

Otázka: Vodík

Předmět: Chemie

Přidal(a): zdenka23

Název		Chemická značka	Protonové číslo ... Z	Elektronová konfigurace	Elektronegativita	Teplota (°C)		Oxidační číslo	
	latinský					tání	varu	kladné	záporné
	Hydrogenium	H	1	1s ¹	2,2	-259,2	-252,6	I	-I

- objeven v roce 1766 (Henry Cavendish)
- nejrozšířenější prvek ve vesmíru (v plynném obalu Slunce a stálic i v mlhovinách)
- nejlehčí atom, nejmenší poloměr
- v atomovém jádře má jeden proton a v elektronovém obalu jeden elektron (1s¹)
- atomární vodík se označuje jako vodík ve stavu zrodu, je vysoce reaktivní a okamžitě se slučuje s jiným vodíkem nebo jinými prvky, anebo přijímá elektron a stává se z něj anion (nebo naopak kation)
- tvoří dvouatomové molekuly H₂, ve kterých jsou atomy vodíku poutány nepolární kovalentní jednoduchou vazbou
- biogenní prvek, společně s C tvoří základ živé hmoty
- vazby
- nepolární H₂, CH₄
- polární HCl
- vodíkové můstky s F, O, N
- koordinační – vodíku je poskytnut celý elektronový pár
- přírodní vodík je směs tří izotopů
- lehký vodík PROCIUM

- nejrozšířenější
- těžký vodík DEUTERIUM (D)
- v přírodě se vyskytuje ve formě D_2O = tzv. těžká voda, používá se v jaderných reaktorech ke zpomalování rychlých neutronů, uplatňuje se jako tzv. moderátor
- v porovnání s lehkým vodíkem má vyšší bod tání i varu
- radioaktivní TRICIUM (T)
- vyskytuje se v horních vrstvách atmosféry, kde vzniká jadernou reakcí $^{14}N + n \rightarrow ^3H + ^{12}C$

vlastnosti

- bezbarvý plyn, bez chuti a zápachu, je 14x lehčí než vzduch
- nekov, a proto má na rozdíl od ostatních prvků I. skupiny podstatně vyšší hodnotu elektronegativity -> v pevných látkách se nevyskytuje v podobě jednoduchých kationtů, jak je charakteristické pro ostatní prvky I. skupiny, které patří mezi kovy
- je hořlavý, ale on sám hoření nepodporuje, ve směsi s kyslíkem výbušný
- za laboratorní teploty málo reaktivní (vysoká energie vazby H-H)
- v průběhu většiny chemických reakcí vystupuje vodík jako redukční činidlo -> odevzdává elektrony
- reaguje až za vyšší teploty nebo při použití katalyzátoru (vysoká disociační energie vazby H_2)
- směs vodíku s kyslíkem při teplotě vyšší než $600^\circ C$ nebo po iniciaci jiskrou prudce exploduje, při laboratorní teplotě probíhá uvedená reakce i v přítomnosti katalyzátoru velmi pomalu

výskyt

- nejrozšířenější prvek ve vesmíru
- na zemi III. nejrozšířenější prvek
- samotný vodík je obsažen v sopečných plynech nebo v zemním plynu, ale na Zemi se vyskytuje pouze vázaný ve sloučeninách
- největší množství vodíku je vázáno ve vodě
- reakce vodíku (reaguje téměř se všemi prvky kromě vzácných plynů)

1. REAKCE VODÍKU S HALOGENY

- $H_2 + X_2 \rightarrow 2HX$ kde $X=F, Cl, Br, I$
- reakce vodíku s fluorem probíhá explozivně i při velmi nízkých teplotách (za laboratorní teploty a při osvětlení podobně reakce s chlorem)
- reakci s bromem a jodem je třeba provádět za zvýšené teploty a s využitím katalyzátoru

