

Turinys

Pratarmė	5
Kaip naudotis vadovėliu	6
1 skyrius. Elektrostatika	9
1.1. Kūnų įelektrinimas. Elektros krūvio tvermė	10
1.2. Įelektrintų kūnų sąveika	14
1.3. Elektrinis laukas	18
1.4. Elektrinio lauko potencialas (<i>neprivaloma tema, skirta besidomintiems fizika</i>)	22
1.5. Kondensatorius. Kondensatoriaus elektrinė talpa	25
1.6. Kondensatoriai technikoje ir gamtoje	30
Skyriaus „Elektrostatika“ apibendrinimas	34
2 skyrius. Nuolatinė elektros srovė	37
2.1. Elektros srovė. Elektros srovė metaluose	38
2.2. Elektros srovės šaltiniai	42
2.3. Elektros grandinė. Elektros srovės kryptis grandinėje	46
2.4. Elektros srovės stipris	51
2.5. Elektrinė įtampa	55
2.6. Laidininkų elektrinė varža	60
2.7. Varžas. Varžos matavimas	65
2.8. Omo dėsnis grandinės daliai	69
2.9. Elektriniai reiškiniai gyvuosiuose organizmuose. Neuromokslų pradmenys (<i>papildomam skaitymui</i>)	76
Skyriaus „Nuolatinė elektros srovė“ apibendrinimas	79
3 skyrius. Laidininkų jungimo būdai. Elektrosauga	83
3.1. Laidininkų jungimo būdai. Nuoseklusis laidininkų jungimas	84
3.2. Lygiagretusis laidininkų jungimas	89
3.3. Mišrusis laidininkų jungimas	94
3.4. Elektros srovės poveikis žmogui. Elektrosauga	100
Skyriaus „Laidininkų jungimo būdai. Elektrosauga“ apibendrinimas	104

4 skyrius. Elektros srovės darbas, galia, veikimas	107
4.1. Elektros srovės darbas	108
4.2. Elektros srovės galia	112
4.3. Elektros srovės šiluminis veikimas	116
4.4. Saugikliai. Saugus elektros energijos naudojimas	119
4.5. Elektros srovės magnetinis veikimas. Magnetinis laukas	123
4.6. Elektros srovės magnetinio veikimo praktinis taikymas <i>(neprivaloma tema, skirta besidomintiems fizika)</i>	127
4.7. Nuo telegrafo iki išmaniojo telefono <i>(papildomam skaitymui)</i>	130
Skyriaus „Elektros srovės darbas, galia, veikimas“ apibendrinimas	133
5 skyrius. Elektros srovė terpėse	135
5.1. Elektros srovė skysčiuose	136
5.2. Elektros srovė dujose	140
5.3. Dujinis išlydis technikoje ir gamtoje	143
5.4. Puslaidininkiai. Savasis puslaidininkių laidumas	148
5.5. Priemaišinis puslaidininkių laidumas	151
5.6. Puslaidininkinė sandūra. Puslaidininkinis diodas <i>(neprivaloma tema, skirta besidomintiems fizika)</i>	153
5.7. Fotoelementai ir jų taikymas	156
Skyriaus „Elektros srovė terpėse“ apibendrinimas	159
Priedai	161
Dalykinė rodyklė	169
Šaltiniai	170



Naujos sąvokos:

kondensatorius, kondensatoriaus elektrinė talpà, faràdas, kondensatoriaus pažaidà

Kondensatoriaus sandara ir paskirtis

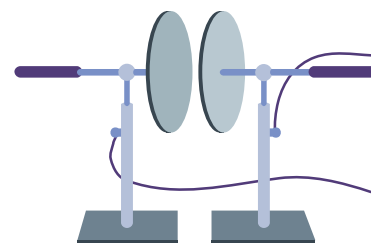
Žmonės įpratę kaupti: šaldytuve kaupiamos maisto atsargos, sandėliuose – grūdai, drabužių spintose – drabužiai. Visa tai kaupiama tam, kad prireikus būtų galima panaudoti. Elektrotechnikoje taip pat naudojami prietaisai, atliekantys elektros krūvio ir elektros energijos kaupimo funkciją, – kondensatoriai. Taigi, kondensatorius yra prietaisas, kaupiantis elektros krūvį ir esant poreikiui jį atiduodantis.

