41 - oji Lietuvos jaunųjų fizikų olimpiada

Vilkaviškis,
1993 m. balandžio 13–16 d.

Įvadas

Olimpiadai uždavinius parengė ir rekomendavo:

Vilniaus Universiteto, Vilniaus pedagoginio universiteto, Šiaulių pedagoginio instituto, Teorinės fizikos ir astronomijos instituto, Kauno Vytauto Didžiojo universiteto, Kauno technologijos universiteto ir Vilniaus planetariumo darbuotojai.

Teorines užduotis
X klasei:

Vilniaus pedagoginio universiteto doc. D. Grabauskas, doc. V. Kaminskas, doc. G. Leonavičius, doc. J. A. Martišius, Šiaulių pedagoginio instituto vyresnysis dėstytojas O. Damskis.

XI klasei:

Teorinės fizikos ir astronomijos instituto mokslinis bendradarbis R. Ambrazevičius, habil. dr. P. Bogdanovičius, V. Šimonis, Vilniaus planetariumo darbuotojai dr. R. Žemaitis, dr. G. Žukauskas .

XII klasei:

Vilniaus universiteto prof. A. Bandzaitis, dr. R. Baubinas, doc. J. Storasta, mokslinis darbuotojas M. Strumskis, S. Tamošiūnas, Kauno Vytauto Didžiojo universiteto prof. E.Kuokštis.

Eksperimentines užduotis

X klasei:

Vilniaus pedagoginio universiteto doc. A. Rimeika, vyresnysis asistentas J. Siroicas.

XI klasei:

Kauno technologijos universiteto doc. T. Giedrys. doc. P. Žvirblis

XII klasei:

Vilniaus universiteto doc. A. Medeišis

41-oji Lietuvos jaunųjų fizikų olimpiada įvyko Vilkaviškyje 1993 m. balandžio mėn. Joje dalyvavo 127 X-XI klasių moksleiviai.

Pirmąsias vietas laimėjo: dešimtokas Danielius Rutkauskas, vienuoliktokas Rimantas Lazauskas, abu jie Vilniaus realinės gimnazijos mokytojos D. Aleksienės mokiniai ir dvyliktokas Egidijus Anisimovas (Vilniaus 45-oji vid. m-kla. mokytoja R. Graželienė).

Antrąsias vietas laimėjo: Justas Jurkuvėnas, Artūras Dėdinas (Vilniaus 9-oji vid. m-kla. 10 kl. mokytojai, A Basiokas, V. Ruškytė), Martynas Gavutis (Vilniaus 56-oji vid. m-kla, 10 klasė, mokytoja K. Viskantienė), Tadas Aukštakalnis (Viniaus 7-oji vid. m-kla 11 klasė, mokytoja D. Usorytė), Arnoldas Deltuva (Marijampolės rajono Kazlų Rūdos vid. m-kla, 11 klasė, mokytojas A. Bartkus), Miglius Alaburda (Vilniaus 45-oji vid. m-kla, 12 klasė, mokytoja R. Graželienė), Kęstutis Lumbis (Vilniaus 7-oji vid. m-kla, 12 klasė, mokytoja D. Usorytė)

Trečiąsias vietas laimėjo: Donatas Oželis (Vilniaus 9-oji vid. m-kla, 10 klasė, mokytojai A. Basiokas, V. Ruškytė), Roman Charisov (Kauno 10-oji vid. m-kla, 10 klasė, mokytoja N. Smirnova), Nerijus Jankevičius (Panevėžio J. Balčikonio gimnazija 10 klasė, mokytojas R. Dambrauskas), Arūnas Gumbelevičius, Raimondas Mikalajūnas, Marius Vaivada, Evaldas Visockas (Vilniaus 7-oji vid. m-kla, 11 klasė, mokytoja D. Usorytė), Liutauras Storasta (Vilniaus realinė gimnazija, 11 klasė, mokytojas V.Filipavičius), Marius Žadvydas (Vilniaus 56-oji vid. m-kla, 12 klasė, mokytoja K. Visakntienė), Donatas Venslavičius (Kauno "Saulės" vid. m-kla, 12 klasė, mokytoja

S.Bražienė), Giedrius Kvedaras (Šiaulių 12-oji vid. m-kla, mokytoja Krasauskienė).

Už gerą teorinių ir eksperimentinių uždavinių sprendimą Kultūros ir švietimo ministerija 29 moksleivius apdovanojo pagyrimo raštais.

41-osios Lietuvos jaunųjų fizikų olimpiados laureatais tapo M. Alaburda, E. Anisimovas (Vilniaus 45-oji vid. m-kla), K. Lumbis (Vilniaus 7-oji vid. m-kla).

Olimpiadoje apdovanoti ir mokytojai, parengę 41-osios Lietuvos moksleivių fizikos olimpiados laureatus: R. Graželienė (Vilniaus 45-oji vid. m-kla), D. Usorytė (Vilniaus 7-oji vid. m-kla).

A.Gumbelevičienė

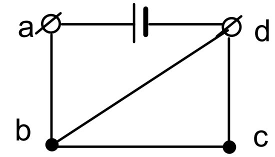
UŽDAVINIŲ SĄLYGOS

II TURAS

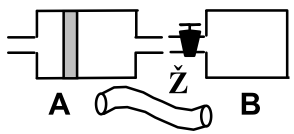
X klasė

1. Lygiakraščio trikampio rėmelio viena kraštinė du kartus lengvesnė už kiekvieną kitą. Raskite rėmelio sunkio centrą, jeigu kraštinės ilgis *l*.

2. Berniukas Žemėje su lengva timpa sviedžia daiktą vertikaliai aukštyn į aukštį *h* ir žino, kad oro pasipriešinimui įveikti sunaudojama 10 % energijos. Kiek kartų daugiau arba mažiau jis turėtų įtempti timpą, kad tą patį daiktą išsviestų į tokį pat aukštį Mėnulyje ? Žemės ir Mėnulio masių ir spindulių santykis atitinkamai lygus 81,5 ir 3,68. Tarkime, kad timpos tamprumas Žemėje ir Mėnulyje vienodas.



3. Skerspjūvio *C* laidas sulenktas į kvadrato formą be vienos kraštinės. Jos vietoje įjungtas šaltinis, kuris tarp taškų a ir d sukuria įtampą U = 10 V. Prie kvadrato viršūnių bd prijungtas tokios pat medžiagos tiesus laidas, tik jo skerspjūvis 2 kartus mažesnis. Raskite įtampą tarp taškų b ir d.



4. Turime cilindrą **A**, kurio sienelės skaidrios, o jo viduje įtaisytas svarus stūmoklis, galintis judėti be trinties. Cilindro galai atviri ir prie vieno jų pritvirtintas vamzdelis. Visas cilindro tūris abejose stūmoklio pusėse yra *V*. Kokiu būdu, naudojant cilindrą **A**, galima nustatyti dujų, esančių inde **B**, dalelių skaičių ? Indo **B** tūris V_0, aplinkos temperatūra *T* ir slėgis *p* žinomi. Taip pat žinoma, kad dujų slėgis inde **B** $P_0>P$. Cilindro **A** padėtį galima laisvai keisti. Galima naudotis liniuote ir žarnele **Ž**, kuria cilindras **A** sujungiamas su indu **B**.