2. REAKCE S DUSÍKEM

- $3H_2 + N_2 \rightarrow 2NH_3$

3. REAKCE S KYSLÍKEM

- $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$
- probíhá řetězovým mechanismem
- Iniacce – symetrické rozštěpení vazby v molekule vodíku, reakcí vznikají volné atomy s nepárovým elektronem (radikály), volný atom vodíku je velmi reaktivní a napadá molekulu kyslíku a způsobuje tak vznik dalších dvou radikálů
- Propagace – dochází ke vzniku dalších radikálů
- Terminace – zánik radikálu = jejich vzájemné spojení
- při teplotě vyšší než $600^\circ C$ nebo po iniciaci jiskrou směs prudce exploduje
- při laboratorní teplotě probíhá uvedená reakce velmi pomalu
- reakci vodíku s kyslíkem, případně chlorem, lze provést i bez exploze, je však nutné postupovat tak, že vodík v kyslíku či chloru spalujeme, ke slučování dochází pouze na povrchu kužele, který tvoří plyn unikající z trubice (speciální hořáky používané např. při sváření a tavení kovů kyslíkovodíkovým plamenem nebo průmyslová výroba chlorovodíku)

4. PŘÍPRAVA KOVŮ REDUKCÍ PLYNNÝM VODÍKEM

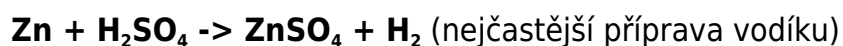
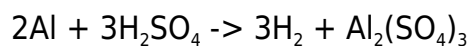
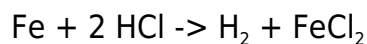
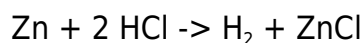
- $CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$
- $WO_3 + 3H_2 \rightarrow W + 3H_2O$

5. HYDROGENACE

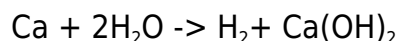
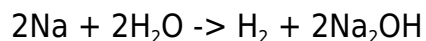
- za účasti katalyzátorů
- $\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}$

laboratorní příprava vodíku

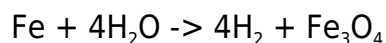
1. REAKCE NEUŠLECHTILÝCH KOVŮ S KYSELINAMI (většina kovů s výjimkou Au, Cu, Pt, Pd, Ag, Hg), kov vytěsňuje vodu z kyseliny a nahrazuje ho (Beckettova řada nalevo od H)



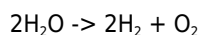
2. REAKCE PRVKŮ I. A II. A SKUPINY S VODOU



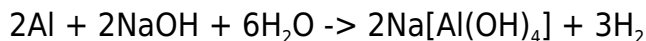
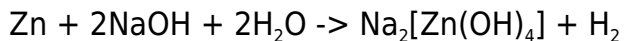
3. REAKCE ROZŽHAVENÉHO ŽELEZA S VODOU



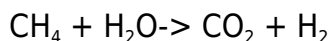
4. ELEKTROLÝZA OKYSELENÉ VODY, ROZKLAD ELEKTRICKÝM PROUDEM



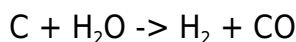
5. REAKCE AMFOTERNÍCH KOVŮ S ROZTOKY HYDROXIDŮ ALKALICKÝCH KOVŮ



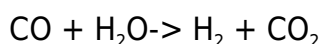
- průmyslová výroba
- energeticky náročná
- TERMICKÝ ROZKLAD METANU (reakce methanu s vodní párou)
- teplota 1100°C
- katalyzátor - nikl rozptýlený na povrchu oxidu hlinitého



- PŘEHÁNĚNÍ VODNÍ PÁRY PŘES ROZŽHAVENÝ KOKS (koks je v podstatě čistý uhlík)

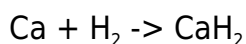
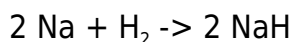


- v první fázi reakce vzniká směs oxidu uhelnatého a vodíku = vodní plyn, používá se jako plynné palivo

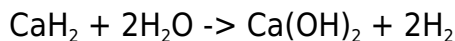


- výroba vodíku pokračuje reakcí oxidu uhelnatého s dalším podílem vodní páry, vznikající oxid uhličitý se z reakční soustavy odstraňuje vypíráním vodou
- ELEKTROLÝZA VODNÍHO ROZTOKU CHLORIDU SODNÉHO (nebo kyseliny sírové)
- energeticky náročné, ale vzniká čistý vodík
- využití
- přechovává se v ocelových lahvích, označených červeným pruhem
- je součástí kyslíkovodíkového plamenu využití při řezání a sváření kovů
- kapalný vodík jako raketové palivo
- k výrobě různých sloučenin (amoniak)
- ke ztužování tuků
- výroba kovů (vodík má možnost vytěsňovat některé kovy z jejich sloučenin = redukční činidla)

