

Experimenty s plácačkou na mouchy

VÍT BOČEK

KDF MFF UK, Praha

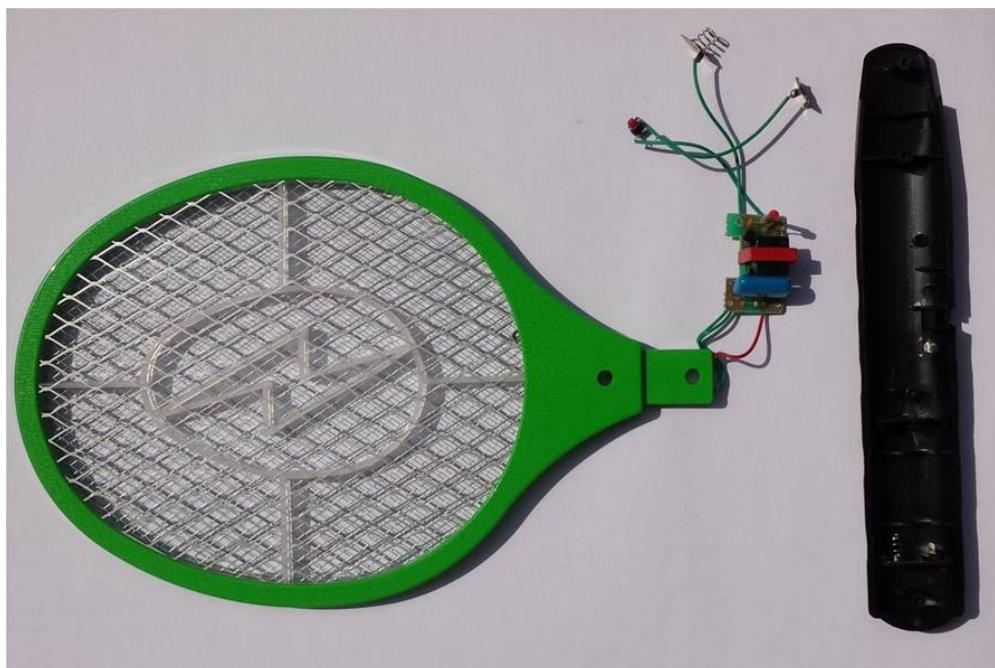
Příspěvek ukazuje, že elektrickou plácačku na mouchy lze využít ve výuce fyziky jako zdroj vysokého napětí pro nejrůznější elektrostatické experimenty. Do tohoto příspěvku byly vybrány čtyři z nich.

Jak funguje elektrická plácačka

Elektrická plácačka je jednoduché zařízení, které pomocí tranzistorů, diod a další elektroniky umístěné v držadle (obr. 1) transformuje napětí 3 V ze dvou galvanických článků (AA) v sérii na napětí řádu kilovoltů. Transformované napětí je před výstupem usměrněno a plácačka je tedy zdrojem stejnosměrného napětí.

Na třech různých plácačkách od dvou prodejců byly naměřeny hodnoty napětí a zkratového proudu: 3 200 V, 4 mA ([1.1]), 1 500 V, 2 mA ([1.2]) a 2 000 V, 5,4 mA [2].

Horní část přístroje je složena ze tří kovových sítí o různé hustotě kosočtverečků. Tyto sítě jsou umístěny nad sebou ve vzdálenosti několika milimetrů od sebe. Ke dvěma krajním sítím je připojen jeden pól transformovaného napětí. K prostřední síti pól druhý. Pokud dojde k mávnutí plácačkou po mouše, dostane se tento hmyz mezi krajní a prostřední síť, jeho prostřednictvím se uzavře elektrický obvod a dojde k jeho usmrcení. V následujících experimentech však žádný tvor nepřijde o život a plácačka bude využívána zcela jiným způsobem.



Obr. 1. Částečně rozebraná plácačka na mouchy

Experiment 1 – Franklinův zvonek a „násobič napětí“

Experiment s Franklinovým zvonkem (obr. 2) se běžně provádí např. s Van de Graaffovým generátorem nebo Wimshurstovým přístrojem. Tyto generátory však lze jednoduše nahradit právě plácačkou na mouchy. Stačí připojit vnitřní a vnější síťku plácačky ke dvěma kovovým destičkám zvonku a zmáčknout spínač plácačky.

