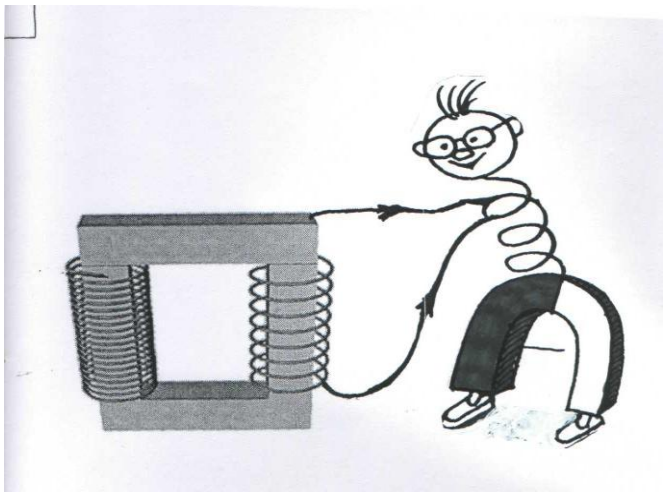
ISSN 1392-2068

LIETUVOS FIZIKŲ DRAUGIJA
ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS

JAUNŲJŲ FIZIKŲ MOKYKLA

„FOTONAS“

IV KURSO UŽDUOTYS IR METODINIAI NURODYMAI
2008 11 (466)



Šiauliai 2008

ISSN 1392-2068

LIETUVOS FIZIKŲ DRAUGIJA
ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
JAUNŲJŲ FIZIKŲ MOKYKLA „FOTONAS“

Adomas Neimontas, Vacys Jankus

MECHANIKA. ŠILUMA. ELEKTRA IR MAGNETIZMAS

IV KURSO UŽDUOTYS IR METODINIAI NURODYMAI

Metodinė priemonė
2008–2009 mokslo metai

Šiauliai 2008

Leidžiama nuo 1972 m.
Leidinių periodiškumas – 15 per metus.

Leidinį parengė:
I turo metodinius nurodymus ir užduotis – Adomas Neimontas,
II turo metodinius nurodymus ir užduotis – Vacys Jankus.

Recenzavo: dr. Rasa Žemaičiūnienė,
fizikos mokytoja metodininkė Lina Senkuvienė.

Šiaulių universiteto Gamtos mokslų fakulteto tarybos rekomenduota 2008-02-08 (protokolo Nr. 12).

© Šiaulių universitetas, 2008

SU NAUJAISIAIS MOKSLO METAIS, FOTONIEČIAI !

Šie mokslo metai jaunųjų fizikų mokykloje ,,Fotonas“ Jums paskutiniai. 2009 metų balandžio mėnesį mokyklos baigimo diplomus išsiųsime į Jūsų mokyklas.

Norint išvengti netikslumų, ant uždavinių sprendimo sąsiuvinio ir įskaitos lapo didžiosiomis spausdintinėmis raidėmis iš paso užrašykite savo vardą ir pavardę, mokyklą.

Uždavinių sprendimų išsiuntimo terminai:

I turas – 2008-11-05
II turas – 2009-01-25

Sąsiuvinius su sprendimais siųskite adresu:

,,Fotonui“
Šiaulių universitetas
P. Višinskio g. 19
77156 Šiauliai

LINKIME SĖKMĖS!
,,Fotono“ taryba

Tel./faks. (8~41) 59 57 24
El. paštas fotonas@fm.su.lt
www.fotonas.su.lt

I TURAS

MECHANIKA. ŠILUMA

Metodiniai nurodymai

Žinia, kad per 25% valstybinio fizikos brandos egzamino medžiagos apima MECHANIKOS kurso užduotys ir per 10% – MOLEKULINĖS fizikos, kuriam priskiriama ir termodinamika. Šiame ture turėsite progą prisiminti minėtų fizikos temų pagrindinius teorinius teiginius, išanalizuoti keletą nestandartinių uždavinių ir patys parinkti savitus uždavinių sprendimo metodus, kas padės geriau pasirengti artėjančiam fizikos brandos egzaminui.

MECHANIKA. Pagrindinės formulės, reikalingos kinematikos uždaviniams spręsti, yra kūno greičio ir koordinatės formulės:

$$v = v_0 + at, \tag{1.1}$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}. \tag{1.2}$$

Jos tinka tik tada, kai kūno pagreitis $\vec{a}$ yra pastovus. Patariama v, v_0 ir a laikyti projekcijomis. Tuomet šiomis formulėmis galima naudotis, nagrinėjant tiek greitėjantį, tiek lėtėjantį judėjimą. Nagrinėjant judėjimą įvairių atskaitos sistemų atžvilgiu, dažniausiai reikia naudotis vektorių sudėties ir atimties taisyklėmis.

Iš kreivaeigio judėjimo teorijos svarbu įcentrinio pagreičio didumas a_{ic} ir kampinio greičio sąvoka:

$$a_{ic} = \frac{v^2}{r}, \tag{1.3}$$

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = 2\pi\upsilon = \frac{v}{r}. \tag{1.4}$$

Sprendžiant uždavinius, dažniausiai remiamasi antruoju Niutono dėsniu:

$$\vec{F} = m\vec{a}; \tag{1.5}$$

čia $\vec{F}$ yra kūną veikiančių jėgų atstojamoji. Pirmasis ir trečiasis Niutono dėsniai paprastai taikomi kokybinių klausimų analizei.

Jėga $\vec{F}$ mokykliniame kurse paprastai nagrinėjama pastovi. Iš nepastovių dažniau pasireiškia visuotinės traukos, tamprumo ir aplinkos pasipriešinimo jėgos.

Kai turime kelių jėgų sistemą, paprastai (1.5) lygtį taikome kiekvienam kūnui atskirai. Mat skirtingus objektus veikiančių jėgų atstojamoji gali charakterizuoti tik kai kurias bendras sistemos savybes: masių centro judėjimą, sistemos judesio kiekį ir panašiai.

Norint rasti kiekybines nežinomųjų reikšmes, beveik visuomet reikia (1.5) lygtį projektuoti į pasirinktas koordinačių ašis ir po to spręsti gautas skaliarinių lygčių sistemas. Prieš projektuojant reikia labai kruopščiai apgalvoti ir nusibraižyti visas veikiančias jėgas bei kitus vektorius. Tai svarbu, sprendžiant mechanikos ir kitų skyrių uždavinius.

Į statiką galima žiūrėti kaip į atskirą judančio kūno (dinamikos) atvejį, kai kūno greitis (ir pagreitis) lygus nuliui. Todėl turi būti lygi nuliui kūną veikiančių jėgų atstojamoji:

$$\vec{F} = 0. \tag{1.6}$$

Pusiausvyra paprastai yra tokia kūno būsena, kai jis ne tik neslenka, bet ir nesisuka. Todėl turi būti lygus nuliui ir visų kūną veikiančių jėgų atstojamasis momentas:

$$M = 0. \tag{1.7}$$

Paskutinės dvi lygtys ir yra pagrindinės statikos lygtys. Materialaus taško statikai pakanka (1.6) lygties, nes jo sukimasis fizikinės prasmės neturi.

Mokykliniams mechanikos uždaviniams spręsti praktiškai pakanka dviejų išsilaikymo (tvermės) dėsnių: judesio kiekio ir pilnutinės mechaninės energijos. Imant dviejų kūnų sistemą, judesio kiekio išsilaikymo dėsnį patogu užrašyti taip:

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}_1^1 + m_2\vec{v}_2^1. \tag{1.8}$$

Reikia turėti galvoje, kad šis dėsnis galioja visada, kai sistemą veikiančių išorinių jėgų atstojamoji lygi nuliui. Vidinės jėgos gali būti bet kokios. Pavyzdžiui, smūgis gali būti tamprus arba plastinis; tarpusavio trintis gali būti, gali ir nebūti.

(1.8) – vektorinė lygybė. Jeigu atskiri kūnai juda įvairiomis kryptimis, jų judesio kiekiai sudedami kaip vektoriai. Jeigu išorinių jėgų atstojamosios tik viena kuri nors projekcija lygi nuliui, tai judesio kiekio išsilaikymo (tvermės) dėsnis galioja tik tai projekcijai.

Gana dažnai tenka naudotis ryšiu tarp judesio kiekio pokyčio ir jėgos impulso:

$$m\vec{v} - m\vec{v}_0 = \vec{F}t\,. \qquad (1.9)$$

Ši lygybė yra ekvivalentiška II Niutono dėsniui.

Energijos išsilaikymo dėsnis mechanikoje yra:

$$E = E_P + E_K = \text{const}; \qquad (1.10)$$

čia E_P ir E_K yra potencinė ir kinetinė sistemos energija. Šis dėsnis yra skaliarinis, tačiau jis galioja tik tada, kai sistemos kūnų neveikia trinties jėgos, kai smūgiai ir spyruoklės yra tamprūs, kai nėra aplinkų pasipriešinimo, t. y. kai mechaninė energija nevirsta kitos rūšies energija. Priešingu atveju visada reikia atsižvelgti į atitinkamų jėgų atliktą darbą.

Paminėjome tik kai kurias pastabas, į kurias privalu atsižvelgti, sprendžiant mechanikos uždavinius. Visų pastabų ir pasiūlymų apie uždavinių sprendimą surašyti neįmanoma. Spręsti padės pateikti uždavinių sprendimo pavyzdžiai. Tačiau **labiausiai padės kiekvieno jūsų individuali patirtis ir studijos.**

TERMODINAMIKA. Kūnų sistemos būvis gali kisti, atliekant darbą ir vykstant šilumos su aplinka apykaitai. Darbas, atliktas vykstant dujų izobariniam procesui, lygus:

$$A = p\cdot\Delta V;$$

čia $\Delta V = V_2 - V_1$ (V_1 – pradinis tūris, V_2 – galinis tūris).

Praktiškai svarbu žinoti darbą, kurį atlieka nagrinėjamoji kūnų sistema (dujos), įveikdama aplinkos jėgų pasipriešinimą, taip pat darbą, kurį atlieka išorinės jėgos sistemos atžvilgiu. Kai darbą atlieka besiplečiančios dujos, $\Delta V > 0$, o kai darbą atlieka išorinės jėgos, $\Delta V < 0$, t. y. darbas dujų atžvilgiu yra neigiamas.

Suteiktas kūnų sistemai šilumos kiekis lygus

$$Q = cm\Delta t \qquad (1.11)$$

arba

$$Q = cm\Delta T; \tag{1.12}$$

čia c – savitoji šiluma, m – kūno masė, temperatūros pokytis $\Delta t = t_2 - t_1$ (Celsijaus skalėje), $\Delta T = T_2 - T_1$ (Kelvino skalėje).

Energijos tvermės dėsnis mechaniniuose ir šiluminiuose procesuose vadinamas pirmuoju termodinamikos dėsniu: vidinės energijos pokytis, pereinant kūnų sistemai iš vieno būvio į kitą būvį, yra lygus išorinių jėgų darbo ir perduoto šilumos kiekio sumai:

$$\Delta U = A + Q. \tag{1.13}$$

Pirmąjį termodinamikos dėsnį kartais patogu formuluoti kitaip: sistemai suteiktas šilumos kiekis lygus sistemos vidinės energijos pokyčio ir atlikto darbo sumai:

$$Q = \Delta U + A. \tag{1.14}$$

Ši išraiška patogi sprendžiant uždavinius.

