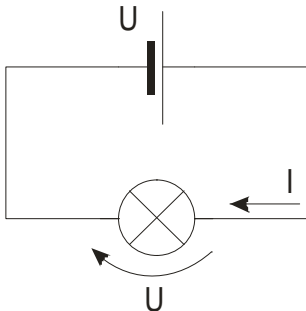


## 4.2.20 Práce a výkon elektrického proudu

**Předpoklady:** 4105, 4202, 4208



Elektron při průchodu přes žárovku vykoná práci (zahřeje žárovku)  $\Rightarrow$  ztratí část energie  $\Rightarrow$  ztracená energie odpovídá napětí (napětí = rozdíl potenciálních energií jednotkového náboje = práce na přenesení jednotkového náboje)  $\Rightarrow$  protože neprošel jednotkový náboj, ale nějaký náboj  $Q$  musíme napětí vynásobit nábojem  $Q$ .

$$W = U \cdot Q [\text{J}]$$

$W$  - práce elektrického proudu  
 $U$  - napětí na žárovce  
 $Q$  - náboj prošlý přes žárovku

V obvodech obvykle neměříme náboj, ale proud  $\Rightarrow$  hledáme vyjádření pomocí napětí a proudu:

$$Q = I \cdot t, \text{ dosadíme } \Rightarrow W = U \cdot Q = U \cdot I \cdot t$$

Práce závisí na čase. O svitu žárovky rozhoduje její výkon:  $P = \frac{W}{t} = \frac{U \cdot I \cdot t}{t} = U \cdot I [\text{W}]$  (čím je větší proud a napětí, tím je větší výkon).

Vztah  $P = U \cdot I$  lze najít i jinak.

<p>Dvě žárovky mají dvojnásobný výkon než jedna. Jsou připojeny na stejné napětí, ale dohromady odebírají dvojnásobný proud. Čím větší proud tím větší výkon. Platí: <math>P = k \cdot I</math>.</p>	<p>Dvě žárovky mají dvojnásobný výkon než jedna. Prochází přes ně proud <math>I</math>, musí být připojeny na dvojnásobné napětí. Čím větší napětí, tím větší výkon. Platí: <math>P = k \cdot U</math>.</p>
<p>Spojíme obě úměrnosti: <math>P = U \cdot I</math>.</p>	

**Př. 1:** Urči proud a odpor svítící 100W žárovky připojené na síťové napětí 230V.

$$P = U \cdot I$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{100}{230} \text{ A} = 0,43 \text{ A}$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{U}{\frac{P}{U}} = \frac{U^2}{P} = \frac{230^2}{100} \Omega = 529 \Omega$$

Žárovkou prochází proud 0,43 A , její odpor je 529  $\Omega$ .

**Př. 2:** Odvod' vzorce, které udávají závislost výkonu na:

- odporu a napětí (ve vzorci se nevyskytuje proud),
- odporu a proudu (ve vzorci se nevyskytuje napětí).

a) výkon pomocí odporu a napětí

$$P = U \cdot I \text{ nechceme proud} \Rightarrow \text{dosadíme } I = \frac{U}{R} .$$

$$P = U \cdot I = U \cdot \left(\frac{U}{R}\right) = \frac{U^2}{R}$$

b) výkon pomocí odporu a proudu

$$P = U \cdot I \text{ nechceme napětí} \Rightarrow \text{dosadíme } U = I \cdot R .$$

$$P = U \cdot I = I \cdot R \cdot I = I^2 \cdot R$$

Oba odvozené vztahy se poměrně často používají, i když je snadné, je znovu odvodit.

**Př. 3:** Elektrický sporák s troubou má při plném výkonu výkon 4000W. Urči, jaký proud odebírá ze sítě při standardním napětí 230V. Jaký proud by odebíral, kdyby se v síti používalo bezpečné napětí 12 V?

$$P = U \cdot I$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{4000}{230} \text{ A} = 17,4 \text{ A}$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{4000}{12} \text{ A} = 333,3 \text{ A}$$

Sporák odebírá ze sítě proud 17,4 A. Pokud byl připojen na napětí 12 V, musel by odebírat proud 333,3 A.

Zde je hlavní důvod, proč se používá vysoké a nebezpečné napětí 230 V. Pokud bychom používali bezpečné nižší napětí, musely by spotřebiče s velkým výkonem odebírat ze sítě obrovské proudy.

Přibližné příkony některých spotřebičů:

žárovka	100 W
úsporná žárovka	20 W (stejný světelný výkon jako žárovka 100 W)
varná konvice	2000 W
lednička	70 W
počítač (po naběhnutí)	100 W

**Pojistka** – drátek, přes který prochází odebíraný proud. Při příliš velkém proudu, se příliš zahřeje a přepálí se.

**Jistič** – plní stejnou funkci na jiném principu (více později). Jde opět nahodit.

Při odběru proudu platíme za odebranou energii a jistič.

