

Inspiromat - Elektrostatika

Nejjednodušší experimenty

1. Zelektrované brčko (balónek) drží na zdi

A nejen na zdi, ale i na tabuli, kovovém rámu dveří...

Pomůcky: brčka, papírový kapesník (oblečení)

Postup: Brčko nabijeme třením o látku nebo papírový kapesník a přiložíme na zeď či jiný povrchy. Je vhodné vyzkoušet různé povrchy včetně kovových.

Závěr: Brčko se udrží na různých površích včetně vodivých obvykle po velmi dlouhou dobu. Experiment lze vysvětlit pomocí polarizace dielektrika (v případě nevodivých povrchů) či elektrostatické indukce (v případě vodivých povrchů). V obou případech se v podložce do blízkosti brčka dostane opačný náboj (obvykle kladný, brčko se nabíjí záporně) a brčko tak drží pomocí elektrostatické síly. Vzhledem k tomu, že brčko je velmi dobrý izolant, vybije se i při dotyku s vodivou podložkou jen velmi malá část brčka, která se přímo dotýká podložky. Zbytek brčka zůstane nabitý, brčko je tak stále k podložce přitahováno.

2. Přítulnice neodbytná

Pomůcky: mikroténové sáčky či taštičky, nůžky, provázek

Postup: Ze sáčku si vystříháme kruh (průměr 10 cm a více) a nastříháme chapadélka. Můžeme vytvořit i jakýsi střepec (jako chobotnici). Třením o vlasy vytvoříme větší elektrostatický náboj a „přítulnice“ z našich rukou, holých paží apod. nespádnou a neodbytně se na nás „lepí“.



3. Brčková ozdoba

Pomůcky: brčka, nit, děrovačka, bavlněný kapesník

Postup: Brčka na jedné straně proděrujeme a uvážeme na nit. Nitky několika brček svážeme, natřeme je kapesníkem a ozdoba je hotová.



4. Žraloci

Pomůcky: papíroví žraloci, 2 brčka, nit, krabice na pověšení žraloků, něco, co chce rybička získat a leží to v krabici

Postup: Pokud brčko zelektrizujeme, je obtížné proklouznout mezi papírovými žraloky, kteří se elektrostaticky přitahují k brčku.



Detekce kladného a záporného náboje

Triboelektrická řada

Pozice materiálu na triboelektrické řadě určuje relativní polaritu, která pravděpodobně vznikne, když se budou dva materiály třít o sebe. Materiál stojící v této řadě výš se nabije kladně, ten níž záporně.

Materiály na "kladné" straně mají tendenci uvolňovat povrchové elektrony a dosáhnout tak kladného náboje. Na "záporné" straně triboelektrické řady mají materiály tendenci povrchové elektrony přitahovat.



1. Třeme tyč

Pomůcky: Elektretka (šprejle, korálek, špendlík, brčko, polystyrenová destička), PVC tyč, skleněná tyč (odměrný válec), bavlněný kapesník, kůže, teflonová fólie, karimatka

Postup: a) výroba elektretky: Brčko je uprostřed propíchnuté špendlíkem, který slouží jako osička, a je zapíchnutý do silnější špejle; mezi brčko a špejli je vhodné dát malý korálek pro zmenšení tření. Špejli zapíchněte např. do polystyrenu, aby stála svisle. Pokud jeden konec brčka zelektrujeme třením, bude se natáčet podle toho, zda k němu přiblížíme souhlasně nebo nesouhlasně nabitou tyč.

b) experimenty:

PVC trubka + bavlněný kapesník = trubka záporný náboj
skleněný odměrný válec + teflon = kladný náboj;

Pokud si postavím torzní závěs, můžu ukázat, že dvě plastové trubky třené bavlněným kapesníkem se odpuzují, dva skleněné odměrné válce třené teflonem se také odpuzují a že zelektrovaná plastová trubka se zelektrovaným skleněným válcem se přitahuje.

