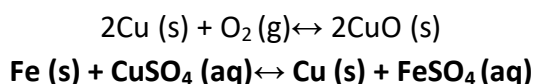


<b>SEC IV</b>	<b>Chemické reakcie, chemické rovnice</b>
<b>SEC IV.3</b>	<b>Redoxné (oxidačno-redukčné) reakcie</b>

**Obsahový štandard:** Redukcia, oxidácia. Redoxná reakcia, čiastková reakcia, redukovaadlo, oxidovaadlo. Elektrochemický rad napätia kovov, ušľachtilý a neušľachtilý kov. Galvanický článok. Elektrolýza.

#### Výkonový štandard

- Určiť v chemickej rovnici atómy prvkov, ktorých oxidačné čísla sa v priebehu chemickej reakcie menia
  - Vysvetliť na príklade oxidáciu a redukciu látky
  - Napísať čiastkové reakcie oxidácie a redukcie.
  - Vymenovať aspoň po dva príklady látok, ktoré pôsobia ako oxidovadlá alebo redukovaadlá.
  - Na základe usporiadania prvkov v rade napätia kovov Na, Mg, Al, Zn, Fe, Pb, H, Cu, Ag, Au rozdeliť kovy na ušľachtilé a neušľachtilé.
  - Vysvetliť vzájomné reakcie kovov a ich zlúčenín podľa umiestnenia v rade napätia kovov.
  - Vysvetliť deje prebiehajúce počas elektrolýzy a zapísať ich chemickými rovnicami (vodné roztoky CuCl<sub>2</sub>, NaCl).
  - Vymenovať príklady priemyselného využitia elektrolýzy.
  - Vysvetliť podstatu korózie kovov a spôsob ochrany kovov proti nej.
  - Vysvetliť podstatu získavania elektrickej energie premenou chemickej energie.
  - Uviesť príklady použitia galvanických článkov a akumulátorov v bežnom živote
  - Vymenovať príklady redoxných reakcií prebiehajúcich v prírode a v ľudskom organizme.
  - Prakticky demonštrovať využitie redoxných reakcií
- chemické reakcie, pri ktorých dochádza k zmena oxidačných čísel atómov alebo iónov
  - výmena elektrónov (medzi oxidovadlom a redukovaadlom)

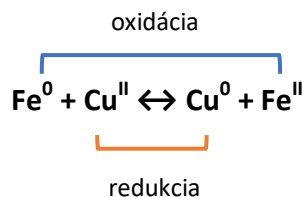
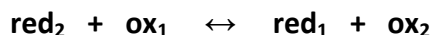


#### Polreakcie

- čiastkové reakcie redoxných reakcií, ktoré prebiehajú súčasne
- počet prijatých a odovzdaných elektrónov je rovnaký (elektróny sa nestrácajú)

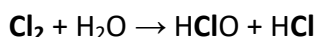
Typy polreakcií	
A.oxidácia	B.redukcia
<ul style="list-style-type: none"> <li>• dej, pri ktorom látka <b>odovzdáva elektróny</b></li> <li>• oxidačné číslo sa <b>zvyšuje</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dej, pri ktorom látka <b>prijíma elektróny</b></li> <li>• oxidačné číslo sa <b>znižuje</b></li> </ul>

## Konjugované páry



## Disproporcionácia (dismutácia)

- atóm alebo ión sa v redoxnej reakcii oxiduje a súčasne redukuje



## Redoxné vlastnosti látok

- Oxidačné alebo redukčné vlastnosti
- Tá istá látka môže byť súčasne oxidovadlom aj redukovadlom
- Závisí to od redoxných schopností reakčného partnera

