4.1.2 Elektrický obvod II

Předpoklady: 010710

Pomůcky: stavebnice na elektrické obvody

Př. 1: Žárovku zapojenou v elektrickém obvodu jsme přirovnávali k mlýnku (vodnímu kolu vodní elektrárně) na řece. Které okolnosti rozhodují o výkonu vodní elektrárny?

O výkonu vodní elektrárny rozhoduje:

- množství vody, která protéká elektrárnou, když teče větší množství vody, elektrárna má větší výkon,
- spád vody v elektrárně, čím větší je výška, ze které voda u elektrárny padá, tím větší nabere rychlost, tím víc roztočí turbínu a tím více energie elektrárna vyrobí. Proto se stavějí přehrady, které zajistí, aby voda u hráze padala z větší výšky.

O množství energie vyrobeného vodní elektrárnou rozhoduje:

- proud vody (množství vody, která proteče)
- převýšení hráze (výška, ze které voda stéká do elektrárny).

U elektrických obvodů je to velmi podobné (i když elektrony na rozdíl od vody nevidíme). O svitu žárovky rozhoduje:

- množství elektronů, které přes žárovku procházejí (každý elektron svým průchodem vlákno zahřeje, a proto čím víc elektronů přes žárovku prochází tím víc se žárovka svítí). Množství procházejících elektronů označujeme jako **elektrický proud**, měříme ho **v ampérech**, pomocí ampérmetru. Elektrický proud v drátech se chová podobně jako se chová voda v trubkách.
- množství energie, kterou každý z elektronů během průchodu přes žárovky ztratí (čím je pro elektron těžší projít žárovkou, tím více energie při průchodu ztratí a tím více vlákno žárovky zahřeje). Velikost energie, kterou elektron ztratí průchodem přes součástku, označujeme jako **elektrické napětí**, měříme ho ve **voltech** pomocí voltmetru. Elektrické napětí se chová podobně jako polohová energie (převýšení) nebo rozdíl tlaků ve vodovodním potrubí.

Elektrony mohou při průchodu ztrácet pouze takovou energii, jakou dostanou od baterie (nebo jiného zdroje). Proto se u všech zdrojů elektrického napětí udává jejich hodnota ve Voltech. Například:

- běžný monočlánek: 1,5 V,
- naše plochá baterie: 4,5 V,
- hranatá devítka: 9 V,
- bytová zásuvka: 230 V.

Elektrony v monočlánku nebo ploché baterii mají méně energie, a proto nejsou nebezpečné – s baterií si můžeme hrát, u ploché baterie se běžně zkouší napětí tím, že si člověk lízne obou plíšků. Líznout si kontaktů u baterie 9 V už je nepříjemné. Elektrony s napětím 230 V jsou pak životu nebezpečné.

V našem obvodu s jednou žárovkou se děje v podstatě toto: chemická reakce uvnitř baterie přečerpává elektrony z kladného plíšku na záporný. Protože na záporném plíšku je nadbytek přenesených elektronů, musí při tom překonat jejich odpuzování a tím dodává elektronu energii 4,5 V. Jakmile se objeví mezi záporným pólem s přebytkem elektronů a kladným pólem s nedostatkem elektronů vodivá cesta přes drátky, elektrony po drátku vyrazí od mínus k plus. Po cestě musí překonat překážku v podobě špatně vodivého drátku žárovky, kde ztratí energii, kterou jim dodala baterka. Jakmile dorazí na kladný pól baterie, chemická reakce je opět přečerpá na záporný pól a tím jim dodá energii, kterou potřebují k tomu, aby mohly opět vyrazit na další kolo.

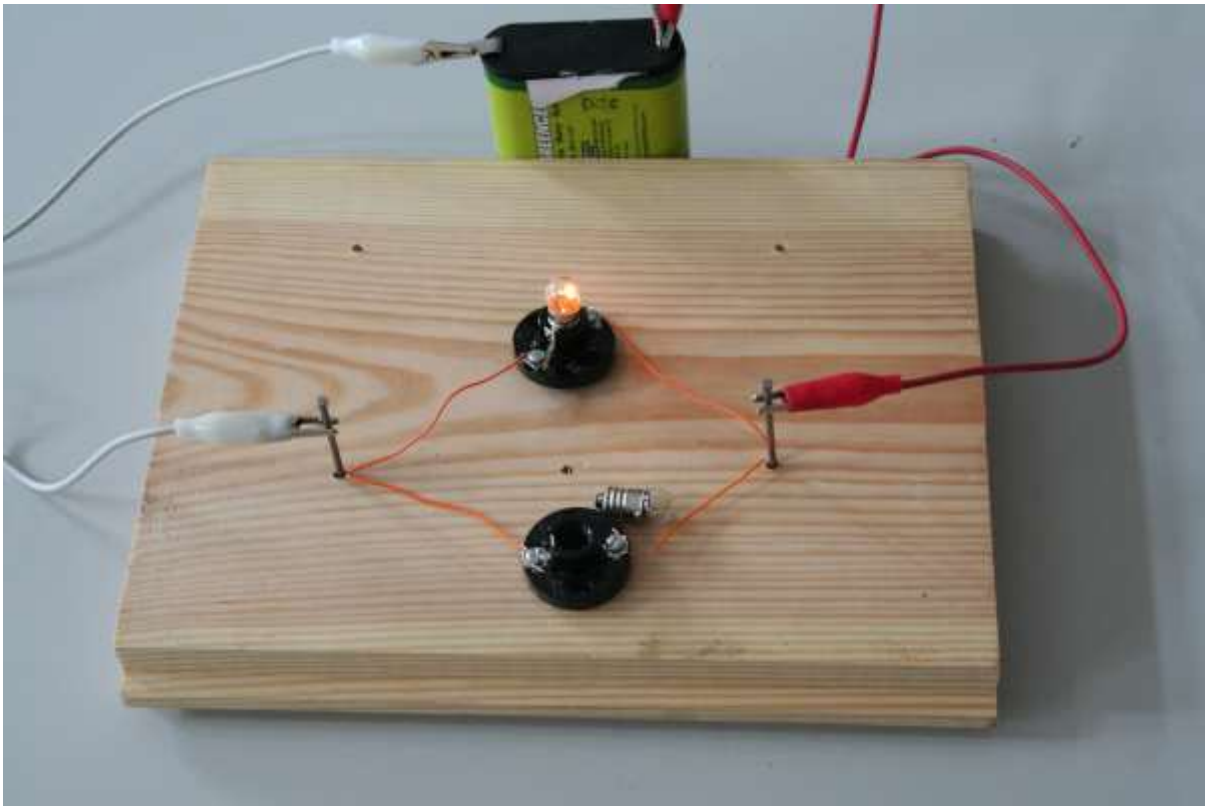
Množství proudících elektronů v obvodu označujeme jako elektrický proud a měříme ho v ampérech $[\mathrm{A}]$. Energii, kterou elektronům dodávají baterie a která je nutí se obvodem pohybovat, říkáme elektrické napětí a měříme ho ve voltech $[\mathrm{V}]$.

