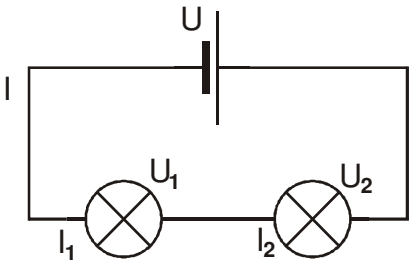
3.3.11 Dělení napětí a proudu

Předpoklady: 030310

Pomůcky: papírky s připravenými příklady

Př. 1: Nakresli sériový a paralelní obvod se dvěma žárovkami. Zformuluj pravidlo, podle kterého rozlišíme sériový obvod od paralelního. Jaké vztahy platí pro proudy a napětí v těchto obvodech?

Sériový obvod (za sebou)



Elektron, který projde jednou žárovkou, **musí** projít i druhou.

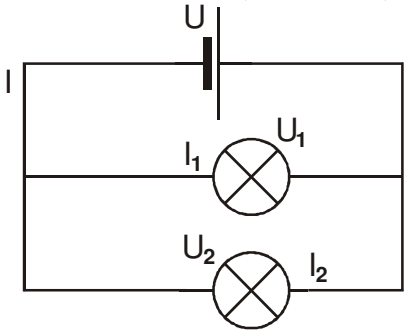
Proud je všude stejný.

$$I = I_1 = I_2$$

Napětí se rozděluje.

$$U = U_1 + U_2$$

Paralelní obvod (vedle sebe)



Elektron, který projde jednou žárovkou, **nemůže** projít i druhou.

Proud se dělí.

$$I = I_1 + I_2$$

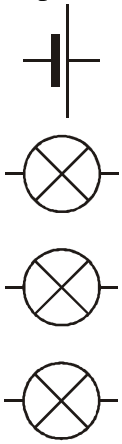
Napětí je všude stejné.

$$U = U_1 = U_2$$

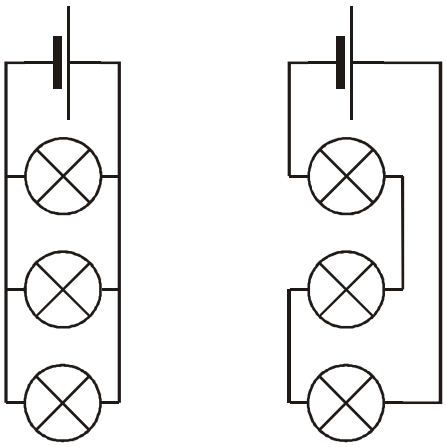
Pedagogická poznámka: Uvědomuji si, že rozlišovací věty nejsou zcela nenapadnutelné (nositelem náboje nemusí být elektrony), ale jsou velmi názorné a v budoucnu nepůsobí žádné problémy.

Typ zapojení není určen pozicí součástek, ale způsobem, kterým jsou navzájem propojeny.

Například následující obrázek je většinou považován za paralelní zapojení tří žárovek.

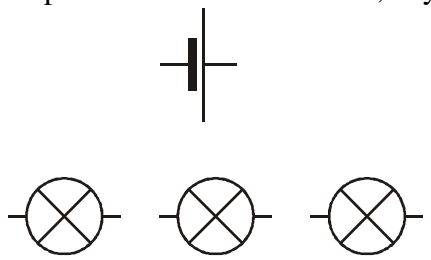


Ve skutečnosti vůbec není možné určit, o jaké zapojení jde, dokud se neobjeví v nákresu i vodiče. Vznikne pak zapojení paralelní, ale klidně i sériové.

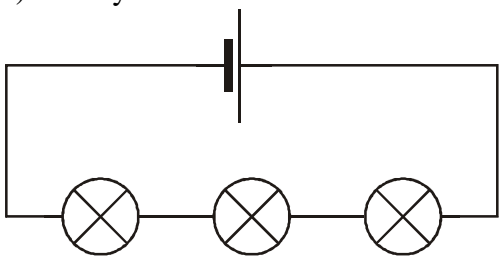


Pedagogická poznámka: V hodině jen nakreslím obrázek a zeptám se, jak jsou žárovky zapojeny (sériově nebo paralelně).

