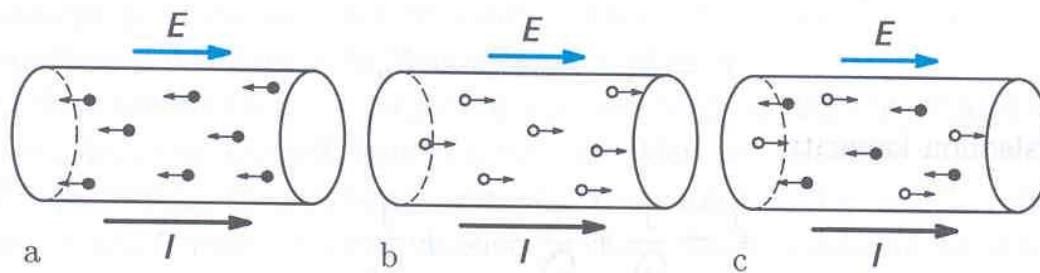


Elektrický proud

- **uspořádaný** (usměrněný) pohyb volných částic s elektrickým nábojem
- Vodiče – látky dobře vedoucí el. proud
- - kovy, roztoky elektrolytů, ionizované plyny a plasma
- dále polovodiče a izolanty. Polovodiče vedou el. proud za urč. podmínek

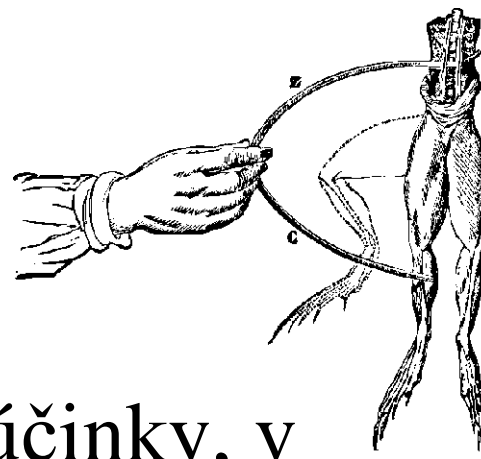
Elektrický proud



5-18 Znárodnění elektrického proudu jako pohyb a) záporných částic, b) kladných částic, c) kladných i záporných částic

- záporně nabitě nosiče náboje se pohybují vždy proti směru intenzity E el. pole, kladné naopak
- směr el. proudu je stanoven jako směr pohybu kladných nosičů náboje

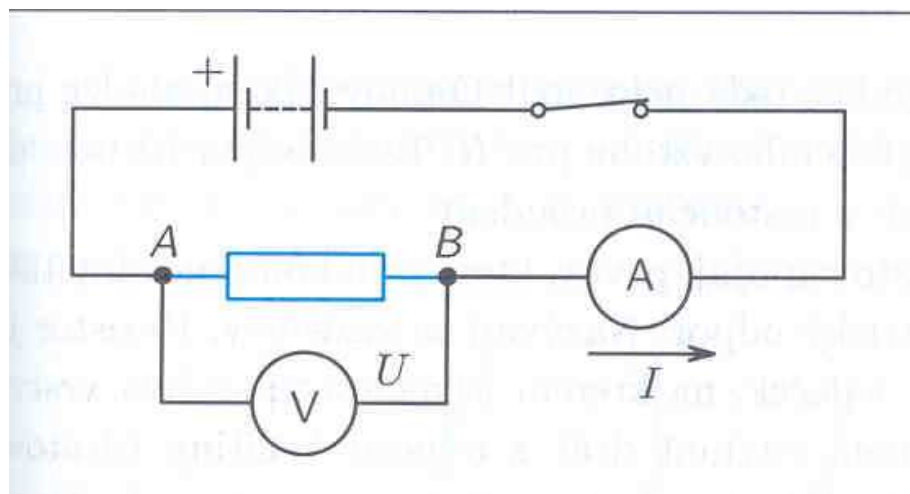
Elektrický proud



- má tepelné, světelné, chemické účinky, v okolí vodiče s el. proudem vzniká mag. pole.
- Fyzikální veličina **elektrický proud** je definována vztahem
$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$
- jednotkou je ampér (A)
- stejnosměrný proud – tok náboje nemění směr

el. obvod

- Proud neteče sám o sobě, musí být přítomna elektromotorická síla působící na nosiče náboje
- nejjednodušší el. obvod je zdroj elmot. napětí, vodiče a spotřebič