Oxidovadlo (oxidant, oxidačné činidlo)	Redukovadlo (reduktant, redukčné činidlo)
<ul style="list-style-type: none"> <li>prijíma elektróny (akceptor e)- redukuje sa</li> <li>vyvoláva oxidáciu inej látky</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>odovzdáva elektróny (donor e)- oxiduje sa</li> <li>vyvoláva redukciu inej látky</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>zlúčeniny, ktorých atómy sa môžu vyskytovať aj v nižších oxidačných číslach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zlúčeniny, ktorých atómy sa môžu vyskytovať aj vo vyšších oxidačných číslach</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>prvky, ktoré radi prijímajú elektróny (elektronegatívne nekovy)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>prvky, ktoré radi odovzdávajú elektróny - kovy málo elektronegatívne</li> </ul>
Halové prvky, kyslík	I- III.A, prechodné Zn a lantanoidy, uhlík
<ul style="list-style-type: none"> <li>ióny- katióny s kladným oxidačným stupňom a anióny kyslíkatých kyselín</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ióny kovov s nízkym oxidačným číslom</li> </ul>
Katióny prechodných kovov $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{MnO}_4^-$ , $\text{ClO}_4^-$ , $\text{NO}_3^-$	$\text{Cr}^{2+}$ , $\text{Ti}^{2+}$
<ul style="list-style-type: none"> <li>Oxidy prvkov s vyšším ox. číslom, peroxidy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oxidy s nízkym oxidačným číslom, iónové hydridy</li> </ul>
$\text{H}_2\text{O}_2$ , $\text{MnO}_2$	$\text{CO}$ , $\text{LiH}$ , $\text{CaH}_2$

Oxidačná sila aniónov kyslíkatých kyselín sa zvyšuje v kyslom prostredí, klesá v zásaditom

**Elektrochemický rad napätia kovov (Beketov)**

- Vzostupné zoradenie štandardných elektródových potenciálov  $E^0$  prvkov a klesajúcich redukčných účinkov kovov

zvyšovanie  $E_0$  kovov  
 pokles elektropozitivity  
 pokles redukčných vlastností (schopnosť oxidovať sa na katióny)  
 pokles schopnosti reagovať so zriedenými kyselinami  
 pokles chemickej reaktivity

Li, K, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Be, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, H, Cu, Ag, Hg, Au, Pt

Neušľachtilé kovy ←	H	→ Ušľachtilé kovy
<ul style="list-style-type: none"> <li><math>E^0 &lt; 0</math></li> <li>malé hodnoty ionizačnej energie</li> <li>elektropozitívne vlastnosti</li> <li>ľahko odovzdávajú e (oxidujú sa)</li> <li>ľahko tvoria katióny</li> <li>schopné vyredukovať kov napravo</li> <li>schopné vyredukovať <math>H_2</math> z vodného roztoku</li> <li>so zriedenými kyselinami reagujú za vzniku <math>H_2</math></li> <li>čím viac naľavo, tým rýchlejšie sa oxidujú na katióny</li> </ul>	$E^0 = 0$ (štandardná vodíková elektróda)	<ul style="list-style-type: none"> <li><math>E^0 &gt; 0</math></li> <li>vysoké hodnoty ionizačnej energie</li> <li>slabá elektropozitivita</li> <li>ľahko prijímajú e (redukujú sa)</li> <li>neochotne tvoria katióny</li> <li>nevytlačia s vodných roztokov <math>H_2</math></li> <li>nereagujú so zriedenými kyselinami</li> <li>reagujú iba s kyselinami s oxidačnými účinkami – konc. dusičná a sírová (nevzniká však vodík)</li> <li>čím viac napravo katióny sa ľahšie redukujú</li> </ul>

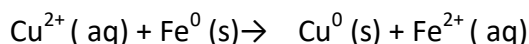
**Štandardný elektródový potenciál ( $E_0$ )**

