



Europos Sąjungos struktūrinių fondų lėšų bendrai finansuojamas projektas Nr. 09.2.1-ESFA-V-726-03-0001
„Skaitmeninio ugdymo turinio kūrimas ir diegimas“

FIZIKOS VIDURINIO UGDYMO BENDROSIOS PROGRAMOS ĮGYVENDINIMO REKOMENDACIJOS

Įgyvendinimo rekomendacijas parengė:

Dr. Aušra Kynienė, Rigonda Skorulskienė, Algirda Surblienė, dr. Jelena Tamulienė, Daiva Vaitkienė, Ona Vaščenkienė.

Turinys

1. Naujojo turinio mokymo rekomendacijos	1
1.1. III gimnazijos klasė	2
1.2. IV gimnazijos klasė	11
2. Veiklų planavimo pavyzdžiai	17
2.1. III gimnazijos klasė	17
2.2. IV gimnazijos klasė	29
3. Skaitmeninės mokymo priemonės	40
3.1. III gimnazijos klasė	41
3.2. IV gimnazijos klasė	45
4. Literatūros ir šaltinių sąrašas	48
4.1. III gimnazijos klasė	48
4.2. IV gimnazijos klasė	56
5. Užduočių pavyzdžiai	62
5.1. III gimnazijos klasė	63
5.1.1 Gamtos mokslų prigimties ir raidos pažinimas (A)	63
5.1.2. Gamtamokslinis komunikavimas (B)	63
5.1.3. Gamtamokslinis tyrinėjimas (C)	65
5.1.4. Gamtos objektų ir reiškinių pažinimas (D)	66
5.1.5. Problemų sprendimas ir refleksija (E)	68
5.1.6. Žmogaus ir aplinkos dermės pažinimas (F)	68
5.2. IV gimnazijos klasė	70
5.2.1 Gamtos mokslų prigimties ir raidos pažinimas (A)	70
5.2.2. Gamtamokslinis komunikavimas (B)	71
5.2.3. Gamtamokslinis tyrinėjimas (C)	71
5.2.4. Gamtos objektų ir reiškinių pažinimas (D)	71
5.2.5. Problemų sprendimas ir refleksija (E)	73
5.2.6. Žmogaus ir aplinkos dermės pažinimas (F)	75

1. Naujojo turinio mokymo rekomendacijos

Šiame skyrelyje aptariami metodai ir būdai, kaip mokyti dalyko naują turinį, įtrauktą į atnaujintą fizikos bendrąją programą (toliau BP). Siekiant susieti pateikiamas mokymosi turinio įgyvendinimo rekomendacijas su BP, numeruojant nurodomas atitinkamas BP mokymosi turinio skyriaus ir temos numeris.

Nauja informacija pateikiama siejant su realiais kontekstais, mokomasi įvairiose aplinkose, ieškoma mokymosi turinio sąsajų su sociokultūriniu gyvenimu, atsižvelgiama į gyvenamosios aplinkos (regiono, miesto, mokyklos) ypatumus.

Planuojant mokymosi veiklas reikėtų atkreipti ypatingą dėmesį į individualius mokinių poreikius, gebėjimus ir galimybes, kilus mokymosi sunkumams, laiku suteikti reikiamą pagalbą, siekti sudominti mokinius, skatinti juos aktyviai veikti, spręsti problemas, dalintis savo žinojimu. Svarbu, kad ugdymo procese būtų naudojamos įvairios mokymosi priemonės ir skaitmeninės technologijos, ieškoma ryšių ir siekiama integralumo su kitų mokomųjų dalykų mokymosi medžiaga, užtikrinama mokymosi medžiagos ir metodų dermė, remiamasi jau turimomis mokinių žiniomis ir ankstesnėse klasėse įgytais gebėjimais, įtvirtinamos įgytos pozityvios mokymosi patirtys.

1.1. III gimnazijos klasė

29.1. Fizikos mokslo kalba ir pažinimo metodai.

29.1.1. Fizikos mokslo raida.

Siūloma veikla – darbas grupėse: informacijos paieška ir fizikos mokslo laiko skalės braižymas. Pradžioje prisimenama septintoje klasėje išanalizuotą teleskopo vystymosi raidą ir keliamas klausimas – kaip formavosi fizika? Kaip ji paveikė visuomenę? Kokia Lietuvos fizikos istorija. Mokiniai atsiskaitymui gali pateikti vieną istorinę laiko skalę ([History & discoveries | University of California, Berkeley](#)) / medį nuo pasaulio pirminio elemento idėjos (Talis) iki juodųjų bedugnių nuotraukos ir Nobelio premijos. Informacijos mokiniai ieško internete, pvz., [Decades And Discoveries: Defining The Eras Of Physics History \(forbes.com\)](#), [Physics - PraxiLabs](#), [\(61\) The History of Physics and Its Applications - YouTube](#) galima atlikti po analizės fizikos istorijos žaidimą [Teaching Guides on Women and Minorities | American Institute of Physics \(aip.org\)](#). Atskirose šakose surasti svarbius Lietuvos fizikos veikėjus ir jų atradimus: [FIZIKOS ISTORIJA.pdf \(vu.lt\)](#), [fizika Lietuvoje - Visuotinė lietuvių enciklopedija \(vle.lt\)](#). Pateikiami darnaus vystymosi teiginiai ([Keiskime mūsų pasaulį. Darnaus vystymosi darbotvarkė iki 2030 metų | Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija](#)). Kaip fizika gali prisidėti prie darnaus vystymosi uždavinių įgyvendinimo? Mokslo istorinė laiko skalė turėtų baigtis aktualiais šiuo metu pasauliui gvildinamais klausimais ir fizikos mokslo ateities perspektyvomis darniam vystymuisi.

29.1.2. Pažinimo metodai ir kalba. Siūlomas darbas grupėse analizuojant informacijos šaltinius ir pateikiant panašumų ir skirtumų lenteles tarp: stebėjimo ir eksperimento ([Difference Between Observational Study and Experiments | Difference Between, Worked example identifying experiment \(video\) | Khan Academy](#), [Observational vs Experimental Study - Statistical Analysis | Towards Data Science](#)), laboratorinio darbo ir tyrimo ([What is the difference between teaching lab and research lab? - Quora](#), [Fizikos VBE vertinimas](#)), teorinio ir eksperimentinio tyrimo ([Physics fight: Theoretical or experimental? - Futurity](#), [\(61\) What is the difference between theoretical and experimental physics? - YouTube](#)).

Savo palyginimus mokiniai gali iliustruoti žemesniame konkreste atliktais eksperimentais. Remiantis fizikos VBE vertinime pateiktais tiriamųjų darbų vertinimo kriterijais ir prisimenant dešimtoje klasėje atliktą svyravimų periodo priklausomybės nuo siūlo ilgio tyrimą, pakartojami mokslinio tyrimo etapai ir aptariami reikalavimai tiriamajai veiklai. Sąvokų aptarimą galima organizuoti kaip sąvokų ir jų paaiškinimų sujungimo pratimą. Pakartojant tyrimą akcentuojami tiriamųjų ir laboratorinių darbų aprašų vertinimo kriterijai remiantis brandos darbo vertinimo kriterijais. Matematinės svyravimų tyrimas tinka ir modeliams bei jų ribotumui aptarti. Daugiau ir plačiau apie mokslinius tyrimus galima sužinoti R. Karazijos knygoje „Fizikos metodologija ir filosofija“ ([Maketas.p65 \(vu.lt\)](#))

29.1.3. Matavimai ir skaičiavimai fizikoje.

Prisimenamas fizikinių dydžių žymėjimas. Aptariami pagrindinių SI matavimo vienetų šiuolaikiniai apibrėžimai ir išvestinių fizikinių dydžių vienetų ryšys su pagrindiniais SI vienetais (<https://www.nist.gov/pml/weights-and-measures/metric-si/si-units>), nurodant svarbą žmonijai naudoti vieningą mokslo kalbą. Galimas darbas grupėse analizuojant šaltinius: [Essentials of the SI: Base & derived units \(nist.gov\)](#), [second - BIPM](#), [\(61\) IB Physics:SI Units - YouTube](#). Prisimenant dalinių ir kartotinių fizikinių

dydžių vienetų naudojamų moksle [Introduction to scientific notation \(video\) | Khan Academy](#), [\(61\) IB Physics: Physics and Physical Measurement - YouTube](#) pravartu peržvelgti fizikoje atliekamų matavimų skalę: [Scale of the Universe 2 \(htwins.net\)](#). Prisimenama ir aptariama, kaip siejasi fizikinių dydžių dimensijos, mokomasi atlikti veiksmus su matavimo vienetais: [\(61\) IB Physics: Unit Conversions & Dimensional Analysis - YouTube](#). Šioje dalyje kartu aiškinamasi apskaičiuotų fizikinių dydžių apvalinimo taisyklės, prisimenama fizikinių dydžių eilės samprata. Prisimenami pagrindiniai veiksmas su standartine skaičiaus išraiška. Aiškinamas matavimo tikslumo įvertinimas ir tikslumo įtaka gautiems rezultatams kartu atliekant veiksmus ir rodant ryšį tarp matavimo vienetų. Daugiau apie vienetus ir skaičius: [Lecture 1: Units, Dimensions and Scaling Arguments, Significant Figures Calculator and Counter \(sigfigscalculator.com\)](#) Mokomasi fizikinių dydžių ir matavimo vienetų rašymo taisyklių tekstiniame redaktoriuje [Rašto darbai. Ką būtina žinoti rengiant tiksliųjų mokslų rašto darbą. Mokomoji knyga \(vu.lt\)](#).

Aptariant ir prisimenant, kurie fizikiniai dydžiai yra vektoriniai ir ką galima išsiaiškinti bei apskaičiuoti atliekant veiksmus su vektoriais. Rekomenduojama peržiūrėti vaizdo įrašą: [\(61\) High School Physics: Vectors and Scalars - YouTube](#), vektorių užrašymas [\(61\) IB Physics: Polar and Component Forms of Vectors - YouTube](#), [\(61\) IB Physics: Vector Addition Using Components - YouTube](#), [\(61\) IB Physics: Vector Subtraction - YouTube](#). Po vaizdo įrašų peržiūros pasinaudojus simuliacija [Vector Addition \(colorado.edu\)](#) atliekamos užduotys su vektoriais, pildomi darbo lapai ir daroma trumpa santrauka, kuri bus naudojama tolesnėse pamokose.

Parengiamos matematinės svyruoklės periodo priklausomybės nuo siūlo ilgio tyrimui reikalingos priemonės ir dar padedama kitų laboratorinių matavimo priemonių, kompiuteris su Microsoft Office skaičiuoklės programa. Peržiūrėjus vaizdo įrašą [\(61\) 11.1 State uncertainties as absolute and percentage uncertainties \[SL IB Chemistry\] - YouTube](#), prisimenamos absoliutinės ir santykinės fizikinių dydžių paklaidos. Atliekama šaltinio [Random vs. Systematic Error \(umd.edu\)](#) analizė ir mokiniai savo užrašuose susirašo ant stalo padėtų priemonių absoliutines paklaidas. Apibendrinimui gali būti peržiūrimas (arba pasiūloma mokiniams jį peržiūrėti namuose prieš pamoką) ir aptariamas vaizdo įrašas [\(61\) IB Physics: Recording Uncertainties - YouTube](#). Aptariamas ir mokomasi įvertinti daugelio matavimų tikslumą, įskaitant ir reakcijos laiką atliekant periodo priklausomybės nuo siūlo ilgio tyrimą ir mokomasi skaičiuoti absoliutines ir santykinės paklaidas: [\(61\) 11.1 State uncertainties as absolute and percentage uncertainties \[SL IB Chemistry\] - YouTube](#), [\(61\) A Level Practical Endorsement - Percentage Uncertainty for Multiple Readings - YouTube](#). Atlikus tyrimą skaičiuoklėje brėžiamas grafikas ir mokomasi atlikti fizikinių dydžių priklausomybių grafinę analizę, įvertinant ir vaizduojant paklaidas. Mokomasi grafiškai pavaizduoti fizikinių dydžių priklausomybę: [\(61\) IB Physics: Linearization - YouTube](#), [\(61\) IB Physics: Determining Uncertainty in slope and Y intercept - YouTube](#). Pabaigai galima peržiūrėti vaizdo įrašą ir išsiaiškinti, kas jame daroma kitaip nei mes mokėmės: [\(61\) Physics Pre-lab Lecture: Measurements - YouTube](#).

29.2 Judėjimas ir jėgos

29.2.1. Judėjimas

6 klasėje apibūdinamas judėjimas, apibrėžiama trajektorija, kelias, atskaitos kūnas, atskaitos sistema, greitis, pagreitis, skaičiuojamas tiesiai ir tolygiai judančio kūno greitis, kelias, laikas; matuojamas kelias, laikas, greitis, braižomi tolyginio judėjimo kelio priklausomybės nuo laiko ir tolygiai kintamo judėjimo greičio priklausomybės nuo laiko grafikai. 9 klasėje apibrėžiamas poslinkis, mokomasi užrašyti ir nagrinėti tolyginio bei netolyginio judėjimo koordinatės ir greičio lygtis. Braižomi ir nagrinėjami tiesiaieigio tolygiai kintamo judėjimo greičio, pagreičio, kelio ir koordinatės priklausomybės nuo laiko grafikai. Nagrinėjamas kreivaeigio judėjimo linijinis ir kampinis greitis, įcentrinis pagreitis, periodas, dažnis, jų matavimo vienetai

11 klasėje remiantis kasdieniais pavyzdžiais (mašinos judėjimas, skruzdžių judėjimas) apibrėžiamas materialusis taškas bei kokiomis sąlygomis kūnas gali būti juo laikomas. Aiškinant kaip galima nustatyti momentinį greitį, parodoma, kad kai laiko pokytis yra labai mažas, artėjantis į nulį dydis, momentinis greitis yra poslinkio ir laiko pokyčio santykio riba ir skaičiuojamas kaip poslinkio išvestinė. Analogiškai paaiškinama, kad pagreitis yra greičio išvestinė arba antra poslinkio išvestinė pagal laiką.

Mokomasi iš koordinatės lygties gauti greičio ir pagreičio lygtis, brėžiami ir analizuojami greičio, pagreičio, poslinkio ir koordinatės priklausomybės nuo laiko grafikai. Akcentuojama, kad greičio grafiko ir laiko ašies

apriboto ploto dydis yra lygus poslinkiui, o pagreičio grafiko ir laiko ašies apriboto ploto dydis yra lygus yra greičio pokyčiui.

