

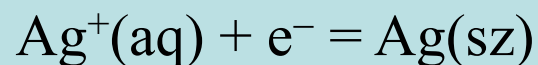
A pH mérő kombinált üvegelektrod

Mérő elektród

H⁺-ion szelektív üvegmembrán

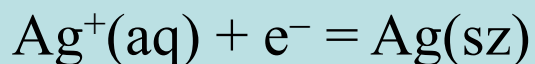
Referencia elektród

Elsőfajú elektród, pl.:



e függ a koncentrációtól

Másodfajú elektród, pl.:

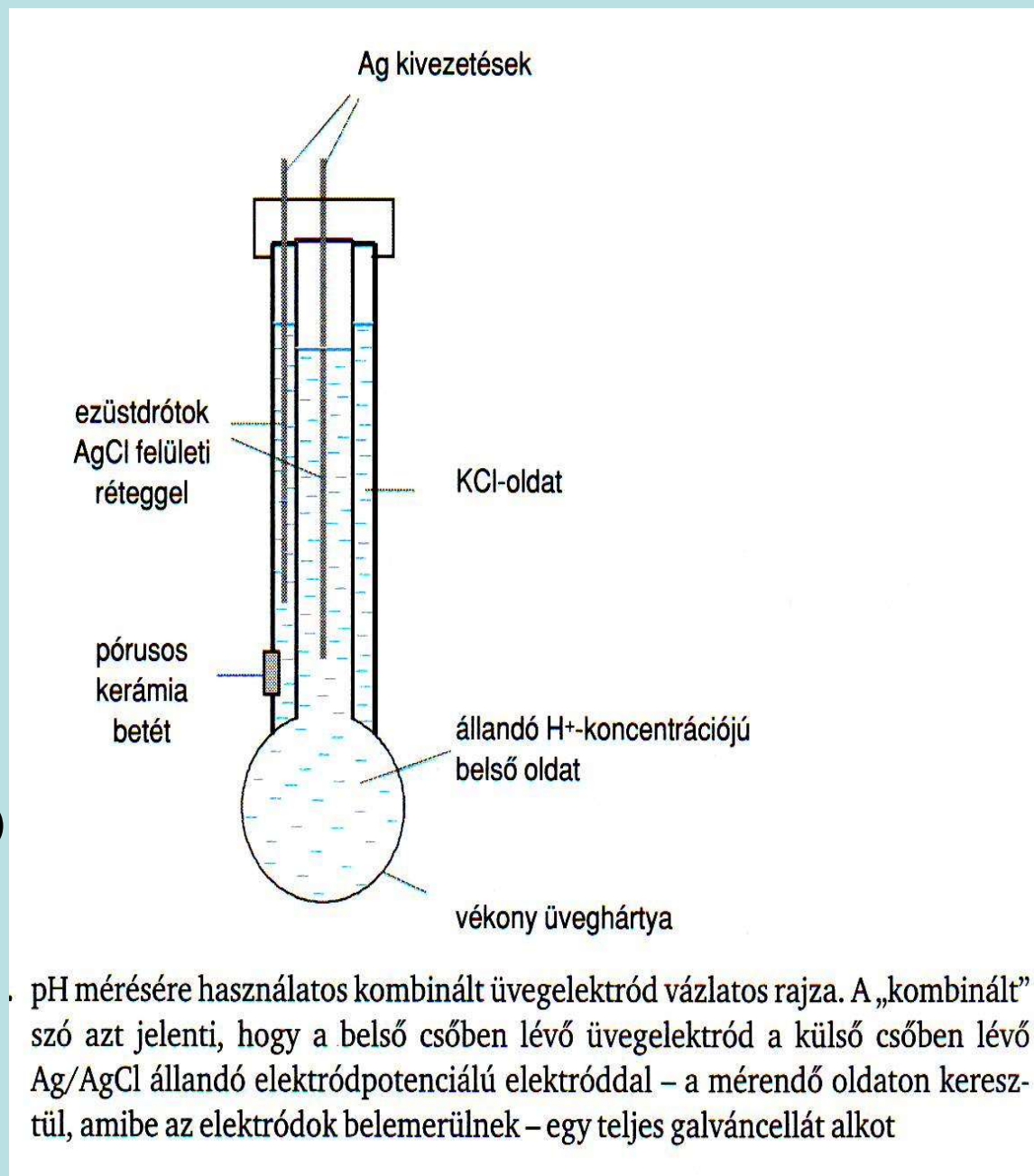


AgCl oldatbeli koncentrációja jó közelítéssel állandó → **ε állandó**

Jó referenciaelektrod!

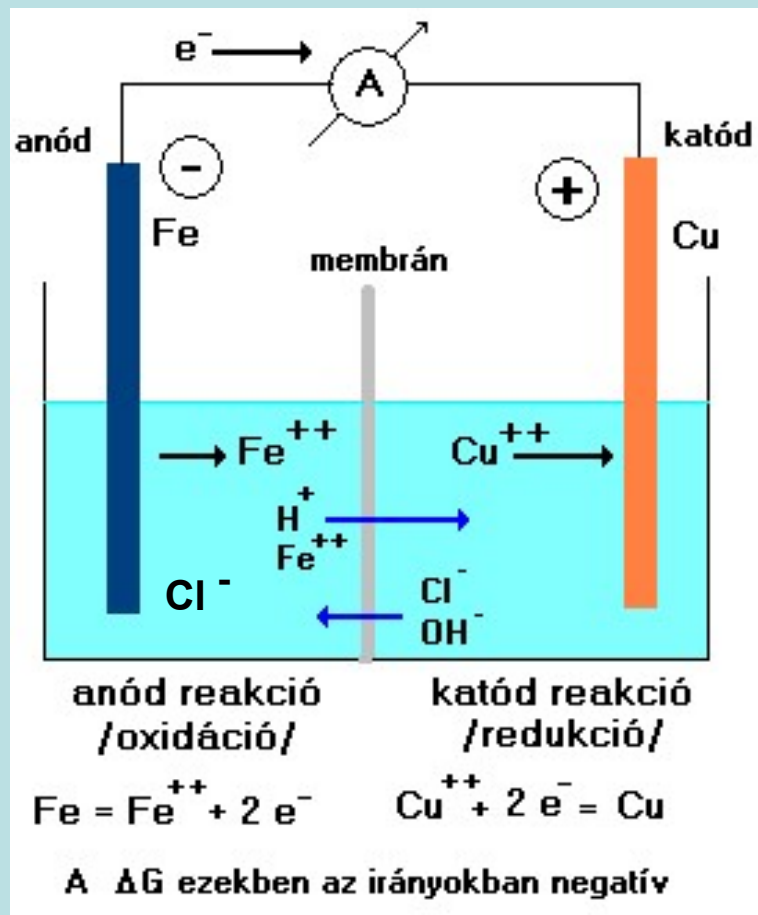
De konstans klorid-ion konc.!