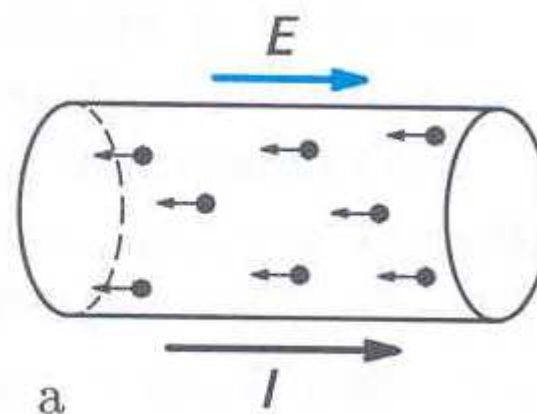


Elektrický zdroj

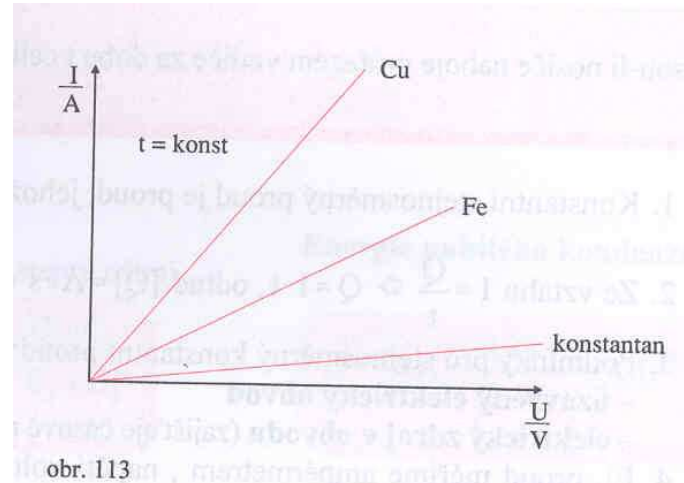
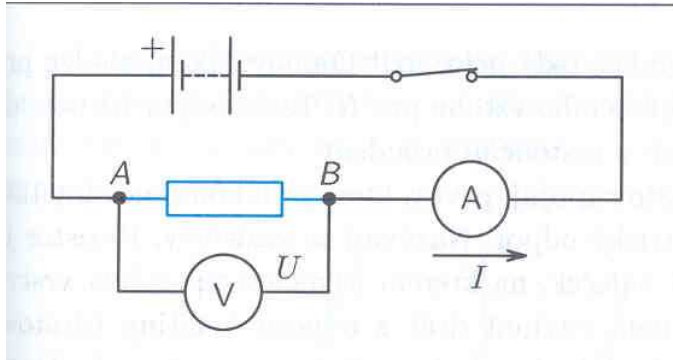
- dva póly (+,-)
- proud teče od kladného k zápornému
- uvnitř musí působit neelektrická (vtištěná) síla přenášející náboj v požadovaném směru
- při přenosu náboje vykonají el. síly práci $W=QU_e$. Neelektrické síly musí vykonat stejnou, nebo větší práci

El. proud v kovech

- kovy vedou el. proud díky **volným (vodivostním) elektronům**
- volné elektrony konají tepelný pohyb
- v okamžiku připojení napětí pak uspořádaný pohyb ve směru \vec{E} působící síly
- pohyb elektronů ustálenou rychlostí



Ohmův zákon (1826)



- Elektrický proud procházející kovovým vodičem je přímo úměrný el. napětí mezi konci tohoto vodiče.
- $I=U/R$
- R – elektrický odpor, ohm (Ω)
- převr. hodnota $G=1/R$ – vodivost, siemens (S)

Elektrický odpor

- dle teorie způsobenou srážkami s ionty v mřížce
- Odpor vodiče závisí na rozměrech a na látce

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

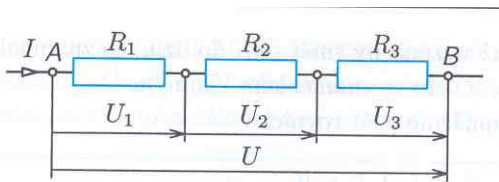
$\forall \rho$ - měrný el. odpor ($\Omega \cdot m$)