XI klasė

5. Keliais laipsniais būtų galima padidinti turbinas sukusio vandens temperatūrą, jeigu visa pagaminta elektros energija būtų sunaudojama šiam vandeniui šildyti ? Hidroelektrinės naudingumo koeficientas 80%, užtvankos aukštis 30 m. Vandens specifinė šiluma c = 4,2 J/gK.

6. Įvertinkite vidutinį atstumą tarp vandens molekulių garų burbuliuke, esančiame prie pat verdančio vandens paviršiaus.

7. Elektronas juda tarp dviejų lygiagrečių plokščių, padarytų iš dielektriko. Raskite elektrono trajektoriją, jeigu jo greitis v pradiniu momentu sudaro kampą α su plokštelėmis, kurių paviršinio krūvio tankiai yra vienodi $\sigma_1=\sigma_2=\sigma$.

8. Kiek šaltinių reikia prijungti prie 100 W galios elektros lemputės, pritaikytos 220 V įtampai, kad ji šviestų normaliai ? Šaltinio elektrovaros jėga E=2 V, o vidinė varža r = 2,2 Ω.

XI kl. dar buvo skirtas uždavinys 1.

XII klasė

9. Jupiterio palydovo Ijo apsisukimo periodas 42,5 val. 17 a. Riomeris pastebėjo, kad periodas per metus reguliariai kinta. Maksimalus periodo nukrypimas nuo vidutinės vertės 15 s ir kartojasi kas pusė metų. Apskaičiuokite šviesos greitį. Laikykite,kad Jupiterio judėjimas neturi įtakos, o Žemės orbitos spindulys $1{,}5 \cdot 10^{11}$ m.

10. Pradžioje dujų slėgis $p = 2 \cdot 10^5$ Pa, tūris V=10 l. Dujų būvis keičiamas taip, kad jų tūrio priklausomybės nuo slėgio grafikas - tiesė, ir proceso pabaigoje slėgis yra 2 kartus mažesnis, o tūris 2,5 karto didesnis, negu pradžioje. Nustatykite dujų kiekį, jei proceso metu pasiekta aukščiausia 300 K temperatūra.

11. Tarpas tarp plokščiojo kondensatoriaus plokštelių užpildytas dviejų dielektrikų, kurių dielektrinės skvarbos ε_1 ir ε_2 sluoksniais. Kokiam tų sluoksnių storių santykiui esant įtampos sluoksniuose bus vienodos ?

12. Kiek vėluos per parą laikrodis su švytuokle jį įleidus į šachtą, kurios gylis lygus 0,1 % Žemės spindulio ? Laikykite Žemę pastovaus tankio rutuliu.

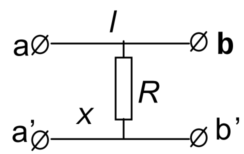
13. Spektrografo prizmės laužiamasis kampas 30°, prizmės stiklo lūžio rodiklis 1,60 esant 390 nm bangos ilgio šviesai, ir 1,56 esant 750 nm bangos ilgio šviesai. Spektras susidaro 1 m atstumu nuo prizmės. Tarkime, galime išskirti spektrines linijas, nutolusias viena nuo kitos 0,1 mm atstumu. Kiek skiriasi išskiriamų linijų bangų ilgiai, kai spinduliai prizmėje sklinda beveik lygiagrečiai jos pagrindui ?

III TURAS

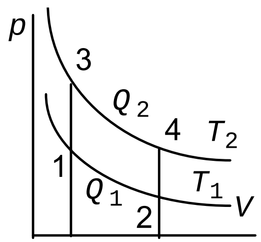
X klasė

14. Gulsčiu keliu važiuojančio 4 t masės automobilio greitis padidėjo nuo 2 m/s iki 8 m/s. Kokį didžiausią pagreitį turėjo automobilis šioje kelio atkarpoje, jei jo variklis dirba pastovia 12 kW galia ? Pasipriešinimo judėjimui nepaisykite.

15. Raskite Mėnulio pagreičio vektorių (didumą ir kryptį), esant jaunaties ir priešpilnio fazėms. Atstumas nuo Žemės iki Saulės lygus $1{,}50 \cdot 10^8$ km, o nuo Žemės iki Mėnulio - $3{,}85 \cdot 10^5$ km. Saulės masė lygi 333000 Žemės masių, Žemės masė $5{,}97 \cdot 10^{24}$ kg, gravitacijos konstanta $G = 6{,}68 \cdot 10^{-11}$ $m^3/kg \cdot s^2$.



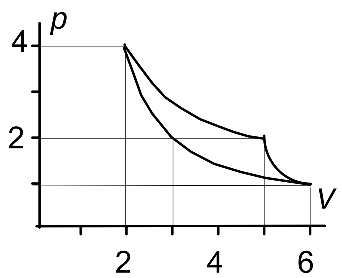
16. Dviejų izoliuotų l ilgio laidų linijoje nežinomame atstume x nuo jos pradžios įvyko elektrinis pramušimas. Tai reiškia, kad toje vietoje tarp laidų atsirado baigtinė nežinomo didumo varža R. Kaip surasti pramušimo vietą x, matuojant varžas ?



17. Raskite šilumos kiekių Q_2 ir Q_1 santykį. Dujos idealiosios.

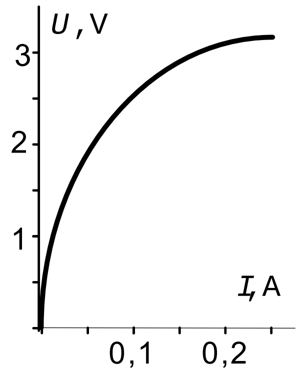
XI klasė

18. Ant stalo guli masės *m* ir standumo *k* spyruoklė. Kiek pasikeis spyruoklės ilgis ją pastačius vertikaliai ?



19. Raketa nukreipta 60° kampu į horizontą. Variklis įjungiamas dešimčiai sekundžių. Variklio traukos jėga visą laiką dvigubai didesnė už raketos sunkį ir nukreipta į sunkio centrą. Raskite raketos skriejimo nuotolį. Oro pasipriešinimo nepaisykite.

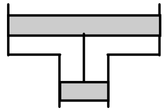
20. Diagramoje pavaizduota idealiosios šiluminės mašinos darbinės medžiagos slėgio priklausomybė nuo tūrio. Raskite šios mašinos naudingumo koeficientą.



21. Link nejudančio elektrono greičiu *v* plinta homogeninis magnetinis laukas. Jo frontas (t. y. riba, skirianti sritį, kur yra magnetinis laukas, nuo srities, kur to lauko nėra) yra plokščias, grietis *v* frontui statmenas, o magnetinio lauko indukcija *B* tam frontui lygiagreti. Raskite galutinį elektrono greitį.

22. Prie lemputės prijungtas evj šaltinis, kurio vidinė varža *r*=4 Ω. Koks turi būti šaltinio evj dydis *E*, kad lemputei tektų 80% visos grandinės srovės galios? Lemputės voltamperinė charakteristika duota 2 pav.

XII klasė



23. Vertikaliame vamzdelyje, kuris turi du skirtingus skerspjūvio plotus, įtaisyti du stūmokliai, sujungti netąsiu siūlu. Tarp stūmoklių yra 1 mol idealiųjų dujų. Stūmoklių plotų skirtumas 20 cm^2, jų bendra masė 8,0 kg. Kaip pasikeis stūmoklių padėtis dujas pakaitinus 10 K? Išorinis slėgis 10^5 Pa, R=8,31 J/K·mol.