$$[\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 10^{-10}$$

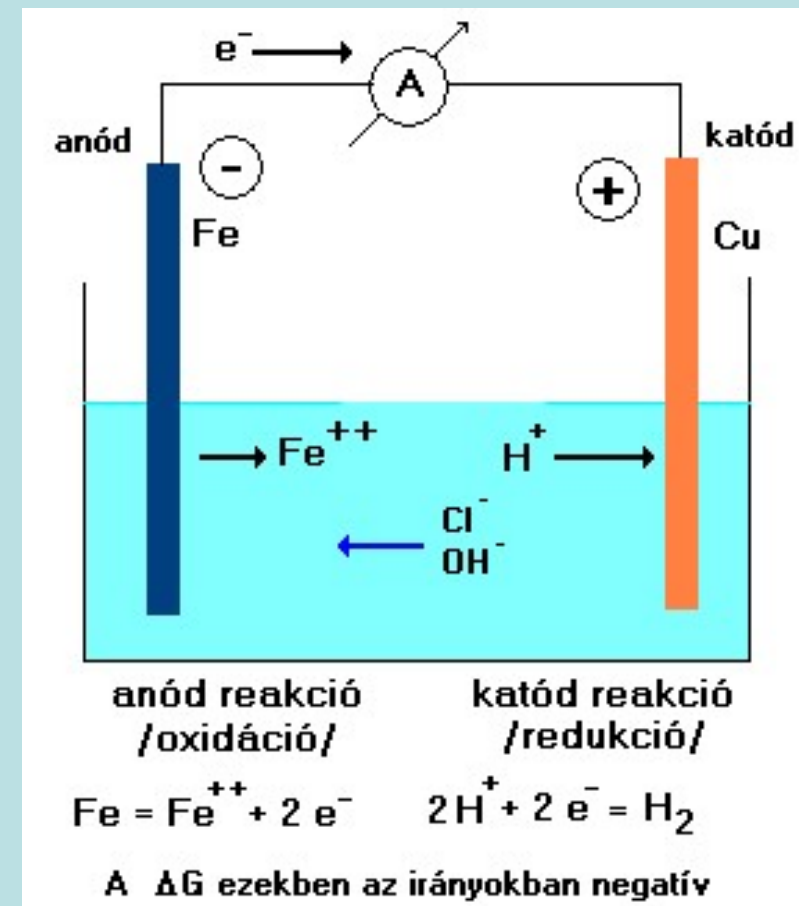


Galvánelem, mint az elektrokémiai korrózió megjelenési formája

Az egyik leggyakoribb korrózió az elektrokémiai korrózió, amely minden esetben galvánelem képződésére vezethető vissza.