Jeigu kinta ir sistemos mechaninė energija, tai energijos tvermės dėsnis išreiškiamas taip:

$$\Delta U + \Delta E = A + Q. \tag{1.15}$$

Izoliuotoje (uždaroje) sistemoje vykstantys dujų procesai vadinami adiabatiniais. Daugeliu praktinių atvejų dujų būvio kitimas artimas adiabatiniam, nes dėl greitai vykstančio proceso nespėja įvykti šilumos su aplinka apykaita.

Šiluminio variklio naudingumo koeficientas

$$\eta = \frac{A}{Q}. \tag{1.16}$$

Jei šiluminė mašina paima iš T_1 temperatūros šildytuvo šilumos kiekį Q_1 ir atiduoda T_2 temperatūros šaldytuvui šilumos kiekį Q_2, tai jos naudingumo koeficientas

$$\eta = \frac{(Q_1 - Q_2)}{Q_1}, \tag{1.17}$$

o maksimalus naudingumo koeficientas lygus

$$\eta_{max} = \frac{(T_1 - T_2)}{T_1}. \qquad (1.18)$$

Tokia šiluminė mašina (su maksimaliu naudingumo koeficientu) vadinama idealiąja šilumine mašina.

***

Primename pagrindines <u>mechanikos</u> kurso formules, kurios pastaruoju metu kasmet pateikiamos fizikos VE užduočių sąsiuvinyje:

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}, \quad \vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}, \quad s = v_0 t + \frac{at^2}{2}, \quad v = \frac{2\pi R}{T}, \quad a = \frac{v^2}{R}, \quad n = \frac{1}{T}, \quad \vec{F} = m\vec{a},$$

$$\vec{F} = m\vec{g}, \quad \vec{P} = m(\vec{g} - \vec{a}), \quad F = \mu N \quad F = kx, \quad F = G\frac{m_1 m_2}{R^2}, \quad F = \rho_{sk} V g$$

$$\vec{p} = m\vec{v}, \quad \vec{F}\Delta t = m\Delta\vec{v}, \quad m_1\vec{v}_{01} + m_2\vec{v}_{02} = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2, \quad E_k = \frac{mv^2}{2},$$

$$E_p = mgh, \quad E_p = \frac{kx^2}{2}, \quad A = Fs\cos\alpha, \quad N = \frac{A}{t}, \quad A = E_{k2} - E_{k1}, \quad A = E_{p1} - E_{p2},$$

$$M = F\ell.$$

Termodinamikos pagrindinės formulės pateiktos skyrelyje TERMODINAMIKA. Suprantama, kad šio turo uždaviniams išspręsti gali viso to nepakakti – čia pateikėme tik kai kuriuos pastebėjimus ir nuorodas, kai kurias išvadas.

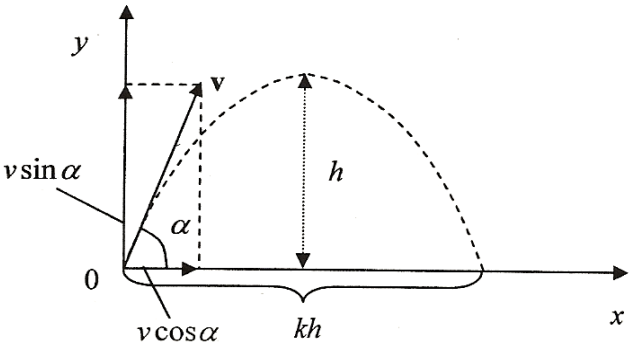
Uždavinių sprendimų pavyzdžiai

1 pavyzdys

Kokiu kampu į horizontą reikia mesti kūną, kad jo lėkimo nuotolis būtų k kartų didesnis už pakilimo aukštį (1.1 pav.)?

α	S = k·h

y – koordinatė, bet kuriuo laiko momentu lygi



1.1 pav.

$$y = v\sin\alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \ .$$

Iš čia visas kūno lėkimo laikas lygus

$$t = \frac{2v\sin\alpha}{g} \ .$$

Maksimalus kūno pakilimo aukštis gali būti surastas iš lygties

$$v\sin\alpha = \sqrt{2gh}\text{, iš čia } h = \frac{v^2\sin^2\alpha}{2g}.$$

Antra vertus, horizontalaus kūno įveiktas kelias lygus:

$$kh = v\cos\alpha \cdot t.$$

Įrašę t ir h išraiškas gauname

$$k\frac{v^2\sin^2\alpha}{2g} = v\cos\alpha \cdot \frac{2v\sin\alpha}{g}.$$

Iš čia

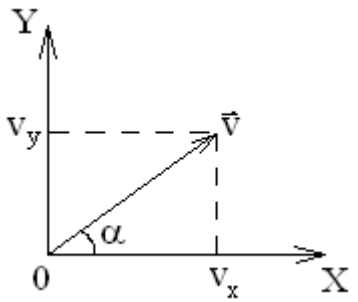
$$\alpha = \mathrm{arctg}\frac{4}{k}.$$

Atsakymas: $\alpha = \mathrm{arctg}\frac{4}{k}$.

2 pavyzdys

Stebėjimo pradžioje raketa buvo taške, kurio koordinatės x_0 = 500 m, y_0 = 0, ir judėjo tiesiai ir tolygiai greičiu v = 0,8 km/s kampu α = 60º į horizontą. Užrašykite raketos koordinačių lygtis x = x(t) ir y = y(t) bei trajektorijos lygtį y = y(x). Raketa iš pradžių juda stačiai aukštyn, o paskui, pašalinus dalį krovinio, keičia judėjimo kampą.

x = x(t)	x_0 = 500 m
y = y(t)	y_0 = 0
y = y(x)	v = 0,8 km/s = 800 m/s
	α = 60º



1.2 pav.

Raketos koordinačių lygtys:

$$x = x_0 + v_x t \quad (1)$$

ir

$$y = y_0 + v_y t; \quad (2)$$

čia v_x ir v_y – raketos greičio $\vec{v}$ projekcijos ašyse OX ir OY.

Iš brėžinio pastebime, kad:

$$v_x = v \cos \alpha, \quad (3)$$

$$v_y = v \sin \alpha. \quad (4)$$

Apskaičiuojame v_x ir v_y vertes:

$$v_x = 400 \text{ m/s ir } v_y = 680 \text{ m/s}.$$

Gautas reikšmes v_x ir v_y bei x_0 ir y_0 įrašome į (1) ir (2) lygtis. Gauname koordinačių lygtis:

$$x = 500 + 400t, \quad (5)$$

$$y = 680t. \quad (6)$$

Iš (5) ir (6) lygčių sistemos gauname raketos trajektorijos lygtį:

$$t = \frac{x - 500}{400},$$

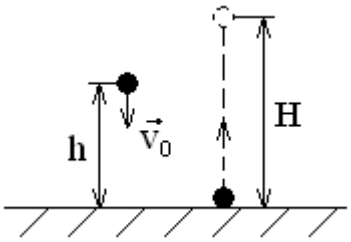
$$y = 680 \cdot \frac{x - 500}{400} = 1{,}7x - 850.$$

Atsakymas: x = 500 + 400t, y = 680t, y = 1,7x – 850.

3 pavyzdys

Kokiu pradiniu greičiu v_0 reikia vertikaliai žemyn mesti kamuolį (išmetimo aukštis h = 1 m), kad jis po idealiai tampraus smūgio į žemę pakiltų į H = 1,5 m aukštį (1.3 pav.)? Pasipriešinimo nepaisyti.

v_0	h = 1 m
	H = 1,5 m
	g = 9,8 m/s^2
	v = 0



1.3 pav.

Mechaninės energijos tvermės dėsnis „leidžia“

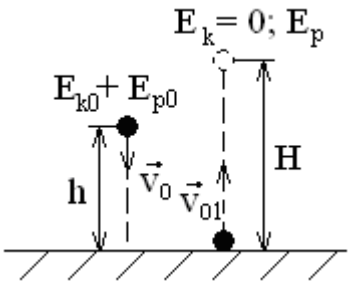
užrašyti (ar gerai suvokti šio dėsnio prasmę?):

$$E_{k0} + E_{p0} = E_p$$

arba

$$\frac{mv_0^2}{2} + mgh = mgH,$$

$$m(\frac{v_0^2}{2} + gh) = mgH.$$



1.4 pav.

Iš čia

$$\frac{v_0^2}{2} + gh = gH,$$

$$v_0^2 = 2(gH - gh) = 2g(H - h),$$

$$v_0 = \sqrt{2g(H - h)}.$$

Įrašome skaitines vertes:

$$v_0 = 3{,}14 \text{ m/s}.$$

Atsakymas: $v_0 = 3{,}14$ m/s.

4 pavyzdys

Medžiotojas šaudo iš upės tėkmės greičiu v_0 plaukiančios valties jos judėjimo kryptimi. Koks upės tėkmės greitis v_0, jei valtis sustojo po dviejų paeiliui paleistų šūvių? Valties masė m_1 = 120 kg, medžiotojo – m_2 = 80 kg, kulkos – m_3 = 25 g. Kulka išlekia iš vamzdžio v = 600 m/s greičiu.

v_0	$m_1 = 120$ kg $m_2 = 80$ kg $m_3 = 0{,}025$ kg $v = 600$ m/s

Judesio kiekio tvermės dėsnis šiam atvejui: suminis valties, medžiotojo ir dviejų šovinių judesio kiekis prieš iššovimą yra lygus šių kūnų judesio kiekių sumai (aišku – vektorinei) po šūvio. Kadangi judėjimas vyko tik viena kryptimi, tai akivaizdu (kodėl?), jog galima algebriškai sudėti minimus judesio kiekius.

Iki šūvio valties, medžiotojo ir dviejų šovinių greitis buvo vienodas ir lygus v_0, todėl jų judesio kiekiai iki to momento lygūs:

$$p_1 = m_1v_0, \quad p_2 = m_2v_0, \quad p_3 = 2m_3v_0.$$

Pasakyta, kad po dviejų šūvių medžiotojo ir valties judesio kiekiai lygūs nuliui (valtis sustojo), o šovinių $2m_3v$. Tuomet:

$$p_1 + p_2 + p_3 = p \quad \text{arba} \quad m_1v_0 + m_2v_0 + 2m_3v_0 = 2m_3v.$$

Tikslas ranka pasiekiamas:

$$v_0 = \frac{2m_3v}{m_1 + m_2 + 2m_3}.$$

Įrašę skaitines vertes gauname:

$$v_0 = 0{,}15 \text{ m/s}.$$

Atsakymas: $v_0 = 0{,}15$ m/s.

5 pavyzdys

Du vienodi kūnai, kurių šiluminės talpos po 10J/K, o kinetinės energijos po 100J, juda priešpriešiais ir plastiškai susiduria. Kiek laipsnių jie įšyla, jei aplinkai atiduoda 20% šilumos?

ΔT^1	C = 10 J/K K = 100 J z = 20% = 0,2

Po plastiško susidūrimo kūnai sustoja, nes $m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = 0$. Taigi, energijos tvermės dėsnis šiam procesui toks:

$$2K = 2C\Delta T.$$

Čia vieno kūno pradinė kinetinė energija K = 100J, o šiluminė talpa C = 10J/K.

Tada

$$\Delta T^1 = (1 - z)\frac{K}{C} = 8\,K.$$

Atsakymas: $\Delta T^1 = 8\,K$.