24. Laboratorijoje, kurioje temperatūra 20°C, matuojama elektrinės grandinės elemento, kurio šiluminė talpa 3 J/K, varžos priklausomybė nuo temperatūros. Kai kaitinant temperatūra tapdavo 100°C, jo varža šuoliškai padidėdavo nuo 50 Ω iki 100 Ω, o aušinant sumažėjimo šuolis įvykdavo esant 99°C temperatūrai. Kai tarp elemento gnybtų yra 60 V, jo temperatūra 80°C, o esant 80 V įtampai grandinėje atsiranda srovės svyravimai. Apskaičiuokite svyravimų periodą, maksimalią ir minimalią srovės stiprio vertes. Laikykite, kad per laiko vienetą elemento atiduotas aplinkai šilumos kiekis proporcingas elemento ir aplinkos temperatūrų skirtumui.

25. Vandens gylis plokščiame inde 5 cm. Inde plūduriuoja kamštis, kurio spindulys 5 cm, storis 1 cm, tankis 0,25 g/cm^3. Prie kamščio ties jo centru pritvirtintas taškinis šviesos šaltinis 1 cm aukštyje virš kamščio. Kamštis svyruoja vertikaliai pagal dėsnį $x=x_0\cdot\cos\ \omega\cdot t$, kur *x* - nukrypimas nuo pusiausvyros padėties. Raskite kamščio šešėlio indo dugne kitimo dėsnį.

26. Iš glaudžiamojo lęšio, kurio skersmuo 10 cm, optinė galia 1 dioptrija, simetriškai centrui išpjauta 1 cm pločio juostelė, likusios dalys suglaustos. 1,5 m atstumu nuo gauto sudėtinio lęšio ties jo viduriu yra taškinis šviesos šaltinis. Kokiu atstumu nuo lęšio galima stebėti interferencinį vaizdą ?

XII kl. dar buvo skirtas 19 uždavinys.

III rato eksperimento užduotys

X klasė

27. Užduotis: Nustatykite vandens paviršiaus įtempimo koeficientą.

Priemonės: spyruoklė su milimetrine skale, taisyklingos formos kūnelis, stovas su laikikliais, liniuotė, dvi stiklinės plokštelės su laikikliais, indas su vandeniu, milimetrinio popieriaus lapas, siūlas, metalinės folijos juostelės.

XI klasė

28. Užduotis: Stebėdami rutuliuko harmoninius svyravimus, nustatykite: A. Maksimalią siūlo įtempimo jėgą; B.Tos jėgos absoliutinę ir santykinę paklaidas.

Priemonės: siūlas, žinomo tankio rutuliukas, slankmatis, milimetrinė liniuotė ir stovas.

XII klasė

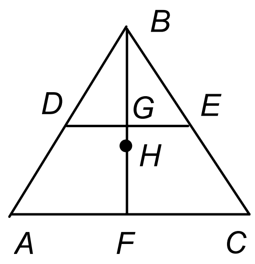
29. Užduotis: Išmatuokite skysčių lūžio rodiklius.

Priemonės: viena maždaug kvadrato ir dvi stačiakampio formos stiklinės plokštelės, milimetrinė liniuotė su paslankia plonos vielos apkaba, dviguba milimetrinė skalė, stovas su žnypliniu laikikliu, indeliai su skysčiais, pipetės. Stačiakampės plokštelės mažesnių matmenų už kvadratinę. Vienos stačiakampės plokštelės storis žinomas.

UŽDAVINIŲ SPRENDIMAI

II TURAS

X klasė



1. Akivaizdu, kad kiekvienos kraštinės sunkio centras yra jos viduje (taškai D, E, F). Vienodos masės kraštinių AB ir BC bendras sunkio centras yra atkarpos DE viduryje (taškas G), t.y. aukštinės BF, nuleistos į lengvesniąją kraštinę, viduryje. Pilnas trikampio sunkio centras yra taške . Jo padėtį rasime iš momentų lygybės:

$$GH\,.2\text{ m} = HF\,.\,0{,}5\text{ m};$$

$$GF + HF = l\sin 60^{o},$$

iš kur apskaičiuojame $HF = 0{,}4\,l\sin 60^{o} = \cong 0{,}35\,l$.

2. Pažymėkime p=10%=0,1. Tarkime, kad h kur kas mažesnis už Žemės spindulį $R_{Ž}$ ir Mėnulio spindulį R_M.Tada įtemptos timpos energija susijusi su pakilimo aukščiu Žemėje lygybe

$$(1 - p)\,k\,x^2/2 = mgh,$$

Mėnulyje (kur nėra oro)

$$kx'^2/2 = mg'h.$$

Tada

$$\frac{x'^2}{(1-p)x^2} = \frac{g'}{g}.$$

Kadangi

$$g = \frac{GM_{Ž}}{R_{Ž}^2}, g' = \frac{GM_M}{R_M^2}, \frac{g'}{g} = \frac{M_M}{M_{Ž}}.\frac{R_{Ž}^2}{R_M^2} = \frac{1}{81{,}5}.(3{,}68)^2,$$

gauname

$$x' = x\sqrt{\frac{(1-p)g'}{g}} = \frac{x}{2{,}6}.$$

3. Vienos kraštinės varža

$$R = \rho\, l/S,$$

kur l - kraštinės ilgis.Įstrižainės varža

$$R' = 2\rho l\sqrt{2}\,/\,S.$$

Trikampio bcd varža

$$R_{bcd} = R'.2\,R\,/\,(R' + 2\,R) = 1{,}17\,\rho l/S.$$

Srovės stipris

$$I = U\,/\,(R + R_{bcd}) = U\,/\,2{,}17(\rho\, l\,/\,S).$$

Ieškomoji įtampa

$$U_{bd} = I\,.\,R_{bcd} = 1{,}17\,U\,/\,2{,}17 = 5{,}4\ \mathrm{V}.$$

4. Dalelių skaičius inde

$$N = \nu.N_A = \frac{p_o V_o}{RT} N_A;\ (N_A \text{ - Avogadro skaičius})$$

Norint nustatyti N, reikia rasti slėgį.p_o. Cilindrą A pastatome vertikaliai vamzdeliu žemyn ir laukiame, kol stūmoklis nusileis. Po to vėl padedame horizontaliai, sujungiame žarnele su indu B ir atsukame čiaupą. Kadangi $p_o > p_{at.}$, dujos nustums stūmoklį į kitą cilindro galą ir užims tūrį (V_0+V), o slėgis taps p_1. Tada užsukame čiaupą, atjungiame cilindrą A nuo indo B ir, vėl pastatę vertikaliai, laukiame, kol stūmoklis nusileis. Vėl, padėję horizontaliai, sujungiame cilindrą su indu B, atsukame čiaupą ir tas operacijas kartojame, skaičiuodami jų skaičių, tol, kol atsukus čiaupą, stūmoklis sustos, nepasiekęs kito cilindro galo. Liniuote išmatuojame atstumą l nuo sustojusio stūmoklio iki cilindro dešiniojo galo, o taip pat visą cilindro ilgį (atmetus stūmoklio storį) - l_0.