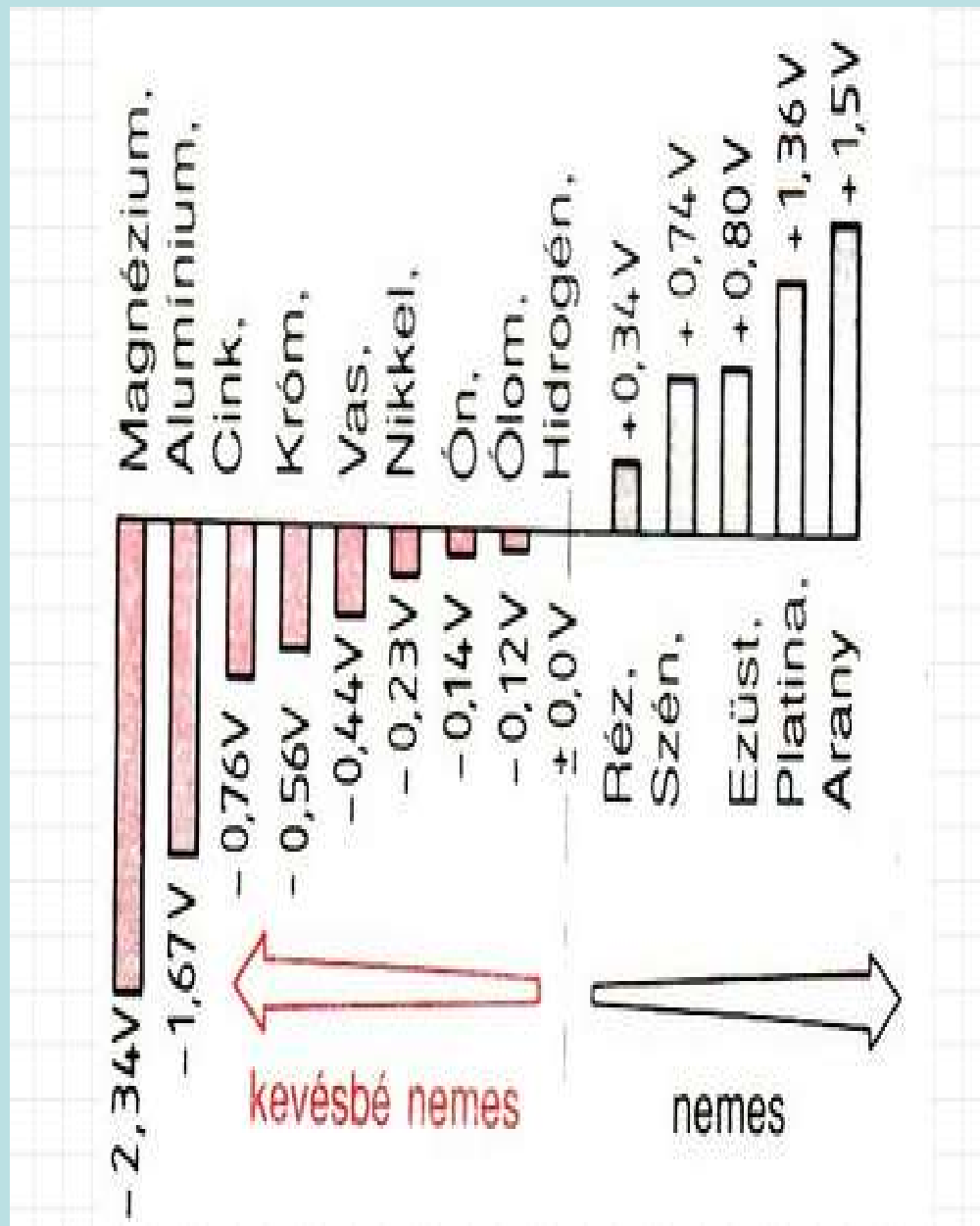


Klasszikus galvánelem

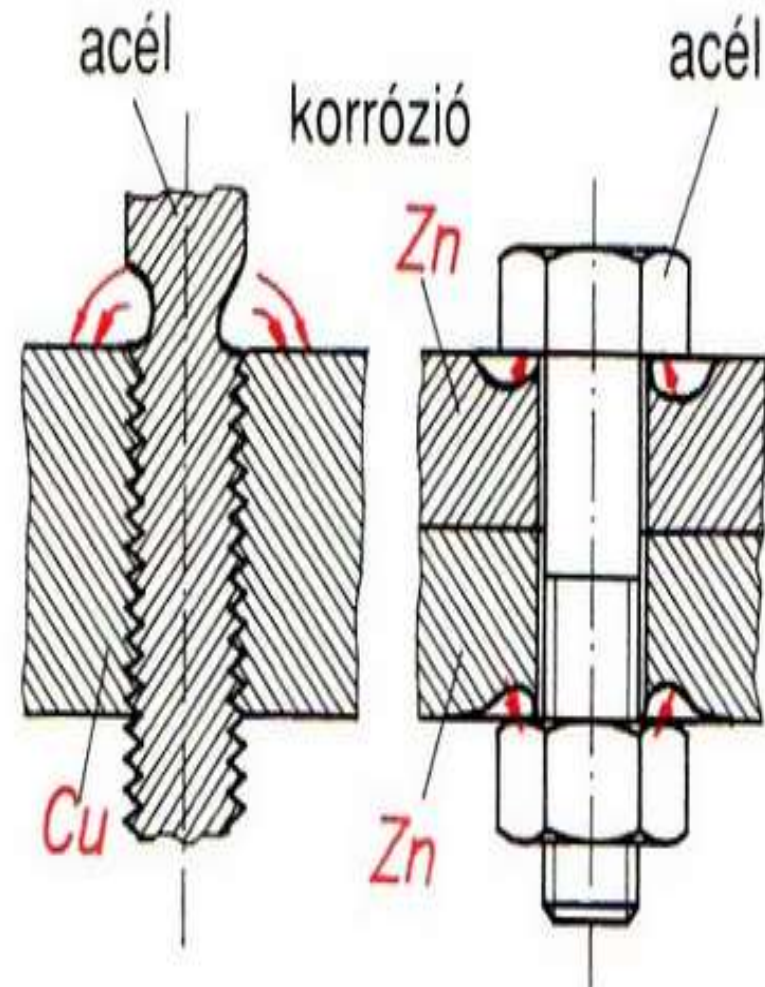


Korróziós galvánelem

Elektrokémiai korrózió két fém csatlakozásakor



5) **Kontaktkorrózió:** Különböző anyagú fém alkatrészek összeszerelésénél az érintkezési felületeken jön létre. Ebben az esetben mindig a **kevésbé nemes fém károsodik**. Kontaktkorrózió alakul ki pl. réz, vagy horgany lemezek acél csavarral való kötése esetén.



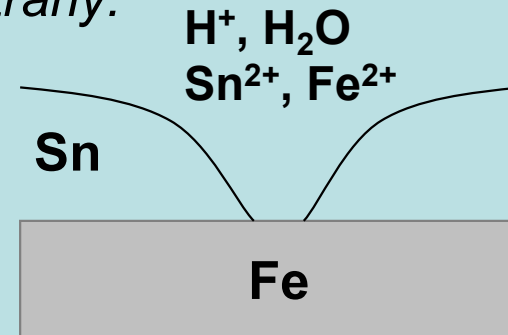
Korrózióvédelem

Passzív:

festék, v. nagy ε^0 -ú fém (pl. Sn),
vagy tömör oxidréteg (pl. Al_2O_3)

kis ε^0 -ú fém (vas)

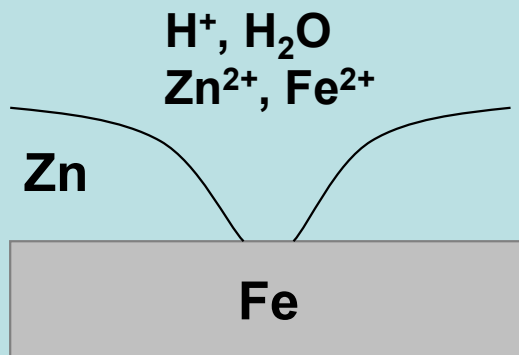
hátrány:



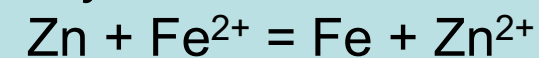
helyi elem: **A vas az anód**
 $\text{Fe} + \text{Sn}^{2+} = \text{Sn} + \text{Fe}^{2+}$

Aktív:

A vas a katód



helyi elem:



$$\varepsilon^0_{\text{Zn}} < \varepsilon^0_{\text{Fe}}$$



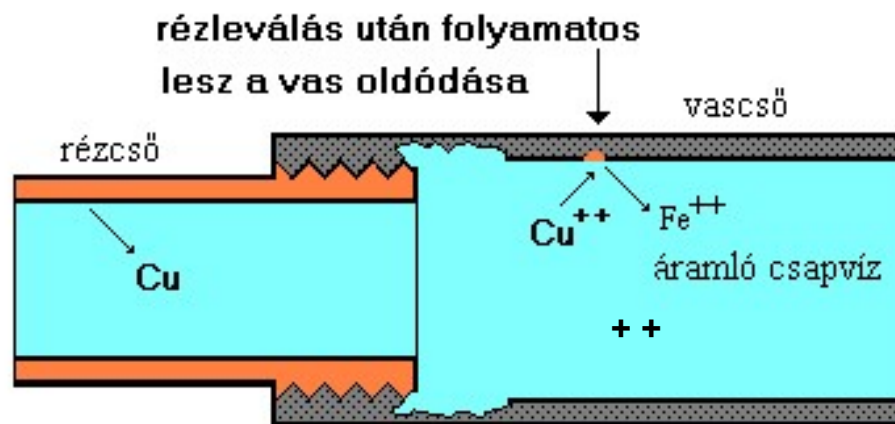
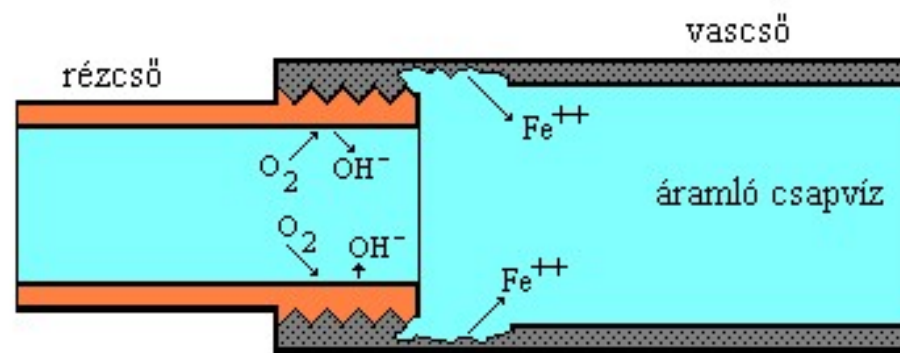
Védő anód



