SEC IV	Chemické reakcie, chemické rovnice
SEC IV.3	Redoxné (oxidačno-redukčné) reakcie

Obsahový štandard: *Redukcia, oxidácia. Redoxná reakcia, čiastková reakcia, redukovadlo, oxidovadlo. 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 redukovadlá.*
- *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 $CuCl_2$, 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 redukovadlom*)

$$2Cu\ (s) + O_2\ (g) \leftrightarrow 2CuO\ (s)$$

$$\mathbf{Fe\ (s) + CuSO_4\ (aq) \leftrightarrow Cu\ (s) + FeSO_4\ (aq)}$$

Polreakcie

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

Typy polreakcií	
A.oxidácia	**B.redukcia**
• dej, pri ktorom látka **odovzdáva elektróny** • oxidačné číslo sa **zvyšuje**	• dej, pri ktorom látka **prijíma elektróny** • oxidačné číslo sa **znižuje**

Konjugované páry

$$\boxed{red_2 + ox_1 \leftrightarrow red_1 + ox_2}$$

oxidácia

$$Fe^0 + Cu^{II} \leftrightarrow Cu^0 + Fe^{II}$$

redukcia

Disproporcionácia (dismutácia)

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

$$Cl_2 + H_2O \longrightarrow HClO + HCl$$

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)*
• **prijíma elektróny** (akceptor e)- **redukuje sa** • **vyvoláva oxidáciu inej látky**	• **odovzdáva elektróny** (donor e)- **oxiduje sa** • **vyvoláva redukciu inej látky**
• zlúčeniny, ktorých atómy sa môžu vyskytovať aj **v nižších oxidačných číslach**	• zlúčeniny, ktorých atómy sa môžu vyskytovať aj **vo vyšších oxidačných číslach**
• prvky, ktoré radi prijímajú elektróny (*elektronegatívne nekovy)*	• prvky, ktoré radi odovzdávajú elektróny - kovy málo elektronegatívne
Halové prvky, kyslík	*I- III.A, prechodné Zn a lantanoidy, uhlík*
• ióny- katióny s kladným oxidačným stupňom a anióny kyslíkatých kyselín	• Ióny kovov s nízkym oxidačným číslom
Katióny prechodných kovov Fe^{3+}, Cu^{2+}, MnO_4^-, ClO_4^-, NO_3^-	Cr^{2+}, Ti^{2+}
• Oxidy prvkov s vyšším ox. číslom, peroxidy	• Oxidy s nízkym oxidačným číslom, iónové hydridy
H_2O_2, MnO_2	*CO, LiH, 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

Elektropozitivita
Tendencia kovu vylučovať do roztoku svoje ióny

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
• **$E^0 < 0$** • malé hodnoty ionizačnej energie • elektropozitívne vlastnosti • ľahko odovzdávajú e (oxidujú sa) • ľahko tvoria katióny • schopné vyredukovať kov napravo • schopné vyredukovať H_2 z vodného roztoku • so zriedenými kyselinami reagujú za vzniku H_2 • *čím viac naľavo, tým rýchlejšie sa oxidujú na katióny*	*E_0 = 0*	• **$E^0 > 0$** • vysoké hodnoty ionizačnej energie • slabá elektropozitivita • ľahko prijímajú e (redukujú sa) • neochotne tvoria katióny • nevytlačia s vodných roztokov H_2 • nereagujú so zriedenými kyselinami • reagujú iba s kyselinami s oxidačnými účinkami – konc. dusičná a sírová (*nevzniká však vodík)* • *čím viac napravo katióny sa ľahšie redukujú*

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^3)*
- 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 **rovnovažná 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*)

