

- **Žárovka spotřebovává částečně nebo úplně elektrický proud.**

Dáme-li žákům v některé z úvodních hodin k dispozici žárovku, baterii, spojovací vodiče a řekneme jim, aby žárovku rozsvítili, použijí mnohdy jen jeden vodič. Podle jejich názoru stačí, aby proud došel do žárovky, tu rozsvítí a cele se zde spotřeboval. I mezi těmi, kteří použijí vodiče dva, je ale řada těch, již se domnívají, že v žárovce se spotřebovuje alespoň část proudu.

Úloha 1 (byla součástí průzkumů 1–3)

Na obrázku 1 jsou vzájemně propojeny žárovka a baterie. Žárovka svítí.

Zakroužkuj tvrzení, které považuješ za správné:

1. Proud z baterie prochází jen do žárovky, kde je zcela spotřebován.
2. Proud prochází z baterie do žárovky, kde je částečně spotřebován, částečně se vrací zpět do baterie.
3. Proud v obvodu prochází přes žárovku zpět do baterie.



obrázku 1

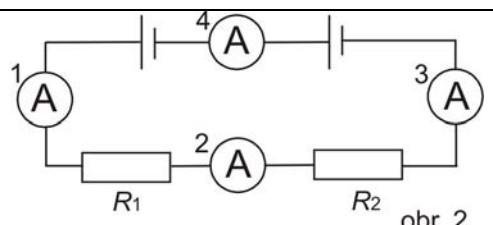
Tabulka 1: Výsledky úlohy 1 z průzkumů 1–3 (v %)

Odpověď	ZŠ	SŠ před	SŠ po	N
1. úplná spotřeba proudu	20	35	11	27
2. částečná spotřeba proudu	40	44	55	51
3. správně	39	21	36	26

- **Hodnota proudu naměřeného v sériovém obvodu závisí na tom, v kterém místě ho měříme.**

Úloha 2 (byla součástí průzkumů 1–3)

V obvodu na obrázku 2 jsou zapojeny dva stejné odpory ($R_1 = R_2$). Ampérmetr A číslo 1 ukazuje proud $I_1 = 2$ A. Jaké proudy ukazují zbývající ampérmetry?



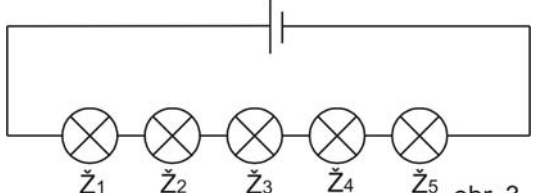
obrázku 2

Tabulka 2: Výsledky úlohy 2 z průzkumů 1–3 (v %)

Odpověď	ZŠ	SŠ před	SŠ po	N
$I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = 2$ A	53	47	75	47
Alespoň 1 hodnota odlišná od 2 A.	29	28	13	53

Hodnoty proudů, které žáci uváděli, byly natolik různorodé, že se v nich těžko hledaly nějaké společné rysy.

- **Jas žárovek závisí na jejich postavení v sériovém obvodu.**

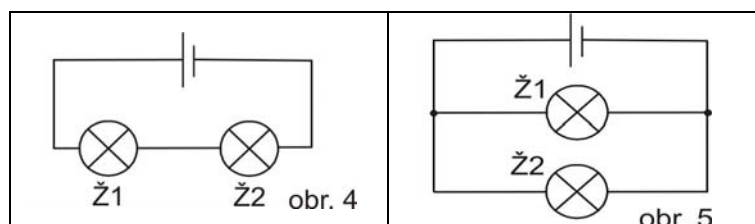
<p>Úloha 3 (byla součástí průzkumů 1–3) V obvodu je 5 stejných žárovek zapojeno v sérii (obr. 3). Porovnejte jas žárovek.</p>	 <p style="text-align: right;">obr. 3</p>
--	---

Tabulka 3: Výsledky úlohy 3 z průzkumů 1–3 (v %)

Odpověď	ZŠ	SŠ před	SŠ po	N
Všech pět žárovek svítí stejně.	42	79	82	79
První žárovka svítí více než pátá nebo naopak.	13	14	15	20

- **Proud jde jak z + pólu, tak z – pólu zdroje. K rozsvícení žárovky jsou potřeba oba proudy.**

Někteří žáci mají k této své představě i promyšlené zdůvodnění: v sériovém obvodu na obr. 5 teče „+“ proud do žárovky 1, tam se z velké části spotřebuje a jen trochu ho dojde do žárovky 2. Podobně je to s „-“ proudem, většina se ho spotřebuje v žárovce 2, jen trochu ho dojde do žárovky 1. Protože je ale vždycky třeba stejné množství obojího proudu, svítí žárovky málo. V paralelním obvodu na obr. 6 dostává každá žárovka stejné množství „+“ a „-“ proudu, proto svítí obě jasně.



