

KUFRÍK ELEKTŘINA EA2

419.0009



ELEKTRINA ELEKTRONIKA 2

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

SEZNAM POMŮCEK

| Kat. číslo | Množství | Pomůcka |
|------------|----------|--|
| 3300514014 | 1 | Magnetka se stupnicí |
| 3170110006 | 1 | Histologický špendlík č.5 (25) |
| 3300513106 | 1 | Ebonitová tyč |
| 3300513107 | 1 | Tyč z plexiskla |
| 3300506038 | 1 | Cívka pro Laplaceův zákon |
| 3300513011 | 2 | Izolační zdířka |
| 3364006083 | 1 | Integrovaný obvod |
| 3300514034 | 1 | Kondenzátor 0,47 μ F, 400 V |
| 3300514035 | 3 | Kondenzátor 1 μ F, 160 V |
| 3364006045 | 2 | Kondenzátor 22 μ F, 25 V |
| 3364006032 | 2 | Kondenzátor 1000 μ F, 16 V |
| 2528002000 | 4 | Spojovací vodič 500 N |
| 2528002100 | 4 | Spojovací vodič 500 R |
| 2528002300 | 1 | Spojovací vodič 1000 N |
| 2528002200 | 1 | Spojovací vodič 1000 R |
| 7321890100 | 1 | Pravoúhlá nádoba |
| 3300514038 | 1 | Germaniová dioda |
| 3300514039 | 2 | Křemíková dioda |
| 3364006047 | 1 | LED dioda |
| 3364006034 | 1 | Zenerova dioda |
| 3300513013 | 1 | Elektrofor |
| 3500602001 | 1 | Zdroj napětí LA-2 |
| 3300402111 | 1 | Háček |
| 3301053020 | 1 | Konstantanový drát \varnothing 0,2 mm (20 m) |
| 3301053023 | 1 | Železný drát \varnothing 0,2 mm (20 m) |
| 3300513015 | 1 | Nichromový drát \varnothing 0,2 mm (20 m) |
| 3300513033 | 1 | Nichromový drát \varnothing 0,3 mm (20 m) |
| 3300514016 | 2 | Spínač |
| 6027620131 | 1 | Žárovka 3,5 V, 0,2 A, E-10 |
| 9260000102 | 1 | Blikající žárovka |
| 3300504042 | 1 | U-jádro |
| 3300513022 | 2 | Elektrostatické kyvadlo vodivé |
| 1627610400 | 1 | Kočíčí kožešina |
| 2517112500 | 1 | Černá krokosvorka |
| 2517112600 | 1 | Červená krokosvorka |
| 3300514015 | 1 | Držák žárovek E-10 |
| 3364006041 | 1 | Držák článků |
| 3364006082 | 1 | Potenciometr 1 k Ω |
| 3364006067 | 1 | Potenciometr 2,2 k Ω |
| 3300514037 | 5 | Destička s vodičem - zkrat |
| 3364006028 | 1 | Rezistor LDR |
| 3364006029 | 1 | Rezistor NTC |
| 3364006030 | 1 | Rezistor PTC |
| 3364006031 | 1 | Rezistor VDR |
| 3364006051 | 1 | Rezistor 33 Ω , 2W |

| Kat. č. | Množství | Pomůcka |
|------------|----------|---|
| 3300514040 | 1 | Rezistor 47 Ω , 2 W |
| 3364006026 | 1 | Rezistor 68 Ω , 2 W |
| 3364006027 | 1 | Rezistor 100 Ω , 2 W |
| 3364006052 | 1 | Rezistor 120 Ω , 2 W |
| 3300514041 | 1 | Rezistor 220 Ω , 2W |
| 3364006054 | 1 | Rezistor 330 Ω , 2 W |
| 3300514042 | 1 | Rezistor 470 Ω , 2 W |
| 3300514043 | 2 | Rezistor 1 k Ω , 2 W |
| 3364006055 | 1 | Rezistor 1,2 k Ω , 2 W |
| 3300514044 | 2 | Rezistor 2,2 k Ω , 2 W |
| 3300514046 | 1 | Rezistor 4,7 k Ω , 2 W |
| 3300514048 | 1 | Rezistor 10 k Ω , 2 W |
| 3364006061 | 1 | Rezistor 22 k Ω , 2 W |
| 3364006062 | 1 | Rezistor 47 k Ω , 2 W |
| 3300514050 | 1 | Rezistor 100 k Ω , 2W |
| 3300514075 | 1 | Šunt 10 mA st. |
| 3300514076 | 1 | Šunt 10 mA ss. |
| 3300514077 | 1 | Šunt 10 V st. |
| 3300514078 | 1 | Šunt 10 V ss. |
| 3364006084 | 1 | Držák magnetů |
| 3300506270 | 2 | Držák na destičky |
| 3364006037 | 1 | Tranzistor NPN (pravý) |
| 3364006038 | 1 | Tranzistor NPN (levý) |
| 3300514206 | 1 | Tyčka s háčkem |
| 3300513240 | 1 | Acetát |
| 3300506176 | 1 | Tlačítko |
| 3300504016 | 1 | Kruhová izolační podložka |
| 3300504018 | 1 | Cívka 400 závitů |
| 3300506023 | 1 | Cívka 2000 závitů |
| 7542320200 | 1 | Soubor návodů k pokusům z elektřiny a elektroniky |
| 3300513012 | 1 | Disk se svorkou |
| 3300514207 | 2 | Měděná elektroda \varnothing 2 mm |
| 3300513014 | 1 | Elektrometr |
| 1465120800 | 1 | Hliníková folie |
| 3300504231 | 2 | Tyčový magnet pravoúhlý |
| 3300513018 | 1 | Motor-generátor |
| 3300504167 | 1 | Jádro z měkkého železa |
| 3300506013 | 1 | Lístkové jádro |
| 3300514074 | 1 | Montážní panel |
| 7541610300 | 5 | Milimetrový papír |
| 3300503152 | 1 | Plastová deska |
| 3300514073 | 1 | Multimetr didaktický |
| 2840000700 | 2 | Multimetr univerzální |

