



Celorepubliková síť Laborky.cz při Gymnáziu v Slaném

CZ.02.3.68/0.0/0.0/16_010/0000540

METODICKÝ LIST 04

Lze bez dotyku hýbat vodou?



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

GVIBT
GYMNÁZIUM VÁCLAVA BENEŠE TŘEBÍZSKÉHO



Pomůcky

Novodurová trubka (cca metr délky), pravítko z PVC, lžička z PVC, kožešina nebo vlněná látka, kelímek/ kádinka

Praktické cvičení

Vodu, která pro člověka představuje životně důležitou surovinu, získáváme různými způsoby – čerpáme ji z povrchových zdrojů i z hlubokých vrtů, složitě odsolujeme rovněž mořskou vodu. Činíme tak proto, abychom mohli využívat její účinky na živé organismy. Vodu rozvádíme a rozvážíme všude tam, kde žijí lidé. Ve vyspělých státech ji přivádíme potrubím na vzdálenosti mnoha desítek kilometrů.

Přemýšleli jste ale někdy o tom, zda by tato kapalina nemohla být přiváděna ke spotřebitelům i bez trubek, koryt a dalších pevných (a drahých) materiálů? Naplnění této myšlenky můžeme v dohledné době považovat za těžko realizovatelné, položme si však otázku, jestli je alespoň možné na dálku vychýlit směr proudu tekoucí vody? Vyzkoušíme si to. Máme pro vás následující úkol:

Pustte z kohoutku velmi tenký proud vody a dejte do umyvadla prázdný kelímek tak, aby proud vody tekl zhruba 5 cm od jeho hrany.

Zkuste vymyslet, zda můžeme bezdotykově změnit proud vody tak, aby naplnila kelímek.

Dejte žákům prostor pro jejich nápady, včetně těch nesprávných.

Máme sepsáno několik myšlenek. Jak ověříme, které z nich jsou ty správné?

Pokud máte čas a možnosti, zkuste prověřit co nejvíce nápadů žáků. Postupovat můžete třeba studijní (heuristickou) metodou spojenou s rešerší internetových zdrojů, případně i formou pokusů. My vám přinášíme jeden z možných nápadů, který je spojen s experimentem. Na tento nápad byste měli žáky navést.

Možná si někdo z vás již všiml, že se při česání vlasy přitahují k hřebenu, polyethylenový sáček se nechce oddělit od skleněné desky a kalhoty či sukně se nám „lepí“ na nohy? Zkusme vytvořit hypotézu, že tajemná síla, přitahující vlasy, zvládne vychýlit i proud vody.

Provedení experimentu

- 1) Z vodovodního kohoutku necháme vytékat slabý proud vody.
- 2) Přiblížíme se k němu nezelektrovanou látkou (PVC trubka, umělohmotné pravítko nebo lžička), proud vody zůstane v původním směru.
- 3) Třením o kožešinu/vlněnou látku zelektrujeme jeden z výše uvedených předmětů, přiblížíme ho k proudu vody a pozorujeme vychýlení proudu vody.



Očekávaný výsledek pozorování

Proud vody se bude vychylovat působením elektrostatické indukce. Hypotéza by se nám měla potvrdit.

V některých případech dojde k přitahování proudu vody k zeledrovanému tělesu (pravděpodobně pravítko, lžička), někdy dojde k odpuzování proudu vody od tělesa (pravděpodobně PVC trubka).

Pokud narazíte na materiály, které se k tekutině chovají opačně (jeden přitahuje, druhý odpuzuje), máte jedinečnou šanci motivovat žáky k vyřešení této záhady."

Vysvětlení

Lidé již ve starověku věděli, že existují tyto pro ně tajemné a nepochopitelné jevy. Neuměli si ale jejich existenci vysvětlit. Pochopení těchto jevů totiž souvisí s elektrickými vlastnostmi látek a jejich tajemství bylo odhaleno až mnohem později, kdy se podařilo odhalit atom a jeho vlastnosti.

Tělesa se mohou třením dostat do stavu, ve kterém silou působí na jiná tělesa. Tělesa se v tomto stavu nazývají tělesa zeledrovaná a lze tohoto jevu dosáhnout třením. Zeledrovaná tělesa se buď přitahují, nebo odpuzují. Tělesa na sebe působí elektrickou silou – odpudivou a přitažlivou. Už víme, že se třením některá tělesa zeledrují. Příčinou elektrického stavu těles je elektrický náboj. Existují dva druhy elektrického náboje, označujeme je + a –. Tělesa nabitá souhlasnými náboji se vzájemně odpuzují elektrickou silou. Tělesa nabitá nesouhlasnými náboji se vzájemně přitahují elektrickou silou.