- **Elektrický proud je totéž jako energie.**

Tato představa patří zřejmě mezi klíčové. Děti často slyší, že mají zhasínat a šetřit energií. Z toho snadno usoudí, že energie a tedy i proud se v žárovce musí spotřebovávat. Ostatně slovo spotřebič k tomu přímo navádí.

Součástí průzkumů 1–3 byla úloha, v jejímž rámci měli žáci posoudit pravdivost výše uvedeného tvrzení. Souhlasila s ním následující procenta zúčastněných.

Tabulka 4: Vztah elektrického proudu a energie z průzkumů 1–3 (v %)

Odpověď	ZŠ	SŠ před	SŠ po	N
Elektrický proud je totéž jako energie.	13	39	28	78

- **Elektrický proud a elektrické napětí existují pouze společně**

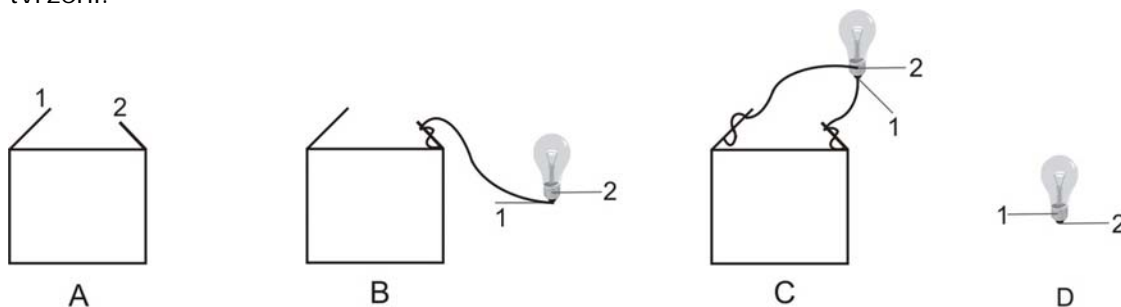
S tímto tvrzením souhlasila v průzkumech 1-3 následující procenta zúčastněných.

Tabulka 5: Vztah elektrického proudu a napětí z průzkumů 1–3 (v %)

Odpověď	ZŠ	SŠ před	SŠ po	N
El. proud a el. napětí existují pouze společně.	36	44	26	41

Úloha 4 (byla součástí průzkumů 1-3)

Označ křížkem, pro které z případů A, B, C, D na obrázku 6 jsou pravdivá následující tvrzení.



obr. 6

	A	B	C	D
1. Žárovka svítí v případě				
2. Elektrický proud prochází v případě				
3. Mezi místy 1 a 2 je elektrické napětí v případě				

Tabulka 6: Výsledky úlohy 4 z průzkumů 1-3 v %:

Odpověď	ZŠ	SŠ před	SŠ po	N
Vše správně	10	11	36	32
1. tvrzení správně	88	100	99	-
2. tvrzení správně	76	87	92	78
3. tvrzení správně	11	22	39	46

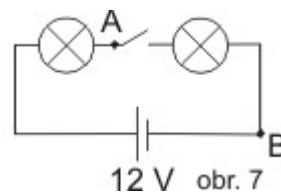
Žákům na střední ani základní škole nečinilo větší obtíže rozhodnout, ve které ze situací svítí žárovka či protéká proud. Výrazně horší situace nastala v případě elektrického napětí. Většina žáků nepřipouští, že by na baterii v situaci A bylo elektrické napětí, to je podle nich jen v případě C, kdy obvodem prochází proud a žárovka svítí.

Na obdobné problémy s rozlišováním pojmů souvisejících s elektrickým proudem upozorňují i autoři výzkumu [4]. Konstatují, že studenti připisují vlastnosti energie elektrickému proudu a jejich vlastnosti pak následně i napětí a odporu. Zejména je typická představa, že napětí a odpor se mohou vyskytovat jen v přítomnosti proudu.

Úloha 5 (byla součástí průzkumu 4)

Jaké je napětí mezi body A a B?