Fe

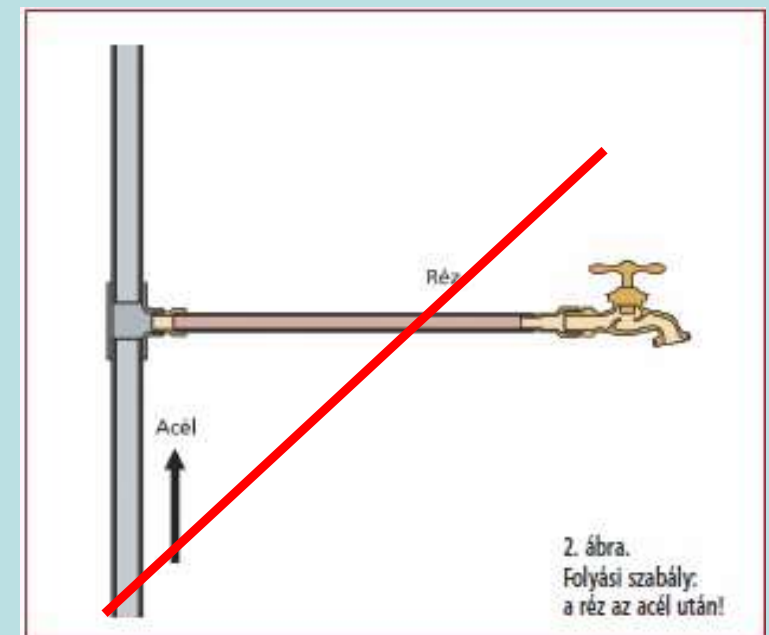
belül zinkrúd

Elektrokémiai korrózió két fém csatlakozásakor



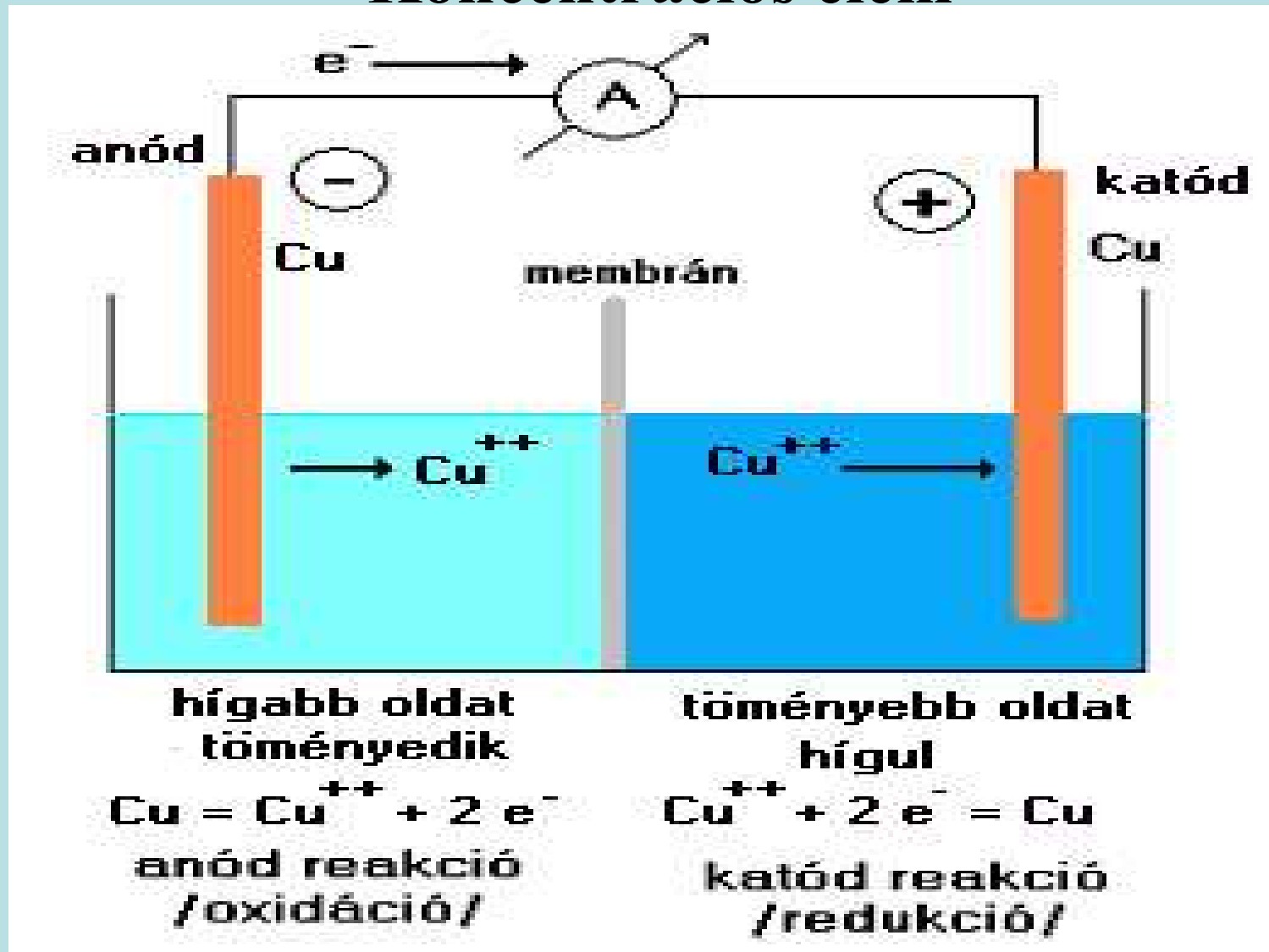
TÉVHIT

- ← megengedett áramlási irány
→ veszélyes áramlási irány



2. ábra.
Folyási szabály:
a réz az acél után!

