



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Název projektu:

Internacionalizace, spolupráce, inovace, reflexe a evaluace v přípravě budoucích učitelů

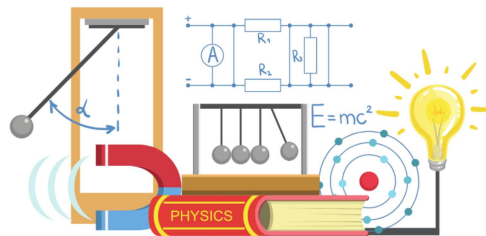
Registrační číslo:

CZ.02.3.68/0.0/0.0/19_068/0015764

Toto dílo podléhá licenci Creative Commons 4.0 ve variantě BY-SA



Praktikum školních pokusů 2 ZŠ



ELEKTRICKÝ PROUD V KOVECH

Následující experimenty jsou čerpány z těchto zdrojů a literatury:

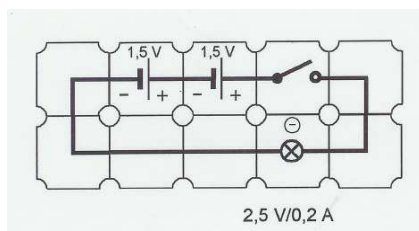
1. SVOBODA, Emanuel a Václav HOUDEK. Pokusy z fyziky na střední škole. Praha: Prometheus, 1997. ISBN 8071960071.
2. Návod k sadám pro výuku elektřiny od firmy Didaktik
3. Veletrh nápadů učitelů fyziky (vnuf.cz)
4. FyzWeb - Experimenty s Vernierem dle kapitol v učebnicích pro ZŠ

ELEKTRICKÝ PROUD V KOVECH

1 JEDNODUCHÝ ELEKTRICKÝ OBVOD

POMŮCKY:

- 1 propojovací deska
- 2 modul baterie 1,5 V
- 1 modul vypínač
- 5 modul přímé vedení
- 4 modul vedení L
- 1 modul s objímkou E10



PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Zapojení: Pro první pokus nahradíme vypínač i oba zdroje přímým vedením. Do modulu s objímkou E10 zašroubujeme žárovku 2,5 V/0,2 A.

KROK 1: V obvodu, který tvoří jen žárovka a vodiče není splněna 1. podmínka, žárovka nesvítí.

KROK 2: Místo dvou přímých vedení vložíme zdroje s monočlánsky. Žárovka se rozsvítí, jsou splněny všechny podmínky pro průchod elektrického proudu.

KROK 3: Modul s přímým vedením nahradíme vypínačem. Průchod proudu můžeme ovládat tím, že měníme druhou podmínku vedení elektrického proudu.

KROK 4: Zaměňujeme přímé moduly, které v zapojení zbyly, s dalšími prvky obvodu (žárovkou, vypínačem a zdrojem). Funkce obvodu nezáleží na pořadí a orientaci, s jakou je zapojena žárovka a vypínač. U zdrojů je důležité, aby byly zapojeny se stejnou orientací vzhledem ke křivce, kterou obvod tvoří. Zapojíme-li jeden ze zdrojů opačně, žárovka nesvítí.

VYSVĚTLENÍ:

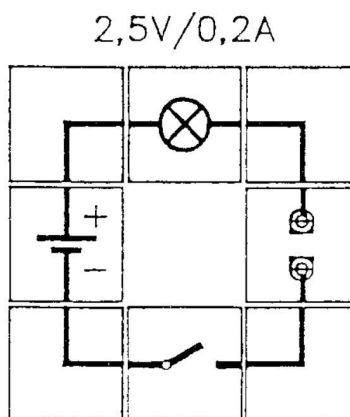
Podmínky pro průchod elektrického proudu jednoduchým obvodem: je zařazen zdroj elektrického proudu (například monočlánek, baterie), obvod je uzavřen, obvod obsahuje jen prvky vedoucí elektrický proud. V jednoduchém obvodu můžeme pořadí jednotlivých součástí libovolně měnit. V obvodu však mohou být zapojeny prvky, u kterých záleží na orientaci zapojení (například zdroj).

POZNÁMKY

2 VODIČE A NEVODIČE

POMŮCKY:

- 1 propojovací deska
- 1 modul baterie 1,5 V
- 1 modul vypínač
- 1 modul s krokosvorkami
- 4 modul vedení L
- 1 modul s objímkou E10
- Různé materiály (tuha, papír, brčko, skleněná tyčinka, drát, párátko, apod.)



PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Sestavte pokus podle nákresu. Do krokosvorek vkládejte různé materiály a sepnutím spínače zjistěte, zda se rozsvítí žárovka.

VYSVĚTLENÍ:

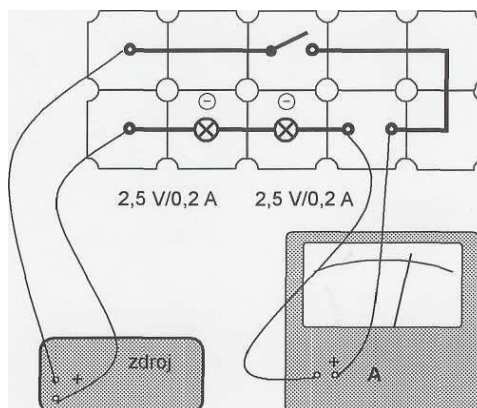
Pokud se žárovka rozsvítí, daný materiál proud vede. Pokud se žárovka nerozsvítí, pak daný materiál proud nevede.

POZNÁMKY

3 NEROZVĚTVENÝ ELEKTRICKÝ OBVOD

POMŮCKY:

- 1 propojovací deska
- 2 modul přímé vedení
- 2 modul vedení L
- 1 modul vedení přerušené
- 2 modul připojení
- 1 modul vypínač
- 2 modul s objímkou E10
- 2 žárovka E10, 2,5 V/0,2 A
- zdroj stejnosměrného napětí 2,5 V
- stejnsměrný ampérmetr s rozsahem 300 mA



PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Zapojení: Do modulů s objímkou E10 zašroubujeme žárovky 2,5 V/0,2 A. Zdroj a ampérmetr připojíme podle obrázku.