- a) 0 V b) 3 V c) 6 V d) 12 V

Výsledek: a) 56 %, b) 3 %, c) 19 %, **d) 21 %**

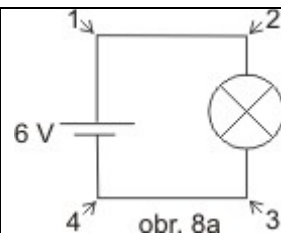
Více než polovina studentů se domnívá, že při otevřeném spínači, kdy neprochází proud, je napětí mezi body A a B nulové.

- Napětí mezi všemi body sériového elektrického obvodu je stejné.**

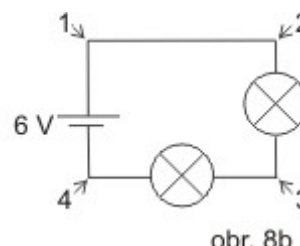
Žáci rovněž nerozlišují mezi elektrickým proudem a napětím. Pojem napětí je pro ně zvláště obtížný. Slyší-li pak žáci, že v sériovém obvodu je všude stejný proud, snadno usoudí, že bude všude stejný i napětí.

Úloha 6 (byla součástí průzkumů 1-3)

- a) Jaké je napětí mezi jednotlivými body (1 a 2, 2 a 3, 3 a 4) v obvodu zakresleném na obr. 8a?



- b) Jaké bude napětí mezi jednotlivými body (1 a 2, 2 a 3, 3 a 4) po zapojení další stejné žárovky mezi body 3 a 4 (obráz. 8b)?



Tabulka 7: Výsledky úlohy 6 z průzkumů 1-3 v %:

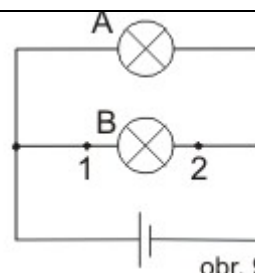
Odpověď	ZŠ	SŠ před	SŠ po	N
Část a) správně	3	2	9	43
Část a) Mezi všemi body je napětí 6 V.	59	55	62	45
Část b) správně	2	1	5	29
Část b) Mezi všemi body je napětí 6 V.	52	51	51	40

- Změna v jedné větvi paralelního obvodu ovlivní napětí v druhé větvi.**

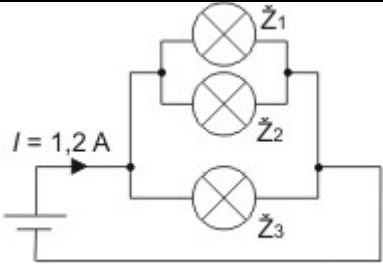
Úloha 7 (byla součástí průzkumu 4)

Co se stane s napětím mezi body 1 a 2, jestliže vyšroubujeme žárovku A?

- a) vzroste b) klesne c) nezmění se

Výsledek: a) 36 %, b) 12 %, **c) 52 %**

- **Proud se v uzlu rozdělí tak, jakoby nevěděl, co bude dál.**

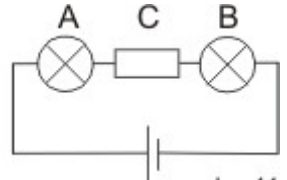
<p>Úloha 8 (byla součástí průzkumů 1-3I) Všechny žárovky v obvodu na obrázku 10 jsou stejné. Proud $I = 1,2\text{ A}$. Určete, jaké proudy procházejí jednotlivými žárovkami.</p>	 <p style="text-align: right;">obr. 10</p>
---	--

Tabulka 8: Výsledky úlohy 8 z průzkumů 1-3 v %:

Odpověď	ZŠ	SŠ před	SŠ po	N
$I_1 = I_2 = I_3 = 0,4\text{ A}$	6	11	11	19
$I_1 = I_2 = 0,3\text{ A}, I_3 = 0,6\text{ A}$	50	33	50	60
$I_1 = I_2 = I_3 = 1,2\text{ A}$	18	22	10	10

Z výsledků je vidět, že většina žáků se zřejmě domnívá, že proud se v uzlu rovnoměrně rozdělí do dalších větví bez ohledu na další zapojené prvky.

