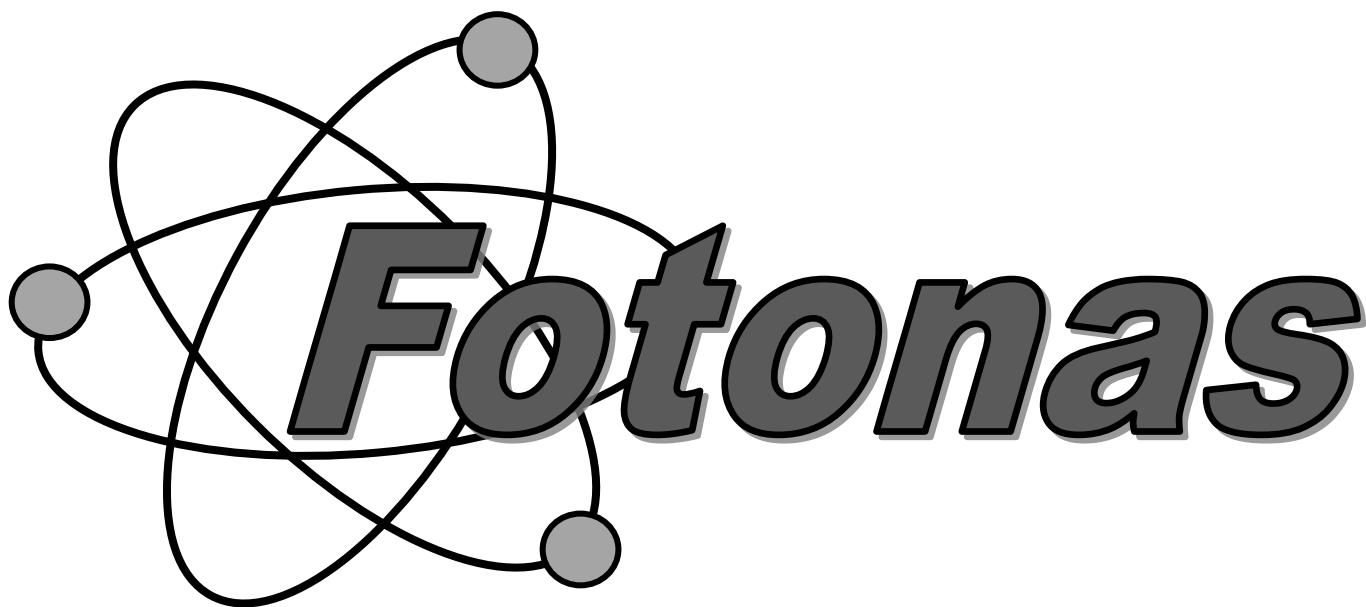


**LIETUVOS FIZIKŲ DRAUGIJA
ŠIAULIŲ UNIVERSITETO
JAUNŲJŲ FIZIKŲ MOKYKLA „FOTONAS“**



ELEKTRA IR MAGNETIZMAS

**LIETUVOS FIZIKŲ DRAUGIJA
ŠIAULIŲ UNIVERSITETO
JAUNŲJŲ FIZIKŲ MOKYKLA „FOTONAS“**

Vacys Jankus

ELEKTRA IR MAGNETIZMAS

IV KURSO II TURO UŽDUOTYS IR METODINIAI NURODYMAI

**Metodinė priemonė
2013–2014 mokslo metai**

Šiauliai 2013

II TURAS

ELEKTROSTATIKA. NUOLATINĖS SROVĖS DĖSNIAI. MAGNETINIS LAUKAS. ELEKTROMAGNETINĖ INDUKCIJA. ELEKTROMAGNETINIAI VIRPESIAI IR BANGOS

Metodiniai nurodymai

Elektrostatika

Elektrostatika – elektros skyrius, kuriame nagrinėjami nejudančių elektros krūvių sąveikos dėsniai.

Elektronas ir protonas – mažiausios stabilios elektringosios dalelės. Elektrono krūvis neigiamas, o protono – teigiamas. Jų krūvis absoliutine verte yra vienodas ir vadinamas elementariuoju. Jis žymimas raide e :

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}.$$

Krūvio tvermės dėsnis: uždaros sistemos kūnų krūvių algebrinė suma yra pastovi, t. y.

$$q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = \text{const.}$$

Elektrinio lauko stipris

$$E = \frac{F}{q};$$

čia E – elektrinio lauko stipris, matuojamas N/C arba V/m, F – jėga, veikianti taškinį krūvį, q – taškinis krūvis. Krūvio matavimo vienetas C – kulonas.

Taškinio krūvio q lauko stipris:

$$E = k \frac{q}{r^2};$$

čia r – atstumas nuo krūvio iki tiriamojo lauko taško.

Aplinkos dielektrinė skvarba:

$$\varepsilon = \frac{E}{E_0};$$

čia E – elektrinio lauko stiprio modulis vienalyčio dielektriko viduje, E_0 – elektrinio lauko stiprio modulis vakuume.

Elektrinio lauko stipris dielektrike nusakomas formule:

$$E = k \frac{q}{\varepsilon r^2}.$$

Kulono dėsnis: dviejų taškinių nejudančių įelektrintų kūnų sąveikos jėga vakuume tiesiog proporcinga krūvių modulių sandaugai ir atvirkščiai proporcinga atstumo tarp jų kvadratui:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{\varepsilon r^2};$$

čia F – sąveikos jėga, k – Kulono dėsnio koeficientas, $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$.

$$k = \frac{1}{4 \pi \varepsilon_0};$$

čia ε_0 – elektrinė konstanta, $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2}$.

Taškinio krūvio q sukurto elektrostatinio lauko potencialas, kai laukas nėra vienalytis, aprašomas formule:

$$\varphi = k \frac{q}{\varepsilon r};$$

čia r – atstumas nuo krūvio iki to lauko taško, kurio potencialo ieškome. Potencialo matavimo vienetas voltas (V).

Potencialų skirtumas (įtampa) lygus:

$$U = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A}{q};$$

čia U – įtampa, A – darbas, kuris atliekamas perkeliant krūvį iš pradinio taško į galinį, q – krūvis, φ_1 ir φ_2 – pirmo ir antro taškų potencialai.

Potencialų skirtumo matavimo vienetas voltas (V):

$$1 \text{ V} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ C}}.$$

Elektrinio lauko potencinė energija:

$$E_p = qEd;$$

čia d – atstumas tarp taškų, tarp kurių perkeliamas krūvis q .

Elektrinio lauko stiprio ir potencialų skirtumo (įtampos) ryšys:

$$E = \frac{U}{d};$$

čia U – įtampa, E – elektrinio lauko stipris, d – atstumas tarp taškų lauko E kryptimi.

Elektrinė talpa:

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

čia C – elektrinė talpa, matuojama F (faradais):

$$1 \text{ F} = \frac{1 \text{ C}}{1 \text{ V}}.$$

Daliniai vienetai:

$$\begin{array}{ll} \text{mikrofaradas} & 1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}, \\ \text{pikofaradas} & 1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F}. \end{array}$$

Plokščiojo kondensatoriaus talpa:

$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d};$$

čia ε – dielektrinė skvarba, ε_0 – elektrinė konstanta, S – vienos plokštės plotas, d – atstumas tarp plokščių.

Įkrauto kondensatoriaus energija apskaičiuojama pagal formules:

$$E_p = \frac{qU}{2} = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2}.$$

Nuosekliai (2.1 a pav.) sujungtų kondensatorių talpa apskaičiuojama:

$$\begin{array}{l} \text{---} \parallel \text{---} \parallel \text{---} \\ C_1 \quad C_2 \\ \text{2.1 a pav.} \end{array} \quad \begin{array}{l} \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}, \\ C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}. \end{array}$$

Lygiagrečiai (2.1 b pav.) sujungtų kondensatorių talpa apskaičiuojama:

$$\begin{array}{l} \text{---} \bullet \text{---} \begin{array}{c} \parallel \\ C_1 \\ \parallel \end{array} \text{---} \bullet \text{---} \\ \text{---} \bullet \text{---} \begin{array}{c} \parallel \\ C_2 \\ \parallel \end{array} \text{---} \bullet \text{---} \\ \text{2.1 b pav.} \end{array} \quad C = C_1 + C_2.$$

Nuolatinė elektros srovė

Elektros srovė vadinamas kryptingas elektringųjų dalelių judėjimas.

Srovės stipris lygus krūviui q , pratekančiam per laiko vienetą:

$$I = \frac{q}{t};$$

čia I – srovės stipris, matuojamas A (amperais):

$$1 \text{ A} = \frac{1 \text{ C}}{1 \text{ s}}.$$

Srovė, kurios stipris nekinta, vadinama nuolatine.