- Odpor závisí i na teplotě

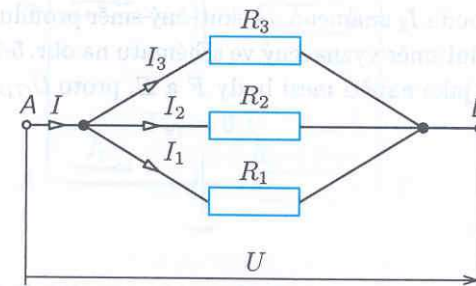
$$R = R_0 (1 + \alpha \Delta t)$$

rezistory, zapojování

- el. prvky s předem stanoveným el. odporem
- používají se v el. obvodech pro snížení napětí
- rezistory s proměnnou hodnotou – reostat, potenciometr
- sériové zapojení: $R=R_1+R_2+\dots+R_n$
- paralelní zapojení: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$



svorky rezistoru.



Elektrický zdroj

- Zařízení, mezi jehož dvěma různými částmi (póly) je i při připojení vodiče udržován rozdíl potenciálů (napětí)
- Proto se nazývá „Zdroj napětí“
- Póly vyvedené na povrch – svorky zdroje

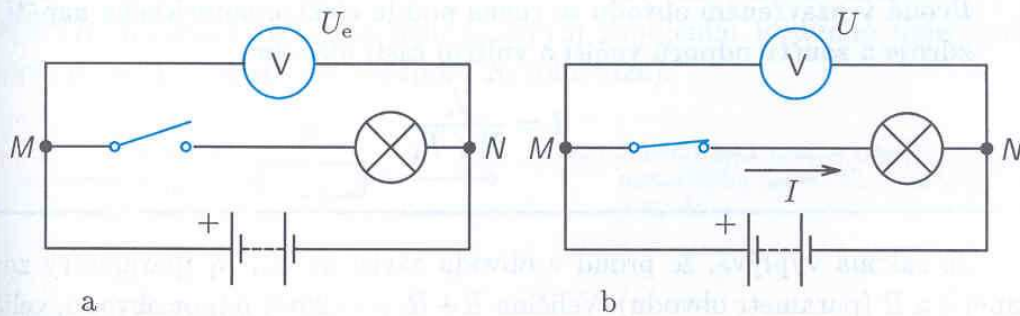
- Napětí mezi svorkami tehdy, když na jedné je méně volných elektronů.
- Musí působit síly převádějící náboj z jedné svorky na druhou – neelektrické, vtištěné síly
- Na svorkách se hromadí náboj do té doby, než se velikost elektrických a neelektrických sil vyrovná.
- Elektromotorické napětí $U_e = \frac{W_z}{Q}$

Neelektrické síly

- Elektrochemické (chem. reakce elektrod s elektrolytem)
- fotoelektrické
- termoelektrické
- elektrodynamické
- mechanické

Elektromotorické vs. svorkové napětí

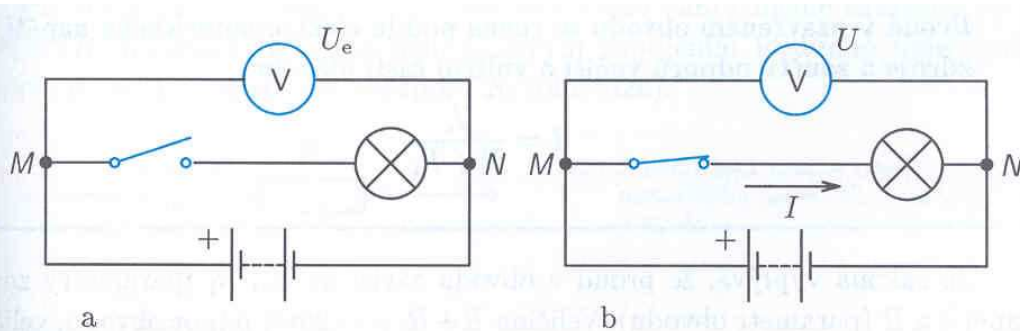
- Napětí na svorkách zatíženého a nezatíženého zdroje je různé.
- nezatížený zdroj – napětí naprázdno U_0 . Prakticky stejné jako elektromotorické napětí
- zatížený zdroj – svorkové napětí U
- Vždy platí $U < U_0$



5-25 Měření elektromotorického a svorkového napětí zdroje

Elektromotorické vs. svorkové napětí

- Napětí na svorkách zatíženého a nezatíženého zdroje je různé.
- nezatížený zdroj – napětí naprázdno U_0 . Prakticky stejné jako elektromotorické napětí
- zatížený zdroj – svorkové napětí U
- Vždy platí $U < U_0$



