

ELEKTŘINA A MAGNETISMUS

419.0005



ELEKTRINA A MAGNETISMUS

PRŮVODCE POKUSY

*José Luis Hernandez Pérez
José Maria Vaquero Guerri
Maria Jesus Carro Martinez
Carlos Parejo Farell
Katedra didaktiky ENOSA*

*Francouzský překlad: Michelle Vadon
Český překlad : Jaromír Kekule*

SEZNAM POKUSŮ

0. AMPÉRMETRY A VOLTMETRY

STABILIZOVANÝ ZDROJ, MOTOR, GENERÁTOR

1. ELEKTROSTATIKA

- 1.1. Elektrizace třením
- 1.2. Elektrostatické kyvadlo
- 1.3. Různé druhy náboje
- 1.4. Elektroskop

2. ELEKTRICKÝ PROUD A ELEKTRICKÉ OBVODY

- 2.1. Stejnoseměrný proud (vodiče a izolanty)
- 2.2. Póly zdroje stejnosměrného napětí
- 2.3. Sestavení jednoduchého elektrického obvodu
- 2.4. Zapojování žárovek
- 2.5. Ampérmetr
- 2.6. Voltmetr
- 2.7. Spojování článků
- 2.8. Dělič napětí
- 2.9. Ohmův zákon
- 2.10. Odpor vodiče
- 2.11. Sériové a paralelní zapojení rezistorů
- 2.12. Tepelné účinky proudu
- 2.13. Termoelektrický článek

3. ELEKTROLÝZY. APLIKACE

- 3.1. Elektrický proud v kapalinách (I)
- 3.2. Elektrický proud v kapalinách (II)
- 3.3. Pohyb iontů
- 3.4. Elektrolýza síranu měďnatého
- 3.5. Elektrolýza síranu zinečnatého
- 3.6. Elektrolýza nitrátu olova
- 3.7. Elektrolýza okyselené vody
- 3.8. Poměďování
- 3.9. Stavba článku
- 3.10. Stavba akumulátoru

PŘÍRUČKA PRO UČITELE

4. MAGNETISMUS A ELEKTROMAGNETISMUS

- 4.1. Magnety. Magnetické siločáry
- 4.2. Síly působící mezi magnetickými póly
- 4.3. Kompas
- 4.4. Oerstedův pokus
- 4.5. Vliv magnetického pole na vodič s proudem
- 4.6. Magnetizace třením
- 4.7. Magnetizace elektrickým proudem
- 4.8. Solenoid. Elektromagnet
- 4.9. Elektrický zvonek
- 4.10. Relé

5. ELEKTROMAGNETICKÉ GENERÁTORY A ELEKTROMOTORY

- 5.1. Elektromagnetická indukce
- 5.2. Princip alternátoru
- 5.3. Princip dynama
- 5.4. Stejnoseměrný elektromotor

PŘÍRUČKA PRO UČITELE

AMPÉRMETRY A VOLTMETRY. STABILIZOVANÝ ZDROJ. MOTOR, GENERÁTOR**AMPÉRMETRY A VOLTMETRY****1. MĚŘÍCÍ PŘÍSTROJE NA STEJNOSMĚRNÝ PROUD**

Ampérmetr a voltmetr v kufříku jsou v provedení s otočnou cívkou. Tento typ přístrojů se obzvláště hodí k měření proudu a napětí ve stejnosměrných obvodech.

Jestliže cívkou protéká střídavý proud, setrvačnost otáčejícího se systému mu brání sledovat rychlé změny proudu. Proto je možno používat tyto přístroje ve střídavých obvodech jen tehdy, když proud v přístroji usměrníme.

2. STUPNICE S NULOUPROSTŘED

U ampérmetru i u voltmetru je použita stupnice s nulou uprostřed. Výhoda tohoto uspořádání spočívá v tom, že není potřeba předem zkoumat směr proudu v obvodu. To je velmi důležité, jelikož předpokládáme, že pokusy s pomůckami z kufříku budou provádět sami studenti.

Aby si však studenti zvykli na správné zapojení běžných měřících přístrojů, je jim třeba doporučovat připojení červené zdíčky ke kladnému pólu stabilizovaného zdroje napětí, a to buď přímo, nebo nepřímo (mezi zdrojem a měřícím přístrojem se nacházejí další prvky obvodu). Uvnitř přístroje tedy proud teče od červené zdíčky k černé.