- hodnota potenciálu elektródy určitého kovu, ponoreného do roztoku jeho soli za štandardných podmienok (pri tlaku 101 325 Pa, teplote 25 °C a koncentrácii iónov v roztoku 1 mol/dm<sup>3</sup>)
- miera schopnosť kovu prechádzať do iónového stavu v elektrolyte (do stavu katiónu)
- udáva sa vzhľadom na referenčnú štandardnú vodíkovú elektródu s nulovou hodnotou ( $E^0 = 0$  V)
- Čím negatívnejšia je hodnota  $E_0$  kovu, tým väčšia tendencia kovu prechádzať do roztoku v podobe katiónov**
- kov s negatívnejším potenciálom (menej ušľachtilý) redukuje z roztoku ióny kovu s pozitívnejším potenciálom (ušľachtilejšieho)** a pritom sa sám oxiduje a prechádza do roztoku ako katión

### Rovnováha redoxných reakcií

- V uzavretej sústave sa ustáli rovnováha:
  1. rýchlosť spätnej a priamej reakcie rovnaká
  2. koncentrácia reaktantov a produktov sa nemení
- charakterizuje ju **rovnovážná konštanta** ( hodnota závisí od teploty a redoxných schopností reaktantov )
- **Čím je väčší rozdiel v redukčných schopnostiach reaktantov, tým hodnota konštanty vyššia** ( čím sú od seba v Beketov rade napätia kovov vzdialenejší )

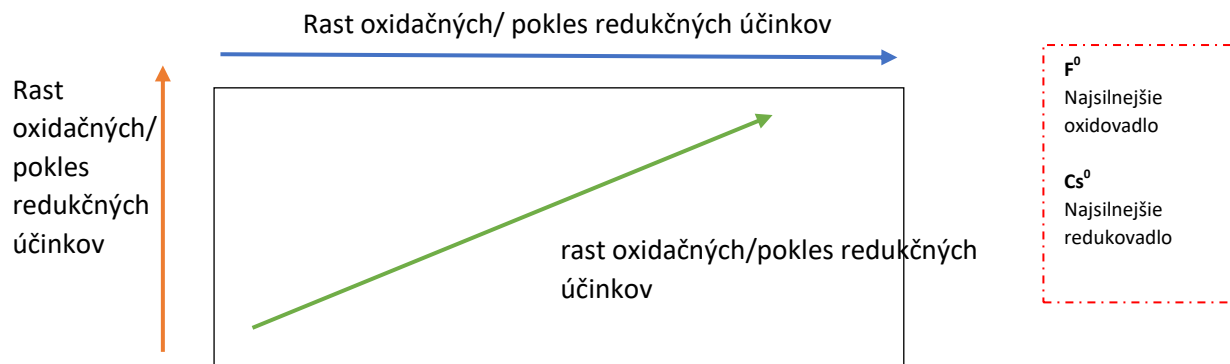
### Rovnovážna konštanta



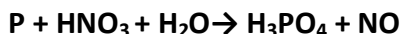
$$K = \frac{[\text{Fe}^{2+}]}{[\text{Cu}^{2+}]} = 10^{36}$$

- Prvky od seba veľmi vzdialené, vysoká hodnota rovnovážnej konštanty
- Rovnováha posunutá na stranu produktov
- Elektroneutrálne látky v tuhom skupenstve sa do K nezapisujú

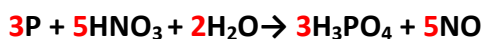
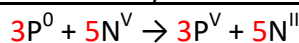
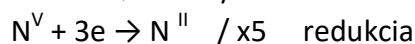
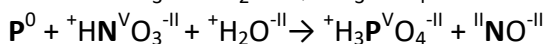
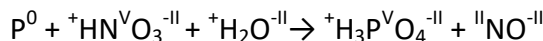
### Oxidačno- redukčné vlastnosti prvkov v PTP



### Výpočet koeficientov redoxných rovníc



1. Zápis oxidačných čísel
2. Určenie prvkov, ktoré menia oxidačné čísla
3. Zápis polreakcií
4. Vyrovnáť počet prijatých a odovzdaných elektrónov
5. Doplnenie koeficientov do rovnice a dopočítanie molekúl vody