5-25 Měření elektromotorického a svorkového napětí zdroje

Uzavřený obvod

- Uzavřený el. obvod ze dvou částí
- Vnější část – vodiče, spotřebiče aj. připojené ke svorkám zdroje
- Vnitřní část – prostor mezi svorkami **uvnitř zdroje**
- vnitřní část obvodu má vnitřní odpor R_i
- Proud při uzavřeném obvodu prochází oběma částmi

Ohmův zákon pro uz. obvod

$$U=RI, U_i=R_iI$$

$$I = \frac{U_e}{R + R_i}$$

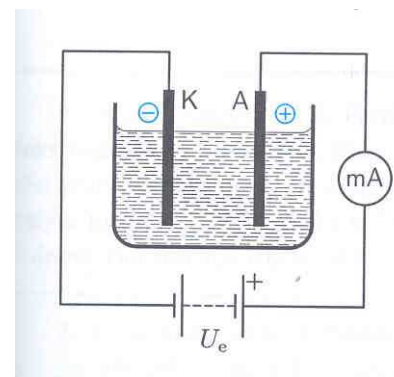
Proud v uzavřeném obvodu je roven podílu elektromotorického napětí zdroje a součtu odporů vnitřní a vnější části obvodu

Zkrat

- spojení svorek zdroje nakrátko (vodivým drátem)
- Proud dosáhne maximální možné hodnoty
- poškození zdroje nebo obvodu
- pojistky, jističe

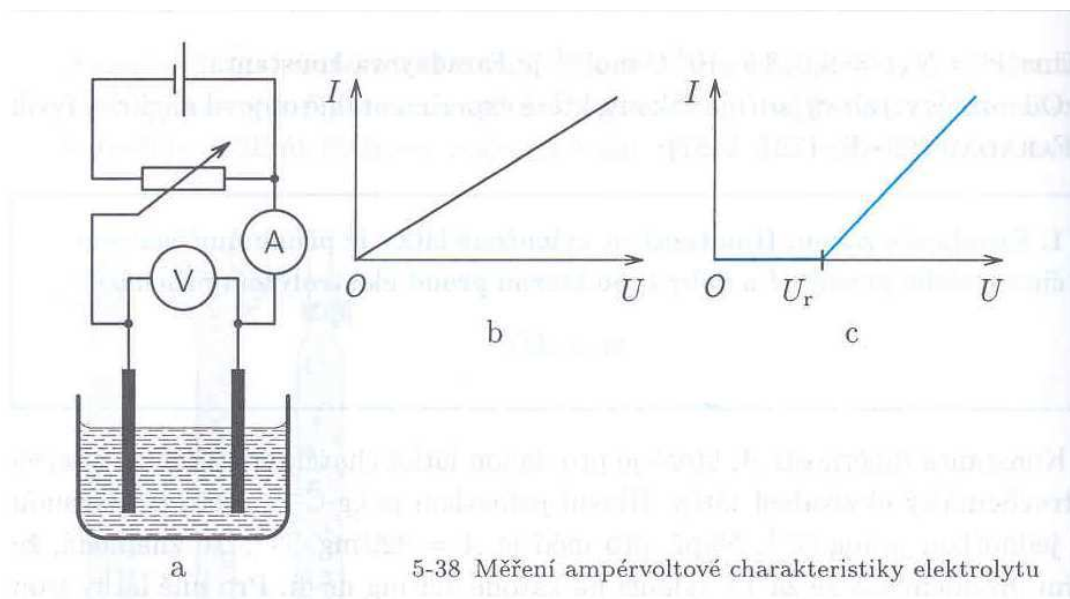
Elektrický proud v kapalinách

- kapaliny mohou za určitých okolností vést elektrický proud
- musí obsahovat volné částice s nábojem
- slaná voda vede el. proud, destilovaná nikoliv
- Vedení proudu v kapalinách zprostředkovávají volně pohyblivé kladné a záporné ionty
- vodivé roztoky - elektrolyty