Pagal Boilio-Marioto dėsnį:

$$p_o V_o = p_1(V_o + V),$$
$$p_1 V_o = p_2(V_o + V),$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$p_{z-1} V_o = p_z(V_o + V).$$

Pateiktas lygtis panariui sudauginę ir suprastinę, nustatome

$$p_o V_o^z = p_z (V_o + V)^z.$$

Paskutiniam, nepilnajam ciklui

$$p_z\,V_o = p_{at}\,(V_o + V_1),\ V_1 = V\,l_1\,/\,l_o.$$

Tada

$$p_0 = \left(\frac{V_0 + V}{V_0}\right)^z . \frac{V_0 + V_1}{V_0} . p_{at} = \left(\frac{V_0 + V}{V_0}\right)^z . \frac{V_0 + Vl/l_0}{V_0} . p_{at},$$

$$N = \left(\frac{V_0 + V}{V_0}\right)^z .(V_0 + Vl/l_0) . \frac{N_A p_{at}}{RT}.$$

XI klasė

5. Užrašome energijos tvermės dėsnį:

$$m\,g\,H = \eta\,m\,c\,\Delta t.$$

Iš čia randame

$$\Delta t = gH/\eta c.$$

Įstatę skaitines vertes, randame Δt:

$$\Delta t = 0{,}09\ ^{o}\mathrm{C}.$$

6. Sakykime, kad elementarus tūris ΔV, tenkantis vienai molekulei, yra lygus atstumo tarp molekulių kubui,

$$\Delta V \cong d^3 = V/N,$$

kur N - molekulių skaičius tūryje V. $N = m\,N_A\,/\mu$, kur N_A - Avogadro skaičius. Laikydami garus idealiosiomis dujomis, o slėgį burbuliuke lygų atmosferos slėgiui, parašome dujų būvio lygtį:

$$p_0 V = \frac{m}{\mu} RT,$$

ir nustatome

$$\Delta V = \frac{RT}{p_0 N_A}, d = \sqrt[3]{\frac{RT}{p_0 N_A}}.$$

Įstatę skaitines vertes, nustatome d=3,7.10^{-9} m.

7. Kiekviena iš paviršiniu krūviu σ įkrautų plokščių aplink save sudaro homogeninį elektrinį lauką. Kadangi plokščių paviršiniai krūviai yra vienodi, tarp plokščių sukurti elektrinio lauko stipriai yra vienodo dydžio, bet priešingų krypčių ir visiškai kompensuoja vienas kitą. Vadinasi, elektrinio lauko tarp plokščių nėra ir jokios jėgos elektrono neveikia. Taigi jis juda tiese iki susidurdamas su viena iš plokščių.

8. Tarkime, visi šaltiniai yra sujungti nuosekliai. Tada Omo dėsnis visai grandinei užrašomas taip:

$$nE = I(R + nr),$$

kur n - ieškomas šaltinių skaičius, I- normali srovė lemputėje, R - jos varža tuo metu. Lemputės galia $P = UI$, kur $U = IR = 220$ V. Iš čia $I = P/U$. Iš pateiktų lygčių gauname

$$n = \frac{U^2}{EU - rP}, n = 220.$$

Bendresniu atveju šaltiniai gali būti sujungti nuosekliomis grupėmis po n elementų į k lygiagrečių šakų. Tokiu atveju skaičius $N = nk$,o Omo dėsnis visai grandinei $nE = I(R + rn/k)$. Iš čia apskaičiuojame:

$$n = \frac{U^2}{EU - Pr/k} = \frac{220k}{2k-1}, N = \frac{220k^2}{2k-1}.$$

n turi būti sveikas skaičius, o k ir $2k$-1 negali turėti bendrų daliklių. Vadinasi, $2k$-1 turi būti lygus vienam iš skaičiaus 220 daliklių. Pasinaudoję tuo, kad 220 = 1.2.2.5.11, sudarome galimų verčių lentelę. k turi būti sveikas, vadinasi, 2k-1 turi būti nelyginis. Pasirinkę atvejį, kai kiekviena grandis turi savyje dar ir lygiagrečių sujungimų, gautume ir kitokius skaičius.

$2k$ - 1	1	5	11	55
k	1	3	6	28
n	220	132	120	112
N	220	396	720	3136

XII kasė

9. Kai Žemė artėja prie Jupiterio, Ijo apsisukimo periodas atrodo trumpesnis laiko tarpu $t = S/c$, kur S - atstumas, kuriuo Žemė priartėjo per vieną Ijo apsisukimo periodą, c-šviesos greitis. Didžiausiu atstumu Žemė priartėja, kai jos greitis nukreiptas link Jupiterio. Tada $S = 2\pi RT_I / T_Ž$, kur R - Žemės orbitos spindulys, T_I - Ijo apsisukimo periodas, $T_Ž$ - Žemės apsisukimo periodas (metai). Išreiškime šviesos greitį:

$$c = 2\pi RT_I / T_b t, c = 3{,}0.10^8 \, m/s.$$

10. Į tiesinę dujų tūrio priklausomybės nuo slėgio išraišką $V=a+bp$ įstatę duotas slėgio ir tūrio vertes gauname a=0,04 m^3, b=-1,5·10^{-7} m^3/Pa. Į dujų būvio lygtį $p{\cdot}V=n{\cdot}R{\cdot}T$ įstatę V, nustatome p·(0,04-1,5·10^{-7} · p)=$n{\cdot}R{\cdot}T$. Pertvarkę kairiąją pusę į 2667-1,5·10^{-7}·(p-1,33·10^5)^2=$n{\cdot}R{\cdot}T$, matome, kad maksimali temperatūra susidaro, kai reiškinys skliausteliuose lygus nuliui. Kadangi tada T=300 K, n=3667/(8,31·300)=1,07 mol.

11. Nagrinėjamąjį kondensatorių galime įsivaizduoti kaip du nuosekliai sujungtus kondensatorius. Įtampos bus vienodos, kai bus lygios kondensatorių talpoms:

$$\varepsilon_0\varepsilon_1 s / d_1 = \varepsilon_0\varepsilon_2 s / d_2, \; d_1 / d_2 = \varepsilon_1 / \varepsilon_2.$$

12. Pastovaus tankio rutulio viduje gravitacinė jėga, o tuo pačiu - ir laisvojo kritimo pagreitis proporcingas atstumui nuo rutulio centro. Todėl švytuoklės periodas pakinta taip: $T = T_0\sqrt{R/(R-h)}$. Čia T_0 - periodas Žemės paviršiuje, R-Žemės spindulys, h-šachtos gylis. Laikrodžio parodymai per laiką t yra $N=t/T$, todėl parodymų skirtumas

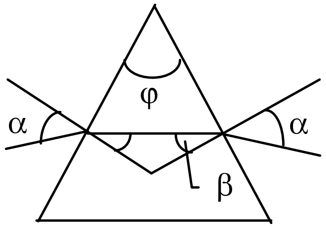
$$\Delta N = t(1/T - 1/T_0) = \left(\sqrt{(R-h)/R} - 1\right)t / T_0,$$

$$\Delta N = \left(\sqrt{0{,}999} - 1\right)24.3600 = -43s.$$

13. Kad spindulys prizmėje plistų lygiagrečiai jos pagrindui, turi būti

$$\beta = \frac{\varphi}{2}, \alpha = arcsin\left(n\,sin\frac{\varphi}{2} \right).$$