KROK 1: Přerušíme obvod několika způsoby: vyjmutím kteréhokoli modulu, vypnutím vypínačem, odpojením zdroje, povolením jedné žárovky. Proud v přerušeném obvodu klesá na nulu.

KROK 2: Zaměňujeme moduly přímého vedení, vypínače, žárovky a přerušeného vedení s ampérmetrem. U modulu s ampérmetrem je přitom nutné zachovávat polaritu. Je vidět, že velikost proudu nezávisí na pořadí prvků v obvodu.

VYSVĚTLENÍ:

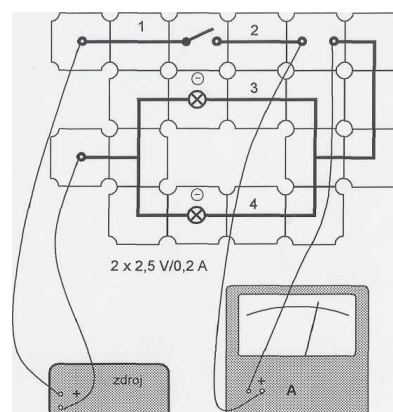
V jednoduchém obvodu můžeme pořadí jednotlivých součástí libovolně měnit. V obvodu však mohou být zapojeny prvky, u kterých záleží na orientaci zapojení (například zdroj, ampérmetr). V nerozvětveném obvodu je proud ve všech místech stejně velký.

POZNÁMKY

4 ROZVĚTVENÝ ELEKTRICKÝ OBVOD

POMŮCKY:

1 propojovací deska
4 modul přímé vedení
6 modul vedení L
2 modul vedení T
modul vedení přerušené
modul připojení
modul vypínač
modul s objímkou E10
2 žárovka E10, 2,5 V/0,2 A
zdroj stejnosměrného napětí 2,5 V
stejnosměrný ampérmetr s rozsahem 400 mA



PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Zapojení: Do modulů s objímkou E10 zašroubujeme žárovky 2,5 V/0,2 A. Zdroj a ampérmetr připojíme podle obrázku.

KROK 1: Přerušíme obvod několika způsoby: vyjmutím kteréhokoli modulu, vypnutím vypínačem, odpojením zdroje, povolením jedné žárovky. Proud v celém obvodu klesá na nulu jen tehdy, přeruší-li se obvod v nerozvětvené části.

KROK 2: Zaměňujeme moduly přímého vedení (1, 2, 3, 4) s modulem připojícím ampérmetr. Je přitom nutné zachovávat polaritu. Je vidět, že velikost proudu v nerozvětvené části obvodu je větší než proud v libovolné větvi. S kvalitním ampérmetrem (velmi nízký vnitřní odpor) lze prokázat, že proud v nerozvětvené části je roven součtu proudů v jednotlivých větvích.

VYSVĚTLENÍ:

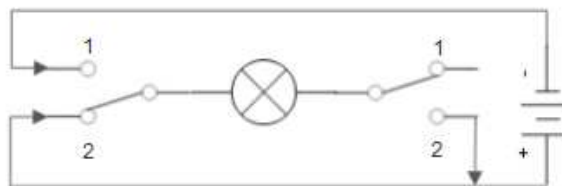
Elektrický proud v nerozvětvené části se rozděluje do jednotlivých větví. Pokud se přeruší obvod v jedné z větví, neznamená to přerušení toku proudu v ostatních větvích. Podobně jako dvě žárovky v pokusu se v domácnosti připojují k elektrické síti různé elektrické spotřebiče.

POZNÁMKY

5 SCHODIŠŤOVÝ VYPÍNAČ

POMŮCKY:

- 1 propojovací deska
- 2 modul přímé vedení
- 2 modul vedení l
- 2 modul vedení t
- 2 modul připojení
- 2 modul přepínač
- 1 modul s objímkou E10
- 1 žárovka E10, 2,5 V/0,2 A
- zdroj stejnosměrného napětí 2,5 V



PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Zapojení: Do modulu s objímkou E10 zašroubujeme žárovku. Zdroj připojíme podle obrázku. Žárovku můžeme rozsvítit levým přepínačem a stejným ji i vypnout. Stejnou funkci má i druhý přepínač. Přepínače můžeme ovládat i střídavě. Vysvětlíme průchod proudu žárovkou ve všech čtyřech kombinacích poloh přepínačů.

VYSVĚTLENÍ:

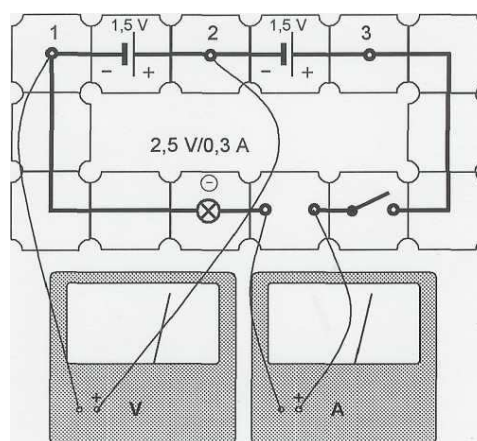
Použitím přepínačů lze sestavit obvod, ve kterém můžeme ovládat stav žárovky postupným použitím obou přepínačů v libovolném pořadí (1-1, 1-2, 2-1, 2-2). Toto zapojení se používá v průchozích prostorách, kde není dáno pořadí vstupu a výstupu (typicky na schodištích a chodbách)

POZNÁMKY

6 SÉRIOVÉ ZAPOJENÍ ZDROJŮ

POMŮCKY:

- 1 propojovací deska
- 2 modul baterie 1,5 V
- 3 modul přímé vedení
- 2 modul přímé vedení se zdírkou
- 3 modul vedení l
- 1 modul vedení l se zdírkou
- 1 modul vypínač
- 1 modul s objímkou E10
- 1 modul přerušené vedení
- 2 držák s otvorem (černý hranol)
- 1 žárovka E10, 2,5 V/0,3 A
- stejnosměrný voltmetr s rozsahem 3 V
- stejnosměrný ampérmetr



PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Zapojení: Do modulu s objímkou E10 zašroubujeme žárovku 2,5 V/0,3 A. Zdroj, ampérmetr a voltmetr připojíme podle obrázku.

