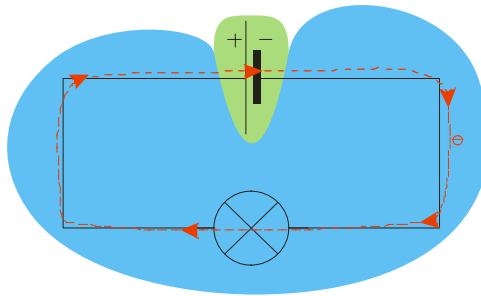


## 4.2.3 Přeměny energie v jednoduchém elektrickém obvodu

**Předpoklady:** 4201, 4202

**Opakování:** baterie není nádrž na elektrony, je pouze pumpou, která je čerpá od + k – (kam nechtějí) ⇒ elektrický obvod musí být uzavřený a elektrony v něm cirkulují stále dokola.



Jednoduchý elektrický obvod se žárovkou můžeme rozdělit na dvě části:

- vnější část obvodu (to co vidíme – dráty + žárovka, označeno modře),
- vnitřní část obvodu (to co nevidíme - vnitřek baterky, označeno zeleně).

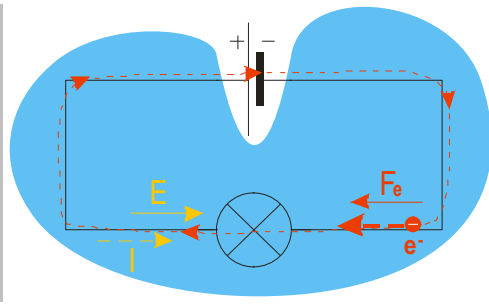
Elektrony běhají obvodem stále dokola (vyznačeno červenou přerušovanou čarou).

**Pedagogická poznámka:** Tato hodina není obtížná, ale pouze tehdy, když si studenti uvědomí, že uvnitř baterie se elektrické síly snaží elektrony přesouvat stejným směrem jako ve vnější části obvodu (tedy od – k +) a tedy opačným směrem než ve skutečnosti obíhají. Je nutné, aby na tento fakt přišli sami a proto jsou kreslení těchto směrů uvedena jako příklady. V této hodině se dá opět snadno demonstrovat, jak obtížné je studium ve chvíli, kdy si nic nepamätujete. Hodina obsahuje minimum nových informací, stačí si pamätovat pouze základní poznatky (elektrické síly, elektrická intenzita, elektrické napětí) a důsledně uplatňovat pravidla, abyste dospěli ke správnému výsledku. Jinak studentům zdůrazňuji, že učit se nazpamät' obsah této hodiny je nesmyslné, protože bez logického pochopení situace se jim všechny ty šipky popletou a oni je určitě nakreslí špatně.

### Vnější část elektrického obvodu

**Př. 1:** Nakresli obrázek vnější části jednoduchého elektrického obvodu a vyznač v ní (v blízkosti žárovky):

- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| a) směr elektrického proudu,  | b) jeden elektron a směr jeho pohybu,                        |
| c) směr elektrické intenzity, | d) směr elektrostatické síly působící na vyznačený elektron. |



- Elektrický proud teče od plus k mínus, směr pohybu elektronů je opačný (od mínus k plus).
- Vektor elektrické intenzity směřuje od plus k mínus  $\Rightarrow$  elektrická síla působící na elektrony má opačný směr (elektron má záporný náboj)  $\Rightarrow$  elektrická síla působí elektrony směrem od minus k plus  $\Rightarrow$  elektrická síla na elektron má stejný směr jako jeho posunutí  $\Rightarrow$  **elektrická síla koná kladnou práci a způsobuje pohyb elektronů.**

Jak velkou práci vykoná elektrická síla?

Záleží na napětí (rozdíl energií pro jednotkový náboj – tedy vlastně práce) a velikosti náboje:

$$W_v = U \cdot Q = U \cdot I \cdot t$$

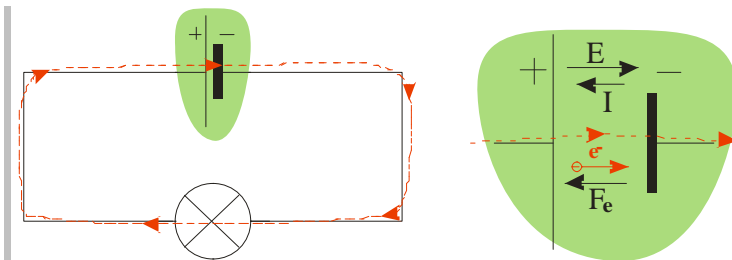
Napětí v tomto vztahu = napětí mezi začátkem a koncem vnější části obvodu, tedy mezi svorkami baterie  $\Rightarrow$  svorkové napětí  $U_s$ .