SEZNAM POKUSŮ

ELEKTROSTATIKA. ELEKTRICKÁ INDUKCE

Elektrizace třením (1.1)
Jednoduchý elektroskop a elektrometr (1.2)
Elektrofor (1.3)
Elektrostatická indukce. Sršení náboje (1.4)

DIDAKTICKÝ MULTIMETR. GALVANOMETR SE ŠUNTEM A ODPORY

Multimetr (2.1)

ELEKTRICKÝ ODPOR A FAKTORY, KTERÉ HO OVLIVNÍ. WHEASTONŮV MŮSTEK. MŮSTKOVÉ MĚŘENÍ ODPORŮ

Závislost odporu vodiče na jeho délce (3.1)
Závislost odporu vodiče na jeho průřezu (3.2)
Závislost elektrického odporu na látce. Rezistivita (3.3)
Wheatstonův můstek (3.4)
Můstkové měření odporů (3.5)

OHMŮV ZÁKON V OBVODECH STEJNOSMĚRNÉHO PROUDU. SPOJOVÁNÍ REZISTORŮ

Ohmův zákon pro stejnosměrný proud. Elektrický odpor (4.1)
Spojování rezistorů sériově a paralelně (4.2)

STUDIUM EKVIPOTENCIÁLNÍCH PLOCH

Studium ekvipotenciálních ploch (5.1)

NABÍJENÍ A VYBÍJENÍ KONDENZÁTORŮ V OBVODECH STEJNOSMĚRNÉHO PROUDU

Kondenzátor v obvodu stejnosměrného proudu. Nabíjecí a vybíjecí proud (6.1)

MAGNETICKÉ POLE VYTVOŘENÉ ELEKTRICKÝM PROUDEM

Cívka nebo solenoid (7.1)
Magnetické pole vytvořené plochou kruhovou cívkou (7.2)
Určení magnetického pole Země (7.3)

INTERAKCE MEZI MAGNETEM A VODIČEM S PROUDEM

Oerstedův pokus (8.1)

ELEKTROMAGNETICKÁ INDUKCE. LENZŮV ZÁKON

Vzájemná indukce. Lenzův zákon. Vzájemná indukčnost (9.1)

MOTORY A GENERÁTORY PRACUJÍCÍ NA PRINCIPU ELEKTROMAGNETICKÉ INDUKCE

Elektromagnetická indukce. Vznik proudu elektromagnetickou indukcí (10.1)

Magneta (10.2)

Alternátory a dynama s elektromagnetem (10.3)

Princip alternátoru s otočným magnetem (10.4)

Stejnoseměrný elektromotor s pevným magnetem (10.5)

Sériový a derivační stejnosměrný elektromotor (10.6)

OBVODY STŘÍDAVÉHO PROUDU: RC, RL, RLC. FILTRY

Ohmův zákon v obvodu střídavého proudu (obvod s rezistorem) (11.1)

Obvod střídavého proudu RL. Impedance. Fázový posun (11.2)

Obvod střídavého proudu RC. Impedance. Fázový posun (11.3)

Střídavý obvod RLC. Impedance (11.4)

OHMŮV ZÁKON V OBVODU STŘÍDAVÉHO PROUDU. REZONANCE

Rezonance v sériovém RLC obvodu (12.1)

Rezonance v paralelním RLC obvodu (12.2)

POLOVODIČE A TRANZISTORY: CHARAKTERISTIKY

Germaniová dioda (13.1)

Křemíková dioda (13.2)

Zenerova dioda (13.3)

LED dioda (13.4)

Filtr kondenzátor – rezistor – kondenzátor (13.5)

Vstupní charakteristiky tranzistoru (zapojení se společným emitorem) (13.6)

Výstupní charakteristiky tranzistoru (zapojení se společným emitorem) (13.7)

Výstupní charakteristiky tranzistoru (zapojení se společným bází) (13.8)

Výstupní charakteristiky tranzistoru (zapojení se společným kolektorem) (13.9)

USMĚRŇOVAČE

Jednocestný usměrňovač (14.1)

ZESILOVAČE

Proudové zesílení tranzistoru (15.1)

Napěťové zesílení tranzistoru (15.2)

NELINEÁRNÍ REZISTORY

Nelineární rezistory (LDR, NTC, PTC, VDR) (16.1)

LOGICKÉ OBVODY

Hradlo „OR“ (pozitivní logika) (17.1)

Hradlo „AND“ (pozitivní logika) (17.2)

Hradlo „NOT“ (pozitivní logika) (17.3)

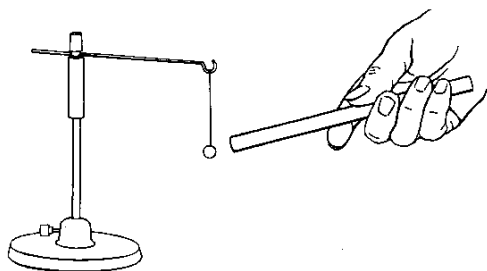
Hradlo „NOR“ (pozitivní logika) (17.4)

Hradlo „NAND“ (pozitivní logika) (17.5)

INTEGROVANÉ OBVODY

Integrovaný logický obvod (18.1)