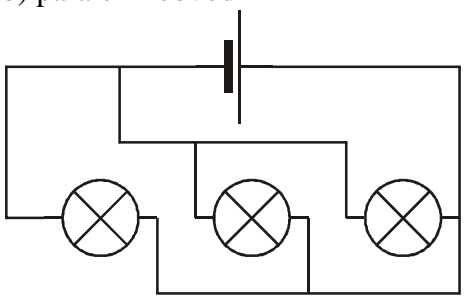
Př. 2: Doplň do obrázku vodiče tak, aby na něm byl obvod: a) sériový, b) paralelní.



a) sériový obvod

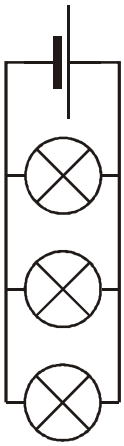


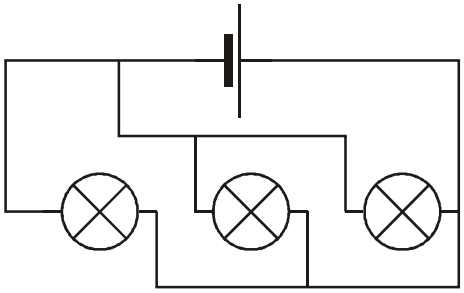
b) paralelní obvod



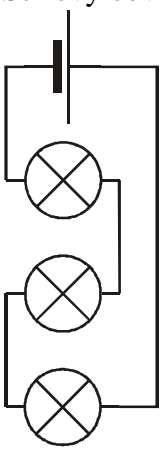
Protože u vodičů ve schématech záleží pouze na tom, která místa na obrázku navzájem spojují, představují následující dvojice schémat to samé.

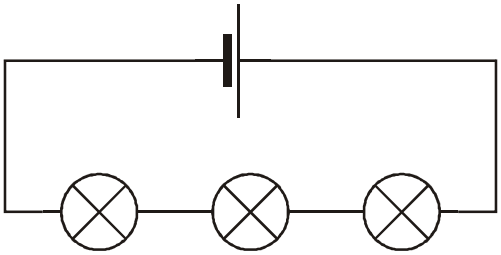
Paralelní obvod se třemi žárovkami:





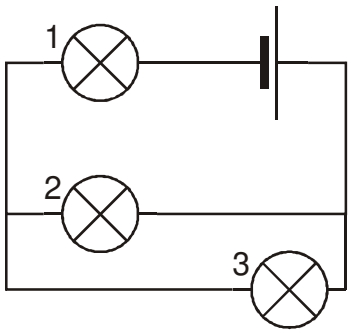
Sériový obvod se třemi žárovkami:



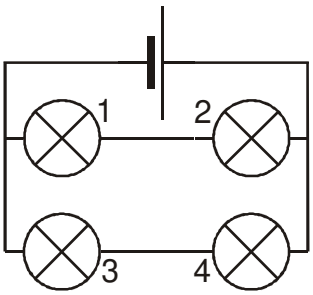


Př. 3: Které ze žárovek v následujících schématech jsou zapojeny sériově? Které paralelně?

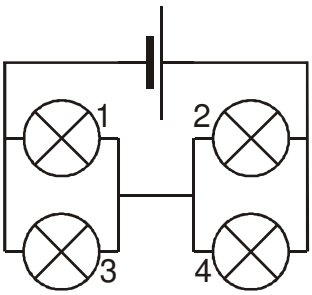
a)



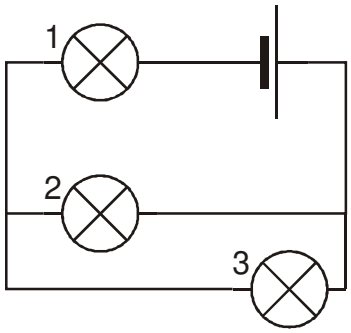
b)



c)



a)

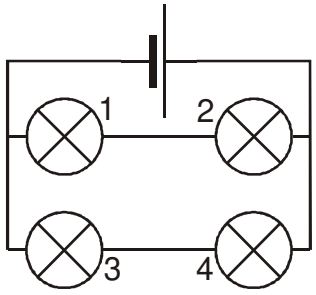


Žárovky:

- 2 a 3 jsou zapojeny paralelně (elektron může projít buď pes jednu nebo přes druhou),
- 1 a 2 nejsou zapojeny ani paralelně ani sériově (elektron projde přes žárovku 1 a pak může, ale nemusí projít přes žárovku 2),
- 1 a 3 nejsou zapojeny ani paralelně ani sériově (elektron projde přes žárovku 1 a pak může, ale nemusí projít přes žárovku).

Kdyby místo žárovek 2 a 3 byla jediná žárovka, byla se žárovkou 1 zapojena sériově.

b)



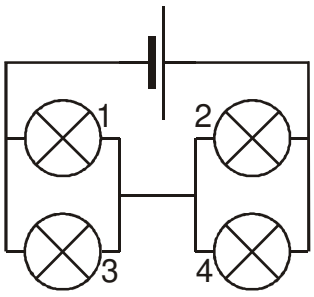
Žárovky:

- 1 a 2 jsou zapojeny sériově (elektron, který projde jednou, musí projít i druhou),
- 3 a 4 jsou zapojeny sériově (elektron, který projde jednou, musí projít i druhou),

Kdybychom žárovky 1 a 2 spojili do žárovky 12 a žárovky 3 a 4 spojili do žárovky 34, byly by žárovky 12 a 34 zapojeny paralelně (elektron, který by prošel přes žárovku 12 by nemohl projít přes žárovku 34).

