



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Digitální učební materiál

Číslo projektu	CZ.1.07/1.5.00/34.0802
Název projektu	Zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT
Číslo a název šablony klíčové aktivity	III/2 – Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT
Příjemce podpory	Gymnázium, Jevíčko, A. K. Vitáka 452

Název DUMu	Stejnoseměrný elektrický proud v kovech
Název dokumentu	VY_32_INOVACE_16_09
Pořadí DUMu v sadě	9
Vedoucí skupiny/sady	Mgr. Petr Mikulášek
Datum vytvoření	29. 10. 2012
Jméno autora	Mgr. Alena Luňáčková
e-mailový kontakt na autora	lunackova@gymjev.cz
Ročník studia	3.
Předmět nebo tematická oblast	Fyzika
Výstižný popis způsobu využití materiálu ve výuce	Materiál pro přípravu na profilovou část maturitní zkoušky z fyziky Inovace: mezipředmětové vztahy s matematikou, využití ICT, mediální techniky.



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Stejnoseměrný elektrický proud v kovech

Elektrický proud jako děj a jako veličina, elektrický zdroj, elektrický odpor kovového vodiče, Ohmův zákon pro část obvodu, závislost odporu kovového vodiče na teplotě, rezistory, model vedení elektrického proudu v kovovém vodiči, spojování rezistorů, Ohmův zákon pro uzavřený obvod, Kirchhoffovy zákony, elektrická práce a výkon v obvodu stejnosměrného proudu.

**Elektrický proud** je uspořádaný pohyb částic s elektrickým nábojem. Směr elektrického proudu je stanoven dohodou od kladného pólu (+) k zápornému (-). Příčinou elektrického proudu je elektrické pole ve vodiči.

Elektrický proud je základní fyzikální veličina = vektor  $\Rightarrow I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \cdot \vec{l} \cdot s^{-1} = A \cdot \vec{l}$  ...množství náboje, který projde průřezem vodiče za určitý čas.

Elektrický proud měříme ampérmetrem – zapojuje se sériově.

**Elektrický zdroj** = zdroj, ve kterém se přeměňuje určitý druh energie na energii elektrickou.

- Trvalý elektrický proud je podmíněn udržováním stálého rozdílu elektrických potenciálů mezi svorkami zdroje – **svorkové napětí** -  $U \cdot \vec{l}$ .
- Zdroj tvoří vnitřní část obvodu, ostatní prvky zařazené do obvodu (žárovky, rezistory,..) tvoří vnější část obvodu.
- Charakteristickou vlastností elektrického zdroje je **elektromotorické napětí** -  $U_e \cdot \vec{l}$ . Vytváří ho jiná forma energie uložená v elektrickém zdroji. Uvnitř zdroje konají práci neelektrostatické síly, které při přenesení náboje  $Q$  vykonají práci  $W_z \Rightarrow U_e = \frac{W_z}{Q} \cdot \vec{l}$ .
- Ve vnější části obvodu se volné částice pohybují ve směru působení elektrostatických sil, které vykonají práci  $W = Q \cdot U \Rightarrow U = \frac{W}{Q}$  ...svorkové napětí zatíženého zdroje .
- Platí  $U_e > U$  .

**Elektrický odpor** – příčinou jsou srážky vodivostních elektronů s ionty mřížky a bodové poruchy mřížky.

Elektrický odpor = rezistance  $R \cdot \vec{l}$ . Prvek dané rezistance = rezistor.



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Elektrický odpor  $R$  závisí – na **geometrických rozměrech vodiče**  $\Rightarrow R = \rho \frac{l}{S}$  [Ω]

$\rho$  ...měrný elektrický odpor (rezistivita)....  $\rho = R \frac{S}{l}$  [Ωm] ... konstanta materiálu.

$l$  ...délka vodiče,  $S$  ...průřez vodiče

Odpor  $R$  závisí - na **teplotě vodiče**  $\Rightarrow R_t = R_0(1 + \alpha \Delta t)$

- $\alpha$  [K<sup>-1</sup>] ...teplotní součinitel elektrického odporu,  $\Delta t = t - t_0$  ...teplotní rozdíl.

**Ohmův zákon pro část obvodu** – poměr napětí na koncích vodiče a proudu protékajícího vodičem je pro daný vodič veličina stálá a nazývá se elektrický odpor – rezistence

$R \Rightarrow R = \frac{U}{I}$  [A<sup>-1</sup> = Ω] ...fyzikální veličina, odvozená, skalární.