Pokud nemám závěs, použiji elektretku. Jeden konec brčka je plastový a třením kapesníkem získá záporný náboj. Pokud se k brčku přiblížím PVC tyčí, začne se brčko od něho otáčet. Pokud se přiblížím skleněným válcem, naopak se začne ke sklu přibližovat. Po těchto pokusech je jednoduché zavést pojem kladný a záporný náboj.

PVC trubka + karimatka (polyethylen) = PVC záporně nabitá, karimatka kladně nabitá

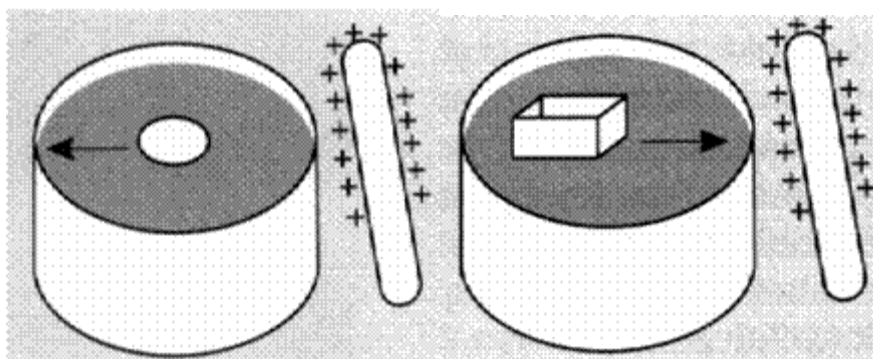
Karimatka + vlasy = karimatka záporný náboj

PVC trubka + teflon = PVC kladně nabitá, teflon záporně nabitý

2. Lodičky

Pomůcky: žiletka, alobal, PVC tyč, hadr, nádoba

Postup: Na vodu v nádobě (může být skleněná) položíme žiletku (nebo plíšek) tak, aby se udržela na hladině vody. Když k nádobě přiblížíme zeledrovanou tyč (vinidurovou trubici od vysavače), začne se žiletka pohybovat ve směru od tyče. Když ale žiletku zaměníme lodičkou vytvarovanou z alobalu umístěnou na vodní hladině, pak se po přiblížení zeledrované tyče k nádobě začne lodička přibližovat.



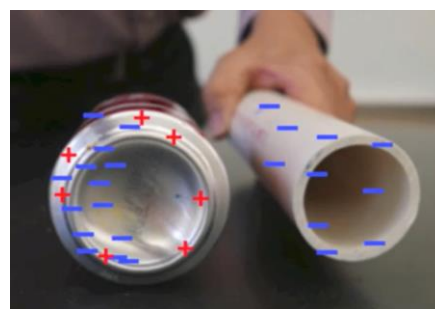
Pokusy vedoucí k představě o velikosti elektrostatických sil

1. Kutálení plechovky

Pomůcky: plechovka, brčko (PVC tyč), papírový kapesník nebo flanel (bavlněný kapesník)

Postup: Zeledrované brčko nebo tyč přiblížíme k plechovce položené na bok a pozorujeme, že se plechovka začne kutálet směrem k brčku/tyči. Brčko by se nemělo plechovky přímo dotknout.

Plechovku můžeme přitahovat i do (velmi mírného) svahu, z toho lze odhadnout velikost síly, kterou brčko/tyč plechovku přitahuje.

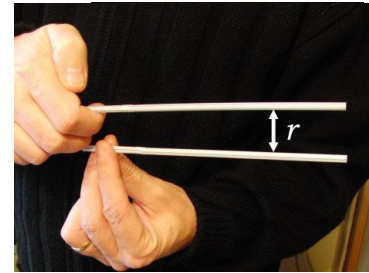


Lze udělat i první pozorování závislosti velikosti síly na velikosti náboje: jestliže k plechovce přiblížíme dvě brčka, začne plechovka reagovat z větší vzdálenosti, stejně tak vyjede strmější svah ve srovnání s jedním brčkem.

2. Souhlasně nabitá brčka se odpuzují

Pomůcky: 2 brčka, váhy

Postup: Nabitá brčka držte v prstech vodorovně tak, aby byla nad sebou. Vrchní brčko držte v prstech jen lehce, aby nesklouzlo do strany. Uvidíte, že se prakticky „vznáší“, tedy že ho nadnáší odpudivá síla od spodního brčka. Zkuste odhadnout, jak velký má takové nabitě brčko náboj. Tíha horního brčka je vyrovnána silou elektrostatického odpuzování.