Při vypnutém vypínači změříme napětí mezi vývody 1-2, 2-3, 1-3. Naměříme například $U_{1-2} = 1,62 \text{ V}$, $U_{2-3} = 1,58 \text{ V}$, $U_{1-3} = 3,2 \text{ V}$. Je vidět, že $U_{1-2} + U_{2-3} = U_{1-3}$. Pak sepneme vypínač a měření opakujeme, změříme i proud, který protéká žárovkou ($U_{1-2} = 1,38 \text{ V}$, $U_{2-3} = 1,42 \text{ V}$, $U_{1-3} = 2,78 \text{ V}$, $I = 298 \text{ mA}$). I nyní přibližně platí $U_{1-2} + U_{2-3} = U_{1-3}$. Nahradíme nyní levý zdroj přímým vedením, měříme napětí zdroje při vypnutém

vypínači ($U_{1-3} = 1,56 \text{ V}$) a při sepnutém vypínači i proud žárovkou ($(U_{1-3} = 1,44 \text{ V}, I = 215 \text{ mA})$). Totéž měření opakujeme pro levý zdroj (pravý zdroj nahradíme přímým vedením): $U_{1-3} = 1,59 \text{ V}$; $U_{1-3} = 1,40 \text{ V}, I = 212 \text{ mA}$.

VYSVĚTLENÍ:

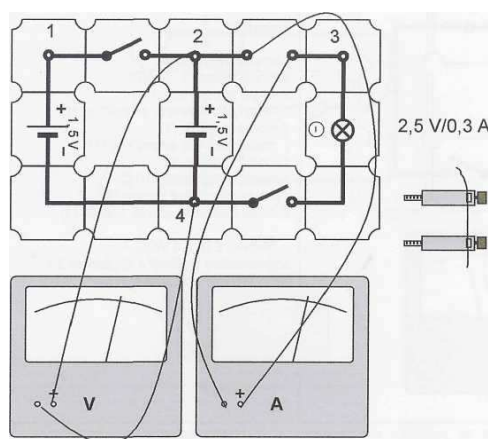
Zdroje napětí je možné zapojit do série vždy, když mají oddělené vývody. Dosáhne se tak vyššího napětí, přičemž platí, že výsledné napětí sériově zapojených zdrojů je dáno součtem jednotlivých napětí. To platí jak o napětích elektromotorických, tak o svorkových. Z pokusu dále vyplývá, že zdroj v uzavřeném obvodu má na svorkách nižší napětí, než je tomu u zdroje nezátíženého. Z pokusu je možné určit, že vnitřní odpor levého zdroje je $0,6 \Omega$, pravého zdroje $0,9 \Omega$ a vnitřní odpor sériově zapojených zdrojů je $1,4 \Omega$. Stejně, jako se při sériovém zapojení zdrojů sčítají elektromotorická napětí, se sčítají i vnitřní odpory. Je tedy zřejmé, že sériově zapojovat zdroje nemá smysl tam, kde je odpor zátěže menší než vnitřní odpor zdroje. Tyto případy jsou však výjimečné.

POZNÁMKY

7 PARALELNÍ ZAPOJENÍ ZDROJŮ

POMŮCKY:

- 1 propojovací deska
- 2 modul baterie $1,5 \text{ V}$
- 1 modul přímé vedení
- 2 modul vedení I
- 2 modul vedení I se zdírkou
- 2 modul vedení t se zdírkou
- 1 modul vypínač
- 1 modul s objímkou E10
- 2 modul přerušené vedení
- 2 držák s otvorem (černý hranol)
- 1 žárovka E10, $2,5 \text{ V}/0,3 \text{ A}$
- stejnoseměrný voltmetr s rozsahem 3 V
- stejnoseměrný ampérmetr



PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Do modulu s objímkou E10 zašroubujeme žárovku $2,5 \text{ V}/0,3 \text{ A}$. Ampérmetr a voltmetr připojíme podle obrázku. Do druhého modulu s přerušeným vedením, který zatím do propojovací desky nezapojujeme, zasuneme držáky s otvorem, do kterých upevníme staniolový proužek o šířce 2 mm .

KROK 1: Při vypnutých vypínačích změříme napětí mezi vývody 1-4, 2-4. Naměříme například $U_{1-4} = 1,61 \text{ V}$, $U_{2-4} = 1,58 \text{ V}$. Pak sepne dolní vypínač a změříme napětí na žárovce a proud, který jí protéká (například $U_{3-4} = 1,33 \text{ V}, I = 212 \text{ mA}$). Sepneme i horní vypínač, čímž k žárovce připojíme i první zdroj. Naměříme například $U_{3-4} = 1,38 \text{ V}, I = 215 \text{ mA}$. Pak zapojíme ampérmetr místo horního vypínače a dalším vypínačem přerušíme obvod žárovky. Naměříme například 13 mA a můžeme sledovat, že tento proud klesá.