Spojování odporů (rezistorů)

- Sériové (za sebou)  $\Rightarrow R = R_1 + R_2$
- Paralelní (vedle sebe)  $\Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

**Ohmův zákon pro celý elektrický obvod**  $\Rightarrow I = \frac{U_e}{R + R_i}$  [A] ...Proud v uzavřeném obvodu

je roven podílu elektromotorického napětí zdroje a celkového odporu vnější a vnitřní části obvodu.

$R$  ...odpor vnější části obvodu,  $R_i$  ...vnitřní odpor zdroje.

Složitější elektrický obvod se nazývá **elektrická síť**. Obsahuje **uzly**, **větvě** a **smyčky**.

**Uzel** – vodivé spojení aspoň tří vodičů, **větev**- část obvodu – vodivé spojení sousedních uzlů, **smyčka** je uzavřený okruh.

Vlastnosti elektrických sítí vyjadřují **Kirchhoffovy zákony**:

- **1. Kirchhoffův zákon = věta uzlová:** Algebraický součet proudů v uzlu je nulový :

$$\sum_{k=1}^n I_k = 0.$$

- **2. Kirchhoffův zákon = věta smyčková:** Součet úbytků napětí na rezistorech je v uzavřeném okruhu – smyčce roven součtu elektromotorických napětí zdrojů:

$$\sum_{k=1}^n R_k I_k = \sum_{j=1}^m U_{ej}.$$



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Ve vnější části elektrického obvodu síly elektrického pole vykonají **práci**:

$$W = Q \cdot U = U \cdot I \cdot t = R \cdot I^2 \cdot t = \frac{U^2}{R} \cdot t \quad \text{J}$$

Pozn.: Další jednotky el.práce .... *kWh, MWh, GWh* ( $1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$ )

**Výkon** elektrického proudu ve spotřebiči o odporu  $R$  je roven práci, kterou vykonají síly

el. pole za určitý čas :  $P = \frac{W}{t} = \frac{U \cdot I \cdot t}{t} = U \cdot I = R \cdot I^2 = \frac{U^2}{R} \quad \text{W}$ .

**Účinnost** obvodu je dána vztahem  $\Rightarrow \eta = \frac{W}{W_z} = \frac{U}{U_e} = \frac{R}{R + R_i}$ .



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Příklady:

1. Určete odpor železné tyče průměru 7,5mm, je-li její hmotnost 0,5kg. ( $\rho_{Fe} = 8,7 \cdot 10^{-8} \Omega m$ )

$$(R = \rho_{Fe} \cdot \frac{16m}{\pi^2 d^4 \rho} = 2,86 \cdot 10^{-3} \Omega)$$

2. Měděné vedení má průměr 5mm. Jaký průměr musí mít hliníkové vedení stejné délky, aby mělo stejný odpor? ( $\rho_{Cu} = 1,8 \cdot 10^{-8} \Omega m, \rho_{Al} = 2,7 \cdot 10^{-8} \Omega m$ )

$$(d_{Al} = d_{Cu} \cdot \sqrt{\frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}}} = 6mm)$$

3. Měděné vedení má při 15°C odpor 21Ω. Určete jeho odpor při teplotě 45°C. ( $\alpha = 4,0 \cdot 10^{-3} K^{-1}$ ); ( $R_t = R_0(1 + \alpha \Delta t) = 23,52 \Omega$ )

4. Odpor dvou vodičů zapojených paralelně je  $\frac{1}{6} \Omega$ . Spojíme-li je sériově, je výsledný odpor

$$\frac{3}{4} \Omega. \text{ Určete odpor každého vodiče.}$$

Řešení:  $R_p = \frac{1}{6} \Omega, R_s = \frac{3}{4} \Omega, R_1 = ?, R_2 = ?$

$$R_p \dots \text{odpor paralelního zapojení} \Rightarrow R_p = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_s \dots \text{odpor sériového zapojení} \Rightarrow R_s = R_1 + R_2$$

Vyjádříme-li  $R_2$  z druhé rovnice a dosadíme do první, dostáváme po úpravě kvadratickou rovnici:  $R_1^2 - R_1 R_s + R_s R_p = 0$ , z níž vypočteme  $R_1 = 0,25 \Omega; R_2 = 0,5 \Omega$ .