6 pavyzdys

Kalorimetre yra m_1 = 1 kg ledo ir m_2 = 0,5 kg kietosios medžiagos. Pradinė temperatūra t_0 = – 40 ºC. Kalorimetras pradedamas šildyti pastovios P = 29 W galios šildytuvu. Ledo savitoji šiluma $c_1 = 2{,}1\cdot10^3$ J/(kg · ºC), ledo savitoji lydymosi šiluma $\lambda_1 = 3{,}3\cdot10^5$ J/kg, kietosios medžiagos lydymosi temperatūra t_1 = – 20 ºC, savitoji šiluma $c_2 = 10^3$ J/(kg · ºC), savitoji lydymosi šiluma $\lambda_2 = 1{,}7\cdot10^5$ J/kg, šios medžiagos skystame būvyje savitoji šiluma $c_2^1 = 2{,}7\cdot10^3$ J/(kg · ºC). Nubraižykite temperatūros priklausomybės nuo laiko grafiką (nuo 0 iki 200 min). Šilumos nuostolių ir kalorimetro šiluminės talpos nepaisykite.

	m_1 = 1 kg
t(τ)	m_2 = 0,5 kg
	t_0 = – 40 ºC
	P = 29 W
	$c_1 = 2{,}1\cdot10^3$ J/(kg · ºC)
	$\lambda_1 = 3{,}3\cdot10^5$ J/kg
	t_1 = – 20 ºC
	$c_2 = 10^3$ J/(kg · ºC)
	$\lambda_2 = 1{,}7\cdot10^5$ J/kg
	$c_2^1 = 2{,}7\cdot10^3$ J/(kg · ºC)

Pradžioje šildant visas šilumos kiekis yra suvartojamas ledui ir kietajai medžiagai šildyti iki – 20 ºC. Tam reiks laiko τ_1:

$$P\tau_1 = c_1m_1\Delta t_1 + c_2m_2\Delta t_1;$$

čia Δt_1 = 20 ºC.

$$\tau_1 = \frac{(c_1m_1 + c_2m_2)\,\Delta t_1}{P}.$$

$$\tau_1 = 29{,}9 \text{ min.}$$

Po to kietoji medžiaga lydosi, ir visas šilumos kiekis suvartojamas šiai medžiagai lydyti. Tai truks laiką τ_2:

$$P\tau_2 = \lambda_2m_2,$$

$$\tau_2 = \frac{\lambda_2m_2}{P}.$$

$$\tau_2 = 48{,}8 \text{ min.}$$

Toliau šildant šyla ledas ir suskystėjusi kietoji medžiaga iki 0 ºC:

$$P\tau_3 = c_1 m_1 \Delta t_2 + c_2^1 m_2 \Delta t_2;$$

čia Δt_2 = 20 ºC.

$$\tau_3 = \frac{(c_1 m_1 + c_2^1 m_2)\,\Delta t_2}{P}.$$

τ_3 = 39,6 min.

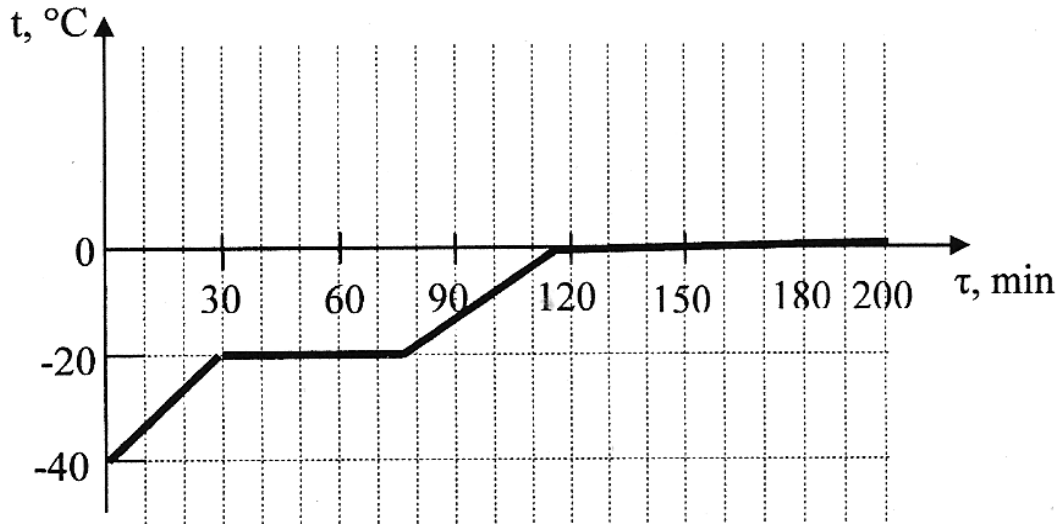
Vėliau visas šilumos kiekis suvartojamas ledui lydyti. Tam prireiks laiko τ_4:

$$P\tau_4 = \lambda_1 m_1,$$

$$\tau_4 = \frac{\lambda_1 m_1}{P}.$$

τ_4 = 189 min.

Akivaizdu, kad po 200 min kalorimetre bus 0 ºC temperatūros išsilydžiusi kietoji medžiaga, vanduo ir ledas. Braižome temperatūros priklausomybės nuo laiko grafiką (1.5 pav.):



1.5 pav.

I TURO UŽDUOTYS

1. Materialus taškas pradeda judėti tiesiai pastoviu pagreičiu. Po 10 s nuo judėjimo pradžios pagreičio kryptis pasikeičia priešinga. Nustatykite laiką t, per kurį nuo judėjimo pradžios taškas sugrįš į pradinę padėtį.

2. Kūnas juda išilgai OX ašies ir koordinatės kitimas aprašomas lygtimi $x = 6 - 3t + 2t^2$. Raskite vidutinį judėjimo greitį ir pagreitį laiko tarpu 1 – 4 s, nubraižykite koordinatės, greičio ir pagreičio priklausomybės nuo laiko grafikus.

3. Ratui tolygiai sukantis, ratlankio taškas juda 2,5 karto didesniu linijiniu greičiu negu taškas, esantis 5 cm arčiau ašies. Koks to rato spindulys?

4. 20 t masės vagonas, turėjęs 54 km/h greitį, rieda tolygiai lėtėjančiai 0,3 m/s^2 pagreičiu. Kokia jį stabdanti jėga, kiek laiko jis riedės, kol sustos, ir koks bus per tą laiką jo poslinkis?

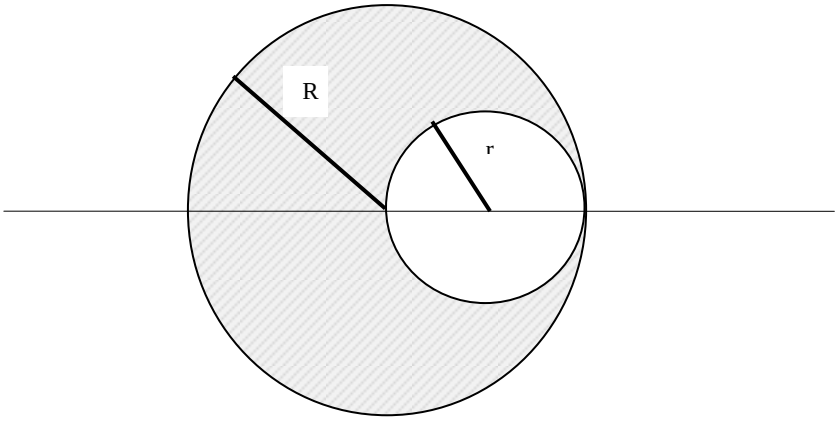
5. 70 kg masės žmogus vertikaliai kyla liftu tolygiai lėtėjančiai 1 m/s^2 pagreičiu. Kokia jėga žmogus slegia lifto grindis?

6. 1 t masės automobilis kyla 30º įkalne, veikiamas 7 kN traukos jėgos. Automobilio padangų trinties į kelio paviršių koeficientas 0,1. Raskite automobilio pagreitį.

7. 500 g masės rutuliukas, kabantis ant netampraus 1m ilgio siūlo, svyruoja vertikalioje plokštumoje. Kokia jėga įtempiamas siūlas tuo momentu, kai jis būna nukrypęs nuo vertikalės 60º? Rutuliuko linijinis greitis tuo momentu yra 1,5 m/s.

8. 2 kg masės medinis tašelis padėtas ant nuožulniosios plokštumos, kurios ilgis 1 m, o aukštis 60 cm. Kokia jėga reikia statmenai prispausti tašelį prie plokštumos, kad jis neslystų žemyn, jeigu trinties koeficientas lygus 0,4?

9. Vienalytės plokščios plokštės forma yra skritulys, iš kurio išpjautas jį liečiantis perpus mažesnio spindulio skritulys $r = \frac{R}{2}$ (1.6 pav.). Kurioje vietoje yra plokštelės masės centras?



1.6 pav.

10. Artilerijos granata, lėkusi 15 m/s greičiu, suskilo į dvi skeveldras, kurių masės 6 kg ir 14 kg. Didesniosios skeveldros greitis padidėjo iki 24 m/s ir liko tos pačios krypties. Kokiu greičiu ir kokia kryptimi nulėkė antroji skeveldra?

11. Masės m rutulys, kabantis ant ilgio ℓ siūlo, nukreipiamas 90º kampu nuo vertikalės ir paleidžiamas. Kokia bus didžiausia siūlo įtempimo jėga?

12. Žmogus, stovintis ant vagonėlio, pastumia kitą vagonėlį. Abu jie pradeda riedėti ir, kiek pariedėję, dėl trinties sustoja. Koks yra vagonėlių poslinkių santykis, jeigu pirmojo vagonėlio kartu su žmogumi masė tris kartus didesnė už antrojo vagonėlio masę?

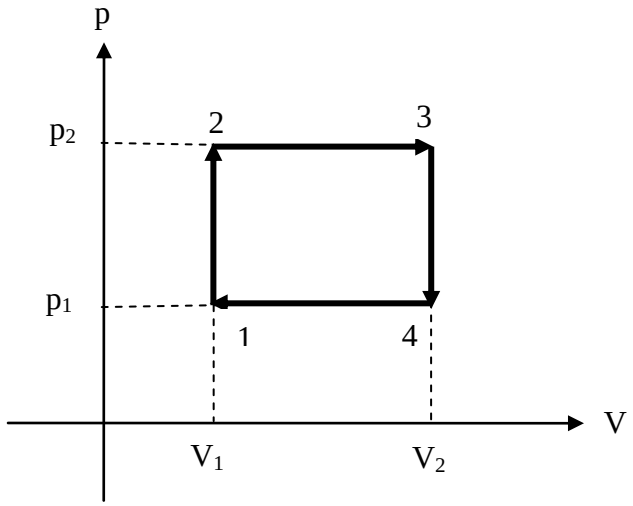
13. Iš indo, kuriame yra nedaug 0 ºC temperatūros vandens, sparčiai siurbiamas oras. Vanduo staigiai garuoja ir dėl to palaipsniui sušąla į ledą. Kuri iš pradžių buvusio vandens dalis gali šitaip virsti ledu?

14. Iššauta stačiai į viršų švininė kulka pakilo į 1200 m aukštį. Nukritusi ir atsimušusi į žemę ji įkaito. Kiek laipsnių pakilo kulkos temperatūra, jeigu vidine jos

energija virto 50 procentų visos smūgio energijos? Švino savitoji šiluma lygi 130 J/(kg·ºC).

15. 10 g masės angliarūgštės dujos įkaitinamos palaikant pastovų slėgį nuo 20 ºC iki 30 ºC. Raskite dujų plėtimosi darbą ir jų vidinės energijos pokytį. Šių dujų molio masė 0,044 kg/mol, R = 8,32 J/(mol · K).

