

Žákovská cvičení Elektrodynamika

Obj. číslo 119.2058



REJSTŘÍK

1. Elektřina
2. Elektrický náboj
3. Elektrický náboj hmoty
4. Vodiče a izolátory
5. Elektrické pole
6. Energie elektrického pole – elektrický potenciál
7. Baterie
8. Voltmetr
9. Elektrický obvod
10. Intenzita elektrického napětí – ampérmetr
11. První Ohmův zákon
12. Druhý Ohmův zákon
13. Odpor
14. Jak se měří elektrický odpor
15. Rezistory zapojené v řadě
16. Reostat
17. Rezistory zapojené paralelně
18. Elektrické sítě
19. Potenciometr
20. Vnitřní odpor baterie
21. Tepelný efekt elektrického proudu
22. Vedení proudu v kapalinách
23. Elektrolýza

Počet dostupných pokusů: 24

POZNÁMKA

Drobné rozdíly mezi parametry jednotlivých částí kolekce a příslušným vyobrazením jsou dány technickým vývojem.

SEZNAM MATERIÁLU

Množ.	Popis	Kód
1	Lanko	0015
1	Kruhový podstavec	0026
1	Tyč s hákem	0052
1	Měřítko	1116
1	Tyčka z plexiskla	5002
2	PVC tyčky	5003
1	Držák	5007
1	Spínač	5008
1	Objímka	5009
1	Žárovka 6V	5010
4	Kabely 30 cm	5012
4	Kabely 60 cm	5013
1	Láhev roztoku síranu měďnatého	5022
1	Láhev destilované vody	5029
1	Černá svorka	5062 N
1	Červená svorka	5062 R
2	Dráty z chromniklu	5076
1	Kotouč s měděnou a mosaznou elektrodou	5138
1	Dvojice izolátorů se stojanem	5277
1	Pár hadrů	5283
1	Elektrický kalorimetr s teploměrem	5282
1	Řada tří rezistorů	5396
1	Lineární reostat 10 ohm se základnou	5397
1	Držák baterie	5430
1	Voltmetr	5725
1	Ampérmetr	5726
1	Dvojice elektrod pro výrobu baterie	6316
1	Kovová tyč	7 / E
1	Skleněná odměrka 250 ml	V 30

UPOZORNĚNÍ

Materiál této učební pomůcky neobsahuje generátor elektrického proudu, lze jej objednat samostatně. Možnými řešeními jsou:

- Čtyřmístný držák baterií pro baterie LR20; kód 5707
- Stupňovitě nastavitelný zdroj stejnosměrného proudu; max. proud 2 A kód 5011
- Stupňovitě nastavitelný zdroj stejnosměrného a střídavého proudu; max. proud 4 A kód 5228



5707



5011



5228

SOUPIS MATERIÁLU



1. ELEKTRINA

Již staří Řekové věděli, že třením jantaru, což je ztvrdlá pryskyřice stromů, látkou nebo zvířecí kůží vzniká jev, který se projevuje přitahováním vlasů, suchých listů nebo jiných malých předmětů.

Tento jev studoval kolem roku 1570 anglický vědec William Gilbert, který zjistil, že některé materiály, jako je sklo, síra atd., mají stejnou vlastnost jako jantar.

Protože byl ve starém Řecku jantar nazýván termínem „elektron“, pojmenoval Gilbert tento jev elektřinou.

Uvedený jev si můžete sami ověřit následujícím pokusem.

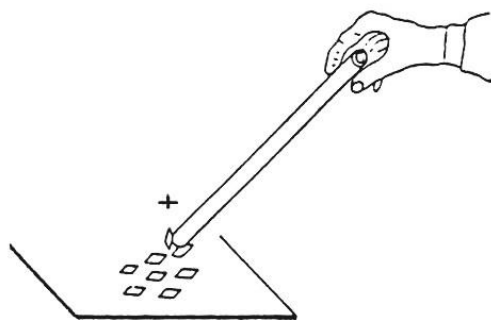
POKUS Č. 1

Potřebný materiál: 1 tyčka z plexiskla; 1 PVC tyčka; 1 pár hadrů; list hedvábného papíru.