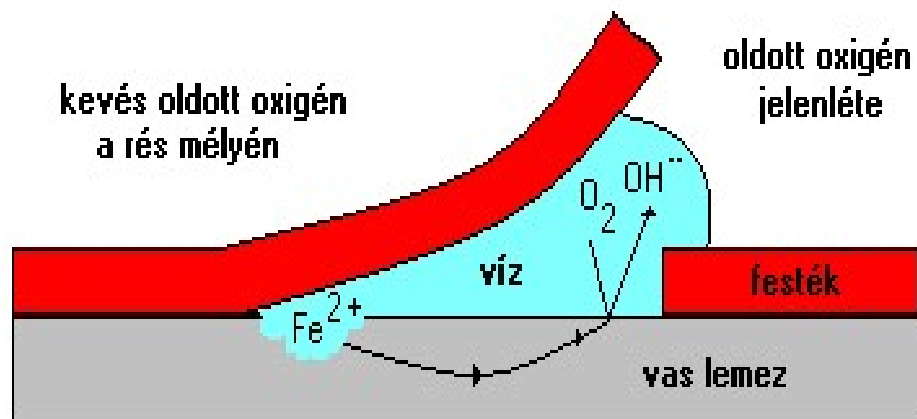
Koncentrációs elem



$$E_{\text{cella}} = E^0 + (RT/zF) * \ln[\text{tömény}] - E^0 - (RT/zF) * \ln[\text{híg}]$$

$$E_{\text{cella}} = (RT/zF) * \ln \frac{[\text{tömény}]}{[\text{híg}]} = 0,01284 * \ln \frac{[\text{tömény}]}{[\text{híg}]} \quad (25^\circ\text{C})$$

Koncentrációkülönbség okozta korrózió (alározsdásodás)



kiszáradás után a nagytérfogatú korróziós
termék felszakítja a festékréteget

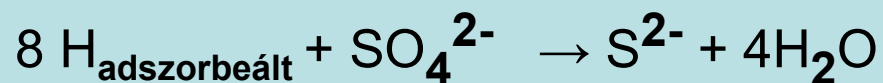


Biológiai korrózió

Biológiai folyamat által előidézett elektrokémiai korrózió

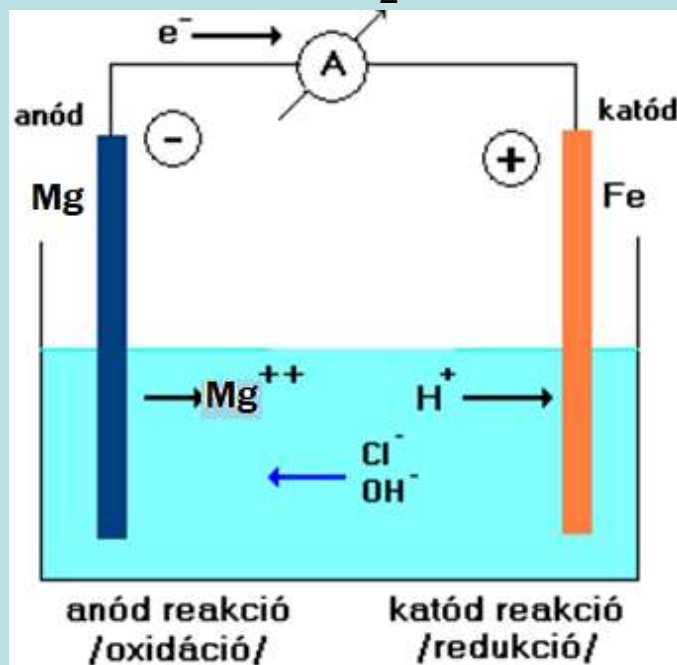
Szulfátredukáló baktériumok:

oxigénmentes környezetben a katódon képződő hidrogént használják fel szulfát redukcióra



A képződő szulfid megtámadja fémet és laza fém-szulfidot képez

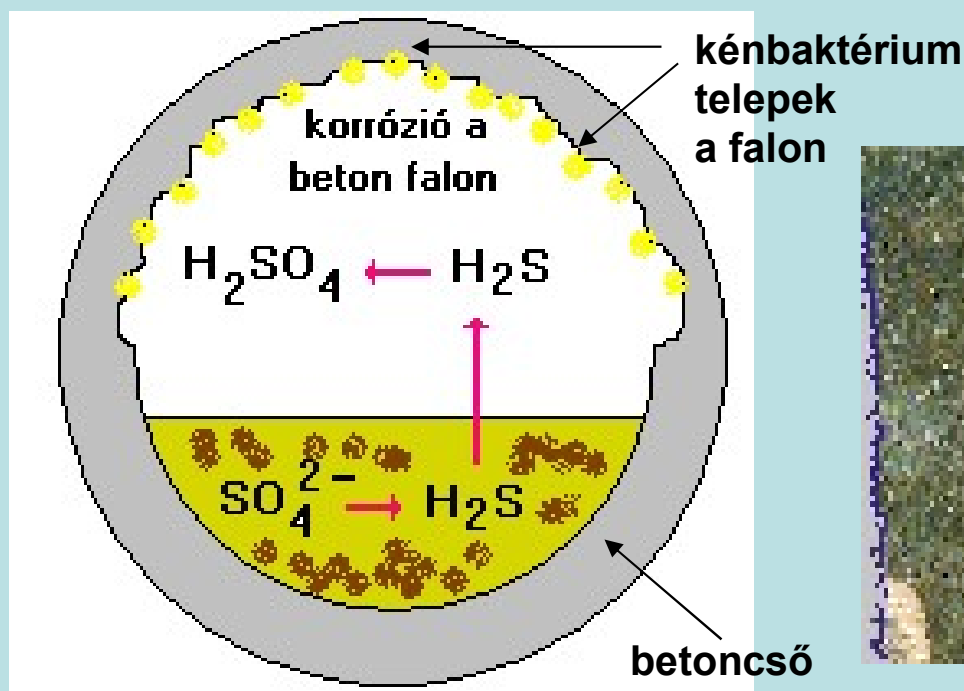
A katódon adszorbeálódott hidrogént, amely fékezi a korróziót eltávolítja, így a korrózió gyorsul



Fűtőolaj tartály kilyukadt fala.
Gyakori korróziót okoz az olajiparban.