- Pomocí vah zjistíte hmotnost brčka; tím určíte jeho tíhu.
- Změřte vzdálenost mezi brčky.
- Z rovnosti tíhy a odpudivé síly vypočtete náboje brček.
(Náboje obou brček budeme považovat za přibližně stejné, $Q_1 \doteq Q_2$.)

Závěr: Při výpočtu náboje lze vyjít ze vztahu pro sílu mezi dvěma náboji, tedy z Coulombova zákona (ale pozor – platí pro kulové náboje, takže jde jen o hrubý odhad):

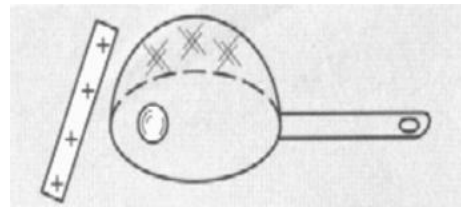
$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}, \text{ kde } k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \doteq 9 \cdot 10^9 \text{ NC}^{-2}\text{m}^2 \doteq 10^{10} \text{ NC}^{-2}\text{m}^2.$$

Elektrostatika s pingpongovým míčkem

1. Hrajeme si s pingpongovým míčkem

Pomůcky: PVC tyč, bavlněný kapesník, pingpongový míček, pingpongový míček natřený tuhou, kovový a plastový cedník

Postup: a) Zelektrovanou tyč přiblíž k pingpongovému míčku a pozoruj jeho chování. Poté totéž proved' s pingpongovým míčkem natřeným vodivou vrstvou.

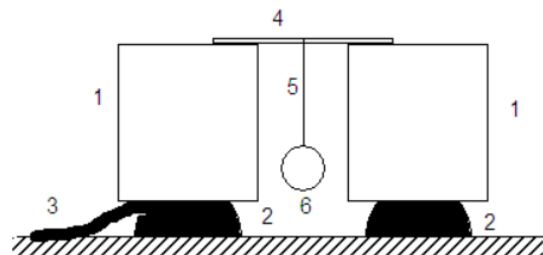


- b) K pingpongovému míčku s vodivým povrchem, který leží na stole, přiblížuj zelektrovanou tyč. Míček je jí přitahován. Přikryj míček nejprve kovovým cedníkem a potom plastovým cedníkem a zopakuj přibližování zelektrované tyče. Uvnitř kovového cedníku míček nereaguje, zatímco uvnitř plastového je míček trubkou přitahován.

2. Franklinovy zvonky

Pomůcky: PVC tyč, bavlněný kapesník, 2 plechovky, brčko, nit, polystyrenová podložka, pingpongový míček natřený tuhou, proužek alobalu

Postup: Postavte obě plechovky na polystyrenovou podložku. Pod jednu plechovku vložte alobalový proužek kvůli uzemnění. Míček přivažte k brčku a brčko položte oběma konci na plechovky. Nabijte neuzemněnou plechovku a míček začne skákat.



Dosah elektrostatických sil

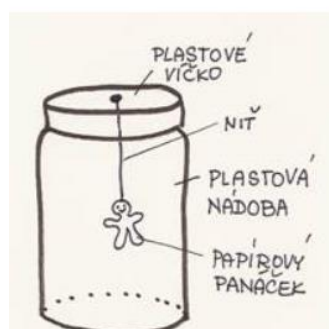
1. Oběšenec ve sklenici

Pomůcky: oběšenec z papíru, sklenička od přesnídávky (sklo + kovové víčko), plastová nádoba, plastové víčko, nit, lepicí páska, PVC tyč, bavlněný kapesník

Postup: a) Pokud zeledrovanou tyčí pohybujeme blízko sklenice, vidíme, jak se oběšenec pohybuje.

b) Prázdnou nádobku bez víka třete např. o vlasy nebo kožešinu. Zavěšený panáček na víčku pak nechce zavřít do nádoby, krouží okolo hrdla. Dáte-li ho vedle nádoby, odtahuje se.