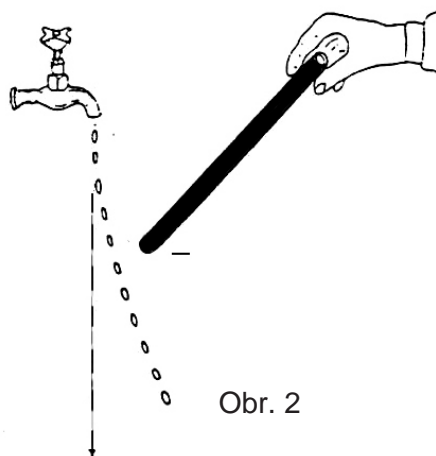
Vezměte si list hedvábného papíru a nastříhejte jej na malé kousky. Nastříhané kousky položte na stůl, přetřete jeden konec tyčky z plexiskla vlněnou látkou a přiblížte ji ke kouskům hedvábného papíru.

Zjistíte, že jsou nastříhané kousky papíru tyčkou přitahovány (obr. 1).

Zkoušku zopakujte tak, že jeden konec PVC tyčky (polyvinylchlorid) přetřete tkaninou ze syntetického materiálu a přiblížte ji k malým tělesům položeným na stole, například k vlasům, kouskům expandovaného polystyrenu atd.



Obr. 1



Obr. 2

POKUS Č. 2

Potřebný materiál: 1 PVC tyčka; 1 kus tkaniny ze syntetického materiálu.

Tento pokus musíte provádět v blízkosti dřezu.

Otevřete kohoutek tak, aby z vodovodu vycházel pramínek vody. Přetřete jeden konec PVC tyčky tkaninou ze syntetického materiálu a umístěte ji do blízkosti proudící vody (obr. 2).

Budete překvapeni zjištěním, že zelektrizovaná tyčka přitahuje kapky vody.

Elektřina vyvozená na otíraném tělese zůstává na svém místě. Z tohoto důvodu se nazývá **statickou elektřinou**.

2. ELEKTRICKÝ NÁBOJ

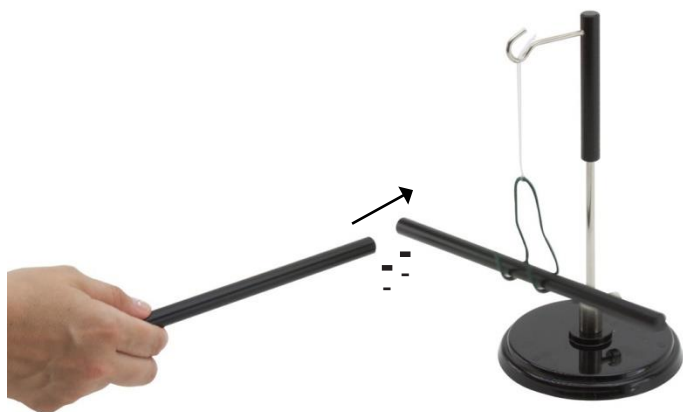
Provedte následující pokus.

POKUS Č. 3

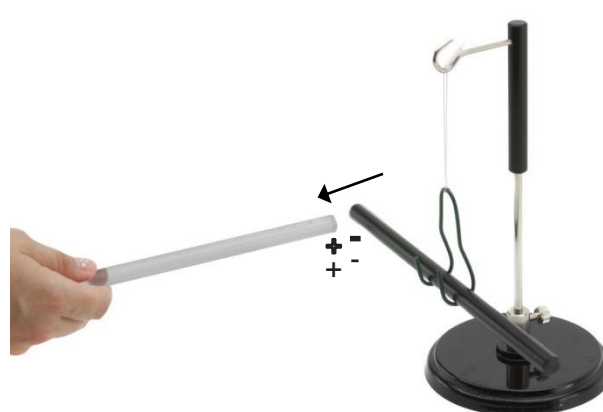
Potřebný materiál: 1 tyč s hákem; 1 kruhový podstavec; 1 držák; 2 PVC tyčky; 1 tyčka z plexiskla; 1 pár hadrů; 1 lanko.

Přetřete konec PVC tyčky tkaninou ze syntetického materiálu, zavěste ji středem na držák a upevněte ji k tyči s hákem. Ujistěte se, že je tyčka v rovnováze.

Stejnou tkaninou přetřete konec druhé PVC tyčky a přiblížte ji ke konci zavěšené tyčky tak, jak je znázorněno na obr. 3.



Obr. 3



Obr. 4

Zjistíte, že se tyčky vzájemně odpuzují, protože mezi nimi působí odpudivá síla.

Zopakujte tentýž pokus tak, že se k zavěšené PVC tyčce přiblížíte tyčkou z plexiskla, kterou jste předtím přetřeli vlněným hadrem.