- ne každý roztok je elektrolytem. Volné ionty vznikají procesem nazývaným elektrolytická disociace – rozpouštěná látka se v rozpouštědle rozpadne.
- Po připojení napětí dochází k uspořádanému pohybu nosičů náboje (ionty) v roztoku
- kationty (kladné ionty) putují ke katodě (záporná elektroda), anionty k anodě.
- současně dochází k přenosu látky
- elektrolyty jsou vodné roztoky mnoha solí (NaCl, KCl), kyselin (H_2SO_4 , HNO_3) a zásad (KOH, NaOH)

VA charakteristika



- trvalý proud roztokem vzniká až po překročení tzv. rozkladného napětí U_r . Pak roste lineárně a platí $U = U_r + RI$
- R – odpor elektrolytu. Závisí na mnoha parametrech

Elektrolýza

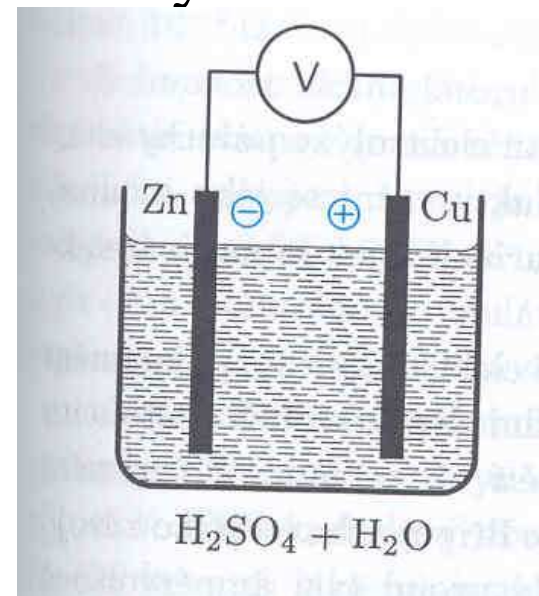
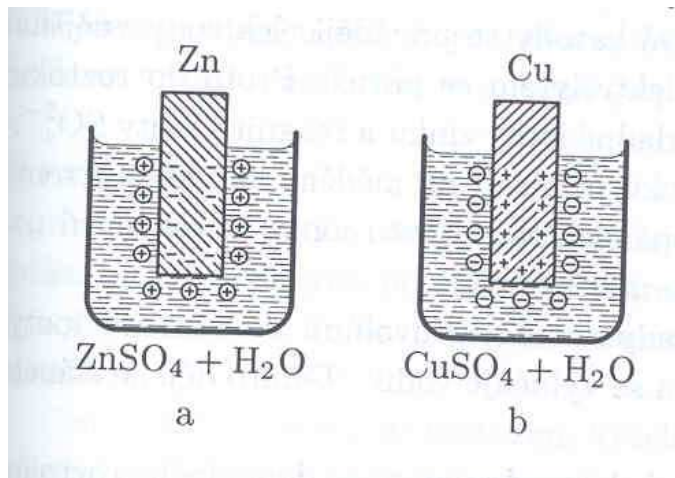
- děj, při kterém průchodem el. proudu dochází k látkovým změnám
- Při elektrolýze se na katodě vždy vylučuje vodík nebo kov
- výsledek elektrolýzy závisí na materiálu, z něhož jsou elektrody
- uspořádaný pohyb iontů končí na elektrodách, kde ionty odevzdávají náboje a vylučují se na elektrodách, nebo vstupují do chem. reakce

Faradayovy zákony elektrolýzy

1. Hmotnosti látek vyloučených na elektrodách jsou přímo úměrné celkovému elektrickému náboji, které přenesly ionty při elektrolýze
2. Hmotnosti různých prvků (nebo radikálů) vyloučených při elektrolýze tímž nábojem jsou chemicky ekvivalentní.

Galvanické články

- Ponořím-li elektrodu do roztoku, proběhne redoxní děj, při kterém se vylučují ionty (buď do roztoku, nebo do elektrody)
- vzniká elektrická dvojvrstva
- za vznik napětí v článku může rozdílný elektrochemický potenciál látek