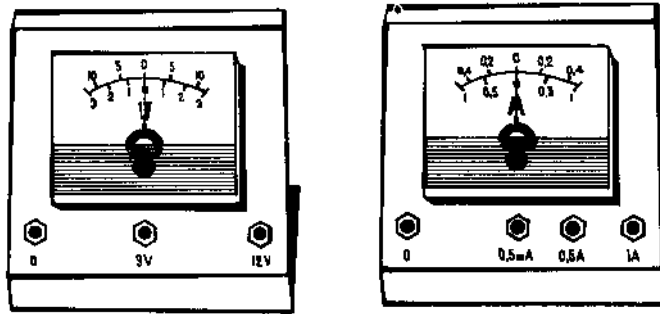
Budou-li přístroje zapojeny popsáním způsobem, jejich ručička by se měla vychylovat vpravo na stupnici. Jestliže se vychyluje na druhou stranu, znamená to, že proud teče přístrojem opačným směrem.

3. MĚŘÍCÍ ROZSAH

Oba přístroje mají rozsahy potřebné k provedení pokusů uvedených v pracovních listech studentů.

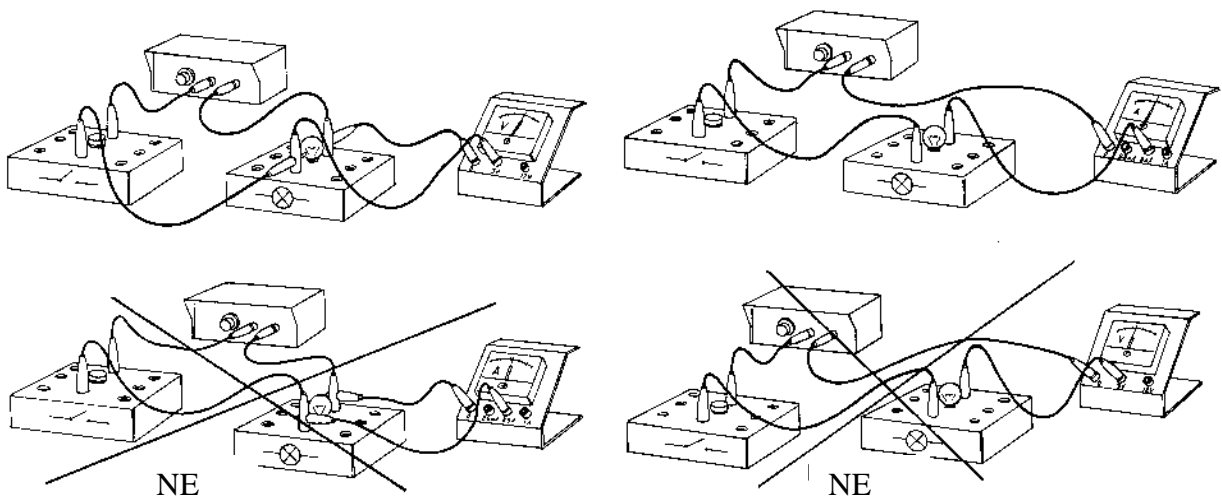
Když chceme provést měření ve stejnosměrném obvodu, jeden z vodičů je připojen ke zdínce černé barvy a druhý vodič k jedné z červených zdíček, podle toho, jak velké hodnoty chceme měřit. Čísla uvedená u zdíček udávají velikost proudu nebo napětí, které způsobí výchylku ručičky přístroje na konec stupnice.

PŘÍRUČKA PRO UČITELE



Chceme-li provést nějaké konkrétní měření v elektrickém obvodu, je třeba postupovat systematicky.

1. Jestliže nemáme řádovou představu o velikosti veličiny, kterou chceme měřit, musíme brát zřetel na to, že může být značná a tedy dostatečná pro zničení měřícího přístroje. Je třeba použít největší rozsah, což znamená 1 A u ampérmetru a 12 V na voltmetru.
2. Jestliže se po zapojení přístroje ručička nevychýlí nebo se vychýlí tak málo, že by stačilo použít menší rozsah (0,5 A pro ampérmetr a 3 V pro voltmetr), použijeme menší rozsah.
3. Ampérmetr má i rozsah 0,5 mA. Tento rozsah můžeme použít teprve po tom, co jsme se přesvědčili, na vyšším rozsahu neukazuje ručička prakticky žádnou výchylku.
4. Při měření proudu je třeba zapojit ampérmetr do série s prvkem, u kterého chceme zjistit proud, který jím protéká.
5. Při měření napětí zapojíme voltmetr paralelně s prvkem, mezi jehož vývody chceme měřit napětí.