Panáčka uzavřete do nádoby, která je třením elektricky nabitá. Na vnější stranu nádoby dejte prst, tužku ... Panáček se různě kývá, cvičí ...



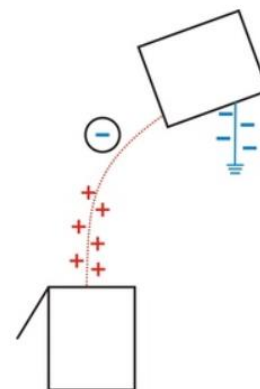
Elektrostatika a kapalina

1. Nabíjení plechovky vodou

Pomůcky: plechovka s vodou, plechovka, kousek alobalu, izolační podložka, PVC tyč, bavlněný kapesník, polystyren na podložení

Postup: Plechovka s lístkem alobalu jako indikátorem náboje stojí na izolační podložce, do ní se z jiné plechovky lije voda. Poblíž pramínku vody je umístěna nabitá tyč. Lístek na plechovce se zvedá, což indikuje nabíjení plechovky.

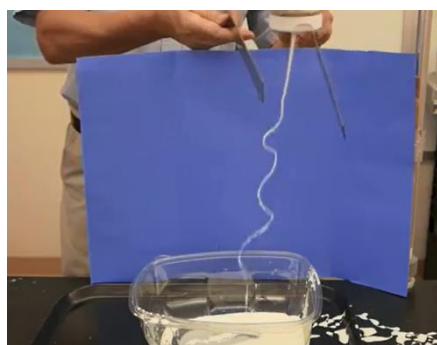
Závěr: V praménku vody se k záporně nabitě tyči přitahují kladné náboje. U tyče se pramínek rozstříkává na drobné kapičky. Ty nesou kladný náboj, padají do spodní plechovky a nabíjejí ji kladně. Záporné náboje se od tyče odpuzují, jsou přes pramínek vody odvedeny do horní plechovky a pak rukou do Země. (Poznámka: Máme-li boty, jejichž podrážky nás od země izolují, náboje až do Země neodejdou. Ale kapacita lidského těla je tak velká, že náboje nás nenabijí na příliš velké napětí.) Skutečnost, že spodní plechovka se nabíjí kladně, lze ověřit přiblížením záporně nabitě tyče.



2. Tancující NeNewtonovská kapalina

Pomůcky: škrob, voda, nádobka na kapalinu, nádobka na padající kapalinu, stojan, PVC tyč, bavlněný kapesník

Postup: Ze škrobu a vody si vytvoříme neNewtonovskou kapalinu, kterou nalijeme do nádobky, ze které poteče úzkým pramínkem. Proud kapaliny ovlivňujeme nabitou tyčí.



Všechno možné i nemožné

1. Kouzelná hůlka (balónek)

Pomůcky: nafukovací balónek, kroužek (či jiný tvar) ustřižený ze sáčku, PVC tyč, bavlněný kapesník