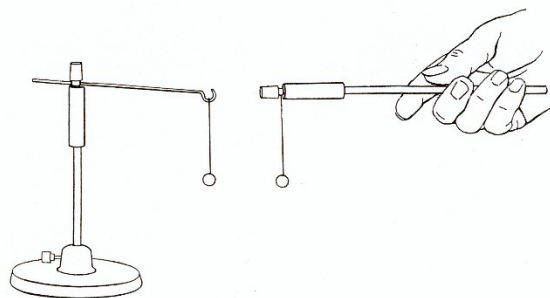
ELEKTRIZACE TŘENÍM (1.1)



Obr. 1

POMŮCKY

Ebonitová tyč
 Tyč z plexiskla
 Izolační podložka
 Izolační zdířky (2)
 Acetátový papír
 Vodivé elektrostatické kyvadlo (2)
 Kočičí kožešina
 Tyč s háčkem



Obr. 2

CÍL

Popsat, jaké vlastnosti získají tělesa při tření.

TEORIE

Třeme-li o sebe dvě tělesa z různých látek, jejich fyzikální vlastnosti se mění. Říkáme, že tělesa se elektrizují.

Všechna tělesa se ale neelektrizují stejným způsobem. Pokusy s tělesy z různých látek ukazují, že existují dva druhy elektřiny: kladná elektřina (+) a záporná elektřina (-). O tělesu, které nevykazuje žádné elektrické vlastnosti, říkáme, že je neutrální.

Látky lze seřadit do řady tak, že každá z nich se nabije kladně, jestliže ji třeme látkou, která je v řadě až za ní, a záporně při tření látkou, která je v řadě před ní. Elektrizace je tím výraznější, čím dále jsou látky v řadě od sebe.

V následujících pokusech doporučujeme :

1. třít ebonitovou tyč liščí kožešinou: ebonitová tyč se přitom nabíjí záporně (-).
2. třít tyč z plexiskla acetátovým papírem: tyč z plexiskla se nabíjí kladně (+).

Acetátový papír a kočičí kožešina jsou nyní také zelectrovány, první z nich má záporný náboj (-) a druhý kladný náboj (+).

| | |
|-----------------|---|
| PLEXISKLO | + |
| KOČIČÍ KOŽEŠINA | |
| Sklo | |
| Kovy | ↓ |
| Vlna | |
| Hedvábí | |
| EBONIT | |
| ACETÁTOVÝ PAPÍR | - |

POSTUP

1. Třete ebonitovou tyč kočičí kožešinou a přibližte ji pak ke kouskům papíru položeným na stole. Zopakujte pokus tak, že třete tyč z plexiskla acetátovým papírem. Popište, co se děje.
 2. Předved'te elektrostatické kyvadlo znázorněné na obrázku č. 1. Přibližte ke kuličce zelectrovanou ebonitovou tyč. Popište, co se děje před dotykem a po dotyku tyče s kuličkou.
 3. Vybijte kuličku tak, že ji vezmete do ruky. Zopakujte předchozí pokus s tyčí z plexiskla.
 4. Dotkněte se kuličky ebonitovou tyčí. Potom přibližte ke kuličce tyč z plexiskla. Pozorujte, co se stane.
 5. Nabijte kuličku kyvadla ebonitovou tyčí (má záporný náboj). Nabijte potom druhou kuličku stejnou tyčí a přibližte kuličky k sobě (obrázek č. 2). Pozorujte, co se stane.
- Zopakujte pokus s tím, že budete obě kuličky nabíjet tyčí z plexiskla (má kladný náboj).
7. Nabijte jednu kuličku kladným nábojem (tyčí z plexiskla) a druhou záporným nábojem (ebonitovou tyčí). Pomalu přibližujte jednu ke druhé a pozorujte, co se stane.

VÝSLEDKY

1. Kousky papíru jsou přitahovány oběma zelectrovanými tyčemi. Některé z nich jsou po dotyku s tyčí silně odpuzovány.
2. Obě tyče napřed přitahují kuličku kyvadla a po dotyku ji silně odpuzují.
3. Kulička elektrizovaná dotykem s ebonitovou tyčí je přitahována tyčí z plexiskla a odpuzována ebonitovou tyčí.
4. Pokud nabijeme dvě kuličky náboji stejného znaménka, odpuzují se.

5. Pozorujeme, že kuličky nabité náboji opačných znamének se přitahují.

ZÁVĚRY

1. Tělesa se elektrizují (nabíjí) třením. Některá z nich se nabíjí kladně (mají kladný náboj), jiná se nabíjí záporně (mají záporný náboj). Znaménko získaného náboje zaleží na tom, čím těleso třeme.

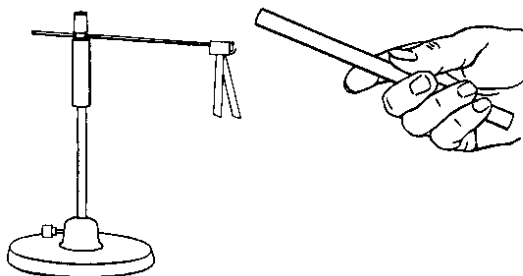
2. Zelektrované těleso přitahuje malé kousky papíru nebo kuličku elektrostatického kyvadla.

3. Náboje opačného znaménka se odpuzují, náboje stejného znaménka se přitahují.

POZOROVÁNÍ

Vlhkost je největším nepřítelem pokusů z elektrostatiky, jelikož vytváří na povrchu těles vodivou vrstvu a tělesa se tak vybíjejí. Vlhkost se dá rychle a účinně eliminovat použitím fěnu na vlasy. Proudem teplého vzduchu osušíme tyče, kožešinu a další předměty, které budeme používat. K dosažení vynikajících výsledků stačí sušit několik sekund.

