

## Z Fyzikálního šuplíku 003

VÁCLAV PISKAČ

Gymnázium tř. Kpt. Jaroše, Brno

### Abstrakt

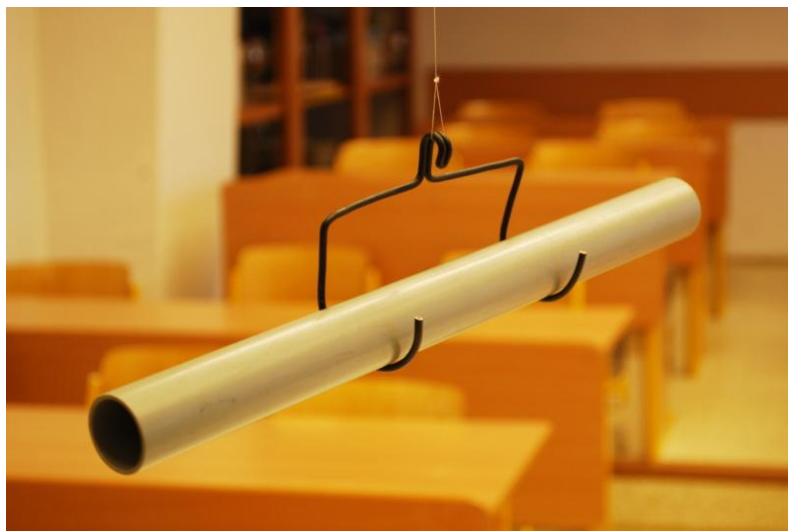
Příspěvek seznamuje s demonstračními pomůckami pro výuku elektrostatiky – úvodní experimenty při zavádění pojmu elektrická síla a náboj, piezoelektrické zdroje náboje a demonstrační elektroskopy. Pomůcky i pokusy, které s nimi lze provádět, jsou podrobně popsány formou webových článků na stránkách autora - [1].

### 1. Experimenty s nabitými tělesy [2]

Drtivá většina pokusů, které budu popisovat, nejsou mými nápady. Úvodní elektrostatické experimenty jsem převzal od nestora českých a moravských fyzikářů Milana Rojka - [3], [4] a [5].

Pro vytváření náboje třením používám PVC trubky a skleněné odměrné válce. PVC třu bavlněným kapesníkem, sklo teflonovou folii (je k zakoupení v prodejnách chemického vybavení, stačí tloušťka 0,12 mm). Plast se nabíjí záporně, sklo kladně.

Elektrovaná tělesa zavěšuji do torzního závěsu – díky němu je dobře viditelné i působení velmi malých sil.



Snadno lze předvést, že dvě plastové trubky třené bavlněným kapesníkem se odpuzují, dva skleněné odměrné válce třené teflonem se také odpuzují a že zeлектроvaná plastová trubka se zeлектроvaným skleněným válcem se přitahují. Po těchto pokusech je jednoduché zavést pojem kladný a záporný náboj.

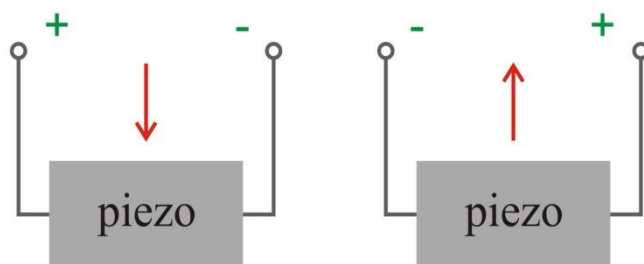
Při trochu složitějších úvahách nahrazuji kapesník odstřížkem karimatky (tj. polyethylen). Když třu PVC trubku karimatkou, nabíjí se PVC záporně a karimatka kladně (snadno ukážu tím, že umístím zeлектроvanou trubku do torzního závěsu – přitahuje se

ke karimatce). Když ale zelektrují karimatku o své vlasy, nabíjí se záporně – s PVC trubicou se odpuzují.

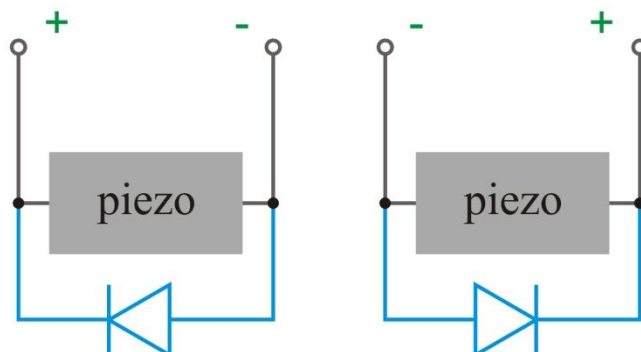
Podobně překvapivý závěr má i pokus, kdy PVC trubku třeme teflonem – PVC trubka se nabíjí kladně a teflon záporně. Na základně podobných experimentů byla sestavena tzv. triboelektrická řada (viz [6]). Pokud třeme o sebe dva materiály, tak materiál stojící v této řadě výš se nabíjí kladně a ten druhý záporně. Výše uvedené experimenty jsou důsledkem toho, že polyethylen stojí v řadě mezi lidskými vlasy a PVC, teflon stojí v řadě nejniž – vše nabíjí kladně.