16. Raskite šiluminės mašinos darbą per vieną ciklą, pavaizduotą 1.7 paveiksle:



1.7 pav.

17. Šiluminės mašinos šildytuvo temperatūra 227 ºC, o aušintuvo temperatūra 27 ºC. Apskaičiuokite didžiausią šios mašinos naudingumo koeficientą. Kokia ir kodėl tai galėtų būti šiluminė mašina?

18. Vanduo normaliomis sąlygomis verda 100 ºC temperatūroje. Tarkime, kad vandenį sumanėme užvirinti 10 m gylio (ne aukščio!) puode. Ar jis pradės virti 100 ºC temperatūroje? Atsakymą pagrįskite. Būtinai!

19. *Eksperimentinė užduotis*. Nustatykite rimties trinties koeficientą tarp smulkaus cukraus kristalėlių. Naudokitės viskuo, kas, jūsų nuomone, reikalinga (galva, skaičiuotuvais, smulkiu cukrumi ir kt.).

20. *Eksperimentinė užduotis*.

A. Prileiskite į vonią vandens. Ištekamąją angą uždenkite metaliniu tinkleliu. Ištekant vandeniui, ant tinklelio uždėkite stalo teniso kamuoliuką. Paaiškinkite tai, ką stebėsite.

B. Po to angą užkimškite tam skirtu dangteliu. Kaip dabar „elgsis“ ir kodėl tas pats kamuoliukas, nugramzdintas prie pat užkimštos angos ir paleistas?

II TURAS

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

Metodiniai nurodymai

Elektrostatika – elektrodinamikos 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.

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

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

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

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

Elektrinio lauko stipris

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

čia E – elektrinio lauko stipris, matuojamas $\frac{N}{C}$ arba $\frac{V}{m}$,

F – jėga,veikianti taškinį krūvį,

q – taškinis krūvis.

Krūvio 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 randamas pagal formulę:

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

Kulono dėsnis dielektrike užrašomas:

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

Potencialų skirtumas (įtampa) lygus:

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

čia U – įtampa,

A – darbas, kuris atliekamas perkeliant krūvį iš pradinio taško į galinį,

q – krūvis.

Potencialų skirtumo matavimo vienetas voltas (V):

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

Elektrinio lauko potencinė energija:

$$E_p = qEd;$$

čia d – atstumas tarp taškų.

Elektrinio lauko stiprio ir potencialų skirtumo ryšys:

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

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

Elektrinė talpa:

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

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

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

Išvestiniai vienetai:
mikrofaradas 1 μF = 10^{-6} F,
pikofaradas 1 pF = 10^{-12} F.

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:

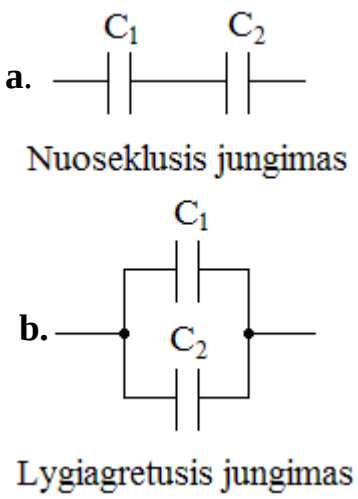
$$E_p = \frac{qU}{2} = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2}.$$

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

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2},$$

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

Lygiagrečiai (2.1 pav. b) sujungtų kondensatorių



2.1 pav.

talpa apskaičiuojama:

$$C = C_1 + C_2 .$$

Elektros srove vadinamas kryptingas (tvarkingas) elektringųjų dalelių judėjimas.

Srovės stipris lygus krūvio q, pratekančio laidininko skerspjūviu per laiko tarpą t, ir laiko tarpo santykiui:

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

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

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

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, priklauso nuo medžiagos temperatūrų ir geometrinių matmenų, matuojama Ω (omais).

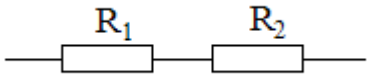
$$1\Omega = \frac{1V}{1A}.$$

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

čia ρ – savitoji laidininko varža, matuojama Ω · m,
ℓ – laidininko ilgis,
S – laidininko plotas.

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

Nuoseklusis (2.2 pav.) laidininkų jungimas



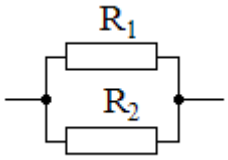
2.2 pav.

Pilnutinė varža $R = R_1 + R_2$.

Srovės stipris $I_1 = I_2 = I$.

Įtampa $U = U_1 + U_2$.

Lygiagretusis (2.3 pav.) 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:

$$1J = 1\ V \cdot 1\ A \cdot 1\ s.$$

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):

$$Q = I^2Rt.$$

Srovės galia

$$P = UI,$$

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

Galia matuojama W (vatais)

$$1\ W = 1V \cdot 1\ A.$$

Elektrovaros jėga ε uždarame kontūre lygi yra pašalinių jėgų darbo, atliekamo perkeliant krūvį kontūru, ir to krūvio santykiui:

$$\varepsilon = \frac{A_{paš}}{q};$$

čia ε – elektrovaros jėga (evj), matuojama V (voltais),
$A_{paš}$ – pašalinių jėgų darbas,
q – krūvis.

Omo dėsnis visai grandinei:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r};$$

čia ε – elektrovaros jėga (evj), matuojama V (voltais),
R – išorinė varža,
r – šaltinio vidinė varža,
I – srovės stipris.

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

$$m = kI\Delta t;$$

čia k – medžiagos elektrocheminis ekvivalentas.

Antrasis Faradėjaus elektrolizės dėsnis: medžiagų elektrocheminiai ekvivalentai proporcingi jų cheminiams 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 – elementarusis krūvis,
N_A – Avogadro skaičius, $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ mol^{-1},
F = 96500 C/mol.

Veikiant dujas jonizatoriumi (kaitinant, švitinant ultravioletiniais, rentgeno, radioaktyviais 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:

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

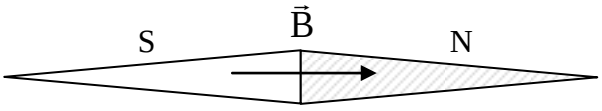
Magnetinį lauką sukuria elektros srovė (judantys elektros krūviai) ir kintantis elektrinis laukas. Magnetinio lauko charakteristika yra magnetinės indukcijos vektorius B.

Magnetinio lauko linijomis vadiname tokias linijas, kurių liestinės kiekviename taške sutampa su vektoriaus B kryptimi tame taške.

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.

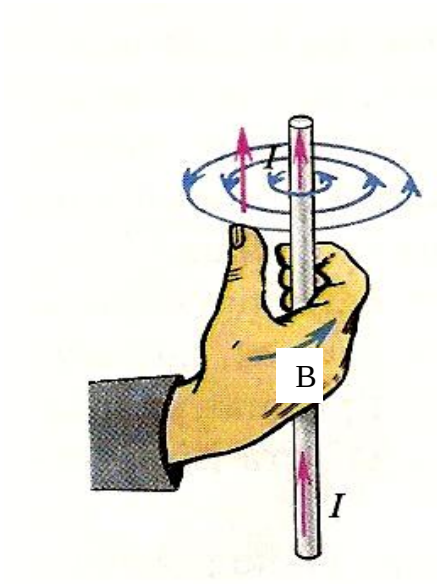
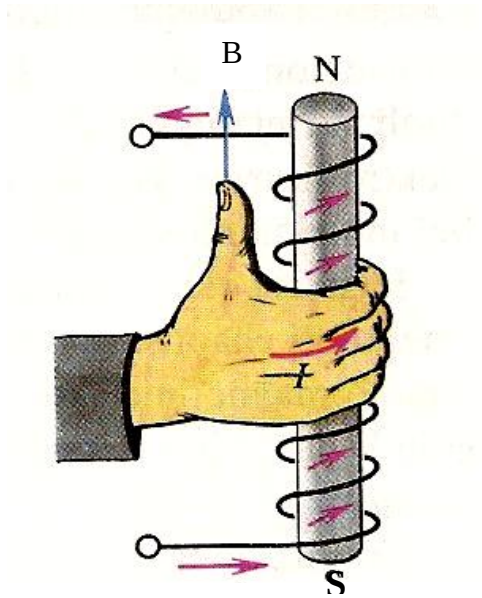
Magnetinės indukcijos vektoriaus kryptimi magnetinėje rodyklėje laikoma kryptis iš pietinio poliaus S į šiaurinį polių N, kai rodyklė laisvai nusistovi magnetiniame lauke (2.4 pav.).



2.4 pav.

Magnetinės indukcijos vektoriaus kryptį (jėgų linijų kryptį) galima nustatyti ir be magnetinės rodyklės t. y. remiantis **dešiniosios 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: dešine ranka reikia apimti ritę taip, kad pirštai rodytų srovės kryptį – tada ištiestas nykštys rodys magnetinio lauko linijų kryptį (šiaurės polių).

Dešiniosios rankos taisyklė tiesaus laidininko su srove magnetiniam laukui.	**Dešiniosios rankos taisyklė apskritiminės srovės arba solenoido magnetiniam laukui.**
	

2.5 pav.

Magnetinės indukcijos moduliu 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:

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

Uždarą kontūrą veikiančio magnetinio lauko magnetinės indukcijos formulė:

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

čia M – jėgos momentas,

I – srovės stipris,
S – kontūro plotas.

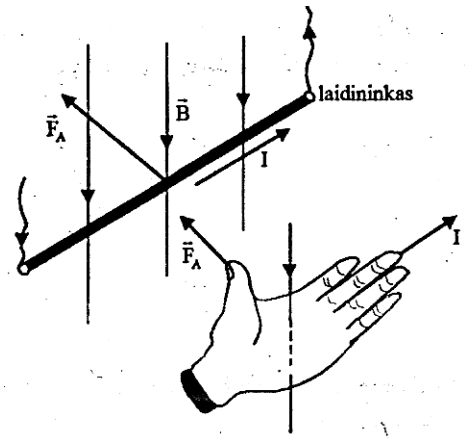
Magnetinės indukcijos matavimo (SI) vienetas yra tesla T:

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

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

$$F = BI\ell \sin \alpha.$$

Kairės rankos taisyklė (2.6 pav.): ranka laikoma taip, kad statmena laidininkui magnetinės indukcijos vektoriaus B dedamoji nukreipta į delną, o keturi ištiesti pirštai rodo srovės kryptį, tai 90° kampu ištiestas nykštys parodo laidininką veikiančios jėgos kryptį.



2.6 pav.

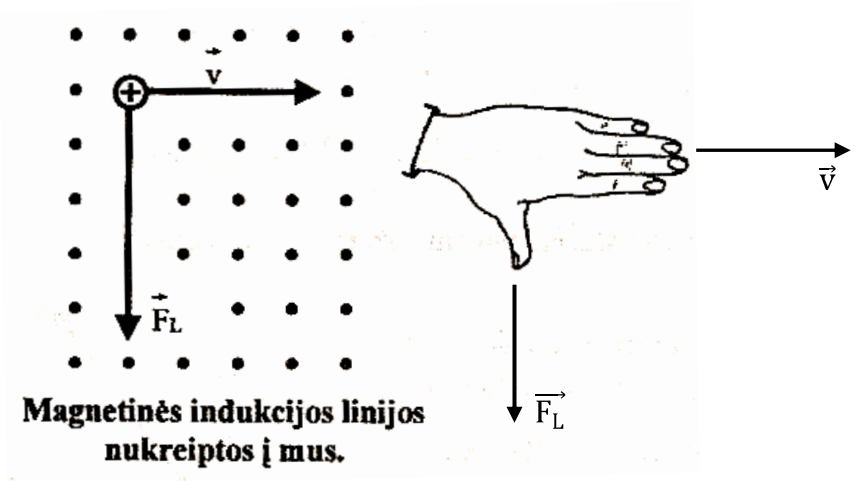
Jėga, kuria magnetinis laukas veikia judančią elektringąją dalelę, vadinama Lorenco jėga:

$$F_L = qvB \sin\alpha;$$

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 B ir greičio v vektoriams.