Zjistíte, že se tyčky vzájemně přitahují, působí mezi nimi přitažlivá síla (obr. 4).

Pro popis skutečnosti, že síly působící mezi dvěma zelektrizovanými tělesy mohou být odpudivé nebo přitažlivé, zavedli fyzikové v 18. století novou veličinu: elektrický náboj.

Předpokládali tedy, že se v zelektrizovaných tělesech nacházejí dva typy elektrického náboje s následujícími vlastnostmi:

- existují pouze dva typy elektrického náboje;
- zelektrizovaná tělesa nabitá nábojem se stejným znaménkem se vzájemně odpuzují;
- zelektrizovaná tělesa s nábojem s opačným znaménkem se vzájemně přitahují;
- nachází-li se v tělese stejné množství elektrických nábojů s opačnými znaménky, je těleso elektricky neutrální.

Tradičně je **kladný náboj** považován za náboj, který vzniká na třeném skle; **záporný náboj** je naopak nábojem vznikajícím na třeném jantaru.

Jednotkou měření elektrického náboje v mezinárodní soustavě jednotek SI je **coulomb (C)**.

3. ELEKTRICKÝ NÁBOJ HMOTY

Hmotnost a elektrický náboj jsou fyzikální veličiny spojené s hmotou, jež umožňují studium určitých druhů jevů, jako je setrvačnost, gravitace a elektřina.

Na druhé straně je známo, že hmota je nespojitá, je tvořena atomy a ty zase menšími částicemi.

Fyzikové vždy přemýšleli o tom, jak je v rámci atomů rozložena hmota a náboj.

Cesta k zodpovězení této otázky byla dlouhá a trnitá.

Mezi devatenáctým a dvacátým stoletím bylo navrženo několik modelů. Mnohé z nich byly od té doby zamítnuty; jiné byly ve světle nových znalostí upraveny.

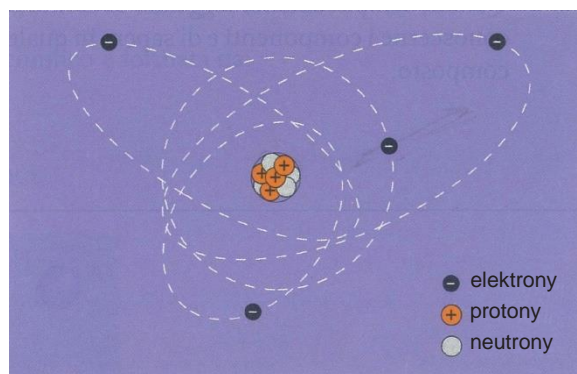
V roce 1913 navrhl novozélandský fyzik Ernest Rutherford na základě pokusů s radioaktivitou tzv. planetární model, podle kterého je každý atom podobný malému planetárnímu systému, v jehož středu, ve velmi malé oblasti zvané **jádro**, jsou koncentrovány kladné náboje zvané **protony**, zatímco záporné náboje neboli elektrony obíhají kolem jádra, stejně jako planety kolem Slunce.

Asi o dvacet let později byla objevena přítomnost dalších nenabitých částic v jádru, jež byly nazvány **neutrony** (obr. 5).

V následujících letech, po objevení nových částic, prošel planetární model podstatnými úpravami, ale ve své původní podobě je stále platným didaktickým nástrojem umožňujícím vysvětlení některých jednoduchých jevů.

Hmotnost a náboj tří základních částic, protonu, neutronu a elektronu, jsou uvedeny v následujícím schématu.

Proton	}	hmot.: $m_p = 1,67252 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
		elektrický náboj: $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Neutron	}	hmot.: $m_n = 1,67482 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
		elektrický náboj: 0 C
Elektron	}	hmot.: $m_e = 9,1091 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
		elektrický náboj: $e = -1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$



