

2/3 Příprava a výroba vodíku (kyslíku a dusíku)

Vodík – příprava a výroba

- 1) Kippův přístroj (neušlechtilý kov reaguje se zředěnou kyselinou)
 - $\text{Zn} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$; $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$
- 2) kov I.A nebo II.A skupiny + voda, popř. sloučeniny s vodíkem s oxidačním číslem -I
 - $2\text{Na} + \text{HOH} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$ (redukčním činidlem je sodík)
- $\text{SiH}_4 + 4\text{HOH} \longrightarrow 4\text{H}_2 + \text{Si}(\text{OH})_4$ (redukčním činidlem je $\text{H}^{-\text{I}}$)
- 3) elektrolýza vody
 - na katodu $\rightarrow \text{H}_2$, na anodu $\rightarrow \text{O}_2$; $2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$
 - plyny jsou velmi čisté (do destilované vody se přidává trochu H_2SO_4 pro zvýšení vodivosti)
- (příprava v Hoffmanově přístroji, průmyslově v elektrolyzérech)
- 4) elektrolýza solanky (vodného roztoku NaCl) nebo taveniny NaCl
 - $2\text{NaCl} \longrightarrow 2\text{Na} + \text{Cl}_2$; $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$
 - na anodě \rightarrow vzniká Cl_2 , na katodě se neredukují Na^+ , ale molekuly H_2O a vzniká H_2 (redoxní potenciál Na je podstatně nižší (-2,714 V) než u H_2O (-0,828 V) a proto se molekuly H_2O redukují snadněji než Na^+ ; v okolí K (tzv. katodický prostor) vzniká ještě NaOH (prostor A a K odděluje porézní přepážkou – brání styku Cl_2 s NaOH)
 - při elektrolýze taveniny NaCl jdou Na^+ ke katodě (redukce na kovový Na) a Cl^- k anodě (oxidace na Cl_2)
 - uvolněný vodík se čistí a plní do ocelových lahví s červeným pruhem pod tlakem 15 MPa
- 5) železo + vodní pára
 - $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$; Fe_3O_4 se využívá na permanentní magnety
- touto reakcí dokázal H_2 v H_2O poprvé Lavosier (1783); vedl vodní páru rozžhavenou hlavní pušky
- 6) vedení vodní páry přes rozžhavený koks
 - $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CO} + \text{H}_2$ ($\text{CO} + \text{H}_2$ v poměru 1:1 = vodní plyn)
 - CO se odstraní pohlcením ve speciálních věžích nebo zkapalněním; získaný vodík je velmi čistý
- 7) vodní plyn + vodní pára při 300 °C s katalyzátorem
 - $\text{CO} + \text{H}_2 + \text{H}_2\text{O} (\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2$ (vodík je velmi čistý)
- 8) z methanu a jiných uhlovodíků (při 1000 °C)
 - $\text{CH}_4 \longrightarrow \text{C} + 2\text{H}_2$; $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2$
- 9) z methanu, vodní páry a kyslíku
 - $12\text{CH}_4 + 5\text{H}_2\text{O} + 5\text{O}_2 \longrightarrow 29\text{H}_2 + 9\text{CO} + 3\text{CO}_2$
- 10) ze svítiplynu a koksárenského plynu (při koksování uhlí); tvoří okolo 50 objemových % – využívalo se hodně dříve (plyny se zkapalnilly a vodík se oddělil destilací)
- 11) z methanolu – štěpením vodní parou s katalyzátorem při (při 250 °C)
 - $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CO}_2 + 3\text{H}_2$
- 12) katalytický rozklad amoniaku při 1000 °C
 - $2\text{NH}_3 \longrightarrow \text{N}_2 + 3\text{H}_2$
- 13) z amfoterních kovů s roztoky hydroxidů
 - vznikají rozpustné hydroxokomplexy a vodík; nejtypičtější je reakce hliníku s roztokem hydroxidu sodného, popř. reakce křemíku s roztokem hydroxidu (například hydroxidu sodného nebo směsi hydroxidu sodného a hydroxidu vápenatého)
 - $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2$; $\text{Si} + 4\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_4\text{SiO}_4 + 2\text{H}_2$
 - $\text{Si} + \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{CaO} + 2\text{H}_2$
- 14) z fosforu s vodní párou
 - $2\text{P} + 8\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{H}_2$
- 15) pomocí jaderné energie termochemicky nebo z elektrického proudu (v době, kdy je menší odběr)

Kyslík - příprava (výroba)

- 1) rozkladem sloučenin bohatých na kyslík – soli a oxidy (např. HNO_3 , KMnO_4 , KNO_3 , PbO_2 , HgO , Ag_2O , H_2O_2 , KClO_3) \rightarrow tepelným rozkladem, někdy s pomocí katalyzátoru
 - $2\text{KClO}_3 \xrightarrow{\text{katalyzátor}} 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$; $2\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \xrightarrow{\text{katalyzátor MnO}_2} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
- 2) elektrolýzou vody v Hoffmanově přístroji

Dusík - příprava, výroba

- 1) laboratorně tepelným rozkladem dusitanu amonného NH_4NO_2 ($\text{NH}_4\text{NO}_2 \longrightarrow \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$)
- 2) z generátorového plynu (2/2)