Lorenco jėgos kryptis nustatoma pagal kairiosios rankos taisyklę: jeigu kairioji ranka laikoma taip, kad statmenoji magnetinės indukcijos vektoriaus 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.



2.7 pav.

Pastovaus modulio greičiu vienalyčiame magnetiniame lauke 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:

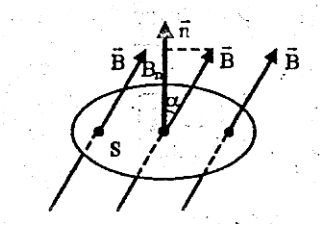
$$\mu = \frac{B}{B_0};$$

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

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) kosinuso:

$$\Phi = BS\cos\alpha.$$

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



2. 8 pav.

Magnetinio srauto matavimo vienetas vadinamas vėberiu:

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

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

Elektromagnetinės indukcijos dėsnis: uždarame kontūre atsiradusi indukcinė elektrovaros jėga proporcinga kontūro ribojamą plotą kertančio magnetinio srauto kitimo greičiui:

$$\varepsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}.$$

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

$$\varepsilon_i = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}.$$

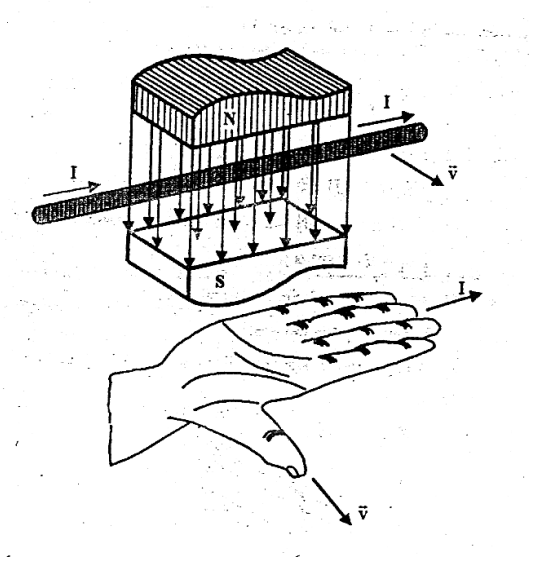
Magnetiniame lauke judančiame laidininke atsiradusi indukcijoje evj randama:

$$\varepsilon_i = B\ell v \sin\alpha;$$

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

Indukuotosios srovės krypčiai nustatyti taikoma Lenco taisyklė: uždarame 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 krypčiai rasti galima taikyti dešiniosios rankos taisyklę (2.9 pav.): ištiesus dešinę ranką išilgai laidininko taip, kad magnetinės indukcijos linijos eitų į delną, o atlenktas nykštys rodytų laidininko judėjimo kryptį, tai keturi ištiesti pirštai rodo tame laidininke indukuotosios srovės kryptį.



2.9 pav.

Saviindukcijos reiškiniu vadinamas indukcinės evj atsiradimas srovės 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:

$$\varepsilon_s = -L\frac{\Delta I}{\Delta t};$$

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

Induktyvumas – fizikinis dydis, kurio skaitinė vertė lygi kontūre atsirandančiai saviindukcinei evj, 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).

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

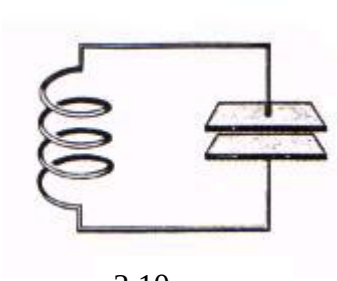
Elektros srovės sukurto magnetinio lauko energija W_m:

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

čia L – induktyvumas,
I – srovės stipris.

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

Kondensatorius ir prie jo plokščių prijungta ritė sudaro paprasčiausią sistemą, kurioje gali vykti laisvieji elektriniai virpesiai, vadinamą virpesių kontūru (2.10 pav.).



2.10 pav.

Lygtis, apibūdinanti virpesių kontūre vykstančius procesus:

$$q'' = -\frac{1}{LC}q;$$

čia C – kondensatoriaus talpa,
L – ritės induktyvumas,
q – krūvis,
q'' – krūvio antroji išvestinė.
Šios lygties sprendimo išraiška:

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

čia q_m – krūvio amplitudinė vertė,
w_o – kampinis dažnis, t. y. svyravimų dažnis per 2π sekundžių,
t – laikas.

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

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

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

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \qquad \text{– Tomsono formulė.}$$

Dažnis:

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

Elektrinių virpesių kampinis dažnis:

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

Srovės stiprio virpesių kontūre kitimo lygtis:

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

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:

$$i = I_m \cos(wt + \varphi);$$

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

Kintamosios įtampos harmoninis kitimas:

$$U = U_m \cos wt;$$

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

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

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}, \qquad U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}, \qquad \varepsilon = \frac{\varepsilon_m}{\sqrt{2}}.$$

Talpinė varža:

$$X_C = \frac{1}{wC}.$$

Induktyvioji varža:

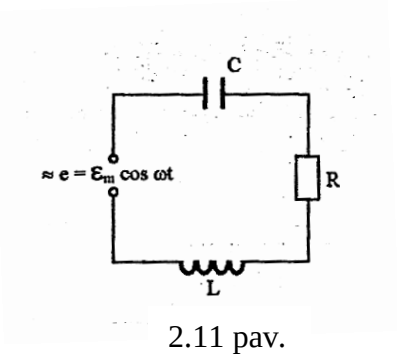
$$X_L = wL.$$

Aktyvioji varža:

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

Pilnutinė kintamosios elektros srovės grandinės varža:

$$X = \sqrt{R^2 + (wL - \frac{1}{wC})^2}.$$



2.11 pav.

Omo dėsnis kintamosios elektros srovės grandinei:

$$I = \frac{\varepsilon}{\sqrt{R^2 + (wL - \frac{1}{wC})^2}}.$$

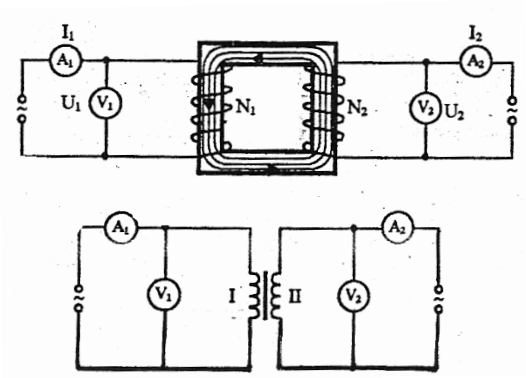
Transformatoriaus transformacijos koeficientas:

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

čia N_1 ir N_2 – pirminės ir antrinės apvijų vijų skaičius,

U_1 ir U_2 – pirminės ir antrinės transformatoriaus apvijų įtampos,

I_1 ir I_2 – pirminės ir antrinės transformatoriaus apvijų srovės stipriai.



2.12 pav.

Kai K < 1 – įtampos aukštinimo transformatorius.
Kai K > 1 – įtampos žeminimo transformatorius.

Transformatoriaus apvijose atsiradusių indukcinių evj santykis proporcingas apvijų vijų skaičiaus santykiui:

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{N_1}{N_2}.$$

Periodiškai erdvėje besikeičiantis elektrinis ir magnetinis laukas vadinamas elektromagnetiniu lauku.

Elektromagnetinio lauko plitimas aplinkoje vadinamas elektromagnetine banga. Elektromagnetines bangas spinduliuoja atviras virpesių kontūras. Pagrindinė elektromagnetinių bangų spinduliavimo sąlyga – pagreitis. Vakuume elektromagnetinės bangos sklinda šviesos greičiu c = 300000 km/s.

Elektromagnetinių bangų ilgis λ:

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

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

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

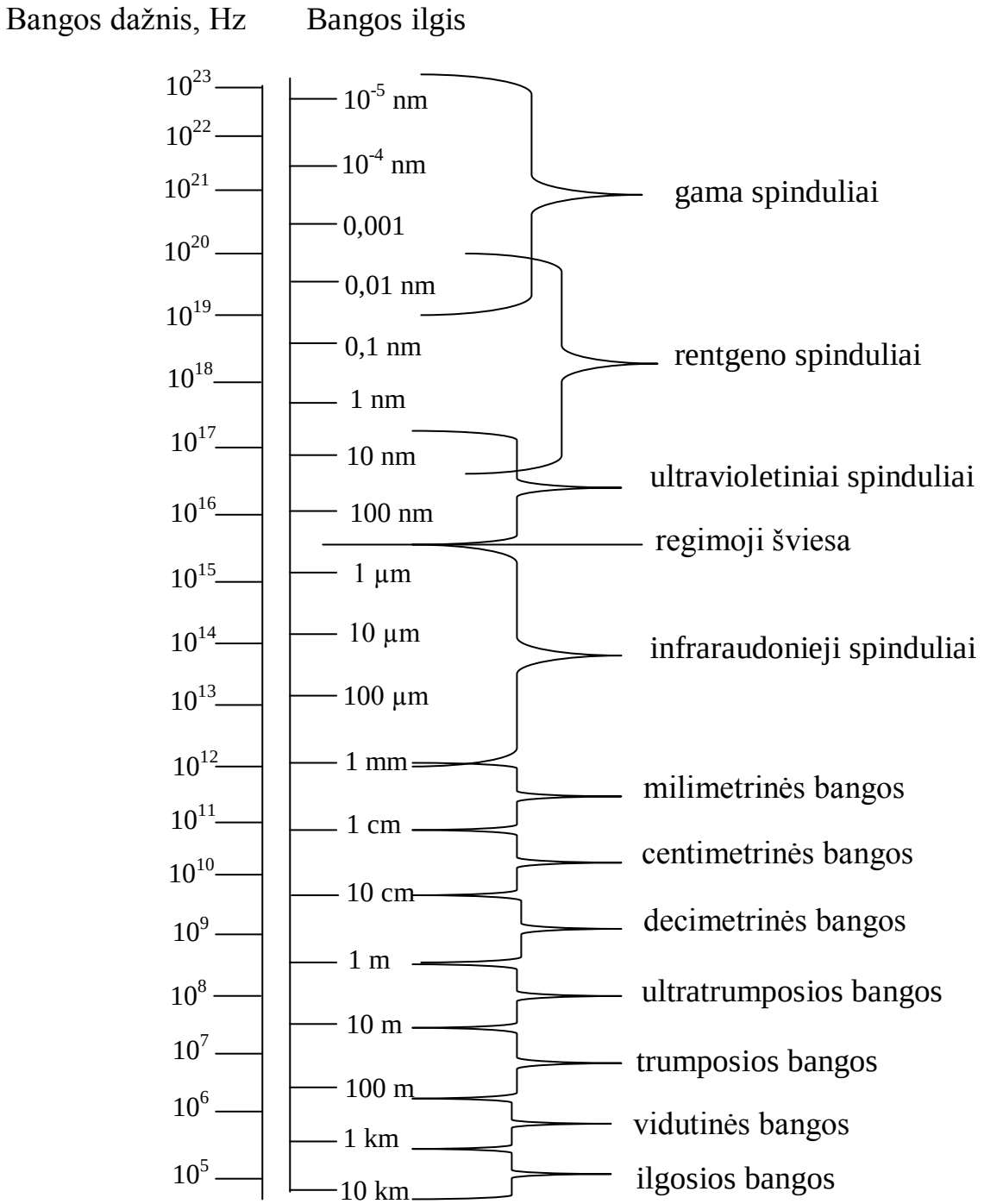
Ryšiams naudojamos elektromagnetinės bangos vadinamos radijo bangomis. Radijo ryšiui naudojamos nuo 10 km iki 1 km ilgio bangos vadinamos ilgosiomis, nuo 1 km iki 100 m – vidutinėmis, nuo 10 m iki 1 cm – ultratrumposiomis.

