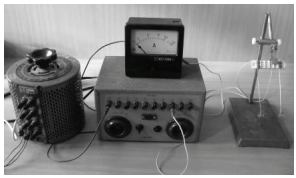
Jak donutit bramboru aby svítila

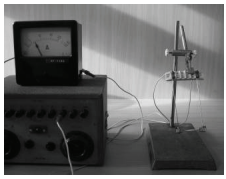
ZDEŇKA KIELBUSOVÁ
Katedra obecné fyziky, ZČU v Plzni

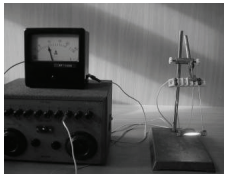
Úvod

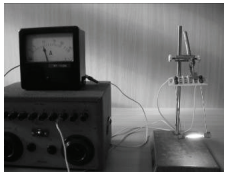


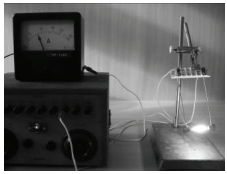
V článku je popsáno několik experimentů s uhlíkovou elektrodou. K experimentování s uhlíkovými elektrodami mne přivedl článek, který pojednával o historii žárovek.

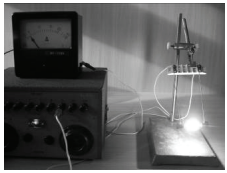
Tepelné účinky elektrického proudu, rozžhavení i přepálení drátu, byly známy již na začátku devatenáctého století. H. Goebel o 23 let dříve než A. Edison experimentoval se zuhelnatělým bambusovým vláknem, které zatavil do skleněné baňky. Životnost jeho „žárovky“ byla až 220 hodin a osvětloval jimi výkladní skříň svého obchodu v New Yorku[4].











Obr. 2. Průběh experimentu

Experiment č. 1

Pomůcky:

ampérmetr s rozsahem 20 A, autotransformátor Křižík 250 V 10 A, školní transformátor typ JK – 0,5, stojan na uchycení držáku grafitové tuhy, držák grafitové tuhy, grafitová tuha 0,9 mm, vodiče

Příprava:

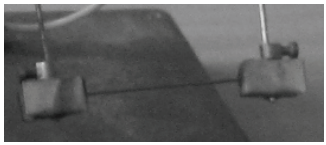
Držák na grafitovou tuhu vyrobíme z elektrikářské porcelánové svorkovnice (elektrikářská čokoláda), dvou úchytů na záclony (typ žabka) a dvou stejných ocelových drátů (délka 12 cm). K úchytům na záclony připevníme ocelový drát. Ocelové dráty uchytíme do krajních otvorů svorkovnice a z druhé strany připevníme vodiče (viz obr. 2).

Obr. 1: Zapojení autotransformátoru

Provedení:

Autotransformátor je napájen 230 V a je jím regulováno vstupní napětí pro školní transformátor (obr. 1), u kterého využíváme rozsah napě-

tí 14 V. Ampérmetr, školní zdroj a držák na grafitovou tuhu zapojíme do série. Vyjmeme grafitovou tuhu z obalu a opatrně ji umístíme do záclonových úchytů (viz obr. 3). Zapneme školní transformátor a pozvolným otáčením jezdce na autotransformátoru zvyšujeme napětí. Pozorujeme postupné rozžhavení grafitové tuhy. Po určité době dojde k přepálení grafitové tuhy (viz obr. 2).



Obr. 3. Detail uchycení grafitové tuhy

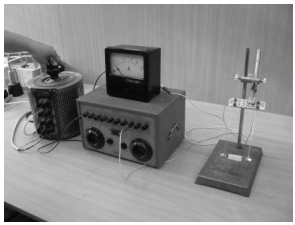
Vysvětlení:

Při průchodu elektrického proudu dochází k zahřátí grafitové tuhy. Se zvyšující se teplotou tuhy se maximum elektromagnetického záření posouvá do viditelné oblasti spektra a tuha začne zářit.

Grafit má záporný součinitel odporu, což znamená, že čím je jeho teplota větší, tím je hodnota odporu menší. Proto se při náhlé změně napětí grafitová tuha v místě, kde je nejtenčí, přepálí. Grafit má vrstevnatou strukturu a malou pevnost, ale má dobrou tepelnou a elektrickou vodivost, což je dáno čtyřmi valenčními elektrony, které se mohou snadno pohybovat v rovinách vrstev a chovají se téměř jako volné elektrony v kovech.

Tipy:

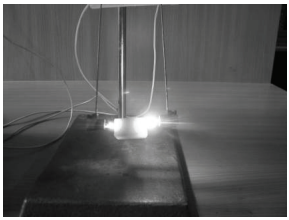
Ideální hodnoty pro tento experiment jsou U = 14 V a I = 9 A. Odpor 9 mm grafitové tuhy je kolem 1 Ω. Pozor, napětí zvyšujte pozvolna, prudká změna vede k prasknutí grafitové tuhy.