PŘÍRUČKA PRO UČITELE

STABILIZOVANÝ ZDROJ “EA-1”

Zdroj je schopen poskytovat různá stejnosměrná napětí potřebná pro pokusy s kufříkem „Elektrina“.

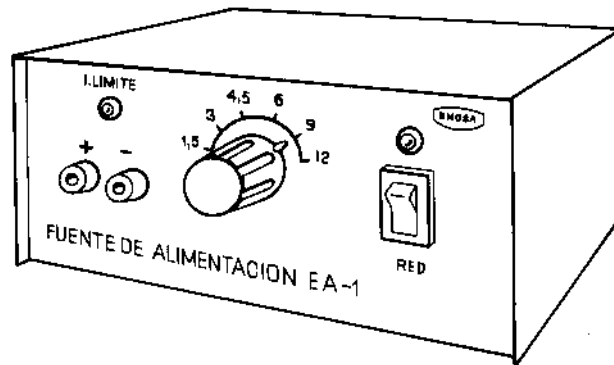
Předpokládá se, že zdroj bude napájen střídavým napětím 220 V. Vzadu má ochrannou pojistku a uzemnění.

Pokud je zdroj napájen střídavým napětím 125 V, je třeba zaměnit na transformátoru odbočku 220 V za odbočku 125 V.

Jakmile máte zdroj připojen k síti, stiskněte vypínač. Světelný indikátor ukazuje, že je přístroj v provozu. Novým stisknutím vypínače můžete přerušit proud, aniž byste zdroj vypojovali ze zásuvky.

Otočným přepínačem můžete vybrat stabilizovaná stejnosměrná napětí, která je zdroj schopen poskytovat. Jsou to napětí 1,5 V, 3 V, 4,5 V, 6 V, 9 V a 12 V.

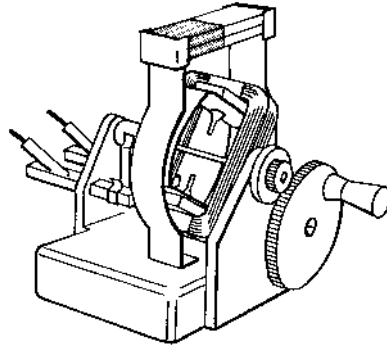
Zdroj je vybaven ochranným systémem proti zkratu, který omezuje výstupní proud na 1 A. Světelný indikátor umístěný nad zdíčkami signalizuje nevhodné užívání přístroje nebo zkrat.

**MOTOR - GENERÁTOR**

Skládá se ze tří základních částí: stator, rotor a kolektor.

1. STATOR je nepohyblivá část, která se skládá ze dvou magnetů umístěných na sebe se stejnými póly u sebe. V tomto uspořádání se jejich magnetické účinky skládají. (obr. 1).

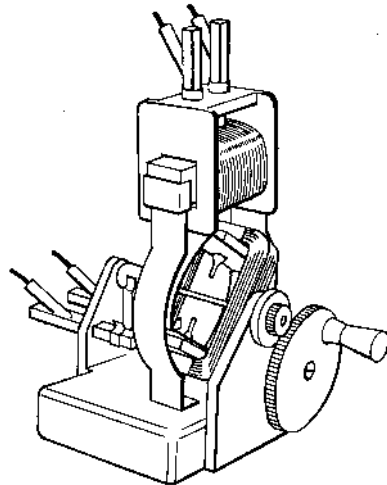
PŘÍRUČKA PRO UČITELE



obr. 1

Potom, co po provedení pokusu rozebíráte generátor a uklízíte pomůcky, je třeba magnety umístit opačnými póly k sobě.

Jako stator též můžeme použít cívku s 2000 závitů s jádrem z měkkého železa (obr. 2).



obr.2

2. ROTOR je tvořen cívku pravoúhlého průřezu připevněnou na ose, kolem které se cívka může otáčet. Uvnitř cívky je ploché jádro z měkkého železa, jehož úkolem je zesilovat magnetické pole uvnitř cívky.