KROK 2: Obnovíme původní zapojení, přepneme ampérmetr na vysoký rozsah (3 A) a místo žárovky zasuneme modul s držáky a aluminiovým proužkem. Při vypnutých vypínačích změříme napětí druhého zdroje ($U_{2-4} = 1,56 \text{ V}$). Pak sepne dolní vypínač a sledujeme pokles napětí zdroje i protékající proud ($U_{2-4} = 0,52 \text{ V}, I = 2,19 \text{ A}$). Vypneme dolní vypínač, sepne horní vypínač a změříme napětí paralelně zapojených zdrojů ($U_{2-4} = 1,58 \text{ V}$). Sepneme dolní vypínač, čímž k zátěži připojíme oba zdroje zapojené paralelně. Změříme opět napětí na zátěži i protékající proud ($U_{2-4} = 0,70 \text{ V}, I = 2,83 \text{ A}$).

VYSVĚTLENÍ:

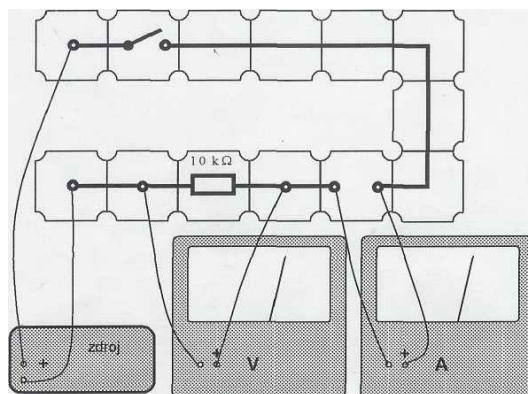
Zdroje napětí je možné zapojit paralelně jen tehdy, mají-li přibližně stejné elektromotorické napětí. I při málo odlišných napětích protéká proud z jednoho zdroje do druhého i při odpojené zátěži. Paralelní zapojení zdrojů lze užívat jen tehdy, potřebujeme-li zvýšit proud do zátěže, která má odpor srovnatelný nebo menší než vnitřní odpor zdrojů.

POZNÁMKY

8 OHMŮV ZÁKON

POMŮCKY:

- 1 propojovací deska
- 4 modul přímé vedení
- 2 modul vedení L
- 2 modul přímé vedení se zdírkou
- 2 modul připojení
- 1 modul přerušené vedení
- 1 modul vypínač
- 1 modul s rezistorem
- stejnoseměrný voltmetr
- stejnoseměrný ampérmetr
- zdroj regulovatelného stejnosměrného napětí do 12 V

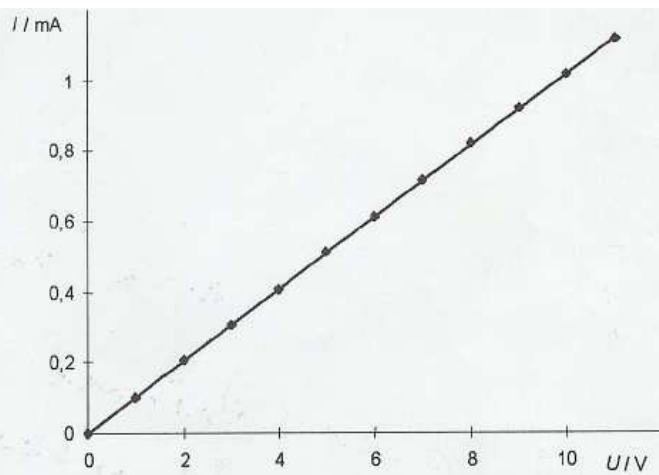


PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Zapojení: Zdroj, ampérmetr a voltmetr připojíme podle obrázku.

Pokus: Po sepnutí vypínače zvyšujeme napětí zdroje po 1 V do 11 V. Měříme proud i napětí. Příklad měření se školními demonstračními přístroji DIAN s číslicovou indikací je v následující tabulce (U je napětí, I je proud, $R = \frac{U}{I}$ je vypočítaný odpor). Z tabulky je vidět, že největší rozdíl v poměrech proudu a napětí je menší než 1 %. Tabulka je s přidáním bodu [0 V, 0 mA] zpracována graficky.

U / V	I / mA	R / kΩ
1	0,102	9,80
2	0,204	9,80
3	0,308	9,74
4	0,408	9,80
5	0,511	9,78
6	0,614	9,77
7	0,717	9,76
8	0,820	9,76
9	0,923	9,75
10	1,02	9,80
11	1,12	9,82



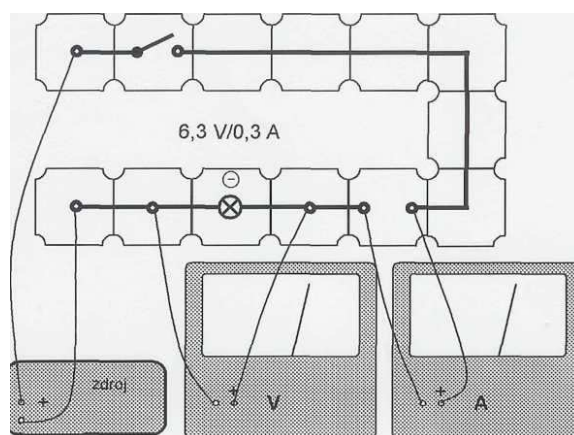
VYSVĚTLENÍ:

Nemění-li se teplota vodiče, je poměr napětí a proudu konstantní. Tento poměr je označován jako odpor vodiče.