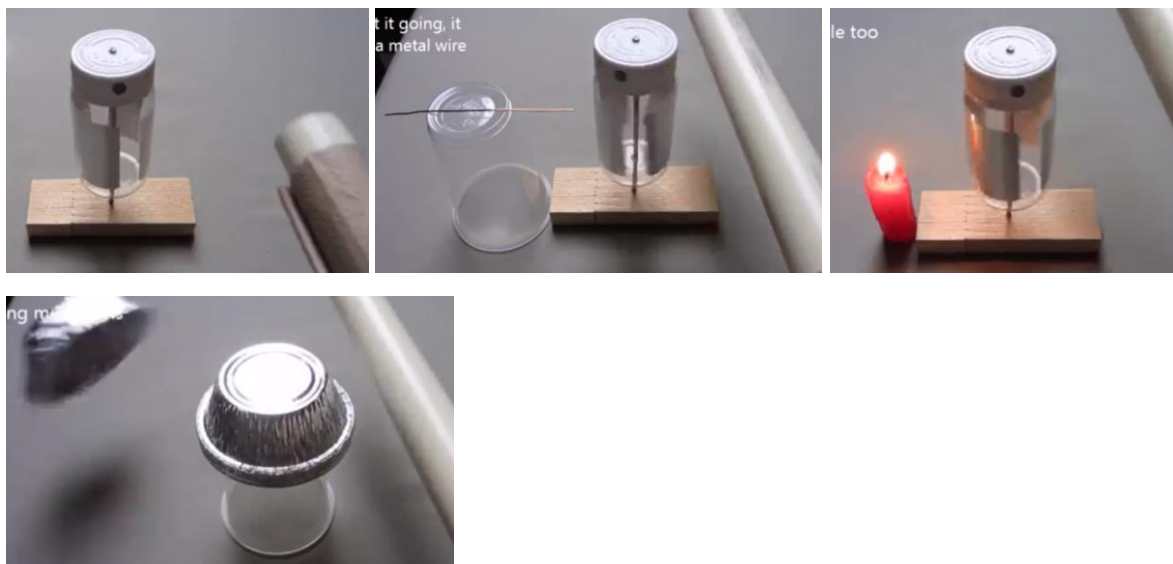
Postup: Balónek či tyč nabijeme stejně jakou lehkou věc, kterou chceme nechat létat.



2. Elektrostatické motory

Pomůcky: sklenička, alobal, hřebík, dřevěná podložka, drát, svíčka, zapalovač, kelímek, alobalové kloboučky na muffiny, PVC tyč, hnědá papírová utěrka

Postup: Za stálého tření tyče pozorujeme, jak se otáčí motor či odskakují kloboučky.



3. Polystyrenové kuličky v alobalu

a) Tancující



b) Skákající kulička

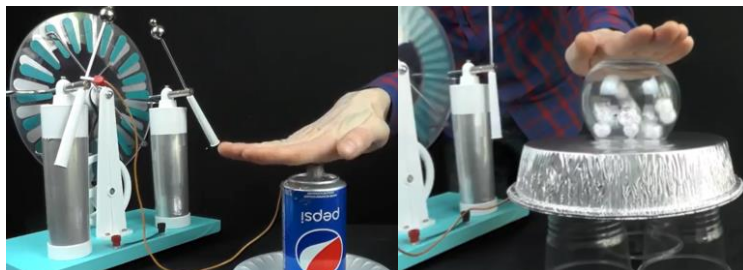
Pomůcky: plastová nádobka, na oba konce minci, polystyrenová kulička v alobalu, nafukovací balónek

Postup: Nachystáme si zařízení podle fotografie. Na jednu minci položíme prst a na druhou nabitý balónek.



c) S indukční elektrikou

Pomůcky: Indukční elektrika, plechovka, 2 vodiče, polystyrenové kuličky v alobalu, polystyrenový talíř, alobalový talíř a klobouček, sklenice, 3 kelímky, jemný papír, nůžky, lepicí páska



Poznámka: Zelektrovaná tělesa přitahují i neelektrovaná tělesa (vodiče i izolanty): – zelektrovaná plastová tyč přitáhne drobné papírky (nevodič polarizace); – zelektrovaná plastová tyč přitahuje pásek alobalu (vodič – elektrostatická indukce)

Odkazy a zdroje:

<http://limex-technik.cz/blog/154-triboelektricka-rada-a-priciny-vzniku-statickeho-naboje>

<http://kdf.mff.cuni.cz/projekty/oppa/naboje.pdf>

<https://www.youtube.com/watch?v=jcoTqhXehDQ>

<http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/18-24-Piskac.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=ViZNgU-Yt-Y>

<http://www.fyzikahrou.cz/fyzika/jednoduche-pokusy/elektrostatika-s-plechovkami-i-jinak>

<http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/10-13-Tokar.html>

<http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/05-23-Pachlova.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=Y4mt46KKyho>

<http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/02-07-Cerna.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=jLgSXryMxwM>

<http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/14-14-Koudelkova.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=xlyHZQ60TcM>

<https://www.youtube.com/watch?v=8RdiC3dhoi8>

<https://www.youtube.com/watch?v=5PXcC-lcENI>