### Redoxné deje v bežnom živote

- Akumulátory a galvanické články (*nabíjanie a vybíjanie  $H_2SO_4$  v autobatérii, batérie v elektronických zariadeniach*)
- Korózia, hrdzavenie a prevencia voči nim (*galvanické pokovovanie neušľachtilých kovov, pasivácia kovov*)
- Horenie látok, hnitie a kvasenie
- Premena živín v organizmoch (*fotosyntéza, oxidácia organických látok- dýchanie živočíchov*)
- Výroba kovov (*aluminotermia, redukcia kovov z ich oxidov, elektrolýza*) a zlúčenín

### Elektrolýza

- redoxné reakcie, ktoré prebiehajú na elektródach pri prechode jednosmerného elektrického prúdu elektrolytom
- rozklad látok účinkom jednosmerného elektrického prúdu

### Elektrolyt

- chemická látka (*tavenina alebo vodný roztok*), ktorá vedie elektrický prúd
- obsahuje voľne pohyblivé elektricky nabitú časticu- **ióny**
  - Silné elektrolyty**- v roztoku úplne alebo takmer úplne disociujú (*napr. silné minerálne kyseliny, soli iónovej štruktúry- halogenidy, dusičnany, silné hydroxidy prvkov I. a II.A*)
  - Slabé elektrolyty**- v roztoku ionizujú iba čiastočne (*napr. HF,  $NH_3$ ,  $H_2O$ ,  $CH_3COOH$* )

### Elektrolýza- zariadenie na elektrolýzu

#### Elektródy

Katóda (-)	Anóda (+)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Záporne</b> nabitá elektróda</li> <li>• <b>Donor elektrónov</b> (<i>prebytok e</i>)</li> <li>• Priťahuje katióny</li> <li>• Dochádza k <b>redukcii</b> látky</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Kladne</b> nabitá elektróda</li> <li>• <b>Akceptor elektrónov</b> (<i>nedostatok e</i>)</li> <li>• Priťahuje anióny</li> <li>• Dochádza k <b>oxidácii</b> látky</li> </ul>

### Využitie elektrolýzy

1.Výroba kovov a zlúčenín	2.Galvanické pokovovanie	3.Galvanické články a akumulátory
---------------------------	--------------------------	-----------------------------------

### 1. Výroba kovov a zlúčenín: Na, $Cl_2$ , K, Al, Mg, $H_2$ , NaOH, KOH, Cu

#### A.Elektrolýza NaCl ( tavenina)

	Anóda (+)	Katóda (-)
Deje prebiehajúce na elektródach		
Dôkaz produktov		

Sumárna rovnica:

### B. Elektrolýza NaCl (vodný roztok- soľanka)

	Anóda (+)	Katóda (-)
Deje prebiehajúce na elektródach		
Dôkaz produktov		

Sumárna rovnica:

### C. Elektrolýza CuCl<sub>2</sub>

	Anóda (+)	Katóda (-)
Deje prebiehajúce na elektródach		
Dôkaz produktov		

Sumárna rovnica:

## 2. Galvanické pokovovanie

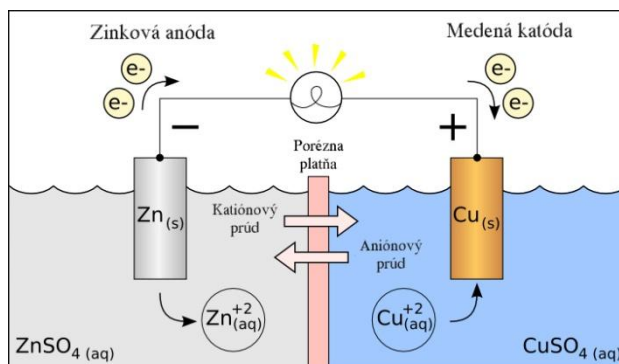
- Pokrývanie neušľachtilých kovov vrstvičkou ušľachtileho kovu ( Cu, Cr, Ag..) účinkom elektrického prúdu
- tvorba súvislej ochrannej vrstvy proti korózii
- kovový predmet je **katódou** ( *ušľachtilý kov sa nachádza v elektrolyte*)

