztoku

* nabývá hodnot od (0; 1)
* běžně se vyjadřuje ***hmotnostním procentem*** - vynásobíme hmotnostní zlomek 100 %
* součet hmotnostních zlomků všech látek obsažených ve směsi (tzn. rozpuštěné látky + rozpouštědlo) = **1**
* *pro určitou složku molekuly* **AxBy** *platí:*



* **nezávisí na teplotě**

#### OBJEMOVÝ ZLOMEK (objemový podíl) … φ

* je roven podílu objemu rozpuštěné látky (X) v roztoku a celkovému objemu roztoku

φX … objemový zlomek látky X

**!!!** VR ≠ VX + Vr

*Příčina:* při smíchání dvou (více) látek dojde následkem pronikaní jednoho typu molekul mezi druhého k **objemové kontrakci**



Vr … objem rozpouštědla

VX … objem látky X

VR … celkový objem roztoku

* nabývá hodnot od (0; 1)
* běžně se vyjadřuje ***objemovým procentem*** - vynásobíme objemový zlomek 100 %
* **závisí na teplotě**

#### MOLÁRNÍ KONCENTRACE … c

* je rovna podílu látkového množství látky obsažené v roztoku a celkového objemu roztoku - je rovna počtu molů určité látky rozpuštěné v 1 dm3 (= 1 litru ) roztoku

CX … molární koncentrace látky X





nX … látkové množství látky X

VX … objem látky X

mX … hmotnost látky X

MX … molární objem látky X

* jednotka: **mol . dm–3** závisí na teplotě

Změny ve složení ROZTOKŮ

#### SMĚŠOVACÍ ROVNICE

* vychází ze *zákona zachování hmotnosti látky* & ze *zachování celkové hmotnosti roztoků*

m1 + m2 = m3 mR1 + mR2 = mR3

m1 = w1.mR1

m2 = w2.mR2 **w1.mR1 + w2.mR2 = w3.mR3**

m3 = w3.mR3  **w1.mR1 + w2.mR2 = w3.(mR1 + mR2)**

* vychází ze *zákona zachování hmotnosti látky* a ze *zachování celkové hmotnosti roztoků*
* platí i pro látková množství: **n1 + n2 = n3** V1.C1 + V2.C2 = V3.C3

#### KŘÍŽOVÉ PRAVIDLO

* jiný zápis směšovací rovnice

**w1 w3 – w2**

**w3**

**w2 w1 – w3**

*w1 > w2*



**c1 c3 – c2**

**c3**

**c2 c1 – c3**



*c1 > c2*

**!!! POZNÁMKA !!!**

* ***Ředění*** - do roztoku přiléváme čisté **rozpouštědlo**, jehož **w2 = 0**

- směšovací rovnice se zjednoduší na tvar: **w1.mR1 = w3.(mR1 + mR2)**

* ***Koncentrace*** - do roztoku přiléváme čisté **látku**, jejíž **w2 = 1**

- směšovací rovnice se zjednoduší na tvar: **w1.mR1 + mR2 = w3.(mR1 + mR2)**

- mR2 v tomto případě odpovídá čisté hmotnosti přidávané látky … *m1*

*Milan Haminger, BiGy Brno 2024©*