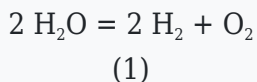


Na rozdíl od [procesu využívajících fosilních paliv](#) využívá elektrolýza vody k výrobě vodíku pouze vodu a elektrickou energii. Dodáním dostatečně velké elektrické energie ( $>286 \text{ kJ mol}^{-1}$ ) dojde k rozštěpení vazby v molekule vody za vzniku kyslíku a vodíku (rov. 1).



V praxi rozlišujeme tři typy elektrolýzy vody, které se liší především druhem elektrolytu a teplotou, při které proces probíhá. Jedná se o [alkalickou](#), [vysokoteplotní](#) a [PEM elektrolýzu vody](#).

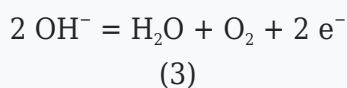
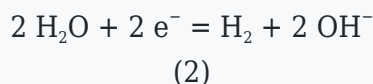
## Alkalická elektrolýza vody

Nejstarším a nejrozšířenějším typem elektrolýzy vody je alkalická elektrolýza. Uspořádání jednoduché průmyslové jednotky (obrázek 1) se skládá z niklové anody a ocelové katody oddělené [anorganickou diafragmou](#), přiváděčem stejnosměrného proudu a [elektrolytem](#). Jako elektrolyt se používá 25-30% [hydroxid draselný](#) (KOH), který je vodivější než čistá voda, díky čemuž je potřeba dodávat výrazně méně energie. V minulosti byla diafragma vyráběna z azbestu, novější technologie již používají keramické a kompozitní materiály nezávadné k životnímu prostředí.



Obrázek 1: Schéma procesu alkalické elektrolýzy vody

Průmyslová alkalická elektrolýza vody probíhá při teplotě  $80 \text{ }^\circ\text{C}$  a napětí 1,8-2,4 V. Na katodě dochází k redukci vody na vodík (rov. 2). Vzniklé hydroxidové ionty ( $\text{OH}^{\text{SUP}}\text{-}\{\text{SUP}}\}$ ) procházejí diafragmou k anodě, kde se oxidují za vzniku molekuly kyslíku a vody (rov. 3).

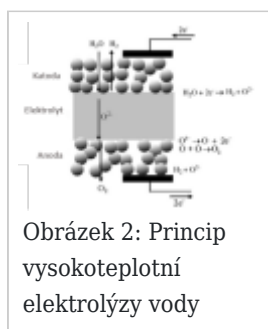
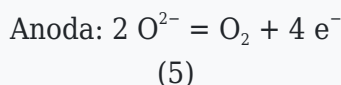
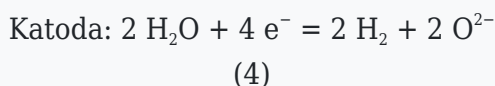


## Vysokoteplotní elektrolýza vody

Vysokoteplotní elektrolýza vody využívá pro přenos náboje pevný elektrolyt. V tomto případě se jedná

nejčastěji o oxid zirkoničitý ( $\text{ZrO}_2$ ) dopovaný oxidem ytřítým ( $\text{Y}_2\text{O}_3$ ) zkráceně (YSZ). Jako materiál katody se používá podobně jako elektrolyt pevný YSZ, který je dopovaný niklem (Ni-YSZ). Anoda bývá tvořena směsnými oxidy jako například  $\text{La}_{0,7}\text{Sr}_{0,3}\text{MnO}_3$ .

Obrázek 2 znázorňuje mechanismus vysokoteplotní elektrolýzy. Vodní pára je přiváděna na porézní katodu, kde se redukuje na vodík rov. (4). Vzniklé kyslíkové ionty ( $\text{O}^{2-}$ ) prochází pevným elektrolytem k anodě, kde se oxidují na kyslík dle rov. (5).

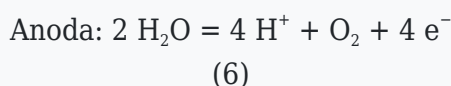


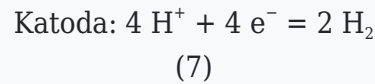
Obrázek 2: Princip vysokoteplotní elektrolýzy vody

Pracovní teplota vysokoteplotní elektrolýzy vody se pohybuje okolo 800 °C. Díky zvýšeným teplotám se část potřebné energie dodává ve formě tepla. Jaderné a geotermální elektrárny produkují nadbytečné množství tepelné energie. Tato energie může být využita pro dosažení požadované teploty u vysokoteplotní elektrolýzy vody. Provoz při vysokých teplotách na druhou stranu vyžaduje použití speciálních keramických materiálů schopných dlouhodobě snášet pracovní podmínky vysokoteplotní elektrolýzy vody. Vývoj a aplikace těchto materiálů je však stále ve fázi laboratorního a poloprovozního výzkumu.

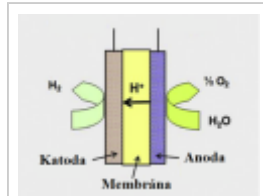
## PEM elektrolýza vody

PEM (proton exchange membrane - protonově vodivá membrána) elektrolýza vody pracuje při teplotách 50-80° C a tlacích do 3 MPa. Napětí na elektrolytické cele se pohybuje v rozmezí 1,8-2,2 V. Jako separátor anodového a katodového prostoru slouží neporézní polymerní membrána schopná propouštět pouze kladně nabitě ionty. Na anodě se z vody vyvíjí kyslík (rovnice 6). Vzniklé  $\text{H}^+$  ionty prochází skrz iontově vodivou membránu ke katodě, kde se redukují na vodík (rovnice 7).





Z důvodu korozního prostředí v PEM elektrolyzátoru musí být na obou elektrodách použity jako katalyzátor platinové kovy. Anoda bývá tvořena nosičem na bázi titanu modifikovaným  $\text{IrO}_2$ . U katody se nejčastěji používá uhlíkový nebo železný nosič pokrytý vrstvou platiny.



Obrázek 3: Schéma zero gap uspořádání PEM elektrolyzy vody

Výhody PEM elektrolyzy vody oproti ostatním typům spočívají především ve vysoké flexibilitě procesu, dosahované proudové účinnosti a kompaktnosti zařízení. Transport protonů polymerní membránou probíhá obecně velice rychle. Membrána zabraňuje mísení vyvíjených plynů, čímž výrazně zvyšuje jejich čistotu. Některá zařízení dokáží produkovat stlačený vodík až na tlak 35 MPa, což snižuje náklady na jeho další transport a následné uskladnění.

Kyselé korozní prostředí klade vysoké požadavky na použité katalyzátory, materiál elektrod i samotnou membránu. Pouze několik materiálů dokáže odolat těmto podmínkám i vysokému vkládanému napětí (platinové katalyzátory, elektrody na bázi titanu a perfluorované membrány), což se negativně odráží v jejich dostupnosti a ceně.

Reálné aplikace jednotlivých technologií elektrolyzy vody:



Alkalická elektrolyza vody



Vysokoteplotní elektrolyza vody



PEM elektrolyza vody

<HR>