Př. 2: Pokus se vysvětlit rozdílný svit žárovek v sériovém a paralelním obvodu.

V paralelním obvodu elektron během své cesty překonává pouze jednu žárovku (jednu překážku). Může během průchodu přes žárovku uvolnit celou energii, kterou mu dodala baterie a tím vlákno žárovky více zahřát. Žárovka svítí stejně jako kdyby šlo o obvod s jednou žárovkou.
V sériovém obvodu musí během své cesty elektron překonat obě žárovky. Musí svou energii rozdělit na překonání obou překážek. Na každé z nich tedy uvolní jenom část své energie (u stejných žárovek polovinu) a tím zahřeje každou žárovku méně. Žárovky svítí méně než u obvodu, kde je zapojena pouze jedna žárovka.

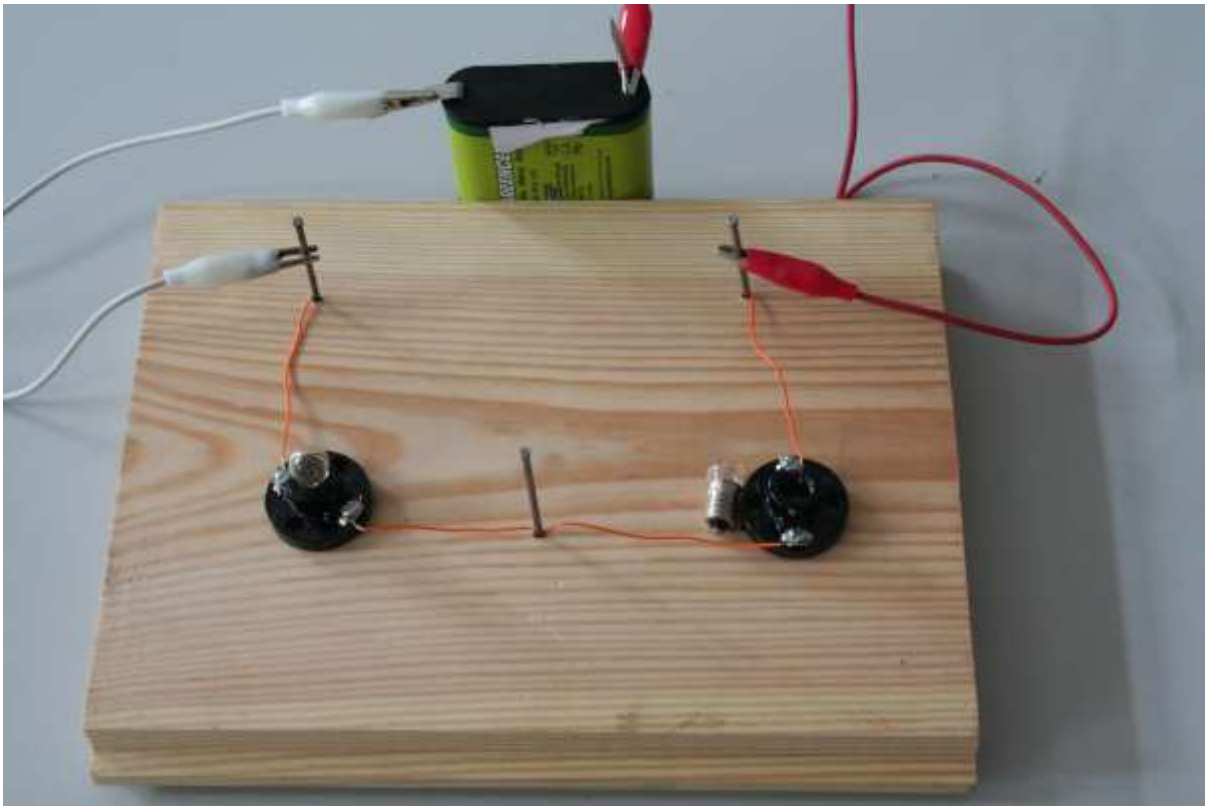
Př. 3: Co se stane, když v paralelním zapojení dvou žárovek jednu žárovku vyšroubuješ? Nejdříve odhadni výsledek, pak obvod postav a svůj odhad ověř pokusem.

Pokud v paralelním zapojení vyšroubuji jednu žárovku, druhá nepřestane svítit, protože cesta pro elektrony se přerušila pouze v rameni s vyšroubovanou žárovkou a druhé rameno zůstává pro elektrony průchozí.



