

16) Vedení elektrického proudu v kapalinách a plynech

VEDENÍ ELEKTRICKÉHO PROUDU V KAPALINÁCH

- **Elektrolyt = kapalina, která vede elektrický proud**
- Jedná se o vodné roztoky kyselin, solí a zásad (prostředí, ve kterém se nachází volně pohyblivé ionty)
- Kapaliny v čistém stavu mají velmi malou elektrickou vodivost (např. destilovaná voda – dobrý izolant)
- **Elektrolytická disociace = rozpad látek na ionty**
- Pro vznik elektrického proudu je zapotřebí vytvořit v elektrolytu elektrické pole
- Elektrody:
 - **katoda – záporně nabitá**
 - **anoda – kladně nabitá**
- Elektrické pole vyvolá usměrněný pohyb iontů v roztoku (působí elektrostatická síla)
- **Kationty jsou přitahovány ke katodě a anionty k anodě**
- Na elektrodách odevzdají ionty své náboje a mění se v elektricky neutrální atomy nebo molekuly
- **S přenosem náboje dochází také k přenosu látky = elektrolýza**
- Elektrolýzu popisují Faradayovy zákony

I. FARADAYŮV ZÁKON

$$m = A Q = A I t$$

m	hmotnost látky vyloučené na elektrodě [kg]
I	el. proud procházející elektrolytem [A]
t	čas, po který proud prochází elektrolytem [s]
Q	el. náboj prošlý elektrolytem [C]
A	elektrochemický ekvivalent [kg · C ⁻¹]

II. FARADAYŮV ZÁKON

- Zpřesňuje výpočet konstanty A, která se vyskytuje v prvním zákoně
- **Látková množství různých látek vyloučených při elektrolýze týmž celkovým nábojem jsou chemicky ekvivalentní** (mohou se navzájem nahradit v chemické sloučenině nebo se mohou beze zbytku sloučit)

$$A = \frac{M_m}{F \cdot z}$$

A	elektrochemický ekvivalent [kg · C ⁻¹]
M _m	molární hmotnost látky [kg · mol ⁻¹]

- F Faradayova konstanta: $F = 96 \text{ kC} \cdot \text{mol}^{-1}$
- z počet elektronů, které jsou potřeba při vyloučení jedné molekuly
- z poznáme toho, o kolikavazný prvek se v dané sloučenině jedná
 - Např. k vyloučení mědi ze síranu měďnatého jsou zapotřebí 2 elektrony (měď je dvojjazná)

VYUŽITÍ ELEKTROLÝZY

- Elektrolytické čištění kovů
- Galvanické pokovování
 - Ochrana před korozi
 - „Povrch méně ušlechtilých kovů pokryju kvalitnějším kovem“
- Galvanické leptání
- Polarografie (určování výskytu a koncentrace látek v roztoku)

VOLTAMPÉROVÁ CHARAKTERISTIKA ELEKTROLYTICKÉHO VODIČE

- Podle druhu elektrolytu a typu použitých elektrod mohou nastat tyto dva případy:
 - **Při průchodu proudem elektrolytem nedochází k chemickým změnám**
 - Např. elektrolyt roztok CuSO_4 + elektrody Cu
 - Platí Ohmův zákon (*pokud elektrody od sebe oddálíme nebo snížíme hladinu elektrolytu v nádobě, proud se zmenší*)
 - Měrný elektrický odpor elektrolytu s rostoucí teplotou klesá (zmenšuje se vnitřní tření brzdící pohyb iontů v elektrolytu)
 - **Při průchodu proudem elektrolytem dochází k chemickým změnám**
 - Např. elektrolyt roztok H_2SO_4 + elektrody Pt
 - Při malém napětí proud zaniká
 - Budeme-li napětí mezi elektrodami zvětšovat, pak po dosažení **rozkladného napětí (U_r)** proud lineárně poroste podle Ohmova zákona

$$I = \frac{U - U_r}{R}$$

$U < U_r$: proud I zaniká

$U > U_r$: proud I se s napětím U lineárně zvětšuje

- Příčinou vzniku rozkladného napětí jsou děje probíhající na elektrodách
- Při ponoření elektrody do elektrolytu **vzniká** na rozhraní kovu a elektrolytu **elektrická dvojvrstva** s určitým elektromotorickým napětím
- pokud vzniknou na elektrodách dvě různé dvojvrstvy, z nichž každá má jiné polarizační napětí – **polarizace elektrod**
- Vznik elektrické dvojvrstvy se využívá v **galvanických článcích**
 - Primární galvanickým článkem
 - vybitý článek nelze znovu nabít

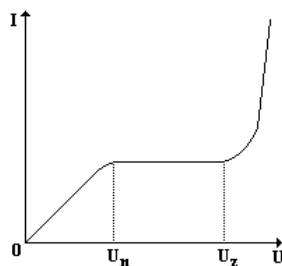
- Sekundární galvanický článek (akumulátor)
 - lze ho zdrojem opakovaně nabíjet (průchodem el. proudu opačného směru, než je směr proudu při vybíjení)
 - Kapacita akumulátoru = náboj, který může akumulátor vydat při vybíjení (jednotky: ampérhodiny)
 - Používají se olověné (auta), alkalické, lithiové...