Omo dėsnis grandinės daliai: srovės stipris tiesiog proporcingas įtampai U ir atvirkščiai proporcingas laidininko varžai R :

$$I = \frac{U}{R}.$$

Iš čia galime rasti

$$R = \frac{U}{I};$$

čia R – laidininko varža. Ji priklauso nuo medžiagos, temperatūros ir geometrinių matmenų, matuojama Ω (omais).

$$1 \Omega = \frac{1 \text{ V}}{1 \text{ A}}.$$

$$R = \rho \frac{\ell}{S};$$

čia ρ – savitoji laidininko varža, matuojama $\Omega \cdot \text{m}$, ℓ – laidininko ilgis, S – laidininko skerspjūvio plotas.

Savitosios varžos skaitinė vertė lygi laidininko – kubo, kurio briauna 1 m, – varžai, kai 1 A stiprio srovė išilgai normalės nukreipta į dvi priešingas kubo sienas.

Nuoseklusis laidininkų jungimas (2.2 pav.).

Pilnutinė varža:

$$R = R_1 + R_2.$$

Srovės stipris:

$$I_1 = I_2 = I.$$

Įtampa:

$$U = U_1 + U_2.$$

Lygiagretusis laidininkų jungimas (2.3 pav.).

Pilnutinė varža:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}.$$

Srovės stipris:

$$I = I_1 + I_2.$$

Įtampa:

$$U_1 = U_2 = U.$$

Elektros srovės darbas:

$$A = UIt;$$

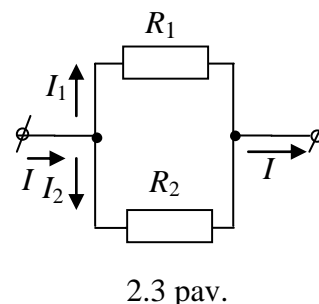
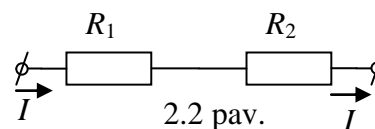
čia A – elektros srovės darbas, U – įtampa, I – srovės stipris, t – laikas.

Darbo matavimo vienetas:

$$1 \text{ J} = 1 \text{ V} \cdot 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ s}.$$

Šilumos kiekis, išskiriamas laidininke, kuriuo teka srovė, lygus srovės stiprio I kvadrato, laidininko varžos R ir srovės tekėjimo laiko t sandaugai (**Džaulio ir Lenco dėsnis**):

$$Q = I^2 R t.$$



Elektros srovės galia:

$$P = UI;$$

čia P – galia, U – įtampa, I – srovės stipris.

Galios matuojama vatais (W):

$$1 \text{ W} = 1 \text{ V} \cdot 1 \text{ A}.$$

Elektrovara \mathcal{E} uždaramame kontūre lygi pašalinių jėgų (t. y. srovės šaltinio) darbo, atliekamo perkeltant krūvį kontūru, ir to krūvio santykiui:

$$\mathcal{E} = \frac{A_{\text{paš}}}{q};$$

čia \mathcal{E} – elektrovara, matuojama voltais (V), $A_{\text{paš}}$ – pašalinių jėgų darbas (J), q – krūvis (C).

Omo dėsnis visai grandinei:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r};$$

čia \mathcal{E} – elektrovara, matuojama voltais (V), R – išorinė varža (Ω), r – šaltinio vidaus varža (Ω), I – srovės stipris (A).

Pirmasis Faradėjaus elektrolizės dėsnis: ant elektrodo nusėdusios medžiagos masė m proporcinga srovės stipriui I ir srovės tekėjimo laikui Δt .

$$m = kI\Delta t;$$

čia k – medžiagos elektrocheminis ekvivalentas (matuojamas kg/C).

Antrasis Faradėjaus elektrolizės dėsnis: medžiagų elektrocheminiai ekvivalentai proporcingi jų cheminiam ekvivalentams.

$$k = \frac{1}{F} \frac{M}{n};$$

čia $\frac{M}{n}$ – cheminis ekvivalentas (M – elemento molio masė, n – valentingumas), F – Faradėjaus konstanta.

$$F = e N_A;$$

čia $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ – elementarusis krūvis, N_A – Avogadro skaičius, $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, $F = 9,648 \cdot 10^4 \text{ C/mol}$.

Paviršinis srovės tankis

$$j = \frac{I}{S};$$

čia j – paviršinis srovės tankis, I – srovės stipris, S – paviršiaus skerspjūvio plotas.

Veikiant dujas jonizatoriumi (kaitinant, švitinant ultravioletiniais, rentgeno, radioaktyviaisiais spinduliais) nuo dalies atomų atplėšiami vienas ar keli elektronai ir atomai tampa teigiamą krūvį turinčiais jonais. Toks procesas vadinamas **dujų jonizacija**, o pačios dujos – jonizuotomis.

Elektrono įgyta kinetinė energija $\frac{mv^2}{2}$ proporcinga elektrinio lauko stipriui E ir elektrono laisvojo kelio ilgiui ℓ :

$$\frac{mv^2}{2} = eE\ell.$$

Magnetinis laukas

Magnetinį lauką sukuria arba elektros srovė (judantys elektros krūviai), arba kintantis elektrinis laukas. Magnetinio lauko charakteristika yra magnetinės indukcijos vektorius \vec{B} .

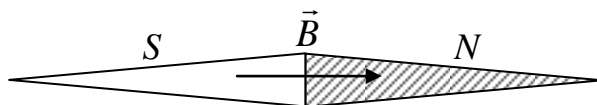
Magnetinio lauko linijomis vadiname tokias linijas, kurių liestinės kiekviename taške sutampa su vektoriaus \vec{B} kryptimi tame taške (2.4 pav.).



Magnetinio lauko linijos visada yra uždaros kreivės, juosiančios laidininką, kuriuo teka elektros srovė; toks laukas vadinamas sūkuriniu lauku.

Magnetinis laukas neturi šaltinių. Magnetinių krūvių, panašių į elektros krūvius, gamtoje nėra.

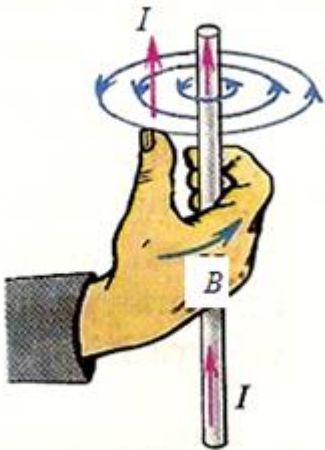
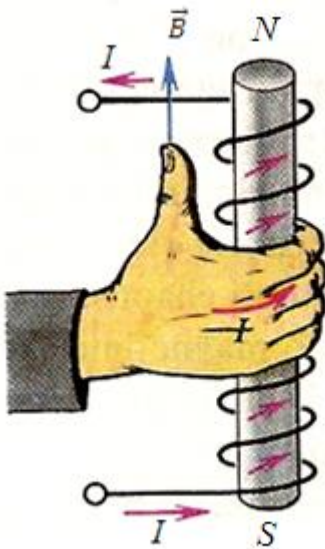
Magnetinės indukcijos vektoriaus kryptimi magnetinėje rodyklėje laikoma kryptis iš pietinio poliaus S į šiaurinį polių N , kai rodyklė laisvai nusistovi magnetiniame lauke (2.5 pav.).



2.5 pav.

Magnetinį lauką sukuria elektros srovė, o magnetinės indukcijos vektoriaus \vec{B} kryptį galima nustatyti ir be magnetinės rodyklės, t. y. remiantis **dešinėsios rankos taisykle**: jeigu dešine ranka apimsime laidininką taip, kad ištiestas nykštys rodytų srovės kryptį, tai pirštai rodys magnetinio lauko linijų kryptį.

Apskritiminės srovės, arba solenoido, magnetiniam laukui taikoma „atvirkščia“ taisyklė: dešinė ranka reikia apimti ritę taip, kad pirštai rodytų srovės kryptį – tada ištiestas nykštys rodys magnetinio lauko linijų kryptį (šiaurės polių) (2.6 pav.).

<p>Dešinėsios rankos taisyklė tiesaus laidininko su srove magnetiniam laukui.</p> 	<p>Dešinėsios rankos taisyklė apskritiminės srovės, arba solenoido, magnetiniam laukui.</p> 
--	---

2.6 pav.

Magnetinės indukcijos modulių vadiname maksimalios jėgos F_m , kuria magnetinis laukas veikia laidininko dalį, kuria teka srovė, ir srovės stiprio I bei tos laidininko dalies ilgio ℓ sandaugos santykį:

$$B = \frac{F_m}{I \cdot \ell}.$$

Uždara kontūrą veikiančio magnetinio lauko magnetinės indukcijos formulė:

$$B = \frac{M}{I \cdot S};$$

čia M – jėgos momentas, I – srovės stipris, S – kontūro plotas.