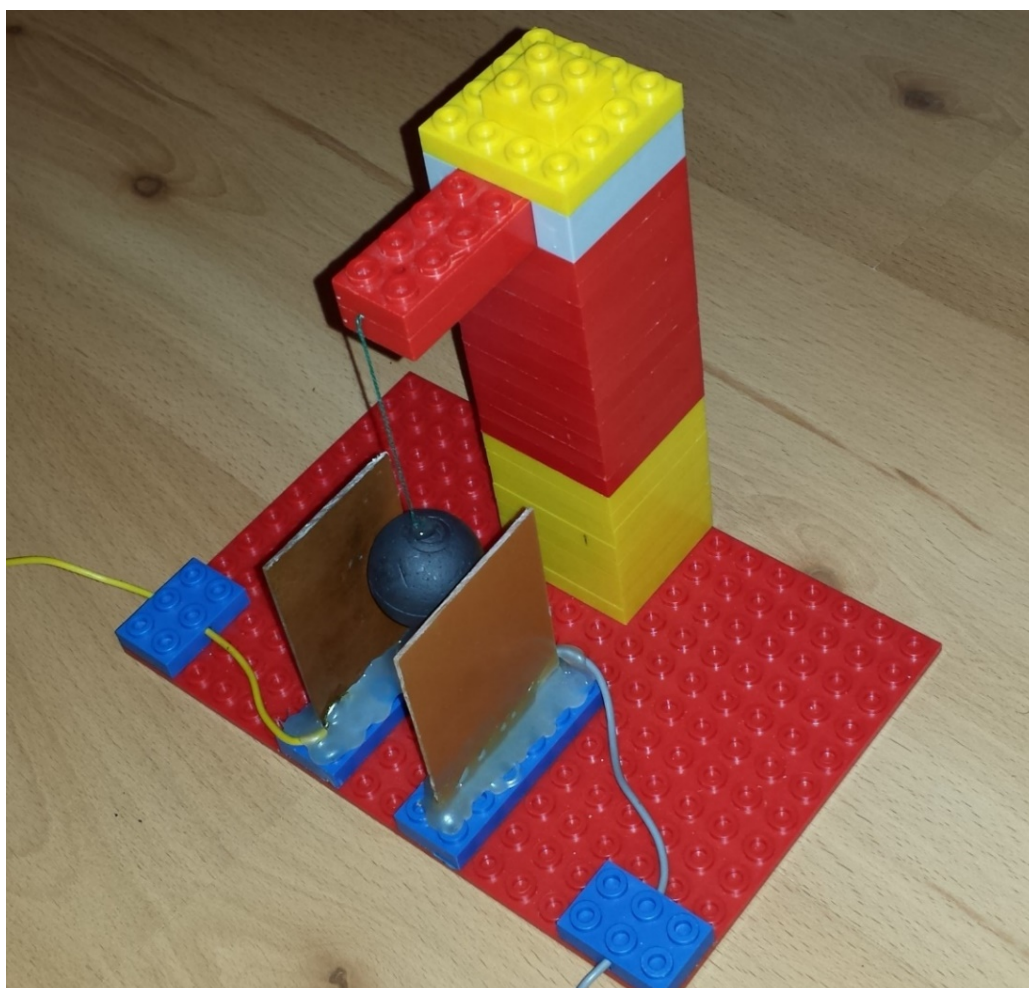
Jediným problémem tohoto experimentu může být výběr „špatné“ plácačky, tzn. plácačky, která má na výstupu příliš nízké napětí (např. pod 1 500 V). V tom případě musí být kovové destičky zvonku blíže u sebe a polystyrenový míček (na němž je nanesena grafitovým elektrovodivým sprejem [3] vrstvička uhlíku) se vychýlí pouze nepatrně ze své rovnovážné polohy a experiment tedy nebude příliš efektní. Tuto potíž lze vyřešit dvěma způsoby. Jednak lze nakoupit plácačky od různých výrobců a vybrat ty s nejvyšším napětím, nebo je možné vyrobit si vlastní „násobič napětí“ (obr. 3). Tím rozumějme řadu sériově propojených kondenzátorů (v našem případě s kapacitou 10 nF a napětím 3000 V /ozn. 103 3 kV), která zvýší napětí plácačky. Je třeba vyvést z vnější a vnitřní sítě plácačky dva vodiče (nejlépe dva tuhé dráty, které se neohýbají) tak, aby jejich vzdálenost byla shodná se vzdáleností dvojic hliníkových proužků (viz [4]) připojených ke kondenzátorům (obr. 3). Dále je třeba přiložit tyto vodiče k prvnímu a druhému hliníkovému plíšku kondenzátorové baterie a svižným přejížděním vodičů po všech dvojicích plíšků z jedné strany na druhou nabít kondenzátory. Tímto zvýšíme napětí tak, že experiment bude fungovat i za použití plácačky s „nízkým“ napětím na výstupu.