POZNÁMKY

POMŮCKY:

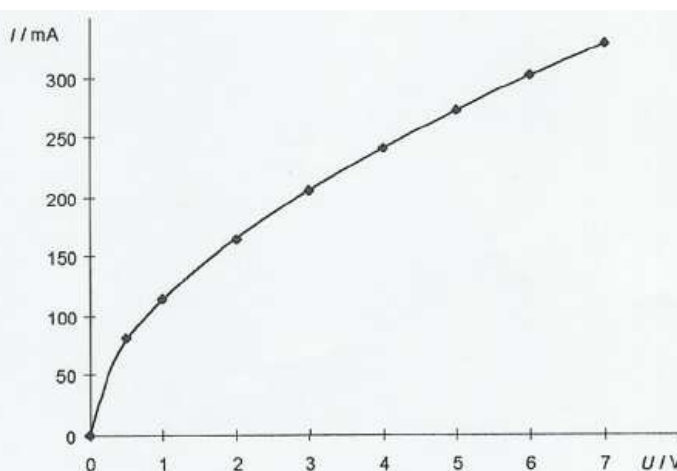
1 propojovací deska
 4 modul přímé vedení
 2 modul vedení L
 2 modul přímé vedení se zdírkou
 2 modul připojení
 1 modul přerušené vedení
 1 modul vypínač
 1 modul s objímkou E10
 1 žárovka 6,3 V/0,3 A
 stejnosměrný voltmetr
 stejnosměrný ampérmetr
 zdroj regulovatelného stejnosměrného napětí

**PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:**

Zapojení: Do modulu s objímkou zašroubujeme žárovku 6,3 V/0,3 A. Zdroj, ampérmetr a voltmetr připojíme podle obrázku.

Pokus: Po sepnutí vypínače zvýšíme napětí na 0,5 V, pak zvyšujeme napětí zdroje po 1 V do 7 V. Měříme proud i napětí. Napětí 7 V nenecháme na žárovce dlouho, v tomto stavu je žárovka přetížena. Příklad měření se školními demonstračními přístroji DIAN s číslicovou indikací je v následující tabulce (U je napětí, I je proud, $R = \frac{U}{I}$ je vypočítaný odpor). Závislost proudu na napětí je pak zpracována graficky.

U / V	I / mA	R / Ω
0,5	81	6,17
1	114	8,77
2	164	12,2
3	205	14,6
4	241	16,6
5	273	18,3
6	302	19,9
7	329	21,3

**VYSVĚTLENÍ:**

Odpor žárovky není konstantní. Jak vzrůstá napětí na žárovce, vzrůstá i teplota vlákna. Protože odpor kovových vodičů s rostoucí teplotou roste, odpor žárovky vzrůstá. Závislost proudu na napětí není proto lineární, jak by tomu bylo u konstantního odporu.

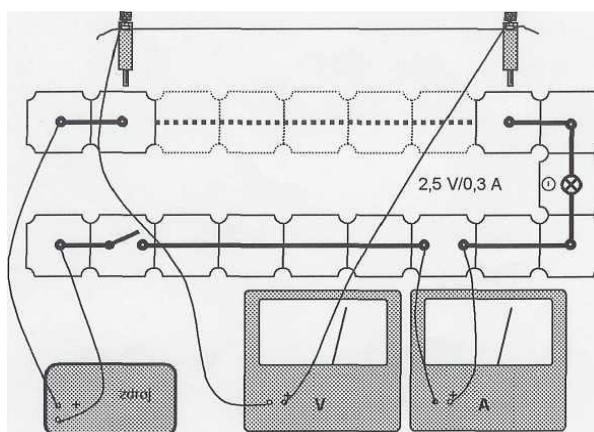
POZNÁMKY

Pokus můžeme doplnit tím, podobně měříme závislost proudu a napětí na žárovce, ze které jsme odstranili baňku a vlákno ponořili do vody nebo oleje a tím chladili. Vyjde opět lineární závislost.

10 ZÁVISLOST ODPORU VODIČE NA JEHO DÉLCE

POMŮCKY:

1 propojovací deska
 10 modul přímé vedení
 2 modul vedení L se zdírkou
 4 modul připojení
 1 modul přerušené vedení
 1 modul vypínač
 1 modul s objímkou E10
 2 držák s otvorem (černý hranol)
 1 žárovka E10, 2,5 V / 0,3 A
 deska s odporovým drátem
 stejnosměrný voltmetr 3 V
 stejnosměrný ampérmetr 300 mA
 zdroj stejnosměrného napětí 2,5 V

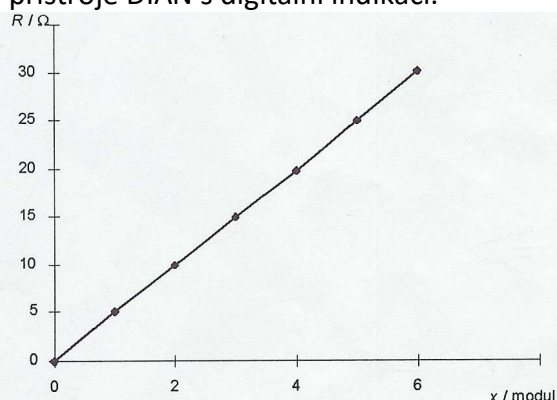


PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Do modulu s objímkou E10 zašroubujeme žárovku 2,5 V/0,3 A. Zdroj, ampérmetr a voltmetr připojíme podle obrázku. Do držáků, které jsou zasunuty v odpovídajících modulech pro připojení utáhneme napjatý odporový drát bez povrchové izolace. Nemáme-li dostatek modulů s přímým vedením, můžeme použít místo nich moduly přímého vedení se zdírkou, případně moduly s vedením T.