Magnetinės indukcijos matavimo (SI) vienetas yra tesla T:

$$1 \text{ T} = 1 \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}}.$$

Ampero jėga lygi magnetinės indukcijos vektoriaus \vec{B} , srovės stiprio I , laidininko atkarpos ilgio ℓ ir kampo α tarp magnetinės indukcijos ir laidininko atkarpos sinuso sandaugai:

$$F = B I \ell \sin \alpha.$$

Ampero jėgos kryptis nustatoma pagal kairiosios rankos taisyklę (2.7 pav.): jeigu kairė ranka laikoma taip, kad statmena laidininkui magnetinės indukcijos vektoriaus \vec{B} dedamoji nukreipta į delną, o keturi ištiesti pirštai rodo srovės kryptį, tai 90° kampu ištiestas nykštys parodo laidininką veikiančios jėgos kryptį.

Jėga, kuria magnetinis laukas veikia judančią elektringąją dalelę, vadinama **Lorenco jėga**:

$$F_L = q v B \sin \alpha;$$

čia q – dalelės krūvis, v – dalelės greitis, B – magnetinės indukcijos vektorius,

α – kampas, kurį sudaro greičio vektorius su magnetinės indukcijos vektoriumi.

Lorenco jėga statmena magnetinės indukcijos \vec{B} ir greičio \vec{v} vektoriams.

Lorenco jėgos kryptis nustatoma pagal kairiosios rankos taisyklę: jeigu kairė ranka laikoma taip, kad statmenoji magnetinės indukcijos vektoriaus \vec{B} komponentė kerta delną, o keturi ištiesti pirštai rodo teigiamai įelektrintos dalelės judėjimo magnetiniame lauke kryptį, tai 90° kampu ištiestas nykštys rodo elektringąją dalelę veikiančios Lorenco jėgos kryptį (2.8 pav.).

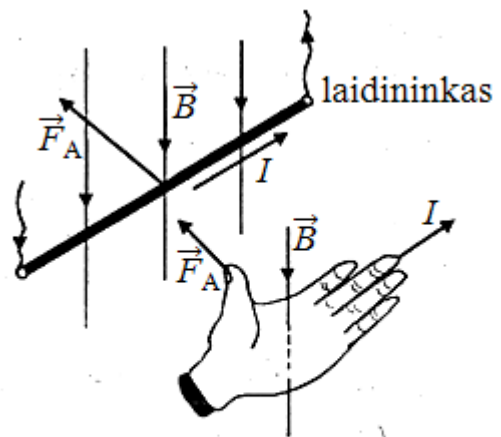
Pastovaus modulio greičiu vienalyčiame magnetiniame lauke įelektrinta dalelė juda r spindulio apskritimu:

$$r = \frac{mv}{qB};$$

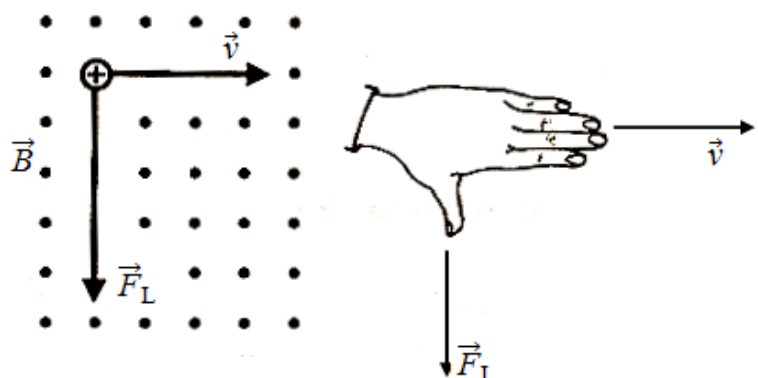
čia m – dalelės masė, v – dalelės greitis, q – dalelės krūvis, B – magnetinio lauko indukcija.

Magnetinė skvarba:

$$\mu = \frac{B}{B_0};$$



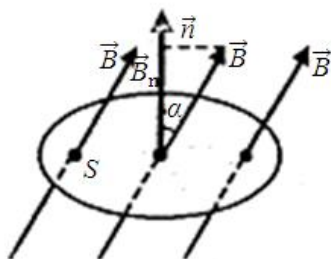
2.7 pav.



Magnetinės indukcijos linijos
nukreiptos į mus

2.8 pav.

čia B – magnetinės indukcijos vektorius vienalytėje terpėje (aplinkoje), B_0 – magnetinės indukcijos vektorius vakuume.



2.9 pav.

Magnetiniu srautu Φ , kertančiu S ploto paviršių, vadinamas dydis, lygus magnetinės indukcijos vektoriaus moduliui, padaugintam iš ploto bei kampo α tarp vektorių \vec{B} ir \vec{n} (paviršiaus normalės) (2.9 pav.) kosinuso:

$$\Phi = B S \cos \alpha.$$

Magnetinis srautas yra dydis, proporcingas kontūro paviršiaus plotą kertančių magnetinės indukcijos linijų skaičiui.

Magnetinio srauto matavimo vienetas vadinamas vėberiu:

$$1 \text{ Wb} = 1 \text{ T} \cdot 1 \text{ m}^2 = 1 \text{ V} \cdot \text{s}.$$

Elektromagnetinė indukcija

Elektros srovės atsiradimas uždareme laidininke, kintant jį veriančiam magnetiniam srautui, vadinamas **elektromagnetine indukcija**.

Elektromagnetinės indukcijos dėsnis: uždareme kontūre atsiradusi indukcinė elektrovara proporcinga kontūro ribojamą plotą kertančio magnetinio srauto kitimo greičiui:

$$\mathcal{E}_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}.$$

Atsižvelgiant į laidaus kontūro vijų N skaičių, elektromagnetinės indukcijos dėsnis užrašomas taip:

$$\mathcal{E}_i = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}.$$

Magnetiniame lauke judančiame laidininke atsiradusi indukcinė elektrovara randama:

$$\mathcal{E}_i = B \ell v \sin \alpha;$$

čia B – magnetinė indukcija, ℓ – laidininko ilgis, v – laidininko judėjimo greitis, α – kampas tarp magnetinių linijų ir laidininko judėjimo greičio kryptį.

Indukuotosios srovės kryptį nustatyti taikoma **Lenco taisyklė**: uždareme kontūre atsirandanti indukcinė srovė teka tokia kryptimi, kad jos sukurtas magnetinis srautas, kertantis kontūro ribojamą plotą, stengiasi kompensuoti šią srovę sukėlusio magnetinio srauto kitimą.

Šios srovės kryptį rasti galima taikyti dešinėsios rankos taisyklę (2.10 pav.): ištiesus dešinę ranką išilgai laidininko taip, kad magnetinės indukcijos linijos eitų į delną, o atlenktas nykštis rodytų laidininko judėjimo kryptį, keturi ištiesti pirštai rodytų tame laidininke indukuotosios srovės kryptį.

Saviindukcijos reiškiniu vadinamas indukcinės evj atsiradimas elektrinėje grandinėje, kai kinta ja tekančios elektros srovės stipris.

Laidžiu kontūru tekančios srovės magnetinis srautas Φ , kertantis kontūro plotą S , proporcingas srovės stipriui I :

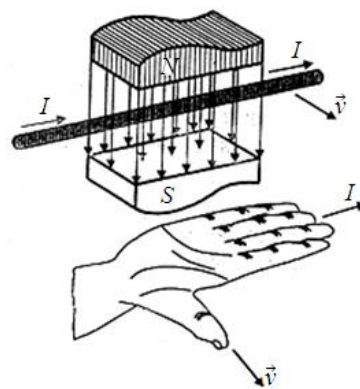
$$\Phi = LI;$$

čia L – kontūro (ritės) induktyvumas.

Saviindukcinė elektrovaros jėga proporcinga srovės stiprio kitimo greičiui:

$$\mathcal{E}_s = -L \frac{\Delta I}{\Delta t};$$

čia $\frac{\Delta I}{\Delta t}$ – srovės stiprio kitimo greitis.



2.10 pav.

Induktyvumas – fizikinis dydis, kurio skaitinė vertė lygi kontūre atsirandančiai saviindukcinei elektrovarai, per 1 s pakitus srovės stipriui 1 A. Jis priklauso nuo laidininko matmenų ir formos bei aplinkos magnetinių savybių ir nepriklauso nuo laidininku tekančios srovės stiprio.

Induktyvumo matavimo vienetas yra H (henris).

$$1 \text{ H} = 1 \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A}}.$$

Elektros srovės sukurto magnetinio lauko energija W_m :

$$W_m = \frac{LI^2}{2};$$

čia L – induktyvumas, I – srovės stipris.

Elektromagnetiniai virpesiai ir bangos

Periodiškas elektros krūvio, srovės stiprio ir įtampos kitimas vadinamas elektriniais virpesiais.

Kondensatorius ir prie jo plokščių prijungta ritė sudaro paprasčiausią sistemą, vadinamą virpesių kontūru (2.11 pav.). Joje gali vykti laisvieji elektriniai virpesiai.