Biológiai korrózió

A kénbaktérium oxigén tartalmú környezetben szulfid-iont kénsavvá tud oxidálni



BETON
csatorna csövek korróziója

Korrózió a földgáz vezetéken
A csőben van víz és hidrogén-szulfid, amelyet a kénbaktérium kénsavvá oxidál. A képződő sav miatt lyukad ki a cső.

Tüzelőanyag cellák

H₂, metán, metanol – O₂ (levegő)

Redox reakciók

Kémiai energia

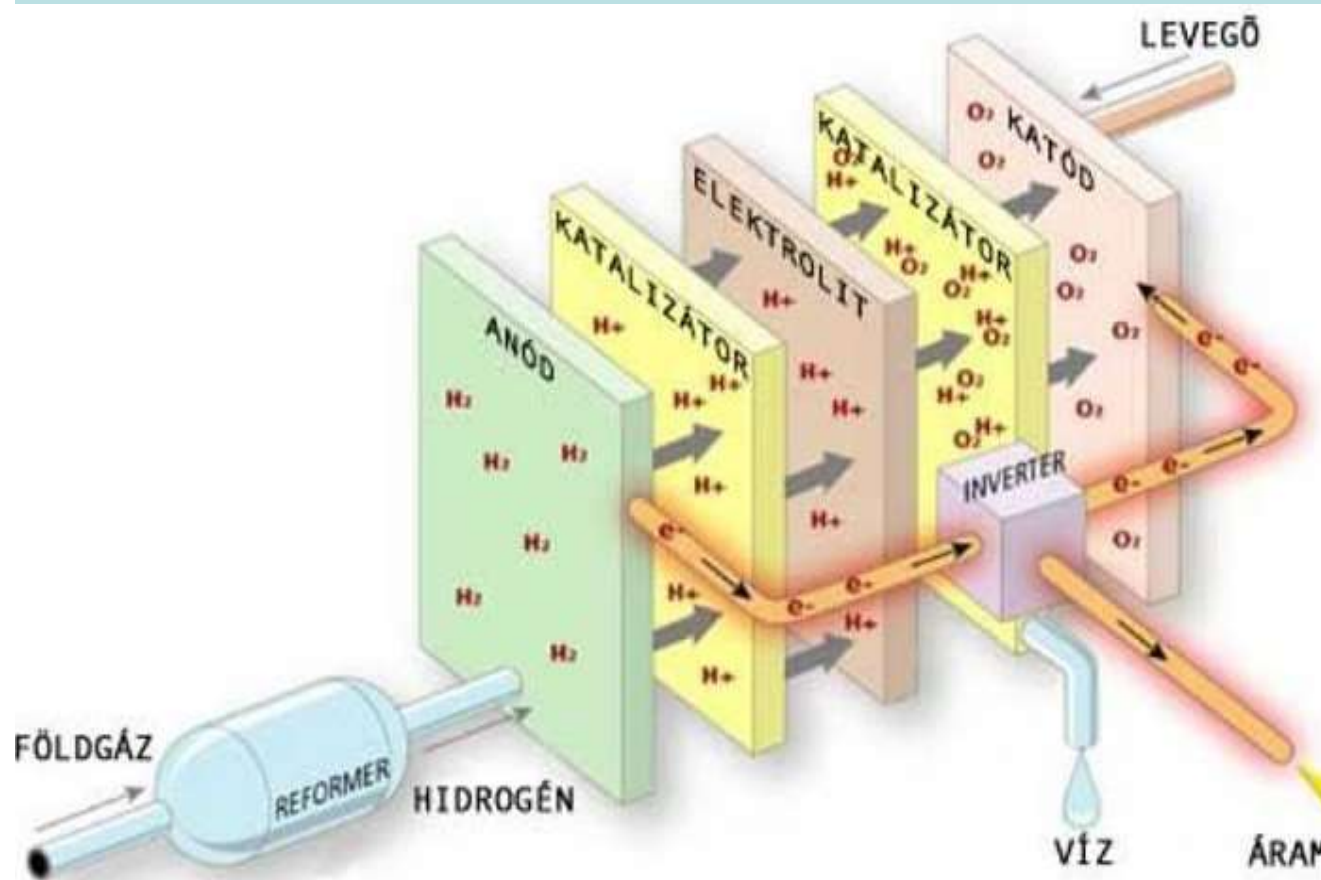
Közvetlen
↔
átalakítás

Elektromos energia

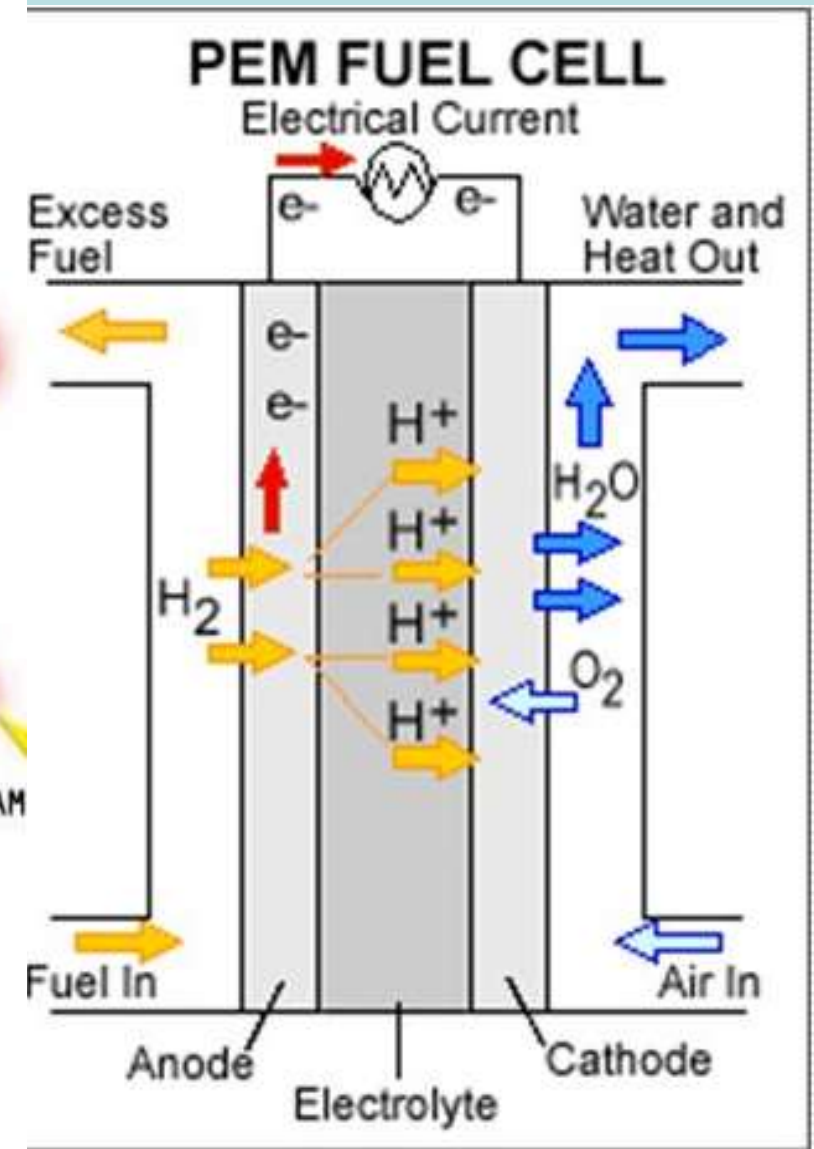
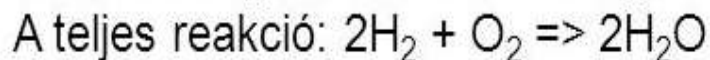
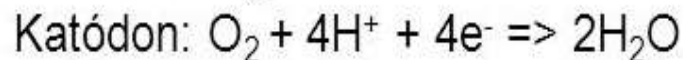
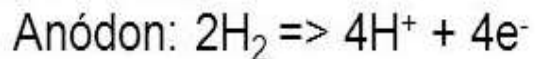
Összehasonlítás: reakciók