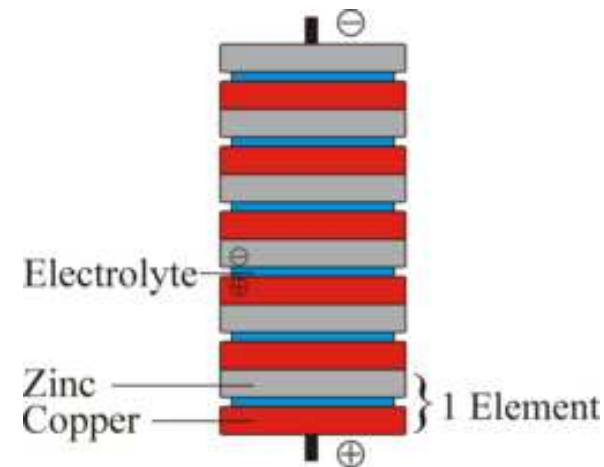
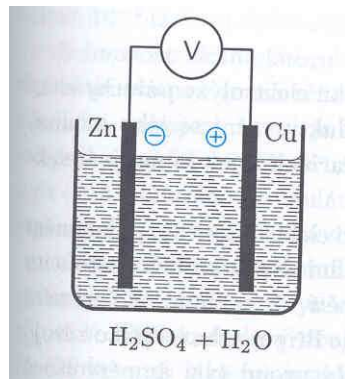




Voltův sloup



- první „pořádná baterie“, předchůdce moderních baterií
- využívá principu skládání jednotlivých článků
- Alessandro Volta, 1800



Akumulátory

- polarizační články
- Jsou kombinace elektrod+elektrolytů, které se po průchodu el. proudem stávají zdrojem elmot. napětí.
- olověný akumulátor (Pb, H₂SO₄)
- NiFe (Ni, Fe, KOH)
- NiCd, NiMH, LiON....

Využití elektrolýzy

- galvanické pokovování (CuSO_4 , Cu elektroda)
- elektrolytické kondenzátory
- ochrana před korozí

El. proud v plynech a ve vakuu

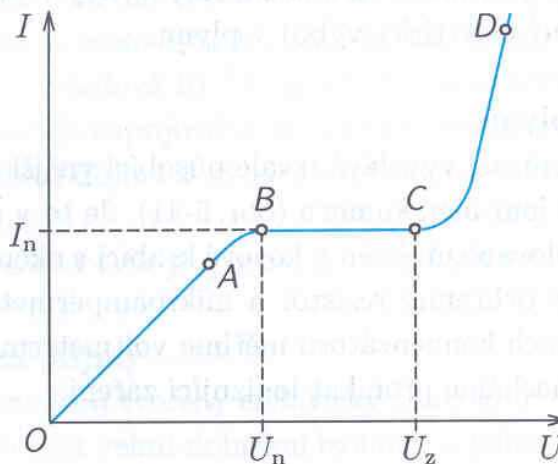
- Za normálních okolností je plyn izolant
- aby mohl vést el. proud, musí obsahovat volné nosiče náboje (ionty)
- **Ionizovaný plyn může být vodičem el. proudu**

ionizace plynu

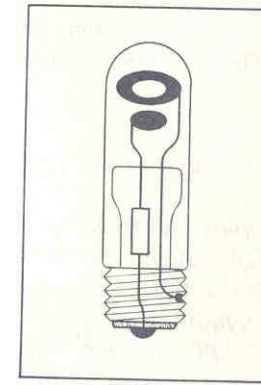
- ionizace = dodání energie molekulám plynu
- - ohřátí na vysokou teplotu
- - UV, RTG, RA záření
- - silné el. pole

Samostatný, nesamostatný výboj

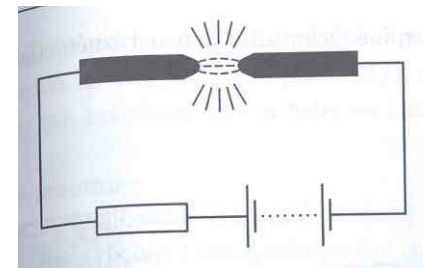
- Za normálních okolností ionty vytvořené v plynu **rekombinují** zpět – plyn není vodivý.
- takový výboj je nesamosta
neustále vnější ionizátor)
- od určité hodnoty el. napětí (zápalné napětí U_z) dochází k průrazu a výboj je samostatný



Samostatný výboj



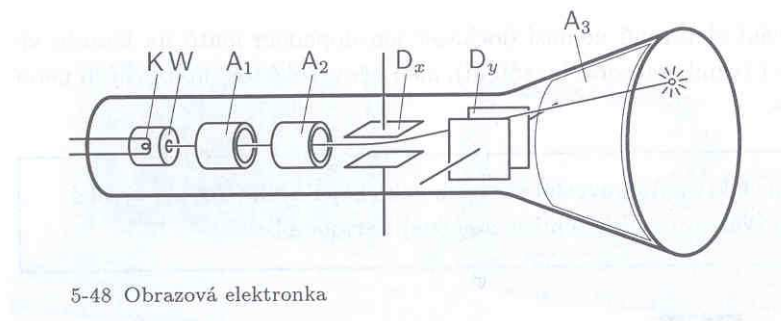
- typ závisí na okolnostech (tlak plynu, elektrody, plyn, napětí, proudy..)
- doutnavý výboj
- obloukový výboj
- jiskrový výboj
- koróna