Naudojantis simuliacija nagrinėjama, kuo skiriasi skirtingai judančių kūnų judėjimo, greičio ir pagreičio grafikai: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_pohyb&l=en

Nagrinėjant judėjimą pasirinkti pavyzdžiai (loveliu riedantis kamuoliukas, krentantis daiktas, tiesia trajektorija judantis mokiny, gatve pravažiuojanti mašina) gali būti filmuojami ir iš nufilmuoto judėjimo surenkami duomenys judėjimo grafikui nubraižyti. Tada mokomasi iš koordinatės kitimo duomenų gauti, greičio ir pagreičio kitimo duomenis. Duomenims apdoroti ir grafikams braižyti naudojama MS Excel programą ar kitą skaičiuoklę.

Judėjimo pavyzdžiai bei judėjimo dėsningumai gali būti nagrinėjami naudojantis dinamine sistema (pvz., <https://www.vernier.com/product/dynamics-cart-and-track-system-with-go-direct-sensor-cart/>)

Pademonstruojamas iš tam tikro aukščio horizontaliai mesto kūno arba kampu į horizontą mesto kūno judėjimas. Mokiniai matydami judėjimo trajektoriją bando nusakyti jos formą atitinkančią matematinę funkciją. Akcentuojama, kad tokio judėjimo koordinatės ir greičio kitimas horizontalia ir vertikalia kryptimi vyksta nepriklausomai vienas nuo kito. Tokio judėjimo nagrinėjimą galima išskaidyti ir nagrinėti horizontalios ir vertikalios ašies atžvilgiu: horizontalios ašies atžvilgiu judėjimas yra tolyginis, o vertikalios ašies atžvilgiu – tolygiai kintamas, kurio pagreitis yra laisvojo kritimo pagreitis.

Judėjimo reliatyvumą galima pademonstruoti nagrinėjant kasdienius buitinius pavyzdžius, pasirenkant vis kitą atskaitos kūną, arba naudojantis simuliacija:

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_kolo&l=en

Mokomasi rasti reliatyviuosius poslinkį ir judėjimo greitį naudojantis šiomis išraiškomis:

$$\vec{s}_n = \vec{s}_v + \vec{v}t$$

čia $\vec{s}_n$ – poslinkis nejudančios atskaitos sistemos atžvilgiu, $\vec{s}_v$ – poslinkis judančios atskaitos sistemos atžvilgiu, $\vec{v}$ – judančios atskaitos sistemos judėjimo greitis;

$\vec{v}_n = \vec{v}_v + \vec{v}$, čia $\vec{v}_n$ – kūno greitis nejudančios atskaitos sistemos atžvilgiu, $\vec{v}_v$ – kūno greitis judančios atskaitos sistemos atžvilgiu, $\vec{v}$ – judančios atskaitos sistemos judėjimo greitis.

Naudojantis kompiuterine simuliacija ir / ar valdoma kūno svaidykle nagrinėjamas kūno mesto kampu į horizontą judėjimas. Nustatoma, koku kampu mestas kūnas nuskrieja toliausiai horizontalia ašimi. Žinant pradinį greitį bei jo sudaroma kampą su viena iš ašių mokomasi išsivesti formules, kuriomis būtų apskaičiuotas pakilimo aukštis, lėkio nuotolis ir lėkio trukmė.

Kūno mesto kampu į horizontą simuliacijos:

[Projectile Motion, https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=gp_vrh_sikmy&l=en](https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=gp_vrh_sikmy&l=en)

Valdoma kūno svaidyklė yra pvz., <https://www.vernier.com/product/go-direct-projectile-launcher/>

29.2.2. Jėgos

6 klasėje išsiaiškinama, kad jėga yra vieno kūno poveikis kitam, veikiant jėgai, kūnas keičia judėjimo greitį – kryptį ir didumą, aptariama, kad jėgą galima išmatuoti, apibrėžiama tamprumo jėga, įvedamas jėgos matavimo vienetas niutonas (N), mokomasi matuoti jėgas dinamometru ir jutikliais. Apibūdinamos gravitacijos ir sunkio sąvokos, įvedant trinties sąvoką nagrinėjamos buitinės situacijos, aiškinamasi, nuo ko priklauso trintis. 9 klasėje jėga jau nagrinėjama, kaip vektorinis dydis. Apibūdinamos gravitacijos (sunkio), tamprumo, svorio, trinties jėgos nurodant jų atsiradimo priežastis ir prigimtį. Sprendžiami sudėtingesni uždaviniai. Nagrinėjami ir taikomi Niutono dėsniai uždaviniams spręsti bei reiškiniams aiškinti.

III gimnazijos klasėje jėgų nagrinėjimas pradedamas nuo jėgos apibrėžimo prisiminimo. Pabrėžiama, kad jėga yra vektorinis dydis, akcentuojami jėgos grafinio vaizdavimo ypatumai. Nagrinėjant simuliacijas (pvz., <https://interactives.ck12.org/simulations/physics/horse-and-cart/app/index.html?screen=sandbox&lang=en&referrer=ck12Launcher&backUrl=https://interactives.ck12.org/simulations/physics.html>) prisimenama, kad jėgų atstojamoji yra visų kūnų veikiančių jėgų bendras poveikis, t. y. vektorinė visų jėgų suma:

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots$$

Mokomasi nustatyti kelių kampu veikiančių jėgų atstojamąją, projektuoti jėgas į pasirinktas ašis. Nagrinėjant buitinius pavyzdžius, kuomet skirtingos masės kūnai bando keisti greičio modulį ar kryptį, pakartojamos

inercijos ir inertiškumo sąvokos. Pabrėžiama, kad inercija yra reiškinys, o inertiškumas kūno savybė. Aptariama, kad sąveikaujant skirtingos masės kūnams jie įgytų skirtingą pagreitį. Prieinama, prie sąryšio, kad sąveikaujant dviem kūnams tam tikro kūno įgytas pagreitis turi būti atvirkščiai proporcingas jo masei:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{a_2}{a_1}$$

Naudojantis simuliacija arba kasdienėmis patirtimis prisimenami ir aptariami Niutono dėsniai. Su mokiniais užrašomos matematinės Niutono dėsnių išraiškos:

Pirmas Niutono dėsnis: $\vec{a} = 0$, kai $\vec{F} = 0$

Antras Niutono dėsnis: $\vec{F} = m\vec{a}$

Trečias Niutono dėsnis: $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$

Pirmo Niutono dėsnio simuliacija:

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_newton1&l=en

Antro Niutono dėsnio simuliacija (pasirinkti skiltį „accelaration“): [Forces and Motion: Basics](#)

Trečio Niutono dėsnio simuliacija:

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_newton3&l=en

Mokinams taip pat galima užduoti savarankiškai peržiūrėti vaizdo įrašus apie Niutono dėsnius.

Pirmas Niutono dėsnis:

[Newton's first law of motion | Forces and Newton's laws of motion | Physics | Khan Academy](#)
[IB Physics: Newton I, The Law of Inertia](#)

Antras Niutono dėsnis:

[Newton's second law of motion | Forces and Newton's laws of motion | Physics | Khan Academy](#)
[IB Physics: Newton II, The Law of Acceleration](#)

Trečias Niutono dėsnis:

[Newton's third law of motion | Forces and Newton's laws of motion | Physics | Khan Academy](#)
[IB Physics: Newton III Action and Reaction](#)

Niutono dėsniai gali būti tyrinėjami naudojantis įprastomis priemonėmis: dinamometrais ir tašeliais arba dinamine sistema (pvz., <https://www.vernier.com/product/go-direct-sensor-cart/>)

Niutono dėsnius apibendrinantis vaizdo įrašas: [Newton's Laws: Crash Course Physics #5](#)

Prisimenama, kad atskaitos sistemą sudaro atskaitos kūnas, su juo susieta koordinačių sistema ir laiko matavimo prietaisas. Pabrėžiama, kad atskaitos kūnas (arba taškas) sprendžiant uždavinius gali būti pasirenkamas laisvai. Dažnai reikia pirmiausia pagalvoti, koks atskaitos taškas leis lengviau spręsti uždavinius. Aiškinamasi, kad atskaitos sistemos gali būti inercinės ir neinerinės, aptariama kuo jos skiriasi. Akcentuojama, kad neinerinės atskaitos sistemos yra tokios, kuriose negalioja pirmas Niutono dėsnis. Nagrinėjant inercines ir neinerines atskaitos sistemas atskaitos kūnu galima imti transporto priemonės, apskritimu sukamus kūnus ir pan.

Visuotinės traukos dėsnis nagrinėjamas keliant klausimą, kodėl neišsilaksto į šalis Saulės sistemos objektai. Tuomet įvedamas visuotinės traukos dėsnis (dar vadinamas Niutono traukos dėsniu, svarbu pabrėžti, kad nepainiotų su kitais Niutono dėsniais). Užrašoma visuotinės traukos dėsnio formulė ir nagrinėjama, kaip keičiantis kūnų masei ir / ar atstumui tarp kūnų keičiasi juos veikianti jėga. Visuotinės traukos dėsnis gali būti nagrinėjamas naudojantis simuliacijomis: [Gravity Force Lab](#)

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=gp_newton_zakon&l=en

Iš visuotinės traukos dėsnio gaunama laisvojo kritimo pagreičio išraiška:

$$g = G \frac{M}{R^2}$$

čia G – gravitacinė konstanta, M – Žemės masė, R – Žemės spindulys. Laisvojo kritimo pagreitį mokiniai gali mokytis nustatyti išmatavę matematinės svyruoklės periodą arba filmuodami laisvai krentančius kūnus. Iš filmuotos medžiagos galima nustatyti kritimo trukmę, kuri leistų nustatyti laisvojo kritimo pagreitį. Galima eksperimentą pakartoti su skirtingų medžiagų ir tos pačios formos kūnais bei pastebėti, kad pagreitis nepriklauso nuo medžiagos ar kūno masės. Taip pat galima kartoti eksperimentą su skirtingų formų kūnais ir

aiškintis, kodėl pagreičio vertė skiriasi. Pasiaiškinama, kodėl pagreičio dydis ženkliai sumažėja, kai kūno masė yra nedidelė, o matmenys dideli arba forma neaptaki.

Remiantis laisvojo kritimo pagreičio išraiška nagrinėjama, kaip skiriasi laisvojo kritimo pagreitis skirtingose Žemės vietose ar kitose planetose. Taip pat nagrinėjama, kaip keisis laisvojo kritimo pagreitis kylant aukštn:

$$g = G \frac{M}{(R + h)^2}$$

čia h – kūno aukštis virš Žemės.

Svoris įvedamas, kaip jėga, kuria kūnas veikia atramą arba pakabą. Pabrėžiama, kad svoris ir sunkis yra dvi skirtingos jėgos. Nors svorio egzistavimą nulemia sunkis, tačiau sunkis veikia kūną, o svoris atramą arba pakabą. Nagrinėjama, kaip keičiasi kūno svoris, kai kūnas juda su pagreičiu.

Tai, kad tamprumo jėga priklauso nuo pailgėjimo, mokiniai ištyrė 9 klasėje. Tad aiškinantis Huko dėsnį, siūloma atlikti tiriamąjį darbą, kurio tikslas nustatyti spyruoklės ar gumos tamprumo koeficientą. Huko dėsniai ir tamprumo jėgai nagrinėti galima naudotis ir simuliacijomis: [Hooke's Law, Masses and Springs](#)

Trinties jėga buvo nagrinėjama atliekant bent vieną tiriamąjį darbą, kurio metu buvo nustatyta, kad trinties jėga priklauso nuo sąveikaujančių paviršių šiurkštumo. III gimnazijos klasėje siūloma atlikti tiriamąjį darbą, kurio metu žinomos ir keičiamos masės kūnas dinamometru traukiamas per paviršių. Fiksuojant jėgą naudojamą pastoviu greičiu traukti kūną galima nustatyti trinties jėgos dydį ir apskaičiuoti trinties koeficientą. Pasiękti judėjimą pastoviu greičiu yra sudėtinga, todėl galima šį laboratorinį darbą atlikti ir traukiant kūną didesne jėga bei matuojant laiką per kurį kūnas pajudės tam tikru atstumu. Tuomet žinant jėgos, kuria kūnas buvo traukiamas, dydį ir apskaičiavus pagreitį, pagal antrą Niutono dėsnį galima nustatyti trinties jėgos didumą.

Trinties jėga gali būti nagrinėjama naudojantis simuliacija: <https://phet.colorado.edu/en/simulations/friction>
Atramos reakcijos jėgos atsiradimas nagrinėjamas naudojantis svorio samprata ir trečiuoju Niutono dėsniu. Pabrėžiama, kad atramos reakcijos jėgos kryptis yra statmena paviršiui, kurį svoriu veikia kūnas. Vaizdo įrašas apie atramos reakcijos jėgą: [Normal force and contact force | Forces and Newton's laws of motion | Physics | Khan Academy](#)

Mokomasi spręsti kelių jėgų veikiamų kūnų uždaviniai. Kūnui judančiam nuožulniaja plokštuma visada reiktų atsis pasirinkti taip, kad viena būtų lygiagreti nuožulniosios plokštumos paviršiui, o kita statmena jam. Kuomet nagrinėjamas surišių kūnų judėjimas, atsis turi būti pasirenkamos kiekvienam kūnui atskirai.

29.2.3. Judesio kiekis ir impulsas

Aptariama, kad antrasis Niutono dėsnis paties Niutono suformuotas taip „judesio kiekio kitimo greitis yra tiesiogiai proporcingas kūną veikiančiai jėgai ir yra nukreiptas ta pačia kryptimi kaip ir kūną veikianti jėga“. Tada aiškinamasi, kas yra judesio kiekis: užrašomas II Niutono dėsnis, įrašoma pagreičio formulė ir pertvarkoma taip, kad būtų matomas masės ir greičio sandaugos pokytis, masės ir greičio sandauga apibrėžiama kaip judesio kiekis. Remiantis pastarąja išraiška galima įrodyti, kad jėgos ir jos veikimo laiko sandauga (t. y. jėgos impulsas) yra lygi judesio kiekio pokyčiui. Galima peržiūrėti vaizdo įrašą, kuriame įvedamas judesio kiekis ir jėgos impulsas prieš tai paaiškinant mokiniams, kad anglų kalba judesio kiekis vadinamas Momentum: [Introduction to momentum | Impacts and linear momentum | Physics | Khan Academy, IB Physics: Momentum and Impulse](#)

Su mokiniais galima peržiūrėti vaizdo įrašą, kuriame detalai išnagrinėjamas jėgos priklausomybės nuo laiko grafikas: [Force vs. time graphs | Impacts and linear momentum | Physics | Khan Academy](#)

Aptariama, kad jėgos grafiko ir laiko atsis apribotas plotas yra lygus judesio kiekio pokyčiui.

