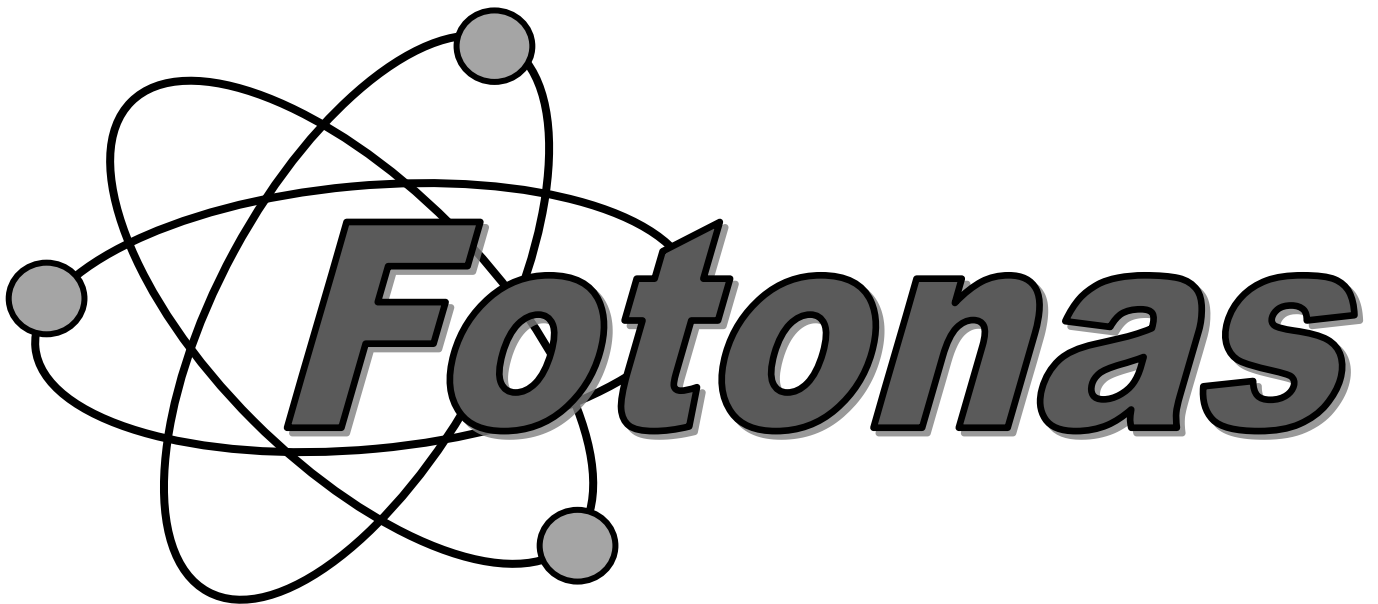


**LIETUVOS FIZIKŲ DRAUGIJA  
ŠIAULIŲ UNIVERSITETO  
JAUNŲJŲ FIZIKŲ MOKYKLA „FOTONAS“**



**ELEKTROMAGNETINĖ INDUKCIJA.  
KINTAMOJI SROVĖ.  
ELEKTROMAGNETINIAI VIRPESIAI IR BANGOS**

**II KURSO II TURO UŽDUOTYS IR METODINIAI NURODYMAI**

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

**Rasa Žemaičiūnienė**

**ELEKTROMAGNETINĖ INDUKCIJA.  
KINTAMOJI SROVĖ.  
ELEKTROMAGNETINIAI VIRPESIAI IR BANGOS**

**II KURSO II TURO UŽDUOTYS IR METODINIAI NURODYMAI**

**Metodinė priemonė  
2013–2014 mokslo metai**

**Šiauliai 2013**

## II TURAS

### ELEKTROMAGNETINĖ INDUKCIJA. KINTAMOJI SROVĖ ELEKTROMAGNETINIAI VIRPESIAI IR BANGOS.

Šis „Fotono“ turas skirtas fizikos temų „Elektromagnetinė indukcija“, „Kintamoji srovė“ bei „Elektromagnetiniai virpesiai ir bangos“ pakartojimui ir gilesniam supratimui. Prieš sprendami uždaviniai, prisiminkite, kas yra nuolatiniai magnetai, magnetinis laukas, magnetinio lauko jėgų linijos, kaip nustatoma jų kryptis.