O samotné dvojici žárovek 1 a 3 však nemůžeme říct, že by byla zapojena paralelně, protože proud musí v každém rameni procházet i přes další žárovku.

c)



Žárovky:

- 1 a 3 jsou zapojeny paralelně (elektron může projít buď pes jednu nebo přes druhou),
- 2 a 4 jsou zapojeny paralelně (elektron může projít buď pes jednu nebo přes druhou).

Kdybychom žárovky 1 a 3 spojili do žárovky 13 a žárovky 2 a 4 spojili do žárovky 24, byly by žárovky 13 a 24 zapojeny sériově (elektron, který by prošel přes žárovku 13 by musel projít i přes žárovku 34).

O samotné dvojici žárovek 1 a 2 však nemůžeme říct, že by byla zapojena paralelně, protože proud jdoucí přes žárovku 1 může projít i přes žárovku 4.

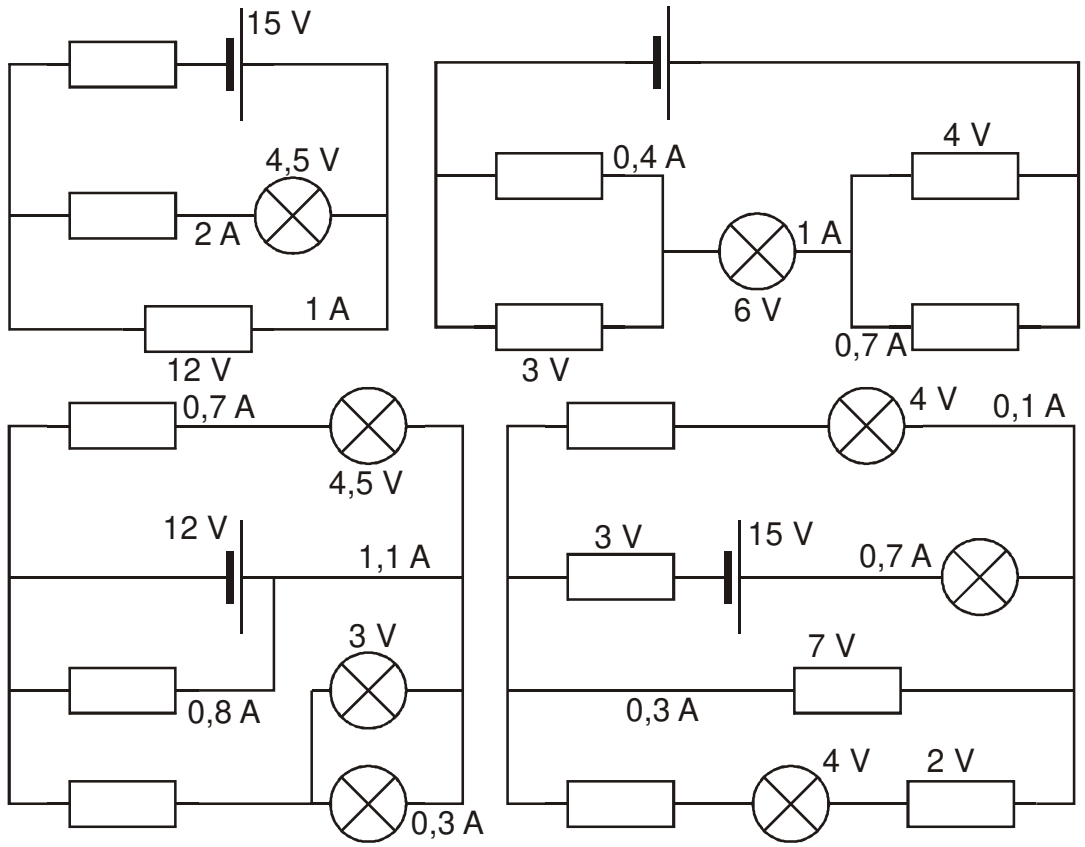
Př. 4: Jaké pravidlo platí pro dělení proudu? Jaké pro dělení napětí?

Proud: Součet proudů, které vtékají, se rovná součtu proudů, které vytékají.