Paprasčiausią kondensatorių sudaro dvi metalinės plokštės, atskirtos dielektriko (oro) sluoksniu (1.5.1 pav.). Iš laidininkų pagamintos kondensatoriaus plokštės dar vadinamos **elektrodais**. Tarp kondensatoriaus plokščių galima panaudoti įvairius dielektrikus: parafinuotą popierių, žerutį, keramiką. Dielektriko sluoksnis atlieka dvi funkcijas:

- 1) neleidžia elektros krūviams susijungti plokštėse ir neutralizuotis;
- 2) sudaro sąlygas sukaupti didesnę elektros krūvį kondensatoriuje.

Kondensatoriai gali būti labai įvairios konstrukcijos (žr. 1.6 temą). Pirmasis B. Franklino sukurtas kondensatorius buvo iš lango stiklo gabaliuko, kurio abi pusės dengė švino plokštelės. Šių dienų kondensatoriuose vietoj metalinių plokščių gali būti naudojami bet kokie laidininkai, pavyzdžiui, folijos juostelės. Apibendrinant galima teigti, kad kondensatorių sudaro du laidininkai, atskirti dielektriko sluoksniu, kurio storis, palyginti su laidininkų matmenimis, yra mažas. **Laidininkų sistema, naudojama elektros krūviui kaupti, vadinama kondensatoriumi.**

Elektrinėse schemose kondensatorius žymimas sutartiniu ženklu $\text{—}||\text{—}$.

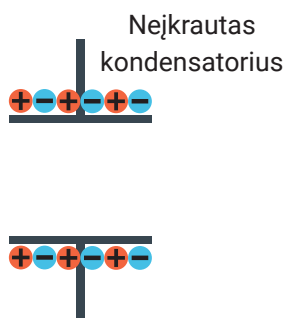


1.5.1 pav.

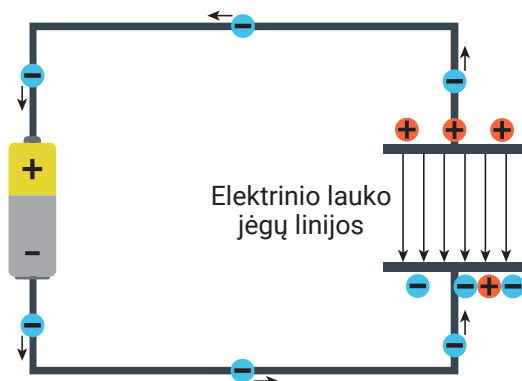
1
2
3
4
5

Kondensatoriaus įkrovimas

Neįkrauto kondensatoriaus metalinės plokštės yra elektriškai neutralios: jų elektronų neigiamasis krūvis lygus jonų teigiamajam krūviui (1.5.2 pav., a). Kondensatorių galima įkrauti prijungus prie nuolatinės srovės šaltinio (baterijos) (1.5.2 pav., b). Laisvuosius elektronus iš viršutinės