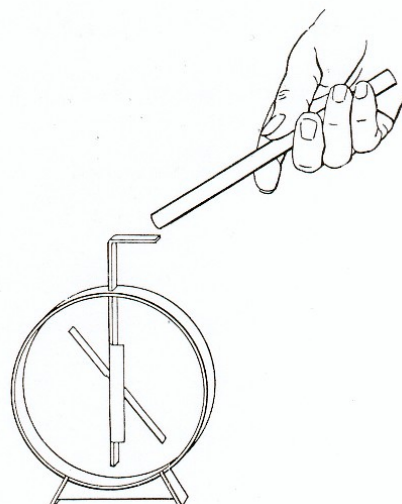
JEDNODUCHÝ ELEKTROSKOP A ELEKTROMETR (1.2)



Obr. 1

POMŮCKY

Ebonitová tyč
 Tyč z plexiskla
 Izolační podložka
 Izolační zdička
 Elektrometr
 Acetátový papír
 Hliníková fólie
 Kočičí kožešina
 Tyč s háčkem



Obr. 2

CÍL

Elektroskop je jednoduchý přístroj umožňující zjistit, zda nějaké těleso je či není nabitě. Skládá se ze dvou velmi lehkých kovových destiček, které se rozestoupí, pokud se jich dotkneme nabitým tělesem. Jeho princip spočívá na tom, co už jsme experimentálně prokázali – že tělesa se stejným nábojem se odpuzují. Úhel, který obě destičky svírají, je přímo úměrný velikosti náboje na destičkách. Ten je také úměrný potenciálu tělesa, které chceme zkoumat. Elektroskop opatřený stupnicí se nazývá elektrometr.

POSTUP

1. Z hliníkové fólie vystříhnete obdélník o velikosti přibližně 12 cm x 0,5 cm, přeložte ho napůl a připevněte lepicí páskou na háček tak, jak je znázorněno na obrázku č. 1.
2. Třete ebonitovou tyč liščí kožešinou a pak se jí dotkněte horní části elektroskopu. Poté se stejné části dotkněte prstem. Pozorujte, co se stane.
3. Zopakujte pokus s tyčí z plexiskla třenou acetátovým papírem.
4. Přiblížte ebonitovou tyč k elektrometru tak, jak je znázorněno na obrázku č. 2. Pozorujte odchýlení pohyblivé ručičky. Potom se prstem dotkněte horní části elektrometru.

5. Zopakujte pokus s tyčí z plexiskla.

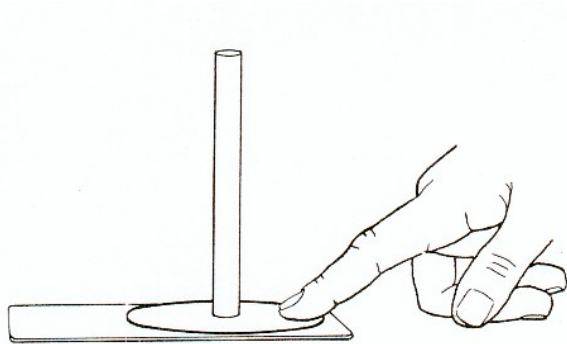
VÝSLEDKY

1. Pozorujme, že obě části hliníkové fólie se mírně rozestoupí a po dotyku elektroskopu prstem zase zplihnou.
2. Pohyblivá ručička elektrometru se odchýlí od pevné tyčky o úhel, který je úměrný získanému náboji.

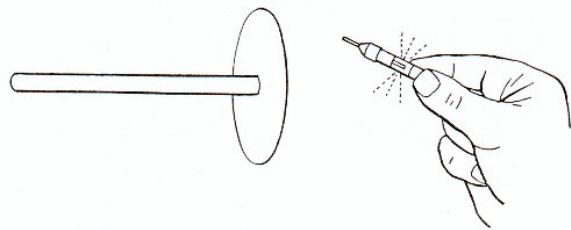
ZÁVĚRY

Jednoduchý elektroskop je přístroj umožňující ukázat, zda je nějaké těleso nabité či nenabité. Opatříme-li ho stupnicí, můžeme provádět kvantitativní měření. Tento pokus ukázal základní princip elektrometru, přístroje používaného pro měření potenciálu zeledrovaných těles.

ELEKTROFOR (1.3)



Obr.1



Obr.2

POMŮCKY

Ebonitová tyč
 Tyč z plexiskla
 Izolační podložka
 Izolační zdička
 Elektrofor
 Elektrometr
 Výbojka
 Acetátový papír
 Vodivé elektrostatické kyvadlo
 Kočičí kožešina
 Plastová destička
 Tyč s háčkem.

CÍL

Poznat základní princip elektroforu a naučit se tento přístroj obsluhovat.

TEORIE

Elektrofor je jednoduchý přístroj vynalezený Voltou v roce 1870 umožňující na kovovém disku dosáhnout poměrně velkého náboje ve srovnání s nábojem získaným při tření ebonitové tyče nebo tyče z plexiskla.

Třeme-li plastovou destičku kočičí kožešinou, její horní strana se nabíjí záporně. Položíme-li na ni kovový disk, záporně nabitě elektrony v disku jsou odpuzovány k jeho horní straně. Jestliže se nyní této strany dotkneme prstem, jsou elektrony odvedeny do země a disk se nabije kladně.