Magnetinio lauko, atsiradusio apie laidininką su srove, jėgų linijų kryptį galima nustatyti pateikiama taisyklė, kartais vadinama „dešiniosios rankos taisykle“, arba vietoje jos panaudojama dešiniojo sraigto taisyklė.

Taigi, magnetinio lauko jėgų linijų kryptį galima nustatyti galime taikyti šias taisykles:

1) **dešiniosios rankos taisyklė ritei:** jei dešiniąja ranka apimsime ritę taip, kad 4 pirštai būtų nukreipti srovės tekėjimo kryptimi, tai ištiestas nykštys rodytų magnetinių linijų kryptį ritės viduje;

2) **dešiniojo sraigto:** jei ritės gale sraigtą suksime srovės tekėjimo kryptimi, tai sraigtas slinks magnetinių jėgų linijų ritės viduje kryptimi.

Jeigu uždaro kontūro ribojamą paviršių kerta kintantis magnetinis laukas, tai kontūre sukurama indukcinė elektrovara, kuri proporcinga magnetinio srauto kitimo spartai:

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

čia raide  $\Phi$  pažymėtas **magnetinis srautas**.

Magnetinis srautas yra tam tikra kiekybinė magnetinio lauko charakteristika: tai tarsi per tam tikrą plotelį (dar geriau – per ploto vienetą) praeinančių magnetinių jėgos linijų pluoštas. Kur magnetinis laukas stipresnis, ten magnetinės linijos tankesnės, ten magnetinio srauto  $\Phi$  skaitinė vertė didesnė. Jei magnetinės jėgų linijos krinta statmenai į tam tikrą plotą  $S$ , tada magnetinis srautas

$$\Phi = B S;$$

čia  $B$  yra fizikinis dydis, nusakantis magnetinio lauko intensyvumą, stiprumą tam tikrame erdvės (magnetinio lauko) taške ir vadinamas **magnetine indukcija**. Magnetinė indukcija, kaip ir magnetinio lauko jėgų linijos, taip pat turi savo kryptį. Jos kryptis kiekviename erdvės taške sutampa su liestine magnetinei jėgos linijai ir nukreipta magnetinės jėgos linijos kryptimi tame erdvės taške. Tad žinomomis taisyklėmis nustatydami magnetinės jėgos linijos kryptį, kartu randame magnetinės indukcijos kryptį. Magnetinė indukcija matuojama teslomis ( $1\text{T} = \frac{1\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}}$ ), o

magnetinis srautas – vėberiais ( $1\text{Wb} = 1\text{T} \cdot \text{m}^2$ ).

Nagrinėjant elektromagnetinės indukcijos reiškinius svarbus yra **elektromagnetinės indukcijos dėsnis**. Jo esmė tokia: *indukcinė elektrovara atsiranda uždarame kontūre, kai kinta magnetinis srautas, kertantis šio kontūro ribojamą plotą*. Indukcinė elektrovara uždarame kontūre sukelia indukcinę elektros srovę.

Indukcinės srovės kryptis nustatoma pagal dešiniosios rankos taisyklę. Elektrovara arba saviindukcinė elektrovara yra išreiškiama priklausomybėmis

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

čia „–“ ženklas reiškia, kad elektrovara paklūsta Lenco taisyklei,  $L$  – induktyvumas, priklausantis nuo laidininko matmenų ir formos bei aplinkos magnetinių savybių.  $[L] = 1\text{ H}$  (henris).