1.5.2 pav., a



1.5.2 pav., b

1

2

3

4

5

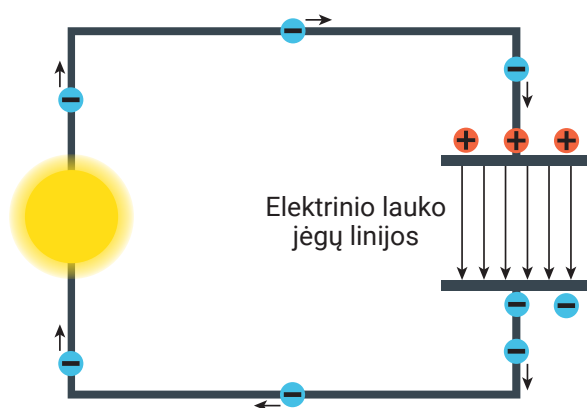
kondensatoriaus plokštės traukia teigiamasis srovės šaltinio polius. Dėl to viršutinė kondensatoriaus plokštė praranda elektronus. Jie nebekompensuoja teigiamojo krūvio ir viršutinė plokštė išelektrina teigiamai (1.5.2 pav., b). Į apatinę kondensatoriaus plokštę patenka laisvieji elektronai iš neigiamojo srovės šaltinio poliaus. Jie neutralizuoja apatinės plokštės teigiamąjį krūvį ir apatinė plokštė išelektrina neigiamai. Viršutinės plokštės teigiamasis krūvis pritraukia daugiau elektronų į apatinę plokštę. Taigi, dviejų laidininkų sistema gali sukaupti didesnę elektros krūvį negu vienas laidininkas.

Tarp įkrauto kondensatoriaus plokščių atsiranda elektrinis laukas (\vec{E}) (1.5.2 pav., b), kurio energines savybes apibūdina įtampa⁶ (U). Stiprėjant elektriniam laukui tarp kondensatoriaus plokščių arba didinant jas skiriančią atstumą, tarp šių plokščių didėja elektrinė įtampa.

Krauti kondensatorių galima tik iki tam tikros ribos. Jei kondensatoriaus plokštėse susikaupia labai didelis elektros krūvis, jis gali pradėti tekėti dielektriku iš vienos plokštės į kitą. Šis reiškinys vadinamas **kondensatoriaus pūžaida** (pramušimu). Pažeistas kondensatorius sugenda – praranda savybę kaupti elektros krūvį.

Kondensatoriaus išsikrovimas

Kai įkrautą kondensatorių laidais prijungiamo prie elektros imtuvo, pavyzdžiui, elektros lemputės, jis išsikrauna. Laisvieji elektronai iš neigiamai įelektrintos plokštės juda laidais per elektros lemputę link teigiamai įelektrintos plokštės (1.5.3 pav.). Elektros lemputė pradeda šviesti. Elektronai, pasiekę teigiamai įelektrintą plokštę, neutralizuoja teigiamąjį krūvį ir viršutinė plokštė išelektrina. Kadangi apatinę plokštę elektronai palieka, ji netenka neigiamojo krūvio ir išelektrina. Taip kondensatorius išsikrauna, o elektros lemputė užgesa.



1.5.3 pav.

Kondensatoriaus elektrinė talpa

Kondensatoriaus gebėjimą kaupti elektros krūvį apibūdina **elektrinė talpa**. Tai pagrindinė kondensatoriaus charakteristika, lemianti jo praktinį pritaikymą.

⁶ Apie įtampą plačiau parašyta 2.5 temoje.

kondensatoriaus plokščių įstatomas dielektrikas – organinio stiklo lakštas. Dielektrikui patekus į kondensatoriaus elektrinį lauką atsiranda dielektriko elektrinis laukas. Jis slopina kondensatoriaus elektrinį lauką, todėl elektrometras rodo mažesnę įtampą (U_2). Vadinasi, tarp kondensatoriaus plokščių įterpus dielektriką kondensatoriaus elektrinė talpa padidėja.

3 išvada. Tarp kondensatoriaus plokščių įterptas dielektrikas padidina kondensatoriaus elektrinę talpą. Įvairūs dielektrikai (organinis stiklas, žėrutis, keramika) skirtingai padidina kondensatoriaus elektrinę talpą.