POSTUP

1. Položte plastovou destičku na stůl a energicky ji třete kočičí kožešinou. Položte na destičku kovový disk a na několik okamžiků se prstem dotkněte jeho horní strany (obr. 1).
2. Vezměte elektrofor za izolovaný držák a přiblížte ho ke kuličce elektrostatického kyvadla.
3. Třete tyč z plexiskla acetátovým papírem. Nabije se kladně. Pak ho přiblížte ke kuličce kyvadla nabitě elektroforem.
4. Zopakujte předchozí pokus s ebonitovou tyčí třenou kočičí kožešinou. Na základě provedených pokusů určete znaménko náboje elektroforu.
5. Opět nabijte elektrofor a přiblížte ho k elektrometru. Pozorujte výchylku pohyblivé ručičky.
6. Nabijte elektrofor a přiblížte ho k výbojce tak, jak je znázorněno na obrázku č. 2. Pozorujte, co se stane.

VÝSLEDKY

1. Pozorujeme, že kulička je napřed silně přitahována diskem elektroforu a po dotyku je zase silně odpuzována.
2. Přiblížíme-li tyč z plexiskla ke kuličce, odpuzuje se, což značí, že má náboj stejného znaménka. K ebonitové tyči se kulička přitahuje. Tyto pokusy ukazují, že elektrofor je nabit kladně.
3. Elektrometr ukazuje, že potenciál elektroforu je značně velký.
4. Neonová výbojka se při dotyku elektroforu rozsvítí.

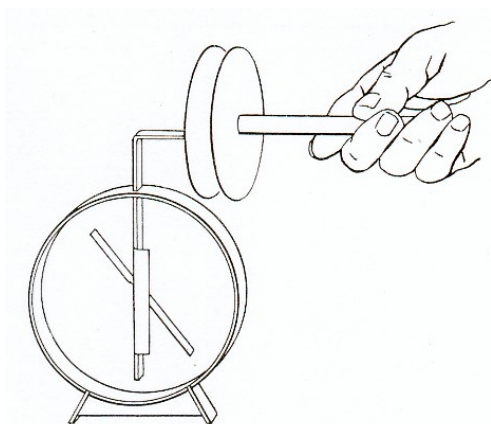
ZÁVĚRY

Třeme-li plastovou destičku kočičí kožešinou, nabíjí se záporně. Položíme-li na destičku disk, jsou volné elektrony v disku odpuzovány směrem k horní straně disku. Víme, že v kovech se volné elektrony snadno přemísťují. Dotkneme-li se horního povrchu rukou, volné elektrony jsou skrze ni odvedeny do země a disk se nabije kladně.

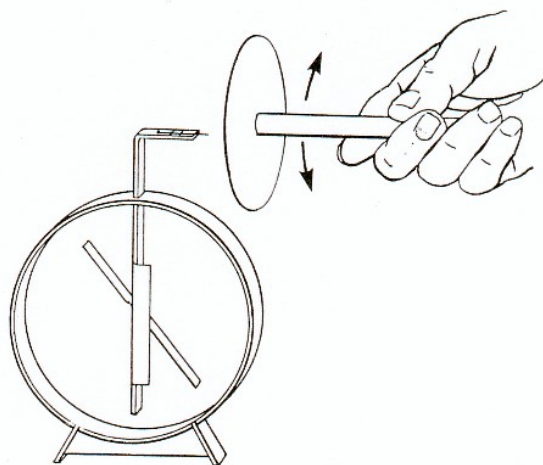
POZOROVÁNÍ

Zopakujeme-li pokus s destičkou z plexiskla třenou acetátovým papírem, nabije se elektrofor záporně.

ELEKTROSTATICKÁ INDUKCE. SRŠENÍ NÁBOJE (1.4)



Obr. 1



Obr. 2

POMŮCKY

Špendlík
Disk se svorkou
Elektrofor
Elektrometr
Kočičí kožešina
Plastová destička

CÍL

1. Studovat rozdělení náboje v neutrálním tělese umístěném v blízkosti nabitého tělesa.
2. Využít tuto znalost pro nabití tělesa bez dotyku jiným nabitým tělesem.
3. Prozkoumat sršení náboje.

TEORIE

Elektrostatická indukce je jev nastávající při přiblížení nabitého tělesa (např. elektroforu) k neutrálnímu tělesu. V neutrálním tělese dojde k rozdělení náboje. Buď jsou jeho kladné částice přitahovány nabitým tělesem a záporné částice odpuzovány, nebo naopak.

Jev nastává u vodičů, které obsahují volné částice s nábojem. V případě izolantů mluvíme o polarizaci.

Je-li těleso na jedné straně zakončeno hrotem, může tudý náboj přijatý tělesem unikat do atmosféry a ionizovat ji směrem k nabitému tělesu. V tomto případě mluvíme o sršení náboje.

POSTUP

Nabijte elektrofor a přibližte ho k elektrometru (ale nedotýkejte se ho) tak, jak je znázorněno na obrázku č. 1. Pozorujte pohyblivou ručičku elektrometru.

2. Několikrát elektrofor přibližte k elektrometru a zase ho oddalte. Pozorujte elektrometr.
3. Přibližte znovu elektrofor k elektrometru, ale nedotýkejte se ho. Dotkněte se prstem disku elektrometru. Znovu přibližte elektrofor k elektrometru. Pozorujte, co se stane. Pokus několikrát zopakujte.
4. Nasad'te na kovovou část elektrometru hrot a zajistěte ho lepicí páskou tak, jak je znázorněno na obrázku č. 2. Nabijte elektrofor a rychle ho umístěte před hrot, ale nedotýkejte se ho. Zopakujte pokus několikrát.

VÝSLEDKY

Přibližujeme-li elektrofor k elektrometru, ručička elektrometru se vychýlí. Ručička se vrátí do rovnovážné polohy, jakmile elektrofor oddálíme.

2. Dotkneme-li se elektroskopu rukou, ručička poklesne. Když ale oddálíme elektrofor, ručička se vychýlí, což značí, že elektrometr je nabitý.
3. Dáme-li elektrofor před hrot, zůstane elektrometr nabitý díky sršení náboje.