Demonstruojant realius susidūrimus, vaizdo įrašus (pvz., [Collisions: Crash Course Physics #10](#)) 96 Naudojant simuliacijas: https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_en.html
https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_nepruzna&l=en
https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_pruzna&l=en

nagrinėjamas judesio kiekio tvermės dėsnis. Šiose simuliacijose galima nagrinėti, kaip keičiasi kūnų greičiai po įvairių tipų susidūrimų. Susidūrimus galima taip pat nagrinėti naudojantis dinaminėmis sistemomis, kuriuos judėjimo duomenimis perduoda į kompiuterį ar išmanųjį įrenginį. Dinaminės sistemos pavyzdys: <https://www.vernier.com/product/go-direct-sensor-cart/>

Galima atlikti eksperimentus ir naudojant telefono kamerą fiksuoti kūnų susidūrimą ir analizuoti konkrečių kūnų judesio kiekių pokytį. Tačiau tokie susidūrimai, smarkiai nesumažinus trinties, įprastai turės pakankamai didelius judesio kiekio nuostolius. Judesio kiekio tvermės dėsnio tyrimą galima atlikti APC.

Apibrėžiamas ir pasitelkiant judesio kiekio tvermės dėsnį nagrinėjamas reaktyvusis judėjimas. Kaip reaktyviojo judėjimo pavyzdys gali būti naudojamas pripūstas bet neužrištas balionas. Nuo baliono pavyzdžio gali būti pereinama prie raketos veikimo principo aptariant, kad skiriasi tik priežastys nulemiančios medžiagos atsiskyrimą nuo kūno.

Pristatomas Kazimieras Semenavičius ir jo darbas *Didysis artilerijos menas*. Mokiniai gali parengti pristatymus apie Semenavičiaus asmenybę ir pagrindinius jo darbus. Galima peržiūrėti vaizdo įrašą [Raketų teorijos pradininkas Kazimieras Semenavičius](#)

29.3. Energija

29.3.1. Energija, darbas, galia.

Apibrėžti mechaninę energiją ir jos rūšis – kinetinę ([KINETIC ENERGY #studyanimated #animation](#)) ir potencinę energiją (<https://www.youtube.com/watch?v=paPGNsx-Uak>), jų matavimo vienetų mokiniai išmoka 9 (I gimnazijos) klasėje.

III gimnazijos klasėje prisimenamos sąvokos, formulės kinetinei ir potencinei energijai apskaičiuoti, matavimo vienetai. Atliekant eksperimentus su skirtingo standumo spyruoklėmis arba pasinaudojant simuliacijomis https://phet.colorado.edu/sims/html/hooks-law/latest/hooks-law_en.html ir https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs/latest/masses-and-springs_en.html aiškinamasi nuo ko priklauso tampriai deformuoto kūno energija, sprendžiami uždaviniai ją apskaičiuojant.

Prisimenama: kas yra mechaninis darbas; kada jis atliekamas ir kaip apskaičiuojamas, kai jėga pastovi ir veikia išilgai judėjimo krypties ar jėgos kryptis sudaro kampą su poslinkio kryptimi; kada jėgų atliktas darbas yra teigiamas, kada neigiamas.

Nagrinėjamos jėgų atlikto darbo ir kūno kinetinės energijos pokyčio ar potencinės energijos pokyčio su minuso ženklų sąsajos. Sprendžiant uždavinius išsiaiškinama kaip galima grafiškai nustatyti jėgos atliktą darbą.

Nagrinėjant simuliaciją [Energy Skate Park](#) pakartojamas energijos tvermės dėsnis, sprendžiant uždavinius apie amerikietiškus kalnelius, lėktuvo nusileidimą iš tam tikro aukščio, laisvai iš tam tikro aukščio krintantį kūną, kai vienas kūnas tampriai deformuoja kitą, aiškinamasi kaip taikyti energijos tvermės dėsnį įvairiose situacijose. Galima pasinaudoti vaizdo medžiaga [GCSE Physics: Conservation of Mechanical Energy](#).

Pateikiant pavyzdžių, kad daugeliu atvejų svarbu yra darbo atlikimo arba energijos perdavimo greitis, pakartojamos ir gilinamos žinios apie galią. Sprendžiant uždavinius mokomasi apskaičiuoti pastovių greičių judančių kūnų išvystomą galią. Mokomasi apskaičiuoti įvairių įrenginių ir mechanizmų naudingumo koeficientą, įvardijamos energijos nuostolių priežastys, įvairiais atvejais apskaičiuojamas energijos nuostolių dydis.

Temos apibendrinimui galima panaudoti vaizdo medžiagą [Work, Energy, and Power: Crash Course Physics #9](#).

29.4. Šiluminiai reiškiniai

29.4.1. Ryšys tarp mikro ir makro pasaulio.

Prisimenama kietųjų kūnų, skysčių ir dujų molekulinė sandara ir molekulių sąveika. Mokomasi apibūdinti pagrindinius molekulinės kinetinės teorijos teiginius, juos iliustruoti bandymais (<https://lt.sodiummedia.com/3956940-perfect-gas-the-basic-equation-of-the-molecular-kinetic-theory-of-ideal-gase>), ir jais remiantis paaiškinti gamtoje vykstančius reiškinius. Atliekant paprastas atpažinimo ir palyginimo užduotis išsiaiškinama, kurie fizikiniai dydžiai nusako ryšį tarp mikro ir makro pasaulio ir kaip šie dydžiai tarpusavyje susiję. Ryšį nusakančios formulės taikomos uždaviniams spręsti.

Nagrinėjant termometro ir skirtingų temperatūros matavimo skalų atsiradimo istoriją apibrėžiama absoliutinė temperatūra, aiškinamasi absoliutinio nulio fizikinė prasmė, absoliutinės temperatūros skalės ryšys su Celsijaus skale.

Pildant minčių žemėlapius, savarankiškai ieškant informacijos įvairiuose šaltiniuose, išsiaiškinama, kas yra idealiosios dujos, mokomasi nusakyti idealiųjų vienatomų dujų vidinės energijos priklausomybę nuo

temperatūros ir sieti vidinę energiją su molekulių turima kinetine, užrašoma matematinė tos priklausomybės išraiška, sprendžiami kokybiniai ir kiekybiniai uždaviniai.

Sprendžiant nesudėtingas (palyginimo, atpažinimo, lentelių arba minčių žemėlapių pildymo) užduotis prisimenamas kietųjų kūnų, skysčių, dujų ir atmosferos slėgis, slėgio skaičiavimas, jo matavimo prietaisai ir matavimo vienetai. Mokomasi nusakyti dujų slėgio į indo sienelės atsiradimo priežastis ir užrašyti pagrindinę molekulinės kinetinės teorijos lygtį, sprendžiami pagrindinės molekulinės kinetinės teorijos lygties taikymo uždaviniai.

Naudojant laboratorinę įrangą arba virtualius įrankius ([Gas Properties](#)) tyrinėjami dujų būseną apibūdinančių parametrų (slėgio, tūrio, temperatūros) tarpusavio ryšiai, užrašoma idealiųjų dujų būsenos lygtis, sprendžiami uždaviniai taikant idealiųjų dujų būsenos lygtį.

Izoprocesams kokybiškai ir kiekybiškai tyrinėti galima panaudoti simuliacijas:

izochoriniam –

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mf_izochoricky_dej&l=en,

izochoriniam –

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mf_izochoricky_dej&l=en,

izobariniam – https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mf_izobaricky_dej&l=en

izoterminiam –

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mf_izotermicky_dej&l=en.

Aptariami izoprocesų pavyzdžiai (slėgis automobilio padangose, oro balionai) atkreipiant dėmesį į tai, kad realiems procesams idealiųjų dujų dėsnius galima taikyti tik kai slėgis ir dalelių koncentracija yra maži.

29.4.2. Termodinamika.

Naudojant simuliaciją prisimenami vidinės energijos kitimo būdai

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mf_vnitrni_energie&l=en ir agregatinių būsenų virsmai [States of Matter](#)

Brėžiami ir analizuojami temperatūros kitimo grafikai šilumos mainų ir fazinių virsmų metu [Agregatinių būsenų kitimas.](#), http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/heat_addHeat.html.

Apibūdinamas darbas termodinamikoje, išsiaiškinamas dujų ir išorinių jėgų darbas, mokomasi dujų darbą apskaičiuoti iš grafiko https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mf_carnot&l=en

Taikant termodinamikos dėsnius aiškinamasi šaldytuvo

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mf_lednicka&l=en, kondicionieriaus, geoterminio šildymo veikimo principai.

29.5. Elektra ir magnetizmas

29.5.1. Elektrostatinis laukas.

Stebint ir/arba atliekant eksperimentus prisimenamas kūnų įelektrinimas <https://phet.colorado.edu/en/simulations/balloons-and-static-electricity>, elektros krūvio rūšys ir sąveika, krūvio tvermės dėsnis, elektrinis laukas <https://phet.colorado.edu/en/simulations/charges-and-fields>. Naudojantis simuliacijomis <https://phet.colorado.edu/en/simulations/coulombs-law>,

<https://ophysics.com/em1.html> formuluojamas Kulono dėsnis, apibrėžiamas elektrinio lauko stipris, išvedama

taškinio krūvio elektrinio lauko stiprio formulė, sprendžiami uždaviniai. Naudojantis simuliacijomis

<http://seilias.gr/go-lab/html5/electricFieldVoltage.plain.html> ir <https://ophysics.com/em4.html> apibrėžiamas

laukų superpozicijos principas ir mokomasi skaičiuoti elektrinio lauko stiprį, kai lauką kuria keli krūviai.

Nagrinėjamas elektrostatinio lauko jėgų darbas perkeltant krūvį, aptariamas ryšys tarp džaulio ir elektronvolto, sprendžiant uždavinius, mokomasi apskaičiuoti darbą. Naudojantis simuliacijomis

<https://ophysics.com/em9.html> apibūdinamas potencialas, ekvipotencialiniai paviršiai, aiškinamas elektrinio

lauko stiprio ir potencialo ryšys, sprendžiant uždavinius, skaičiuojamas potencialų skirtumas (įtampa).

Tyrinėjami laidininkai ir dielektrikai elektrostatiniame lauke, apibrėžiama dielektrinė skvarba. Aiškinamasi, kaip atsižvelgiama į aplinkos dielektrinę skvarbą skaičiuojant krūvių sąveikos jėgą ir elektrinio lauko stiprį

tam tikru atstumu nuo krūvio. Prisimenama elektrinė talpa, kondensatoriai ir jų tipai, kondensatoriaus talpos priklausomybė nuo plokščių ploto, atstumo tarp jų <https://phet.colorado.edu/en/simulations/capacitor-lab-basics>,

Nagrinėjama kondensatoriaus talpos priklausomybė nuo dielektriko savybių, skaičiuojama įelektrinto

kondensatoriaus [energija](https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/capacitor-lab/latest/capacitor-lab.html?simulation=capacitor-lab) <https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/capacitor-lab/latest/capacitor-lab.html?simulation=capacitor-lab>.

Tiriamieji darbai: plokščiojo kondensatoriaus elektrinės talpos priklausomybės nuo geometrinių parametrų ir dielektriko tyrimas.

29.5.2. Elektros srovė metaluose.

Pasinaudojant minčių žemėlapiu (grafine tvarkykle), prisimenama ir susisteminama, ką mokiniai jau yra išmokę: kas yra elektros srovė, kokios elektringosios dalelės sukuria elektros srovę metaluose, kokia srovės kryptis, kas yra srovės stipris, jo matavimo vienetas ir matavimas, sąlygos elektros srovei tekėti. Stebint simuliaciją <http://seilias.gr/go-lab/html5/directionOfElectircCurrent.plain.html>, aptariamas elektronų dreifo greitis, aiškinamasi, nuo ko jis priklauso, užrašoma jo formulė. Sprendžiant uždavinius, taikomos srovės stiprio, srovės tankio formulės. Atliekant realų ir/ar virtualų <https://phet.colorado.edu/en/simulations/ohms-law> tyrimą, prisimenamas Omo dėsnis grandinės daliai, laidininko varža <https://phet.colorado.edu/en/simulations/resistance-in-a-wire>, įtampa. Išsiaiškinama, kas yra laidininko savitoji varža ir, esant galimybei, praktiškai nustatoma konkrečios medžiagos savitoji varža. Mokiniai gali parengti trumpus pristatymus apie laidininko varžos priklausomybę nuo temperatūros, superlaidumą, kur ir kaip ši savybė pritaikoma praktikoje. Pasinaudojant simuliacijomis <https://go-lab.gw.utwente.nl/production/electricalCircuitLab/build/circuitLab.html?preview=,> http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/circuit_power_boxes_combination.html prisimenama, kaip braižomos grandinių schemos, laidininkų jungimo būdai. Sprendžiant uždavinius ir nagrinėjant simuliaciją http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/ohm_IVgraph.html nagrinėjamos grandinių voltamperinės charakteristikos, braižomi grafikai. Sprendžiami uždaviniai taikant Džaulio ir Lenco dėsnius, Omo dėsnius grandinės daliai ir uždarajai grandinei, skaičiuojama elektrovaros jėga kai grandinėje yra keli šaltiniai. Mokiniai gali parengti trumpus pristatymus apie trumpąjį jungimą ir jo sukeltus pavojus, įtampos valdymo būdus grandinėse, praktinį pritaikymą, srovės stiprio ir įtampos matavimo prietaisus (skaitmeninius, analoginius), idealius ir realius prietaisus.