Při měření baterie kondenzátorů (obr. 3) bylo zjištěno, že použité kondenzátory se rychle vybíjejí, a tak není efektivní využívat více než tři až čtyři. Při vyšším počtu kondenzátorů totiž není možné nabíjet je ručním posouváním plácačky tak rychle, aby se nabíjely rychleji než vybíjely.

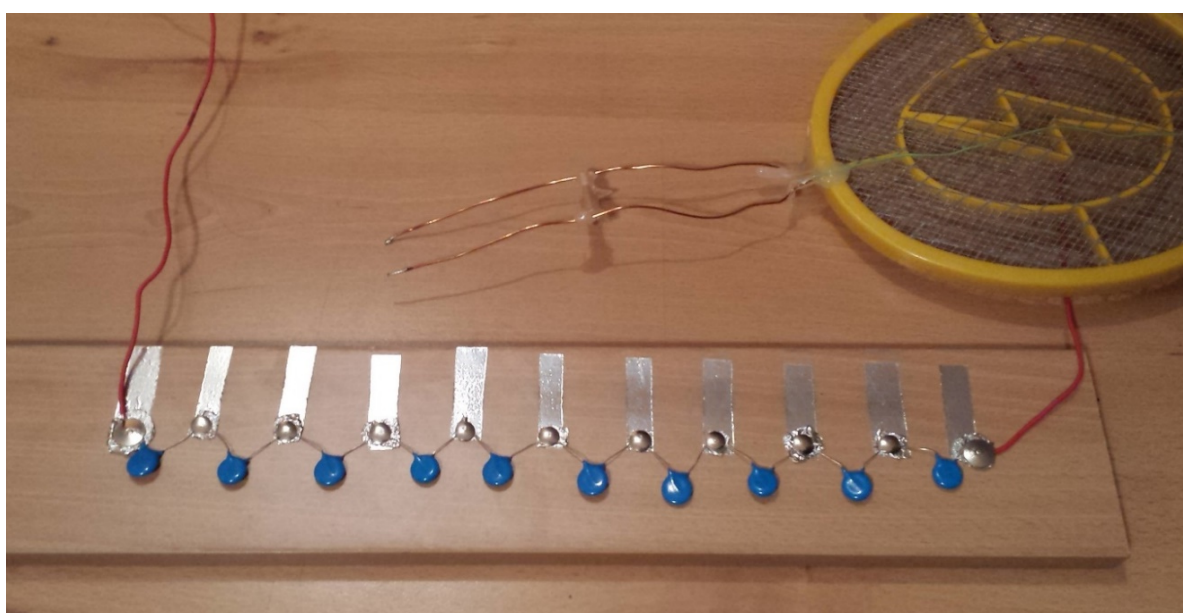
Na třech kondenzátorech zapojených v sérii bylo při použití plácačky s napětím 1 500 V naměřeno napětí 3 500 V. Tímto způsobem je tedy možné zvýšit napětí plácačky více než dvakrát. Nevýhodou násobiče je však jeho malá kapacita, která je dána jednak relativně nízkou kapacitou použitých kondenzátorů a jednak jejich zapojením. V sériovém zapojení tří kondenzátorů je totiž výsledná kapacita C kondenzátorů s kapacitami C_1 , C_2 a C_3 dána vzorcem

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}. \quad (1)$$

V praxi to tedy znamená, že výsledná kapacita C sériového zapojení kondenzátorů s kapacitou $C_1 = C_2 = C_3 = 10$ nF bude asi 3,3 nF. To je menší kapacita než kapacita kondenzátoru v plácačce. Znamená to tedy, že např. Franklinův zvonek připojený k násobiči bude fungovat po ukončení nabíjení násobiče plácačkou kratší dobu, než po připojení nabitě plácačky přímo na zvonek. Na druhou stranu vyšším napětím na násobiči lze dosáhnout vyšší frekvence kmitání míčku ve Franklinově zvonku, což je zřejmě při předvádění experimentu a zaujetí posluchačů „důležitější“ efekt.



Obr. 2. Franklinův zvonek



Obr. 3. Pomocný „násobič napětí“ s plácačkou

Experiment 2 – „Urychlovač“

Tento experiment (obr. 4) je v principu podobný experimentu s Franklinovým zvonkem. Jeho smyslem je docílit obíhání polystyrenového míčku (na němž je nanesena grafitová vrstvička, opět elektrovedivým grafitovým sprejem [3]) po vnitřní stěně mísy. To lze zajistit vhodným přilepením hliníkových pásků na mísu a připojením kontaktů plácačky na tyto pásky. Jeden pól plácačky připojíme ke dvěma krátkým páskům a druhý pól k delšímu pásku. Míček se pak bude od jednoho sousedního pásku odpuzovat a ke druhému přitahovat, neboť se pokaždé nabije nábojem toho pásku, se kterým právě přišel do kontaktu, a tak se tedy míček bude v míse pohybovat po kruhové dráze.

