

Fyzikální experimenty nejen z letního tábora

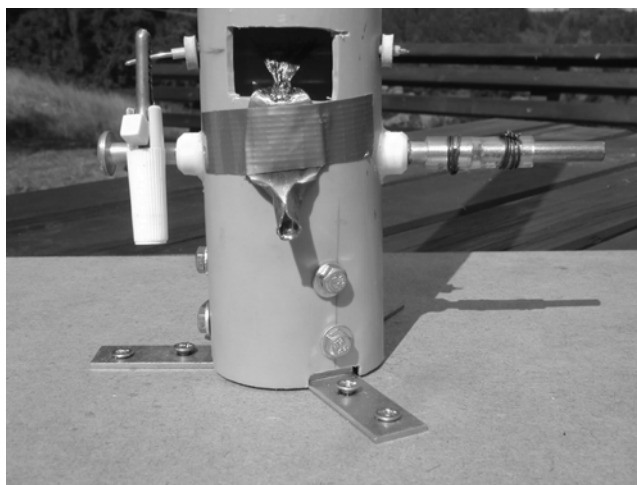
*Peter Žilavý, Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy, Praha
Daniel Tekverk, Gymnázium Elišky Krásnohorské, Praha 4*

Příspěvek popisuje jednoduché konstrukce Van de Graaffova generátoru a modelu elektroměru z běžně dostupných materiálů a součástek. Tyto konstrukce byly vytvořeny v průběhu odborného programu fyzikálního soustředění pro středoškoláky, které již tradičně v čase letních prázdnin pořádá Katedra didaktiky fyziky MFF UK Praha.

Úspěšná konstrukce (fyzikální projekt) musí splňovat několik kritérií. Musí být dostatečně jednoduchá (možnost dokončení ve vyhrazeném čase), dostatečně fyzikální (pozorované jevy musí být vysvětlitelné na středoškolské úrovni, možnost provádění fyzikálních měření) a také dostatečně atraktivní. Je dobré, pokud konstrukce nabízí možnosti dalšího zlepšování či doplňování a pokud umožňuje uplatnění vlastních nápadů studentů. Příklady dvou takových fyzikálních projektů jsou popsány v následujících odstavcích.

Van de Graaffův generátor

Mechanická konstrukce: K podkladové desce je pomocí třech úhelníků upevněna novodurová trubka o průměru 50 mm. Uvnitř této trubky je umístěn polyetylenový pás (ustřižen z polyetylenového pytle). Ve spodní části trubky se pás otáčí kolem pevné kladky, v horní části kolem kladky



Obr. 1: Spodní část generátoru.

pružně zavěšené pomocí dvou gumiček. Toto uspořádání zajišťuje dostatečné napínání pásu. Kladky jsou vyrobeny z plastových dílů k okenním šroubům. Uložení osičky (průměr 6mm) spodní (hnačí) pevné kladky v novodurové trubce je provedeno také pomocí těchto plastových dílů (viz obr.1). Osíčkou lze otáčet ručně nebo pomocí elektrické vrtačky, která se k ní připojuje pomocí pružné spojky a hřídelky (viz obr.1). Kartáče přivádějící a odvádějící náboj k pásu jsou vyrobeny z rozpleteného ohebného vodiče připájeného ke kusu měděného plechu. Detail provedení kartáčů ukazují obr.1 a obr.2. Z druhé strany pásu jsou naproti kartáčům umístěny elektrody z izolovaného pevného vodiče (zasunuty do děr vyvrtaných v novodurové trubce). Klíčovou částí Van de Graaffova generátoru je konduktor (koule). V našem případě byla použita velká sklenice od okurek (objem přibližně 3l) z vnitřní i vnější strany hladce

polepená alobalem (pomocí oboustranné lepicí pásky). Vnitřní polep je vodivě spojen s vnějším polepem pásky z alobalu. Lze také použít velkou plechovku od barvy.



Obr. 2: Detail elektrod a celkový pohled na Van de Graaffův generátor bez konduktoru.

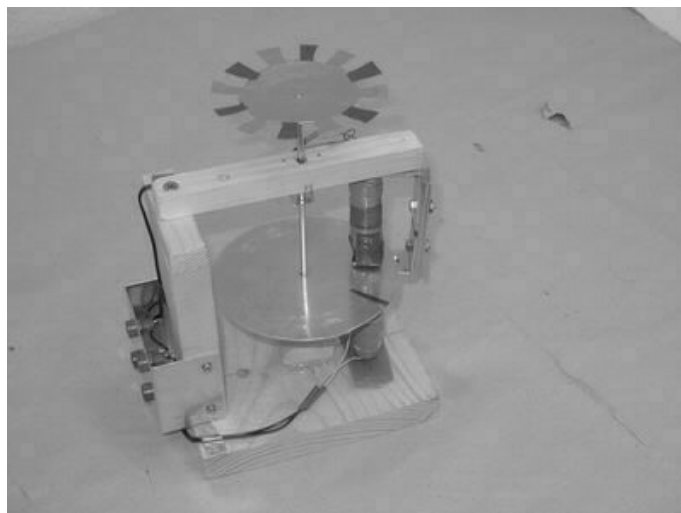
Princip činnosti: Mezi kartáč a elektrodu ve spodní části generátoru je přiloženo napětí přibližně 2,5 kV ze školního zdroje vysokého napětí (případně z nabitě Leydenské láhve). Silné elektrické pole u hrotů kartáče způsobuje přenos náboje na povrch pásu. Tento náboj je poté pásem unášen nahoru do dutiny kovového konduktoru (koule), kde je pomocí hrotů (kartáče) odsáván a odváděn na vnitřní povrch konduktoru, odkud přechází na jeho vnější povrch. Odvádění náboje z pásu na konduktor bylo výrazně vylepšeno použitím dvojice kartáčů, přičemž kartáč na vzestupné straně pásu byl propojen s elektrodou naproti kartáči na sestupné straně pásu (viz obr.2). Vodič připojený ke kartáči na sestupné straně pásu se zevnitř dotýká konduktoru. Dosažený potenciál konduktoru byl odhadnut na základě silových účinků na přibližně 25 kV.