29.5.3. Elektros srovės šaltiniai.

Pasinaudojant minčių žemėlapiu (grafine tvarkykle), susisteminamos žinios apie elektros srovės šaltinius, jų veikimo principus, naudojimą. Atliekant realų tyrimą arba pasinaudojant simuliacijomis <https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/battery-resistor-circuit/latest/battery-resistor-circuit.html?simulation=battery-resistor-circuit>, https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_en.html, <https://phet.colorado.edu/en/simulations/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab>, nustatoma šaltinio vidinė varža, elektros srovės šaltinio įtampos priklausomybė nuo įkrovos laiko ir dydžio, nuosekliai ir lygiagrečiai sujungtų srovės šaltinių elektrovara. Mokiniai gali parengti trumpus pristatymus apie baterijų ir kitų srovės šaltinių panaudojimą ir ekologines problemas susijusias su jų poveikiu aplinkai, akcentuojant rūšiavimo svarbą.

29.5.4. Magnetinis laukas.

Pasinaudojant minčių žemėlapiu (grafine tvarkykle), prisimenama nuolatinių magnetų ir elektros srovės kuriamo magnetinio lauko savybės, jo grafinis vaizdavimas bei magnetinių reiškinių kilmė. Sprendžiant uždavinius, prisimenama elektros srovių sąveika, magnetinė (Ampero) jėga, jos dydžio skaičiavimas ir krypties nustatymas, skaičiuojama magnetinė indukcija.

Pasinaudojant simuliacijomis:

http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/charge_in_EField.html,

http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/charge_in_field.html,

http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/threeD_magnetism.html, <https://ophysics.com/em8.html> tyrinėjamas elektringųjų dalelių judėjimas elektriniame ir magnetiniame lauke. Sprendžiant uždavinius, mokomasi apskaičiuoti jėgą veikiančią magnetiniame lauke judančią dalelę ir nustatyti jėgos veikimo kryptį. Mokiniai gali parengti trumpus pristatymus apie tai, kur taikomas elektringųjų dalelių judėjimas magnetiniame lauke, magnetinės medžiagos savybės, magnetinę skvarbą, feromagnetines medžiagas ir jų taikymą, medžiagos įmagnetinimą. Pasinaudojant simuliacijomis http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/DC_motor.html, <https://ophysics.com/em10.html>, nagrinėjamas elektros variklių veikimo principas bei jų taikymas.

29.5.5. Elektromagnetinė indukcija.

Žiūrint vaizdo įrašą <https://concordian-thailand.libguides.com/c.php?g=688995&p=6761154>, apibrėžiamas magnetinis srautas ir elektromagnetinė indukcija. Atliekant eksperimentus, pavyzdžiui stumiant magnetą į ritę, nagrinėjami elektromagnetinės indukcijos egzistavimą įrodantys faktai. Pasinaudojant simuliacijomis <https://phet.colorado.edu/en/simulations/faradays-law>, <https://ophysics.com/em11.html>, formuluojamas Faradėjaus indukcijos dėsnis. Mokiniai gali parengti trumpą pristatymą apie elektromagnetinės indukcijos taikymą. Sprendžiami uždaviniai nustatant indukuotąją elektrovarą kaip magnetinio srauto išvestinę, taikant Lenco dėsnį, apskaičiuojant tiesiame laidininke indukuotąją elektrovarą. Atliekant užduotis, mokomasi taikyti dešinės rankos taisyklę indukuotosios srovės kryptį tiesiame laidininke nustatyti. Atliekant eksperimentą ir pasinaudojant vaizdo įrašu <https://www.youtube.com/watch?v=0H3Ru8O2zG0> tyrinėjamas ir nagrinėjamas saviindukcijos reiškinys, jo taikymas. Apibrėžiamas induktyvumas, aptariama ir tyrinėjama nuo ko priklauso ritės induktyvumas, taikoma ritės induktyvumo formulė uždaviniams spręsti. Naudojantis induktyvumo apibrėžimu išvedama indukuotosios elektrovaros formulė. Mokomasi apskaičiuoti laidininko magnetinio lauko energiją.

Atliekami tiriamieji darbai indukuotosios elektrovaros priklausomybės nuo magnetinio srauto kitimo greičio/rėmelio ploto/apvijų skaičiaus tyrimas.

29.5.6. Kintamoji elektros srovė ir jos perdavimas.

Pasinaudojant simuliacija https://www.walter-fendt.de/html5/phen/oscillatingcircuit_en.html prisimenami elektromagnetiniai virpesiai, virpesių kontūras ir energijos virsmai jame. Atliekant užduotis ir sprendžiant uždavinius, analizuojami krūvio, srovės stiprio ir įtampos kitimo dėsningumai vykstant laisviesiems elektromagnetiniams virpesiams, mokomasi juos vaizduoti grafiškai. Nagrinėjama, kaip tarpusavyje susiję krūvio, srovės stiprio ir įtampos kitimas, bei elektrinio ir magnetinio laukų kitimas virpesių kontūre. Pasinaudojant simuliacija https://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/electric_generator.html analizuojama elektros generatorių sandara ir tyrinėjamas jų veikimo principas, aptariamas elektros generatorių taikymas. Atliekant realų ar virtualų tyrimą aiškinamasi, nuo ko priklauso generatoriuje indukuotos elektrovaros dydis, užrašoma elektrovaros formulė. Apibrėžiama srovės stiprio ir įtampos efektinė vertė. Nagrinėjama kintamosios srovės galios priklausomybė nuo laiko kai grandinėje yra tik aktyvioji varža ir užrašoma vidutinės galios skaičiavimo formulė. Sprendžiami uždaviniai. Žiūrint filmą <https://concordian-thailand.libguides.com/c.php?g=688995&p=6761154> ir tyrinėjant realų transformatorių, nagrinėjama transformatoriaus sandara ir jo veikimo principas, apibrėžiamas transformacijos koeficientas. Sprendžiami uždaviniai, taikant transformacijos koeficientą. Mokiniai gali parengti trumpus pristatymus apie transformatorių naudojimą elektros energijos skirstymo ir perdavimo sistemose, šiluminius nuostolius elektros srovei tekant perdavimo laidais ir tų nuostolių mažinimo būdus. Sprendžiant uždavinius mokomasi apskaičiuoti reaktyviąją varžą ir pilnutinę grandinės varžą. Pasinaudojant vaizdo įrašu <https://www.youtube.com/watch?v=EkHch86UXpY>, nagrinėjamas kintamosios srovės lyginimas (pusės ir pilnos bangos lyginimas), tyrinėjami diodiniai tilteliai.

Atliekami tiriamieji darbai: indukuotos elektrovaros priklausomybės nuo generatoriaus sandaros tyrimas; kintamosios elektros srovės lyginimas diodiniu tilteliu.

29.5.7. Energijos šaltiniai.

Sprendžiant uždavinius, prisimenama kuro degimo šiluma ir aptariamas kuro energijos tankis, įvairios energijos gamybai naudojamo kuro rūšys. Sprendžiami elektrinių galios nustatymo uždaviniai. Mokiniai gali parengti trumpus pristatymus apie pirminius (gamtos išteklių) ir antrinius (technologinio proceso metu gaunama energija, pvz.: šaldytuvų išskiriama šiluma) energijos šaltinius. Išsamesnį jų apibrėžimą rasite adresu <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalActPrint/lt?jfwid=uin1ilyap&actualEditionId=xyFfgbkbtL&documentId=TAIS.16637&category=TAD>.

Pasinaudojant vaizdo įrašais <https://youtu.be/IHS7os67WbQ>, <https://youtu.be/dh4tS5my6O8>, https://www.youtube.com/watch?v=0t9IsiEMres&list=PLPsx331rqafXwle6p_2jQjhzedHrVJE5v&index=2 apibūdinami iškastinio kuro, branduolinės, termobranduolinės, vėjo, hidro- ir hidroakumuliacinės, geoterminės, saulės elementų elektrinės, aptariamas skirtumas tarp saulės elementų ir saulės modulių,

analizuojami pagrindiniai įvairių energijos šaltinių saugumo, ekonomiškumo ir ekologiškumo aspektai, lyginami elektrinių naudingumo koeficientai, galia, galia tenkanti užimamo ploto vienetui. Mokomasi braižyti ir analizuoti Sankey diagramas <https://sankeymatic.com/build/>, https://youtu.be/_Ckc7X0Gg-Y energijos gamybos ir perdavimo procesams. Mokiniai pasiruošia diskusijoms ir diskutuoja apie energetikos plėtrą Lietuvoje ir pasaulyje remiantis Sankey diagramomis ir elektrinių saugumo, ekonomiškumo ir ekologiškumo parametrais.

1.2. IV gimnazijos klasė

30.1. Svyravimai ir bangos.

30.1.1. Svyravimai.

Prisimenamos žinios apie mechaninius svyravimus, kuo skiriasi laisvieji ir priverstiniai svyravimai, aptariama, kokios jėgos veikia svyruojantį kūną ([The Pendulum & SHM #7, IB Physics: Oscillations & Simple Harmonic Motion \(old version\)](#)). Įvardijami dydžiai apibūdinantys mechaninius svyravimus - amplitudė, dažnis, periodas, kampinis greitis (https://phet.colorado.edu/sims/html/pendulum-lab/latest/pendulum-lab_en.html) ir jų matavimo vienetai. Stebint vaizdo įrašus <https://www.youtube.com/watch?v=ZnZHda97K4>, <https://www.youtube.com/watch?v=d0p7vDIgqjU> palyginama apskritimu judančio kūno ir svyruojančio kūno koordinatės kitimas. Apibrėžiant harmoninius svyravimus galima pasinaudoti simuliacija https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs-basics/latest/masses-and-springs-basics_en.html, mokomasi užrašyti svyravimų lygtį. Aiškinantis kas yra svyravimų fazė galima pasinaudoti pavyzdžiu <https://www.youtube.com/watch?v=RjrwrlA7IFE> ir brėžiniu https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cd/Pendulum_phase_portrait_illustration.svg brėžiniu svyravimų grafikai. Sprendžiant uždavinius mokomasi apskaičiuoti linijinį greitį ir pagreitį kaip koordinatės lygties išvestines. Aptariami matematinės ir spyruoklinės svyruoklių modeliai. Galima naudotis simuliacijomis https://phet.colorado.edu/sims/html/pendulum-lab/latest/pendulum-lab_en.html https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs-basics/latest/masses-and-springs-basics_en.html. Nagrinėjant harmoninių svyravimų energijos virsmus (https://phet.colorado.edu/sims/html/pendulum-lab/latest/pendulum-lab_en.html) naudojantis kompiuterinėmis priemonėmis braižomi energijos priklausomybės nuo laiko grafikai. Aptariant matematinės ir spyruoklinės svyruoklių koordinatės, greičio pagreičio kitimo dėsningumus ir energijos virsmus galima pasinaudoti turimais jutikliais ir atlikti tiriamuosius darbus. Nagrinėjant rezonanso atsiradimo sąlygas galima pasinaudoti vaizdo įrašais https://www.youtube.com/watch?v=jewSVEBKI_s ir [FORCED OSCILLATIONS AND RESONANCE PART 01](#), taip pat galima pasigaminti Bartono svyruoklės modelį <https://www.youtube.com/watch?v=hmyvIC3g198> ir realiai stebėti rezonanso reiškinių. Aiškinantis elektromagnetinių virpesių ir mechaninių svyravimų panašumus ir skirtumus galima pasinaudoti simuliacija apie elektromagnetinius virpesius sukeltus uždarame virpesių kontūre https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?f=ele_elmg&l=en. Aptariamas mechaninių svyravimų ir elektromagnetinių virpesių taikymas. *Tiriamieji darbai:* Matematinės svyruoklės svyravimų tyrimas įtraukiant grafinę analizę skaičiuoklėje, spyruoklinės svyruoklės svyravimo dėsningumų tyrimas.

30.1.2. Bangos

Naudojantis interaktyvia simuliacija https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro_en.html prisimenamos skersinės vandens bangos ir išilginės garso bangos <http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/longitudinalwave.html>, išilginės bangos spyruoklėje <https://seilias.gr/go-lab/html5/longitudinalWaves.plain.html>, http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/longitudinal_wave.html bei jas apibūdinantys dydžiai. Medžiagos įtvirtinimui mokiniai gali peržiūrėti pamokos įrašą anglų kalba: https://www.youtube.com/watch?v=OQ_XvyB-fac.

Mokiniai gali parengti pranešimus apie infragarsą, ultragarsą, kaip keičiasi girdimumo riba, bėgant metams ir pan. https://www.epd.gov.hk/epd/noise_education/web/ENG_EPd_HTML/m1/intro_5.html.

Naudojantis interaktyvia simuliacija prisimenamas elektromagnetinių bangų apibrėžimas <http://seilias.gr/golab/html5/emWave.plain.html>, elektromagnetinių bangų rūšys, elektromagnetinių bangų skalė. Analizuojami skirtingų elektromagnetinių bangų sąveikos su medžiaga skirtumai. Mokomasi praktiškai aptikti elektromagnetines bangas. Nagrinėjami elektromagnetinio ryšio principai, jo taikymas šiuolaikinės telekomunikacijos sistemose, radiolokaciją.

30.1.3. Stovinčios bangos

Naudojantis interaktyvia simuliacija ir animacija, aiškinamasi, kas yra ir kaip susidaro stovinčios bangos <https://libapps-au.s3-ap-southeast-2.amazonaws.com/accounts/135923/images/standing3.gif>, <https://libapps-au.s3-ap-southeast-2.amazonaws.com/accounts/135923/images/Standing1.gif>, <http://server.ce.tuiasi.ro/~radinschi/simulation/sim2/index.html> (galima keisti siūlo įtempimą ir dažnį) apibūdinamos jų susidarymui reikalingos sąlygos, kai susideda dvi bangos <https://seilias.gr/golab/html5/standingWaves2Waves.plain.html>. Praktiškai gaunama ir stebima stovinti banga virvėje, fiksuojant virvės galus, paliekant vieną arba abu laisvus <https://libapps-au.s3-ap-southeast-2.amazonaws.com/accounts/135923/images/hard.gif>. Aiškinamasi, kuo panašios ir kuo skiriasi stovinčios ir sklindančios bangos. Stebint braižomas ir nagrinėjamos stovinčios bangos stygose http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/transverse_standing_wave.html ir vamzdeliuose https://gateway.golabz.eu/os/pub/physics-bu/longitudinal_standing_wave/w_default.html. Aiškinamasi pirmoji harmonika (žemo dažnio stovinti banga) ir virštoniai. Sprendžiami harmoninių svyravimų dažnio, stovinčios bangos ilgio ir bangos greičio skaičiavimo uždaviniai. Aptariamas stovinčių bangų susidarymas muzikos instrumentuose.