Taigi, tekėdama elektros srovė sukuria magnetinį lauką. Magnetinis laukas tam tikromis sąlygomis gali sukurti elektros srovę. Tad elektriniai ir magnetiniai reiškiniai yra glaudžiai tarpusavyje susiję.

Elektromagnetinės indukcijos dėsnio pagrįstas elektros srovės generatorių, transformatorių, kitokių elektrinių įrenginių veikimas.

Nuolatinės ir kintamosios srovės tekėjimas grandinėje turi skirtumų, į kuriuos būtina atsižvelgti sprendžiant uždavinius. **Kintamąją srovę** vadinama tokia elektros srovė, kurios stipris ir kryptis periodiškai kinta. Lietuvoje vartojamos kintamosios srovės dažnis lygus 50 Hz.

Kintamoji srovė nusakoma didžiausia (amplitudine  $I_m$ ) ir momentine vertėmis. Srovės stiprio ir įtampos vertės parodo dauguma matavimo prietaisų. Šios vertės vadinamos **efektinėmis**. Jų santykis su amplitudinėmis yra:

$$I_{ef} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}, \quad U_{ef} = \frac{U_m}{\sqrt{2}}.$$

Kintamoji elektros srovė yra elektrinės prigimties svyravimai. Kintamąją elektros srovę nusako šie fizikiniai dydžiai:

- ✓ Kintamosios srovės periodas – trumpiausias laikas  $T$ , po kurio pasikartoja srovės kryptis ir stipris.  $T = \frac{1}{f}$ ,  $[T] = 1 \text{ s}$ .
- ✓ Kintamosios srovės dažnis  $f$  parodo, kiek srovės kitimo ciklų įvyksta per 1 s. Tai yra periodui atvirkščias dydis:  $f = \frac{1}{T}$ ,  $[f] = 1 \text{ s}^{-1} = 1 \text{ Hz}$ .

Perduodant elektros energiją neišsiverčiama be transformatorių, kurių veikimas pagrįstas elektromagnetinės indukcijos reiškiniu. Transformatoriai gali būti žeminimo (transformacijos koeficientas  $k > 1$ ) ir aukštinimo (transformacijos koeficientas  $k < 1$ ). Transformacijos koeficientas yra lygus

$$k = \frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2};$$

čia  $U_1$  ir  $U_2$  įtampos efektinės vertės pirminėje ir antrinėje apvijoje,  $n_1$  ir  $n_2$  – pirminės ir antrinės apvijos vijų skaičius.

Periodiški magnetinio lauko ir elektrinio lauko stiprio kitimai vadinami **elektromagnetiniais virpesiais**. Elektromagnetiniai virpesiai gaunami virpesių kontūre, kurį sudaro kondensatorius ir prie jo plokštelių prijungta ritė.

Kondensatoriaus elektrinę talpą  $C$  išreiškiame vienos plokštelės krūvio modulio ir įtampos tarp plokštelių santykiu:

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

Jei kondensatoriui suteikus 1 C krūvį įtampa tarp jo plokštelių pakinta 1 V, kondensatoriaus talpa lygi 1 faradui.  $[C] = 1 \text{ F}$ .

Fotonicėiui pravartu būtų žinoti, kad plokščiojo kondensatoriaus talpa

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d};$$

čia  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}}$  yra vakuumo **dielektrinė skvarba** (elektrinė konstanta),  $\epsilon$  – dielektrinė medžiagos skvarba arba santykinė skvarba,  $S$  – kondensatoriaus plokštelių plotas, o  $d$  – atstumas tarp plokštelių.