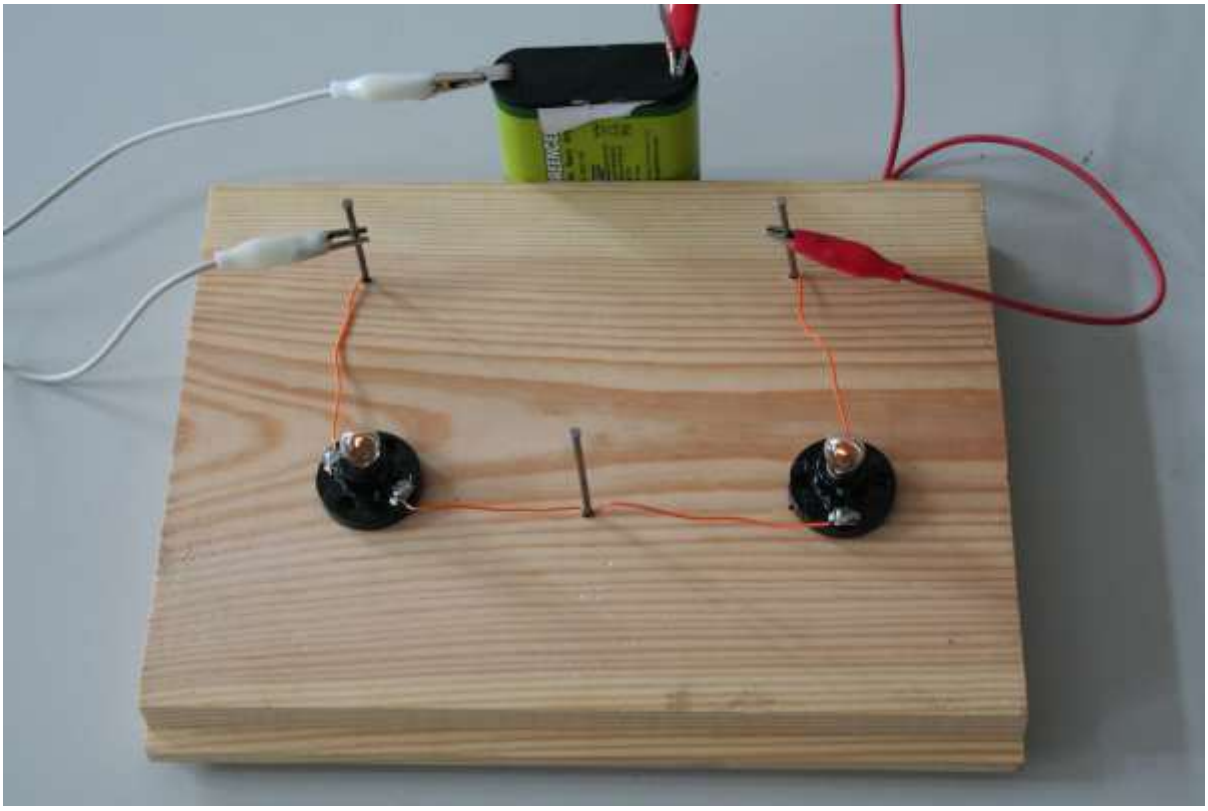
Př. 4: Co se stane, když v sériovém zapojení dvou žárovek jednu žárovku vyšroubuješ? Nejdříve odhadni výsledek, pak obvod postav a svůj odhad ověř pokusem.

Pokud vyšroubuji jednu žárovku v sériovém zapojení, druhá přestane svítit, protože v obvodu je pouze jedna cesta přes obě žárovky a tato cesta je vyšroubováním žárovky přerušena. Elektrony tedy nemohou procházet obvodem a nevyšroubovaná žárovka zhasne.