<http://www.thephysicsaviary.com/Physics/Programs/Labs/WaveOnStringLab/index.html> gitaroje.

Tiriamieji darbai: garso greičio nustatymas medžiagose, stovinčios bangos ilgio nustatymas. Centre?

30.1.4. Bangų savybės

Pasinaudojant animacija aiškinamasi, kas yra bangų frontas

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1c/Wave-diffraction-2.gif>,

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e4/Wavelength%3Dslitwidthblue3D.gif> ir spindulys, mokomasi juos pavaizduoti brėžiniais. Apibūdinama ir grafiškai vaizduojami naudojant bangos frontą ir spindulį bangų atspindys, lūžis <http://www.acs.psu.edu/drussell/Demos/refract/snell-anim.gif> IB Physics: [Snell's Law of Refraction](#), poliarizacija, sugertis, užlinkimas už kliūtis IB Physics: [Diffraction](#), sudėtis https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0f/Huygens_Fresnel_Principle.gif IB Physics: [Reflection and Transmission / Refraction of Waves](#) IB Physics: [Superposition and Interference of Waves](#) <https://ibphysicsnotes.files.wordpress.com/2016/01/changingmedia-new.gif?w=300&h=225> <https://libapps-au.s3-ap-southeast-2.amazonaws.com/accounts/135923/images/Super33.gif>.

Braižant bangos diagramas aiškinama bangų sudėtis <https://libapps-au.s3-ap-southeast-2.amazonaws.com/accounts/135923/images/Super1.gif>, mokomasi grafiškai nustatyti sudėties rezultatus. Aiškinamasi, kokie galimi poliarizacijos metodai, lyginami ir grafiškai vaizduojami svyravimai poliarizuotoje <https://libapps-au.s3-ap-southeast-2.amazonaws.com/accounts/135923/images/Electro1.gif> ir nepoliarizuotoje bangoje IB Physics: [Polarization](#) <https://concordian-thailand.libguides.com/c.php?g=688995&p=4943409>

Eksterimentuojama su dviem poliaroidais [Two Polarisers -- xmdemo 052](#) i eksterimentas su trimis poliaroidais [Three Polarizers -- xmdemo 053](#), eksperimentuojama su poliarizuotų stiklų akiniais [effect of polarized lens on water](#).

30.2. Šviesa.

30.2.1. Geometrinė optika.

Atliekant paprastus bandymus arba stebint vaizdo įrašus ([10-Šviesos-sklidimas-atspindys-ir-lūžis-Video, Reflection vs Refraction](#)) prisimenama šviesos spindulio sąvoka, šviesos atspindžio dėsniai, brėžiami šviesos atspindžiai nuo įvairių paviršių, pasinaudojama interaktyviomis simuliacijomis ([Concave mirror \(vascak.cz\)](#), [Convex mirror \(vascak.cz\)](#)).

Stebint demonstraciją [Bending Light](#) ir aiškinantis šviesos lūžio reiškinį formuluojami šviesos lūžio dėsniai, apibrėžiami absoliutinis ir santykinis lūžio rodikliai, aptariama jų fizikinė prasmė, praktiškai nustatomas terpių

santykinis lūžio rodiklis. Prisimenamas visiškojo vidaus atspindžio reiškiny <https://www.seilias.gr/go-lab/html5/reflectionRefraction.plain.html>, praktiškai nustatomas ribinis visiškojo atspindžio kampas. Mokiniai galėtų parengti pranešimus apie šviesolaidžių veikimo principus ir taikymo sritis. Tyrinėjant mokomasi brėžti spindulių eigą per prizmę ir lygiagrečių sienelių plokštelę. Nagrinėjamas šviesos dispersijos reiškiny (https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_hranol&l=en).

Prisimenami lęšiai (<http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/Lenses.html>) ir juos apibūdinantys dydžiai. Išvedama plonojo lęšio formulė ir mokomasi ją taikyti uždaviniams spręsti (https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_spojka&l=en, https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_rozptylka&l=en).

Aukštesnių pasiekimų mokiniai gali panagrinėti lęšio židinio nuotolio priklausomybę nuo jo kreivumo spindulių ir medžiagos, iš kurios jis padarytas, lūžio rodiklio bei aptarti/stebėti spindulių eigą per lęšį, kai jis patalpintas į optiškai tankesnę aplinką nei medžiaga iš kurios jis padarytas.

Prisimenamas ir aptariamas lęšių taikymas optiniuose prietaisuose, braižomi atvaizdai lęšiuose ir optiniuose prietaisuose

(https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_lupa&l=en, https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_kepler&l=en, https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_galileo&l=en, https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_mikroskop&l=en).

30.2.2. Banginiai šviesos reiškiniai.

30.3. Atomas, branduolys ir elementariosios dalelės

Stebint ir aptariant vaizdo įrašus <https://www.youtube.com/watch?v=az9x-wrObYg>, <https://www.youtube.com/watch?v=IRBfpBPELmE> apibūdinamas Hiugenso ir Frenelio principas. Apibrėžiamos koherentinės bangos (Physics Made Easy- Light waves Coherent-1) Prisimenama bangų sudėtis https://phet.colorado.edu/sims/html/fourier-making-waves/latest/fourier-making-waves_en.html,

apibrėžiamas interferencijos reiškiny, aiškinamas Jungo eksperimentas, aptariamas šviesos energijos pasiskirstymas įvykus interferencijai, nagrinėjamos interferencijos maksimumo ir minimumo sąlygos, išvedama atstumo tarp artimiausių maksimumų/minimumų apskaičiavimo formulė, mokomasi ją taikyti. Tai pat aptariama interferencija plonose plėvelėse https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference_en.html, <https://www.youtube.com/watch?v=NazBRcMDOOo>, <https://www.youtube.com/watch?v=fiQysx8yM0Q&t=406s>, <https://www.youtube.com/watch?v=bnLAXh-rQAc>, <https://www.youtube.com/watch?v=oYFEWoxuB1I>,

Nagrinėjama monochromatinės ir baltos šviesos difrakcija pro vieną plyšį ir mokomasi nustatyti kampinį nuokrypį tarp centrinio ir pirmojo maksimumų, nurodomas jo ryšys su plyšio pločiu ir krintančios šviesos bangos ilgiu <https://www.youtube.com/watch?v=1bHipDSHVG4>

Tyrinėjant http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/diffraction_grating.html aiškinamasi, kaip regimosios šviesos užlinkimo kampas priklauso nuo bangos ilgio. Realiai arba virtualiai tyrinėjama difrakcija nuo 2-ju plyšių:

<https://www.youtube.com/watch?v=PVyJFzx7zig>, https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_interference&l=en%22.

Apibūdinama difrakcinė gardelė, aptariamos difrakcinės gardelės rūšys ir jų taikymas, apibrėžiama difrakcinės gardelės konstanta, išvedama maksimumo sąlygos formulė, mokomasi ją taikyti <https://www.youtube.com/watch?v=71Rp-jG6Eek>, <https://www.youtube.com/watch?v=s-HN-UpAe9M>.

Praktiškai nustatomas plonų daiktų storis.

Aptariami šviesos banginių savybių pasireiškimo gamtoje ir taikymo technikoje pavyzdžiai <https://www.youtube.com/watch?v=O0PawPSdk28>, <https://www.youtube.com/watch?v=nwlhAXkzjj0>.

Peržiūrint ir analizuojant vaizdo įrašus (https://www.youtube.com/watch?v=eo_owZ2UK7E, <https://www.youtube.com/watch?v=rbcvPEXiWWo>, https://www.youtube.com/watch?v=DHGrslQ_IJQ) prisimenamas garso bangų Doplerio efektas <https://libapps-au.s3-ap-southeast-2.amazonaws.com/accounts/135923/images/Doppler1.gif>, aptariamas jo taikymas šviesos reiškiniams,

užrašomos bangos ilgio/dažnio priklausomybės nuo šviesos šaltinio ir stebėtojo greičio formulės, sprendžiami uždaviniai. APC mokiniai gali atlikti tyrimą, kurio metu yra taikomas šviesos Doplerio efektas.

30.3.1. Kvantinė optika.

Aptariant mikropasaulio reiškinius, kurių negalima paaiškinti remiantis klasikinės fizikos dėsniais, nagrinėjama šviesos suvokimo istorija ([šviesos suvokimo istorija](#)) baigiant Tomo Jungo ir Alberto Einšteino eksperimentais (<https://youtu.be/fAVPRDnzSpE> ir <https://youtu.be/P3ABix1LJAI>) ir atliekamas virtualus laboratorinis darbas su [dvigubu plyšiu](#). Prisimenami bangas apibūdinantys fizikiniai dydžiai: bangos ilgis, periodas, dažnis, greitis. Apibrėžiama šviesos dalelė - fotonas ir užrašoma formulė fotono energijai apskaičiuoti. Aptariami bangos-dalelės ir dalelės-bangos pasireiškimai. Atliekama fotoefekto aiškinamoji demonstracija arba mokomasis tyrimas ([Fotoefektas](#)) ir pasitelkiant energijos tvermės dėsni užrašoma ir nagrinėjama Einšteino lygtis fotoefektui, apibrėžiami fotoefekto dėsniai arba analizuojamas vaizdo įrašas <https://youtu.be/P4EFZTuu2AI>. Apibrėžiamos naujos sąvokos: fotoefekto raudonoji riba, elektronų išlaisvinimo iš metalo darbas. Sprendžiami uždaviniai taikant fotoefekto lygtį ir dėsnius. Dirbant grupėse ir analizuojant pateiktus šaltinius išsiaiškinama kada pasireiškia vidinis ir išorinis fotoefektas, randami jų panašumai ir skirtumai, aptariamas jų pritaikomumas [Photoelectric Effect and Photoelectric Cell](#). Užrašoma bendra Einšteino formulė energijai ir išvedama šviesos judesio kiekio formulė. Demonstruojamas šviesos slėgis naudojant labai ploną popieriaus lapą ([DEMO: Radiation Pressure - YouTube](#)) arba tam galima panaudoti ir radiometrą ([Radiometer Demonstration \[Physics : Energy\] - YouTube](#)). Sprendžiami uždaviniai susiję su fotoefekto dėsningumais, fotonais, fotono judesio kiekiu, slėgiu. Įtvirtinimui atliekamas fotoefekto dėsningumų tyrimas ir Planko konstantos nustatymas. Planko konstantos nustatymą galima atlikti Atviros prieigos centruose (APC) arba klasėje jungiant skirtingų spalvų diodus, brėžiant jų voltamperines charakteristikas. Dėsningumams tirti galima naudoti ir virtualias laboratorijas (<https://phet.colorado.edu/sims/cheerj/photoelectric/latest/photoelectric.html?simulation=photoelectric>).

30.3.2. Atomo sandara.

Atliekant [atomo sandaros](#) tyrimą, prisimenama atomo modelio raida [Evolution of Atomic Model 400 BC - 2020 | History of the atom Timeline, Atomic Theories - YouTube](#) ir Rezerfordo atliktas bandymas. Virtualų Rezerfordo tyrimą ([Rezerfordo tyrimą](#)) galima pakeisti aktyvia veikla su dėžute ir joje paslėpta tam tikros formos figūra, kai mokiniai ridenant rutuliukus turi nustatyti kokia paslėpto kūno forma. Aptariamas klasikinės mechanikos ribotumas nagrinėjant elektrono judėjimą aplink branduolį <https://youtu.be/kYkD-dcupAU>; <https://youtu.be/LpPmjaRfOMw>. Suformuluojami Boro postulatai, aiškinama energijos lygmens samprata <https://youtu.be/czgiZoH7Ac>. Remiantis Boro atomo modeliu išvedama formulė vandenilio energijos lygmenims apskaičiuoti, įvedamas pagrindinis kvantinis skaičius, nagrinėjamas vandenilio atomo energijos lygmenų išsidėstymas. Atliekamas virtualus <https://phet.colorado.edu/sims/cheerj/hydrogen-atom/latest/hydrogen-atom.html?simulation=hydrogen-atom> arba realus vandenilio spektro linijų stebėjimas ir nustatomas ryšys tarp elektronų šuolių (energijos lygmenų) ir bangos ilgio ar dažnio. Nagrinėjamas emisijos ir absorbcijos spektrų susidarymas, skaičiuojama sugeriamo/išspinduliuoto fotono energija, bangos ilgis. Aptariamos spektrų rūšys, jų prigimtis bei pritaikymas praktikoje. Stebint įvairių dujų emisijos/absorbcijos spektrus atliekamas spektrinės analizės tyrimas. Apžvelgiama lazerių raidos istorija [laser - History | Britannica](#), aptariami Lietuvos pasiekimai lazerių gamybos srityje [Lietuviškų lazerių istorija: kaip viskas prasidėjo :: Inovacijos Lietuvoje :: www.technologijos.lt](#). Nagrinėjami lazerio veikimo principai [PhET Simulation \(colorado.edu\)](#), https://youtu.be/DA7a_v96Jsw, trilygmenė ir keturilygmenė sistemos, nuolatinės veikos ir impulsiniai lazeriai, lazerių tipai pagal aktyviąją medžiagą, aptariamas lazerių panaudojimas medicinoje, medžiagų apdirbimui, karyboje, medžiagos tyrimams ir kt. ([How Lasers Work | Laser Micromachining | Lasers in Industry | Picosecond Lasers | Ultrafast Lasers](#)).