Krūvio kitimo lygtis:

$$q = q_m \cos \omega_0 t;$$

čia q_m – krūvio amplitudinė vertė, ω_0 – kampinis dažnis, t – laikas.

$$\omega_0 = 2\pi \nu \quad \text{arba} \quad \omega_0 = \frac{2\pi}{T};$$

čia ν – kontūro savųjų virpesių dažnis, T – periodas.

Virpesių kontūro savųjų virpesių periodas T priklauso nuo induktyvumo L ir talpos C :
Tomsono formulė

$$T = 2\pi \sqrt{LC}.$$

Dažnis:

$$\nu = \frac{1}{T} \quad \text{arba} \quad \nu = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}.$$

Elektrinių virpesių kampinis dažnis:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}.$$

Srovės stiprio virpesių kontūre kitimo lygtis:

$$i = I_m \cos \left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2} \right);$$

čia i – srovės stiprio momentinė vertė, I_m – amplitudinė srovės stiprio vertė.

Elektros srovė, kurios stipris ir kryptis periodiškai kinta, vadinama **kintamąja elektros srove**.

Kintamosios srovės harmoninis kitimas:

$$i = I_m \cos (\omega t + \varphi);$$

čia i – kintamosios srovės momentinė vertė, I_m – amplitudinė vertė, φ – srovės stiprio ir įtampos virpesių fazių skirtumas (poslinkis).

Kintamosios įtampos harmoninis kitimas:

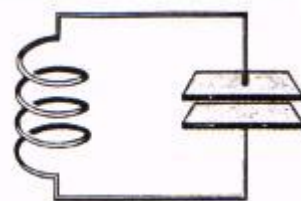
$$u = U_m \cos \omega t;$$

čia u – įtampos momentinė vertė, U_m – įtampos amplitudinė vertė.

Kintamosios elektros srovės stiprio I , įtampos U ir elektrovaros efektinės vertės:

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}, \quad U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}, \quad \mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}_m}{\sqrt{2}}.$$

Talpinė varža:



2.11 pav.

$$X_C = \frac{1}{\omega C}.$$

Induktyvioji varža:

$$X_L = \omega L.$$

Aktyvioji varža:

$$R = \frac{U}{I}.$$

Pilnutinė kintamosios elektros srovės grandinės (2.12 pav.) varža:

$$X = \sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}.$$

Omo dėsnis kintamosios elektros srovės grandinei:

$$I = \frac{\varepsilon}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}}.$$

Transformatoriaus transformacijos koeficientas:

$$K = \frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1};$$

čia N_1 ir N_2 – pirminės ir antrinės apvijų vijų skaičius (2.13 pav.), U_1 ir U_2 – pirminės ir antrinės transformatoriaus apvijų įtamos, I_1 ir I_2 – pirminės ir antrinės transformatoriaus apvijų srovės stipriai.

Kai $K < 1$ – įtamos aukštinimo transformatorius.

Kai $K > 1$ – įtamos žeminimo transformatorius.

Transformatoriaus apvijuose atsiradusių indukcinų evj santykis proporcingas apvijų vijų skaičiaus santykiui:

$$\frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2} = \frac{N_1}{N_2}.$$

Elektromagnetinis laukas

Periodiškai erdvėje besikeičiantis elektrinis ir magnetinis laukas vadinamas **elektromagnetiniu lauku**.

Elektromagnetinio lauko plitimas vadinamas **elektromagnetine banga** (2.14 pav.). Elektromagnetinės bangos spinduliuoja atviras virpesių kontūras. Pagrindinė elektromagnetinių bangų spinduliavimo sąlyga yra krūvio judėjimas su pagreičiu. Vakuume elektromagnetinės bangos sklinda šviesos greičiu $c = 300000 \text{ km/s}$.

Elektromagnetinių bangų ilgis λ :

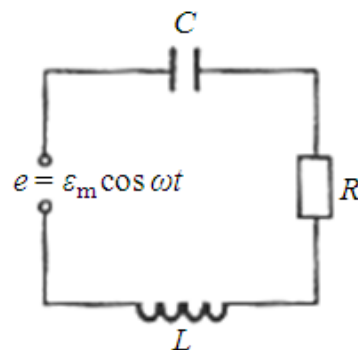
$$\lambda = c \cdot T \text{ arba } \lambda = \frac{c}{\nu};$$

čia c – šviesos greitis, T – periodas, ν – dažnis.

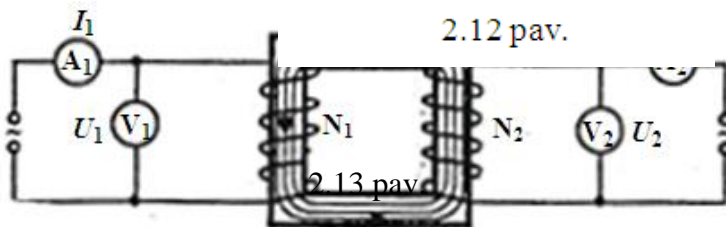
Elektromagnetinių bangų savybės: atspindys, lūžimas, sugertis, interferencija, difrakcija, poliarizacija.

Ryšiams naudojamos elektromagnetinės bangos vadinamos **radijo bangomis**. Radijo ryšiui naudojamos nuo 10 km iki 1 km ilgio bangos vadinamos ilgosiomis, nuo 1 km iki 100 m – vidutinėmis, nuo 100 m iki 10 m – trumposiomis ir ultratrumposiomis, kai $\lambda < 10 \text{ m}$.

Objektų aptikimas ir jų buvimo vietos tikslus nustatymas radijo bangomis vadinamas **radiolokacija**. Atstumas R randamas išmatavus laiką t , per kurį bangos impulsas pasiekia objektą ir grįžta atgal:



2.12 pav.

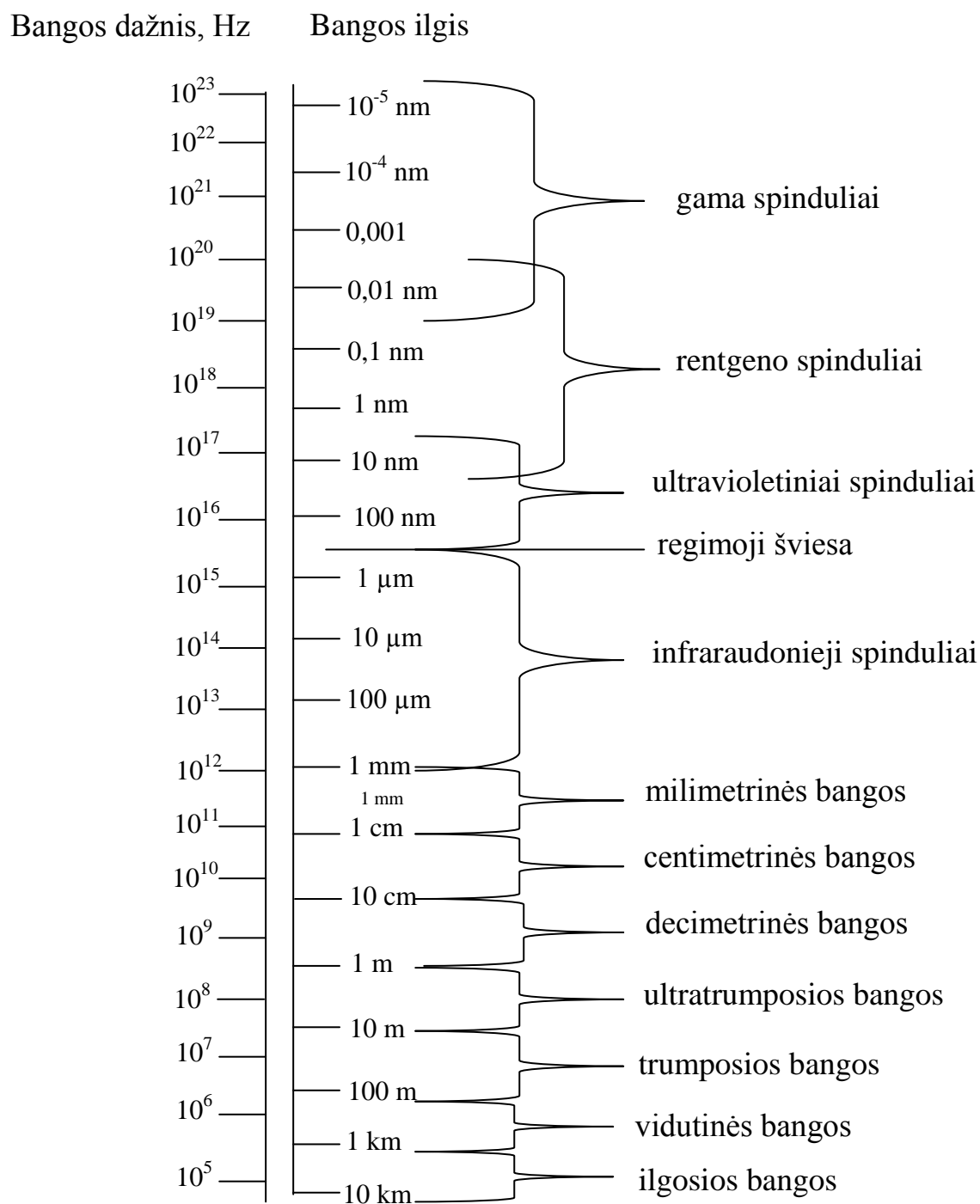


2.13 pav.

$$R = \frac{c t}{2};$$

čia c – bangos sklaidimo greitis.