ZÁVĚRY

1. Umístíme-li do blízkosti nabitého tělesa neutrální těleso, náboj se v neutrálním tělese rozdělí tak, že jeden konec tělesa se nabíjí kladně a druhý konec se nabíjí záporně. Tento jev se nazývá elektrostatická indukce.
2. Toto rozdělení náboje umožňuje těleso nabít, aniž bychom se ho dotýkali jiným nabitým tělesem. Stačí se ho dotknout rukou.
3. Je-li nějaké neutrální těleso zakončeno hrotem, náboj získaný pomocí elektrostatické indukce může uniknout do vzduchu a ionizovat ho. Toho se využívá v bleskosvodech.

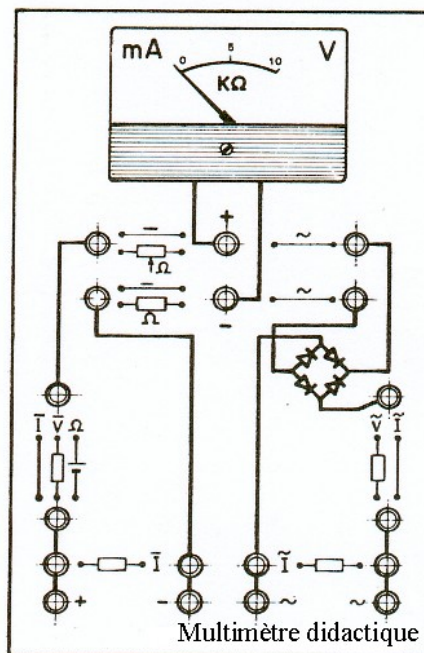
POZOROVÁNÍ

Jev elektrostatické indukce (nebo polarizace u nevodivců) vysvětluje přitahování lehkých předmětů (malé kousky papíru, pírká apod.) nabitými tělesy (např. ebonitovou tyčí). V těchto tělesech jsou náboje opačného znaménka než má nabitě těleso blíže k nabitěmu tělesu než náboje stejného znaménka, tudíž celková přitažlivá síla je větší než celková síla odpudivá a tělesa jsou tak vždy přitahována.

MULTIMETR (2.1)

POMŮCKY

Spojovací vodiče
 Zdroj napětí
 Montážní panel
 Černá krokosvorka
 Červená krokosvorka
 Didaktický multimetr
 Držák článků
 Potenciometr 1 k Ω
 Rezistor 68 k Ω
 Rezistor 100 k Ω
 Rezistor 120 k Ω
 Rezistor 1,2 k Ω
 Rezistor 2,2 k Ω
 Rezistor 4,7 k Ω
 Šunt 10 mA st.
 Šunt 10 mA ss.
 Šunt 10 V st.
 Šunt 10 V ss.



CÍL

1. Poznat základní princip multimetru.
2. Sestavit multimetr.

TEORIE

Multimetr je přístroj na měření elektrických veličin: napětí, proudu, odporu apod.

Skládá se z měřáku (v tomto případě mikroampérmetru s vnitřním odporem $R_i = 1000 \Omega$ a rozsahem $I_i = 400 \mu A$) vybaveným stupnicí a dalších obvodů.

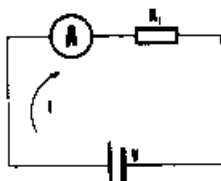


Schéma 1

Ve schématu 1 je $I = \frac{U}{R_i}$, kde :

I je proud procházející přístrojem

I_i je rozsah přístroje

R_i je vnitřní odpor přístroje

U je přiložené napětí.

Ze předchozího vztahu lze určit, že když je R_i konstantní veličina a I může mít hodnotu maximálně I_i , napětí U nesmí překročit hodnotu součinu $R_i \cdot I_i$, jinak dojde ke zničení přístroje.

a) Měření stejnosměrného proudu

Pro měření proudu v obvodu zapojíme měřicí přístroj tak, jak je znázorněno ve schématu č. 2.

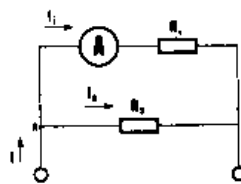


Schéma 2

Díky šuntu R_s (bočnicku) lze měřit proudy větší než je rozsah přístroje, protože přístrojem teče pouze proud $I \leq I_i$, pro který platí (v bodě A):

$$I = I_i + I_s$$

kde :

I = měřený proud

I_s = proud procházející šuntem

I_i = proud procházející měřicím přístrojem.

Pro jinou hodnotu I stačí zvolit jiný rozsah a tedy jinou hodnotu R_s .

b) Měření stejnosměrného napětí

Pro měření napětí v obvodu zapojíme přístroj tak, jak je znázorněno na schématu č. 3.

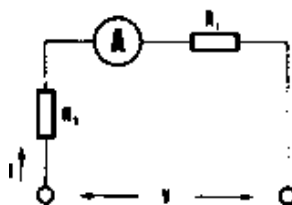


Schéma 3

Díky rezistoru R_s tede obvodem proud $I \leq I_i$, jelikož je:

$$I = \frac{U}{R_i + R_s}$$

Je zřejmé, že pro různé hodnoty U stačí zvolit různé rozsahy s odpovídajícími hodnotami R_s .

c) Měření odporu

Pro měření odporu obvodu zapojíme přístroj tak, jak je naznačeno na schématu č. 4.

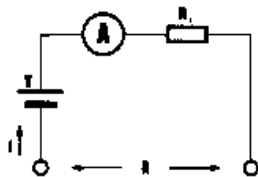


Schéma 4

Zapojíme-li měřenou součástku do série s baterií měřicího přístroje, bude jí procházet proud o velikosti:

$$I = \frac{U}{R_i + R}$$

To znamená, že proud protékající obvodem je nepřímo úměrný hodnotě R .