Tegul lygiagrečiai pagrindui plinta spindulys, kurio bangos ilgis 390 nm. Tada α=arc sin(1,60·sin15°)=24,46°. Tokiu kampu kritę į prizmę 750 nm bangos ilgio spinduliai į ją patenka kampu β_1=arc sin(sinα/n1), β_1=15,39°. Į priešingą prizmės sienelę tokie spinduliai kris kampu $\beta_2=\varphi-\beta_1$, β_2=14,61°, o iš prizmės išeis kampu α_1=arc sin($n_1 \cdot \sin\beta_2$), α_1=23,17°. Tokiu būdu, l=1 m atstumu tie skirtingo bangos ilgio spindulių pluošteliai išsiskirs atstumu $d=1\cdot(\alpha-\alpha_1)$, d=0,023 m. Taigi atstumu $d'=10^{-4}$ m išsiskirs spektrinės linijos, kurių bangos ilgių skirtumas



$$\Delta\lambda = (\lambda_2 - \lambda_1)d' / d,$$

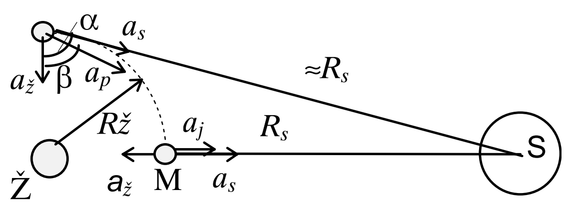
$$\Delta\lambda = (750 - 390).10^{-4} / 0,023 = 1,57nm.$$

Laikėme, kad lūžio rodiklis nuo bangos ilgio priklauso tiesiškai, o prizmės matmenys žymiai mažesni už 1 m.

III TURAS

X klasė

14. Pagreitis $a=F/m$. Jėga $F=N/v$. Iš tų dviejų lygybių $a = N / mv$. Matome, kad pagreitis buvo didžiausias tada, kai greitis mažiausias, todėl $a_{max} = 1,5m / s^2$.



15. Mėnulio pagreitis jaunatyje $a_j=a_s-a_ž$, o priešpilnyje

$$a_p = \sqrt{a_s^2 + a_p^2},,$$

kur a_s - pagreitis, kurį Saulė suteikia Mėnuliui, $a_ž$ - pagreitis, kurį Žemė suteikia Mėnuliui. Mat atstumas nuo Žemės iki Saulės R_S apie 400 kartų didesnis už atstumą nuo Žemės iki Mėnulio R_M. Todėl kampas $\alpha \approx 90^0, a_s \approx GM / R_s^2, a_ž = GM / R_M^2..$ Apskaičiavę, gauname a_j=3,2.10^{-3} m/s^2, nukreiptas į Saulę; a_p=6,5.10^{-3} m/s^2, tgβ=$a_s/a_ž$,, β=65^0.

16. Iš piešinio galima spręsti, kad linijos galo kontaktai bb′ yra prieinami. 1 metro linijos laido varžą pažymėkime r. Galima taip daryti:

1) Išmatuojame varžą, prijungę prietaisą tarp gnybtų a ir a′:

$$R_1=2rx + R.$$

2) Išmatuojame varžą tarp gnybtų a ir b

$$R_2=rl.$$

3) Išmatuojame varžą tarp gnybtų a ir b′

$$R_3=rx+R+r(l-x) =rl +R.$$

Iš pateiktų lygčių gauname ieškomąjį atstumą:

$$x = \frac{(R_1 + R_2 - R_3)l}{R_2}.$$

17. Izoterminiam procesui

$$Q_1=A_1,\ Q_2=A_2,$$

kur A_1 ir A_2 abiejų procesų sistemos darbai. Elementarūs darbai esant temperatūroms T_1 ir T_2:

$$\Delta A_1=p_1\Delta V_1,\ \Delta A_2=p_2\Delta V_2.$$

Skaičiuojant tuos darbus esant tai pačiai tūrio V vertei,

$$p_1=\frac{\nu RT_1}{V},\ p_2=\frac{\nu RT_2}{V}.$$

Todėl

$$\frac{\Delta A_1}{\Delta A_2}=\frac{T_1}{T_2}=const.$$

Kadangi visas tūrio pokytis abiem procesams yra vienodas, tai darbai A_1 ir A_2 yra vienodai suskirstyti į elementarius darbus. Dėl to

$$\frac{A_2}{A_1}=\frac{\Delta A_2}{\Delta A_1}=\frac{T_2}{T_1}=\frac{Q_2}{Q_1}.$$

XI klasė

18. Vertikaliai pastatytą spyruoklę padaliname į n vienodų spyruoklėlių. Kiekvienos spyruoklės masė m/n, o standumas nk. Paprastumo dėlei laikykime, kad kiekvienos spyruoklės masė sukoncentruota viršutiniame jos taške. Viršutinę spyruoklėlę jos sunkis deformuoja dydžiu

$$\Delta x_1=\frac{mg/n}{nk}=\frac{mg}{n^2k},$$

antrą nuo viršaus spyruoklėlę jos ir aukščiau esančios sunkiai deformuoja dydžiu

$$\Delta x_2=\frac{2mg/n}{nk}=\frac{2mg}{n^2k},$$

o i-toji spyruoklėlė deformuojama dydžiu

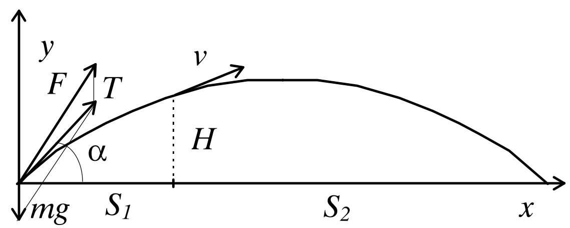
$$\Delta x_i=\frac{img/n}{nk}=\frac{img}{n^2k}.$$

Visos spyruoklės ilgio pokytis lygus atskirų deformacijų sumai:

$$\Delta L=\sum_{i=1}^{n}\Delta x_i=\sum_{i=1}^{n}\frac{img}{n^2k}=\frac{mg}{n^2k}\sum_{i=1}^{n}i=\frac{mg}{n^2k}\frac{(n+1)n}{2}=\frac{mg}{2k}\left(1+\frac{1}{n}\right).$$

Kai $n\to\infty$, gauname galutinį atsakymą $\Delta L=mg/2k$.

19. Pirmąsias 10 s raketą veikia dvi jėgos: sunkio jėga $m\cdot g$



ir reaktyvinė jėga F. Pagal sąlygą, nors raketos masė ir kinta, visą laiką

$$F=2mg.$$

Pradiniu laiko momentu $t_0=0$ raketos greitis $v_0=0$. Pradžioje raketa juda tolygiai greitėdama jėgų F ir $m\cdot g$ atstojamosios T kryptimi. Pagal sąlygą

$$T_x=F_x=F\cos\alpha=2mg\cos\alpha,$$
$$T_y=F_y-mg=F\sin\alpha-mg=mg(2\sin\alpha-1).$$

Laiko momentu t=10 s raketa pasiekia greitį v, o jos padėtį nusako dydžiai S_1 ir H.

$$v_x = a_x t = \frac{T_x}{m} g = 2gt\cos\alpha,$$

$$v_y = a_y t = \frac{T_y}{m} t = gt(2\sin\alpha - 1),$$

$$S_1 = \frac{a_x t^2}{2} = \frac{T_x t^2}{2m} = gt^2\cos\alpha,$$

$$H = \frac{a_y t^2}{2} = \frac{T_y t^2}{2m} = \frac{1}{2} gt^2 (2\sin\alpha - 1).$$

