KUFŘÍK ELEKTŘINA
EA2

419.0009

CONATEX
UČEBNÍ POMŮCKY

ELEKTŘINA
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 μF, 400 V
3300514035	3	Kondenzátor 1 μF, 160 V
3364006045	2	Kondenzátor 22 μF, 25 V
3364006032	2	Kondenzátor 1000 μF, 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 Ø 0,2 mm (20 m)
3301053023	1	Železný drát Ø 0,2 mm (20 m)
3300513015	1	Nichromový drát Ø 0,2 mm (20 m)
3300513033	1	Nichromový drát Ø 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	Kočičí kožešina
2517112500	1	Černá krokosvorka
2517112600	1	Červená krokosvorka
3300514015	1	Držák žárovek E-10
3364006041	1	Držák článků
3364006082	1	Potenciometr 1 kΩ
3364006067	1	Potenciometr 2,2 kΩ
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 kΩ, 2 W
3364006055	1	Rezistor 1,2 kΩ, 2 W
3300514044	2	Rezistor 2,2 kΩ , 2 W
3300514046	1	Rezistor 4,7 kΩ, 2 W
3300514048	1	Rezistor 10 kΩ, 2 W
3364006061	1	Rezistor 22 kΩ, 2 W
3364006062	1	Rezistor 47 kΩ, 2 W
3300514050	1	Rezistor 100 kΩ, 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 Ø 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 OVLINUJÍ. 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)
Stejnosměrný 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)

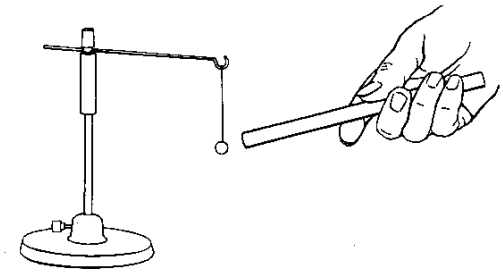
LOGICKÉ OBVODY

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)

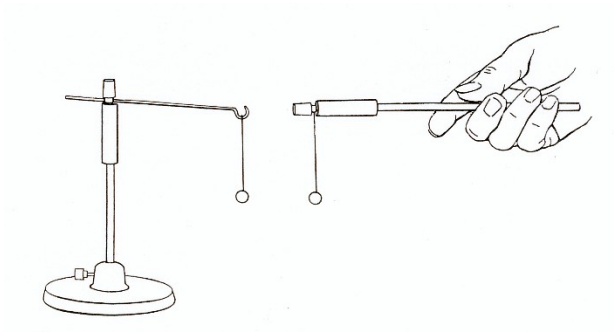
ELEKTRIZACE TŘENÍM (1.1)



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 zelektrovány, 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. Předveďte elektrostatické kyvadlo znázorněné na obrázku č. 1. Přibližte ke kuličce zelektrovanou 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 zelektrovanými 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.

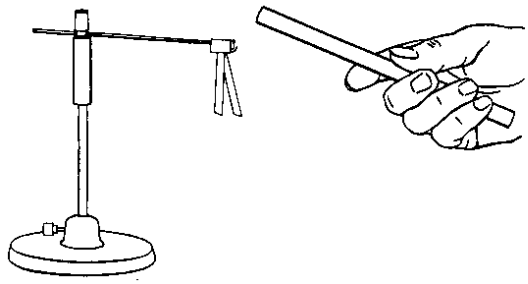
2. Zelektrované těleso přitahuje malé kousky papíru nebo kuličku elektrostatického kyvadla.

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

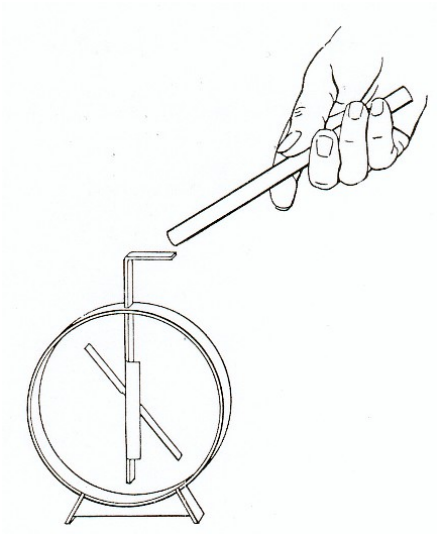
POZOROVÁNÍ

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 fénu 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



Obr. 2

POMŮCKY

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

CÍL

Elektroskop je jednoduchý přístroj umožňující zjistit, zda nějaké těleso je či není nabito. 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 vystřihněte 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. Přibližte 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