Popsaná konstrukce nabízí možnosti experimentování například s tvarem a hustotou kartáčů a elektrod, případně i s jiným způsobem nabíjení pásu (tření). Lze také vyzkoušet jiný materiál pásu (hedvábí, guma a pod.)

Model elektroměru

Základem mechanické konstrukce modelu elektroměru (obr.3) je dřevěný stojan, ve kterém je svisle umístěna osička o průměru 4 mm (svařovací tyč nebo osička ze stavebnice Merkur). Otáčivý pohyb osičky s minimálním třením je zajištěn pomocí jehlového ložiska - ve spodním konci osičky je vrtákem o průměru 3 mm vytvořena prohlubeň, do které se opírá hrot jehly. Tato jehla je pomocí kousku dřeva (možno použít také korkovou zátku) připevněna (přilepena) k podstavě stojanu. Horní ložisko je tvořeno ohnutým plechem s vyvrtanou dírou (případně přímo dílem stavebnice Merkur) připevněným ke stojanu pomocí dvou vrtů. Na osičku je nasunut kruh vystřižený z hliníkového plechu. Kruh je podepřen kolečkem ze stavebnice Merkur (případně korkovou zátkou) a přilepen k osičce kapkou syntetické barvy (viz obr.4). „Napěťová“ a „proudová“ cívka modelu elektroměru je tvořena přibližně 200 závitů izolovaného vodiče (nejlépe smaltovaného drátu) navinutého na železné jádro o průměru 8 mm (uříznuto z hřebíku délky 20 cm). Cívky jsou umístěny kolmo na hliníkový kotouč z obou jeho stran tak, aby jejich osy byly vzájemně posunuty (ve směru otáčení kotouče) přibližně o 7 až 10 mm. Horní cívka je navíc opatřena jednoduchým magnetickým

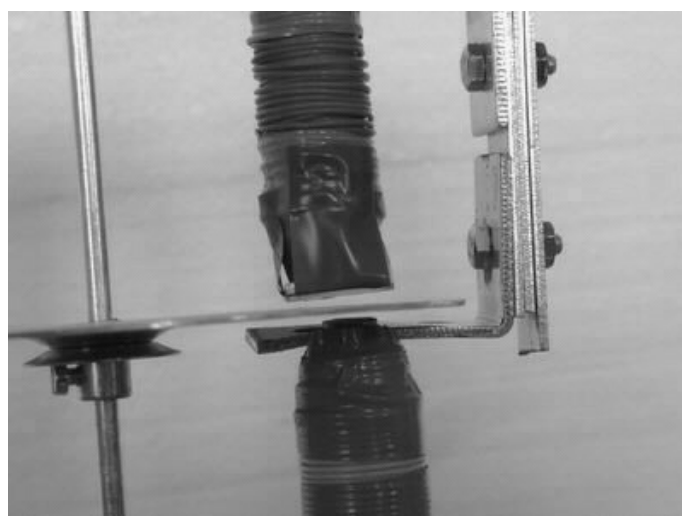
obvodem sestaveným ze železných úhelníků. K této cívce je také přilepen lepící páskou „pólový nástavec“ tvořený čtverečkem železného plechu. V úhelníku, který zasahuje pod kotouč, je pilníkem vytvořena díra pro jádro spodní cívky (viz obr.4). Přívody k cívkám jsou vyvedeny na izolované zdíčky pro snadné připojení napájecích zdrojů.



Obr.3: Celkové uspořádání modelu elektroměru.

Princip činnosti: Po připojení obou cívek ke zdroji střídavého napětí (2 až 3V) vytváří střídavé magnetické pole spodní cívky v hliníkovém kotouči vířivé proudy. Díky posunutým osám cívek magnetické pole ve vzduchové mezeře magnetického obvodu horní cívky „zasahuje“ tyto proudy pouze v jednom směru. Výsledkem je pak nenulová celková magnetická síla a tedy i nenulový moment roztáčející hliníkový kotouč. Tento moment má stejný směr při obou půlvlnách napětí zdroje.

Uvedená konstrukce umožňuje zkoumat vliv změny směru proudu v jedné nebo v obou cívkách na směr otáčení hliníkového kotouče. Lze také pozorovat brždění kotouče po přiblížení permanentního magnetu.



Obr.4: Detail umístění cívek a hliníkového kotouče.