Nejdůležitější základní částicí každé látky je atom, který se dále skládá z protonů, neutronů a elektronů. Veškerá hmota se skládá hlavně z kladných částic (atomových jader) složených z kladných protonů, z neutronů bez náboje a ze záporných elektronů, které tvoří obal atomu. Elektron má svou hmotnost a obsahuje elementární elektrický náboj ($1,602 \cdot 10^{-19}$ C). Hmotnost protonu je 1836krát větší než elektronu a má stejně velký náboj kladný. Atomy obsahují v normálním stavu stejný počet elektronů a protonů, a tak se kladné a záporné náboje vyruší. Atom je proto elektricky neutrální.

Pokud o sebe třeme dvě látky, zvětšuje se rychlost pohybu všech částic v atomu a elektrony z obalu se mohou uvolnit z atomu a přejít z jedné látky na druhou. To naruší rovnováhu mezi kladným a záporným nábojem. Jedna látka má přebytek elektronů – je nabitá záporně, druhá látka má nedostatek elektronů – je nabitá kladně.

Z jaké látky se elektrony uvolní, závisí na kombinaci látek a triboelektrické řadě. Materiály nacházející se na kladné straně řady budou projevovat tendenci k odevzdávání svých povrchových elektronů a nabíjejí se kladně, zatímco materiály nacházející se na záporné straně se budou snažit o získání elektronů, tedy záporného náboje.

Zeledrovaná tělesa se vzájemně přitahují nebo odpuzují, a to i tehdy, pokud se nedotýkají; přitahují se na dálku prostřednictvím elektrického pole, které se vytvoří kolem každého zeledrovaného tělesa nebo částice s nábojem. Tento jev se nazývá elektrostatická indukce. Náboje zeledrovaného tělesa při něm vyvolají opačné náboje v druhém tělese, a proto se pak budou přitahovat.

Pitná voda obsahuje množství rozpuštěných iontů, což jsou elektricky nabitá částice. Voda z kohoutku se tedy bude přitahovat, nebo odpuzovat, na dálku prostřednictvím elektrického pole s naším zeledrovaným tělesem.



Další náměty:

Nechte žáky bádát nad dalšími náměty a pokusy. Případně je vhodnou formou naved'te. Uvádíme deset rozšiřujících námětů.

- 1) Proč někdy dojde k odpuzování a jindy k přitahování proudu vody a zeledrovaného tělesa?
- 2) Bude mít pokus stejný průběh i při použití destilované vody?
- 3) Jde podobný experiment realizovat také s jiným tělesy?
- 4) Jak zjistíme, kolik má atom protonů, elektronů a neutronů?
- 5) Jak se nazývají atomy, které přijmou nebo ztratí elektron?
- 6) Proč mezi tělesy při zeledrování třením přecházejí pouze elektrony, nikoliv však protony?
- 7) V jakých jednotkách se elektrický náboj měří? A kolik je to $1,602 \cdot 10^{-19}$ C?
- 8) Kdo se jako první statickou elektřinou zabýval?
- 9) Které faktory mají vliv na vznik elektrostatického náboje?
- 10) Proč po použití kondicionéru nepůsobí na vlasy statická elektřina?

Nástin odpovědí na další náměty:

- 1) Pokud působí mezi zeledrovaným tělesem a proudem vody přitažlivá síla, jedná se o působení mezi nesouhlasnými elektrickými náboji. Pokud mezi nimi působí odpudivá síla, jedná se o působení mezi souhlasnými elektrickými náboji. Jakými náboji se elektruje těleso, záleží na jeho materiálu a triboelektrické řadě. Materiály nacházející se na kladné straně řady budou projevovat tendenci k odevzdávání svých povrchových elektronů a nabíjejí se kladně, zatímco materiály nacházející se na záporné straně se budou snažit o získání elektronů, tedy záporného náboje.

Triboelektrická řada:

+ (největší kladný náboj)

polyuretanová pěna (PUR)

vlasy, mastná pokožka

nylon, suchá pokožka

sklo

vlna

PMMA (plexisklo)

kůž

králíčí kožešina

křemen

slída



olovo

kočičí kožešina

hedvábí

hliník

papír

bavlna (takřka bez náboje)

0 (bez náboje)

ocel

dřevo (malý záporný náboj)

jantar

pečetní vosk

polystyrén

gumový balónek

pryskyřice

tvrdá pryž

nikl, měď

síra

mosaz, stříbro

zlato, platina

umělé hedvábí

syntetický kaučuk

polyester

orlon

potravinářská fólie

polyethylen (PE)

polypropylen (PP)

polyvinylchlorid (PVC)

silikon

teflon (PTFE)

silikonová pryž

ebonit

- 2) Ne, destilovaná voda obsahuje nedostatečný počet kationtů a aniontů, které k vyvolání jevu nestačí.
- 3) Ano. Existuje mnoho těles, které lze elektrovat.