Išsijungus varikliui, raketa juda kaip kūnas, mestas kampu į horizontą, ir po laiko t_g nukrenta ant Žemės:

$$0 = H + v_y t_g - gt^2/2,$$

$$S_2 = v_x t_g.$$

Iš čia nustatome

$$S_2 = v_x \frac{v_y + \sqrt{v_y^2 + 2gH}}{g} = 2gt^2\left[2\sin\alpha - 1 + \sqrt{(2\sin\alpha - 1)2\sin\alpha}\right]\cos\alpha.$$

Visas skridimo nuotolis

$$S = S_1 + S_2 = gt^2\left[4\sin\alpha - 1 + 2\sqrt{(2\sin\alpha - 1)2\sin\alpha}\right]\cos\alpha, S = 2300m.$$

20. Pavaizduotą figūrą (Karno ciklą) sudaro dvi adiabatės ir dvi izotermos. Idealiosios šiluminės mašinos naudingumo koeficientas

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1},$$

kur T_1 ir T_2 - viršutinę ir apatinę izotermas atitinkančios (t.y. šildytuvo ir aušintuvo) temperatūros. Iš dujų būvio lygties

$$p_1V_1 = \frac{m}{\mu} RT_1,,$$

$$p_2V_2 = \frac{m}{\mu} RT_2,$$

kur p_1, V_1, p_2 ir V_2 - viršutinę ir apatinę izotermas atitinkančios slėgio ir tūrio vertės, apskaičiuojame:

$$\eta = 1 - \frac{p_2V_2}{p_1V_1}.$$

Iš grafiko. randame, kad p_1V_1=9, p_2V_2=6, η = 33 %.

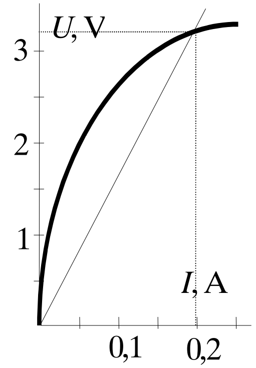
21. Atskaitos sistemoje, kurioje magnetinis laukas ir jo frontas nejuda, elektronas juda greičiu

$$\vec{v}_{pr} = -\vec{v}.$$

Patekęs į magnetinį lauką, elektronas juda apskritimine trajektorija, padaro pusę apsisukimo ir išlekia to paties dydžio greičiu. Vadinasi, elektrono greitis šioje sistemoje pasikeis dydžiu

$$\Delta\vec{v} = \vec{v}_{gal} - \vec{v}_{pr} = 2v.$$

Pradinėje atskaitos sistemoje, kurioje elektronas iš pradžių nejudėjo, jo greičio pokytis yra toks pat. Taigi galutinis elektrono greitis $\vec{v}' = 2\vec{v}$, o šio greičio kryptis sutampa su magnetinio lauko plitimo greičio kryptimi.



22. Šaltinio evj $E=I(R+r)$. Visoje grandinėje elektros srovės galia $P = I^2(R=r)$, kur I - grandinėje tekančios srovės stipris, , R - lemputės varža, esant tokiai srovei. Kad lemputei tektų 80% visos galios, reikia, kad galiotų lygybė R=0,8(R+r), t.y. R=4r=16 Ω.Duotame grafike nubrėžiame tiesę, atitinkančią pastovios varžos R voltamperinę charakteristiką: U_R=$I_R R$. Šios tiesės ir lemputės voltamperinės charakteristikos susikirtimo taškas rodo, kokiai srovei esant lemputės varža lygi R. Tam taškui gauname I=0,2 A. Dabar randame E=4 V.

XII klasė

23. Rašome dujų būvio lygtį vienai ir kitai temperatūrai:

$pV_1=RT_1$, $pV_2=RT_2$.

Atėmę vieną lygybę iš kitos, gauname

$p(V_2-V_1)=R(T_2-T_1)$.

Įstatome $p=p_0+mg/(S_1-S_2)$, $V_2-V_1=h(S_1-S_2)$ ir išreiškiame h:

$$h=\frac{R(T_2-T_1)}{(S_1-S_2)(p_0+mg/(S_1-S_2))}=\frac{R(T_2-T_1)}{p_0(S_1-S_2)+mg}, h=0{,}30m.$$

24. Pažymėkime: T_0=20°C, T_1=80°C, T_2=(100+99)/2=99, 5 °C, C=3 J/K, R_1=50 Ω, R_2= 100 Ω, ΔT=100-99=1°C, U_1=60 V, U_2=80 V. Esant 60 V įtampai elemente išsiskyręs šilumos kiekis atiduodamas aplinkai, t.y., nusistovi pusiausvyra:

$$U_1^2/R_1=k(T_1-T_0), k=U_1^2/R_1(T_1-T_0).$$

Esant 80 V įtampai pusiausvyros nėra, kartojasi du procesai. Kai elemento varža 50 Ω, elektros srovė išskiria daugiau šilumos, negu elementas atiduoda aplinkai, elementas kaista, tai tęsiasi laiką t_1:

$$U_2^2t_1/R_1=k(T_2-T_0)t_1+C\Delta T, t_1=C\Delta T/\left(U_2^2/R_1-k(T_2-T_0)\right).$$

Kai elemento temperatūra tampa 100°C, jo varža padidėja ir juo tekanti elektros srovė išskiria mažiau šilumos, negu elementas atiduoda aplinkai. Tada elementas šąla per laiką t_2:

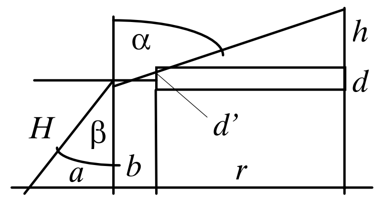
$$k(T_2-T_0)t_2=C\Delta T+U_2^2t_2/R_2, t_2=C\Delta T/\left(k(T_2-T_0)-U_2^2/R_2\right).$$

Srovės svyravimo periodas $t_0=t_1+t_2$. Įstatę t_1, t_2 ir k, apskaičiuojame

$$t_0=\frac{C\Delta T U_2^2R_1(R_2-R_1)(T_1-T_0)^2}{\left(U_2^2(T_1-T_0)-U_1^2(T_2-T_0)\right)\left(U_1^2R_2(T_2-T_0)-U_2^2R_1(T_1-T_0)\right)},$$

t_0=0,19s.

25. Pažymime vandens gylį H, kamščio spindulį r, jo storį d, iškilusios iš vandens jo dalies aukštį d', šviesos šaltinio aukštį virš kamščio h, kamščio šešėlio spindulį R, kamščio tankį ρ, vandens tankį ρ_0, vandens lūžio rodiklį n.Iš Archimedo dėsnio esant pusiausvyrai $b=d(1-\rho/\rho_0)$.Kamščiui svyruojant, d' kinta:



$$d'=d(1-\rho/\rho_0)+x=d(1-\rho/\rho_0)+x_0\cos\omega t.$$

Todėl ir šešėlis kinta tik dėl b kitimo:

$$b=d' tg\alpha=d(1-\rho/\rho_0)tg\alpha+x_0 tg\alpha\cos\omega t,$$

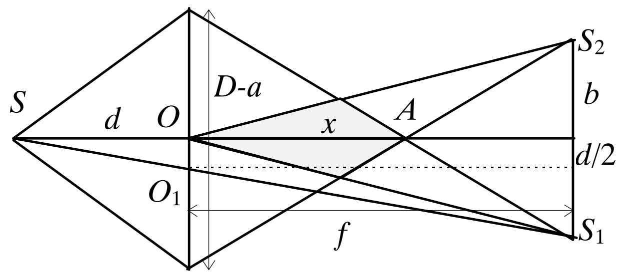
$$R=R_0+x_0 tg\alpha\cos\omega t, R_0=r+d(1-\rho/\rho_0)tg\alpha+Htg\beta.$$

Kadangi $\sin\alpha/\sin\beta=n$, o $tg\,\alpha=r/h=5$, apskaičiuojame

$$R_0=r+d(1-\rho/\rho_0)r/h+Hr/\sqrt{r^2(n^2-1)+n^2h^2};$$

$$R_0=14{,}2; R=14{,}2+5x_0\cos\omega t.$$

26. Kiekviena lęšio dalis duoda savąjį šaltinio vaizdą S_1 ir S_2. Spindulių pluošteliai už lęšio duos interferencinį vaizdą ten, kur



jie persikloja (užštrichuota sritis). Taigi, ieškomasis atstumas yra OA. Iš lęšio formulės gauname $f=Fd/(d-F)$.