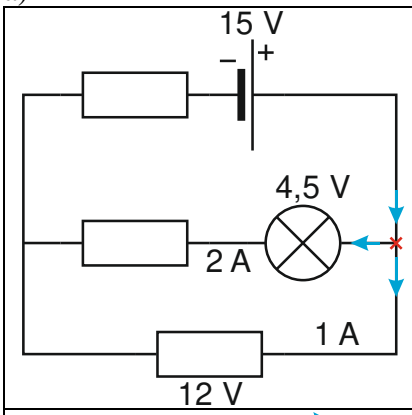
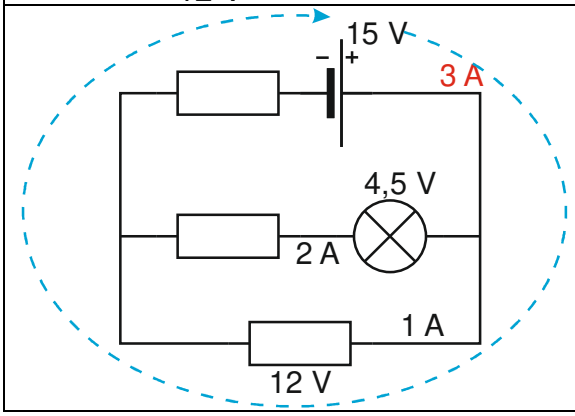
Napětí: Napětí na baterii (energie dodaná elektronu) se rovná součtu napětí na součástkách, kterými projde elektron při cestě obvodem (energii ztracené v obvodu).

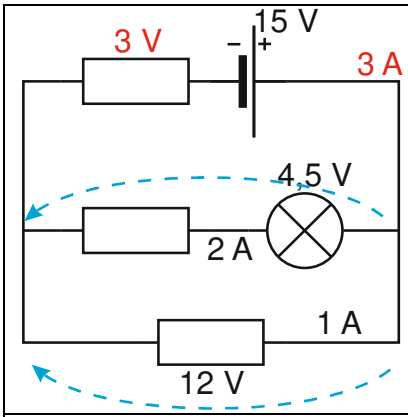
Pedagogická poznámka: Následující obvody žáci do sešitů nepřekreslují. Zadání dostanou namnožené na papírcích a hodnoty vyplňují přímo do nich.

Př. 5: Doplň do obrázků hodnoty proudu a napětí tak, aby bylo zapsáno napětí na každé součástce (včetně baterie) a aby byl vyznačen proud v každém místě obvodu.

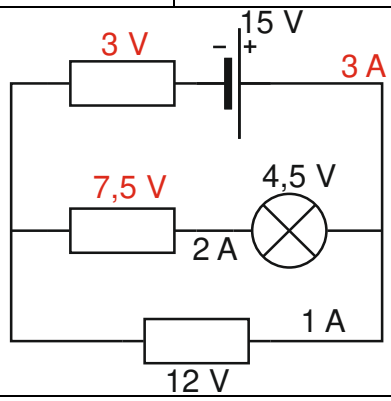


a)

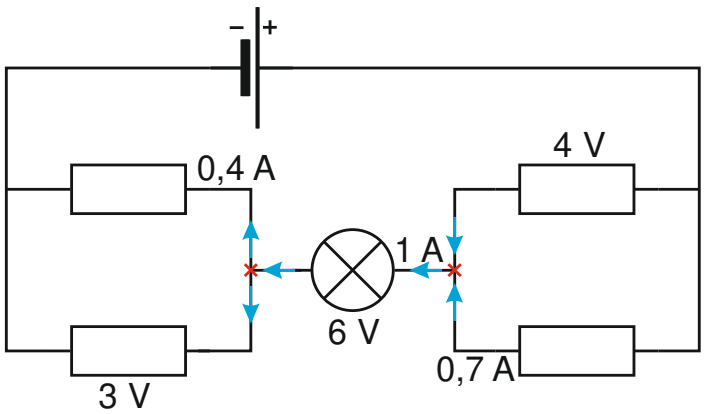
	Ve vyznačeném bodě se stýkají proudy 2 A a 1 A $\Rightarrow$ z bodu vytéká proud $1\ \mathrm{A} + 2\ \mathrm{A} = 3\ \mathrm{A}$.
	Elektron během cesty přes obvod získá na baterii energii 15 V, na spodním odporu ztratí energii 12 V $\Rightarrow$ na horním odporu musí ztratit energii: $15\ \mathrm{V} - 12\ \mathrm{V} = 3\ \mathrm{V}$



Elektron během cesty spodní větví ztratí na spodním odporu energii 12 V. Při cestě střední větví musí ztratit na odporu a žárovce dohromady stejnou energii ⇒ na odporu ztratí energii: 12 V – 4,5 V = 7,5 V