- 4) V periodické tabulce prvků vyhledáme jeho protonové číslo – udává počet protonů a elektronů elektricky neutrálního atomu. Dále zjistíme jeho nukleonové číslo, od něj odečteme protonové číslo a dostaneme počet neutronů.
- 5) Přijmou elektron → záporné ionty – anionty; odevzdají elektron → kladné ionty – kationty.
- 6) Protony jsou vázány v atomovém jádře mnohem větší silou (jaderné síly), než elektrony v obalu atomu (elektromagnetická síla).
- 7) Elektrický náboj se měří v jednotkách zvaných coulomb (C). $1,602 \cdot 10^{-19}$ C je $0,0000000000000000001602$. Následující tabulka označuje předpony pro jednotlivé násobné jednotky:

název	značka	násobek	Mocnina 10	původ
exa	E	1 000 000 000 000 000 000	10^{18}	řečtina (exa = šest)
peta	P	1 000 000 000 000 000	10^{15}	řečtina (pente = pět)
tera	T	1 000 000 000 000	10^{12}	řeč. (teras = nebes. znamení)
giga	G	1 000 000 000	10^9	řečtina (gigas = obr)
mega	M	1 000 000	10^6	řečtina (megas = veliký)
kilo	k	1 000	10^3	řečtina (chilioi = tisíc)
mili	m	0,001	10^{-3}	latina (mille = tisíc)
mikro	μ	0,000 001	10^{-6}	řečtina (mikros = malý)
nano	n	0,000 000 001	10^{-9}	latina (nanus = trpaslík)
piko	p	0,000 000 000 001	10^{-12}	italština (piccolo = maličký)
femto	f	0,000 000 000 000 001	10^{-15}	dánština (femten = patnáct)
atto	a	0,000 000 000 000 000 001	10^{-18}	dánština (atten = osmnáct)

- 8) Jako první se pokusy s elektrostatikou zabýval pravděpodobně Thalés z Milétu, (okolo 624 př. n. l. Milétos – okolo 548 př. n. l.). Byl předsókratovský filosof, geometr a astronom, jeden ze „Sedmi mudrců“. Aristotelés a mnozí další ho pokládali za zakladatele řecké filosofie, která tehdy ovšem zahrnovala také matematiku či jiné vědy. Snažil se totiž zkoumat svět a přírodu rozumově a vysvětlovat je, aniž by se přitom odvolával na mýty. Z jeho díla se zachovaly pouze zlomky a různá vyprávění o něm, takže výklad jeho filosofie je velmi nejistý a není možné ani ověřit jeho matematické objevy. Od starověku se mu však připisuje řada objevů v geometrii (například Thaletova věta), v astronomii a v kosmologii.



9) Druh materiálu

Některé materiály se staticky nabíjejí snadněji než jiné. Například materiál z acetátových vláken bude náboj shromažďovat výrazně rychleji než sklo.

Vlhkost

Čím sušší je prostředí, tím vyšší je úroveň elektrostatického náboje a obráceně, čím vyšší vlhkost, tím menší je i elektrostatický náboj.

Opakování

Opakované činnosti, jako tření i separace, budou zvyšovat hladinu statického nabití, které v materiálu je.

Bateriový efekt

Kombinace mnoha nabitých předmětů může působit generování extrémně vysokého statického nabití. Například jednotlivé archy plastické hmoty s relativně nízkým povrchovým nabitím mohou vytvářet extrémně vysoká napětí v případě, že jsou skladované spolu.

Změna teploty

Materiál má v případě postupného chladnutí tendenci vytvářet elektrostatický náboj. Přitom se elektrostatický náboj rozšíří v celém materiálu.

- 10) Vlas je složen ze šupinek kreatinu. Ty jsou drženy vodíkovými můstky tak, aby tvořily hladkou vrstvu. Šampon a prostředí ji narušují. Kondicionér přidává vodíkové můstky a dělá vlas hladší. Jsou i kondicionéry, co dodávají tuk, obalují a lubrikují. To vše snižuje statickou elektřinu. Podobně funguje i aviváž v prádle. Ta obsahuje tenzidy - povrchově aktivní látky. Jsou to organické sloučeniny, které jsou schopny se hromadit již při nízké koncentraci na fázovém rozhraní a tím snižovat mezifázovou energii soustavy. Tenzid z aviváže se uchytí na prádle (na vlákněch) a vytváří ochrannou vodivou vrstvu. Tímto způsobem se tkaniny vyrobené ze syntetických textilních vláken při každém praní antistaticky upravují. Bez aviváže by se nám sukně a kalhoty lepily na nohy při každém kroku.