Iš panašių trikampių

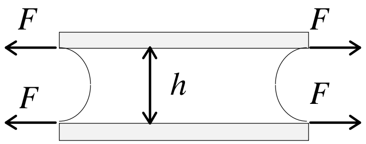
$2(b-a/2)/a=f/d$; $b=a(d+f)/2d=ad/2(d-F)$; $(D-a)/2b=x/(f-x)$;

$x=Fd(D-a)/(aF+dD-DF)$;x=2,25 m.

III turo eksperimento užduotys

X klasė

27. Sudrėkinkime dvi stiklo plokšteles ir priglauskime vieną prie kitos. Jas tempiant plokštelių paviršiaus normalės kryptimi, plokštelės sulimpa taip stipriai, kad sunku jas atplėšti. Tai lengva padaryti pastumiant vieną plokštelę kitos atžvilgiu paviršiaus liestinės kryptimi.



Šis reiškinys paaiškinamas taip. Vanduo drėkina stiklą. Paviršiaus įtempimo jėga veikia vandens sluoksnio su stiklu susilietimo liniją stiklo paviršiaus liestinės kryptimi. Todėl vandens sluoksnio, esančio tarp plokštelių, šoninis paviršius įgyja įgaubto puscilindrio formą, kaip parodyta paveiksle. Tarkime, stiklo plokštelės yra kvadratinės. Paviršiaus įtempimo jėga, veikianti vandens sluoksnio vieną šoninio paviršiaus sienelę, yra

$$F = 2\sigma l\,,$$

čia l - stiklo plokštelės kraštinės ilgis, σ - vandens paviršiaus įtempimo koeficientas. Šios jėgos sudaro vandens sluoksnio viduje papildomą neigiamą slėgį:

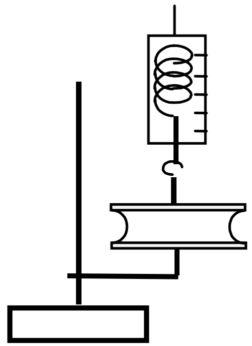
$$\Delta p=F/S_š=2\sigma l/lh=2\sigma/h,$$

čia h - sluoksnio storis, $S_š$ - vandens šoninio paviršiaus vienos sienelės plotas. Jeigu plokštelių tarpusavio padėtis būtų fiksuota, tai vandens sluoksnio viduje susidarytų slėgis $p=p_0-\Delta p$, čia p_0 - oro slėgis. Dėl slėgio skirtumo plokštelės bus pritraukiamos viena prie kitos jėga

$$F_n=\Delta p\, S=2\sigma\, S/h,$$

S - stiklo plokštelės plotas. Tiesioginis įvertinimas rodo, kad esant mažam vandens sluoksnio storiui jėga F_n gali siekti keliasdešimt niutonų ($S\approx 50$ cm^2). Ją matuodami galime nustatyti vandens paviršiaus įtempimo koeficientą: $\sigma=F_n h/ 2S$.

Horizontaliai prie stovo pritvirtinkime vieną iš stiklo plokštelių. Padėkime ant jos žinomo storio tris mažas metalines folijos juosteles. (Juostelių bendras plotas turi būti žymiai mažesnis už plokštelių paviršiaus plotą). Stiklo paviršiuje juosteles padėkime taip, kad sujungus jas tariamomis linijomis apytiksliai susidarytų taisyklingas trikampis. Plokštelių paviršiuje sudarykime vandens



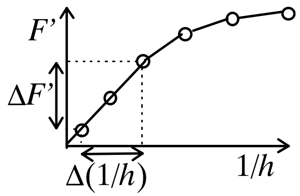
sluoksnį, kurį iš viršaus pridenkime kita stiklo plokštele. Prie viršutinės plokštelės paviršiuje esančio laikiklio siūlu pritvirtinkime spyruoklę su milimetrine skale, kaip parodyta paveiksle. Veikiant spyruoklės korpusą jėga F plokštelės paviršiaus normalės kryptimi, spyruoklė išsitemps. Pagal spyruoklės pailgėjimą galima nustatyti siūlo įtempimo jėgą. Jėgos F dydį pamažu didinkime tol, kol viršutinė plokštelė atšoks. Tai įvyks esant siūlo įtempimo jėgai $F'=F_n+P$, kur P - viršutinės stiklo plokštelės su laikikliu sunkis.

Tarkime, naudojamos spyruoklės tamprumo koeficientas yra k. Tada vandens paviršiaus įtempimo koeficientas

$$\sigma= F_n h/2S=(F'-P)h/2S=hk(x-x_0)/2S,$$

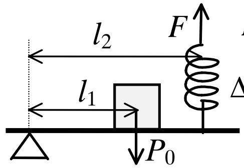
čia x_0 - spyruoklės pailgėjimas dėl viršutinės stiklo plokštelės, x - spyruoklės pailgėjimas viršutinės plokštelės atplėšimo metu. Tempimo metu turime stebėti, kad siūlo kryptis sutaptų su plokštelės paviršiaus normalės kryptimi. Priešingu atveju plokštelės nustos būti lygiagrečios, ir paviršiaus įtempimo jėgos išstums vandens sluoksnį iš tarpo tarp plokštelių.

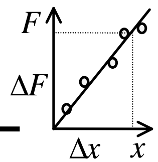
Koeficiento σ nustatymo paklaidos dydis labai priklauso nuo stiklo paviršiaus lygumo, jo švarumo, mikrodulkelių buvimo ir t. t. Bandymais nustatyta, kad prasmingą rezultatą galima gauti, jeigu vandens sluoksnio $h\geq 10^{-4}$ m. Todėl prieš matuojant reikia



sudaryti optimalias eksperimento atlikimo sąlygas. Tai galima padaryti tokiu būdu. Keičiame vandens sluoksnio storį, tarp stiklo plokštelių padėdami skirtingą folijos juostelių skaičių (folijos storis yra žinomas). Kiekvieną kartą išmatuojame jėgą F'. Remdamiesi gautais rezultatais nubrėžiame F' priklausomybės nuo $1/h$ grafiką. Gaunamos priklausomybės jėga yra parodyta paveiksle. Iš grafiko tiesinės dalies išmatuojame $\Delta F'/\Delta(1/h)$. Kadangi tiesinėje dalyje $\Delta F'/\Delta(1/h)=F'/(1/h)=2S\sigma$, nustatome $\sigma=\Delta F'/\Delta(1/h)\ 2S$.