Vzmemme-li v úvahu, že baterií může protékat i proud I větší než I_i a že její napětí se mění s časem, můžeme obvod na schématu č. 4 pozměnit tak, aby odpovídal obvodu na schématu č. 5, kde:

R_p je ochranný rezistor

P je potenciometr kompenzující pokles napětí baterie.

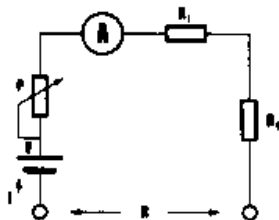


Schéma 5

d) Měření střídavého proudu a napětí

Jelikož měřicí přístroj je schopen měřit jen střídavý proud, je nutné střídavý proud vstupující do přístroje napřed usměrnit. Pak už postupujeme stejně jako v předchozích případech (schéma č. 6 a 7)

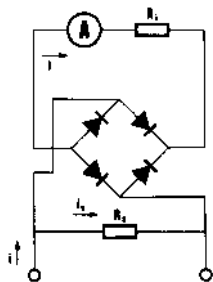


Schéma 6

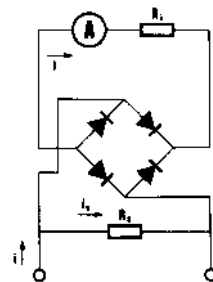


Schéma 7

POSTUP

1. Měření stejnosměrného proudu

Umístěte „didaktický multimetr“ tak, jak je znázorněno na obrázku 1 a zapojte můstky označené $\bar{1}$ a 10 mA šunt označený \bigcirc — \square — \bigcirc . Ten pak zapojte sériově s výstupem napájecího zdroje 12 V stejnosměrných a rezistorem 1,2 k Ω . Dostanete tak obvod znázorněný na schématu č. 8.

Zapněte napájecí zdroj a pozorujte, co multimetr měří.

Chcete-li měřit jiné proudy, je nutné použít různých šuntů (R_s).

Výpočet R_s :

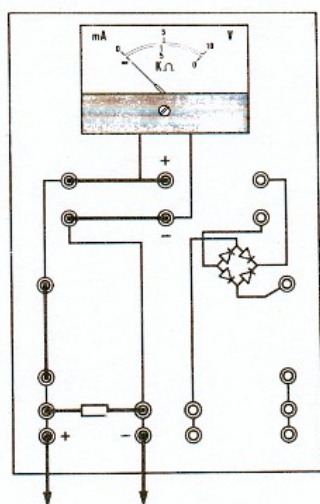
$$n = I / I_i \quad ; \quad I = n \cdot I_i$$

$$U_{AB} = I_i \cdot R_i = I_s \cdot R_s$$

$$R_s = \frac{I_i R_i}{I_s} = \frac{I_i R_i}{I - I_i} = \frac{I_i R_i}{n I_i - I_i} = \frac{I_i R_i}{I_i (n - 1)} = \frac{R_i}{n - 1}$$

$$R_s = \frac{R_i}{n - 1}$$

Pro měření proudů do 100 mA, $R_s = 4 \Omega$.



Obr.1

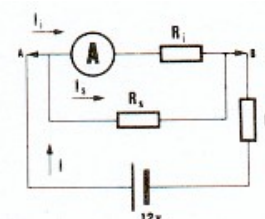
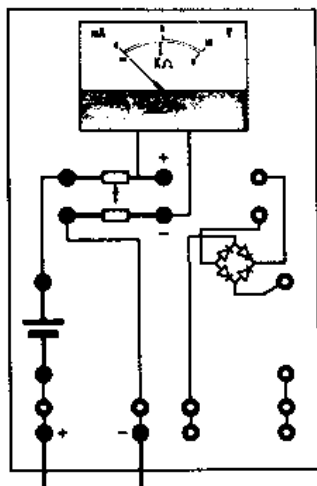


Schéma 8

2. Měření stejnosměrného napětí

Umístěte „didaktický multimetr“ tak, jak je znázorněno na obrázku 2 a zapojte můstky označené $\bigcirc \text{---} \bigcirc$ a 10 V šunt označený $\bigcirc \text{---} \boxed{} \text{---} \bigcirc$ \bar{V} . Připojte výstup napájecího zdroje 12 V k děliči napětí tvořenému jedním rezistorem o odporu 120 Ω a jedním o odporu 100 Ω a připojte didaktický multimetr paralelně k rezistoru o odporu 100 Ω .

Dostanete tak obvod znázorněný na schématu č. 9.



Obr.2

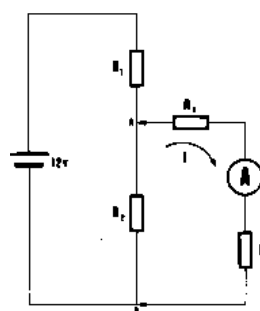


Schéma 9

Zapněte napájecí zdroj a pozorujte, co přístroj ukazuje.

Chcete-li měřit jiná napětí, je nutné použít různých šuntů (R_s).

Výpočet R_s :

$$V_A - V_B = nU$$

$$I_v = \frac{U}{R_i}$$

$$I_v = \frac{U_{AB}}{R_s + R_i}$$

Z toho vyplývá, že
$$\frac{U}{R_i} = \frac{U_{AB}}{R_s + R_i} = \frac{nU}{R_s + R_i}$$

$$\frac{U}{R_i} = \frac{nU}{R_s + R_i}; \frac{U}{UR_i} = \frac{n}{R_s + R_i}$$

$$\frac{1}{R_i} = \frac{n}{R_s + R_i}; R_s + R_i = nR_i$$

$$R_s = nR_i - R_i = R_i(n - 1);$$

$$R_s = R_i(n - 1)$$

Pro měření v rozsahu 100 V, $R_s = 250 \text{ k}\Omega$.