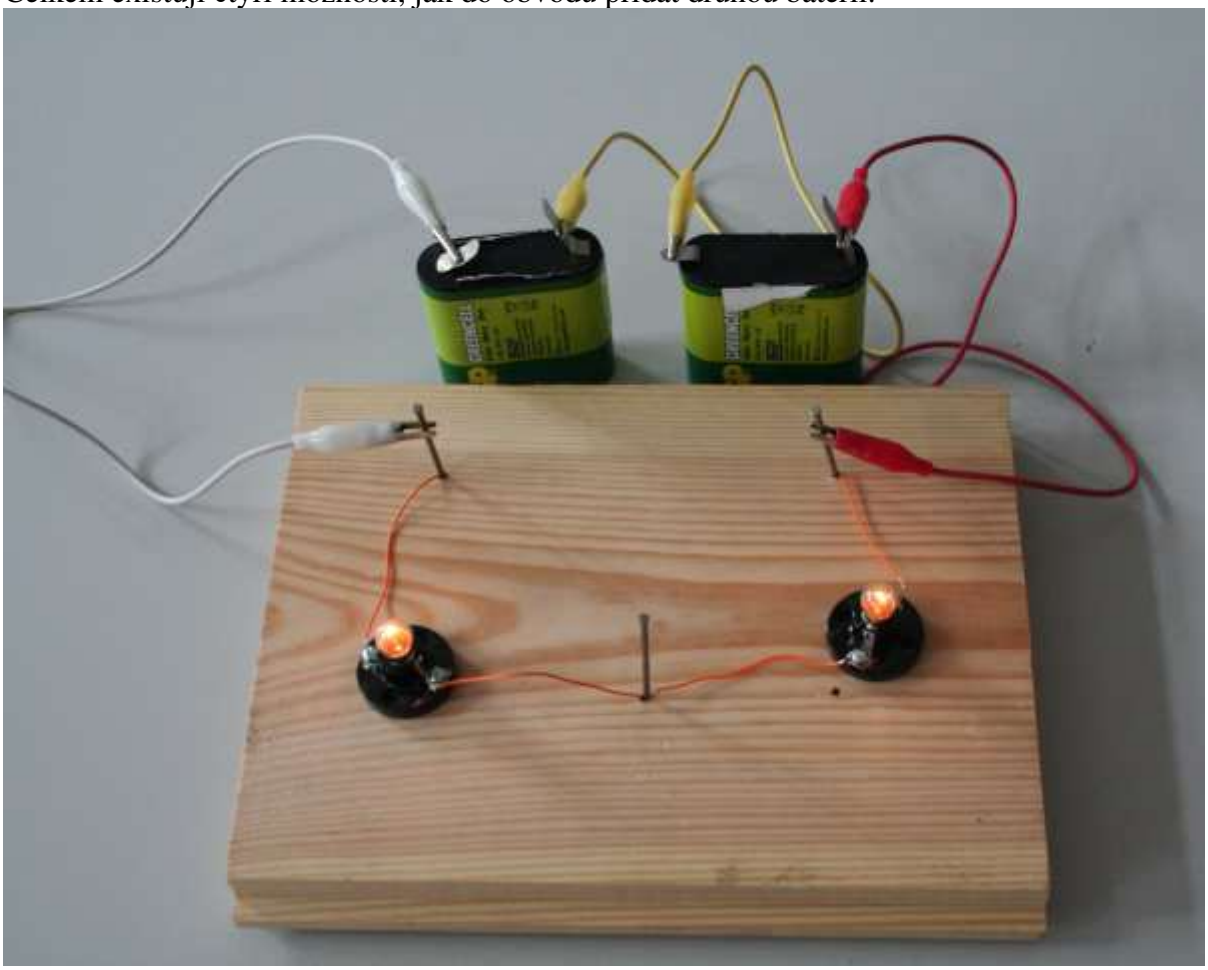


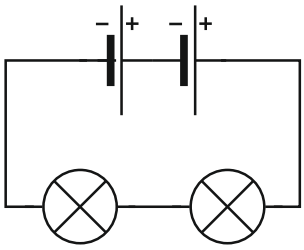
Př. 5: Sestav sériový obvod se dvěma žárovkami a jednou baterkou. Přidej do obvodu druhou baterku. Změnil se svit žárovek? Nakresli schéma obvodu s připojenou baterií a vysvětli chování žárovek. Kolik existuje možností, jak druhou baterku do obvodu přidat? Jak se chovají žárovky? Pokud po přidání druhé baterie žárovky zhasnou, druhou baterii z obvodu rychle vypoj.

Původní sériový obvod s jednou baterií a dvěma žárovkami.

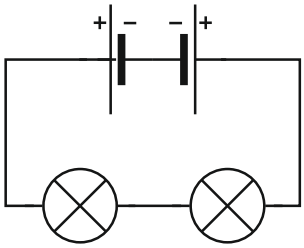


Celkem existují čtyři možnosti, jak do obvodu přidat druhou baterii.

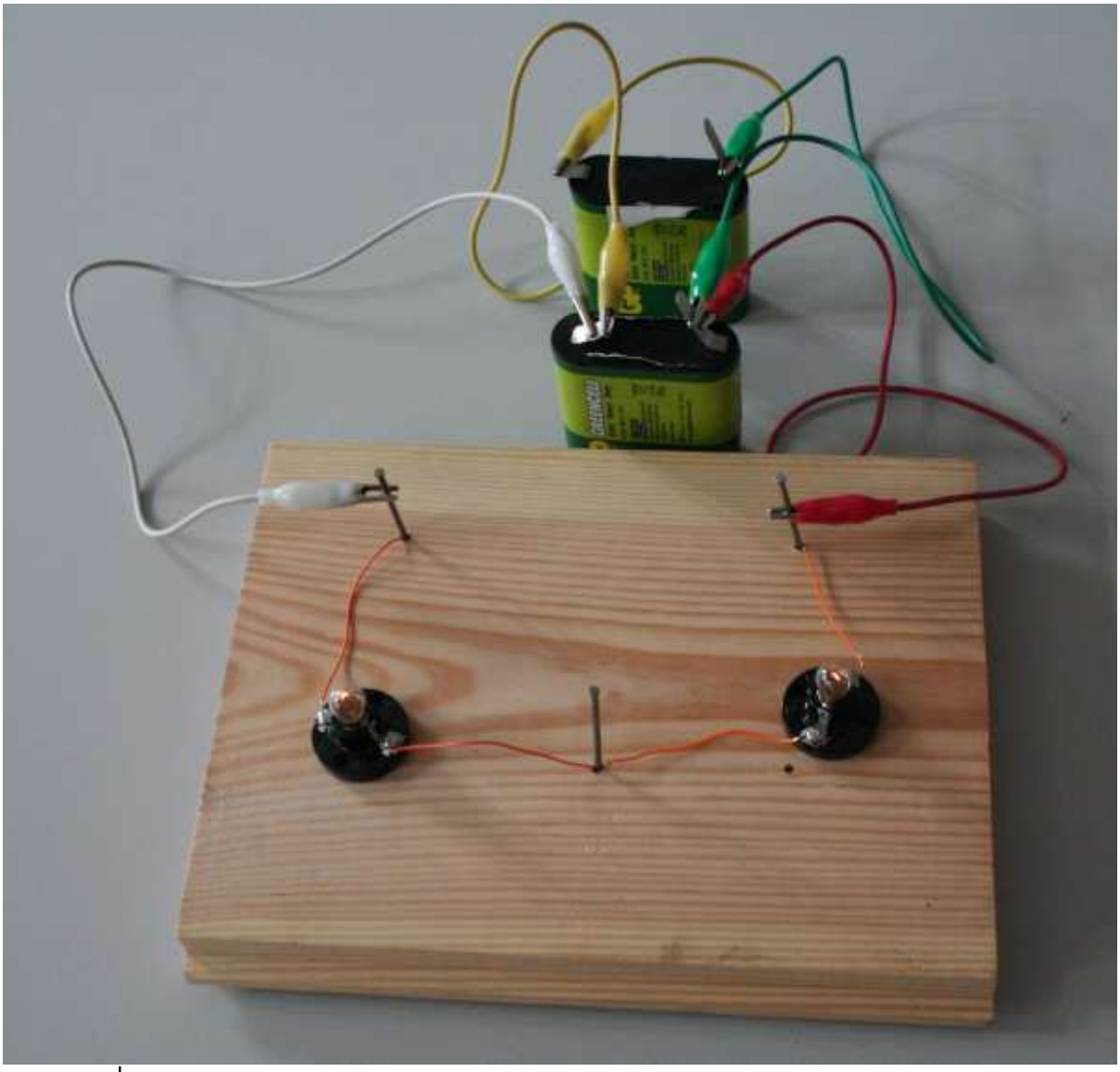


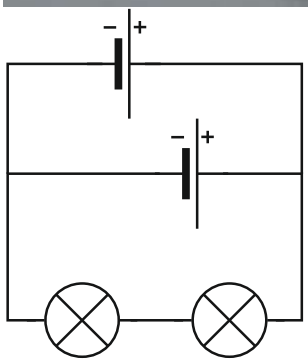


Připojíme baterii sériově k první baterii se stejnou polaritou (záporný pól připojované baterie připojíme ke kladnému pólu původní baterie, nebo kladný pól připojované baterie připojíme k zápornému pólu původní baterie). Žárovky začnou svítit více než s jednou baterií (stejně jako svítí samotná žárovka).
Vysvětlení: Během cesty obvodem elektron dostane dvojnásobné množství energie (zvednou ho stejným směrem obě baterie) $\Rightarrow$ na každé z žárovek může ztratit množství energie odpovídající napětí jedné baterie $\Rightarrow$ zahřejeme vlákno více a žárovka svítí stejně, jako když je k baterii připojena pouze jedna žárovka.