30.3.3. Atomo branduolys ir radioaktyvumas.

Prisimenami izotopai, radioaktyvumas ir jo savybės (alfa, beta, gama spinduliavimas), poveikis gyvajam organizmui, radioaktyviųjų spindulių šaltiniai, radiacinė tarša ir apsisaugojimo nuo jos būdai. Apibrėžiamas atominis masės vienetas ([Isotopes and Atomic Mass \(colorado.edu\)](#)), poslinkio taisyklė ir taikant ją nagrinėjami atomų branduolių virsmai. Rezerfordo eksperimento pagrindu įvertinami branduolio matmenys,

branduolio tankis ir tūris ([The nuclear radius - A Level Physics - YouTube](#)). Apibrėžiama stiprioji sąveika ir pasitelkiant simuliacija tirama sąveikos priklausomybė nuo atstumo ([Atomic Interactions \(colorado.edu\)](#)). Apibūdinama branduolio lygmenų schema, lyginamas klasikinis ir kvantinis branduolio modeliai [Nuclear model | physics | Britannica](#). Apibūdinama radioaktyviųjų branduolių pusėjimo trukmė [half-life | Definition & Facts | Britannica](#), [Radioactive Decay Rates - Chemistry LibreTexts](#), išsiaiškinamas radioaktyvaus skilimo dėsningumas remiantis energijos, krūvio ir masės tvermės dėsniais. [Alfa](#), [beta](#) ir gama simuliacijų pagalba tyrinėjama pusėjimo trukmė. Aptariami radioaktyviosios spinduliuotės registravimo metodai ir prietaisų veikimo principai [BRANDUOLINES ENERGETIKOS FIZIKINIAI PAGRINDAI \(vu.lt\)](#). Atliekamas radioaktyviųjų medžiagų tyrimas eliminuojant foninę spinduliuotę. Aptariama radioaktyviosios spinduliuotės skvarba. Esant galimybei ir turint Geigerio skaitiklį arba vykstant į APC eksperimentiškai patikrinama alfa, beta ir gama spinduliuotės skvarba medžiagose ir stebimos jonizuojančios spinduliuotės intensyvumo priklausomybė nuo atstumo iki radioaktyvumo šaltinio. Neturint galimybės atlikti nurodyto tyrimo, galima atlikti archeologinio radinio amžiaus nustatymą interaktyviai ([Radioactive Dating Game - Radiometric Dating | Carbon Dating | Half Life - PhET Interactive Simulations \(colorado.edu\)](#)).

Aptariamas radioaktyviosios spinduliuotės praktinis pritaikymas (<https://youtu.be/iG-G7nBYwR8>). Aiškinamasi, kas yra masės defektas ir branduolio ryšio energija (<https://youtu.be/nNGgYEZFGaA>). Analizuojant energiją, tenkančią vienam nukleonui, aiškinamasi, kada vyksta branduolių sintezės ir skilimo reakcijos ([Fusion, Fission, and Energy in Nuclear Equations - IB Physics](#), https://youtu.be/pnd-VW_0p54), aptariamas branduolių dalijimosi ir sintezės reakcijų paplitimas Žemėje ir Visatoje. Supažindinama su kitais branduolių modeliais (lašelinis ir sluoksninis) parodant modelių panaudojimo galimybes. Aptariant sluoksninį atomo branduolio sandarą, kaip analogija lyginama su atomo planetiniu modeliu. Aptariamas atomo branduolio stabilumas siejant jį su magiškais skaičiais ([Nuclear stability and magic numbers](#)), lyginant planetinį atomo modelį. Nagrinėjami skirtingų branduolinių reaktorių veikimo principai (<https://youtu.be/P99C051arMo>; [How does a nuclear reactor work - World Nuclear Association \(world-nuclear.org\)](#)). Apibrėžiama kritinė masė, neutronų daugėjimo koeficientas, aptariami neutronų skaičiaus reguliavimo būdai. Aiškinamasi, kokia yra branduolinių reaktorių nauda ir galima jų naudojimo grėsmė. Grįžtama prie darnaus vystymosi tikslų ir aptariami galimi ateities energijos šaltiniai.

30.3.4. Elementariosios dalelės.

Aptariami mokslininkų darbai apie antidalelės egzistavimą ([The story of antimatter | timeline.web.cern.ch](#)), dalelės ir antidalelės anihiliacija bei susidarymą ([Annihilation and Pair Production](#)), pozitrono ([Discovering the positron | timeline.web.cern.ch](#)) ir neutrono atradimą ([Neutrino, Discovery of | Encyclopedia.com](#)). Pateikiant šiuolaikinę medžiagos sandarą aptariamas standartinis modelis ([The Standard Model | CERN \(home.cern\)](#)) ir elementariųjų dalelių klasifikacija ([IB Physics: Elemental Particles](#)) akcentuojant dvi pagrindines grupes – fermionus ir bozonus. Aiškinantis standartinį modelį galima pasitelkti <https://scoollab.web.cern.ch/particle-physics-games>. Nagrinėjamos leptonų ir kvarkų ([IB Physics: Quarks, Leptons & Antiparticles](#)) dalelės, jų antidalelės ir jas charakterizuojantys fizikiniai dydžiai (leptoninis krūvis, elektros krūvis, sukinyš, masė, gyvavimo trukmė), aiškinamasi hadronų (mezonų ir barionų) sudėtis ir virsmas (<https://quarknet.org/data-portfolio/activity/quark-workbench>). Apibendrinamos keturios fundamentinės sąveikos (gravitacinė, elektromagnetinė, silpnoji ir stiprioji), lyginamas jų veikimo nuotolis, stiprumas ir pasireiškimas, sąveikos perdavimas bozonais ([IB Physics: Exchange Particles](#)). Aptariami Higgs bozono ([The Higgs boson | CERN \(home.cern\)](#), [The Higgs boson and Higgs field explained with Simple Analogy](#)) ir gravitono paieškos ([Do Gravitons Really Exist ? Finding the Particles of Gravity](#), [Searching for the unknown | CERN \(home.cern\)](#)). Eksperimentiškai stebimi dalelių virsmas Vilsono kameroje ([Track inspection: how to spot subatomic particles – Science in School](#)) ir CERN kameroje užfiksuoti trejai, mokomasi identifikuoti elementariąsias daleles ([Bubble Chamber Pictures for the Classroom | S'Cool LAB \(cern.ch\)](#)) ir jų virsmus. Visa tai galima atlikti patiems pasigaminus Vilsono kamerą. Instrukcijas rasite [Renginiai, sklaida - Fizikos fakultetas \(vu.lt\)](#), APC arba Renginiai ([Fizikos fakultetas \(vu.lt\)](#)) arba dalyvauti kasmetinėse VU organizuojamose meistriškumo pamokose.

30.4. Reliatyvumo pagrindai

30.4.1. Įvadas į reliatyvumo teoriją.

Aiškinantis reliatyvumo teoriją patariama prisiminti Galilėjaus transformacijas ir jų taikymo ribas ([Galilei reliatyvumo principas - Visuotinė lietuvių enciklopedija \(vle.lt\)](#) Žiūrėta 2022-04-16) ir apibrėžti, kokios sistemos vadinamos inercinėmis. Aiškinimuisi, galima panaudoti filmuotą medžiagą, pvz., ([\(644\) Relative Motion and Inertial Reference Frames - YouTube](#), ([\(644\) Theory of relativity explained in 7 mins - YouTube](#) Žiūrėta 2022-04-20). Jei buvo vykdomi projektai su istorijos mokytoju ar mokiniai ruošė pranešimus apie fizikos mokslo raidą, tai gali būti pristatyti pranešimai apie reliatyvumo teorijos sukūrimą. Pranešimuose turi būti akcentuojama, kad ši teorija sukurta dėl to, kad remiantis klasikinės mechanikos dėsniais negalima buvo paaiškinti elektrodinamikos reiškinių. Mokiniai, įsivaizduodami XX a. pradžios mokslo visuomenėje vyraujančią atmosferą, gali surengti spektaklį/debatų, kurių metu vieną iš trijų grupių gintų nuomonę, kad klasikinės (Galilėjaus) reliatyvumo teorijos reikia atsisakyti, nes ji tinkamai aprašo tik mechaninius reiškinius, bet ne elektromagnetinius; Dž.K. Maksvelo lygtys nėra teisingos ir jas reikia perrašyti taip, kad jos tenkintų Galilėjaus reliatyvumo principą; Galilėjaus reliatyvumo principas nėra teisingas ir jį reikia pakeisti kitu. Šių debatų metu turi būti minima H. Lorencio ir kt. hipotezė apie eterio egzistavimą, A.A. Michelsono ir E. Morley šviesos greičio matavimo eksperimentai, H. Herco darbai susiję su Dž.K. Maksvelo lygčių patikra bei A. Einšteino darbai. ([\(644\) Classic Physics vs Relativity - History, Examples and Alternatives - YouTube](#) Žiūrėta 2022-04-20).

Detaliau turi būti aptartas reliatyvumo teorijos sukūrimas, t.y. A. Einšteino prielaidos (hipotezės) ir postulatai: Galilėjaus transformacijos yra taikomos, tik tuo atveju, kai kūnų greičiai yra daug kartų mažesni už šviesos greitį; laiko ir erdvės savybės priklauso nuo inercinės atskaitos sistemos judėjimo greičio; vienodomis sąlygomis visi fizikiniai reiškiniai bet kurioje inercinėje atskaitos sistemoje vyksta absoliučiai vienodai; šviesos greitis vakuume nepriklauso nuo šaltinio ir imtuvo judėjimo greičio ir visose inercinėse atskaitos sistemose jis yra vienodas.

Analizuodami mokomąją medžiagą pateiktą <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Relativ/ltrans.html#c2> ir vaizdo įrašė [Introduction to the Lorentz transformation | Special relativity | Physics | Khan Academy](#), mokiniai turi išsiaiškinti, kad įvykiai, kurie vienoje inercinėje atskaitos sistemoje vyksta tuo pačiu metu, nevyksta tuo pačiu metu kitose sistemose, judančiose viena kitos atžvilgiu. Naudodamiesi aukščiau pateikta medžiaga, kitais informaciniais šaltiniais ir simuliacija

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=str_dilatace&l=cz,

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=str_kontrakce&l=cz (Žiūrėta 2022-04-24), mokiniai gali padaryti minčių žemėlapius parodančius reliatyvistinės, specialiosios reliatyvistinės ir klasikinės teorijų skirtumus.

30.4.2. Reliatyvistinė mechanika.

Išsiaiškinus kaip transformuojasi Niutono dėsnų išraiška „pereinant“ iš vienos inercinės atskaitos sistemos į kitą ir koks yra ryšys tarp masės ir energijos esant reliatyvistiniam ir nereliatyvistiniam judėjimui, žemėlapiui turi būti papildyti. Aiškinimuisi apie Einšteino masės ir energijos sąryšį galima naudoti filmuotą medžiagą ([\(651\) Special Relativity Part 4: Mass-Energy Equivalence or \$E = mc^2\$ - YouTube](#), (Žiūrėta 2022-04-24). Šis sąryšis yra panaudojamas fotono energijos, judesio kiekio ir masės matematinei išraiškai išvesti ir išsiaiškinti. Mokiniais gali būti pateiktas savarankiškas darbas išsiaiškinti, kokiems reiškiniams ar eksperimentams atliekamiems Žemėje aprašyti yra naudojama reliatyvumo teorija. Kad darbo atlikimas neužtruktų ilgai, patariama mokiniams pateikti raktinius žodžius, tokius kaip elektrono judėjimas greičiu artimu šviesos greičiui, elementariųjų dalelių judėjimas. Tikėtina, kad mokiniai nagrinės elementariųjų dalelių tyrimus bei elektronų judėjimą elektroniniuose vamzdžiuose. Aptariant savarankiško darbo atlikimą, mokiniai turi atsakyti į klausimą, kokiais būdais elementariosios dalelės (pvz. elektronas) yra pagreitinamos ir įvertinti (apskaičiuoti), koks potencialų skirtumas yra reikalingas įvairių elementariųjų dalelių pagreitinimui iki mokytojo nurodyto greičio.

Naudodami medžiagą pateiktą https://atlas.physicsmasterclasses.org/en/wpath_messung.htm (Žiūrėta 2022-04-24) mokiniai gali išsiaiškinti, kaip valdomos elementariosios dalelės, kaip fiksuojami po jų susidūrimo susidarę produktai, kas tie produktai yra. Mokiniais gali būti pasiūlyta taikant reliatyvistinius energijos ir judesio kiekio tvermės dėsnius nustatyti kokius produktus ir kokiomis sąlygomis gali susidaryti vykstant dalelių

susidūrimo ir suyrimo metu. Jie gali sudaryti minčių žemėlapius palyginti branduolių susidūrimo/skilimo ir elementariųjų dalelių susidūrimo/suyrimo reakcijas.

2. Veiklų planavimo pavyzdžiai

Šiame skyrelyje pateikiami ilgalaikių ir veiklų ir projektinių planavimo, kompetencijų ugdymo pavyzdžiai su nuorodomis į šaltinius ir patarimais mokytojams.

Ugdymo proceso kokybė didele dalimi priklauso nuo kokybiško edukacinių veiklų planavimo, todėl svarbu planuojant pasitelkti integracinius ryšius, įvairius šaltinius, netradicines aplinkas įgalinti mokinius įvairiapusiam ir motyvuojančiam mokymuisi. Įgyvendinimo rekomendacijose planavimo aspektai pateikiami kaip darbo įrankis, kuris paskatintų ieškoti naujų idėjų, netradicinių ugdymo proceso organizavimo formų, kurios sudaro galimybes kartu su mokiniais kurti lankstų, besimokančiųjų poreikius ir mokymosi galimybes atitinkantį mokymosi „kelią“ ir siekti Bendrosiose programose apibrėžtų mokinių pasiekimų.