V bytě se jistí na několik jističů, každý má vlastní okruh.

Elektrický vařič (nebo třeba bojler) má vlastní jistič s vyšší hodnotou (více odebírá).

Odebraná elektrická energie se měří v kWh (kilowathodinách).

**Př. 4:** Převed' 1kWh na Joule. Jak dlouho svítí 20 W žárovka než spotřebuje 1kWh energie? Kolik platíte za 1 hodinu běhu počítače, pokud odebírá se síť výkon 100 W a jedna 1 kWh stojí 5,20 Kč. Kolik stojí provoz Tvého počítače za 1 měsíc?

1 kWh znamená podávat výkon 1000 W po dobu jedné hodiny  $\Rightarrow$

$W = P \cdot t = 1000 \cdot 3600 \text{ J} = 3600 000 \text{ J} = 3,6 \text{ MJ}$  (energie, která dostačuje ke zvednutí závaží o hmotnosti 100 kg do výšky 3600 m).

Doba svitu žárovky:  $W = P \cdot t \Rightarrow t = \frac{W}{P} = \frac{3600000}{20} \text{ s} = 180000 \text{ s} = 50 \text{ h}$  .

Cena za hodinu běhu počítače: 1 kWh znamená podávat výkon 1000 W po dobu jedné hodiny  $\Rightarrow$  100 W počítač bude stejnou práci konat desetkrát déle  $\Rightarrow$  hodina práce je desetkrát levnější  $\Rightarrow$  0,52 Kč za hodinu.

Cena za měsíc (6 hodin denně, 31 dní)  $n = 6 \cdot 31 \cdot 0,52 = 96,72 \text{ Kč}$  .

**Pedagogická poznámka:** Spousta studentů má s převedením kWh na Joule problémy. Abych jim postup rovnou úplně neprozradil, říkám jim jako radu, že 1 kWh znamená odebírání výkonu 1kW po dobu 1 hodiny.

**Př. 5:** V zásuvce, do které je připojen elektrický sporák z příkladu 3, vznikl špatný kontakt, který způsobil, že mezi elektrickým vedením a zdífkami zásuvky vznikl přechodový odpor 2  $\Omega$ . Urči teplo, které vznikne na špatném kontaktu v zásuvce průchodem elektrického proudu potřebného pro plný výkon sporáku. Úbytek napětí, který vznikne na přechodovém odporu, zanedbej.

$P = I^2 \cdot R = 17,4^2 \cdot 2 \text{ W} = 605 \text{ W}$  - to je výkon, nebo-li práce za 1 s.

V zásuvce bude vznikat každou sekundu teplo 605 J.

$\Rightarrow$

- Ačkoliv 2  $\Omega$  je poměrně malý odpor, 605 W je obrovský výkon (více než čtvrtina obvyklého výkonu varné konvice, šestinásobek výkonu 100 W žárovky), který s jistotou způsobí vyhoření zásuvky a možná i požár.  $\Rightarrow$  Ve všech vedeních, kde tečou velké proudy si musíme dávat pozor na správné a pečlivé zapojení zásuvky, aby v něm byly minimální přechodové odpory, jinak můžeme vyhořet!
- Z předchozího příkladu je také částečně vidět, že při přenosu elektrické energie dochází kvůli nenulovému odporu drátů k poměrně značným ztrátám. Situací se ještě budeme podrobně zabývat.

**Př. 6:** Vyřeš příklad 5 ještě jednou bez zanedbání úbytku napětí. Nejdříve odhadni, jak se změní vypočtené hodnoty, a pak výpočet proved'.

Zanedbání úbytku napětí na přechodovém odporu  $\Rightarrow$  zanedbáváme vliv přechodového odporu na procházející proud  $\Rightarrow$  proud zásuvkou i sporákem bude menší (sporák bude méně hřát), protože proud přechází přes dva sériově zapojené odpory (odpor sporáku a přechodový odpor v zásuvce)  $\Rightarrow$  musíme vyřešit tento sériový obvod.

Odpor sporáku:  $P = U \cdot I = U \cdot \left(\frac{U}{R}\right) = \frac{U^2}{R} \Rightarrow R_s = \frac{U^2}{P} = \frac{230^2}{4000} \Omega = 13 \Omega$

Celkový odpor (sériové zapojení):  $R = R_s + R_z = 13 + 2 \Omega = 15 \Omega$

Proud procházející obvodem:  $I = \frac{U}{R} = \frac{230}{15} \text{ A} = 15 \text{ A}$  (proud je o trochu nižší, což je přirozené, když proud teče přes větší odpor).

Výkon na přechodovém odporu:  $P = I^2 \cdot R = 15^2 \cdot 2 \text{ W} = 450 \text{ W}$  (stále velmi vysoká hodnota).

**Shrnutí:** Výkon elektrického proudu je přímo úměrný napětí a proudu.