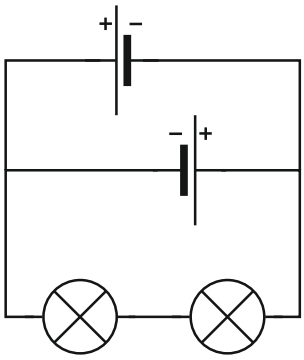


Připojíme baterii sériově k první baterii se opačnou polaritou (obě baterie k sobě připojíme stejným pólem). Žárovky přestanou svítit.
Vysvětlení: Jedna baterie elektronu dodá energii („první výtah vyveze elektron nahoru do patra“), druhá baterie elektronu energii odebere („druhý výtah odveze elektron zpátky do přízemí, kde nemá energii“) $\Rightarrow$ na obou bateriích elektron nezíská žádnou energii $\Rightarrow$ nic ho nenutí, aby obíhal obvodem $\Rightarrow$ nemůže ztrácet energii na žárovkách $\Rightarrow$ žárovky nesvítí.



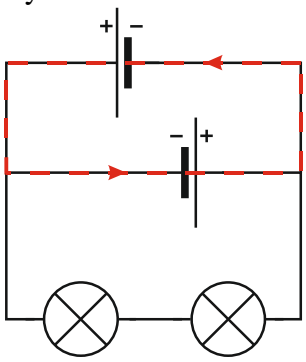


Připojíme druhou baterii paralelně k první baterii se stejnou polaritou (záporný pól připojované baterie na záporný pól původní baterie a kladný pól připojované baterie na kladný pól původní baterie). Žárovky začnou svítí stále stejně jako s jednou baterií.
Vysvětlení: Elektron po proběhnutí obvodu si vybere jen jednu z baterií, která mu dodá normální množství energie. S množstvím energie od jedné baterie musí elektron projít celý obvod $\Rightarrow$ na každé z žárovek může ztratit pouze poloviční množství energie $\Rightarrow$ zahřejeme vlákno málo a každá z žárovek svítí méně, než když je k jedné baterii připojena pouze jedna žárovka.



Připojíme druhou baterii paralelně k první baterii s opačnou polaritou (záporný pól připojované baterie na kladný pól původní baterie a kladný pól připojované baterie na záporný pól původní baterie). Žárovky zhasnou, baterie se začnou zahřívat. **Obvod je nutné ihned rozpojit!!!**

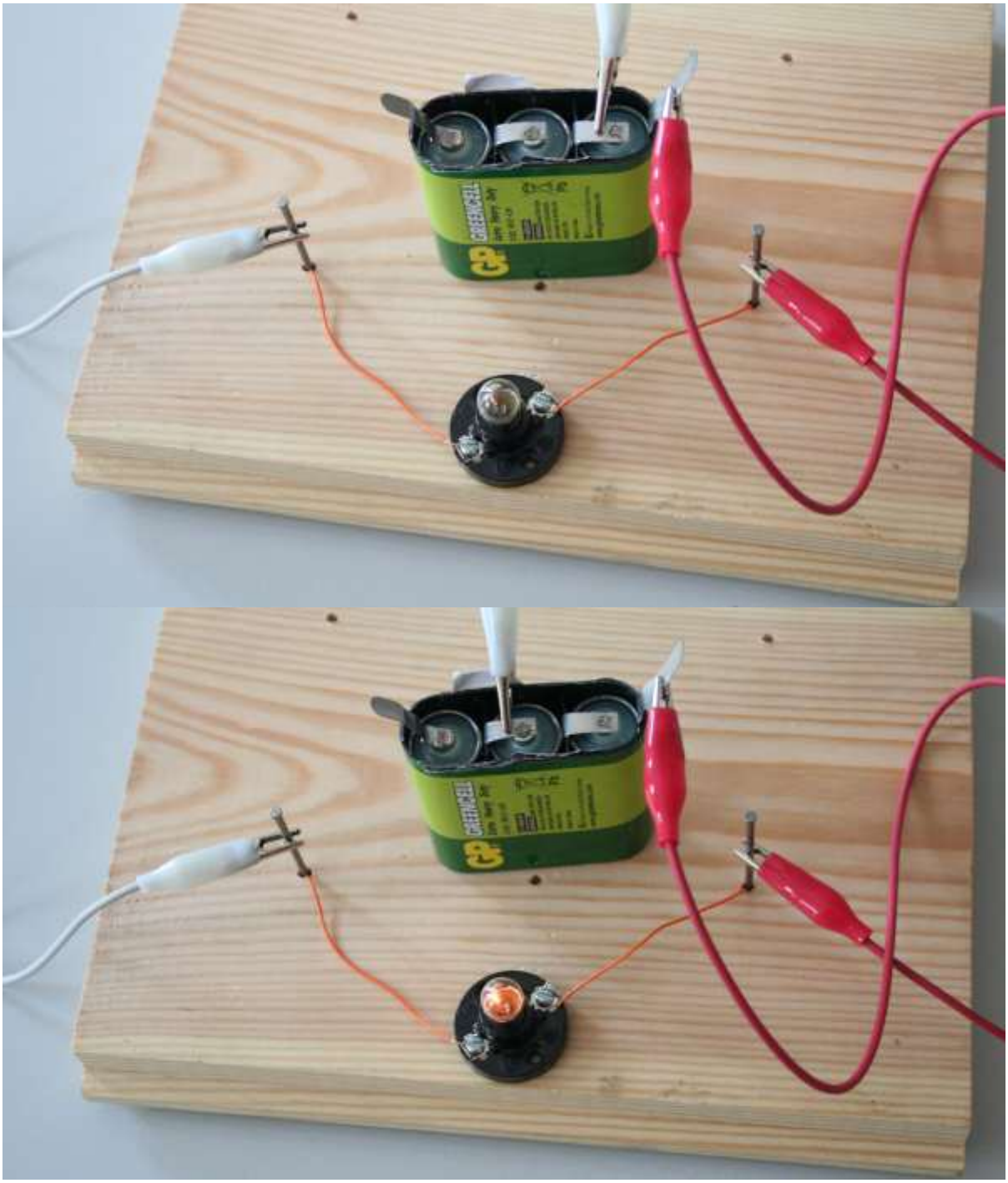
Vysvětlení:

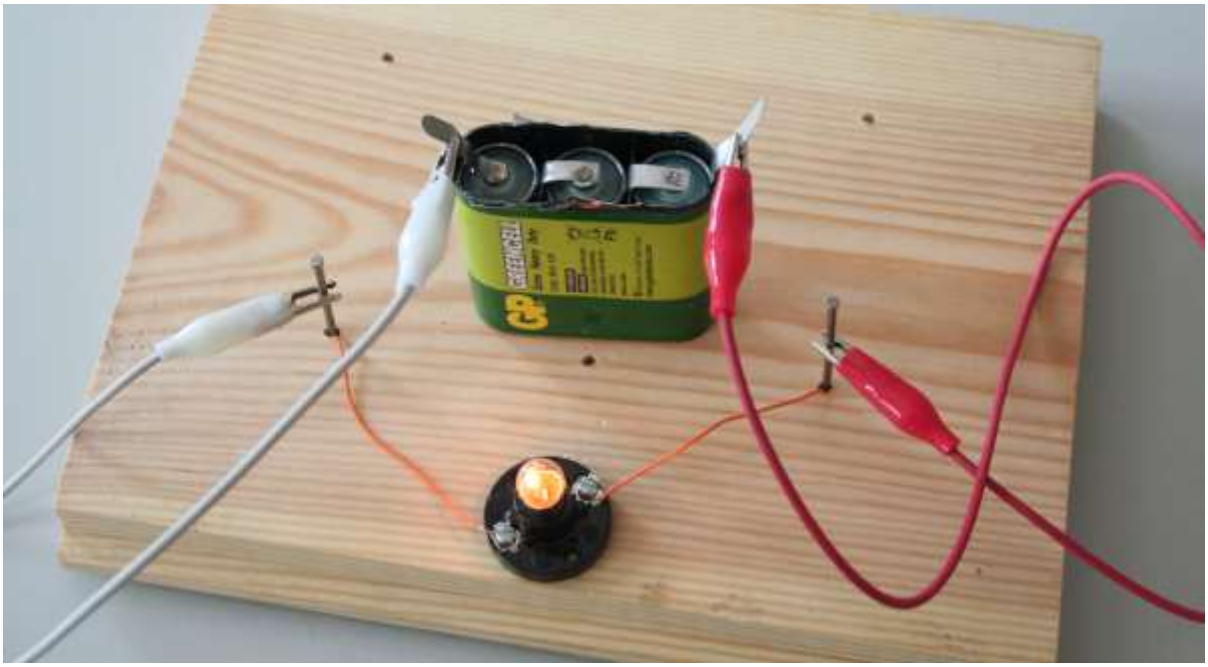


Obě baterie společně vytvořily uzavřený obvod (na schématu vyznačený červeně), ve kterém se elektrony mohou pohybovat téměř bez překážek $\Rightarrow$ obvodem začne protékat obrovské množství elektronů (velký elektrický proud) $\Rightarrow$ obě baterie se začnou rychle vybíjet. Do větve s žárovkami elektrony téměř neproudí (je to pro ně daleko obtížnější cesta) $\Rightarrow$ žárovky nesvítí.

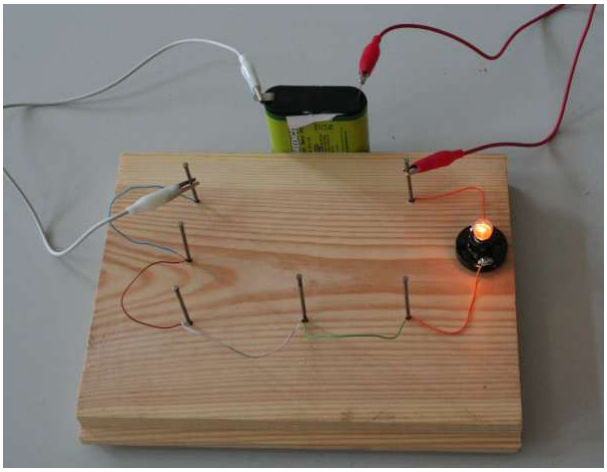
Př. 6: Rozeber opatrně baterii. Prohlédni si, jak je zapojena vevnitř. Připojuj postupně k žárovce 1, 2, 3 články a sleduj, jak se mění její svit. Čemu připojování většího počtu článků odpovídá v modelu přehrady s vodní elektrárnou?

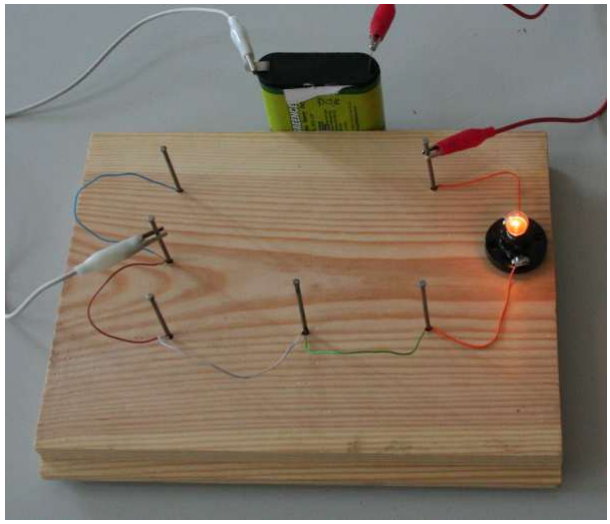
Po odstranění vrchního krytu je vidět, že plochá baterie se skládá ze tří článku (každý má napětí 1,5 V jako monočlánek), které jsou zapojeny sériově vždy záporný pól jednoho článku na záporný pól druhého článku (tak, aby každý článek postupně dodávat elektronů energii). Pokud budeme postupně připojovat postupně víc článku, měly by elektrony získávat větší energii a žárovka by měla svítit čím dál víc.
V modelu přehrady s vodní elektrárnou znamená připojování většího počtu článků zvyšování hráze přehrady a tedy výšky, ze které voda padá do elektrárny.