Zapojíme vypínač a změříme proud vodičem a napětí na jeho koncích. Délka vodiče odpovídá v tomto případě šesti modulům. Vypneme vypínač. Používáme-li jako voltmetr univerzální přístroj, můžeme v tomto stavu změřit odpor vodiče přepnutím do funkce „ohmmetr“. Po skončení tohoto doplňkového měření přepneme přístroj opět do funkce „voltmetr“ s odpovídajícím rozsahem. Zaměníme modul s pravým držákem a modul přímého vedení vlevo od tohoto držáku. Povolíme svorku držáku a drát opět napneme. Jeho délka se tím zkrátí na délku 5 modulů. Sepneme vypínač a opět změříme napětí i proud. Měření opakujeme až do délky odporového drátu odpovídající jedinému modulu. Výsledek měření zapisujeme do tabulky. Příklad měření s odporovým drátem průměru 0,125 mm je v následující tabulce, připojen je i graf získaný z této tabulky (x je délka vodiče v délkách modulu, U je napětí na vodiči, I je proud vodičem, $R = \frac{U}{I}$ je vypočítaný odpor vodiče a R_0 je odpor změřený ohmmetrem. K měření byly použity demonstrační přístroje DIAN s digitální indikací.

x / modul	U / V	I / mA	R / Ω	R ₀ / Ω
6	2,38	79	30,1	29,4
5	2,34	94	24,9	24,4
4	2,27	115	19,7	19,5
3	2,10	141	14,9	14,5
2	1,67	168	9,9	9,7
1	1,07	212	5,0	5,0



VYSVĚTLENÍ:

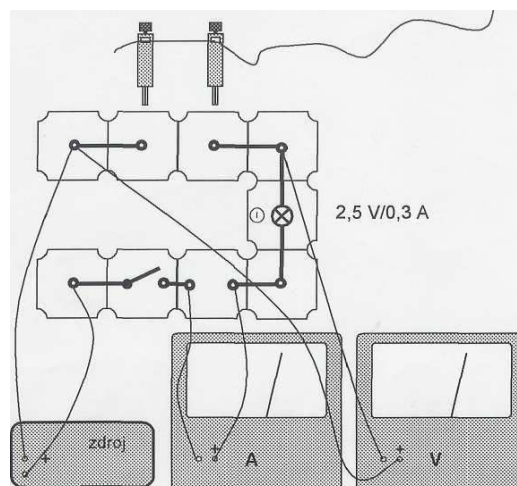
Odpor vodiče s konstantním průřezem je přímo úměrný délce vodiče.

POZNÁMKY

11 ZÁVISLOST ODPORU VODIČE NA OBSAHU PŘÍČNÉHO ŘEZU

POMŮCKY:

1 propojovací deska
2 modul vedení L se zdírkou
4 modul připojení
1 modul přerušené vedení
1 modul vypínač
1 modul s objímkou E10
1 žárovka E10, 2,5 V / 0,3 A
Deska s odporovým drátem
stejnoseměrný voltmetr 3 V
stejnoseměrný ampérmetr 300 mA
zdroj stejnosměrného napětí 2,5 V

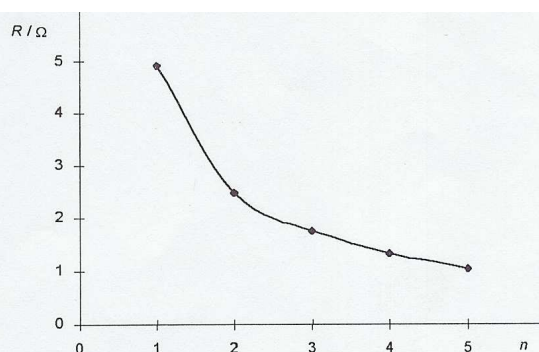


PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Zapojení: Do modulu s objímkou E10 zašroubujeme žárovku 2,5 V/0,3 A. Zdroj, ampérmetr a voltmetr připojíme podle obrázku. Do držáků, které jsou zasunuty v odpovídajících modulech pro připojení utáhneme napjatý odporový drát bez povrchové izolace tak, že přečnávající kus je na jedné straně (na obrázku vpravo).

Pokus: Sepneme vypínač a změříme protékající proud i napětí na vodiči. Přečnávající kus drátu otočíme kolem vystupujícího šroubu pravé svorky a napjatý otočíme kolem šroubu levé svorky. Zvětšíme tak obsah průřezu drátu dvakrát. Opět změříme proud i napětí. Zbývající kus drátu omotáváme střídavě kolem pravého a levého šroubu a postupně měříme vzrůstající proud i klesající napětí. Pokud k měření napětí používáme univerzální přístroj, je možné v každé situaci vypnout vypínač a provést kontrolní měření odporu ohmmetrem. Po každém takovém měření musíme před opětovným sepnutím vypínače obnovit původní funkci voltmetru. Pro odporový drát s průměrem 0,125 mm jsou výsledky měření v následující tabulce (n je počet vodičů mezi držáky, U je napětí, I je proud, $R = \frac{U}{I}$ je vypočítaný odpor a R_0 je odpor naměřený ohmmetrem).

n	U / V	I / mA	R / Ω	R_0 / Ω
1	1,04	212	4,91	4,9
2	0,60	242	2,48	2,8
3	0,44	252	1,75	1,9
4	0,34	258	1,32	1,4
5	0,27	262	1,03	1,1



Obrázek ukazuje příklad grafického zpracování.

VYSVĚTLENÍ:

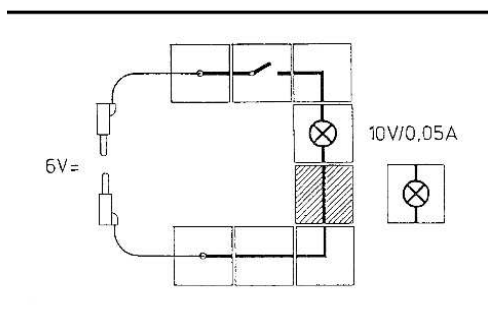
Odpor drátu je nepřímo úměrný obsahu jeho příčného řezu.

POZNÁMKY

14 SERIOVÉ ZAPOJENÍ ŽÁROVEK

POMŮCKY:

- 1 propojovací deska
- 2 modul přímé vedení
- 2 modul přímé vedení se zdírkou
- 2 modul se žárovkou
- 2 modul vedení L
- 1 modul vypínač



PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Zapojíme vše podle obrázku. Nejdříve zapojíme jen jednu žárovku, později nahradíme jeden modul vedení druhou žárovkou.