Dosadíme:  $W_v = U_s \cdot I \cdot t = U_s \cdot Q$ .

### Vnitřní část elektrického obvodu

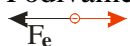
**Př. 2:** Nakresli obrázek vnitřní části jednoduchého elektrického obvodu a vyznač:

- směr elektrického proudu,
- jeden elektron a směr jeho pohybu,
- směr elektrické intenzity,
- směr elektrostatické síly působící na vyznačený elektron.



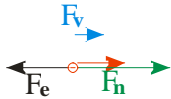
- Elektrický proud teče od mínus k plus (aby tekla obvodem dokola), směr pohybu elektronů je opačný (od plus k mínus).
- Vektor elektrické intenzity směřuje od plus k mínus  $\Rightarrow$  elektrická síla působící na elektrony má opačný směr (elektron má záporný náboj)  $\Rightarrow$  elektrická síla působí elektrony směrem od minus k plus.

Podíváme se blíže na elektron,



Elektrická síla na elektron má opačný směr než jeho posunutí  $\Rightarrow$  elektrická síla koná zápornou práci a snaží se pohyb elektronů obrátit  $\Rightarrow$  **na elektrony musí ve zdroji působit jiná neelektrostatická síla  $F_n$ , která způsobuje pohyb elektronů od plus k minus a koná**

**kladnou práci**  $W_n$  (práce dodávaná obvodu).



Práci  $W_n$  spočteme stejně jako předtím práci  $W_v$  :  $W_n = Q \cdot U$  .

- $Q$  je stejné jako ve vnější části obvodu (elektrony běhají dokola).
- $U$  stejné být nemusí  $\Rightarrow$  označíme ho  $U_e$  (elektromotorické napětí).

Porovnáváme:  $U_e = \frac{W_n}{Q}$  a  $U_s = \frac{W_v}{Q}$   $\Rightarrow$  záleží na vzájemné velikosti prací.

Baterka nemá 100% účinnost (jako každý zdroj)  $\Rightarrow W_n > W_v$  ( $W_n$  je práce dodávaná baterii tedy příkon,  $W_v$  je práce vycházející z baterie, tedy výkon)  $\Rightarrow U_e > U_s$  .

$U_s = U_e$  platí pouze, když obvodem neteče žádný proud.

Už jsme se s tím někde setkali?

$\Rightarrow$  Napětí baterky se sníží po zapojení do obvodu a zmenšuje se s odebíraným proudem.

**Př. 3:** Urči účinnost ploché baterie ve chvíli, kdy je zapojena do obvodu se dvěma žárovkami, pokud její svorkové napětí pokleslo po připojení žárovek ze 4,6 V na 4,2 V.

$$\eta = \frac{P}{P_0} = \frac{W_v}{W_n} = \frac{U_s \cdot Q}{U_e \cdot Q} = \frac{U_s}{U_e} = \frac{4,2}{4,6} = 0,91$$

Baterie pracuje s účinností 91%.

Co nutí elektrony, aby uvnitř baterky běhaly tam, kam nechtějí (a vyrábí tak napětí)?

Podle typu zdroje:

- **elektrodynamické zdroje** (například téměř všechny elektrárny) - mění se magnetické pole nutí elektrony cestovat proti elektrostatické síle a vytvářet napětí, více později,
- **galvanické články** (všechny normální baterky) – dochází k chemické reakci, při které jsou elektrony přenášeny z plus na minus,
- **fotoelektrické články** - energie dopadajícího slunečního záření,
- **termočlánek** - rozdíl teplot.

Spojení dvou vodičů do obvodu  $\Rightarrow$  část elektronů přejde z jednoho vodiče do druhého

$\Rightarrow$  kontaktní napětí v místě spoje (závisí na teplotě),

spoje jsou dva  $\Rightarrow$  dvě stejná napětí opačného směru  $\Rightarrow$  vyruší se,

jeden ze spojů zahřejeme  $\Rightarrow$  napětí na tomto spoji se zvětší a nevyrovná se s druhým

$\Rightarrow$  obvodem začne procházet proud.

**Shrnutí:** Uvnitř baterie se elektrony pohybují proti směru elektrického pole. Tento pohyb způsobuje neelektrická síla.