5. Jaké hodnoty odporu lze získat, máme-li k dispozici tři rezistory o stejném odporu 5Ω. (1,7Ω; 2,5Ω; 3,3Ω; 5Ω; 7,5; 10Ω; 15Ω)

6. Ampérmetr má vnitřní odpor 0,04Ω a měří proudy do 5A. Jaký musí být odpor bočníku, aby se rozsah ampérmetru zvětšil na 6A?

$$(R_b = \frac{R_A}{n-1} = 0,2 \Omega)$$



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

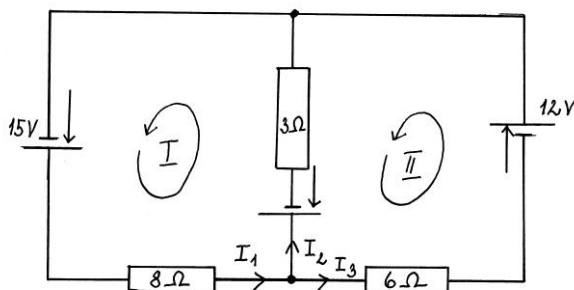
7. Voltmetr s vnitřním odporem  $1k\Omega$  má rozsah  $12V$ . Jaký předřadný odpor musíme zapojit, aby se rozsah voltmetru zvýšil na  $60V$  ?

$$(R_p = (n-1) \cdot R_v = 4k\Omega)$$

8. Odebíráme-li z baterie proud  $I_1 = 2A$ , je její svorkové napětí  $U_1 = 16V$ , odebíráme-li proud  $I_2 = 3A$ , je svorkové napětí baterie  $U_2 = 15V$ . Určete vnější odpory  $R_1, R_2$  v obou případech, vnitřní odpor  $R_i$  baterie a elektromotorické napětí  $U_e$  baterie.

$$(R_1 = \frac{U_1}{I_1} = 8\Omega; R_2 = \frac{U_2}{I_2} = 5\Omega; R_i = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} = 1\Omega; U_e = U_1 + I_1 R_i = U_2 + I_2 R_i = 18V)$$

9. Vypočítejte proudy v jednotlivých větvích obvodu znázorněného na obrázku. Vnitřní odpory zdrojů zanedbejte.



**Řešení :** Obvod se skládá ze dvou uzavřených okruhů. Zvolíme směry proudů  $\Rightarrow$  1. K.zákon:

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

$$1. \text{ okruh} \Rightarrow 2. \text{ K. zákon} : 15 - 6 = 8I_1 + 3I_2$$

$$2. \text{ okruh} \Rightarrow 2. \text{ K. zákon} : 6 + 12 = -3I_2 + 6I_3$$

**Poznámka :**  $U_{e2} = 6V$

Řešíme soustavu tří rovnic o třech neznámých  $\Rightarrow I_1 = 1,5A; I_2 = -1A; I_3 = 2,5A$ .

Záporné znaménko u proudu  $I_2$  znamená, že proud ve skutečnosti teče opačným směrem, než jsme původně předpokládali.

10. Jak velký výkon musí mít elektrický vařič, aby ohřál 2 litry vody z teploty  $20^\circ C$  na teplotu  $100^\circ C$  za 10 minut, využije-li se na ohřívání vody 75% tepla vyvinutého vařičem ?

$$(\eta = \frac{P}{P_0} \Rightarrow P_0 = \frac{P}{\eta} = \frac{W}{t \cdot \eta} = \frac{Q}{t \cdot \eta} = \frac{mc\Delta t}{t \cdot \eta} = 1,5kW)$$



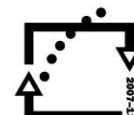
evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Seznam použité literatury a pramenů:

- Lepil,O.- Šedivý,P.: Elektřina a magnetismus. Prometheus, Praha 2000. 342s. ISBN 978-80-7196-202-1.
- Lepil,O.- Bednařík,M.- Šíroká,M.: Fyzika. Sbíрка úloh pro střední školy. Prometheus, Olomouc 1995. 269s.ISBN 80-7196-048-9.
- Kružík,M.: Sbíрка úloh z fyziky. Státní pedagogické nakladatelství, n. p., Praha 1984. 335s. ISBN 14-117-84.

Necitované objekty (užité v tomto DUM) jsou dílem autora.

Materiál je určen pro bezplatné užívání pro potřebu výuky a vzdělávání na všech typech škol a školských zařízení. Jakékoliv další využití podléhá autorskému zákonu.

Dílo smí být šířeno pod licencí CC BY – SA.