Klausimai ir užduotys

1. Kas sudaro kondensatorių ir kokia jo paskirtis?
2. Apibūdinkite, kas vyksta neįkrautą kondensatorių prijungus prie srovės šaltinio. Paaiškinkite, kada kondensatorius baigia krauti.
3. Apibūdinkite, kas vyksta kondensatoriui išsikraunant. Kada jis visiškai išsikrauna?
4. Ką vadiname kondensatoriaus elektrine talpa? Kuo ji matuojama?
5. Nuo ko priklauso kondensatoriaus elektrinė talpa?
6. Aplink kondensatorių nėra elektrinio lauko, nors jo plokštės ir įelektrintos. Paaiškinkite, kodėl.
7. Atstumas tarp kondensatoriaus plokščių buvo padidintas du kartus. Kaip pasikeitė kondensatoriaus plokščių krūvis, jei:
 - a) kondensatorius atjungtas nuo srovės šaltinio;
 - b) kondensatorius prijungtas prie srovės šaltinio?

Mokomės spręsti uždavinius

1. Kondensatoriaus elektros krūvis $4 \cdot 10^{-4}$ C. Įtampa tarp plokščių lygi 200 V. Apskaičiuokite kondensatoriaus elektrinę talpą.

$$q = 4 \cdot 10^{-4} \text{ C}$$

$$U = 200 \text{ V}$$

$$C = ?$$

Sprendimas

Taikome kondensatoriaus elektrinės talpos formulę:

$$C = \frac{q}{U}.$$

Įrašome fizikinių dydžių skaitines vertes ir gauname:

$$C = \frac{4 \cdot 10^{-4} \text{ C}}{200 \text{ V}} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ F} = 2 \mu\text{F}.$$

Atsakymas: 2 μF .

1

2

3

4

5

Nuoseklusis laidininkų jungimas turi ir pranašumų, ir trūkumų (žr. 3.1 lentelę).

3.1 lentelė. Nuoseklojo laidininkų jungimo pranašumai ir trūkumai

Pranašumai	Trūkumai
Reikia mažiau elektros laidų.	Sugedus vienam laidininkui nustoja veikti visa elektros grandinė.
Vienu jungikliu galima įjungti visus elektros imtuvus. Pavyzdžiui, patogiu vienu jungikliu įjungti visą Kalėdų eglės girliandą, kurią sudaro daug elektros lempučių.	Kartais nepatogu vienu jungikliu įjungti visus elektrinius prietaisus. Pavyzdžiui, jei namuose elektriniai prietaisai būtų sujungti nuosekliai, įjungus lempos jungiklį pradėtų veikti televizorius, skalbyklė ir kiti buitiniai elektriniai prietaisai.
Mažesnė elektrinių prietaisų perdavimo tikimybė.	Įjungus daugiau elektrinių prietaisų į grandinę, joje mažėja elektros srovės stipris.

1

2

3

4

5

Nuoseklojo laidininkų jungimo taisyklės

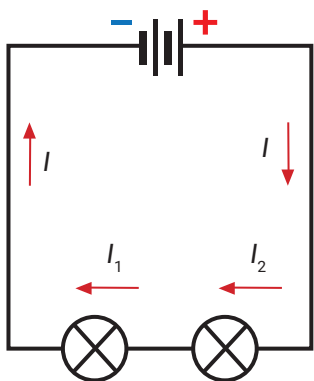
1 taisyklė. Nuosekliai sujungta elektros grandinė neturi atšakų. Dėl to elektros srovė turi tik vieną kelią elektros grandinėje (3.1.3 pav., a). Vadinasi, **nuosekliai sujungtomis grandinės dalimis teka vienodo stiprio elektros srovė:**

$$I = I_1 = I_2. \quad (3.1)$$

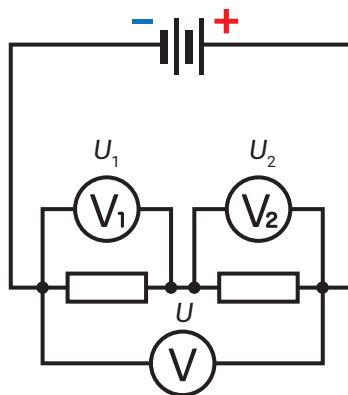
2 taisyklė. Nuosekliai sujungtų laidininkų visos grandinės įtampa lygi atskirų grandinės dalių įtampų sumai:

$$U = U_1 + U_2. \quad (3.2)$$

Tuo galima įsitikinti prijungus voltmetrus skirtingose grandinės dalyse (3.1.3 pav., b).