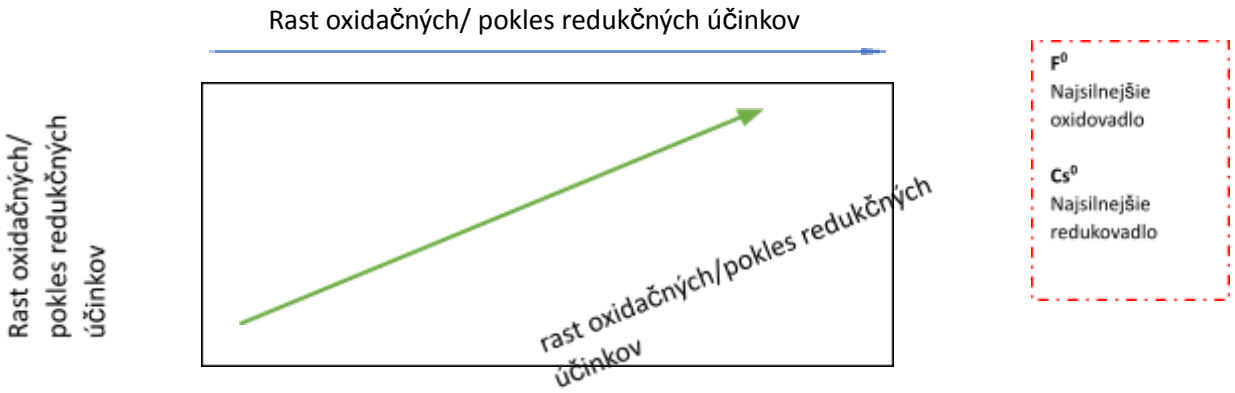
Rovnovážna konštanta

$$Cu^{2+}(aq) + Fe^{0}(s) \rightarrow Cu^{0}(s) + Fe^{2+}(aq)$$

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

- Prvky od seba veľmi vzdialené, vysoká hodnota rovnovažnej 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

$$P + HNO_3 + H_2O \rightarrow H_3PO_4 + NO$$

1. Zápis oxidačných čísel — $P^0 + {}^{+}HN^{V}O_3^{-II} + {}^{+}H_2O^{-II} \rightarrow {}^{+}H_3P^{V}O_4^{-II} + {}^{II}NO^{-II}$
2. Určenie prvkov, ktoré menia oxidačné čísla — $\mathbf{P}^0 + {}^{+}H\mathbf{N}^{V}O_3^{-II} + {}^{+}H_2O^{-II} \rightarrow {}^{+}H_3\mathbf{P}^{V}O_4^{-II} + {}^{II}\mathbf{N}O^{-II}$
3. Zápis polreakcií — $P^0 - 5e \rightarrow P^{V}$ / x3 oxidácia; $N^{V} + 3e \rightarrow N^{II}$ / x5 redukcia
4. Vyrovnať počet prijatých a odovzdaných elektrónov — $3P^0 + 5N^{V} \rightarrow 3P^{V} + 5N^{II}$
5. Doplnenie koeficientov do rovnice a dopočítanie molekúl vody

$$3P + 5HNO_3 + 2H_2O \rightarrow 3H_3PO_4 + 5NO$$

Redoxné deje v bežnom živote

- Akumulátory a galvanické články (*autobatéria, batérie v elektronických zariadeniach)*
- Korózia, hrdzavenie a prevencia voči nim *(galvanické pokovovanie, 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, pohyb iónov k elektródam

Elektrolyt

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

Elektrolyzér- zariadenie na elektrolýzu

Elektródy

Katóda (-)	Anóda (+)
• **Záporne** nabitá elektróda • **Donor elektrónov** (*prebytok e)* • Priťahuje katióny • Dochádza k **redukcii** látky	• **Kladne** nabitá elektróda • **Akceptor elektrónov** (*nedostatok e)* • Priťahuje anióny • Dochádza k **oxidácii** látky

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 $CuCl_2$

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

Sumárna rovnica:

2. Galvanické pokovovanie

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

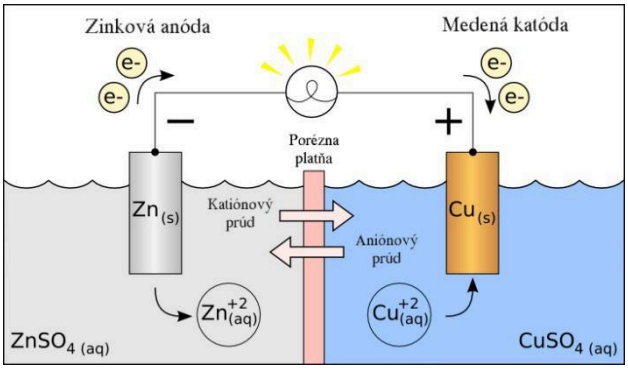
3. Galvanické články

- zdroje elektrického prúdu, ktorý vzniká premenou chemickej energie redoxných reakcií 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)*
- anóda zinková ponorená do $ZnSO_4$, katóda medená ponorená do $CuSO_4$

- 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 (-)	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		

Sumárna rovnica:

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 PbO_2, elektrolytom 32% H_2SO_4

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

Sumárna rovnica:

Nabitie akumulátora

- napojením oloveného akumulátora na zdroj EP (*trvá niekoľko hodín*)- reakcie opačným smerom
- miera nabitia sa kontroluje meraním hustoty H_2SO_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	• pôsobením kyslíka v elektricky nevodivom prostredí
2. elektrochemická	• pôsobením O_2, H_2O, H_3O^+, elektricky vodivé prostredie • voda elektrolyt a kov elektróda • vznik lokálneho galvanického článku (*počas elektrolytických dejov sa kov rozpúšťa)*

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 kovu (Ni, Cr, Cu)	Tvorba ochrannej vrstvy na povrchu kovu ponorením do koncentrovaných kyselín