Neturint reikiamos talpos kondensatoriaus, jį galima pabandyti surinkti iš kitų kondensatorių, juos jungiant į bateriją lygiagrečiai arba nuosekliai. Lygiagrečiai sujungtų kondensatorių bendra talpa

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots;$$

o nuosekliai jungimui

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots.$$

Virpesių kontūre vykstančių elektromagnetinių virpesių periodas priklauso nuo kondensatoriaus talpos ir ritės induktyvumo. Jį galima skaičiuoti pagal vadinamąją **Tomsono formulę**:

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

Energijos nuostoliai virpesių kontūre patiriami ne vien dėl jo laidų šilimo, bet dėl dalies energijos išspinduliavimo į aplinką **elektromagnetinėmis bangomis**.

**Elektromagnetinės bangos** – tai erdvėje sklindantys susiję kintamieji elektrinis ir magnetinis laukai. Kintantis laike elektrinis laukas sukuria magnetinį lauką. Pastarasis taip pat kinta laike ir savo ruožtu kuria kintamą elektrinį lauką. Tokiu būdu tarpusavyje susiję elektrinis ir magnetinis laukai keliauja erdve ir, kas labai svarbu taikomąja prasme, perneša energiją.

Sklindančios elektromagnetinės bangos laukai pasižymi periodiškumu (periodiškai atsikartoja) tiek laike, tiek erdvėje. Bangos periodiškumą laike nusako jos dažnis  $f$ , parodantis, kiek lauko kitimo periodų įvyksta per laiko vienetą (sekundę).

Nuotolis, per kurį banga atsikartoja erdvėje, vadinamas bangos ilgiu  $\lambda$ . Jis priklauso nuo periodo  $T$  ir nuo bangos sklidimo greičio  $v$ :

$$\lambda = vT.$$

Bangos sklidimo greitį  $v$  lemia tik erdvės, kurioje sklinda banga, savybės:

$$v = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon \cdot \mu}},$$

t. y. erdvės absoliutinė dielektrinė skvarba  $\varepsilon$  ir absoliutinė magnetinė skvarba  $\mu$ . Tuštumoje (vakuume) banga sklinda didžiausiu įmanomu greičiu – šviesos greičiu  $c$ :

$$c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \cdot \mu_0}} \approx 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Taigi, elektromagnetinės bangos turi labai platų dažnių (arba bangos ilgių) spektrą ir didelį plitimo greitį  $v = c \approx 300\,000\,000 \text{ m/s} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ .

### ***Uždavinių sprendimo pavyzdžiai***

**1. 120 vijų ritę veriančiam magnetiniam srautui per 0,6 s palaipsniui sumažėjus dvigubai, ritėje atsirado 6 V indukcinė elektrovara. Koks magnetinis srautas vėrė ritę pradinio laiko momentu?**

$\Phi_1$	$n = 120$ $\Delta t = 0,6 \text{ s}$ $\Phi_2 = 0,5 \Phi_1$ $\mathcal{E} = 6 \text{ V}$
----------	---

Indukuotoji elektrovara ritėje

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}. \quad (1)$$

Ritei, turinčiai  $n$  vijų, indukuotoji elektrovara užrašome taip:

$$\mathcal{E} = -n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}. \quad (2)$$

Srauto pokytis lygus  $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$ , tai

$$\mathcal{E} = -n \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Delta t} = n \frac{0,5\Phi_1}{\Delta t}. \quad (3)$$

Iš čia

$$\Phi_1 = \frac{\mathcal{E} \cdot \Delta t}{0,5 \cdot n}.$$

$$\Phi_1 = 0,06 \text{ Wb} = 60 \text{ mWb}.$$

**Atsakymas:**  $\Phi_1 = 0,06 \text{ Wb} = 60 \text{ mWb}$ .

**2. Virpesių kontūrą sudaro  $L = 30 \mu\text{H}$  induktyvumo ritė ir plokščiasis kondensatorius, kurio plokštelės plotas  $S = 0,01 \text{ m}^2$ , o atstumas tarp plokštelių  $d = 0,1 \text{ mm}$ . Šis kontūras suderintas  $\lambda = 750 \text{ m}$  ilgio bangai. Apskaičiuokite tarp plokštelių esančios medžiagos dielektrinę skvarbą  $\varepsilon$ .**