- jako náplň vzducholoď
- v chemickém průmyslu se využívá k syntézám, např. k výrobě amoniaku
 - $\text{N}_2 + \text{H}_2 \xrightarrow[\text{Fe}]{+500^\circ\text{C}} 2\text{NH}_3$
- palivo budoucnosti – TOKAMAK (uvolní se velké množství E a odpadem je voda)
- hydridy
- jsou dvouprvkové (=binární) sloučeniny vodíku s jiným prvkem
- iontové hydridy = solné
- s prvky I. a II. A skupiny (nejelektropozitivnější kovy), prvky s nižší elektronegativitou
- vodík s oxidačním číslem -I (anion H^-)
- obsahují iontovou vazbu
- reaktivní, termicky málo stabilní, bezbarvé krystalické látky
- příprava přímou reakcí vodíku s alkalickými kovy nebo kovy alkalických zemin



- iontové hydridy reagují s vodou za výboje vodíku



- NaH, CaH_2
- silná redukční činidla
- vodík se při elektrolýze uvolňuje na anodě
- Hydridy přechodného typu
- prvky podskupin skandia, titanu a vanadu a také některé lanthanoidy a aktinoidy
- s uvedenými prvky vodík dobře reaguje za vzniku sloučenin, které nejsou přesně definované, většinou mají charakter berthollidů (mají porušenou krystalovou strukturu)
- $\text{TiH}_{1,75}$, $\text{VH}_{0,71}$
- vazebné poměry v těchto sloučeninách jsou přechodem mezi vazbami iontovými a kovovými
- Kovové hydridy
- křehké pevné látky kovového vzhledu
- tvoří je prvky podskupiny chromu, triády železa a palladium (vodivé nebo polovodivé vlastnosti)
- Molekulové hydridy
- nekovy a polokovy IV. až VII. skupiny periodického systému

- pevnost vazeb v těchto sloučeninách i jejich termická stabilita klesá s rostoucím atomovým číslem
- Polymerní hydridy
- sloučeniny s elektronově deficitními vazbami
- prvky 2. a 3. skupiny periodického systému
- hydridy boru a gallia jsou většinou plynné nebo kapalné, zatímco ostatní mají skupenství pevné

Atomové teorie

- atom
- základní stavební částice hmoty dále již chemickým způsobem nedělitelná
- skládá se z kladně nabitého jádra a záporně nabitého obalu
- Demokritos a Leukippos (řečtí filozofové, 5. stol. př. n. l.)
- vyslovili názor, že hmota se skládá z nedělitelných částíček – **atomů** (řecky *atomos* = nedělitelný)
- John Dalton (britský chemik, začátek 19. století)
- prvky jsou složeny z atomů, atomy téhož prvku jsou stejné, atomy různých prvků se liší hmotností a dalšími vlastnostmi
- při chemické reakci se atomy spojují, oddělují a přeskupují, ale nikdy nevznikají, nezanikají, ani se nemění
- slučováním atomů dvou a více prvků vznikají sloučeniny
- Lomonosov a Lavoisier (zákon o zachování hmotnosti)
- Proust
- zákon stálých poměrů slučovacích
- hmotnostní poměr prvků či součástí dané sloučeniny je vždy stejný a nezávisí na velikosti ani původu vzorku
- Thomson (britský fyzik, konec 19. století)
- struktura atomu (elektron – a jsou 2000y menší hmotností než hmotnost atomu vodíku)
- PUDINKOVÝ MODEL ATOMU – atom je složený z kladně nabitě hmoty (puding) a v ní jsou rozmístěné záporně nabitě elektrony (jako rozinky v pudinku)
- Ernst Rutherford (novozélandský fyzik, začátek 20. století)
- RUTHENDORFŮV PLANETÁRNÍ MODEL
- **objevitel jádra atomu a protonů**; atom rozdělil na velmi malé jádro (10^{-14} m) s prakticky veškerou hmotností atomu (99,9 %) a podstatně větší elektronový obal (10^{-10} m) se zanedbatelnou hmotností
- kolem kladně nabitého jádra obíhají záporně nabitě elektrony, a to po kružnicích