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:

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

čia c – bangos sklidimo greitis.

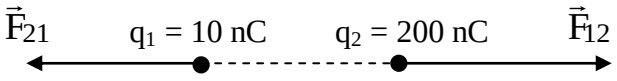
Elektromagnetinių bangų skalė



Testinio pobūdžio uždavinių pavyzdžiai

1. **Du taškiniai krūviai 10 nC ir 200 nC vakuume yra nutolę vienas nuo kito 5 cm atstumu. Kuris kurį krūviai veikia didesne jėga?**
   - **A. Pirmasis antrąjį;**
   - **B. Antrasis pirmąjį;**
   - **C. Abu krūviai veiks vienas kitą vienodo dydžio, bet priešingų krypčių jėgomis;**
   - **D. Krūviai visiškai nesąveikaus.**

Du taškiniai krūviai veikia vienas kitą jėga $F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$ pagal Kulono dėsnį. Remdamiesi III Niutono dėsniu, kuris galioja bet kokiai sąveikai, formuluojame vienintelį teisingą atsakymą – abu krūviai veiks vienas kitą vienodo dydžio, bet priešingų krypčių jėgomis.



2.13 pav.

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21} \text{ arba } F_{12} = -F_{21}$$

Variantas C atitinka teisingą atsakymą.

Atsakymas: C.

2. **Elektrinio lauko stipris erdvėje tarp plokščiojo kondensatoriaus plokščių vakuume lygus 10 V/m, atstumas tarp plokščių 2 cm. Kam lygus potencialų skirtumas?**
   - **A. 0,2 V;**
   - **B. 5 V;**
   - **C. 20 V;**
   - **D. 500 V.**

Prisiminkime elektrinio lauko stiprio ir potencialų skirtumo ryšio formulę:

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

iš čia

$$U = E \cdot d.$$

Neužmirškime 2 cm išreikšti metrais 0,02 m.

Randame potencialų skirtumą:

$$U = 10\frac{V}{m} \cdot 2 \cdot 10^{-2}\ m = 20 \cdot 10^{-2}\ V = 0{,}2\ V,$$

$$U = 0{,}2\ V.$$

Variantas A atitinka 0,2 V.

Atsakymas: A.

3. **Magnetinis srautas, kertantis uždaro 200 Ω varžos laidininko plokštumą, per 4 s pakito nuo 3 Wb iki 5 Wb. Kokio stiprio srovė tekėjo uždaru laidininku?**
   - **A. 3 mA;**
   - **B. 2,5 mA;**
   - **C. 3,5 mA;**
   - **D. 4 mA**.

Pagal elektromagnetinės indukcijos dėsnį, indukuota evj lygi:

$$\varepsilon = \left| -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|.$$

Srauto pokytis:

$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1.$$

Taikydami Omo dėsnį gauname:

$$I = \frac{\varepsilon}{R},$$

$$I = \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{R\,\Delta t},$$

$$I = \frac{5\,\text{Wb} - 3\,\text{Wb}}{200\,\Omega \cdot 4\,\text{s}} = \frac{2\,\text{Wb}}{800\,\Omega \cdot \text{s}} = 0{,}0025\,\text{A},$$

$$I = 2{,}5\ \text{mA}.$$

Variantas B atitinka 2,5 mA.

Atsakymas: B.

4. Į 220 V tinklą įjungta transformatoriaus antrinės apvijos, turinčios 10 vijų, įtampa lygi 22 V. Koks transformatoriaus transformacijos koeficientas ir kiek vijų yra pirminėje transformatoriaus apvijoje?

A. K = 0,1 N_1 = 100;

B. K = 10 N_1 = 2200;

C. K = 100 N_1 = 10;

D. K = 10 N_1 = 100.

Transformatoriaus transformacijos koeficientą randame:

$$K = \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2},$$

$$K = \frac{220\,\text{V}}{22\,\text{V}} = 10.$$

Pirminės apvijos vijų skaičius lygus:

$$N_1 = K \cdot N_2,$$

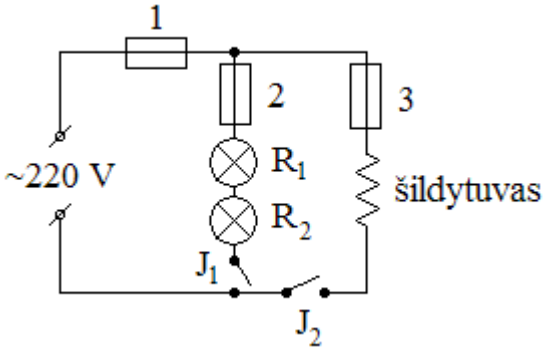
$$N_1 = 10 \cdot 10 = 100.$$

Variantas D atitinka K = 10 ir N_2 = 100.

Atsakymas: D.

Kompleksinių uždavinių pavyzdžiai

5. 2.14 paveiksle pateikta kambario apšvietimo ir šildymo schema, kurią sudaro dvi vienodos, turinčios po 200 Ω varžą lempos, 1,5 kW šildytuvas, trys saugikliai (1, 2, 3), du jungikliai ir 220 V elektros šaltinis.



2.14 pav.

5.1. Nurodykite bent du nuosekliojo jungimo privalumus, lyginant su lygiagrečiuoju.

5.2. Kokia apšvietimo lempų bendra varža?

5.3. Kokia įtampa tenka kiekvienai lempai?

5.4. Kokio stiprio srovė teka lempomis?

5.5. Kokio stiprio srovė teka šildytuvu?

5.6. Duoti trys saugikliai: 1 A, 8 A, 10 A. Kokius saugiklius reikia panaudoti 1, 2 ir 3 saugiklio vietoje, kad veiktų visi prietaisai?

R	$R_1 = 200\ \Omega$
U_1	$R_1 = R_2$
I_1	U = 220 V
I_2	P = 1,5 kW

5.1. a. Reikia mažiau laidų.

b. Naudojami prietaisai, skirti mažesnei įtampai.

5.2. Lemputės sujungtos nuosekliai. Tai jų bendra varža lygi atskirų varžų sumai:

$$R = R_1 + R_2,$$

$$R = 200\,\Omega + 200\,\Omega,$$

$$R = 400\,\Omega.$$

Atsakymas: R = 400 Ω.

5.3. Kadangi lempos sujungtos nuosekliai, tai jų bendra įtampa:

$$U = U_1 + U_2,$$

tačiau abiejų lempų varžos vienodos, todėl

$$U = 2\,U_1,$$

$$U_1 = \frac{U}{2},$$

$$U_1 = \frac{220\,V}{2} = 110\,V.$$

Atsakymas: U_1 = 110 V.

5.4. Srovės stiprį, tekantį lempomis, randame pagal Omo dėsnį grandinės daliai:

$$I_1 = \frac{U_1}{R_1},$$

$$I_1 = \frac{110\,V}{200\,\Omega} = 0{,}55\,A,$$

$I_1 = I_2 = 0{,}55\,A$, nes nuoseklusis jungimas.

Atsakymas: $I_1 = I_2 = 0{,}55\,A$.

5.5. Elektros srovės stiprį, tekantį šildytuvu, randame pasinaudoję galios formule:

$$P = U \cdot I_š.$$

Šildytuvo įtampa sutampa su bendra lempų įtampa, nes jis sujungtas su lempomis lygiagrečiai:

$$I_š = \frac{P}{U},$$

$$I_š = \frac{1500\,W}{220\,V} = 6{,}8\,A.$$

Atsakymas: $I_š = 6{,}8\,A$.

5.6. Mažiausią saugiklį 1 A dėsime į 2 padėtį, nes per lempas teka 0,55 A stiprio srovė. Šildytuvu teka 6,8 A stiprio srovė, todėl į 3 padėtį jungsime 8 A saugiklį. Bendras srovės stipris lygus:

$$I = I_L + I_š,$$

$$I = 0{,}55\ A + 6{,}8\ A = 7{,}3\ A,$$

todėl į 1 padėtį jungsime 10 A saugiklį.

Atsakymas: 1 saugiklis – 10 A, 2 saugiklis – 1 A, 3 saugiklis – 8 A.

6. Radijo imtuvo virpesių kontūro ritės induktyvumas 3,92 μH kondensatorius nustatytas 5 pF talpai.

6.1. Koks virpesių kontūro periodas?

6.2. Kokio dažnio laisvieji virpesiai susikuria tame kontūre?

6.3. Kokio ilgio radijo bangas priima imtuvas?

6.4. Nubraižykite paprasčiausio radijo imtuvo schemą.

6.5. Kokiu būdu surandame mums tinkamą radijo stotį?

6.1. Virpesių periodą randame pagal Tomsono formulę:

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

$$T = 2 \cdot 3{,}14\sqrt{3{,}92 \cdot 10^{-6}\,H \cdot 5 \cdot 10^{-12}\,F} = 6{,}28\sqrt{19{,}6 \cdot 10^{-18}\,s^{-2}},$$

$$T \approx 4{,}43 \cdot 10^{-9}\,s.$$

Atsakymas: $T \approx 4{,}43 \cdot 10^{-9}\,s$.

6.2. Apskaičiuojame kontūro laisvųjų virpesių dažnį:

$$\nu_o = \frac{1}{T},$$

$$\nu_o = \frac{1}{4{,}43 \cdot 10^{-9}\,s},$$

$$\nu_o = 0{,}2257 \cdot 10^9\ Hz = 225{,}7\,MHz.$$

Atsakymas: ν_o = 225,7 MHz.

6.3. Kadangi priimamos stoties radijo dažnis turi sutapti su savuoju kontūro dažniu, tai skaičiuojame priimamų radijo bangų ilgį:

$$\lambda = \frac{c}{\nu},$$

kadangi

$$\nu = \nu_o,$$

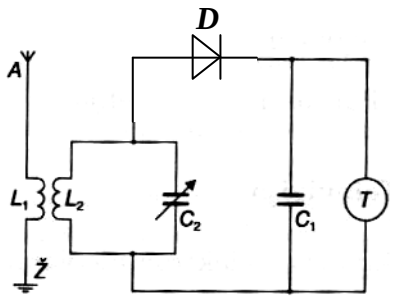
c – elektromagnetinių bangų greitis, $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}}{225{,}7 \cdot 10^6 \text{ Hz}},$$

$$\lambda = 0{,}01329 \cdot 10^2 \text{ m} = 1{,}329 \text{m}.$$

Atsakymas: λ = 1,329 m.