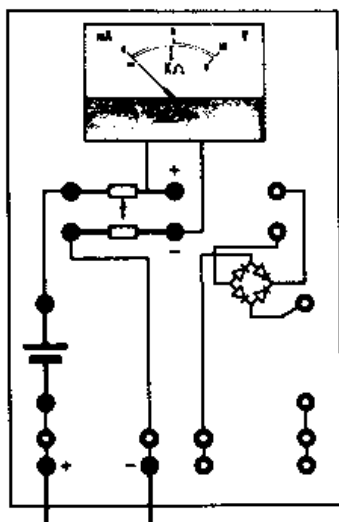
3. Měření odporu

Umístěte „didaktický multimetr“ tak, jak je znázorněno na obrázku 3, připojte 1,5 V baterii do polohy Ω d - P d , potenciometr 1 k Ω do polohy d - = - d a rezistor 2,2 k Ω do polohy Ω d - - - d .

Propojte testovací zdířky a otáčejte jezdcem potenciometru do té doby, dokud ručka přístroje neukáže nulu na stupnici pro měření odporu. Potom zapojte multimetr paralelně k měřenému rezistoru.

Dostanete tak obvod znázorněný na schématu č.10.

Pozorujte, co multimetr naměří.



Obr.3

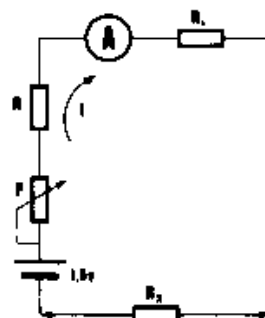


Schéma 10

4 . Měření střídavého proudu

Umístěte „didaktický multimetr“ tak, jak je znázorněno na obrázku 4 a zapojte můstky označené O~O d ; d , I O—O a 10 mA šunt pro střídavý proud I O— —O. Zapojte multimetr do série s výstupem 6,3 V~ napájecího zdroje a rezistorem 1 k Ω .

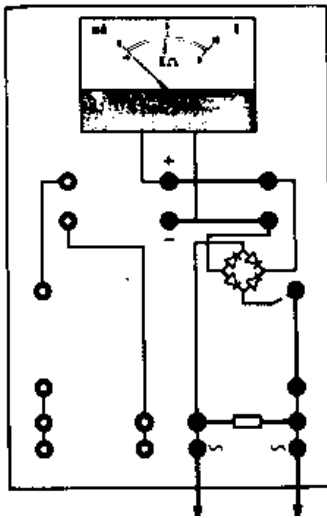
Dostanete tak obvod znázorněný na schématu č.11.

Zapněte napájecí zdroj a pozorujte, co přístroj ukazuje.

Chcete-li měřit jiné proudy, je nutné použít různých šuntů (R_s).

Výpočet R_s :

$$R_s = \frac{R_i}{n-1} ; n = \frac{0,9I_{ef}}{I_i}$$



Obr. 4

I_{ef} je požadovaný rozsah
 I_i je rozsah přístroje
 R_i je vnitřní odpor přístroje

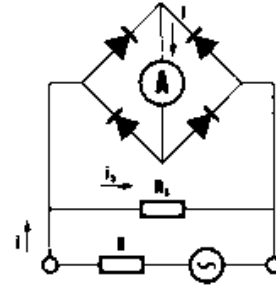


Schéma 11

Můstkové diody nejsou lineární, je nutné vynásobit vypočtenou hodnotu R_s koeficientem závislejícím na typu diod a na požadovaném rozsahu.

Pro rozsah 10 mA, $R_s = 56 \Omega$.

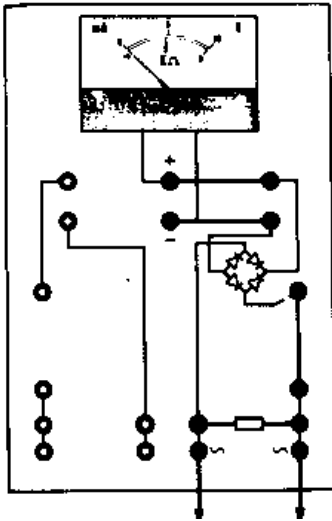
Pro rozsah 100 mA, $R_s = 5,56 \Omega$.

5. Měření střídavého napětí

Umístěte „didaktický multimetr“ tak, jak je znázorněno na obrázku 5 a zapojte můstky označené d \pm - d d - ; - d a 10 mA šunt pro střídavý proud \checkmark O — — O.

Připojte multimetr k výstupu 6,3 V~ napájecího zdroje tak, jak je znázorněno na schématu č. 12.

Zapněte napájecí zdroj a pozorujte, co přístroj ukazuje.



Obr.5

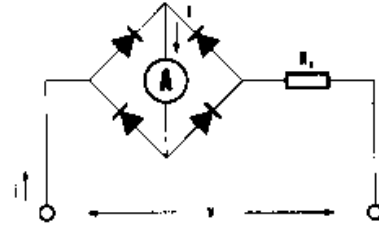


Schéma 12

Chcete-li měřit jiná napětí, je nutné použít různých šuntů (R_s).

Výpočet R_s :

$$R_s = \frac{U - 1,2}{1,11 \cdot I}$$

kde U je efektivní hodnota měřeného napětí
 I je rozsah přístroje

Pro rozsah 100 V, $R_s = 227 \text{ k}\Omega$.