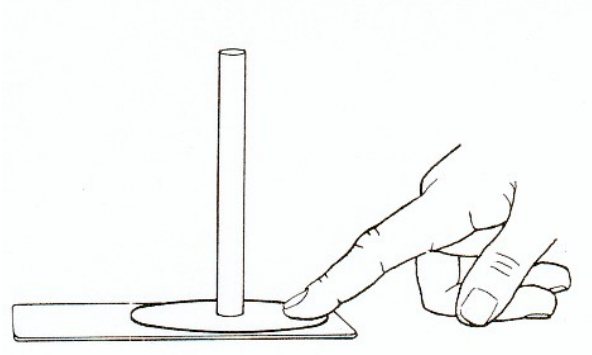
1. Pozorujme, že obě části hliníkové fólie se mírně rozestoupí a po dotyku elektroskopu prstem zase zplihnou.

2. Pohyblivá ručička elektrometru se odchýlí od pevné tyčky o úhel, který je úměrný získanému náboji.

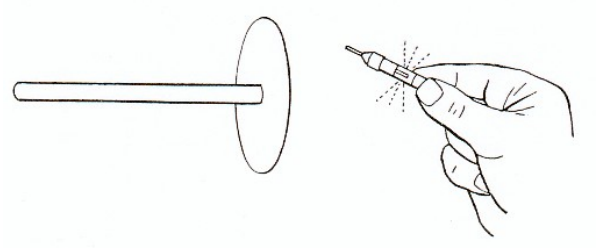
ZÁVĚRY

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 zelektrovaných těles.

ELEKTROFOR (1.3)



Obr.1



Obr.2

POMŮCKY

Ebonitová tyč
Tyč z plexiskla
Izolační podložka
Izolační zdířka
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 nabité 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 přibližte ho ke kuličce elektrostatického kyvadla.

3. Třete tyč z plexiskla acetátovým papírem. Nabije se kladně. Pak ho přibližte ke kuličce kyvadla nabité elektroforem.

4. Zopakujte předchozí pokus s ebonitovou tyčí třenou kočičí kožešinou. Na základě provedených pokusů určete znaménko náboje elektroforu.

5. Opět nabijte elektrofor a přibližte ho k elektrometru. Pozorujte výchylku pohyblivé ručičky.

6. Nabijte elektrofor a přibližte 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.

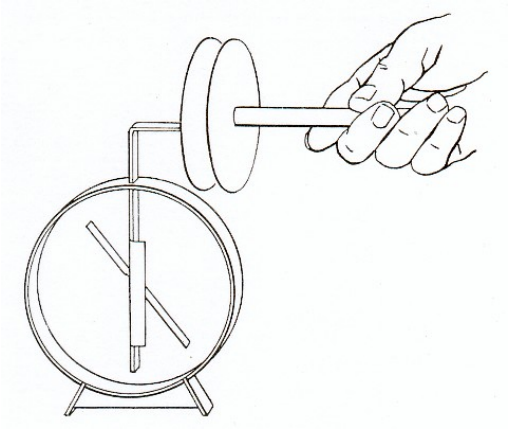
ZÁVĚRY

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.

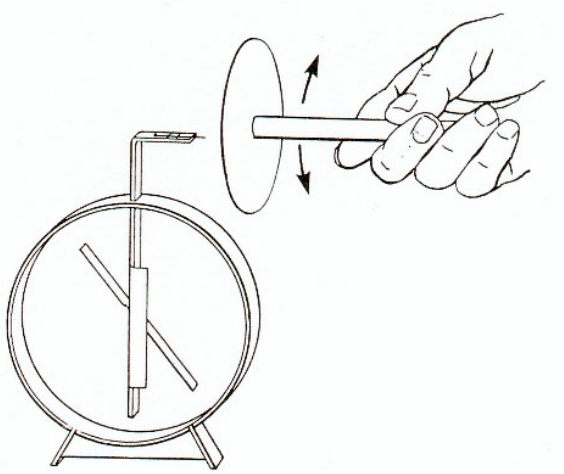
POZOROVÁNÍ

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 tudy 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. Nasaďte 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.