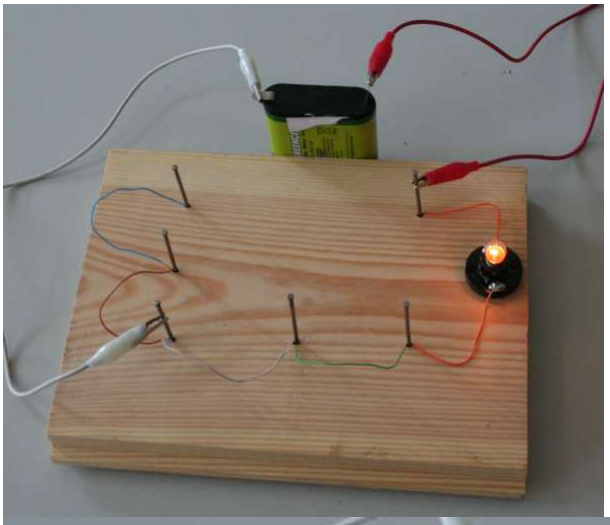


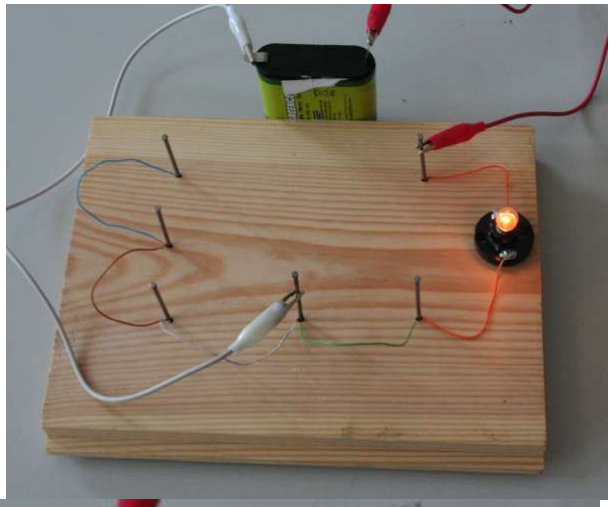


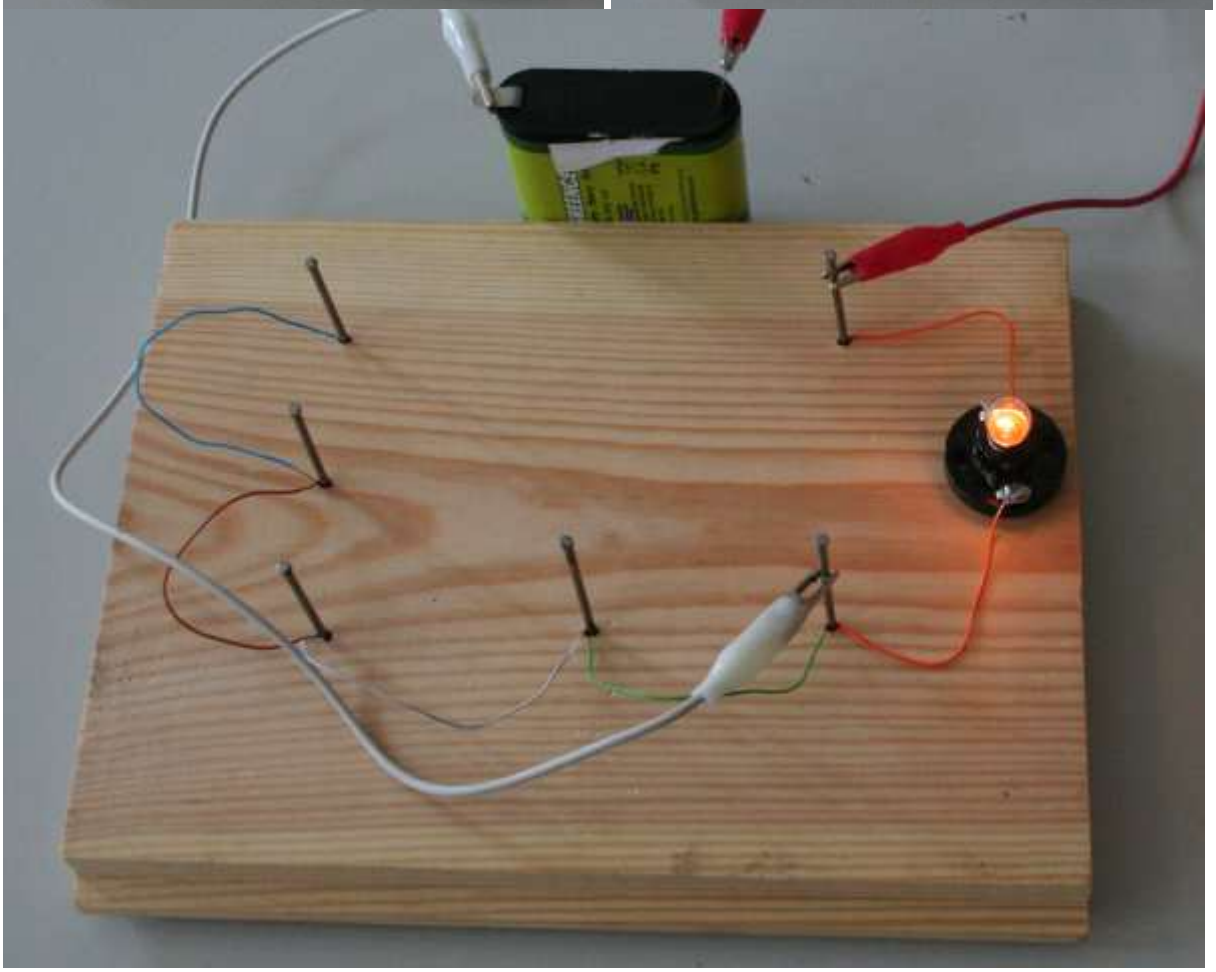
Př. 7: Připoj k baterii jednu žárovku. Prodlužuj proudu cestu od baterky k žárovce přidáváním dalších drátků a sleduj jas žárovky.