Elektromagnetinių bangų skalė



2.14 pav.

Uždavinių sprendimų pavyzdžiai

1 pavyzdys.

Vienalyčiame elektrostatiniame lauke, kurio stipris $10^6 \frac{\text{V}}{\text{m}}$, perkėlus 20 cm atstumu krūvį buvo atliktas 400 mJ darbas. Kokio dydžio krūvis perkeltas?

- A. $0,5 \cdot 10^{-6} \text{ C}$;
- B. $5 \cdot 10^{-6} \text{ C}$;
- C. $2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$;
- D. $5 \cdot 10^6 \text{ C}$.

q	$E = 10^6 \text{ V/m}$
	$A = 400 \text{ mJ}$
	$\Delta d = 20 \text{ cm}$

Perkeliant krūvį vienalyčiame elektrostatiniame lauke atliktas darbas lygus

$$A = qU. \quad (1)$$

Įtampos ir elektrostatinio lauko stiprio ryšys:

$$E = \frac{U}{\Delta d}. \quad (2)$$

Iš (1) ir (2) lygčių išreiškiame įtampą U ir randame krūvį q

$$U = \frac{A}{q},$$

$$U = E \cdot \Delta d,$$

$$\frac{A}{q} = E \cdot \Delta d,$$

$$q = \frac{A}{E \cdot \Delta d},$$

$$[q] = \frac{\frac{\text{J}}{\text{V}} \cdot \text{m}}{\frac{\text{V}}{\text{m}} \cdot \text{m}} = \frac{\text{J}}{\frac{\text{J}}{\text{C}}} = \text{C},$$

$$q = \frac{0,4}{10^6 \cdot 0,2},$$

$$q = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}.$$

Atsakymas: C.

2 pavyzdys.

Kokią greitį įgyja elektronas pralėkdamas 250 V greitinantį potencialų skirtumą? Pradinė elektrono kinetinė energija lygi 0.

- A. $9,4 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- B. $0,11 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- C. $0,11 \cdot 10^{-6} \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- D. $8,79 \cdot 10^{13} \frac{\text{m}}{\text{s}}$

v	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ $U = 250 \text{ V}$
-----	--

Elektriniame lauke elektroną veikia elektrinė jėga $F_e = eE$, kuri atlieka darbą

$$A = eU. \quad (1)$$

Šis darbas lygus elektrono kinetinių energijų pokyčiui

$$A = \Delta E_k = E_k - E_{k_0} \quad (2)$$

čia

$$E_k = \frac{mv^2}{2}, \quad (3)$$

$$E_{k_0} = 0,$$

$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ elektrono masė.

Lygtis (1) ir (3) įrašome į (2) ir gauname

$$eU = \frac{mv^2}{2},$$

iš čia

$$v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}.$$

$$[v] = \sqrt{\frac{\text{C} \cdot \text{V}}{\text{kg}}} = \sqrt{\frac{\text{J}}{\text{kg}}} = \sqrt{\frac{\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2}}{\text{kg}}} = \sqrt{\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 250}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 9,4 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}},$$

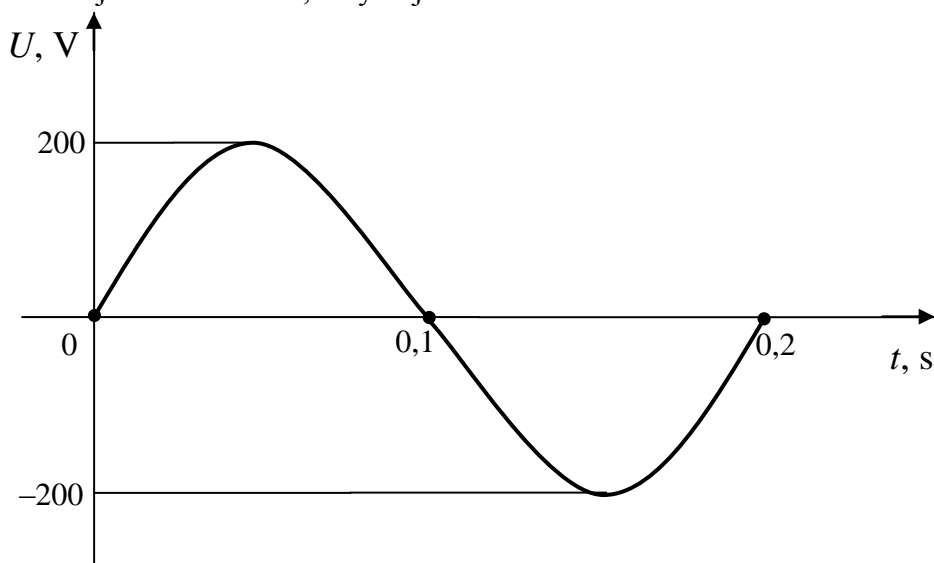
$$v = 9,4 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Atsakymas: A.

3 pavyzdys

Naudodamiesi grafiku (2.14 pav.), apskaičiuokite kintamosios srovės stiprio amplitudės vertę, kai laidininko, kuriuo teka kintamoji elektros srovė, aktyvioji varža 20Ω .

- A. 0,1 A;
- B. 200 A;
- C. 100 A;
- D. 10 A.



2.14 pav.

Iš grafiko matome, kad įtampos amplitudinė vertė $U_m = 200 \text{ V}$.

Remdamiesi Omo dėsnio grandinės daliai, randame srovės amplitudinę vertę:

$$I_m = \frac{U_m}{R},$$
$$I_m = \frac{200 \text{ V}}{20 \Omega} = 10 \text{ A},$$
$$I_m = 10 \text{ A}.$$

Atsakymas: D.

4 pavyzdys

Turime 10 cm spindulio laidų rutulį, įelektrintą iki $2 \cdot 10^5 \text{ V}$ potencialo, kuris patalpintas į dielektriką su dielektrine skvarba, lygia 21.

4.1. Koks rutulio krūvis jo paviršiuje?

4.2. Nustatykite elektrinio lauko stiprio modulį rutulio paviršiuje.

4.3. Apskaičiuokite elektrinio lauko potencialą taške, esančiame 5 m atstumu nuo rutulio centro.

4.4. Koks elektrinio lauko stipris 10 m atstumu?

4.5. Nustatykite elektrinio lauko stiprio modulį ir potencialą rutulio centre.

4.1. Įelektrinto rutulio potencialas jo paviršiuje sutampa su taškinio krūvio potencialu. Todėl

$$\varphi = k \frac{q}{\varepsilon r},$$

iš čia

$$q = \frac{\varepsilon r \varphi}{k}.$$

Apskaičiavę gauname

$$[q] = \frac{\text{V} \cdot \text{m} \cdot \text{C}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2} = \frac{\text{J} \cdot \text{C}^2}{\text{C} \cdot \text{J}} = \text{C}.$$

$$q = \frac{21 \cdot 0,1 \cdot 2 \cdot 10^5}{9 \cdot 10^9} = 4,7 \cdot 10^{-3} \text{ C},$$

$$q \approx 4,7 \cdot 10^{-3} \text{ C}.$$

Atsakymas: $q \approx 4,7 \cdot 10^{-3} \text{ C}$.

4.2. Įelektrinto rutulio elektrinio lauko stipris šalia jo sutampa su taškinio krūvio elektrinio lauko stipriu. Vadinasi,

$$E = k \frac{q}{\varepsilon r^2},$$

$$E = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{4,7 \cdot 10^{-3} \text{ C}}{21 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2} = 2 \cdot 10^8 \frac{\text{V}}{\text{m}},$$

$$E \approx 2 \cdot 10^8 \frac{\text{V}}{\text{m}}.$$

Atsakymas: $E \approx 2 \cdot 10^8 \frac{\text{V}}{\text{m}}$.