- *nedostatky této teorie*: podle zákonů klasické fyziky, by pohyb elektronu kolem jádra musel být doprovázen vyzařováním elektromagnetického vlnění – energie elektronu by klesala – zmenšoval by se poloměr dráhy – elektron by byl nakonec jádrem pohlcen – atom by zanikl; atom je ale velmi stabilní částice
- Bohr (dánský fyzik, 1. polovina 20. století)
- elektrony se v obalu vyskytují v určitých vrstvách, které mají stálou energii
- elektron se může dostat do energetické hladiny pouze dodáním nebo odebráním energie
- dávka energie přeskočení elektronu – kvantum
- *nedostatky této teorie*: platí pouze pro vodík a kationty s jedním elektronem (např. He^+ , Li^{2+}); nevyhovuje při výkladu jiných chemických jevů (např. chemická vazba, ...)
- Schrödinger (rakouský fyzik, 1. polovina 20. století)
- experimentálně potvrzena hypotéza, že elektron má **dualistický charakter** -> chová se jako **kulička** (částice = korpuskule) a současně jako **vlnění**
- kvantově mechanický model atomu

Atomové jádro

- studie atomového jádra = jaderná fyzika
- skládá se ze dvou elementárních částic – *protonů a neutronů* = *nukleony*
- proton – částice s jednotkovým kladným nábojem
- neutron – částice bez náboje
- klidová hmotnost protonu a neutronu je přibližně stejná
- velikost: 10^{-14} m
- protonové číslo ... Z
- udává počet protonů v jádře a elektronů v obalu u neutrálního atomu
- udává též pořadí prvků v PSP, zapisuje se pomocí dolního indexu před chemickou značkou
- proton ... ${}^1_1\text{p}$
- kladně nabitá částice
- náboj protonu: $Q_p = e = 1,6021 \cdot 10^{-19}$ C (elementární náboj)
- klidová hmotnost protonu: $m_p = 1,6725 \cdot 10^{-27}$ kg
- elektron ... ${}^0_{-1}\text{e}$
- !!! není součástí jádra !!!
- záporně nabitá částice
- náboj elektronu: $Q_e = -e = -1,6021 \cdot 10^{-19}$ C
- klidová hmotnost elektronu: $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg (v porovnání s jádrem zanedbatelná)

- neutronové číslo ... N
 - udává počet neutronů v jádře (obvykle se neuvádí)
 - neutronů může být v jádře odlišný nebo stejný počet jako protonů
 - neutron ... ${}^1_0\text{n}$
 - částice bez náboje (neutrální) = $Q_n = 0$
 - klidová hmotnost neutronu: $m_n = 1,6748 \cdot 10^{-27} \text{kg}$ (o něco menší než u protonu)
 - nukleonové číslo ... A
 - udává součet protonů + neutronů v jádře
 - platí: $A = Z + N$
 - zápis pomocí horního indexu
 - na základě hodnoty N a Z lze rozlišit
-
- PRVEK
 - látka složená z atomů, jejichž jádra mají stejný počet protonů (stejně Z)
 - neutronů při tom u jednotlivých atomů této látky může, nebo nemusí být stejný počet
-
- NUKLID
 - látka složená z atomů, jejichž jádra mají určitý stejný počet protonů a určitý stejný počet neutronů (látka, jejíž atomy jsou naprosto shodné)
 - atomy mají stejný náboj i hmotnost
-
- IZOTOPY
 - atomy téhož prvku, které se od sebe liší pouze počtem neutronů v jádře
 - souboru takových atomů se říká *nuklidy* téhož prvku

Např. **VODÍK**

3 nuklidy vytvořené ze 3 izotopů vodíku

${}^1_1\text{H}$ *protium* (lehký vodík)

${}^2_1\text{H}$ *deuterium* (těžký vodík)