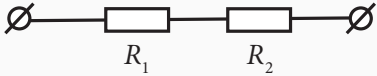
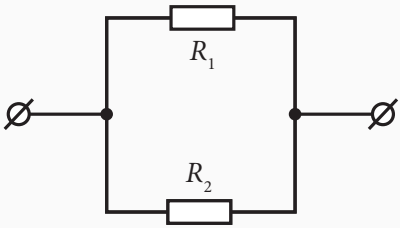


3.1.3 pav., a



3.1.3 pav., b

Skyriaus „Laidininkų jungimo būdai. Elektrosauga“ apibendrinimas

Sąvoka	Apibūdinimas
1 Nuoseklūs laidininkų jungimas	<p>Nuosekluoju laidininkų jungimu vadiname tokį jungimo būdą, kai laidininkai į grandinę jungiami paeiliui vienas po kito.</p> 
2 3 4 5 Nuosekliojo laidininkų jungimo taisyklės	<p>1 taisyklė. Nuosekliai sujungtomis grandinės dalimis teka vienodo stiprio elektros srovė:</p> $I = I_1 = I_2.$ <p>2 taisyklė. Nuosekliai sujungtų laidininkų visos grandinės įtampa lygi atskirų grandinės dalių įtampų sumai:</p> $U = U_1 + U_2.$ <p>3 taisyklė. Nuosekliosios grandinės pilnutinė varža lygi atskirų dalių varžų sumai. Grandinės pilnutinė varža R dar vadinama ekvivalentine varža:</p> $R = R_1 + R_2.$
Lygiagretūs laidininkų jungimas	<p>Lygiagrečiuoju vadinamas toks jungimo būdas, kai vieni grandinės elementų gnybtai jungiami į vieną mazgą, o kiti – į kitą mazgą.</p> 
Lygiagrėčiojo laidininkų jungimo taisyklės	<p>1 taisyklė. Visų lygiagrečiai sujungtų grandinės šakų įtampa yra vienoda:</p> $U_1 = U_2 = U.$ <p>2 taisyklė. Į grandinės mazgą įtekanti srovė (arba įtekančių srovių suma) lygi iš jo ištekančių srovių sumai:</p> $I = I_1 + I_2.$ <p>3 taisyklė. Kai laidininkai sujungti lygiagrečiai, fizikinis dydis, atvirkščias pilnutinei grandinės dalies varžai, lygus sumai dydžių, atvirkščių lygiagrečiai sujungtų laidininkų varžoms:</p> $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}.$

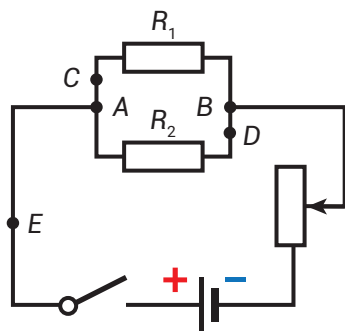
4 uždutis. Lygiagrečiojo laidininkų jungimo tyrimas

Tyrimo tikslas – patikrinti lygiagrečiojo laidininkų jungimo dėsningumus.

Reikalingos priemonės: srovės šaltinis, du varžai, kurių varžos $2\ \Omega$ ir $4\ \Omega$, reostatas, ampermetras, voltmetras, jungiklis, jungiamieji laidai.