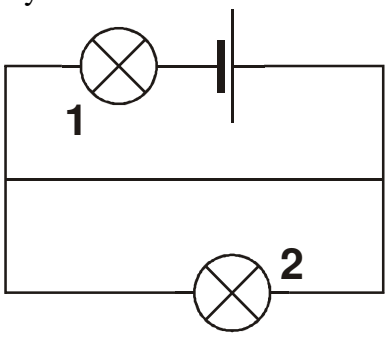




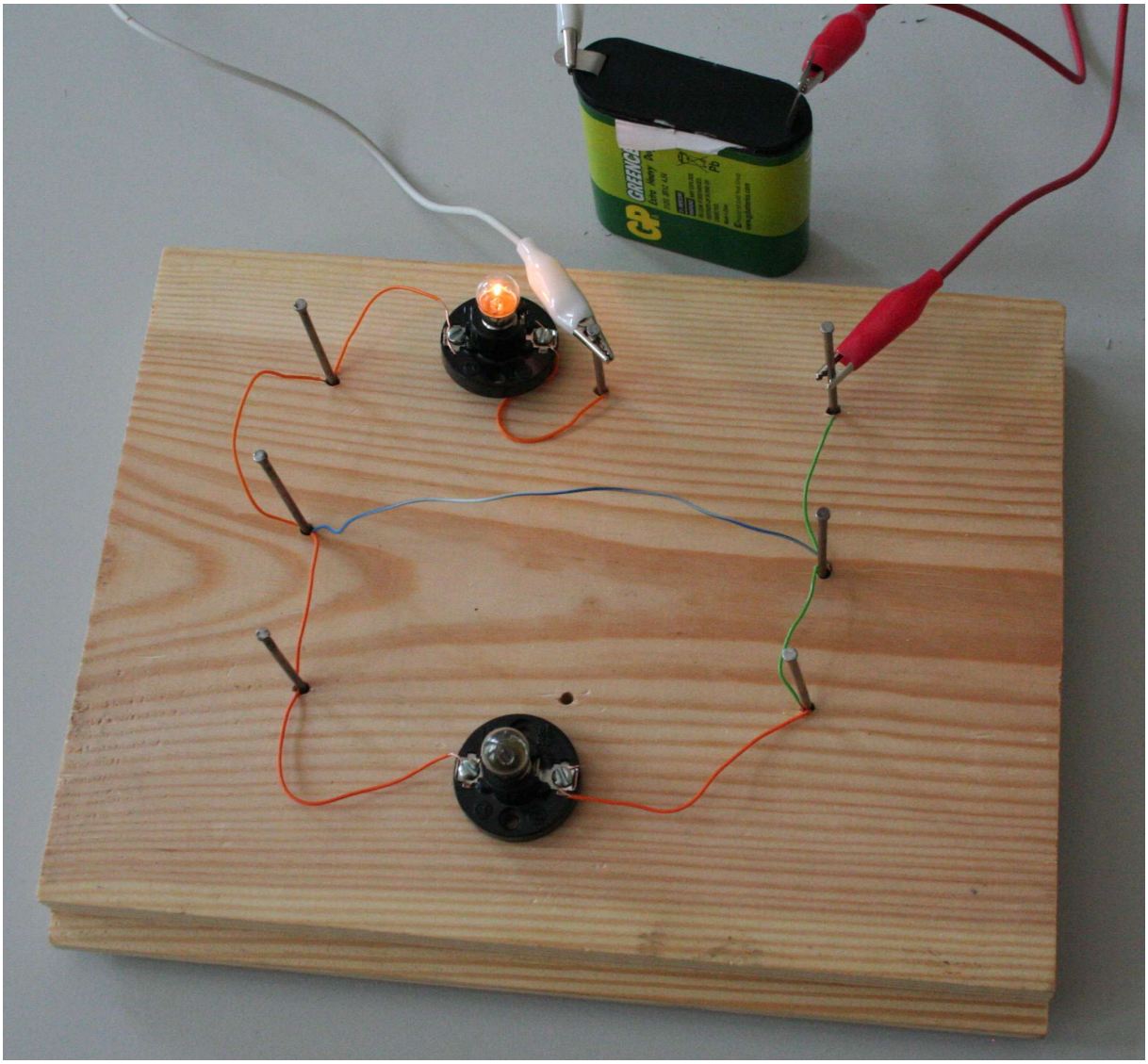
Z fotografií je vidět, že jas žárovky se s počtem drátků (a tedy délkou cesty) znatelně nemění. Cesta drátkem je pro elektrony daleko jednodušší než překonávání žárovky, proto nebudeme dálku ani přesné sestavení drátků sledovat a zaměříme se pouze na to, jak jsou pomocí drátků propojeny jednotlivé součástky.

Pedagogická poznámka: Daleko větší vliv na obvody mají připojovací vodiče. U tohoto levného typu jsem naměřil pravidelně jednotky ohmů. Proto jsme do naší školy nakonec nakoupili desetkrát dražší měřící vodiče, které obvody už opravdu neovlivňují.

Př. 8: Odhadni, jak budou svítit žárovky v obvodu na obrázku. Obvod sestav a odhad ověř. Vysvětli.



Odhad: Svítit bude pouze žárovka 1. Žárovku dvě elektrony obejdou vodorovným středním vodičem, na kterém není žádná překážka, a který právě proto pro elektrony daleko výhodnější cestou.



Situaci, kdy se v obvodu objeví cesta, po které může protékat elektrický proud bez překonávání nějaké překážky, se říká **zkrat**. Ve spotřebičích se mu snažíme vyhnout, protože velmi velké proudy znamenají uvolňování velkého množství tepla a nebezpečí požáru. Při zapojování obvodů můžeme zkrat využít pokud chceme prozkoumat jenom část obvodu.

Shrnutí: Množství proudících elektronů v obvodu označujeme jako elektrický proud a měříme ho v ampérech. Energii, kterou elektronům dodávají baterie a která je nutí se obvodem pohybovat, říkáme elektrické napětí a měříme ho ve voltech.