$\varepsilon$	$S = 0,01 \text{ m}^2$ $d = 0,1 \text{ mm} = 10^{-5} \text{ m}$ $\lambda = 750 \text{ m}$ $L = 30 \mu\text{H} = 30 \cdot 10^{-6} \text{ H}$ $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}}{\text{N} \cdot \text{m}^2}$ $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
---------------	--

Virpesių kontūro savųjų virpesių periodas

$$T = 2\pi\sqrt{LC}. \quad (1)$$

Bangos ilgis lygus  $\lambda = cT$ , tai gauname

$$\lambda = 2\pi c\sqrt{LC}. \quad (2)$$

Plokščiojo kondensatoriaus talpa

$$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}. \quad (3)$$

(3) įstatę (2) gauname

$$\lambda = 2\pi c\sqrt{L\frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}}. \quad (4)$$

Medžiagos dielektrinė skvarba lygi

$$\varepsilon = \frac{\lambda^2 d}{4\pi c^2 \varepsilon_0 S L}.$$

$$\varepsilon = 6,1.$$

**Atsakymas:**  $\varepsilon = 6,1$ .

**3. Vienalyčiame  $B = 0,4 \text{ T}$  indukcijos magnetiniame lauke yra  $S = 60 \text{ cm}^2$  ploto plokščias rėmelis. Pradinėje padėtyje magnetinio lauko linijų kryptis sutampa su rėmelio sukimosi ašimi. Koks krūvis prateka rėmelį pasukus  $90^\circ$ ? Kontūro varža lygi  $R = 2 \Omega$ .**

$q_1$	$B = 0,4 \text{ T}$ $S = 60 \text{ cm}^2 = 60 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ $R = 2 \Omega$ $\alpha = 0^\circ$ $\alpha_1 = 90^\circ$
-------	--

Sukant rėmelio kontūrą kinta jį kertantis magnetinis srautas, todėl atsiranda indukcinė elektrovara ir kontūre teka indukcinė srovė. Per laiką  $\Delta t$  kontūru prateka krūvis

$$q = I \cdot \Delta t, \quad (1)$$

$I$  – srovės stipris.

Pagal Omo dėsnį uždarai grandinei srovės stipris lygus

$$I = \frac{\mathcal{E}_i}{R}. \quad (2)$$

Indukcinė elektrovara laidininke yra lygi

$$\mathcal{E}_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Delta t}, \quad (3)$$

$\Phi_1$  ir  $\Phi_2$  – magnetinis srautas kertantis kontūrą, iki ir po pasukimo.

(3) įstatę (2) gauname

$$I = -\frac{\Delta\Phi}{R\Delta t}, \quad (4)$$

o (4) įstatę į (1) gauname

$$q = -\frac{\Delta\Phi}{R}. \quad (5)$$

Srauto pokytis lygus  $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$ , tai pasukus rėmelį  $90^\circ$  kampų –  $\Delta\Phi = 0 - BS = -BS$ . Žinant, kad magnetinis srautas kertantis kontūrą pradinėje padėtyje iki pasukimo yra lygus  $\Phi_1 = BS \cos 0^\circ = BS$ , o pasukus magnetinis srautas kertantis kontūrą bus lygus nuliui  $\Phi_2 = BS \cos 90^\circ = 0$ .