4.3. Potencialą tam tikru atstumu nuo rutulio randame pagal formulę

$$\varphi_1 = k \frac{q}{\varepsilon r_1}. \quad (1)$$

Potencialas rutulio paviršiuje:

$$\varphi = k \frac{q}{\varepsilon r},$$

iš čia išreiškiame krūvį q

$$q = \frac{\varphi \varepsilon r}{k}$$

ir įrašę į (1) lygtį gauname:

$$\varphi_1 = k \frac{\varphi \varepsilon \cdot r}{k \varepsilon r_1} = \frac{\varphi \cdot r}{r_1},$$

$$\varphi_1 = \frac{\varphi \cdot r}{r_1},$$

$$\varphi_1 = \frac{2 \cdot 10^5 \text{ V} \cdot 0,1 \text{ m}}{5 \text{ m}} = 4 \cdot 10^3 \text{ V},$$

$$\varphi_1 = 4 \cdot 10^3 \text{ V}.$$

Atsakymas: $\varphi_1 = 4 \cdot 10^3 \text{ V}$.

4.4. Elektrinio lauko stipris tam tikru atstumu nuo rutulio randamas pagal formulę

$$E_1 = k \frac{q}{\varepsilon \cdot r_1^2}. \quad (3)$$

Iš potencialo formulės rutulio paviršiuje $\varphi = k \frac{q}{\varepsilon r}$ išreiškiame krūvį $q = \frac{\varphi \varepsilon r}{k}$ ir įrašome į (3) lygtį

$$E = k \frac{\varphi \varepsilon r}{k \varepsilon r_1^2} = \frac{\varphi r}{r_1^2},$$

$$E = \frac{\varphi r}{r_1^2},$$

$$E = \frac{2 \cdot 10^5 \text{ V} \cdot 0,1 \text{ m}}{100 \text{ m}^2} = 200 \frac{\text{V}}{\text{m}},$$

$$E = 200 \frac{\text{V}}{\text{m}}.$$

Atsakymas: $E = 200 \frac{\text{V}}{\text{m}}$.

4.5. Rutulio paviršiuje krūvis išsidėstęs tolygiai. Lauko stipris bet kuriame laidaus rutulio vidaus taške lygus nuliui $E_0 = 0$. Todėl ir visų taškų potencialai rutulio viduje turi būti vienodi ir lygūs rutulio paviršiaus taškų potencialams

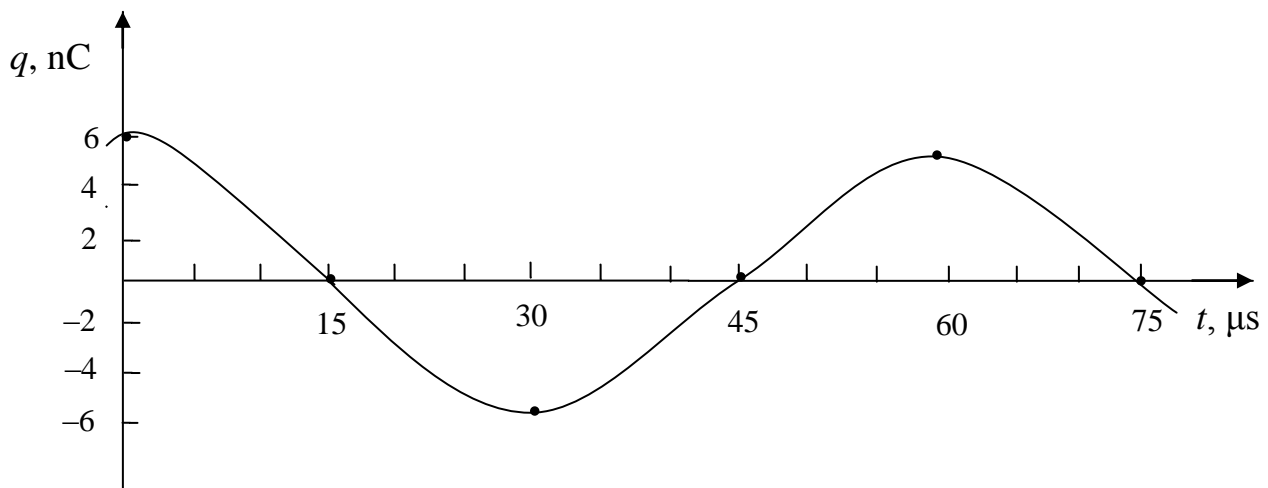
$$\varphi_0 = \varphi,$$

$$\varphi_0 = 2 \cdot 10^5 \text{ V}.$$

Atsakymas: $E_0 = 0$, $\varphi_0 = 2 \cdot 10^5 \text{ V}$.

5 pavyzdys

Grafike (2.15 pav.) pavaizduotas krūvio kitimas uždaramame kontūre. Kontūro kondensatoriaus talpa 4 nF.



2.15 pav.

- 5.1. Užrašykite krūvio kitimo lygtį.
- 5.2. Kokiu didžiausiu krūviu įkrautas kondensatorius?
- 5.3. Parašykite įtampos kitimo lygtį.
- 5.4. Kokia maksimali įtampos vertė?
- 5.5. Užrašykite srovės stiprio kitimo lygtį.
- 5.6. Koks didžiausias srovės stipris tekėjo kontūru?

5.1. Iš grafiko matome, kad krūvis kinta pagal kosinuso dėsnį

$$q = q_m \cos \omega t \quad (1)$$

periodu

$$T = 60 \mu\text{s} = 6 \cdot 10^{-5} \text{ s}.$$

Randame virpesių kampinį dažnį

$$\omega = \frac{2\pi}{T},$$

$$\omega = \frac{2\pi}{6 \cdot 10^{-5} \text{ s}} \approx 3,3 \cdot 10^4 \pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}.$$

Iš grafiko nustatome, kad $q_m = 6 \text{ nC} = 6 \cdot 10^{-9} \text{ C}$.

Dabar turėdami visas vertes galime jas įrašyti į (1) lygtį

$$q = 6 \cdot 10^{-9} \cos 3,3 \cdot 10^4 \pi t$$

Atsakymas: $q = 6 \cdot 10^{-9} \cos 3,3 \cdot 10^4 \pi t$.

5.2. Kadangi krūvio amplitudinė vertė $q_m = 6 \cdot 10^{-9} \text{ C}$, tai ir kondensatorius šiuo atveju įsikraus iki didžiausios $6 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ vertės.

Atsakymas: $6 \cdot 10^{-9} \text{ C}$.

5.3. Taikydami kondensatoriaus talpos apibrėžimą $U = \frac{q}{C}$, turime

$$u = \frac{q_m}{C} \cos \omega t,$$

kadangi $C = 4 \text{ nF} = 4 \cdot 10^{-9} \text{ F}$, o $\omega = 3,3 \cdot 10^4 \pi$, tai

$$u = \frac{6 \cdot 10^{-9}}{4 \cdot 10^{-9}} \cos 3,3 \cdot 10^4 \pi t,$$

$$u = 1,5 \cos 3,3 \cdot 10^4 \pi t$$

Atsakymas: $u = 1,5 \cos 3,3 \cdot 10^4 \pi t$.

5.4. Užrašome įtampos kitimo lygtį

$$u = U_m \cos \omega t. \quad (2)$$

Žinodami, kad

$$u = 1,5 \cos 3,3 \cdot 10^4 \pi t, \quad (3)$$

ir palyginę (2) ir (3) lygtis, matome, kad

$$U_m = 1,5 \text{ V}.$$

Atsakymas: $U_m = 1,5 \text{ V}$.

5.5. Kadangi srovės stipris yra lygus krūvio išvestinei laiko atžvilgiu

$$i = \frac{\Delta q}{\Delta t} = q',$$

$$i = (q_m \cos \omega t)' = -q_m \omega \sin \omega t,$$

$$i = -6 \cdot 10^{-9} \cdot 1 \cdot 10^5 \sin 3,3 \cdot 10^4 \pi t,$$

$$i = -62,17 \cdot 10^{-5} \sin 3,3 \cdot 10^4 \pi t,$$

$$i = -6,2 \cdot 10^{-4} \sin 3,3 \cdot 10^4 \pi t.$$

Atsakymas: $i = -6,2 \cdot 10^{-4} \sin 3,3 \cdot 10^4 \pi t$.

5.6. Maksimalus srovės stipris kontūre lygus srovės stiprio amplitudinei vertei

$$i = I_m \sin \omega t,$$

$$i = -6,2 \cdot 10^{-4} \sin 3,3 \cdot 10^4 \pi t.$$

Matome, kad

$$I_m \approx 6,2 \cdot 10^{-4} \text{ A}.$$

Atsakymas: $I_m \approx 6,2 \cdot 10^{-4} \text{ A}$.