VEDENÍ ELEKTRICKÉHO PROUDU V PLYNECH

- Plyn jsou tvořeny elektricky neutrálními molekulami – **za běžných podmínek** jsou dobrými **izolanty**
- Plyn vede el. proud, pokud obsahuje volné částice s nábojem a je v elektrickém poli
- Vedení elektrického proudu v plynu = **elektrický výboj v plynu**
- **Ionizace plynu** – děj, při kterém se elektricky neutrální molekula rozštěpí na elektron a kladný iont (= nosiči nábojů)
- Příčiny ionizace plynu (ionizátory):
 - Vysoká teplota
 - Záření (působení ultrafialového nebo radioaktivního záření)
- Při ionizaci ionizátory dodávají elektronům energii k odtržení
- Současně s ionizací plynu probíhá **opačný děj – rekombinace iontů** = ionty s opačným nábojem se spojují a vznikají opět neutrální molekuly plynu
- **Nesamostatný výboj** = elektrický proud v plynu, který se udržuje jen po dobu působení ionizátoru
- **Samostatný výboj** – nepotřebuje působení ionizátoru
- Vysoce ionizovaný plyn = plazma (samostatný výboj)

VOLTAMPÉROVÁ CHARAKTERISTIKA VÝBOJE V PLYNU

- **Přímá úměrnost (platí Ohmův zákon)**
 - Za přítomnosti ionizátoru vznikají v plynu volné ionty a elektrony, které se pohybují k příslušným elektrodám + vzájemná rekombinace
 - Počet iontů, které předají náboj elektrodám je přímo úměrný napětí → proud lineárně roste s napětím
- **Konstantní funkce**
 - S rostoucím napětím se uspořádaný pohyb iontů zrychlí až převážná většina iontů nestačí rekombinovat a doletí k elektrodám – **nasycený proud**
 - Nasycený proud se při dalším růstu napětí nemění
- **Exponenciální funkce**
 - Ke zvýšení proudu dochází po překročení **zápalného napětí (U_z)** – příčinou je **ionizace nárazem**
 - Rychlost (a energie) elektronů je tak velká, že může ionizovat neutrální molekulu, do které narazí
 - Lavinovitě tak vzrůstá počet nosičů náboje a proud roste
 - Již není potřeba ionizátor – ionizace nárazem je dostačující → nastává **samostatný výboj v plynu**



DRUHY SAMOSTATNÝCH VÝBOJŮ V PLYNECH

- **Za atmosférického tlaku:** obloukový výboj, jiskrový výboj, koróna
- **Za sníženého tlaku:** doutnavý výboj, katodové a kanálové záření
- **Obloukový výboj**
 - Dotykem dvou uhlíkových elektrod konce elektrod se rozžhaví a po oddálení elektrod od sebe způsobí tepelnou ionizaci vzduchu
 - Vysoké proudy a teploty
 - Vzniká intenzivní světelné záření
 - Využití např. obloukové svářeční
- **Jiskrový výboj**
 - Vzniká při dosažení zápalného napětí
 - Má krátkou dobu trvání
 - Doprovázen zvukovými a světelnými efekty
 - Např. blesk (= proud plynu v atmosféře)
 - Vyrovnává el. napětí (mezi dvěma mraky nebo mrakem a zemským povrchem)
 - Dochází k velkému uvolnění E
 - Při nárazu vzniká hrom (zvuk)
- **Koróna**
 - Na hrotech, hranách, drátech při dálkovém vedení elektrické energie, na vrcholcích lodních stožárů, stromů a keřů (tzv. Eliášovo světlo)
 - Má vysoký el. potenciál
- **Doutnavý výboj**
 - Ve výbojových trubicích (výbojkách) za snížených tlaků
 - Malý proud
 - Světelné efekty – různé plyny svítí různou barvou
 - Využití: doutnavka, reklamní trubice a zářivky
- **Katodové a kanálové záření**
 - Uvnitř trubice, v níž probíhá doutnavý výboj, se proti sobě pohybují dva druhy nabitých částic – elektrony a kladné ionty
 - Jestliže opatříme katodu otvorem, budou kladné ionty pronikat za katodu jako kanálové záření a projeví se světélkováním plynné náplně
 - Podobně prolétají otvorem v anodě elektrony jako katodové záření, které způsobuje světélkování skleněné stěny výbojové trubice

- Mechanické, tepelné a chemické účinky

VEDENÍ PLYNU VE VAKUU

- Aby proud procházel musí mít volné nosiče náboje (kationty/anionty)
(pevné látky – elektrony, kapaliny – ionty, plyny – ionty i elektrony)
- Ve vakuu: bez srážek prostředí
- Vakuum neobsahuje nabitě částice, elektrický proud vakuem neprochází
- Průchod elektrického proudu vakuem je umožněn vznikem nositelů náboje na elektrodách → je nutné **uvolnit elektrony z katody**
- V katodové trubici je zdrojem elektronů katoda žhavená elektrickým proudem
- Ty z ní pak vylétují do vakuu
- Po připojení trubice ke zdroji vysokého napětí, vytvoří se mezi jejími elektrodami silné elektrické pole, které uvádí elektrony do pohybu směrem k anodě (**katodové záření**)