

4.2.19 Práce a výkon elektrického proudu

$W = U \cdot Q [J]$ W - práce elektrického proudu, U - napětí na žárovce, Q - náboj prošlý přes žárovku

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

$$P = \frac{W}{t} = \frac{U \cdot I \cdot t}{t} = U \cdot I [W] \quad (\text{čím je větší proud a napětí, tím je větší výkon})$$

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

$$P = U \cdot I \quad I = \frac{P}{U} = \frac{100}{230} \text{ A} = 0,43 \text{ A} \quad R = \frac{U}{I} = \frac{U}{\frac{P}{U}} = \frac{U^2}{P} = \frac{230^2}{100} \Omega = 529 \Omega$$

Žárovkou prochází proud 0,43 A, její odpor je 529 Ω .

Př. 2: Odvoď 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 $P = U \cdot I \Rightarrow I = \frac{U}{R} \cdot P = U \cdot I = U \cdot \left(\frac{U}{R}\right) = \frac{U^2}{R}$

b) výkon pomocí odporu a proudu $P = U \cdot I \Rightarrow P = U \cdot I = I \cdot R \cdot I = I^2 \cdot R$

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?

$$P = U \cdot I \quad I = \frac{P}{U} = \frac{4000}{230} \text{ A} = 17,4 \text{ A} \quad I = \frac{P}{U} = \frac{4000}{12} \text{ A} = 333,3 \text{ A}$$

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

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

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

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 sítě 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

$W = P \cdot t = 1000 \cdot 3600 \text{ J} = 3600000 \text{ J} = 3,6 \text{ MJ}$ (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 to 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 zdíčkami zásuvky vznikl přechodový odpor 2Ω . 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.

⇒

- Ačkoliv 2Ω 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. ⇒ 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. Situaci 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 ⇒ zanedbáváme vliv přechodového odporu na procházející proud ⇒ 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) ⇒ musíme vyřešit tento sériový obvod.

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

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

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

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

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