Obr. 5

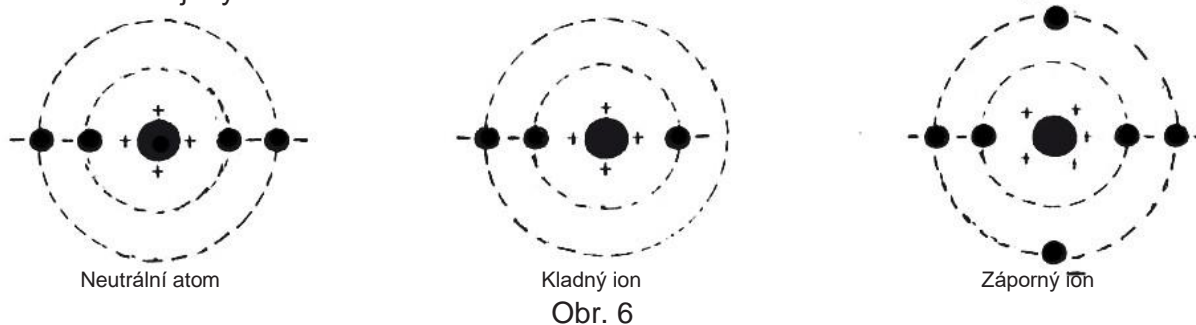
Protože jsou protony nositeli kladného náboje, je zřejmé, že jsou soustředěny v jádru. Nositeli záporného náboje jsou naopak elektrony, záporný náboj atomu se tedy nachází vně jádra.

Za normálních podmínek nemohou protony opustit jádro, elektrony však mohou za určitých podmínek opustit atom.

Platí tedy, že

- pokud se počet elektronů rovná počtu protonů, atom je elektricky neutrální;
- pokud je počet elektronů nižší než počet protonů, je atom elektricky kladný;
- pokud je počet elektronů vyšší než počet protonů, je atom elektricky záporný.

Obrázek 6 znázorňuje tyto tři možnosti.



4. VODIČE A IZOLÁTORY

Z pohledu elektřiny lze tělesa dělit do dvou hlavních kategorií:

izolační tělesa,
vodivá tělesa.

Po několik desetiletí se již v oboru elektroniky běžně používají materiály, které nejsou ani zcela izolační, ani zcela vodivé, a proto se nazývají polovodiče.

My se však zaměříme pouze na vodiče a izolátory.

Tyčka z plexiskla a PVC tyčka, se kterými jste provedli své předchozí pokusy, spadají do kategorie izolátorů; patří sem například i sklo, dřevo, porcelán a všechny plasty.

Naopak všechny kovy jsou elektrickými vodiči.

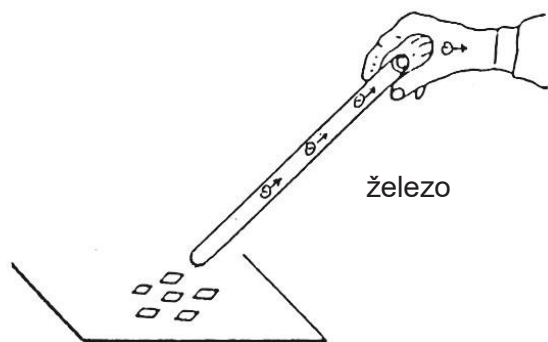
Pro pochopení rozdílu mezi vodiči a izolátory proveďte následující pokus.

POKUS Č. 4

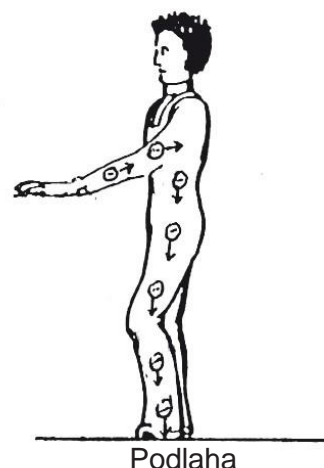
Potřebný materiál: 1 kovová tyč; 1 pár hadrů; 1 list hedvábného papíru.

Postupujte jako v pokusu č. 1; po umístění nastříhaných kousků papíru na stůl přetřete jeden konec kovové tyče tkaninou a tímto koncem se přiblížte ke kouskům papíru.

Zjistíte, že se můžete snažit sebevíce, ale ani jeden kousek papíru nebude tyčí přitahován (obr. 7).



Obr. 7



Obr. 8

Důvod toho, proč to nejde, je popsán níže.

Při tření PVC tyče syntetickou textilií negativní náboj, tj. elektrony na jejím konci, zůstává na svém místě. Tento náboj nemůže projít tyčí, protože PVC je izolační materiál.

V případě kovové tyče zase náboj vzniklý třením postupuje přes tyč do naší ruky a do našeho těla, odkud se vybijí do země – zejména pokud máte obuv s koženou podrážkou, jak je tomu na obr. č. 8.

Doplňte následující věty:

Materiály, kterými elektrony..... jsou elektrické vodiče.

Materiály, kterými elektrony..... jsou elektrické izolanty.