Cella típusa	Rövi-dítés	Üzemi hőm. tart. (°C)	Anód reakció	Katód reakció
alkáli	AFC	60-90	$\text{H}_2 + 2\text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$	$\frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{OH}^-$
szilárd polimer	SPFC, PEMFC	70-90	$\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	$\frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
direkt metanol	DMFC	60-120	$\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^-$	$\frac{3}{2}\text{O}_2 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow 3\text{H}_2\text{O}$
foszfor-savas	PAFC	~220	$\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	$\frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
olvadt karbonátos	MCFC	~650	$\text{H}_2 + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + 2\text{e}^-$	$\frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{CO}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{CO}_3^{2-}$
szilárd oxidos	SOFC	~1000	$\text{H}_2 + \text{O}^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$	$\frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{O}^{2-}$

PEMFC A Polimer Elektrolit Membránon az elektronok nem, de a protonok átjutnak Tüzelőanyag cella Fuel Cell



Reakciók:



Polimer elektrolit membrán (PEMFC)

Hidrogén-elektromos autó – környezet védelem?

Elektrolízis

Villamos energia hagyományos erőműből

erőműhatásfok: 45%

szállítás és transzformáció: 80%

elektrolízis: 80%

előállítás: 29%

tüzelőanyag cella: 70%

jármű mechanikai hatásfoka: 80%

eredő (jármű): 16% (felülbecslés!)

Belsőégésű motorral: ~25%

Direkt metanolos üzemanyagcella (DMFC) (Oláh György)

Anódtérbe metanol 3%-os vizes oldat - Katódtérbe oxigén (vagy levegő)

A platina/ruténium katalizátor felületén (1) a metanol víz jelenlétében szén-dioxiddá és hidrogénné alakul. $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 3\text{H}_2$ $3\text{H}_2 \rightarrow 6\text{e}^- + 6\text{H}^+$

A felszabadult **elektronok** az áramszedő lemez (4) felé áramlanak.

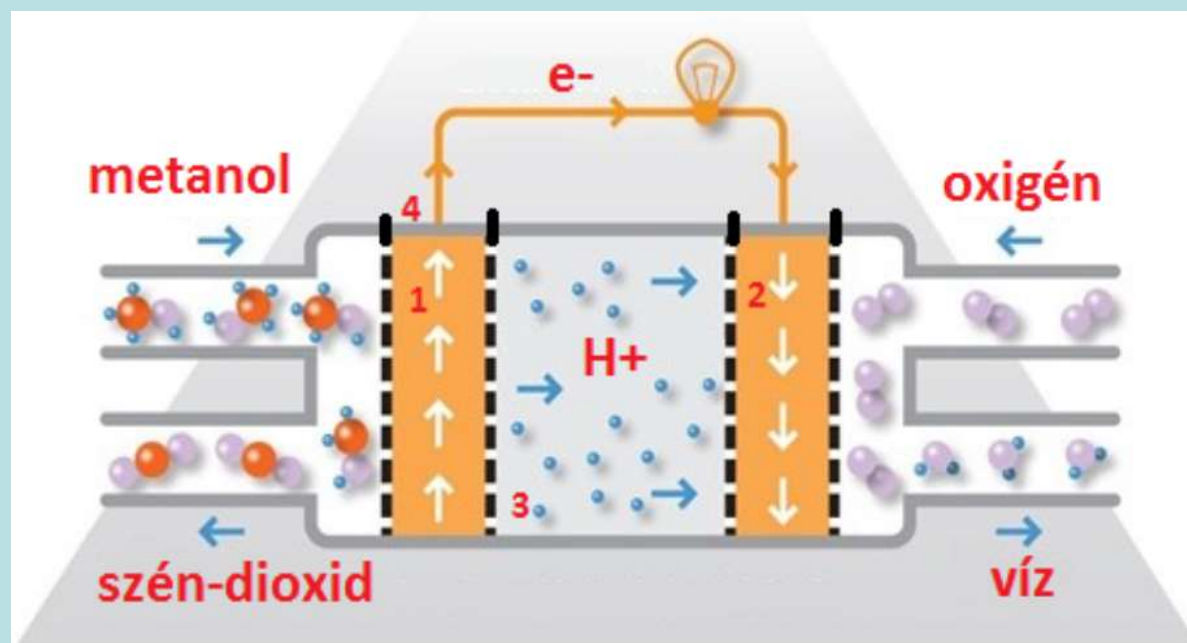
A polimer elektrolit típusú membrán (3) **elektronszigetelő** anyag, amely az **elektronoknak** a katódtérbe való áramlását akadályozza meg, de a **protonokat** átengedi. Az **elektronok** a fémllemezen keresztül a külső áramkörbe kerülnek.

A **protonok** a polimer elektrolit membránon keresztül a katódtérhez haladnak.