${}^3_1\text{H}$ *tritium*

- většina prvků se v přírodě vyskytuje jako směs několika izotopů, z nichž jeden převažuje
- izotopy mají stejně chemické vlastnosti (díky stejnému Z – stejný počet protonů a hlavně elektronů- stejná konfigurace obalu, kde je valenční vrstvou, která rozhoduje o chemických vlastnostech) ale mírně odlišné fyzikální vlastnosti

Atomový obal

- elektrony se nachází v el. obalu v orbitalech
 - orbital = část prostoru v el. obalu atomu, kde se elektron nachází s 95% pravděpodobností
 - orbitaly se vyskytují na energetických hladinách
 - čím je elektron více vzdálen od jádra, tím je vyšší energie
 - základní stavba atomu – všechny elektrony jsou na nejnižších energetických hladinách
 - excitovaný stav = nabuzený
 - nastává dodáním energie, která způsobí přeskok elektronu do vyšší el. hladiny
 - polohu elektronu v el. obalu je možno popsat pomocí 4 kvantových čísel
-
- Hlavní kvantové číslo – n
 - označuje číslo energetické hladiny, ve které se elektron nachází a tím určuje jeho energii
 - čím vyšší kvantové číslo, tím je vyšší energie
 - počet energetických hladin atomu vyjadřuje číslo periody
-
- Vedlejší kvantové číslo – l
 - určuje energii elektronu, čím vyšší n a l, tím vyšší energie
 - určuje tvar orbitalu
 - $n=2 \dots l=0, 1$ $n=3 \dots l=0,1,2$
 - značí se písmeny s, p, d, f

- Magnetické kvantové číslo m_l
- určuje uspořádání orbitalu v prostoru
- $l = 2 \dots m_l = -2, -1, 0, 1, 2$

- Spinové kvantové číslo - m_s
- vyjadřuje rotaci elektronu
- $m_s = \frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$
- Pauliho princip výlučnosti
- v atomu nemohou existovat dva elektrony, které by měly všechna čtyři kvantová čísla stejná, tzn. že v jednom orbitalu mohou existovat max. dva elektrony lišící se spinovým kvantovým číslem
- tvary a prostorová orientace orbitalů
- $l = 0 \dots$ tvar koule, čím větší hlavní kvantové číslo, tím větší poloměr, každá hladina obsahuje jeden orbital s
- $l = 1 \dots$ orbital p... má tvar prostorové 8, je v prostoru orientován třemi způsoby (podle osy x, y a z), $m_l = -1$ p_x , $m_l = 0$ p_y , $m_l = 1$ p_z , od 2. hladiny obsahuje každá hladina tři orbitály p, orbitály, které mají stejnou hodnotu n a l mají i stejnou energii a označují se jako degenerované
- $l = 2 \dots$ orbital d... složitější prostorové útvary, orientace 5ti způsoby v hladině je jich 5 degenerovaných
- $l = 3 \dots$ orbital f... složitější prostorové uspořádání, 7 degenerovaných orbitalů v hladině
- znázorňování orbitalů
- pomocí rámečku

- pomocí hlavního a vedlejšího kvantového čísla
- arabská číslice + písmeno + počet elektronů v orbitalu (exponent)
- $1s^2$

pravidla zaplňování orbitalů

1. Pauliho princip výlučnosti
2. Hundovo pravidlo – v degenerovaných orbitalech se tvoří elektronové páry teprve po obsazení každého orbitalu jedním elektronem, všechny nespárované elektrony mají stejný spin
3. Výstavbový princip – orbitaly s nižší energií se zaplňují elektrony dříve než orbitaly s energií vyšší, pravidlo $n + l$ = orbital s nižším $n + l$ má nižší energii, u orbitalů se stejným $n + l$ se zaplňuje první ten s nižším n

- pořadí orbitalů v elektronovém obalu
 - 1s,2s,2p,3s,3p,4s,3d,4p,5s,4d,5p,6s,4f,5d,6p
- uspořádání elektronů v elektronovém obalu se označuje jako elektronová konfigurace
- poslední vrstva = valenční – její číslo je stejné jako číslo periody

1. [Stavba atomu – maturitní otázka \(5\)](#)
2. [Atom a molekula – maturitní otázka z chemie](#)
3. [Vývoj představ o struktuře atomu – otázka z chemie](#)