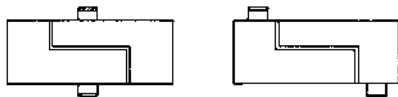
Na jednom konci osy je malá kladka, na kterou můžeme namotat provázek. Ozubené kolo připevněné ke kladce zapadá do většího ozubeného kola opatřeného klikou.

Používáme-li zařízení jako generátor, můžeme rotorem otáčet buď pomocí kliky nebo pomocí provázku namotaného na kladce, za který taháme. Přitom je třeba přidržovat generátor, aby se nepohyboval po podložce. Pokud používáme roztáčení pomocí provázku, je třeba demontovat velké ozubené kolo s klikou. To uděláme jednoduše povolením šroubu na jeho ose.

3. KOLEKTOR se skládá ze dvou válečků, které jsou izolovány jeden od druhého, nasazeny na společné ose a připájeny ke koncům cívky, která se otáčí společně s nimi.

PŘÍRUČKA PRO UČITELE

Ve střední části kolektoru jsou oba válečky prodlouženy tak, že každý pokrývá polovinu průřezu válce (obr. 3).



obr.3

Vedle kolektoru jsou dva kovové plíšky, které se mohou dotýkat otáčejícího se kolektoru. Tyto plíšky se nazývají kartáčky. Mohou být umístěny tak, aby se při otáčení dotýkaly buď stále jednoho nebo střídavě obou od sebe izolovaných válečků (obr. 3).

Kartáčky se velice snadno zašpiní, ať už proto, že mezi nimi a kolektorem dochází k jiskření, nebo z jiných důvodů. Je třeba je čistit tkaninou nebo papírem napuštěným alkoholem. Jestliže je povrch kartáčků stále zoxidovaný, je vhodné je vyčistit smirkovým papírem.

PŘÍRUČKA PRO UČITELE

ELEKTRIZACE TŘENÍM (1.1.)

CÍL

Tento pokus si klade za cíl ukázat studentům, že tělesa lze zelectrovat třením.

Elektrizace těles třením je známa už od antiky. Jev byl v 7. století před naším letopočtem popsán Thaletem z Milétu. Ten objevil, že jantar třený látkou přitahuje drobná tělesa jako husí peříčka, vlasy a jiné.

Pro úplnost uvádíme, že pojem „elektřina“ pochází z řeckého slova „elektron“, kterým se označuje jantar. Stejnou vlastnost jako jantar mají i jiné látky - ebonit, sklo, pryskyřice, plasty,

Elektrizace třením vysvětluje mnoho jevů, které známe z každodenního života. Když si například někdo svléká oblečení z nylonu v tmavé místnosti, vidíme drobné elektrické výboje. Když si češeme suché vlasy plastovým hřebenem, pozorujeme výboje též.

POSTUP

Malé kousky papíru by měly mít tvar čtverce o straně zhruba 5 mm. Měly by být ustřižené nůžkami a ne jen utržené rukou. Jen tak budou jejich kraje hladké a nebudou se zachytávat jeden o druhý.

Hlavním problémem při pokusech z elektrostatiky bývá vlhkost. Když se tyče při tření nezelektrují, je potřeba je zahřát. Buď je dejte na sluníčko nebo pod 100 W žárovku. Když na to není čas, je možné na ohřátí všech používaných předmětů použít proud horkého vzduchu z fénu na vlasy. Ke zdařilému provedení pokusu stačí podržet předměty pod fénem několik sekund.

POZOROVÁNÍ

1. a) Tyč z plexiskla třená kočičí kůží přitahuje drobné kousky papíru. Mnoho z nich zůstává k tyči přilepeno, ale některé se po kontaktu s tyčí od ní odpuzují.
b) Když třeme ebonitovou tyč kočičí kůží, pozorujeme stejný jev jako při použití plexisklové tyče.
c) Když třeme tyče acetátem, obě se znovu zelektrují a opět přitahují kousky papíru.
2. Když přejedeme po tyčích rukou, jejich schopnost přitahovat malé kousky papíru se ztratí.
3. Voda se chová stejně jako kousky papíru. Kapky vody v blízkosti zelectrované tyče jsou vychylovány její přitažlivou silou.

PŘÍRUČKA PRO UČITELE

OTÁZKY A ZÁVĚRY

1. Odpověď je kladná.
2. Odpověď závisí na vlhkosti papírků. Je dobré navést žáka k tomu, aby si všiml, že většina z nich je odpuzována po jistou dobu poté, co se dotkly tyče (v některých případech až minutu nebo i déle).
3. Odpověď je: *přitahuje*.
4. Izolované těleso může být zelectrováno tím, že ho třeme kočičí kůží.