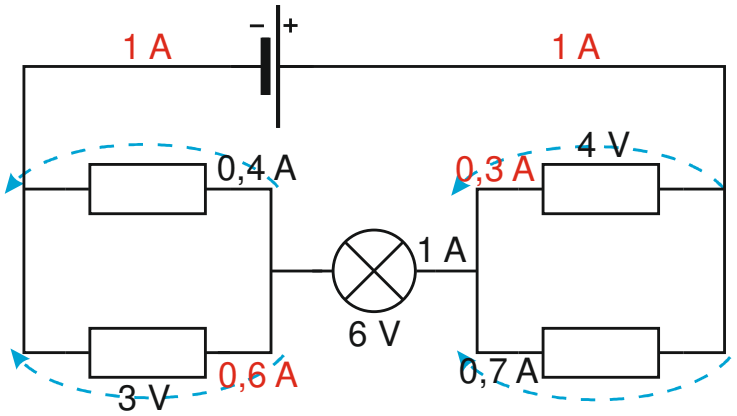
b)



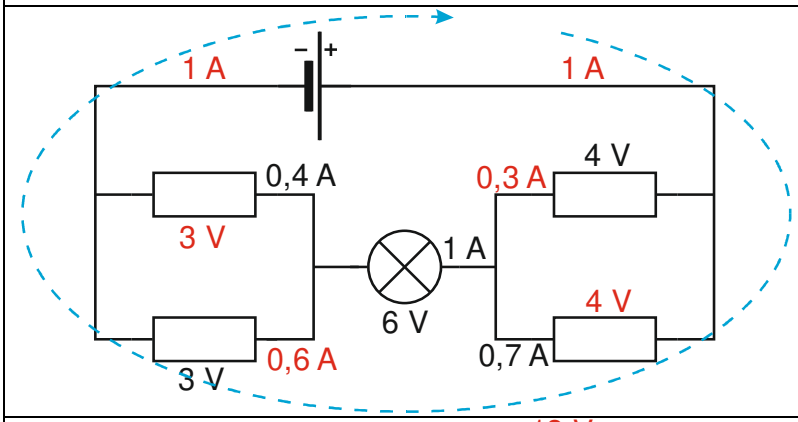
Vpravo od žárovky se proud 0,7 A stýká s proudem přes pravý horní odpor a vytváří proud 1 A ⇒ pravým horním odporem teče proud:
1 A – 0,7 A = 0,3 A .

Vlevo od žárovky se proud 1 A rozděluje na proud 0,4 A a proud levým spodním odporem ⇒ levým spodním odporem teče proud:
1 A – 0,4 A = 0,6 A .

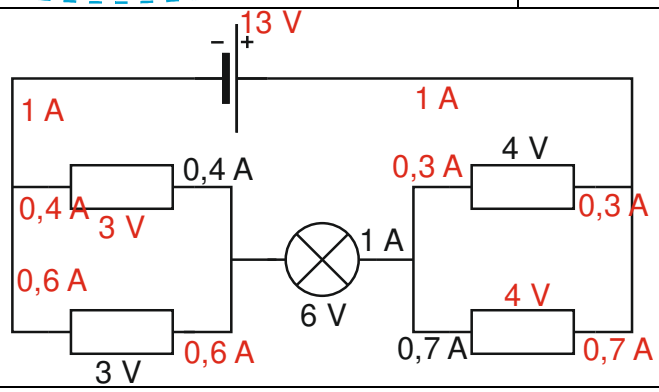
Přes žárovky teče veškerý proud, který vytéká z baterie ⇒ z baterie vytéká a do baterie přitéká proud 1 A.



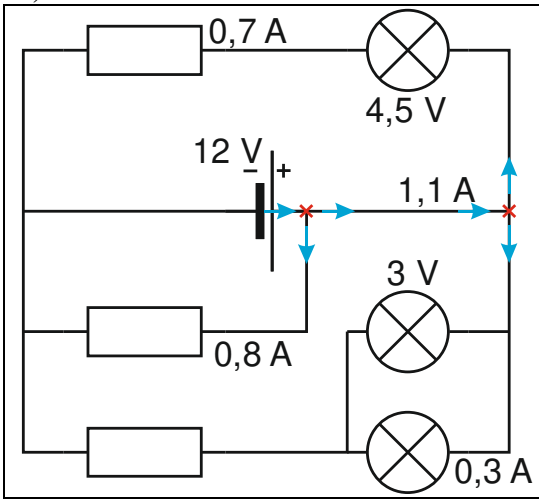
Vpravo od žárovky ztratí při průchodu přes horní odpor elektron energii 4 V $\Rightarrow$ při průchodu přes pravý dolní odpor musí ztratit stejnou energii 4 V.
Vlevo od žárovky ztratí při průchodu přes dolní odpor elektron energii 3 V $\Rightarrow$ při průchodu přes levý horní odpor musí ztratit stejnou energii 3 V.