## 2. Piezozdroje náboje [7]

Použití piezozapalovačů jako zdroje statického náboje u nás poprvé zpracoval další z velikánů demonstračních experimentů Břetislav Patč – [8]. Srdcem zapalovače je krystal piezomateriálu, který je deformován pomocí pákového mechanismu. Při stlačení vznikají na koncích krystalu opačné náboje s napětím dostatečným na to, aby přeskočila jiskra (tj. minimálně 20 kV). Pokud krystal při stlačení vybijeme, po uvolnění stisku se opět nabije – tentokrát s opačným rozložením náboje.



Piezokrystal se při stlačování chová jako „střídavý zdroj“. Pokud chceme náboj jen jedné polaridy, je nutné krystal přemostit usměrňovací diodou, která krystal při „nevhodné“ polaridě zkratuje. Orientace diody rozhodne o tom, který z nábojů bude nadále k dispozici.



Jediným výrazným problémem zapojení je vysoké napětí krystalu – tj. 20 až 30 kV. Běžné usměrňovací diody mají závěrné napětí 2 kV, proto je nutné spojit 15 diod do serie, aby nedošlo k průrazu. Jednodušší variantou je použití usměrňovacích diod pro

mikrovlnné trouby, které mají vysoké závěrné napětí (např. typ DD 1000 se závěrným napětím 12 kV, kde stačí zapojit 3 diody do serie).

Jeden pól krystalu je vyvedený na šroubky na těle zapalovače (tj. je spojen s tělem uživatele), druhý do kovového nástavce na hrotu zapalovače (míček potřený stříbřenkou nebo malé víčko ze zavařovací sklenice). Při mačkání zapalovače se nástavec nabíjí neustále stejným nábojem.

Pro experimenty doporučuji upravit si dva zapalovače, každý s jinou polaritou (podrobná fotodokumentace je v [7]).



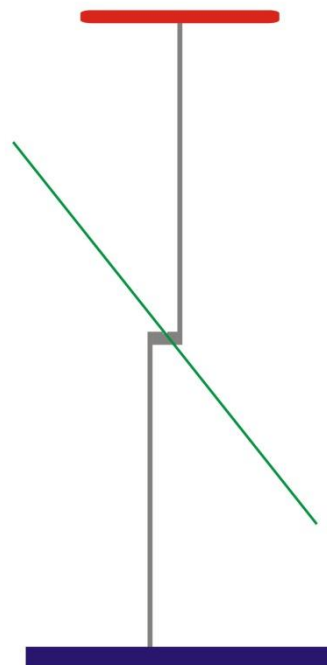
### 3. Demonstrační elektroskop [9] a [10]

Pokusil jsem se postavit moderní verzi klasického stéblového elektroskopu. Základem je stojan na izolační podložce. Stojan je v půlce zalomený – v místě zalomení se do něj vkládá tenké dřívko (dříve stéblo slámy) s kovovou oskou. Při nabití elektroskopu se dřívko vychýlí.

Konstrukce mého elektroskopu je podrobně popsána v [9], experimenty s elektroskopy v [10].

### 4. Závěr

S výše popsaným vybavením lze provádět elektrostatické experimenty bez problémů za libovolných povětrnostních podmínek (tj. okřídlené rčení všech fyzikářů: „Ještě před chvílí mi tento pokus fungoval.“ není nutné používat).



## Literatura

- [1] <http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz>
- [2] Piskač V.: *Základy elektrostatiky*, dostupné online  
[http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/elektro/zaklady\\_elektrostatiky.pdf](http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/elektro/zaklady_elektrostatiky.pdf)
- [3] Rojko M.: *Pokusy z elektrostatiky v heuristické výuce fyziky I.*, dostupné online  
[http://sf.zcu.cz/data/2012/sf2012\\_01\\_9.pdf](http://sf.zcu.cz/data/2012/sf2012_01_9.pdf)
- [4] Rojko M.: *Pokusy z elektrostatiky v heuristické výuce fyziky II.*, dostupné online  
[http://sf.zcu.cz/data/2012/sf2012\\_02\\_5.pdf](http://sf.zcu.cz/data/2012/sf2012_02_5.pdf)
- [5] Rojko M.: *Pokusy z elektrostatiky v heuristické výuce fyziky III.*, dostupné online  
[http://sf.zcu.cz/data/2012/sf2012\\_03\\_2.pdf](http://sf.zcu.cz/data/2012/sf2012_03_2.pdf)
- [6] [http://cs.wikipedia.org/wiki/Triboelektrický\\_jev](http://cs.wikipedia.org/wiki/Triboelektrický_jev)
- [7] Piskač V.: *Piezozapalovače*, dostupné online  
[http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/elektro/piezozapalovace\\_01.pdf](http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/elektro/piezozapalovace_01.pdf)
- [8] Patč B.: *Netradiční pokusy z elektrostatiky*, dostupné online  
<http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/04-16-Patc.html>
- [9] Piskač V.: *Demonstrační elektroskop*, dostupné online  
[http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/elektro/demonstracni\\_elektroskop.pdf](http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/elektro/demonstracni_elektroskop.pdf)
- [10] Piskač V.: *Pokusy s elektroskopy*, dostupné online  
[http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/elektro/pokusy\\_s\\_elektroskopy.pdf](http://fyzikalnisuplik.websnadno.cz/elektro/pokusy_s_elektroskopy.pdf)