NÁVRHY

Pokus může být obměněn tím, že místo kousků papírů použijeme malé kousky hliníkové fólie. Ty jsou k tyči přitahovány, ale po několika sekundách jsou zase odpuzovány (byla-li tyč předtím třena rovnoměrně).

Je možné také studenty navést k tomu, aby třeli plastovou tužku rukávem svetru a pozorovali, co se stane, když ji potom přiblíží k malým kouskům papíru.

PŘÍRUČKA PRO UČITELE

ELEKTROSTATICKÉ KYVADLO (1.2.)

CÍL

Cílem pokusu je ukázat studentům, jak může být jednoduché kyvadlo zajímavé při zkoumání elektrostatických jevů.

Elektrostatické kyvadlo se skládá z velmi lehké kuličky (vodivé či nevodivé) zavěšené na držáku prostřednictvím velmi tenkého nevodivého vlákna (například z nylonu).

POZOROVÁNÍ

1. Když přiblížíme ebonitovou tyč ke kuličce kyvadla, pozorujeme, že je tyčí přitahována, během chvilky se jí dotkne a pak je od ní odpuzována. Doba kontaktu závisí na vlhkosti povrchu kuličky.
2. S tyčí plexiskla pozoruje úplně to samé: kulička je přitahována a posléze, po jisté době, odpuzována.
- 3 a 4. Když přiblížíme zeлектроvanou tyč k vodivé kuličce, pozorujeme stejný jev. Kulička je napřed přitahována a potom odpuzována. Rozdíl ale spočívá v délce trvání kontaktu. S vodivou kuličkou je tato doba velmi krátká: kulička je k tyči přitahována a *potom ihned* odpuzována.

OTÁZKY A ZÁVĚRY

1. Elektrostatické kyvadlo se skládá z velmi lehké vodivé kuličky zavěšené na tenkém vlákně z přírodního hedvábí nebo nylonu.
2. Studenti mohli konstatovat, že pomocí elektrostatického kyvadla lze ukázat přitažlivé a odpudivé elektrostatické síly. Pomocí kyvadla lze tedy určit, zda je tyč, kterou k němu přibližujeme, nabitá.
3. Tyče z plexiskla a ebonitu se zelektrují třením, jejich elektrizaci lze ukázat s pomocí elektrostatického kyvadla.
4. Když přiblížíme ebonitovou tyč k polystyrénové kuličce, *napřed ji přitahuje* a potom, po uplynutí jisté doby, ji *odpuzuje*.
5. Přesně to samé pozorujeme, použijeme-li tyč z plexiskla.
6. Kulička je *nabitá*.
7. Odpověď je záporná.
8. Obě kuličky jsou napřed přitahovány. Ale vodivá kulička je pak ihned odpuzována, zatímco nevodivá polystyrénová kulička zůstává přilepena na tyči. Je to proto, že vodivá kulička se

PŘÍRUČKA PRO UČITELE

okamžitě nabije na stejný náboj, jako má tyč, a proto se ihned odpuzuje. Kuličce z polystyrénu, který je nevodivý, trvá delší dobu, než se nabije a je pak odpuzována.

9. Obě kuličky můžeme jednoduše vybit tím, že je vezmeme do ruky.

POZNÁMKY

1. Vodivé elektrostatické kyvadlo obsahuje polystyrénovou kuličku, která je stejná jako nevodivá kulička, ale její povrch je speciálně pokoven. Existují i jiné způsoby, jak kuličku, která byla vyrobena z izolantu, upravit na vodivou. Jeden z nich spočívá v jejím pokrytí směsí práškové tuhy a vody. Lepšího výsledku nicméně docílíme, když místo vody použijeme aceton.

Jiný postup, dost úspěšný, je ponořit kuličku do silikonu. Je třeba dát pozor na to, abychom nenamočili i nylonové vlákno, na kterém je kulička zavěšena.

2. Různé chování polystyrénových kuliček (vodivé a nevodivé) umožňuje vysvětlit jev sledovaný v předešlém případě, kdy jsme přibližovali kousky papíru k zeлектроvané tyči.