5. ELEKTRICKÉ POLE

V roce 1784 francouzský fyzik Charles Coulomb vyvinul zvláštní nástroj, takzvané torzní váhy, s nimiž dokázal posoudit intenzitu síly působící mezi dvěma elektricky nabitými kovovými kuličkami v závislosti na jejich vzdálenosti.

Došel k následující závěru, jenž byl pojmenován jako tzv. **Coulombův zákon**:

$$F_q = \pm k \frac{Q \cdot q}{r^2} \quad (1)$$

kde Q a q označují náboje obou kuliček a r jejich vzdálenost.

Zdvojené znaménko \pm odkazuje na skutečnost, že síla může být přitažlivá nebo odpuzivá. Pokud mají oba náboje opačná znaménka, je síla přitažlivá a znaménko záporné; v opačném případě je síla odpuzivá a znaménko je kladné

Hodnota konstanty úměrnosti k závisí na jednotkách použitých k měření ostatních veličin. Pokud jsou náboje měřeny v coulombu a jejich vzdálenost je měřena v metrech, výsledkem je následující hodnota konstanty k :

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$$

Dva náboje o hodnotě 1 C ve vzdálenosti 1 m ve vakuu se tedy vzájemně přitahují nebo odpuzují silou $9 \cdot 10^9$ N.

Mezi Newtonovým zákonem vyjadřujícím přitažlivou sílu F_g působící mezi dvěma tělesy o hmotnosti M a m a Coulombovým zákonem existuje jednoznačná analogie:

$$F_g = G \frac{M \cdot m}{r^2}$$

$$F_q = \pm k \frac{Q \cdot q}{r^2}$$

V této analogii hmotnost odpovídá elektrickému náboji, ale současná věda bohužel nezná pro tuto skutečnost vysvětlení. Tyto síly mají navíc shodné vlastnosti: nejsou aktivovány kontaktem, tj. k přenosu nepotřebují hmotný impuls.

Aby dokázali, že *k aktivaci těchto sil dochází na dálku*, vyvinuli dva angličtí fyzikové 19. století, pánové Faraday a Maxwell, koncept silového pole.

Pro pochopení tohoto konceptu využíváme elektrickou sílu a poukážeme na skutečnost, že závěry lze aplikovat také na gravitační sílu.

Uvažujme například těleso A vázané nábojem Q a nevázané těleso B s nábojem q , umístěné v blízkosti tělesa A. Těleso B je přitahováno silou, jejíž intenzita je vyjádřena Coulombovým zákonem. Rovnici (1), která popisuje tento zákon, lze zapsat následujícím způsobem:

$$F_q = k \frac{Q}{r^2} \times q$$

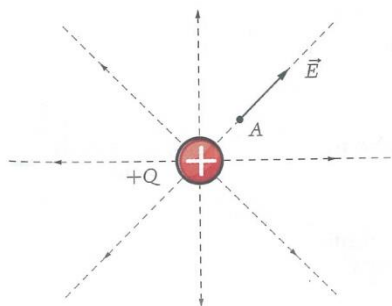
který zahrnuje dva pojmy. První pojem

$$E = k \frac{Q}{r^2}$$

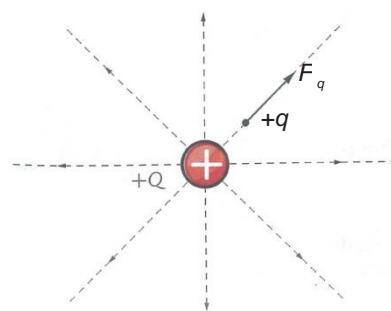
je vektor, jehož jednotka představuje sílu, která by působila na jednotkový elektrický náboj (1 C), pokud by byl umístěn ve vzdálenosti r od tělesa A s nábojem Q . Tato síla je definována jako intenzita elektrického pole právě proto, že obsahuje pouze náboj Q , který tvoří elektrické pole, a vzdálenost r , která určuje prostor kolem něj.

Druhým pojmem je náboj q tělesa B, který umožňuje odhalit existenci elektrického pole, protože **jakákoli síla je vždy interakcí mezi dvěma tělesy**.

Závěrem lze říci, že v prostoru obklopujícím těleso s elektrickým nábojem Q se tvoří elektrické pole, tj. prostor v každém jednotlivém bodu, v němž je automaticky definována hodnota vektoru \mathbf{E} (obr. 9).



Obr. 9



Obr. 10

Pokud je do kteréhokoli bodu pole vneseno těleso s nábojem q , je vystaveno působení síly \mathbf{F}_q , jejíž jednotkou je $E \cdot q$ (obr. 10).