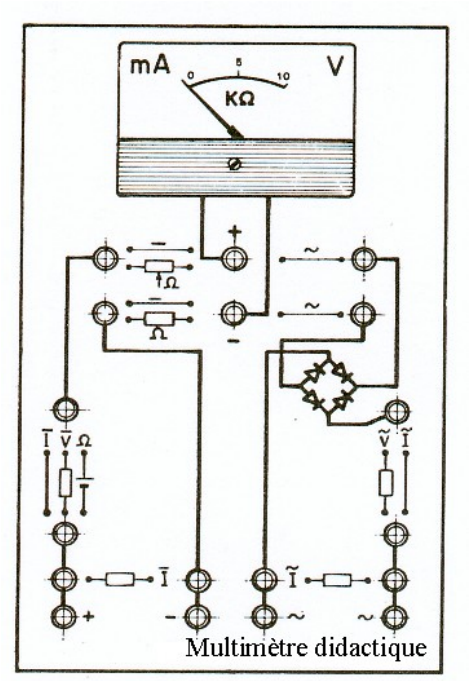
POZOROVÁNÍ

Jev elektrostatické indukce (nebo polarizace u nevodičů) vysvětluje přitahování lehkých předmětů (malé kousky papíru, pírka apod.) nabitými tělesy (např. ebonitovou tyčí). V těchto tělesech jsou náboje opačného znaménka než má nabité těleso blíže k nabitému 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 kΩ
Rezistor 68 kΩ
Rezistor 100 kΩ
Rezistor 120 kΩ
Rezistor 1,2 KΩ
Rezistor 2,2 kΩ
Rezistor 4,7 kΩ
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 Ω a rozsahem I_i = 400 μA) vybaveným stupnicí a dalších obvodů.

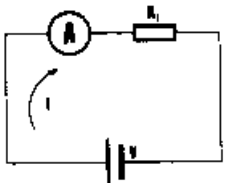


Schéma 1

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. 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.

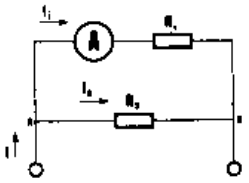


Schéma 2

Díky šuntu R_s (bočníku) 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 procházejí 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.

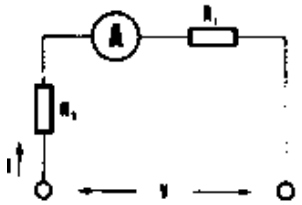


Schéma 3

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.

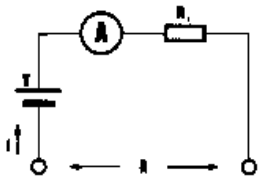


Schéma 4

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*.

Vezmeme-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.

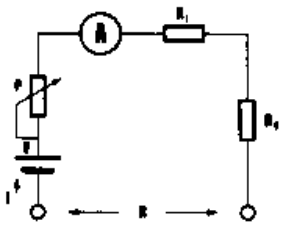


Schéma 5

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)

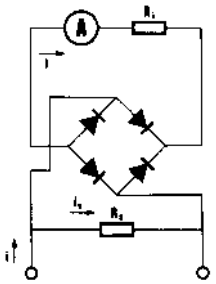


Schéma 6

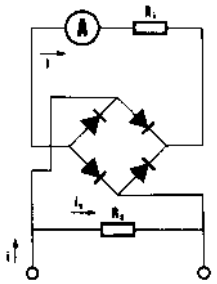


Schéma 7

POSTUP

1. Měření stejnosměrného proudu

Umístěte „*didaktický multimetr*“ tak, jak je znázorněno na obrázku 1 a zapojte můstky označené Ī ○ a 10 mA šunt označený ○—▭—○ . Ten pak zapojte sériově s výstupem napájecího zdroje 12 V stejnosměrných a rezistorem 1,2 kΩ. 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 :

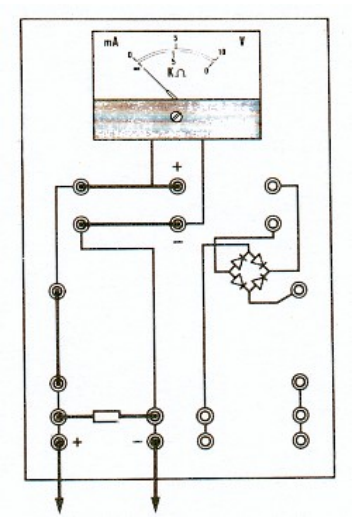
$$n = I / I_i \quad ; \quad I = n.I_i$$

$$U_{AB} = I_i.R_i = I_s.R_s$$

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

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

Pro měření proudů do 100 mA, R_s = 4 Ω.



Obr.1

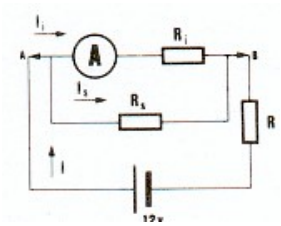
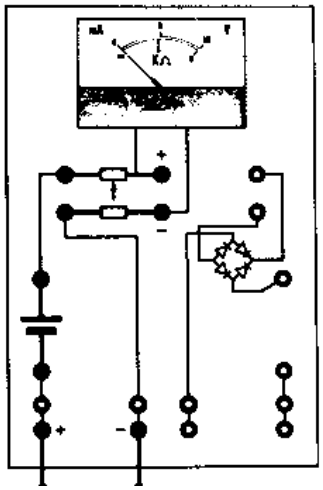


