

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 zeledrujeme 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.



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 tělesa 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 elektrinou zabýval?
- 9) Které faktory mají vliv na vznik elektrostatického náboje?
- 10) Proč po použití kondicionéru nepůsobí na vlasy statická elektrina?

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 částec (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 vruší. 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.

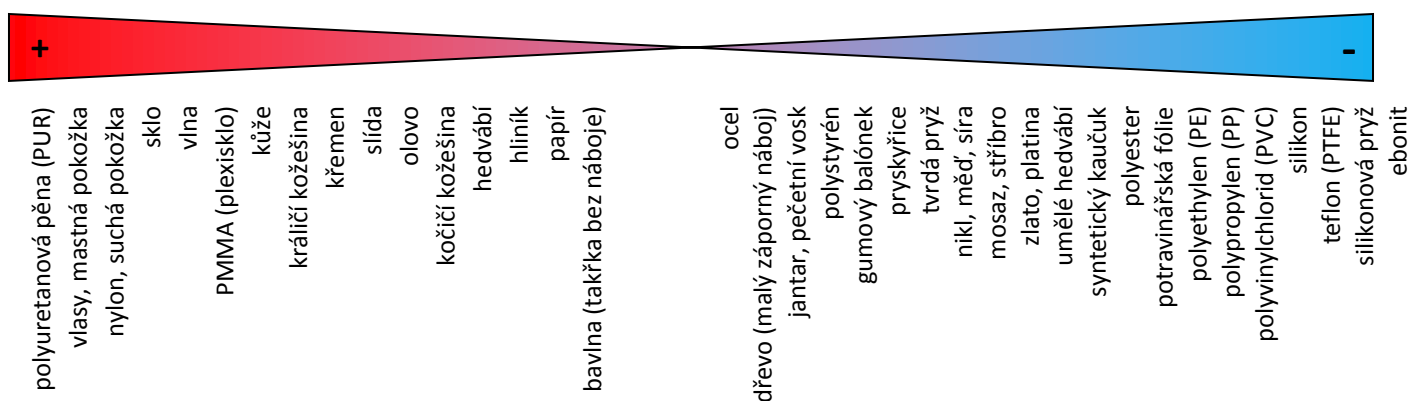
Zelektrovaná tělesa se vzájemně přitahují nebo odpuzují, a to i tehdy, pokud se nedotýkají; přitahují se na dálku prostřednictvím elektrického pole, které se vytvoří kolem každého zelektrovaného tělesa nebo částice s nábojem. Tento jev se nazývá elektrostatická indukce. Náboje zelektrovaného tělesa při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

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

Podklady pro odpovědi k dalším námětům

- 1) Pokud působí mezi zelektrovaným 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:



- 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 $0,0000000000000000001602$ C. 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. Milétoš – 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 prádlo (na vláčkách) 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.

Vazby na RVP ZV/RVP G

RVP G

Rozvíjí klíčové kompetence:

- kompetenci k učení,
- kompetenci k řešení problémů
- kompetenci komunikativní

Vzdělávací oblasti:

5.3 Člověk a příroda

5.3.1 Fyzika

- soustava fyzikálních veličin a jednotek
- kinetická teorie látek – charakter pohybu a vzájemných interakcí částic v látkách
- elektrický náboj a elektrické pole
- elektrický odpor

5.3.2 Chemie

- stavba atomu
- chemická vazba a vlastnosti látek

5.8 Informatika a informační a komunikační technologie

5.8.1 Informatika a informační a komunikační technologie

- ovládá, propojuje a aplikuje dostupné prostředky ICT
- využívá teoretické i praktické poznatky o funkcích jednotlivých složek hardwaru a softwaru k tvůrčímu a efektivnímu řešení úloh
- využívá dostupné služby informačních sítí k vyhledávání informací



Rozvíjí průřezová témata:

- 6.4 Environmentální výchova

RVP ZV

Rozvíjí klíčové kompetence:

- kompetenci k učení
- kompetenci k řešení problémů
- kompetenci komunikativní

Vzdělávací oblasti:

5.3 Informační a komunikační technologie

5.3.1 Informační a komunikační technologie

- základy práce s počítačem
- vyhledávání informací
- zpracování a využití informací

5.6 Člověk a příroda

5.6.1 Fyzika

- skupenství látek - souvislost skupenství látek s jejich částicovou stavbou
- elektrické a magnetické pole – elektrická a magnetická síla; elektrický náboj; bezpečné chování při práci s elektrickými přístroji a zařízeními

5.6.2 Chemie

- vlastnosti látek; elektrická vodivost
- voda – destilovaná, pitná, čistota vody
- částicové složení látek – molekuly, atomy, atomové jádro, protony, neutrony, elektronový obal a jeho změny v chemických reakcích, elektrony

Rozvíjí průřezová témata:

- 6.3 Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech
- 6.5 Environmentální výchova
- 6.6 Mediální výchova