2.1. III gimnazijos klasė

ILGALAIKIS PLANAS

Mokymosi turinio tema	Tema	Val. sk.	Galimos mokinių veiklos
29.1.1 Fizikos mokslo raida.	Šiuolaikinės pasaulio problemos ir darnaus vystymosi programa.	1	Šaltinių analizė ir laiko skalės braižymas. Pamokos pradžioje pateikiamos šiuolaikinės pasaulį neraminančios problemos ir aptariami darnaus vystymosi uždaviniai (Keiskime mūsų pasaulį. Darnaus vystymosi darbotvarkė iki 2030 metų Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija (lr.lt)).
	Fizikos raida ir perspektyvos.	1	Primenama aštuntoje klasėje daryta teleskopo atradimo istorija ir šiuo pavyzdžiu mokiniai analizuodami šaltinius parengia fizikos istorijos laiko skalę, joje išskirdami Lietuvos mokslininkų atradimus. Skalė baigiama dabartinėmis neišspręstomis problemomis ir siūlymais kaip fizikos mokslas gali padėti išspręsti šias problemas.
29.1.2. Pažinimo metodai ir kalba.	Tiriamąo darbo atlikimas ir jo ataskaitos parengimas.	1-2	Pamokos pradžioje peržiūrimi vaizdo įrašai apie stebėjimus, eksperimentus, laboratorinius, teorinius ir eksperimentinius tyrimus, mokiniai grupėse surašo visų panašumus ir skirtumus. Pasirinkus konkretų tyrimą, pavyzdžiui, matematinės svyravimų svyravimo periodo priklausomybės nuo siūlo ilgio, pakartojami visi tyrimo etapai, akcentuojant ataskaitos rengimo taisykles.
29.1.3. Matavimai ir skaičiavimai fizikoje	Tarptautinė vienetų sistema ir fizikinių dydžių apskaičiavimas.	1	Pateikiama fizikos matavimų skalė nuo mikro iki makro. Mokiniai grupėse atsako į klausimus: kam reikia vienetų standartų, kokie pagrindiniai šiuolaikiniai matavimo vienetai https://www.nist.gov/pml/weights-and-measures/metric-si/si-units . Jie taip pat užrašo pagrindinius veiksmus su matavimo vienetais ir/ar su standartinio skaičiaus išraiška, taiko apvalinimo taisykles. Pamokos pabaigoje aptariami bendri susitarimai, kurie bus taikomi mokantis fizikos.
	Tyrimo tikslumo įvertinimas.	1–2	Atliekamas pasirinktas iš anksčiau atliktų mokomasis tiriamasis darbas ir analizuojant šaltinius mokomasi įvertinti ir apskaičiuoti tyrimo tikslumą, brėžti ir analizuoti grafinę informaciją ir pateikti tyrimo ataskaitą. Veiklų pabaigoje aptariamos ir užsirašomos lentelėse paklaidų skaičiavimo formulės.

	Fizikiniai vektoriniai dydžiai.	1	Prisimenami vektoriniai ir skaliariniai fizikiniai dydžiai. Pasinaudojus interaktyvia simuliacija, pavyzdžiui Vector Addition atliekamos užduotys ir pasitelkiant minčių žemėlapi susisteminamos ir užrašomos pagrindinės taisyklės taikomos su fizikiniais vektoriniais dydžiais.
29.2.1. Judėjimas.	Judėjimą aprašančios lygtys	1–2	Iš kūno judėjimą aprašančios koordinatės priklausomybės nuo laiko lygties išveda greičio ir pagreičio lygtis. Naudodamiesi simuliacija https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_pohyb&l=en , mokiniai brėžia ir analizuoja greičio, pagreičio, poslinkio ir koordinatės priklausomybės nuo laiko grafikus, nustato, kuo skiriasi greitėjančių, lėtėjančių ar tolygiai judančių kūnų greičio ir pagreičio grafikai. Braižo kūno judėjimo grafikus naudodami filmuotos medžiagos duomenis.
	Kampu į horizontą mesto kūno judėjimas.	1–2	Iš kūnų koordinatės kitimo duomenų, nustato jų greičio ir pagreičio kitimo duomenis. Nagrinėja kampų į horizontą mestų kūnų judėjimo trajektorijas, nustato jų formą bei trajektorijas aprašančias funkcijas.
	Greičio reliatyvumas. Galilėjaus transformacijos.	1	Naudojantis simuliacija https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_kolo&l=en nustato reliatyviuosius poslinkį ir judėjimo greitį.
29.2.2. Jėgos	Jėgų rūšys, jų atstojamoji.	1	Prisimena kas yra jėgos, jų rūšis, skaičiavimo išraiškas, atvaizdavimą brėžiniuose. Nagrinėdami simuliacijas (pvz., https://interactives.ck12.org/simulations/physics/horse-and-cart/app/index.html?screen=sandbox&lang=en&referrer=ck12Lancher&backUrl=https://interactives.ck12.org/simulations/physics.html) prisimena, kas yra jėgų atstojamoji, kaip ji apskaičiuojama.
	Niutono dėsniai.	1	Savarankiškai dirbdami su simuliacijomis https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_newton1&l=en Forces and Motion: Basics https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_newton3&l=en , ar peržiūrėdami vaizdo įrašus, atlikdami tyrimus, prisimena ir savarankiškai pakartoja Niutono dėsnius. Nagrinėdami artimoje aplinkoje mokytojo patartus reiškinius, išsiaiškina, kuo skiriasi inercinė ir neinercinė atskaitos sistemos.
	Gravitacinė traukos jėga. Laisvojo kritimo pagreitis.	2	Naudodamiesi simuliacija Gravity Force Lab https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=gp_newton_zakon&l=en nustato, kaip keičiantis kūnų masei ir/ar atstumui tarp jų keičiasi juos veikianti gravitacinės traukos jėga, užrašo laisvojo kritimo pagreičio išraišką. Atlieka laisvojo kritimo pagreičio nustatymo ir jo priklausomybės nuo krentančio kūno masės ar formos tiriamuosius darbus, išsiaiškina, kaip skirsis laisvojo kritimo pagreitis skirtingose

			Žemės vietose ar kitose planetose bei kūnui tolstant nuo Žemės. Sprendžia uždavinius.,
	Tiriamieji darbai	3	Mokiniai savarankiškai atlieka tiriamuosius darbus: Spyruoklės tamprumo koeficiento nustatymas; Trinties koeficiento nustatymas. Gautus tyrimo rezultatus paruošia ir pristato pranešimus kitiems. Naudodamiesi simuliacija Normal force and contact force Forces and Newton's laws of motion Physics Khan Academy nustato, kas yra atramos reakcijos jėga, kokia jos kryptis.
	Uždavinių sprendimas	2–4	Sprendžia kelių jėgų veikiamų kūnų, esančių ant horizontalios ir nuožulnios plokštumos bei surišių kūnų dinamikos ir kinematikos uždavinius.
29.2.3. Judesio kiekis, jėgos impulsas. Judesio kiekio tvermės dėsnis.	Judesio kiekis, jėgos impulsas. Judesio kiekio tvermės dėsnis.	3–4	Naudodami simuliaciją Collision Lab išsiaiškina ir apibūdina, kas yra ir kuo skiriasi tamprūs, netamprūs, centriniai ir necentriniai smūgiai. Remdamiesi III Niutono dėsniu išveda judesio kiekio tvermės dėsnį. Sprendžia uždavinius. Gali parengti ir pristatyti pranešimus apie Semenavičiaus asmenybę ir darbus, raketų judėjimą. ATC gali atlikti judesio kiekio tvermės dėsnio tyrimą.
29.3.1 Energija, darbas, galia.	Mechaninė energija.	2	Pasinaudoję KINETIC ENERGY #studyanimated #animation ir https://www.youtube.com/watch?v=paPGNsx-Uak&ab_channel=ManochaAcademy vaizdo medžiagą apibūdina kinetinę ir potencinę energijas, jų matavimo vienetą. Atlikdami eksperimentus su skirtingo standumo spyruoklėmis išsiaiškina nuo ko priklauso tampriai deformuoto kūno energija. Sprendžiami uždaviniai.
	Mechaninis darbas.	4	Sprendžiami ir aptariami įvairaus tipo uždaviniai mechaniniam darbui apskaičiuoti.
	Energijos tvermės dėsnis.	4	Pakartojamas energijos tvermės dėsnis, sprendžiant uždavinius aiškinamasi kaip taikyti energijos tvermės dėsnį įvairiose situacijose: atrakcionas „Amerikietiški kalneliai“, lėktuvo nusileidimas iš tam tikro aukščio, laisvai krintantis kūnas, tampriai deformuojant kūną. Galima pasinaudoti vaizdo medžiaga GCSE Physics: Conservation of Mechanical Energy . Atliekami laisvai krintančių kūnų ir tampriai deformuotų kūnų energijos virsmų tiriamieji darbai.
	Mechanizmo galia ir naudingumo koeficientas.	3	Aptariami pavyzdžiai, kada yra svarbus darbo atlikimo arba energijos perdavimo greitis, pakartojamos ir gilinamos žinios apie mechaninę galią. Sprendžiami uždaviniai apskaičiuojant pastoviu greičiu judančių kūnų išvystomą galią, naudingumo koeficientą, energijos nuostolių dydį. Įvardijamos ir analizuojamos energijos nuostolių priežastys.
29.4.1. Ryšys tarp mikro ir makro pasaulio.	Pagrindiniai molekulinės dujų teorijos teiginiai.	1	Peržiūrint trumpus filmukus prisimenama kietųjų kūnų, skysčių ir dujų molekulinė sandara ir molekulių sąveika. Nagrinėjami ir/ar atliekami bandymai, kuriais įrodomi pagrindiniai molekulinės kinetinės teorijos teiginiai.
	Fizikiniai dydžiai nusakantys ryšį tarp	1	Pateikiamas fizikinių dydžių pavadinimų sąrašas, mokiniai ieško tų dydžių apibrėžimų, simbolių ir matavimo vienetų.

	mikro ir makro pasaulio.		Darbas grupėse - kiekviena grupė burtų keliu gauna konkretų šiluminį reiškinį, turi jį paaiškinti ir nurodyti reiškinį apibūdinančius fizikinius dydžius, jų žymėjimus ir matavimo vienetus. Užrašo temperatūrą Celsijaus laipsniais ir kelvinais.
	Idealiųjų vienatomių dujų vidinės energijos priklausomybė nuo temperatūros.	1	Užrašoma dujų vidinės energijos priklausomybė nuo temperatūros. Spręsdami uždavinius mokomasi taikyti formulę vidinei energijai ir jos ryšiui su molekulių kinetine energija nustatyti.
	Pagrindinė molekulinės kinetinės teorijos lygtis.	1	Stebint trumpus filmus (Bandymai, parodantys skysčių ir dujų dėsningumus) prisimenamas kietųjų kūnų, skysčių ir dujų slėgis. Sprendžiami uždaviniai taikant pagrindinės molekulinės kinetinės teorijos lygtį.
	Idealiųjų dujų būsenos lygties patikrinimas.	1	Naudojant laboratorinę įrangą arba virtualius įrankius (Gas Properties) atliekamas laboratorinis darbas „Idealiųjų dujų būsenos lygties patikrinimas“.
	Izochorinis, izobarinis, izoterminis procesai.	3	Tiriamieji darbai „Izobarinio proceso tyrimas“, „Izoterminio proceso tyrimas“, „Izochorinio proceso tyrimas“ (naudojama laboratorinė įranga arba virtuali laboratorija Gas Properties). Sprendžiami uždaviniai taikant izoprocesų dėsnius.
29.4.2. Termodinamika.	Šilumos kiekis, savitosios šilumos. Temperatūros kitimo grafikai šilumos mainų ir fazinių virsmų metu.	2	Grupėse aptariami agregatiniai virsmai, savitosios šilumos ir šilumos kiekio skaičiavimo formulės. Apibendrinant grupių darbą pabrėžiamos agregatinių virsmų sąlygos. Brėžiami ir analizuojami temperatūros kitimo grafikai šilumos mainų ir fazinių virsmų metu.
	Šilumos balanso lygties taikymas.	2	Sprendžiami uždaviniai taikant šilumos balanso lygtį.
	Darbas termodinamikoje.	1–2	Apibūdinamas darbas termodinamikoje, išsiaiškinamas dujų ir išorinių jėgų darbas, mokomasi dujų darbą apskaičiuoti iš grafiko. Uždavinių sprendimas.
	I-asis termodinamikos dėsnis, ir jo taikymas izoterminiam, izochoriniam, izobariniam, adiabatiniams procesams.	2	Grupėse aiškinamasi I-ojo termodinamikos dėsnių taikymas izoprocesams. Uždavinių sprendimas.
	II ir III termodinamikos dėsniai. Entropija..	2	Projektinis darbas „Termodinamikos dėsniai kasdienybėje (gamtoje ir technikoje): šaldytuvo ir kondicionieriaus veikimo principas, geoterminis šildymas ir kt.
29.5.1. Elektrostatinis laukas.	Kūnų įelektrinimas	1	Naudojant laboratorinę įrangą arba virtualius įrankius, atlieka tyrimus susijusius su kūnų įelektrinimu https://phet.colorado.edu/en/simulations/balloons-and-static-

			electricity, elektros krūvio rūšimis ir sąveika, krūvio tvermės dėsniau, elektriniu lauku https://phet.colorado.edu/en/simulations/charges-and-fields . Sprendžia uždavinius.
	Kulono dėsnis.	2	Naudojant laboratorinę įrangą arba virtualius įrankius, atlieka tyrimus Kulono dėsnio iliustravimui https://phet.colorado.edu/en/simulations/coulombs-law , https://ophysics.com/em1.html , formuluoja ir užrašo Kulono dėsnį, aptaria dielektrinės skvarbos įtaką sąveikos jėgai. Sprendžia uždavinius.
	Elektrinio lauko stipris.	1	Naudojantis simuliacijomis http://seilias.gr/go-lab/html5/electricFieldVoltage.plain.html , https://ophysics.com/em4.html įvertina elektrinio lauko, kurį kuria keli krūviai, stiprį.
	Elektrinio lauko darbas. Potencialas.	2–3	Ieškodami informacijos įvairiuose šaltiniuose, nustato ryšį tarp džiaulio ir elektronvolto. Sprendžia elektrinio lauko darbo apskaičiavimo uždavinius. Naudojantis simuliacijomis https://ophysics.com/em9.html ir informacijos šaltiniais išsiaiškina, kas yra potencialas, ekvipotencialiniai paviršiai, potencialų skirtumas, įtampa. Sprendžia uždavinius.
	Kartojimas. Elektrinė talpa. Kondensatoriai.	2	Naudojantis laboratorine įranga arba virtualiais įrankiais atlieka tyrimus tam, kad prisimintų kas yra elektrinė talpa, kondensatoriai ir jų tipus, kondensatoriaus talpos priklausomybę nuo plokščių/ ploto, atstumo tarp jų https://phet.colorado.edu/en/simulations/capacitor-lab-basics . Nagrinėja kondensatoriaus talpos priklausomybę nuo dielektriko savybių, nustato ryšį tarp kondensatoriaus talpos ir įelektrinto kondensatoriaus energijos pasinaudoję simuliacija https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/capacitor-lab/latest/capacitor-lab.html?simulation=capacitor-lab . Sprendžia uždavinius.
29.5.2. Elektros srovė metaluose.	Elektros srovė.	1–2	Naudojantis minčių žemėlapiu (grafine tvarkykle), savarankiškai susistemina: kas yra elektros srovė, kokios elektringosios dalelės sukuria elektros srovę metaluose, kokia srovės kryptis, kas yra srovės stipris, jo matavimo vienetas ir prietaisas, sąlygos elektros srovei tekėti. Uždavinių sprendimas.
	Omo dėsnis grandinės daliai. Laidininkų varža	2	Atliekant realų ir/ar virtualų https://phet.colorado.edu/en/simulations/ohms-law tyrimą, prisimena Omo dėsnį grandinės daliai, laidininko varžą https://phet.colorado.edu/en/simulations/resistance-in-a-wire , įtampą. Esant galimybei, praktiškai nustatoma konkrečios medžiagos savitoji varža.
	Superlaidumas	2	Savarankiškai paruošia ir pristato pranešimus apie laidininko varžos priklausomybę nuo temperatūros, superlaidumą, kur ir kaip ši savybė pritaikoma praktikoje. Savarankiškai, pasinaudojant simuliacijomis https://go-lab.gw.utwente.nl/production/electricalCircuitLab/build/circuitLa