Papír není vodivý, je tyčí přitahován, pak na ní drží přilepen po jistou dobu a nakonec je jí odpuzován. Je-li tyč zeлектроvaná málo, drží na ní papír minutu i více. Tato doba závisí také na vlhkosti papíru. S velmi vlhkým papírem je doba kontaktu krátká.

PŘÍRUČKA PRO UČITELE

RŮZNÉ DRUHY NÁBOJE (1. 3.)

CÍL

Ve dvou předchozích pokusech jsme ověřili, že tělesa lze zelectrovat třením. Viděli jsme, že když třeme tyč z plexiskla nebo ebonitovou tyč kočičí kůží a acetátem, tak se zelectrují. Tuto jejich vlastnost můžeme prokázat tak, že je přiblížíme k drobným kouskům papíru nebo k elektrostatickému kyvadlu. Kousky papíru nebo kulička kyvadla jsou k tyčím přitahovány.

Nyní ověříme, že různá tělesa se při tření mohou nabíjet odlišným způsobem.

Pokusy provedené s různými látkami ukazují, že existují dva druhy elektrického náboje – náboj kladný (+) a náboj záporný (-). Těleso, které nevykazuje známky přítomnosti elektrického náboje, se nazývá „neutrální“.

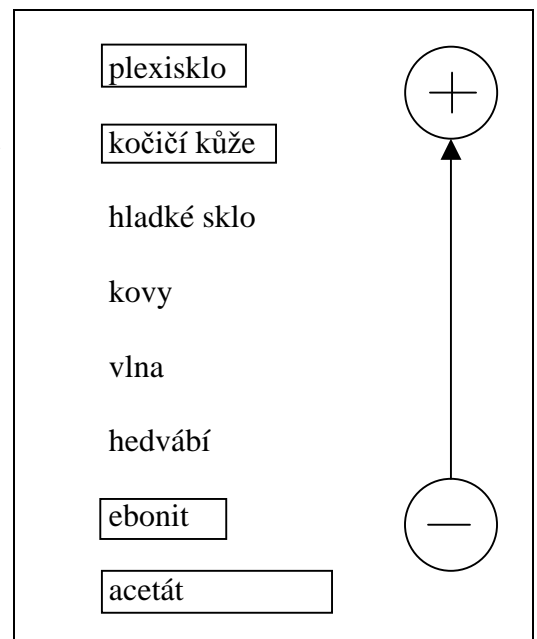
Stejně těleso může být jednou zelectrováno kladně a podruhé záporně, v závislosti na tom, čím ho třeme. Například ebonitová tyč třená liščíím ohonem se nabíjí záporně, zatímco při tření acetátem se nabíjí kladně.

Můžeme sestavit stupnici látek, do které je umístíme v takovém pořadí, že těleso z dané látky se nabíjí kladně, je-li třeno tělesem z látky, která v seznamu následuje za ní, a nabíjí se záporně, jestliže je třena tělesem z látky, která je v seznamu před ní. Elektrování je tím silnější, čím jsou látky v seznamu dále od sebe.

Podíváme-li se na stupnici, vidíme, že tyč z plexiskla se nabíjí kladně, jestliže ji třeme kočičí kůží nebo acetátem, ale nabije se více při tření acetátem.

Naopak, ebonitová tyč se nabíjí záporně, jestliže ji třeme kočičí kůží, a kladně, třeme-li ji acetátem.

Sklo se nabíjí kladně, když ho třeme hedvábnou látkou, a lehce záporně, když ho třeme kočičí kůží.



V následujících pokusech doporučujeme:

1. třít tyč z plexiskla acetátem
2. třít ebonitovou tyč kočičí kůží.

Pak můžeme říci, že náboje zelectrovaných tyčí jsou následující:

PŘÍRUČKA PRO UČITELE

1. tyč z plexiskla: kladný (+)
2. ebonitová tyč: záporný (-).

Acetát a kočičí kůže jsou při tření zelectrovány záporně (-) (acetát) a kladně (+) (kůže).

Elektrizace třením se vysvětlí velmi jednoduše, jestliže si uvědomíme, že všechna tělesa jsou složena z atomů. Neutrální atom se skládá z jistého počtu částic s kladným nábojem a stejného počtu částic se záporným nábojem. Kladně nabitě částice (protony) jsou přítomny v jádře atomu. Záporně nabitě částice (elektrony) tvoří vnější část atomu, takzvaný elektronový obal. Rozložení elektronů v obalu je charakteristické pro každou energii atomu.