II turo sprendimams įvertinti atskirame lape nubraižykite lentelę pagal pridedamą pavyzdį:

ŠIFRAS		Vardenis Pavardenis, Vilties g. 7-7 76381 Šiauliai			
I turas			Surinkta taškų (iš viso):		
ATSAKYMAI, SURINKTI TAŠKAI					
Nr.	I DALIS	Taškai	Nr.	II DALIS	Taškai
1.			1 – 1		
2.			1 – 2		
3.			1 – 3		
4.			1 – 4		
5.			1 – 5		
6.			2 – 1		
7.			2 – 2		
8.			2 – 3		
9.			2 – 4		
10.			2 – 5		
11.			3 – 1		
12.			3 – 2		
13.			3 – 3		
14.			3 – 4		
15.			3 – 5		
16.			4 – 1		
17.			4 – 2		
18.			4 – 3		
19.			4 – 4		
20.			4 – 5		
	4 – 6				
	4 – 7				
	5 – 1				
	5 – 2				
	5 – 3				
	5 – 4				
	5 – 5				
	5 – 6				
	5 – 7				

II TURO UŽDUOTYS

I DALIS

1. Du rutuliukai, esantys vakuume 30 cm atstumu vienas nuo kito, įelektrinti vienodo modulio krūviais, tarpusavyje sąveikauja 0,81 m/N jėga. Koks yra perteklinis elektronų skaičius kiekviename rutuliuke?

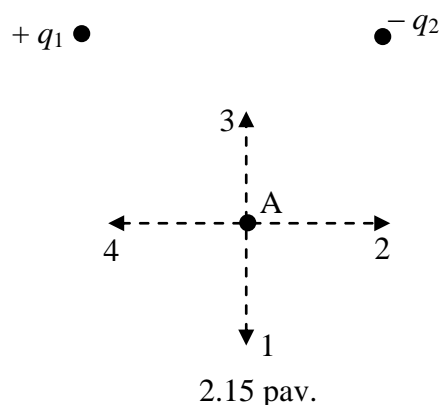
- A. $5,6 \cdot 10^{13}$;
- B. $56,25 \cdot 10^{10}$;
- C. $18,75 \cdot 10^{17}$;
- D. $56,25 \cdot 10^{17}$.

2. Kokį darbą atliko elektrostatinės lauko jėgos, perkeldamos 3 C krūvį tarp taškų, kurių potencialų skirtumas 120 V?

- A. 123 J;
- B. 40 J;
- C. 360 J;
- D. 0,025 J.

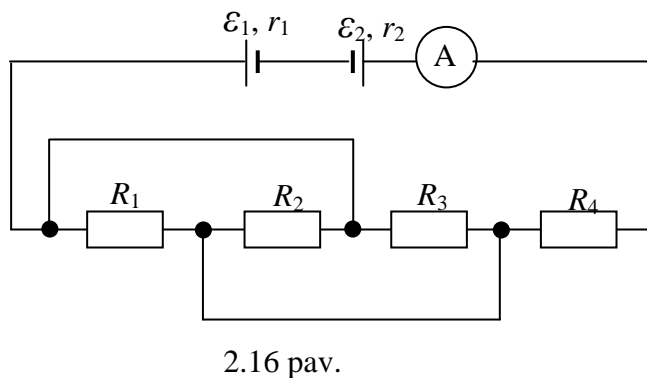
3. Kokia yra dviejų vienodų dydžių teigiamo ir neigiamo taškinių krūvių sukurto elektrinio lauko stiprio vektoriaus \vec{E} kryptis taške A (2.15 pav.)?

- A. 3;
- B. 1;
- C. 2;
- D. 4.



4. Schemoje pavaizduoti (2.16 pav.) grandinės elementai: $\varepsilon = 12$ V, $r_1 = 0,2 \Omega$, $\varepsilon_2 = 8$ V, $r_2 = 0,3 \Omega$, $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 6 \Omega$. Ką rodytų ampermetras?

- A. 1,50 A;
- B. 2,35 A;
- C. 1,00 A;
- D. 0,47 A.



5. Kaip priklauso laidininko varža R nuo srovės stiprio I ir įtampos U ?

- A. Padidėjus I sumažėja R ;
- B. Varža nepriklauso nuo I ir U ;
- C. Padidėjus U didėja R ;
- D. Sumažėjus I ir padidėjus U varža R didėja.

6. Variniu laidu teka 3,2 A stiprio srovė. Kiek elektronų per sekundę prateka laido skerspjūviu?

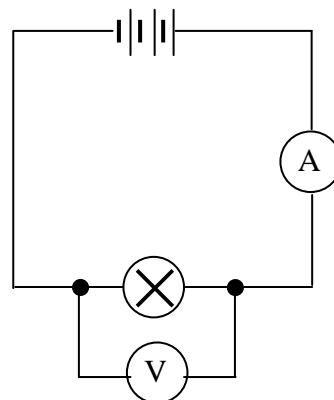
- A. $2 \cdot 10^{-19}$;
- B. $0,5 \cdot 10^{-19}$;
- C. $0,5 \cdot 10^{19}$;
- D. $2 \cdot 10^{19}$.

7. Elektrinio lauko stipris erdvėje tarp plokščiojo kondensatoriaus plokščių vakuume lygus 15 V/m , o atstumas tarp plokščių 3 cm . Kam lygus potencialų skirtumas tarp plokščių?

- A. $0,45 \text{ V}$;
- B. 45 V ;
- C. 5 V ;
- D. $0,2 \text{ V}$.

8. Kam lygi pavaizduotos grandinės (2.17 pav.) srovės šaltinio vidaus varža? Ampermetro varžos nepaisyti, o voltmetro varžą laikyti begaline.

- A. $0,35 \Omega$;
- B. $2,25 \Omega$;
- C. $1,9 \Omega$;
- D. $0,24 \Omega$.



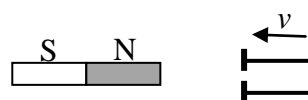
2.17 pav.

9. Kiek kartų pakis kondensatoriaus elektrinė talpa, jeigu atstumą tarp plokštelių sumažinsime 4 kartus, plokštelių plotą 3 kartus, o tarpą tarp jų užpildysime dielektriku, kurio dielektrinė skvarba $2,7$. Pradžioje tarp plokščių buvo vakuumas.

- A. 4 kartus;
- B. 3,6 karto;
- C. 3 kartus;
- D. 7 kartus.

10. Prie magneto artinamos dvi suglaustos vinys (2.18 pav.). Kuriame paveikslėlyje teisingai pavaizduotas vinių išsidėstymas priartinus magnetą?

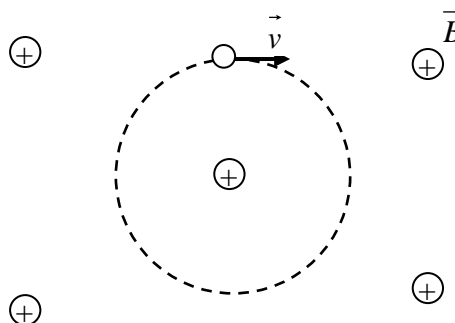
- A.
- B.
- C.
- D.



2.18 pav.

11. Kokiu ω kampiniu greičiu B indukcijos vienalyčiame magnetiniame lauke sukasi elektronas (2.19 pav.)?

- A. $\frac{mB}{e}$;
- B. eBm ;
- C. $\frac{m}{eB}$;
- D. $\frac{eB}{m}$.



2.19 pav.

12. Elektronas, patekęs į vienalytį elektrinį lauką vakuume, juda lauko jėgų linijų kryptimi. Per kiek laiko jis sustos, jei į lauką įlėkė pradiniu greičiu $2 \cdot 10^3 \frac{\text{km}}{\text{s}}$, o lauko stipris $90 \frac{\text{N}}{\text{C}}$?

- A. $2,2 \cdot 10^4 \text{ s}$;
- B. $1,26 \cdot 10^7 \text{ s}$;
- C. $0,79 \cdot 10^7 \text{ s}$;
- D. $1,26 \cdot 10^{-7} \text{ s}$.

13. Kaip orientuosis kompas rodyklė būdama taške C šalia laidininko A (2.20 pav.), kuriuo teka elektros srovė?

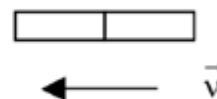
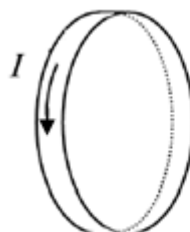
- A. Šiauriniu poliumi į viršų;
- B. Šiauriniu poliumi į kairę;
- C. Šiauriniu poliumi į dešinę;
- D. Šiauriniu poliumi žemyn.



2.20 pav.

14. Magnetą artinamas prie žiedo kaip pavaizduota paveiksle (2.21 pav.). Koks magneto polius yra arčiau žiedo, jei jame indukuojasi parodytos krypties indukcinė srovė?

- A. Šiaurinis;
- B. Pietinis;
- C. Neigiamas;
- D. Teigiamas.



2.21 pav.

15. Ritėje, kurios induktyvumas $0,5 \text{ H}$ tolygiai keičiamas srovės stipris nuo $0,03 \text{ A}$ iki $0,3 \text{ A}$. Per kiek laiko susidaro $0,14 \text{ V}$ indukcinė elektrovara?

- A. $3,57 \text{ s}$;
- B. $1,17 \text{ s}$;
- C. $1,03 \text{ s}$;
- D. $0,96 \text{ s}$.