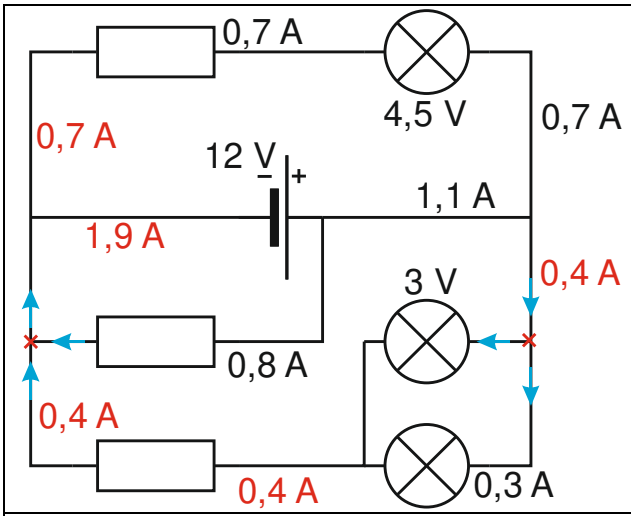
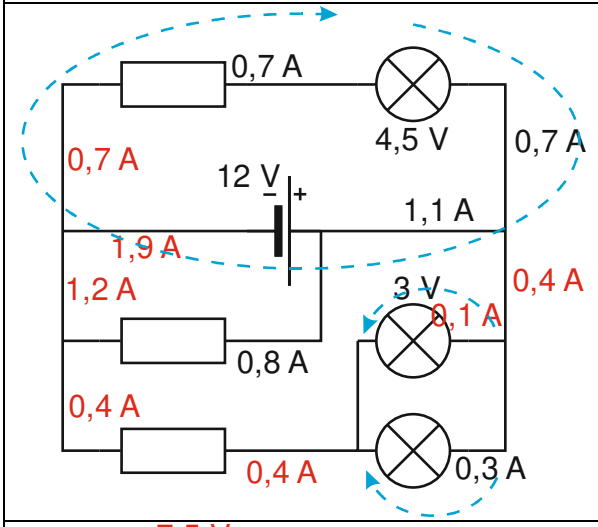
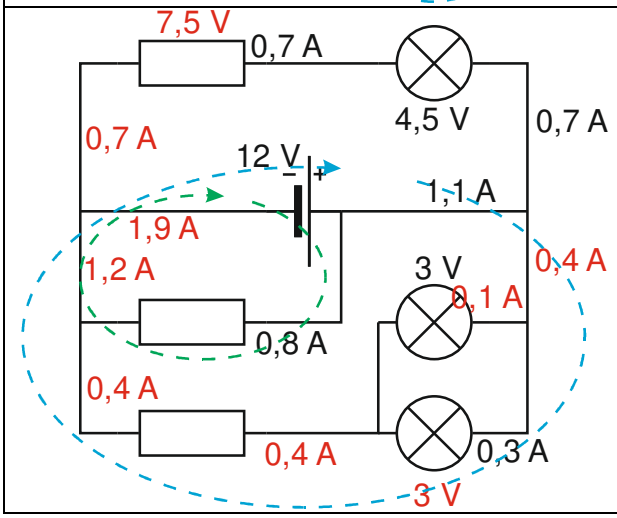
Při průchodu obvodem ztratí elektron postupně energii: 4 V, 6 V a 3 V $\Rightarrow$ baterie musí elektronům dodávat energii $3\ \mathrm{V} + 6\ \mathrm{V} + 4\ \mathrm{V} = 13\ \mathrm{V}$.

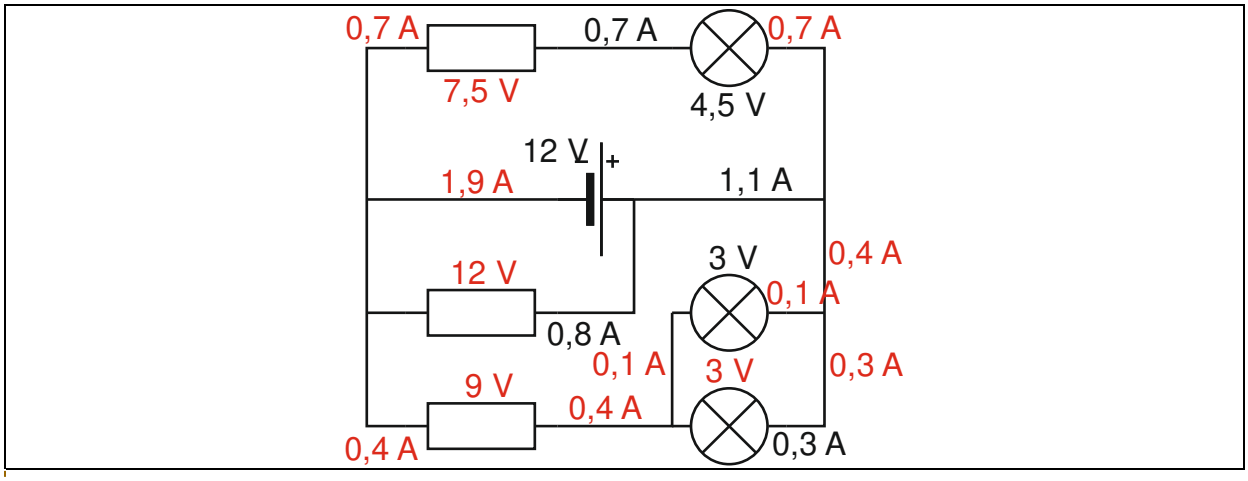


c)