Experiment č. 2

Pomůcky:

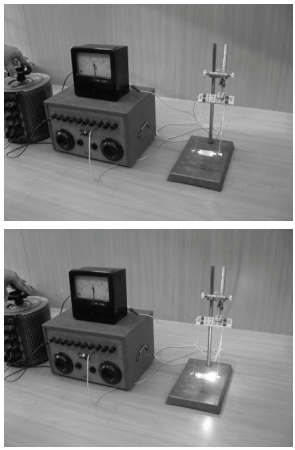
ampérmetr s rozsahem 20 A, autotransformátor Křižík 250 V 10 A, školní transformátor typ JK – 0,5, stojan na uchycení držáku grafitové tuhy, držák grafitové tuhy, grafitová tuha 0,9 mm, vodiče, brambor, nůž, větší kancelářská sponka



Obr. 4: Detail experimentu č.3

Provedení:

Zapojení je stejné jako u experimentu č. 1. Za pomoci nože z brambory vyřízneme větší hranolek. Větší kancelářskou sponku narovnáme a použijeme ji k propíchnutí vytvořeného hranolku (viz.



Obr.5. Průběh experimentu č.3

obr. 3a). Otvorem prostrčíme grafitovou tuhu, kterou poté opatrně umístíme do záclonových svorek. Zapneme školní zdroj a pozvolným otáčením jezdcem na autotransformátoru zvyšujeme napětí. Pozorujeme postupné rozžhavení grafitové tuhy a brambory. Po určité době dojde k přepálení grafitové tuhy a tím k přerušení obvodu, tuha přestane zářit.

Vysvětlení:

Vysvětlení je shodné jako u experimentu č.1. Brambora sama nesvítí, ale je prosvícena grafitovou elektrodou.

Tipy:

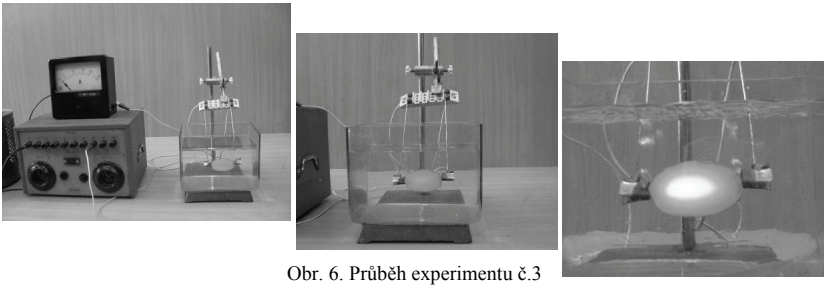
Ideální hodnoty pro tento experiment jsou $U = 14$ V a $I = 12{,}5$ A. Pokud nemáte k dispozici brambor, můžete použít jablko, bílou ředkev či nějakou kořenovou zeleninu.

Experiment č. 3

V předchozím experimentu jsme zjistili, že grafitová tuha dokáže „rozsvítit“ brambor. Co se však stane, pokud jej ponoříme do vody?

Pomůcky:

ampérmetr s rozsahem 20 A, autotransformátor Křižík 250 V 10 A, školní transformátor typ JK – 0,5, stojan na uchycení držáku grafitové tuhy, držák grafitové tuhy, grafitová tuha 0,9 mm, vodiče, menší brambor, nůž, větší kancelářská sponka, malé akvárium, voda.



Obr. 6. Průběh experimentu č.3

Provedení:

Zapojení je stejné jako u experimentu č. 1. Za pomoci nože rozpůlíme bramboru a větší kancelářskou sponkou podélně propíchneme jednu polovinu brambory (viz. obr. 6). Vytvořeným otvorem v bramboře prostrčíme grafitovou tuhu, kterou opatrně dáme do záclonových úchytů. Malé akvárium naplníme do tří čtvrtin vodou. Držák s grafitovou tuhou a polovinou brambory ponoříme do vody v malém akváriu. Zapneme školní transformátor a pozvolným otáčením jezdce na autotransformátoru zvy-

šujeme napětí. Pozorujeme postupné rozsvícení brambory a vývoj plynu. Po určité době dojde k přepálení grafitové tuhy a tím k přerušení obvodu, tuha přestane zářit.

Vysvětlení:

Vysvětlení je stejné jako pro experiment 1 a 2.

Tipy:

Ideální hodnoty pro tento experiment jsou $U = 14$ V a $I = 12{,}5$ A. Opět dáváme pozor a zvyšujeme napětí na zdroji pozvolna.

Nemusíme se bát ponořit grafitovou tuhu pod vodu, hodnoty napětí jsou bezpečné a vodivost vody relativně malá. Pro příklad uvádím několik hodnot. Kožní odpor mezi pravou a levou rukou při napětí $U = 50$ V a v suchém prostředí je asi $R = 10$ kΩ. Tato hodnota je silně závislá na vlhkosti okolního prostředí, vlhkosti kůže a hodnotě přiloženého napětí. Již při napětí $U = 220$ V klesá hodnota kožního odporu na $R = 5$ kΩ. Pokud se jedinec nachází v prostředí s vlhkým vzduchem, hodnota kožního odporu při stejném napětí klesá asi na $R = 1$ kΩ. Nachází-li se jedinec ve vodě, kožní odpor při napětí $U = 220$ V je již pouze $R = 500$ Ω [1].