16. Magnetinis srautas, kertantis uždaro 200Ω varžos laidininko plokštumą, per 2 s pakito nuo 2 Wb iki 3 Wb . Kokio didumo krūvis pratekėjo per tą laiką laidininku?

- A. $0,015 \text{ C}$;
- B. 200 C ;
- C. $0,005 \text{ C}$;
- D. $0,01 \text{ C}$.

17. Kokia ritės magnetinio lauko energija, kuria tekant 2 A srovės stipriui sukuriamas $0,25 \text{ Wb}$ magnetinis srautas?

- A. $0,25 \text{ J}$;
- B. $0,5 \text{ J}$;
- C. 1 J ;
- D. 4 J .

18. Į 120 V tinklą įjungto transformatoriaus antrinės apvijos turinčios 10 vijų, įtampa lygi 12 V. Koks transformatoriaus transformacijos koeficientas ir kiek vijų yra pirminėje transformatoriaus apvijoje?

- A. $k = 0,1$ $N_1 = 100$;
- B. $k = 10$ $N_1 = 100$;
- C. $k = 100$ $N_1 = 10$;
- D. $k = 10$ $N_1 = 1200$.

19. Į 220 V įtampos ir 50 Hz dažnio kintamosios srovės tinklą įjungtas rezistorius, kurio aktyvioji varža $100\ \Omega$ ir $40\ \mu\text{F}$ talpos kondensatorius. Kokia amplitudinė srovės vertė?

- A. 1,72 A;
- B. 2,43 A;
- C. 2,2 A;
- D. 3,9 A.

20. Kokia turi būti kondensatoriaus talpa, kad sujungus su rite, kurios induktyvumas $18,76\ \mu\text{H}$, gautume kontūrą, suderintą 100 m bangai?

- A. 150 F;
- B. 150 pF;
- C. 6659 μF ;
- D. 1,5 nF.

II DALIS

1. Du taškiniai krūviai, turintys – 5 nC ir 2 nC krūvius yra vakuume 25 cm atstumu vienas nuo kito.

1.1. Elektrinio lauko jėgų linijomis schematiškai pavaizduokite elektrinį lauką susidariusį erdvėje apie krūvius.

1.2. Apskaičiuokite krūvių sąveikos jėgas, nurodykite brėžinyje jų kryptis.

1.3. Kas atsitiks krūvius suglaudus, o po to atskyrus?

1.4. Kokia jėga jie vienas kitą ims veikti, juos atskyrus tokiu pat atstumu?

1.5. Koks elektrinio lauko stipris po susilietimo taške, nutolusiame 25 cm atstumu nuo kiekvieno krūvio?

1.6. Kaip pasikeis krūvių sąveikos jėga iki jų sulėtimo, jeigu juos panardinsime į žibalą? Žibalo dielektrinė skvarba 2,1.

1.7. Apibrėžkite elektros krūvio sąvoką.

2. Paveiksle (2.22 pav.) pavaizduota kambario apšvietimo ir šildymo elektrinė schema, kurią sudaro dvi lempos turinčios $R_1 = 200\ \Omega$ ir $R_2 = 300\ \Omega$ varžos, 2 kW galios šildytuvas, keturi saugikliai (1,2,3,4), trys jungikliai ir 220 V elektros šaltinis.

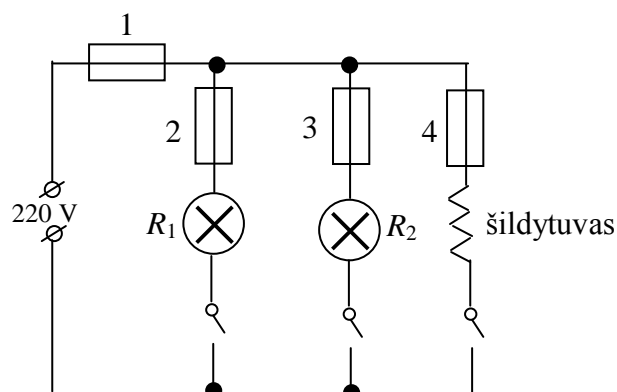
2.1. Kokia apšvietimo lempų bendra varža?

2.2. Kokia įtampa tenka kiekvienai lempai ir šildytuvui?

2.3. Kokio stiprio srovė teka lempomis?

2.4. Apskaičiuokite srovės stiprį tekančią šildytuvu.

2.5. Apskaičiuokite srovės stiprį tekančią per (1) saugiklį.



2.22 pav.

2.6. Duoti keturi saugikliai 1 A, 2 A, 10 A, 12 A. Kaip reikia įjungti duotuosius saugiklius 1, 2, 3, 4 saugiklių vietose, kad veiktų visi prietaisai?

3. Laboratorijoje yra srovės šaltinis, 1 m ilgio nichromo viela iš kurios galima pasigaminti rezistorių, idealusis voltmetras, jungiklis ir jungiamieji laidai.

3.1. Nubraižykite grandinės schemą pagal kurią sujungtumėte turimus prietaisus norėdami išmatuoti šaltinio elektrovarą ir apskaičiuoti jo vidinę varžą.

3.2. Išjungus jungiklį prietaiso rodmenys pavaizduoti piešinyje (2.23 pav.). Užrašykite juos. Kokį fizikinį dydį jis matuoja šiuo metu.

3.3. Nustatykite prietaiso padalos vertę ir apskaičiuokite santykinę matavimo paklaidą.

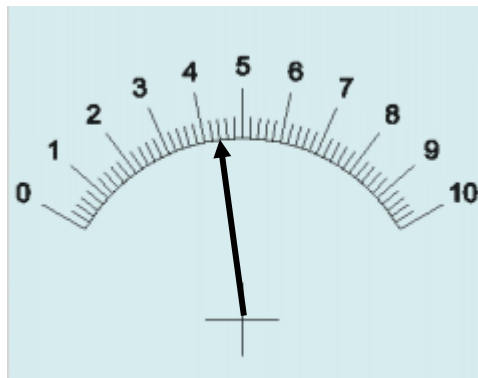
3.4. Įjungus jungiklį voltmetras pradėjo rodyti 3,4 V. Kodėl pasikeitė voltmetro rodmenys?

3.5. Kokia rezistoriaus varža, jei vielos skerspjūvio plotas $0,22 \text{ mm}^2$, o nichromo savitoji

varža $1,1 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$?

3.6. Apskaičiuokite šaltinio vidinę varžą.

3.7. Koks srovės šaltinio naudingumo koeficientas šioje grandinėje?



4. Demonstruojant elektromagnetinės indukcijos reiškinį, link ritės prie kurios prijungtas galvanometras, artinamas pietinis magneto polius (2.24 pav.). Ritėje atsirado srovė.

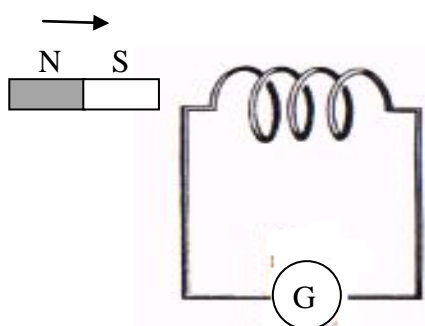
4.1. Paveiksle pavaizduokite magneto ir ritėje indukuotosios srovės magnetinių laukų linijų kryptis.

4.2. Ritėje ir visoje grandinėje pažymėkite indukuotosios srovės kryptį.

4.3. Kam lygus magnetinio srauto kitimo greitis ritėje, jeigu joje indukuojama 6 V elektrovara? Ritės vijų skaičius 3000.

4.4. Pasiūlikite bent du būdus, kurių dėka padidėtų elektros srovė tekanti galvanometru.

4.5. 1 H induktyvumo rite tekančios srovės stipris padidėjo du kartus, jos magnetinio lauko energija padidėjo 6 J. Apskaičiuokite ritės magnetinio lauko energijos ir srovės stiprio pradines vertes.



2.24 pav.

5. Virpesių kontūro (2.25 pav.) kondensatoriuje, kurio talpa $10 \mu\text{F}$ įtampa kinta pagal dėsnį $u = 100\cos(10^3\pi t)$.

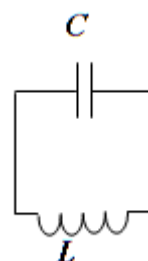
5.1. Koks šio kontūro ritės induktyvumas?

5.2. Užrašykite virpesių kontūro kondensatoriaus krūvio kitimo lygtį.

5.3. Parašykite srovės stiprio svyravimų kontūre lygtį.

5.4. Kada gaunami neslopinamieji virpesiai kontūre?

5.5. Koks šio kontūro virpesių dažnis?



2.25 pav.

Lietuvos fizikų draugija
Šiaulių universiteto
jaunųjų fizikų mokykla „FOTONAS“

Vacys Jankus
IV kurso II užduotys ir metodiniai nurodymai
2013–2014 mokslo metai

Rinko ir maketavo Diana Leskovienė