Pasukus rėmelį  $90^\circ$  kampų kontūru prateka krūvis

$$q_1 = \frac{BS}{R}. \quad (6)$$

**Atsakymas:**  $q_1 = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ C} = 1,2 \text{ mC}$ .

**4. Kokio induktyvumo  $L$  ritę reikia sujungti su  $C = 200 \text{ pF}$  talpos kondensatoriumi, kad grandinės virpesių kampinis dažnis būtų lygus  $\omega = 6,28 \cdot 10^3 \text{ s}^{-1}$ ?**

$L$	$C = 200 \text{ pF} = 200 \cdot 10^{-12} \text{ F}$
	$\omega = 6,28 \cdot 10^3 \text{ s}^{-1}$

Kontūro virpesių periodo formulė

$$T = 2\pi\sqrt{LC}. \quad (1)$$

Virpesių kampinis dažnis

$$\omega = \frac{2\pi}{T}, \quad (2)$$

tai

$$\omega = \frac{2\pi}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{LC}}. \quad (3)$$

Gauname, kad ritės induktyvumas lygus

$$L = \frac{1}{C\omega^2}. \quad (4)$$

$$L = 126,7 \cdot 10^6 \text{ H}.$$

**Atsakymas:**  $L = 126,7 \cdot 10^6 \text{ H}$ .

**5. Kokio induktyvumo  $L$  ritę reikia sujungti su  $C = 200 \text{ pF}$  talpos kondensatoriumi, kad virpesių kontūre per laiką  $t = \pi \mu\text{s}$  įvyktų 50 virpesių?**

$L$	$C = 200 \text{ pF} = 2 \cdot 10^{-10} \text{ F}$
	$t = \pi \mu\text{s} = \pi \cdot 10^{-6} \text{ s}$
	$n = 50$