6.4. Paprasčiausio radijo imtuvo schema (2.15 pav.):



2.15 pav.

6.5. Keisdami kintamos talpos kondensatoriaus talpą C_2, kartu keičiame virpesių kontūro laisvųjų elektrinių virpesių savąjį dažnį w_o ($w_o = \frac{1}{\sqrt{LC}}$), kuriam sutapus su siunčiamos stoties dažniu (w) mes ją girdime.

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.			1 – 6		
7.			2 – 1		
8.			2 – 2		
9.			2 – 3		
10.			2 – 4		
11.			2 – 5		
12.			3 – 1		
13.			3 – 2		
14.			3 – 3		
15.			3 – 4		
16.			3 – 5		
17.			4 – 1		
18.			4 – 2		
19.			4 – 3		
20.			4 – 4		
			4 – 5		
			5 – 1		
			5 – 2		
			5 – 3		
			5 – 4		
			5 – 5		
			5 – 6		
			5 – 7		

II TURO UŽDUOTYS

I DALIS

1. Du įelektrinti rutuliukai veikia vienas kitą 2 N jėga. Kokia būtų šių rutuliukų sąveikos jėga, jeigu abiejų rutuliukų krūviai padidėtų dvigubai, o atstumas tarp rutuliukų centrų nepakistų?

A. 2 N;

B. 4 N;

C. 6 N;

D. 8 N.

2. Kokį darbą atlieka elektrinis laukas perkeldamas 10 nC elektros krūvį iš taško, kurio potencialas 50 V, į tašką, kurio potencialas 150 V?

A. 10^{-10} J;

B. 0,1 J;

C. 10^{-6} J;

D. 100 J.

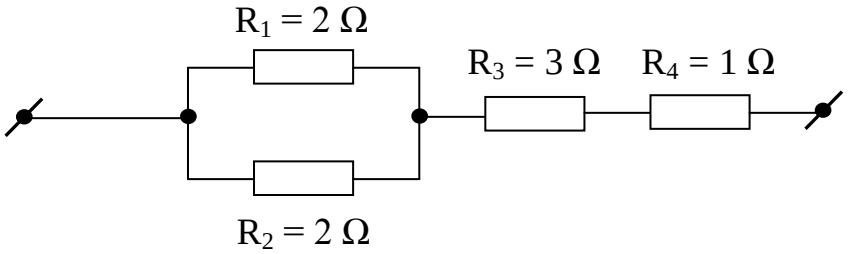
3. Kam lygi elektrinės grandinės dalies varža (2.16 pav.)?

A. 5 Ω;

B. 6 Ω;

C. 8 Ω;

D. 4,5 Ω.



2.16 pav.

4. Prie srovės šaltinio, kurio evj 6,4 V ir vidinė varža 0,2 Ω, prijungtas 3Ω varžos rezistorius. Kokio stiprio srovė teka rezistoriumi?

A. 2 A;

B. 32 A;

C. 2,13 A;

D. 3,2 A.

5. Tarp kondensatoriaus plokštelių įdėtas dielektrikas. Kaip pasikeis kondensatoriaus talpa, išėmus iš jo dielektriką?

A. Padidės;

B. Sumažės;

C. Nepasikeis;

D. Bus lygi nuliui.

6. Kai srovės stipris 1,6 A, ant elektrinės vonios katodo per 10 min nusėdo 0,316 g vario. Kam lygus vario elektrocheminis ekvivalentas?

A. $3{,}29 \cdot 10^{-7}$ kg/C;

B. $1{,}975 \cdot 10^{-7}$ kg/C;

C. $0{,}01975 \cdot 10^{-6}$ kg/C;

D. $3{,}24 \cdot 10^{-6}$ kg/C.

7. Kokio stiprio turi būti elektrinis laukas, kad elektronas laisvai skriedamas 0,5 μm kelyje jonizuotų dujų atomą, kurio jonizacijos energija $2{,}4 \cdot 10^{-18}$ J?

A. 30 V/m;

B. $3{,}3 \cdot 10^{-8}$ V/m;

C. $3{,}3 \cdot 10^{8}$ V/m;

D. $3 \cdot 10^{7}$ V/m.

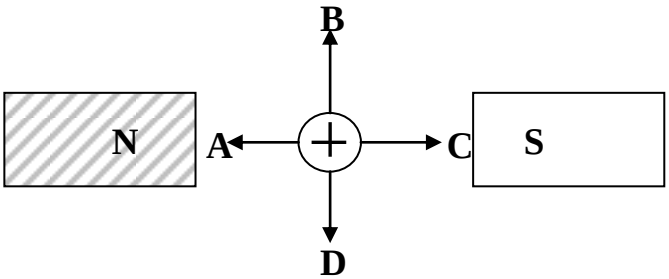
8. Kokia kryptimi magnetiniame lauke judės laidininkas (2.17 pav.), kuriuo teka elektros srovė?

A. C;

B. A;

C. B;

D. D.



2.17 pav.

9. Ritės, kuria teka elektros srovė, magnetinį lauką galima susilpninti, jei...

A. Ištrauksime iš ritės geležinę šerdį;

B. Padidinsime rite tekančios elektros srovės stiprį;

C. Įkišime į ritę geležinę šerdį;

D. Padidinsime rite tekančios elektros srovės stiprį ir įkišime į ritę geležinę šerdį.

10. Kokiu greičiu kito 2500 vijų ritę kertantis magnetinis srautas sužadinęs 5 kV elektrovarą?

A. 0,5 Wb/s;

B. 1 Wb/s;

C. 2 Wb/s;

D. 1,5 Wb/s.

11. Kam lygi magnetinio lauko indukcija, jei tame lauke esančio laidininko 5 cm ilgio aktyvioji dalis veikiama 50 mN jėga, o ja teka 2 A srovė? Magnetinio lauko indukcijos vektorius statmenas laidininkui.

A. 500 mT;

B. 20 mT;

C. 50 mT;

D. 0 mT.

12. Elektronas įlekia į vienalytį 0,085 T indukcijos magnetinį lauką 4,6 km/s greičiu statmenai indukcijos linijoms. Elektrono masė $9{,}1095 \cdot 10^{-31}$ kg. Kokio spindulio trajektorija juda elektronas?

A. 0,31 μm;

B. $0{,}3 \cdot 10^{-3}$ μm;

C. 3,6 μm;

D. 6,3 μm.

13. Rite teka 5 A nuolatinė elektros srovė. Ritės magnetinio lauko energija 37,5 J. Koks ritės induktyvumas?

A. 7,5 H;

B. 1,5 H;

C. 15 H;

D. 3 H.

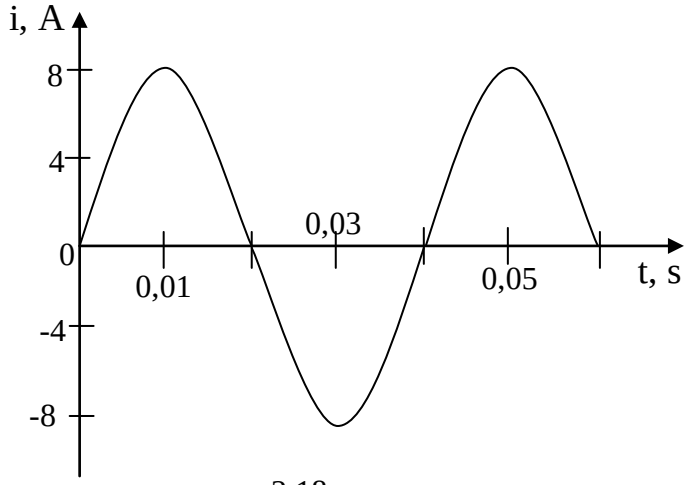
14. Uždarame virpesių kontūre srovės stipris kinta taip, kaip parodyta grafike (2.18 pav). Kokia srovės stiprio kitimo lygtis?

A. i = 8 *sin* 150t;

B. i = 8 *sin* 50πt;

C. i = – 8 *cos* πt;

D. i = 8 *sin* 0,04t.



2.18 pav.

15. Transformatoriaus pirminės apvijos įtampa 220 V, o antrinės apvijos įtampa 380 V. Antrine apvija teka 0,25 A srovė. Kokia srovė teka pirminėje apvijoje, jei transformatoriaus naudingumo koeficientas 96%?

A. ≈ 2,22 A;

B. ≈ 1,11 A;

C. ≈ 0,45 A;

D. ≈ 0,9 A.

16. Įtampa kintamosios srovės grandinėje kinta nuo + 50 V iki – 50 V. Kam lygi įtampos efektinė vertė?

A. 70 V;

B. 50 V;

C. 100 V;

D. 35,7 V.

17. Kaip pakis laisvųjų elektrinių virpesių periodas, kai ritės induktyvumas sumažės 4 kartus, o kondensatoriaus talpa padidės 16 kartų?

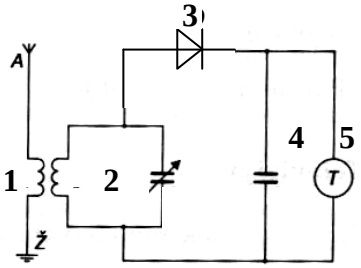
A. Padidės 4 kartus;

B. Sumažės 4 kartus;

C. Padidės 2 kartus;

D. Sumažės 2 kartus.

18. 2.19 paveiksle pavaizduota radijo imtuvo schema. Nurodykite imtuvo elementą, kuris moduliuotus virpesius detektuoja?



2.19 pav.

A. 4;

B. 3;

C. 2;

D. 1.

19. Kokios radijo bangos naudojamos ryšiui su kosminiais laivais?

A. Trumposios;

B. Ilgosios;

C. Vidutinės;

D. Ultratrumposios.

20. Lėktuvas yra $9 \cdot 10^4$ m atstumu nuo radiolokatoriaus. Po kiek laiko nuo signalo pasiuntimo radiolokatorius jį aptiks?

A. $3 \cdot 10^{-4}$ s;

B. $6 \cdot 10^{-3}$ s;

C. $6 \cdot 10^{-4}$ s;

D. $3 \cdot 10^{-3}$ s.

II DALIS

1. Taškiniai 2 μC ir – 4 μC vertės krūviai vakuume nutolę vienas nuo kito 30 cm atstumu:

1.1. Kokia jėga pirmasis krūvis veiks trečiąjį taškinį 40 nC krūvį, esantį viduryje tarp kitų dviejų?

1.2. Kokia jėga antrasis krūvis veiks trečiąjį krūvį?

1.3. Nubrėžkite brėžinį ir pavaizduokite trečiąjį krūvį veikiančias jėgas.

1.4. Apskaičiuokite trečiąjį krūvį veikiančių jėgų atstojamąją.

1.5. Kaip pakistų atstojamosios jėgos skaitinė vertė, jei krūviai sąveikautų dielektrike, kurio dielektrinė skvarba 2,1?

1.6. Kokia jėga veiks tie abu krūviai vienas kitą prieš tai buvę sujungti ir vėl atskirti tuo pačiu atstumu?

2. Plokščiasis kondensatorius, kurio dielektrinė skvarba 4,5, sudarytas iš dviejų plokštelių, kurių kiekvienos plotas 50 cm^2. Potencialų skirtumas tarp plokštelių 70 V, kondensatoriaus plokštelių krūvis lygus 2 nC.