Experiment č. 4

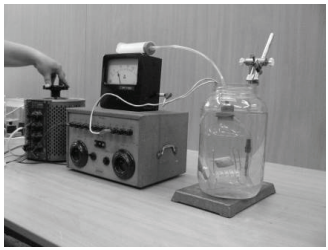
V předchozím experimentu jsme zjistili, že při průchodu elektrického proudu grafitovou tuhou dochází nejen k jejímu ohřevu a vyzařování ve viditelném spektru, ale i k vývoji plynu. V tomto experimentu budeme tento plyn jímat a zkoumat.

Pomůcky:

ampérmetr s rozsahem 20 A, autotransformátor Křižík 250 V 10 A, školní transformátor typ JK – 0,5, držák grafitové tuhy (2 velké kancelářské sponky, 5 dílků plastové elektrické svorkovnice, 2 krokosvorky), grafitová tuha 0,9 mm, vodiče, brambor, nůž, větší kancelářská sponka, 5 l sklenice, 1,5 l plastová láhev, 30 cm dlouhá plastová hadička vhodného průměru (lze nasadit na ústí injekční stříkačky), víčko plastové láhve, injekční stříkačka 50 ml, svíčka, sirky

Příprava:

Do víčka plastové láhve vytvoříme díru a zapustíme do ní vzduchotěsně plastovou hadičku tak, aby hadička směřovala ven z víčka. Plastovou láhev přeřízneme v polovině délky.



Obr. 7. Uspořádání experimentu č.4

Držák na grafitovou tuhu vytvoříme ze dvou velkých kancelářských sponek, které z části narovnáme a narovnané části protáhneme krajními otvory v plastové elektrické svorkovnici tak, aby byl přesah kancelářských svorek ze svorkovnice přibližně 4 cm. Přesahující kousky kancelářských svorek ohneme o 160 ° (viz. obr. 8). Vodiče připevníme pomocí krokosvorek na ohnuté konce kancelářských sponek.

Provedení:

Opět z brambory vyřízneme větší hranolek a kancelářskou sponkou jej propíchneme. Vytvořeným otvorem v hranolku prostrčíme grafitovou tuhu, kterou poté opatrně umístíme do ohybu kancelářských sponek. 5 litrovou láhev naplníme vodou a ponoříme do ní vytvořený držák s grafitovou tuhou. Držák přiklopíme uříznutou plastovou lahví, ponořenou do vody. Na její ústí našroubujeme plastové víčko se zapuštěnou plastovou hadičkou. Dbáme na to, aby v seříznuté plastové láhvi nebyl žádný vzduch. Na konec plastové hadičky nasadíme injekční stříkačku s pístem u ústí injekční stříkačky. Zapneme školní zdroj a pozvolným otáčením jezdcem na autotransformátoru zvyšujeme napětí, které je přiváděno na školní zdroj. Pozorujeme postupné rozžhavení grafitové tuhy, „rozsvícení“ brambory a únik plynu, který je jímán do plastové láhve. zapálíme svíčku. Pokud máme v plastové láhvi najímáno dostatečné množství plynu odsajeme jej napojenou injekční stříkačkou. Ústí injekční stříkačky ihned ucpeme prstem a pomalu přiblížíme v k plamenu svíčky. Vyvinutý plyn je hořlavý.

Obr. 8. Detail 5 l láhve

Vysvětlení:

Ke vzniku plynu dochází reakcí vody a uhlíku a vzniká vodík.

$C + H_2O + teplo \rightarrow CO + H_2$, která bude dále probíhat $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$

Tipy:

Ideální hodnoty pro tento experiment jsou $U = 14$ V a $I = 12{,}5$ A. Pokud nemáte k dispozici brambor, můžete použít jablko, bílou ředkev či nějakou kořenovou zeleninu.

Literatura:

[1] Tomáš M.: *Dielektrika* [online]. 2009 [cit. 2010-12-09]. Elektrické vlastnosti lidských tkání. Dostupné z WWW: <http://dielektrika.kvalitne.cz/biol.html>.

[2] Halliday D., et al.: *Fyzika: vysokoškolská učebnice obecné fyziky : Elektřina a magnetismus* . Brno : Vutium, 2000. ISBN 80-214-1868-0. (3.díl)

[3] *Schitellkopf* [online]. 2007 [cit. 2010-12-09]. Glühende Wolframelektrode. Dostupné z WWW: <http://www.schitellkopf.at/>.

[4] *Radiosvet* [online]. 2007 [cit. 2010-12-09]. žárovky 1924 - ?. Dostupné z WWW: <http://www.radiosvet.wz.cz/zarovky/zarovky.htm>.