## 3. Galvanické články

- Vybíjateľné zdroje elektrického prúdu, ktorý vzniká premenou chemickej energie redoxných reakcií
- Zariadenie kde sa chemická energia mení na elektrickú
- Elektrochemická reakcia prebieha samovoľne a elektrochemické napätie článku je dané rozdielom štandardných  $E^0$  vodivo spojených poločlánkov- potenciálový rozdiel
- katóda je kladná/ anóda záporná- opačne ako pri elektrolýze ( *+ ak viac iónov z roztoku sa vylúčilo na elektróde- redukovali sa , - ak z elektródy prešlo viac prvkov vo forme iónov do roztoku- oxidovali sa*)
- *napr. batérie v elektronických zariadeniach*

### Danielov článok

- zložený z dvoch poločlánkov (*kovové elektródy ponorené do 1M roztoku svojej soli*)
- spojených vodivostným soľným mostíkom- diafragmou ( z  $KNO_3$ , umožňuje voľný pohyb iónov)
- elektrické napätie článku vzniká ako rozdiel redoxných potenciálov dvoch elektród (1,1V)
- anóda zinková ponorená do  $ZnSO_4$ , katóda medená ponorená do  $CuSO_4$



	Anóda (-)	Katóda (+)
Deje prebiehajúce na elektródach		
Dôkaz		

Sumárna rovnica:

### Monočlánky (batérie)

- zdroje elektrického prúdu pre elektrospotrebiče, elektrický prúd v nich vzniká premenou chemickej energie

#### Suchý monočlánok ( Le Clanchéov)

- označenie AA, konštantné napätie 1,5V
- katóda uhlíková, anóda zinkový plášť, elektrolytom pasta  $NH_4Cl + MnO_2 +$  práškový uhlík

	Anóda (+)	Katóda (-)
Deje prebiehajúce na elektródach		
Dôkaz		

### Akumulátory

- Nabíjateľné galvanické články
- Napr. autobatérie, batérie v notebookoch, telefónoch

**Olovený akumulátor**

- Nabíjateľný galvanický článok využívaný ako zdroj elektrického prúdu v automobiloch (*autobatéria*)
- Nabitý: anóda pórovité olovené platne, katóda platne s pórovitým  $\text{PbO}_2$ , elektrolytom 32%  $\text{H}_2\text{SO}_4$

	Anóda (-)	Katóda (+)
Deje prebiehajúce na elektródach		

**Nabitie akumulátora**

- napojením oloveného akumulátora na zdroj EP (*trvá niekoľko hodín*)
- Miera nabitia sa kontroluje meraním hustoty  $\text{H}_2\text{SO}_4$  alebo meraním napätia článkov
- Starostlivosť o akumulátor- kontrola čistoty kontaktov, životnosť 4-5rokov

**Korózia**

- Fyzikálno- chemická reakcia medzi kovom a prostredím, pričom dochádza k trvalej zmene vlastnosti kovu

**Typy korózie**

1.chemická	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pôsobením kyslíka v elektricky nevodivom prostredí</li> </ul>
2. elektrochemická	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pôsobením <math>\text{O}_2</math>, <math>\text{H}_2\text{O}</math>, <math>\text{H}_3\text{O}^+</math>, elektricky vodivé prostredie</li> <li>• Voda elektrolyt a kov elektróda</li> <li>• Vznik lokálneho galvanického článku (<i>počas elektrolytických dejov sa kov rozpúšťa</i>)</li> </ul>

**Chemická rovnica hrdzavenia železa****Černenie striebra:****Ochrana pred koróziou**

1.nátery	2.galvanické pokovovanie	3.pasivácia
Vopred potrebné povrch očistiť alebo použiť náter reagujúci priamo s hrdzou	Nanášanie vrstvy iného kovu na povrch ( Ni, Cr, Cu)	Tvorba ochrannej vrstvy na povrchu kovu ponorením do koncentrovaných kyselín