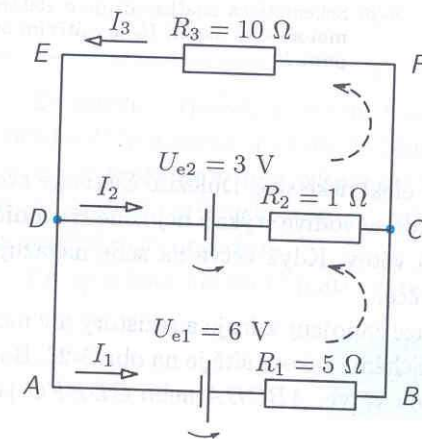
Katodové záření

katodové paprsky – proud elektronů
urychlených silným el. polem

- využívají televizní obrazovky, monitory,
osciloskopy.



Kirchhoffovy zákony



- složitější obvody – el. sítě
- uzel – místo vodivého spojení tří a více vodičů
- větev – vodivé spojení sousedních uzlů
- smyčka – větve tvořící uzavřený obvod

Kirchhoffovy zákony

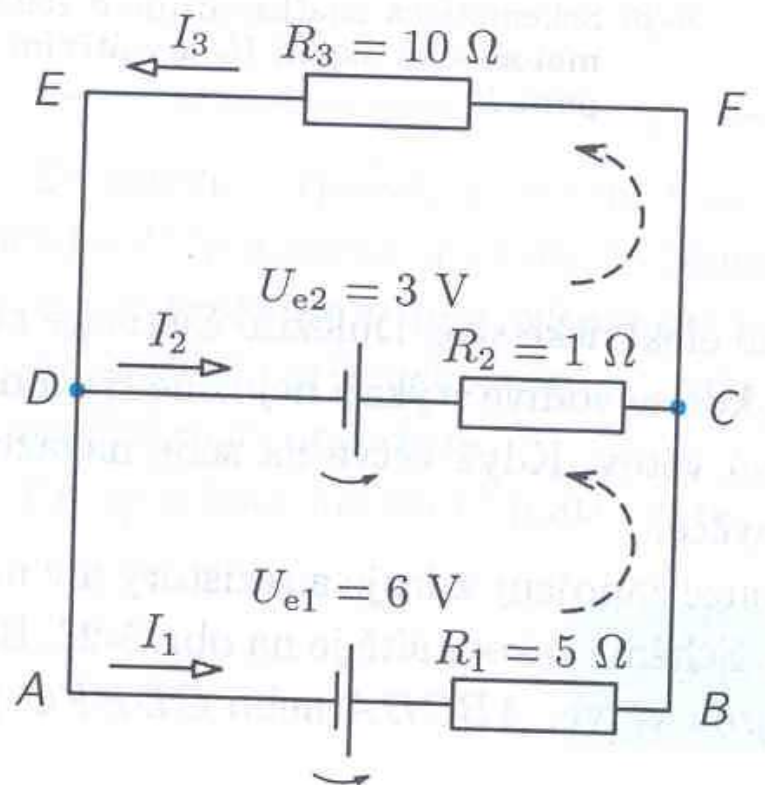
- Algebraický součet proudů v uzlu se rovná nule
- Součet napětí na rezistorech je v uzavřené smyčce roven součtu elektromotorických napětí zdrojů zapojených ve smyčce.

Pro uzel C: $-I_1 - I_2 + I_3 = 0$

Pro smyčku ABCDA: $R_1 I_1 - R_2 I_2 = U_{e1} - U_{e2}$

Pro smyčku DCFED: $R_2 I_2 + R_3 I_3 = U_{e2}$

dostáváme soustavu rovnic, do níž
dosadíme a získáme požadované
hodnoty proudů



Využití

- různá zapojení rezistorů (sériově, paralelně)
- změna rozsahu přístrojů (předřadné odpory, bočníky)

svorky rezistoru.