A katódtérben (2) a platina katalizátoron a **protonok**, az oxigén és a külső áramkörön áthaladt **elektronok** egyesülnek. $1,5\text{O}_2 + 6\text{e}^- \rightarrow 3\text{O}^{2-}$ $3\text{O}^{2-} + 6\text{H}^+$



- DMFC cella használata laptopban



Reverzibilis.

Akkumulátor. (Hatásfok: ~70%)

Vanádium redox akkumulátor

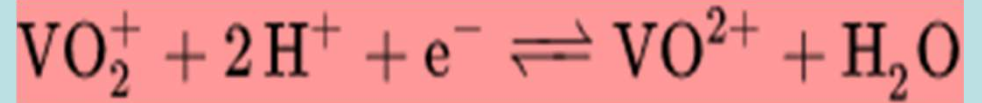


dioxovanádiumion

oxovanádiumion



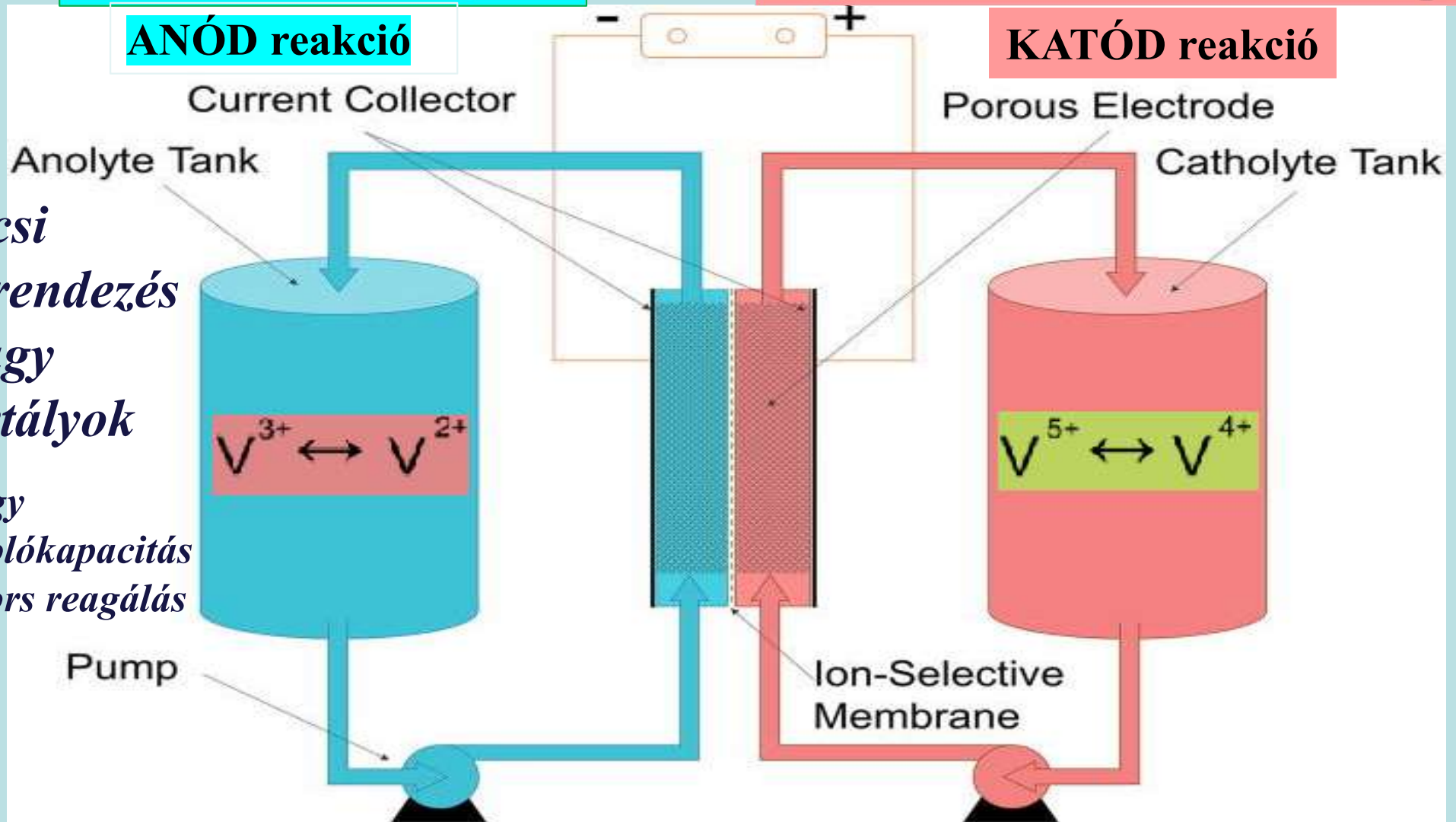
ANÓD reakció



KATÓD reakció

*Kicsi
berendezés
Nagy
tartályok*

*Nagy
tárolókapacitás
Gyors reagálás*



Az elemek lehetséges oxidációs számai																	
H -1,1																	
Li 1	Be 2	H,Li,Na,K,Mg,Ca Cr,Mn,Fe,Cu,Ag,Zn,Cd,Hg B,Al,C,Si,Sn,Pb,N,P,As,O,S,F,Cl,J,Br										B 3	C -4,2,4	N -3,3,5,4,2	O -2	F -1	
Na 1	Mg 2											Al 3	Si 4	P -3,3,5,4	S -2,2,4,6	Cl -1,1,3,5,7	
K 1	Ca 2	Sc 3	Ti 4,3	V 5,4,3,2	Cr 6,3,2	Mn 7,6,4,3,2	Fe 2,3	Co 2,3	Ni 2,3	Cu 2,1	Zn 2,1	Ga 3	Ge 4	As -3,5	Se -2,4,6	Br -1,1,5	
Rb 1	Sr 2	Y 3	Zr 4	Nb 4,2	Mo 6,5,4,3,2	Tc 7	Ru 2,3,4,6,8	Rh 2,3,4	Pd 2,4	Ag 1	Cd 2	In 3	Sn 4,2	Sb -3,3,5	Te -2,4,6	I -1,1,5,7	
Cs 1	Ba 2	La 3	Hf 4	Ta 5	W 6,5,4,3,2	Re 7,6,4,2,-1	Os 2,3,4,6,8	Ir 2,3,4,6	Pt 2,2	Au 3,1	Hg 2,1	Tl 3,1	Pb 4,2	Bi 3,5	Po 2,4	At -1,1,3,5,7	

- Elemi állapot – oxidációs szám = 0
- Egyszerű ionok oxidációs száma = iontöltés
- Molekula – oxidációs számok összege = 0
- Összetett ionok töltése = oxidációs számok összege