Schéma 8

2. Měření stejnosměrného napětí

Umístěte *„didaktický multimetr“* tak, jak je znázorněno na obrázku 2 a zapojte můstky označené ○═○ a 10 V šunt označený ○—▭—○ $\bar{V}$. 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

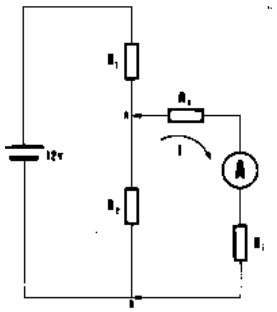


Schéma 9

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 $\frac{U}{R_i} = \frac{U_{AB}}{R_s + R_i} = \frac{nU}{R_s + R_i}$

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

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

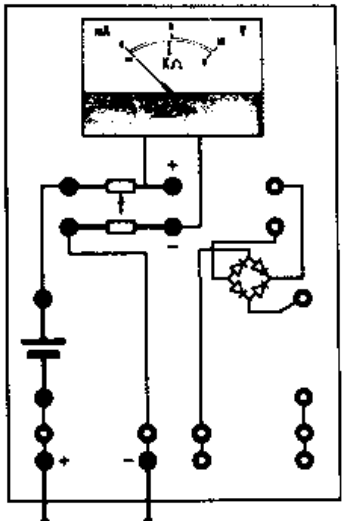
$$R_s = nR_i - R_i = R_i\,(n - 1);$$

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

Pro měření v rozsahu 100 V, R_s = 250 kΩ.

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 kΩ do polohy d - = - d Ω a rezistor 2,2 kΩ 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

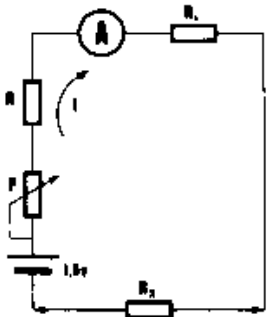


Schéma 10

4 . Měření střídavého proudu
Umístěte „*didaktický multimetr*“ tak, jak je znázorněno na obrázku 4 a zapojte můstky označenéO~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 kΩ.

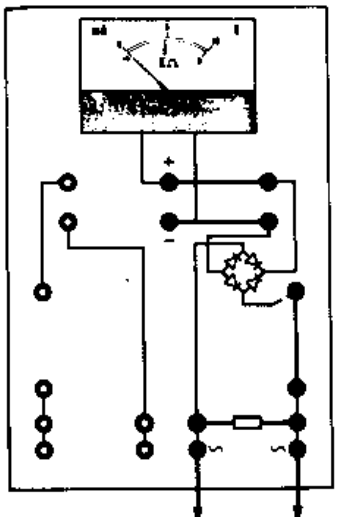
Dostanete tak obvod znázorněný na schématu č.11.

Zapněte napájecí zdroj a pozorujte, co přístroj ukazuje.

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

Výpočet R_s :

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



Obr. 4

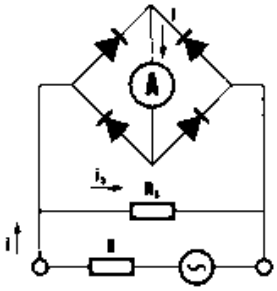


Schéma 11

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

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

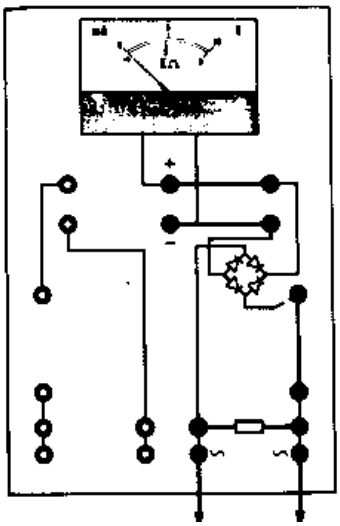
Pro rozsah 10 mA, R_s = 56 Ω.
Pro rozsah 100 mA, R_s = 5,56 Ω.

5. Měření střídavého napětí

Umístěte „*didaktický multimetr*“ tak, jak je znázorněno na obrázku 5 a zapojte můstky označené d ±- d d - ; - d a 10 mA šunt pro střídavý proud V̊ 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

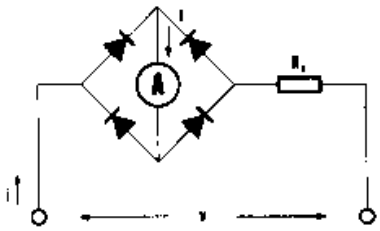


Schéma 12

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

Výpočet R_s :

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

kde U je efektivní hodnota měřeného napětí
I je rozsah přístroje

Pro rozsah 100 V, R_s = 227 kΩ.