Kontūro virpesių periodo formulė

$$T = 2\pi\sqrt{LC} . \quad (1)$$

Virpesių periodas lygus

$$T = \frac{t}{n} . \quad (2)$$

Sulyginę (1) ir (2) lygybes gauname

$$2\pi\sqrt{LC} = \frac{t}{n} . \quad (3)$$

Ritės induktyvumas lygus

$$L = \frac{t^2}{4\pi^2 n^2 C} ;$$

**Atsakymas:**  $L = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ H} = 0,5 \mu\text{H}$ .



## II TURO UŽDUOTYS

1.  $L = 0,8$  H induktyvumo ritėje tolygiai keičiant srovės stiprį nuo  $I_1 = 0,1$  A iki  $I_2 = 0,4$  A, susidaro  $\mathcal{E} = 0,24$  V saviindukcinė elektrovara. Apskaičiuokite srovės kitimo trukmę.
2. Imtuvo kontūro kondensatoriaus talpa kinta nuo  $C_1 = 4C_0$  iki  $C_2 = 36C_0$ . Kokiam bangų diapazonui apskaičiuotas kontūras, jeigu nustatius kondensatoriaus talpą  $C_1$  priimama 5 m ilgio bangas?
3. Kintamosios srovės stiprio amplitudinė vertė lygi  $I_m = 4,2$  A. Kokį šilumos kiekį išskiria elektrinis židinis per vieną valandą darbo, jei jo varža  $50 \Omega$  ?
4. Kondensatorių prijungę prie  $U = 100$  V įtampos šaltinio ir jame sukauptę  $q = 2$  mC krūvį. Atjungę kondensatorių nuo įtampos šaltinio, jį prijungę prie  $L = 10$  mH induktyvumo ritės. Kokio dažnio elektromagnetiniai virpesiai atsirado kontūre?
5. Srovės stipris ir įtampa pirminėje transformatoriaus apvijoje yra  $I_1 = 20$  A ir  $U_1 = 110$  V, o įtampa antrinėje apvijoje –  $U_2 = 11000$  V. Kam lygus srovės stipris antrinėje apvijoje?
6. Elektrinės krosnelės varža yra  $R = 50 \Omega$ . Ji įjungta į kintamosios srovės tinklą, kurio dažnis  $f = 50$  Hz ir įtampa  $U = 220$  V. Apskaičiuokite įtampos ir srovės stiprio efektines vertes?
7. Radijo imtuvo virpesių kontūras nustatytas 6 MHz dažniui. Kiek kartų reikia pakeisti kontūro kondensatoriaus talpą, kad radijo imtuvas priimtų 300 m ilgio bangas?
8. 200 vijų ritę veriančiam magnetiniam srautui per 0,8 s palaipsniui sumažėjus dvigubai, ritėje atsirado 8 V indukcinė elektrovara. Koks magnetinis srautas vėrė ritę pradiniu laiko momentu?
9. Ritės induktyvumas  $L = 2$  H. Apskaičiuokite elektros srovės stiprio kitimo greitį, kai ritėje gaunama 50 V indukcinė elektrovara.
10. Virpesių kontūrą sudaro  $L = 5 \mu\text{H}$  induktyvumo ritė ir  $C_1 = 450$  pF talpos kondensatorius. Kokios talpos  $C_2$  kondensatorių reikėtų lygiagrečiai prijungti prie kondensatoriaus  $C_1$ , kad grandinės virpesių periodas būtų lygus  $T = 4 \mu\text{s}$ ?
11. Magnetinis srautas kinta 1,2 Wb/s sparta. Ritės induktyvumas yra 0,15 H. Kokia sparta kinta srovė?
12. Magnetiniame lauke, kurio indukcija  $B = 0,8$  T yra 300 vijų ritė. Jos varža  $R = 40 \Omega$ , skerspjūvio plotas  $S = 16 \text{ cm}^2$ . Ritės ašis su magnetinio lauko linijomis sudaro  $60^\circ$  kampą. Koks pratekės krūvis šia rite, išjungus magnetinį lauką?
13. 8 cm skersmens ritė, turinti 300 vijų yra magnetiniame lauke. Magnetinio lauko linijų kryptis sutampa su ritės ašimi. Apskaičiuokite ritėje indukuotą elektrovarą, jei per 3 s magnetinė indukcija pakito nuo 2 T iki 12 T?
14. Radijo imtuvas nustatytas priimti  $\lambda = 550$  m ilgio bangas. Kokio ilgio bangas priims imtuvas, jei į virpesių kontūrą įjungtame kondensatoriuje atstumą tarp plokščių padidinus 25 kartų?

15. Transformatoriaus pirminės apvijos gnybtuose yra 220 V įtampa. Antrinėje apvijoje teka 2 A stiprio srovė, įtampa – 20 V. Apskaičiuokite: a) kokio stiprio srovė teka pirmine apvija? b) kam lygus transformacijos koeficientas? c) koks yra šis transformatorius?
16. Kiek kartų sumažėtų virpesių kontūro periodas, jei kontūro kondensatoriaus talpą sumažintume 9 kartus, o ritės induktyvumą – 4 kartus?
17. Transformatoriaus pirminė apvija turi 2000 vijų, antrinė – 100 vijų. Antrinėje apvijoje teka 0,5 A stiprio srovė. Pirminė apvija jungiama į apšvietimo tinklą. Kokia įtampa antrinės apvijos gnybtuose? Kokia yra antrine apvija tekančios srovės galia ?
18. Kokio ilgio bangos siunčia radiolokatorius, jeigu siunčiamų bangų dažnis yra 400 GHz?
19. Kiek voltų rodys kintamosios srovės grandinę įjungtas voltmetras, kai didžiausioji įtampos vertė lygi 80 V?
20. Lėktuvas yra  $9 \cdot 10^4$  m atstumu nuo radiolokatoriaus. Po kiek laiko nuo signalo pasiuntimo radiolokatorius jį aptiks?

---

*III turo metodinius nurodymus ir užduotis gausite su II turo sprendimų įvertinimu.*

Lietuvos fizikų draugija  
Šiaulių universiteto  
Jaunųjų fizikų mokykla „FOTONAS“

**Rasa Žemaičiūnienė**  
**II kurso II turo užduotys ir metodiniai nurodymai**  
**2013–2014 mokslo metai**

Rinko ir maketavo Irma Bolskytė