Uzavřeme spínač a všimneme si intenzity světla žárovky. Poté spínač rozpojíme a vložíme do propojovací desky místo modulu vedení druhou žárovku. Opět uzavřeme spínač a všimneme si, že intenzita obou žárovek je mnohem nižší, než byla intenzita jedné žárovky, kterou jsme měli zapojenou před tím.

Pokud zvýšíme napětí na dvojnásobek, dosáhneme zhruba stejné intenzity jako v prvním případě, kdy byla v obvodu zapojena jen jedna žárovka.

VYSVĚTLENÍ:

Pro sériové zapojení dvou žárovek platí, že potřebujeme dvojnásobné napětí než v případě pro jednu žárovku.

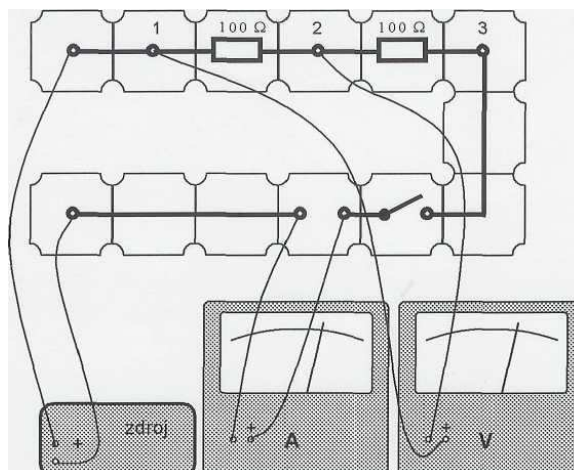
POZNÁMKY

Pokud jedna z žárovek praskne, obvod zhasne. Proč ve třídě nezhasnou všechna světla, když praskne jedna žárovka.

12 SÉRIOVÉ ZAPOJENÍ REZISTORŮ

POMŮCKY:

- 1 propojovací deska
- 3 modul přímé vedení
- 2 modul přímé vedení se zdírkou
- 2 modul připojení
- 1 modul vedení L
- 1 modul vedení L se zdírkou
- 1 modul vypínač
- 1 modul přerušené vedení
- 2 modul s rezistorem 100 Ω
- 1 modul s rezistorem 500 Ω
- 1 modul s rezistorem 1 k Ω
- stejnoseměrný voltmetr s rozsahem 3 V
- stejnoseměrný ampérmetr
- zdroj stejnosměrného napětí 3 V



PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Zdroj stejnosměrného napětí 3 V a ampérmetr připojíme podle obrázku. Počáteční připojení voltmetru je podle obrázku, další možnosti jsou v popisu pokusu.

1. Varianta: Sepneme vypínač a změříme napětí mezi vývody 1-2, 2-3, 1-3. Současně změříme i proud, který protéká obvodem. Máme-li k dispozici na místě voltmetru univerzální přístroj, vypneme vypínač a změříme odpory ve stejných pozicích, v jakých jsme předtím měřili napětí. Po skončení tohoto měření přepneme funkci univerzálního přístroje opět na voltmetr. Měníme rezistory v levé pozici (R_L) i v pravé pozici (R_P) a opakujeme měření. Sestavíme tabulku, ve které uvedeme vypočítané dílčí i celkové odpory (R_{LV} , R_{PV} , R_{CV}) i hodnoty změřené ohmmetrem (R_{LO} , R_{PO} , R_{CO}). Ověříme platnost součtů. Příklad měření je v následující tabulce. Při tomto měření bylo použito školních demonstračních měřicích přístrojů DIAN s číslicovou indikací.

R_L / Ω	R_P / Ω	U_{12} / V	U_{23} / V	U_{13} / V	I / mA	R_{LV} / Ω	R_{PV} / Ω	R_{CV} / Ω	R_{LO} / Ω	R_{PO} / Ω	R_{CO} / Ω
100	100	1,49	1,48	2,98	15,2	98	97	196	98	98	197
100	500	0,51	2,44	2,95	5,22	98	467	565	98	468	566
500	100	2,44	0,51	2,95	5,22	467	98	565	468	98	566
100	1000	0,28	2,70	2,98	2,88	97	938	1035	98	935	1032

2. Varianta: Místo modulu s vývodem 2 zapojíme třetí rezistor a zakryjeme ampérmetr. Změříme napětí U_{13} a ze součtu odporů v předchozí tabulce vypočítáme teoretickou hodnotu proudu. Odkryjeme ampérmetr a porovnáme teoreticky získanou hodnotu s měřenou. Celkovou hodnotu odporu můžeme při vypnutém vypínači ověřit i ohmmetrem. Příklad

výpočtu ze změřených hodnot: $I = \frac{U_{13}}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{2,98}{98 + 467 + 938} = 1,98 \text{ mA}$, naměřená

hodnota proudu je 1,99 mA, z toho je celkový odpor 1497 Ω . Tato hodnota se jen nepatrně liší od součtu: 1503 Ω a od údaje ohmmetru: 1500 Ω .

VYSVĚTLENÍ:

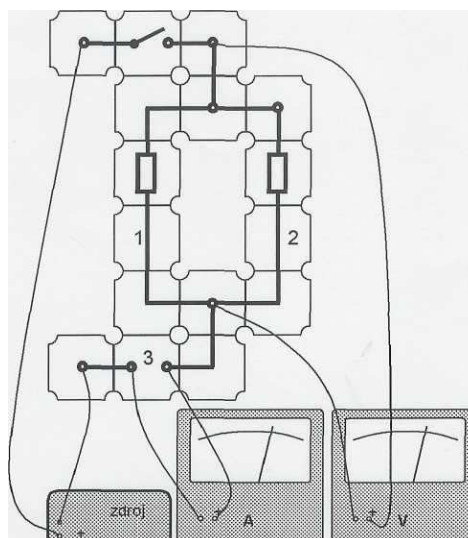
Výsledný odpor rezistorů zapojených za sebou (sériově) je větší než odpor kteréhokoli z rezistorů a je dán součtem odporů jednotlivých rezistorů.