- **Proud protéká postupně jednotlivými prvky obvodu a jeho velikost ovlivňuje jen to, kudy už prošel.**

<p>Úloha 9 (byla součástí průzkumu 4) Co se stane s jasnou žárovkou A a B, jestliže zvýšíme hodnotu odporu C? a) A zůstane stejná, B pohasne b) A pohasne, B zůstane stejná c) vzroste u A i B d) sníží se u A i B e) zůstane stejná u A i B</p> <p>Výsledek: a) 37 %, b) 5 %, c) 7 % d) 45 % e) 6 %</p>	 <p style="text-align: right;">obr. 11</p>
--	---

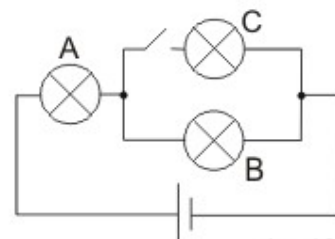
Nemalé procento studentů, kteří volili možnost a), se zřejmě domnívá, že když je žárovka A zapojena před odporem C, neovlivní jeho změna jas této žárovky ani proud, který jí prochází. Změna odporu se projeví až na jasu žárovky B, která je zapojena za ním. Podobná představa se projevuje i v následující úloze.

Úloha 10 (byla součástí průzkumu 4)

Co se stane s jasnem žárovek A a B, jestliže sepne spínač?

- a) A bude svítit stejně, B pohasne
- b) A bude svítit jasněji, B pohasne
- c) A i B budou svítit jasněji
- d) A i B pohasnou
- e) A i B budou svítit stejně

Výsledek: a) 31 %, **b) 31 %**, c) 16 % d) 10 % e) 10 %



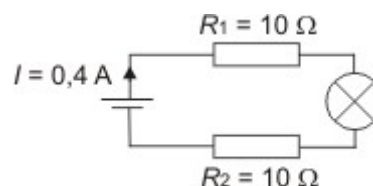
obr. 12

- *Zvýšením odporu v sériovém elektrickém obvodu dojde ke zvýšení elektrického proudu.*
- *Velikost elektrického proudu je závislá na postavení odporu vůči zdroji.*
- *Baterie je zdrojem konstantního proudu bez ohledu na změny v připojeném obvodu .*

Při řešení následujících úloh lze narazit hned na několik výše uvedených chybných představ.

Úloha 11 (byla součástí průzkumů 1-3)

V obvodu na obrázku 13a jsou oba odpory stejné ($R_1 = R_2 = 10 \Omega$). V tomto případě obvodem prochází proud $I = 0,4 \text{ A}$.

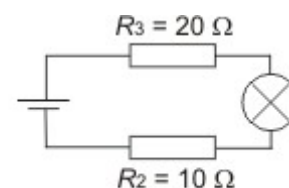


obr. 13a

a) Zaměníme-li odpor R_1 odporem $R_3 = 20 \Omega$ (obr. 13b), elektrický proud bude:

- 1. menší než 0,4 A
- 2. roven 0,4 A
- 3. větší než 0,4 A

Správné tvrzení zakroužkuj.

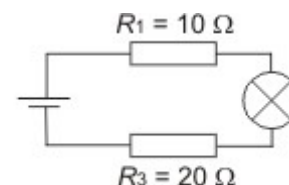


obr. 13b

b) Zaměníme-li v původním obvodu odpor R_2 odporem $R_3 = 20 \Omega$ (obr. 13c), elektrický proud bude:

- 1. menší než 0,4 A
- 2. roven 0,4 A
- 3. větší než 0,4 A

Správné tvrzení zakroužkuj.



obr. 13c

Tabulka 9: Výsledky úlohy 11 z průzkumů 1-3 v %:

Odpověď	ZŠ	SŠ před	SŠ po	N
a) i b) správně	51	48	54	33
Zvýšení odporu vede ke zvýšení proudu.	25	11	4	-
Velikost proudu závisí na postavení odporu vůči zdroji.	16	23	9	30
Změna odporu neovlivní velikost proudu.	12	5	15	12

Úloha 12 (byla součástí průzkumů 1-3)

Nahradíme-li odpor $R_2 = 40 \Omega$ v obvodu na obr. 14 odporem

$R_3 = 50 \Omega$, pak:

a) proud I se

1. zvětší
2. nezmění
3. zmenší

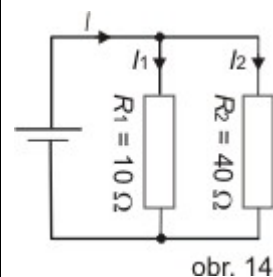
b) proud I_1 se

1. zvětší
2. nezmění
3. zmenší

c) proud I_2 se

1. zvětší
2. nezmění
3. zmenší

Správná tvrzení zakroužkuj.



Tabulka 10 : Výsledky úlohy 12 z průzkumů 1-3 v %:

Odpověď	ZŠ	SŠ před	SŠ po	N
Vše správně	19	17	26	22
Zvýšení odporu vede ke zvýšení proudu v dané větvi.	18	18	10	14
Změna odporu neovlivní velikost celkového proudu.	49	48	48	22