Spyruoklės tamprumo koeficientui k nustatyti siūlu prie spyruoklės pritvirtiname taisyklingos geometrinės formos svarelį. Apskaičiuojame spyruoklės pailgėjimą dėl svarelio sunkio jėgos. Panardinę svarelį į vandenį, nustatome spyruoklės pailgėjimo pokytį Δx_0. Šį pokytį sukelia svarelį veikianti Archimedo jėga. Žinome, jog Archimedo jėgos dydis yra $F_A=\rho_0 Vg$, čia ρ_0 - vandens tankis, V - svarelio tūris, g - laisvojo kritimo pagreitis. Pagal Huko dėsnį užrašome $\Delta x_0/x_0=F_A/P_0$, čia P_0 - svarelio sunkis, kuris yra lygus $P_0=F_A x_0/\Delta x_0$.



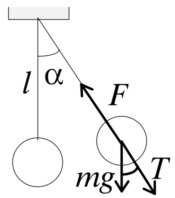


Patikrinkime Huko dėsnio taikymo ribą spyruoklei. Vieną liniuotės galą padedame ant atramos, o kitą atstumu l_2 nuo atramos siūlu pritvirtiname prie spyruoklės. Atstumu l_1 nuo atramos padedame svarelį. Iš liniuotės pusiausvyros sąlygos matyti, kad $F=P_0 l_1/l_2$. Keisdami l_1/l_2 santykį, nustatome jam atitinkantį spyruoklės pailgėjimą x. Matavimo rezultatus pažymime grafike $F(x)$, kaip parodyta paveiksle. Iš grafiko gauname $k=\Delta F/\Delta x$.

Pastaba. Daroma prielaida, kad vanduo visiškai drėkina stiklą, o susidariusio menisko ribinis kampas $\Theta=0$. Jei taip nėra, anksčiau aprašytu būdu yra pamatuojamas dydis $\sigma'=\sigma\cdot\cos\Theta$.

XI klasė

28. Vieną siūlo galą pririšame prie strypo, kuris pritvirtintas prie stovo, o prie laisvojo galo pririšame rutuliuką. Tuomet rutuliukas ir siūlas yra vertikalioje padėtyje. Rutuliuką su siūlu atlenkus nedideliu kampu α iš pusiausvyros padėties, sistema pradeda svyruoti.



A. Svyruojantį rutuliuką veikia sunkio jėga $m\cdot g$ ir siūlo įtempimo jėga F. Kadangi rutuliukas juda apskritimo lanku, siūlo įtempimo jėga ne tik kompensuoja sunkio jėgą, bet ir suteikia rutuliukui įcentrinį pagreitį. Tarkime, kad siūlo ilgis l kur kas didesnis už rutuliuko skersmenį D. Tada, kai siūlas sudaro kampą α su vertikale,

$$F=mg\cos\alpha+mv^2/l,$$

kur v - rutuliuko greitis, m - jo masė. Įtempimo jėga yra didžiausia, kai rutuliukas pereina pusiausvyros padėtį: $\alpha=0$, $\cos\alpha=1$, v yra maksimalus. Rutuliuko masė $m=\rho V$, jo tūris $V=\pi D^3/6$. Tada maksimali siūlo įtempimo jėga

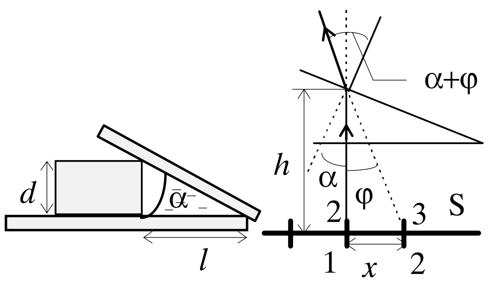
$$F_{max}=\frac{\pi D^3\rho}{6}\left(g+\frac{v_{max}}{l}\right).$$

Greitį v_{max} apskaičiuojame, panaudodami energijos tvermės dėsnį. Tarkime, kad pusiausvyros padėtyje rutuliuko potencinė energija lygi nuliui. Kai siūlas su vertikale sudaro kampą α, rutuliukas yra aukštyje h virš pusiausvyros padėties, $h=l(1-\cos\alpha)$, jo potencinė energija $E_p=mgh=mgl(1-\cos\alpha)$. Jei rutuliukas iš tokios padėties paleidžiamas be pradinio greičio, pereidamas pusiausvyros padėtį jis turi maksimalią kinetinę energiją $E_k=mv^2/2$, kuri lygi maksimaliai potencinei energijai. Tada $v_{max}^2=2gl(1-\cos\alpha)$. Didžiausias atlenkimo kampas $\alpha=\pi/2$. Tada $\cos\alpha=0$, ir $v_{max}^2=2gl, F_{max}=\pi D^3\rho g/2$.

B. Įtempimo jėgos paklaida apskaičiuojama dėl rutuliuko skersmens nustatymo paklaidos ΔD ir kampo α nukrypimo nuo stataus kampo $\Delta\alpha$. Absoliutinei paklaidai skaičiuoti naudojame formulę $\Delta F_{max} = \pi D^2 \rho g(3\Delta D + D\Delta\alpha / 3) / 2$, Santykinei paklaidai $\Delta F_{max}/F_{max}=\Delta D/3D+\Delta\alpha$. Paklaidų lygtyse α turi būti nustatomas radianais.

XII klasė

29. Lūžio rodiklį rasime išmatavę šviesos spindulio, krintančio į tiriamosios medžiagos prizmės plokštumą nuokrypio kampą φ. Skysčio prizmė sudaroma tiriamąjį skystį įpylus į ertmę po nuožulniąja plokštuma tarp stiklo plokštelių kaip parodyta paveiksle. Tokiu atveju spinulio kritimo kampas α lygus prizmės lūžio kampui, o lūžio kampas $\beta = \alpha + \varphi$. Matome, kad $\alpha=\mathrm{arctg}(d/h)$, $\varphi=\mathrm{arctg}(x/h)$. Taigi skysčio lūžio rodiklis $n=\sin(\alpha+\varphi)/\sin\alpha$.



Matavimas. Ant kvadratinės plokštelės padedame žinomo storio d plokštelę, ją šiek tiek patepę skysčiu, kad priliptų. Išmatuojame jos atstumą l iki kvadratinės plokštelės krašto. Uždėję kitą plokštelę taip, kad ji remtųsi į pastarųjų kraštus, įleidžiame į susidariusią ertmę pipete tiriamojo skysčio. Pritvirtinę liniuotę prie stovo, padedame šalia jos dvigubą milimetrinę skalę S kaip parodyta paveikslе. Po to, kvadratinę plokštelę laikydami gulsčią, keičiame jos aukštį h virš skalės, stebėdami dvigubą skalę taip, kad jos vidurio linija sutaptų su skysčio prizmės šonine plokštuma. Nustatome padėtį, kai skalė, stebima pro skysčio prizmę, pasislenka tiek, kad abiejų pusių padalos sutampa (pvz. x=10 mm).

Taip apskaičiuojame atstumą x. Vielos apkabą A pastumiame iki kvadratinės plokštelės ir įvertiname atstumą h. Matavimus kartojame ir nustatome jų paklaidas.

Pastaba: ši informacija interneto svetainėje www.olimpas.lt skelbiama nuo 2005 03 29.