2.1. Kokia yra elektrinė kondensatoriaus talpa?

2.2. Apskaičiuokite kondensatoriaus sukurto elektrinio lauko energiją.

2.3. Koks atstumas tarp kondensatoriaus plokštelių?

2.4. Kam lygus kondensatoriaus įkrovos darbas?

2.5. Kaip pakistų kondensatoriaus talpa, jei atstumą tarp plokštelių sumažintume 2 kartus, o plokštelių plotą padidintume 2 kartus?

3. Elektrolizės metu vario sulfato tirpalu 20 min tekėjo 0,9 A stiprio elektros srovė. Vario elektrocheminis ekvivalentas 0,33 mg/C, o tankis 8900 kg/m^3.

3.1. Apskaičiuokite ant katodo išsiskyrusio vario masę.

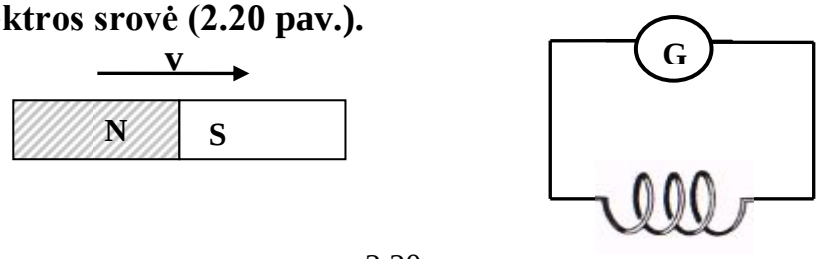
3.2. Koks krūvis pratekėjo vario sulfato tirpalu?

3.3. Apskaičiuokite elektrolizei sunaudotą elektros energiją, jei vonios gnybtų įtampa 4,2 V.

3.4. Kam lygi šaltinio vidaus varža, kai elektrovara 4,5 V?

3.5. Apskaičiuokite ant katodo išsiskyrusio vario sluoksnio storį, kai jo plotas lygus 0,025 m^2.

4. Demonstruojant elektromagnetinės indukcijos reiškinį link ritės, prie kurios prijungtas galvanometras, artinamas pietinis magneto polius. Ritėje atsirado elektros srovė (2.20 pav.).



2.20 pav.

4.1. Paveiksle pažymėkite magnetinio lauko, kertančio ritę, kryptį.

4.2. Paveiksle pažymėkite elektros srovės, tekančios rite ir galvanometru, kryptį.

4.3. Koks ritės vijų skaičius, kai magnetinio srauto kitimo greitis 5 mWb/s ir joje indukuojasi 2,5 V evj?

4.4. Ką reikia daryti, kad bandymo metu galvanometru tekėtų stipresnė srovė? Pasiūlykite bent du būdus.

4.5. Kai 0,5 H induktyvumo rite tekančios srovės stipris padidėja 2 kartus, jos magnetinio lauko energija padidėja 3 J. Apskaičiuokite srovės stiprio ir ritės magnetinio lauko energijos pradines vertes.

5. Kintamosios srovės grandinę sudaro ritė ir kondensatorius. Kondensatoriaus įtampa kinta dėsniu U_C = 0,01 *sin* wt, o jo talpa lygi 0,02 μF. Ritės induktyvumas 10 mH, o aktyvioji grandinės varža lygi 0.

5.1. Apskaičiuokite kintamosios srovės kampinį dažnį.

5.2. Raskite kondensatoriaus momentinės įtampos vertę praėjus 1/6 periodo.

5.3. Koks didžiausias krūvis susikaupia kondensatoriuje?

5.4. Apskaičiuokite momentinę srovės vertę praėjus 1/6 periodo.

5.5. Apskaičiuokite ritės momentinę įtampos vertę po 1/6 periodo.

5.6. Apskaičiuokite talpinę ir induktyviąją varžas.

5.7 Raskite pilnutinę kintamosios grandinės varžą.

Lietuvos fizikų draugija
Šiaulių universitetas
Jaunųjų fizikų mokykla „FOTONAS“

Adomas Neimontas, Vacys Jankus
IV kurso užduotys ir metodiniai nurodymai
2008 11 (466)
2008–2009 mokslo metai

Redagavo Algirdas Malakauskas
Rinko ir maketavo Irma Bolskytė

SL 843. 2008 09 05. 3,37 leidyb. apsk.1. Tiražas 700. Užsakymas
Spausdino UAB „Šiaulių knygrišykla“,
P. Lukšio 9A, LT-76207 Šiauliai, tel.: (8~41) 50 03 33, 43 19 14.

KVIEČIAME
STUDIJUOTI

ŠIAULIŲ UNIVERSITETO GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETE

Fizikos katedros kuruojamos programos:

FIZIKA

BAKALAURO STUDIJOS

Kvalifikacinis laipsnis: fizikos bakalauras
Studijų trukmė – 4 metai (160 kreditų)
Studijų forma: dieninė

Studijuojant įgyjamas bazinis fiziko išsilavinimas. Skaitomi bendrosios, teorinės ir eksperimentinės fizikos kursai, daug dėmesio skiriama eksperimentui. Dėstomi keturi matematikos dalykai. Išmokstama dirbti su duomenų bazėmis, įgyjami programavimo ir modeliavimo pagrindai. Programoje numatyta alternatyvių disciplinų. Siūlomi matematikos ir informatikos bei fizikos specialieji kursai iš aktualių šiuolaikinio mokslo sričių. Daug dėmesio skiriama bakalauro darbui.

Karjeros galimybės

- Fizikos bakalaurai galės tęsti studijas šalies ir užsienio magistrantūroje arba penktaisiais metais išklausę 40 kreditų edukologijos programą, įgyti fizikos mokytojo kvalifikaciją.
- Galės pasirinkti II pakopos specialiąsias profesines studijas.
- Turėdami bazinį fiziko išsilavinimą, bakalaurai galės dirbti pramonės įmonėse, mokslo institucijose, moderniųjų technologijų srityje, valstybinėse ir komercinėse struktūrose, kurti arba organizuoti savo verslą.

OPTOMETRIJA

BAKALAURO STUDIJOS

Kvalifikacinis laipsnis: fizikos bakalauras
Profesinė kvalifikacija: optometrininkas
Studijų trukmė – 4 metai (160 kreditų)
Studijų forma: dieninė

Studijuojant įgyjamas bazinis fiziko išsilavinimas bei suteikiama optometrininko profesinė kvalifikacija. Dėstomi bendrosios, teorinės ir eksperimentinės fizikos, regos organų anatomijos, fiziologijos, patologijos, akies optikos, optinių technologijų, regos sistemos neurofiziologijos, akių ligų, regos terapijos ir kt. dalykai. Studentai, pasirinkę šią programą, įgis optometrijos specialistui būtinų žinių iš regos anomalijų, regos korekcijos ir optinių technologijų sričių, darbo su šiuolaikine optometrine įranga įgūdžių. Atliekamos dvi optometrininko praktikos. Daug dėmesio skiriama bakalauro darbui. Programoje numatyta alternatyviai bei laisvai pasirenkamų dalykų.

Karjeros galimybės

- Galės tęsti studijas šalies ir užsienio universitetų magistrantūroje.
- Galės kvalifikuotai dirbti akies ir regos sistemos pirminės priežiūros centruose, valstybinėse ir komercinėse struktūrose (optikos salonuose, optometrijos centruose).
- Galės dirbti kitose švietimo ir mokslo institucijose, moderniųjų technologijų srityje, kurti arba organizuoti savo verslą.

FIZIKA IR INFORMATIKA

BAKALAURO STUDIJOS

Kvalifikacinis laipsnis: fizikos bakalauras
Profesinė kvalifikacija: fizikos ir informatikos mokytojas
Studijų trukmė – 4,5 metų (180 kreditų)
Studijų forma: dieninė

Studijuojant įgyjamas bazinis fiziko išsilavinimas. Skaitomi bendrosios, teorinės ir eksperimentinės fizikos kursai, daug dėmesio skiriama eksperimentui. Dėstomi septyni informatikos ir keturi aukštosios matematikos dalykai. Be to, išklausomi pedagogikos, psichologijos, fizikos ir informatikos didaktikos kursai, atliekamos dvi praktikos. Programoje numatyta alternatyvių bei laisvai pasirenkamų dalykų.

Karjeros galimybės

- Galės tęsti studijas šalies ir užsienio universitetų magistrantūroje.
- Galės dirbti fizikos ir informatikos mokytojais bei klasės auklėtojais bendrojo ugdymo mokyklose ir gimnazijose, kitose švietimo ir mokslo institucijose, moderniųjų technologijų srityje, valstybinėse ir komercinėse struktūrose, kurti arba organizuoti savo verslą.

FIZIKA

MAGISTRO STUDIJOS

Kvalifikacinis laipsnis: fizikos magistras
Profesinė kvalifikacija: mokytojas
Studijų trukmė – 2 metai (80 kreditų)
Studijų forma: dieninė

Studijuoti pagal šią programą gali asmenys, turintys bakalauro laipsnį/jį atitinkantį diplomą ir išklausę bendrosios fizikos, aukštosios matematikos, pedagogikos bei fizikos didaktikos kursus. Neišklausiusiems pedagogikos bei fizikos didaktikos kursų skiriamos išlyginamosios studijos. Pasirinkę šias studijas magistrantai pagilina ir praplečia šiuolaikinės fizikos ir didaktikos žinias, įgyja praktinių įgūdžių, ir nemažą mokslinio darbo patirtį. Akademinės studijos trunka tris semestrus, ketvirtas semestras skiriamas praktikai ir magistro darbo rengimui. Dirbantiems pedagoginį darbą sudaroma galimybė atlikti praktiką savo darbo vietoje. Užsiėmimų grafikas sudaromas taip, kad galima būtų suderinti darbą ir studijas.

Karjeros galimybės

- Galės tęsti studijas šalies ir užsienio universitetų doktorantūroje.
- Galės dirbti mokslo bei pedagoginį darbą bendrojo ugdymo ir aukštosiose mokyklose, kitose švietimo ir mokslo institucijose, valstybinėse bei komercinėse struktūrose.

OPTOMETRIJA

SPECIALIOSIOS PROFESINĖS STUDIJOS

Profesinė kvalifikacija: optometrininkas
Studijų trukmė – 1 metai (40 kreditų)
Studijų forma: neakivaizdinė

Optometrija – regos mokslo tyrimais paremta autonominė, reglamentuota sveikatos priežiūros profesija.

Specialiųjų profesinių studijų programa Optometrija – tai antros pakopos studijų programa. Studijuoti pagal šią programą gali asmenys, turintys bakalauro laipsnį/jį atitinkantį diplomą. Pasirinkę šią programą, studentai įgyja optometrijos specialistui būtinų žinių iš regos anomalijų, regos korekcijos bei optinių technologijų sričių. Atlikdami optometrininko praktiką, studentai pagilina ir įtvirtina universitete įgytas teorines žinias, išmoksta jas taikyti praktikoje, formuoja optometrininko įgūdžius. Atlikdami analitinį tiriamąjį darbą, įgyja darbo su šiuolaikine modernia optometrine įranga patirties.

Karjeros galimybės

Turėdami bazinį išsilavinimą ir optometrininko kvalifikaciją, absolventai galės kvalifikuotai dirbti akies ir regos sistemos pirminės priežiūros centruose (optikos salonuose, optometrijos centruose).

Šiaulių universitetas
Gamtos mokslų fakultetas
Fizikos katedra
P. Višinskio g. 19, LT-77156 Šiauliai

Tel. (8-41) 595 721
Fax. (8-41) 595 794
El. paštas fk@fm.su.lt
http://www.su.lt