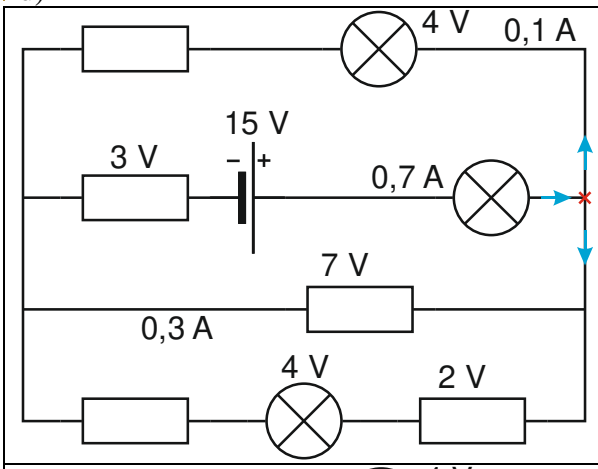


Proud vycházející z baterie se ihned za ní rozvětvuje $\Rightarrow$ v tomto místě platí:
$1{,}1\ \mathrm{A} + 0{,}8\ \mathrm{A} = 1{,}9\ \mathrm{A}$ $\Rightarrow$ z baterie vytéká a do baterie vtéká proud 1,9 A.
Na pravé straně obvodu se proud 1,1 A rozlévá do horní větve (0,7 A) a do spodní větve $\Rightarrow$ dolů teče proud
$1{,}1\ \mathrm{A} - 0{,}7\ \mathrm{A} = 0{,}4\ \mathrm{A}$.

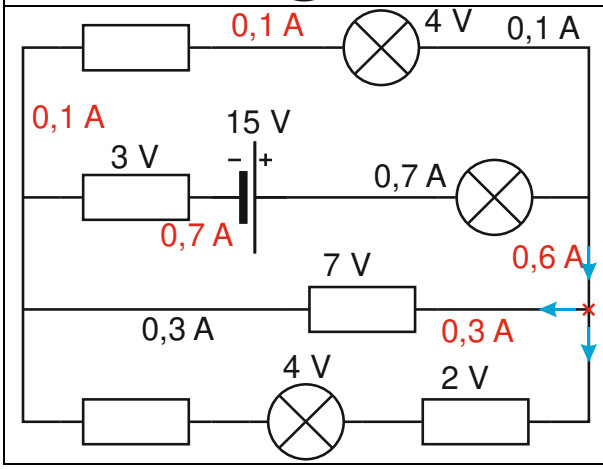
<table>
<tr>
<td> 
</td>
<td>Na pravé straně se proud 0,4 A rozděluje do dvou proudů ⇒ pro proud horní žárovkou platí: $0,4\ \mathrm{A} - 0,3\ \mathrm{A} = 0,1\ \mathrm{A}$.
Vlevo se proudy 0,8 A a 0,4 A spojují do jednoho o velikosti $0,4\ \mathrm{A} + 0,8\ \mathrm{A} = 1,2\ \mathrm{A}$.</td>
</tr>
<tr>
<td> 
</td>
<td>V horní části obvodu získává elektron na baterii energii 12 V a na žárovce vpravo nahoře ztrácí 4,5 V ⇒ na odporu vlevo nahoře musí ztratit $12\ \mathrm{V} - 4,5\ \mathrm{V} = 7,5\ \mathrm{V}$.
Vpravo dole může elektron projít přes jednu z paralelně zapojených žárovek, při přechodu přes horní ztratí 3 V energie ⇒ při průchodu přes dolní musí ztratit také 3 V.</td>
</tr>
<tr>
<td> 
</td>
<td>Elektron jdoucí po modrém okruhu získává na baterii energii 12 V, na pravé dolní žárovce ztrácí 3 V ⇒ na odporu vlevo dole musí ztratit $12\ \mathrm{V} - 3\ \mathrm{V} = 9\ \mathrm{V}$.
Elektron jdou po zeleném okruhu získává na baterii energii 12 V, kterou musí celou ztratit na odporu.</td>
</tr>
</table>