V některých látkách jsou vnější elektrony slabě vázány a mohou být z vazby vytrženy. Když se vzájemně třou dvě různá tělesa, dochází mezi nimi k těsnému kontaktu, jedno z nich ztrácí elektrony a předává je druhému tělesu. První těleso má potom nedostatek elektronů (říkáme, že je kladně nabitě) a druhé má přebytek elektronů (je nabitě záporně).

Dvě nabitá tělesa se ovlivňují, což se projevuje přitažlivými nebo odpuzivými silami mezi nimi. Tělesa se přitahují, jsou-li nabita opačnými náboji, a odpuzují se, jsou-li nabita stejným nábojem.

Cílem tohoto pokusu je ukázat existenci dvou druhů náboje, kladného a záporného, a jejich vzájemné ovlivňování. Dva stejné náboje se odpuzují, opačné náboje se přitahují.

POSTUP

Pro správný průběh pokusu je třeba dbát následujících doporučení.

1. Třete tyč z plexiskla acetátem. Tyč je nabita *kladně*.
2. Třete ebonitovou tyč kočičí kožešinou. Tyč je nabita *záporně*.

Je lepší používat vodivou kuličku, protože se vzájemná interakce mezi tyčemi a kuličkou projeví rychleji.

POZOROVÁNÍ

1. Když přiblížíme tyč z plexiskla (nabitou kladně) ke kuličce, kulička je přitahována k tyči, až se jí dotkne. Tím se také nabije kladně a začne se od tyče ihned odpuzovat.
2. Když přiblížíme ke stejné kuličce ebonitovou tyč (nabitou záporně), pozorujeme, že kulička je přitahována k tyči.

Když tyč přiblížíme ke kuličce příliš, může se jí dotknout. Tím se kulička nabije na stejný náboj jako má tyč (záporně) a pak se od ní odpuzuje.

PŘÍRUČKA PRO UČITELE

3. Když přiblížíme ke kuličce tyč z plexiskla, je od ní odpuzována.
4. Když se dotkneme obou kuliček tyčí z plexiskla, kuličky se nabijí stejným nábojem (kladným). Když je k sobě přiblížíme, pozorujeme, že se *odpuzují*.
5. Když se kuliček dotkneme ebonitovou tyčí, kuličky se nabijí stejným nábojem (záporným). Když je k sobě přiblížíme, pozorujeme, že se opět *odpuzují*.
6. Kuličky nabijeme opačnými náboji tak, že se jedné dotkneme ebonitovou tyčí (má záporný náboj) a druhé tyčí z plexiskla (má kladný náboj). Když je pak k sobě přiblížíme, pozorujeme, že se *přitahují*.
7. Když přiblížíme tyč z plexiskla ke kuličce elektrostatického kyvadla, napřed je kulička *přitahována*, ale ihned po dotyku s tyčí je od ní *odpuzována*. Když k ní přiblížíme kousek acetátu, kterým jsme třeli tyč, pozorujeme, že se k němu kulička *přitahuje*.

OTÁZKY A ZÁVĚRY

1. Když přiblížíme tyč z plexiskla třenou acetátem ke kuličce kyvadla, napřed kuličku *přitahuje*, ale *potom ji ihned odpuzuje*.
2. Úplně stejnou věc pozorujeme, použijeme-li ebonitovou tyč.
3. Kulička nabitá tyčí z plexiskla je touto tyčí *odpuzována*, ale je *přitahována* ebonitovou tyčí.
4. Z předcházejícího lze vyvodit, že náboj tyče z plexiskla je *jiný* než náboj ebonitové tyče.
5. Obě kuličky nabité pomocí tyče z plexiskla se vzájemně *odpuzují*.
6. Obě kuličky nabité pomocí ebonitové tyče se také vzájemně *odpuzují*.
7. Kulička nabitá pomocí tyče z plexiskla a kulička nabitá pomocí ebonitové tyče se navzájem *přitahují*.
8. Můžeme uzavřít, že :
 - Kladné náboje se navzájem *odpuzují*.
 - Záporné náboje se navzájem *odpuzují*.
 - Záporný náboj a kladný náboj se navzájem *přitahují*.
 - Náboje stejného znaménka se *odpuzují* a náboje opačného znaménka se *přitahují*.
9. Když třeme tyč z plexiskla acetátem, nabijí se tyč *kladně* a acetát *záporně*.