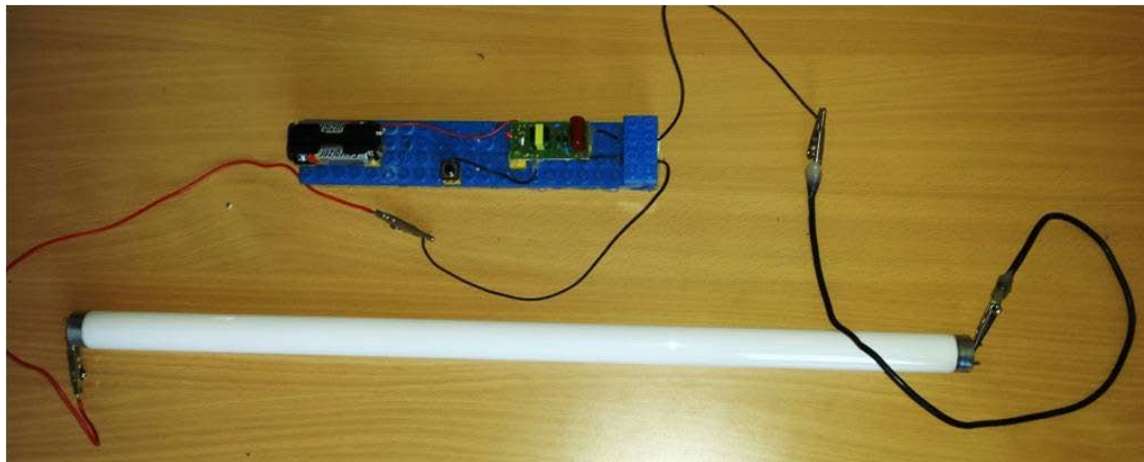
Experiment vyžaduje plácačku, která má napětí alespoň 3 000 V. Na rozdíl od Franklinova zvonku zde totiž hraje významnější roli tření, a proto je třeba použít na jeho „kompenzaci“ vyšší napětí. S tím souvisí také nutnost vyhladit hliníkové pásky tak, aby v místech, kde se bude pohybovat kulička, nebylo mnoho výrazných ohybů.



Obr. 4. „Urychlovač“

Experiment 3 – Zářivka

Plácačka vyrábí dostatečně vysoké napětí na to, aby rozsvítila běžnou zářivku (obr. 5). Stačí připojit kontakty zářivky ke kontaktům plácačky, zmáčknout spínač plácačky a zářivka se rozsvítí. Na obrázku je zářivka a vnitřek (elektronika) plácačky.



Obr. 5. Plácačka rozsvítí zářivku

Závěr

Elektrická plácačka na mouchy je přístroj, který jde s minimem úsilí a úprav využít jako zdroj vysokého stejnosměrného napětí k pokusům jako je např. rozsvícení zářivky nebo napájení Franklinova zvonku. Zároveň jde o bezpečnou pomůcku. Je totiž snadné dotknout se při úchopu mimo držadlo obou pólů plácačky. Výrobci tedy plácačky konstruují tak, aby člověku neublížily. Přesto není vhodné půjčovat plácačku studentům a experimenty s tímto přístrojem by měl dělat pouze vyučující.

Použitá literatura a další zdroje

- [1] Plácačka na mouchy zakoupená v obchodě TV Products. Lze ji pořídit na www.tvproducts.cz/cz/detail/elektronicka-placacka
(Pozn.: Plácačka zakoupena 2013 [1.1] a 2015 [1.2].)
- [2] Plácačka na mouchy zakoupená v obchodě Típa. Lze ji pořídit na www.tipa.eu/cz/placacka-na-mouchy-elektricka-tipa-t-pl/d-84217/
(Pozn.: Plácačka zakoupena 2015. Zdrojem napětí pro plácačku byly 3 tužkové články.)
- [3] Grafitový vodivý sprej zakoupený v obchodě GME. Lze jej pořídit na <http://www.gme.cz/sprej-elektrovodivy-graphit-33-200ml-p749-044>
- [4] Hliníková lepicí páska zakoupená v železářství. Lze ji pořídit např. na [www.growhouse.cz/samolepici-hlinikova-paska-alu-tape-45m50mm/](http://growhouse.cz/samolepici-hlinikova-paska-alu-tape-45m50mm/)