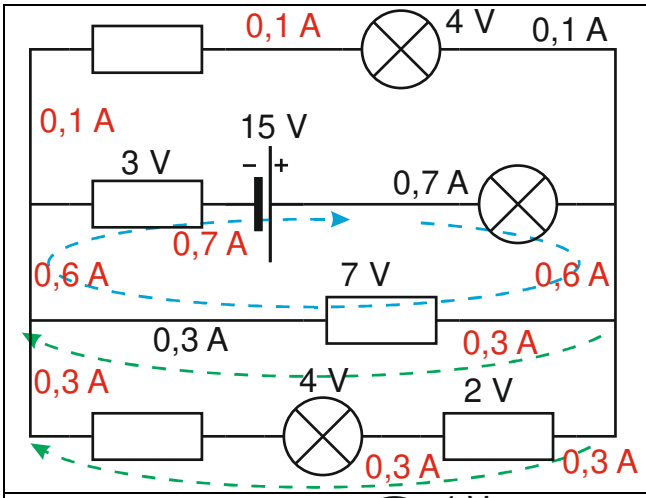
d)



V uzlu vpravo za žárovkou se proud 0,7 A rozděluje $\Rightarrow$ směrem dolů poteče proud $0,7\ \mathrm{A} - 0,1\ \mathrm{A} = 0,6\ \mathrm{A}$.

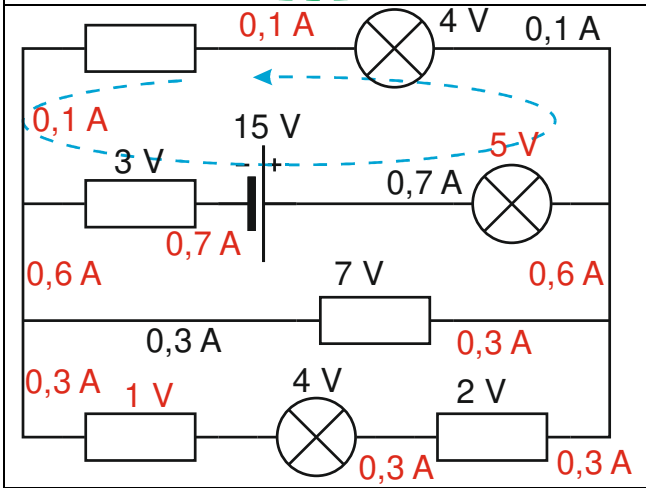


V uzlu vpravo dole se proud 0,6 A rozděluje $\Rightarrow$ směrem dolů poteče proud $0,6\ \mathrm{A} - 0,3\ \mathrm{A} = 0,3\ \mathrm{A}$.

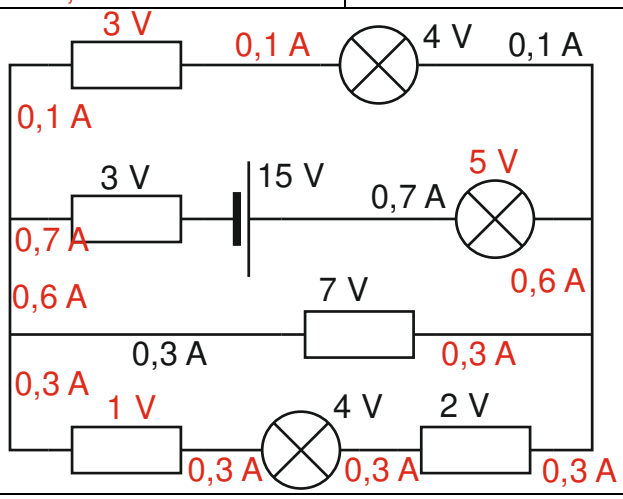


V modré smyčce elektron získává na baterii napětí 15 V, ztrácí na odporech napětí 7 V a 3 V $\Rightarrow$ na žárovce musí ztrácet $15\ \mathrm{V} - 7\ \mathrm{V} - 3\ \mathrm{V} = 5\ \mathrm{V}$.

Ve spodní části obrázku může elektron přejít přes odpor nahoře a tím ztratit 7, nebo projít přes spodní větev a ztratit na žárovce a odporu 4 V a 2 V $\Rightarrow$ na odporu vlevo musí ztratit $7\ \mathrm{V} - 4\ \mathrm{V} - 2\ \mathrm{V} = 1\ \mathrm{V}$.



Při průchodu přes horní modrou smyčku, elektron získá na baterii 15 V, na žárovkách ztratí 5 V a 4 V a na odporu vlevo vevnitř ještě ztratí 3 V $\Rightarrow$ na odporu v levém horním rohu bude napětí:
$15\ \mathrm{V} - 5\ \mathrm{V} - 4\ \mathrm{V} - 3\ \mathrm{V} = 3\ \mathrm{V}$



Shrnutí: Součet proudů, které vtékají, se rovná součtu proudů, které vytékají. Napětí na baterii (energie dodaná elektronu) se rovná součtu napětí na součástkách, kterými projde elektron při cestě obvodem (energii ztracené v obvodu).