POZNÁMKY

13 PARALELNÍ ZAPOJENÍ REZISTORŮ

POMŮCKY:

- 1 propojovací deska
- 2 modul přímé vedení
- 2 modul připojení
- 4 modul vedení L
- 2 modul vedení L se zdičkou
- 2 modul vedení T se zdičkou
- 1 modul vypínač
- 1 modul přerušené vedení
- 2 modul s rezistorem 100 Ω
- 1 modul s rezistorem 500 Ω
- 1 modul s rezistorem 1 k Ω
- stejnsměrný voltmetr s rozsahem 3 V
- stejnsměrný ampérmetr
- zdroj stejnosměrného napětí 3 V



PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Zdroj stejnosměrného napětí 3 V a voltmetr připojíme podle obrázku. Počáteční připojení ampérmetru je podle obrázku, další možnosti jsou v popisu pokusu. Nad moduly 1 a 2 zasuneme moduly s rezistory 100 Ω.

1. Varianta: Sepneme vypínač a změříme napětí (U) a proud (I) v pozici ampérmetru podle obrázku. Pak zaměníme střídavě modul s ampérmetrem za moduly s přímým vedením 1 a 2. Změříme tak proudy I_1 a I_2 . Z těchto údajů spočítáme odpory rezistoru (R_1 , R_2) i celkový odpor kombinace (R). Máme-li na místě voltmetru univerzální přístroj, vypneme vypínač a změříme všechny 3 odpory ohmmetrem (R_{10} , R_{20} , R_{30}). Porovnáme výsledné odpory s teoretickou

hodnotou $R_t = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$. Pokus opakujeme pro další kombinace odporů. Výsledky zapisujeme

do tabulky. Příklad měření (R_L a R_P jsou hodnoty na modulech v levé a pravé pozici) s přístroji DIAN s digitální indikací:

R_L / Ω	R_P / Ω	U / V	I / mA	I_1 / mA	I_2 / mA	R_1 / Ω	R_2 / Ω	R / Ω	R_{10} / Ω	R_{20} / Ω	R_o / Ω	R_t / Ω
100	100	2,91	59,7	30,4	30,2	95,7	96,4	48,7	98	98	49	48,0
100	500	2,95	36,6	30,4	6,29	97,0	469	80,6	98	468	81	80,4
100	1000	2,95	33,6	30,4	3,18	97,0	928	87,8	97	935	87	87,8

2. Varianta: Zvolíme kombinaci 500 Ω a 1000 Ω a pokusíme se do tabulky získané předchozím měřením doplnit údaje teoreticky pomocí hodnot odporů z posledních dvou řádek předchozí tabulky. Získané údaje ověříme měřením (ampérmetr přitom ponecháváme na stejném rozsahu 30 mA). Příklad zpracování tohoto pokusu je v následující tabulce (údaje v podbarvených políčkách jsou vypočítané pro předpokládanou hodnotu napětí 2,95 V):

R_L / Ω	R_P / Ω	U / V	I / mA	I_1 / mA	I_2 / mA	I / mA	I_1 / mA	I_2 / mA	R_{10} / Ω	R_{20} / Ω	R_o / Ω	R_t / Ω
500	1000	2,95	9,47	6,29	3,18	9,5	6,3	3,2	468	935	312	312

VYSVĚTLENÍ:

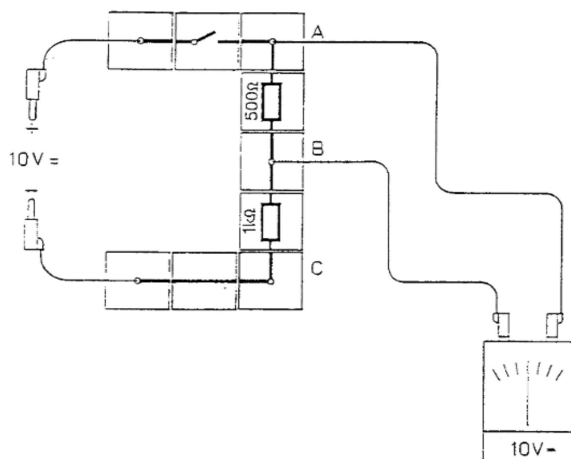
Výsledný odpor rezistoru zapojených vedle sebe (paralelně) je menší než odpor kteréhokoli z rezistoru a je dán vztahem $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$.

POZNÁMKY

18 DĚLIČ NAPĚTÍ

POMŮCKY:

- 1 propojovací deska
- 1 modul přímé vedení
- 1 modul přímé vedení se zdírkou
- 2 modul se žárovkou
- 2 modul vedení L se zdírkou
- 1 modul s rezistorem 500 Ω
- 1 modul s rezistorem 1 kΩ
- 2 modul s rezistorem 100 Ω
- 1 modul spínač



PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Zapojíme vše podle obrázku. Nejdříve naměříme voltmetrem celkové napětí U v bodech A a C. Celkové napětí nastavíme na 6 Voltů. Potom měříme v odporech jednotlivá dílčí napětí.

VYSVĚTLENÍ:

Součet dílčích napětí je roven celkovému napětí: $U_1 + U_2 = U$.

Dělení napětí je takové, že dílčí napětí naměříme v odporu s vyšší hodnotou odporu.

POZNÁMKY

Experimenty jsou čerpány z těchto zdrojů a literatury:

1. SVOBODA, Emanuel a Václav HOUDEK. Pokusy z fyziky na střední škole. Praha: Prometheus, 1997. ISBN 8071960071.
2. Návodů k sadám pro výuku elektřiny od firmy Didaktik
3. Veletrh nápadů učitelů fyziky (vnuf.cz)
4. FyzWeb - Experimenty s Vernierem dle kapitol v učebnicích pro ZŠ