Darbo eiga

1. Sujunkite elektros grandinę pagal schemą.



2. Prie taškų A ir B prijunkite voltmetrą ir išmatuokite įtampą. Kadangi abu varžai sujungti tuose taškuose, vadinsi, $U_{AB} = U_1 = U_2$. Gautą rezultatą įrašykite į 1 lentelę.
3. Grandinės dalyse, pažymėtose taškais E, C, D , prijunkite ampermetrą. Išmatuokite elektros srovės stiprį tuose taškuose. Gautus rezultatus įrašykite į 1 lentelę.

1 lentelė

U_{AB}	I_C	I_D	I_E	Išvada

4. Suformuluokite išvadą apie elektros srovės stiprį skirtingose grandinės dalyse.
5. Apskaičiuokite pilnutinę grandinės varžą pagal formulę $R = \frac{U_{AB}}{I}$ ir gautą rezultatą įrašykite į 2 lentelę. Baikite pildyti 2 lentelę.

2 lentelė

R_1	R_2	R	$\frac{1}{R_1}$	$\frac{1}{R_2}$	$\frac{1}{R}$	Išvada

6. Suformuluokite tyrimo išvadą.

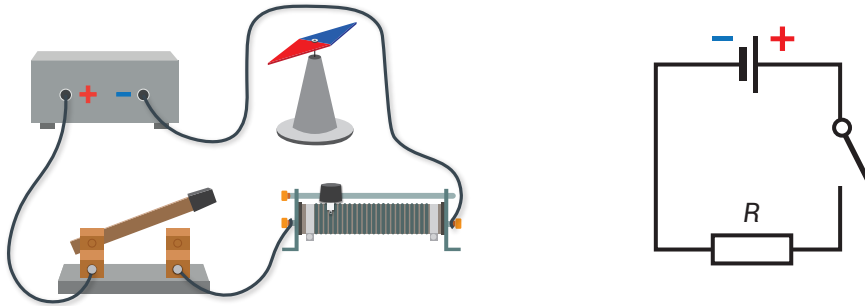
5 uždutis. Elektros srovės magnetinio veikimo tyrimas (H. K. Erstedo bandymo pakartojimas)

Tyrimo tikslas – ištirti elektros srovės magnetinį veikimą.

Reikalingos priemonės: srovės šaltinis, varžas, jungiklis, magnetinė rodyklė, jungiamieji laidai.

Darbo eiga

1. Sujunkite elektros grandinę pagal schemą.



2. Po vienu iš laidų padėkite magnetinę rodyklę.
3. Įjunkite jungiklį ir stebėkite, kaip pasikeičia magnetinės rodyklės padėtis.
4. Šasiuvinyje pavaizduokite laidu tekančios elektros srovės kryptį ir magnetinės rodyklės padėtį.
5. Sukeiskite laidus prie srovės šaltinio polių ir vėl įjunkite jungiklį.
6. Šasiuvinyje vėl pavaizduokite laidu tekančios elektros srovės kryptį ir magnetinės rodyklės padėtį.
7. Suformuluokite tyrimo išvadą.

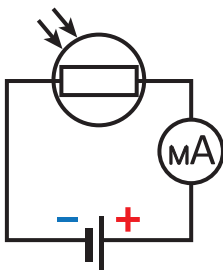
6 uždutis. Fotovaržo varžos priklausomybė nuo apšvietos

Tyrimo tikslas – ištirti fotovaržo varžos priklausomybę nuo apšvietos.

Reikalingos priemonės: srovės šaltinis, fotovaržas, miliampermetras, žvakė.

Darbo eiga

1. Sujunkite elektros grandinę pagal schemą.



2. Žvakės liepsna apšvieskite fotovaržą. Užsirašykite miliampermetro rodmenis.
3. Keiskite atstumą tarp žvakės ir fotovaržo. Stebėkite, kaip keičiasi fotovaržo rodmenys, ir juos užsirašykite.
4. Suformuluokite tyrimo išvadą.