			b.html?preview= , http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/circuit_power_boxes_combination.html prisimena, kaip braižomos grandinių schemas, laidininkų jungimo būdus. Sprendžiant uždavinius ir pasinaudoję simuliacija http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/ohm_IVgraph.html nagrinėja grandinių voltamperinės charakteristikas, braižo grafikus.
	Džaulio-Lenco dėsnis	2	Sprendžia uždavinius taikant Džaulio ir Lenco dėsnį, Omo dėsnius grandinės daliai ir uždarajai grandinei, skaičiuoja elektrovaros jėgą, kai grandinėje yra keli šaltiniai. Paruošia ir pristato pranešimus apie trumpąjį jungimą ir jo sukeltus pavojus, įtampos valdymo būdus grandinėse ir jų praktinį pritaikymą, srovės stiprio ir įtampos matavimo prietaisus.
29.5.3. Elektros srovės šaltiniai.	Elektros srovės šaltiniai.	1	Naudojant minčių žemėlapius (grafine tvarkykle), susistemina žinios apie elektros srovės šaltinius, jų veikimo principus, naudojimą. Savarankiškai paruošia ir pristato pranešimus apie baterijų ir kitų srovės šaltinių panaudojimą, ekologines problemas susijusias su jais, akcentuojant rūšiavimo svarbą.
	Elektros šaltinio vidinės varžos nustatymas"	1–3	Atliekant realų tyrimą arba pasinaudojant simuliacijomis https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/battery-resistor-circuit/latest/battery-resistor-circuit.html?simulation=battery-resistor-circuit , https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_en.html , https://phet.colorado.edu/en/simulations/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab , nustato šaltinio vidinę varžą, elektros srovės šaltinio įtampos priklausomybę nuo įkrovos laiko ir dydžio, nuosekliai ir lygiagrečiai sujungtų srovės šaltinių elektrovarą.
29.5.4. Magnetinis laukas.	Magnetinis laukas.	1	Savarankiškai paruošia minčių žemėlapius (grafine tvarkykle), prisimena nuolatinių magnetų ir elektros srovės kuriamo magnetinio lauko savybes, jo grafinį vaizdavimą bei magnetinių reiškinių kilmę. Sprendžia uždavinius, prisimindami elektros srovių sąveiką, magnetinę (Ampero) jėgą, jos dydžio ir krypties nustatymą.
	Elektringųjų dalelių judėjimas magnetiniame lauke.	2	Pasinaudodami simuliacijomis, http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/charge_in_EField.html , http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/charge_in_field.html , http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/threeD_magnetism.html , https://ophysics.com/em8.html , tiria elektringųjų dalelių judėjimą elektriniame ir magnetiniame lauke. Sprendžia uždavinius.
	Magnetinės medžiagų savybės	1	Savarankiškai paruošia ir pristato pranešimus apie tai, kur taikomas elektringųjų dalelių judėjimas magnetiniame lauke, magnetinės medžiagos savybes, magnetinę skvarbą, feromagnetines medžiagas ir jų taikymą, medžiagos įmagnetinimą, elektros variklių veikimo principas bei jų taikymą.
29.5.5. Elektromagn	Magnetinis srautas	1	Stebėdami vaizdo įrašą https://concordian-thailand.libguides.com/c.php?g=688995&p=6761154 , išsiaiškina,

etinė indukcija.			kas yra magnetinis srautas. Atliekant eksperimentus, prisimena elektromagnetinę indukciją. Pasinaudoja simuliacijomis https://phet.colorado.edu/en/simulations/faradays-law , https://ophysics.com/em11.html išsiaiškina ir suformuluoja Faradėjaus indukcijos dėsnis.
	Elektromagnetinės indukcijos taikymas	1–2	Parengia pristatymus apie elektromagnetinės indukcijos taikymą. Sprendžia uždavinius nustatant indukuotąją elektrovarą kaip magnetinio srauto išvestinę, taikant Lenco dėsnį, apskaičiuoja tiesiame laidininke indukuotąją elektrovarą. Atlieka užduotis, taikydami dešinės rankos taisyklę indukuotosios srovės kryptį tiesiame laidininke nustatyti.
	Saviindukcija	1–3	Atlieka eksperimentą su saviindukcijos reiškiniu, žiūri vaizdo įrašą https://www.youtube.com/watch?v=0H3Ru8O2zG0 . Sprendžia uždavinius, taikydami ritės induktyvumo formulę, naudodamiesi induktyvumo apibrėžimu išveda indukuotosios elektrovaros formulę, apskaičiuoja laidininko magnetinio lauko energiją.
	Indukuotosios elektrovaros priklausomybės nuo magnetinio srauto kitimo greičio/rėmelio ploto/apvijų skaičiaus tyrimas.	1	Realiai ar virtualiai (Electric generator (bu.edu)) atlieka laboratorinius darbus: indukuotosios elektrovaros priklausomybės nuo magnetinio srauto kitimo greičio/rėmelio ploto/apvijų skaičiaus tyrimas.
29.5.6. Kintamoji elektros srovė ir jos perdavimas.	Virpesių kontūras, jo energija	1–2	Pasinaudodami simuliacija https://www.walter-fendt.de/html5/phen/oscillatingcircuit_en.htm prisimena elektromagnetinius virpesius, virpesių kontūrą ir energijos virsmus jame ir analizuoja grafinę informaciją. Analizuodami pateiktą medžiagą išsiaiškina, kaip tarpusavyje susiję krūvio, srovės stiprio ir įtampos kitimas, bei elektrinio ir magnetinio laukų energijos kitimas virpesių kontūre. Savarankiškai arba grupėse atlieka mokytojo pateiktas užduotis ir sprendžia uždavinius.
	Elektros generatoriai	1	Pasinaudodami simuliacija https://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/electric_generator.html analizuoja elektros generatorių sandarą ir tyrinėja jų veikimo principą. Grupėse aptaria ir pateikia elektros generatorių taikymo pavyzdžių. Sprendžia uždavinius naudojantis elektrovaros formule, skaičiuoja srovės stiprio ir įtampos efektines vertes.
	Transformatoriai ir jų panaudojimas	2	Spręsdami uždavinius ir naudodamiesi pateikta medžiaga nustato kintamosios srovės galios priklausomybę nuo laiko kai grandinėje yra tik aktyvioji varža. Žiūri filmą https://concordian-thailand.libguides.com/c.php?g=688995&p=6761154 (anglų kalba) ir nagrinėja transformatoriaus sandarą ir jo veikimo principą, skaičiuoja transformacijos koeficientą ir išsiaiškina, kuo idealus transformatorius skiriasi nuo realaus.

			Parengia ir pristato trumpus pranešimus apie transformatorių naudojimą elektros energijos skirstymo ir perdavimo sistemose, šiluminius nuostolius elektros srovei tekant perdavimo laidais ir numato tų nuostolių mažinimo būdus.
	Varža kintamos srovės grandinėje	2	Spręsdami uždavinius apskaičiuoja aktyviąją, talpinę ir induktyviąją kintamos srovės grandinės varžą. Žiūri vaizdo įrašą https://www.youtube.com/watch?v=EkHch86UXpY , išsiaiškina diodo veikimo principus (PhET Simulation (colorado.edu)), nagrinėja kintamosios srovės lyginimą (pusės ir pilnos bangos lyginimas). Kartu su informatikos ir/ar technologijų mokytojais tyrinėja diodinius tiltelius (Full-Wave Bridge Rectifier—SystemModeler Model (wolfram.com)).
	Laboratoriniai darbai	1	Atlieka laboratorinius darbus: indukuotos elektrovaros priklausomybės nuo generatoriaus sandaros tyrimas; kintamosios elektros srovės lyginimas diodiniu tilteliu.
29.5.7. Energijos šaltiniai.	Kuras	2–3	Spręsdami uždavinius apskaičiuoja kuro degimo šilumą, elektrinę galią ir kuro energijos tankį. Grupėse aptaria įvairios energijos gamybai naudojamo kuro rūšis ir parengia pranešimus apie pirminius (gamtos išteklių) ir antrinius (technologinio proceso metu gaunama energija, pvz.: šaldytuvų išskiriama šiluma) energijos šaltinius.
	Tvari energetika	2–3	Grupėse nagrinėja vaizdo įrašus: https://youtu.be/IHS7os67WbQ , https://youtu.be/dh4tS5my6O8 , https://www.youtube.com/watch?v=0t9IsiEMres&list=PLPsx331rqafXwle6p_2jQjhzedHrVJE5v&index=2 ir palygina iškastinio kuro, branduolinės, termobranduolinės, vėjo, hidro- ir hidroakumuliacinės, geoterminės, saulės elementų jėgaines saugumo, ekonomiškumo ir ekologiškumo aspektais. Naudodamiesi informacijos šaltiniais, palygina elektrinių naudingumo koeficientus, galią, galią tenkančią užimamo ploto vienetui. Grupėse aptaria skirtumus tarp saulės elementų ir saulės modulių, braižo ir analizuoja Sankey diagramas https://sankeymatic.com/build/ , https://youtu.be/Ckc7X0Gg-Y energijos gamybos ir perdavimo procesams. Pasiruošia ir dalyvauja diskusijoje apie energetikos plėtrą Lietuvoje ir pasaulyje remiantis Sankey diagramomis ir elektrinių saugumo, ekonomiškumo ir ekologiškumo parametrais.

VEIKLŲ PLANAVIMO PAVYZDŽIAI

29.1.3. Matavimai ir skaičiavimai fizikoje.

VEIKLOS TEMA: Tyrimo tikslumo įvertinimas

Veiklos tikslas	Išsiaiškinti tyrimo tikslumo įvertinimo būdus
Žinios (sąvokos, reiškiniai)	Absoliutinės, santykinės ir sisteminės paklaidos, grafinė analizė, geometrinių ir fizikinių dydžių ryšiai

Gamtamoksliniai pasiekimai	Paaškina kaip galima nustatyti ir sumažinti atsitiktines ir sistemines klaidas. Nustato ir įvertina matavimo ir sistemines paklaidas. Apskaičiuoja ir įvertina sudėties, atimties, dalijimo, laipsninių funkcijų skaičiavimų santykinės ir absoliutines paklaidas. Braižo grafikus ir sieja geometrinių ir fizikinių dydžių ryšį, nustato paklaidą iš grafiko.
Kompetencijos	<i>Pažinimo</i> – taiko turimas žinias ir gebėjimus, tinkamai pasirenka strategijas, prognozuoja ir kritiškai vertina tyrimo rezultatus; įsivertina patirtį ir pažangą; kelia tolesnius mokymosi tikslus. <i>SESG</i> – bendradarbiauja, dalijasi informacija, padeda kitiems; reflektuoja asmeninę pažangą; įvardija savo stiprybes ir tobulintinas sritis. <i>Kūrybiškumo</i> – kelia probleminius klausimus, formuluoja su jais susietus tyrimo tikslus; kritiškai vertina gautus rezultatus atsižvelgdamas į realų kontekstą. <i>Komunikavimo</i> – tinkamai taiko gamtamokslines sąvokas, simbolius, matavimo vienetus. <i>Skaitmeninė</i> – tikslingai naudoja skaitmenines technologijas informacijai ir duomenims apdoroti.
Trukmė	1-2 pamokos
Veiklos tipas	tyrimas, stebėjimas, modeliavimas
Priemonės	Stovas, siūlas, svarelis, laikmatis, kompiuteris su Microsoft office paketu, matavimo cilindras, dinamometras, voltmetras, ampermetras, slankmatis ir kitos laboratorijoje esančios matavimo priemonės.
Tikrovės kontekstas (Įvadinė situacija, sudominimas)	„Visos mokslinės žinios yra netikslios ... jei jau nusprendėte jas išsiaiškinti, galbūt tai nepavyks. Kai mokslininkas jums sako nežinantis atsakymo, jis yra neišmanėlis. Kai jis jums sako, kad nujaučia, kaip tai veiks ar kas nutiks, jis nėra tikras dėl to. Kai jis yra visiškai tikras, kas nutiks jis jums pasakys: „Lažinuosi, vyks taip“, bet jis vis dar abejoja savo teiginiu. Nepaprastai svarbu pažangai pripažinti šį nežinojimą ir abejones. Kadangi mums kyla abejonių, siūlome ieškoti naujų idėjų naujomis kryptimis“. - Feynman, Richard P. 1998. Mokslininkai siekia atlikti eksperimentus, kurie leistų tiksliai įvertinti stebimą reiškinį. Tačiau dėl prietaisų riboto tikslumo jie pateikia savo tyrimų rezultatus nurodydami paklaidas.
Eiga	Atliekamas pasirinktas iš anksčiau atliktų mokomasis tiriamasis darbas ir analizuojant šaltinius mokomasi įvertinti ir apskaičiuoti tyrimo tikslumą, brėžti ir analizuoti grafinę informaciją ir pateikti tyrimo ataskaitą. Veiklų pabaigoje aptariamos ir užsirašomos lentelėse paklaidų skaičiavimo formulės. Detaliai veiklos aprašas pateiktas <i>Naujo turinio mokymo rekomendacijos</i> .
Refleksija	Kaip apskaičiuojama absoliutinė skaičiavimo paklaida? Kuriuo atveju teisingai užrašytas matavimo rezultatas $23,5\text{cm}^3 \pm 0,05\text{cm}^3$ ar $23,5\text{cm}^3 \pm 6,9\%$? Kodėl? Kaip iš grafiko galima nustatyti fizikinio dydžio priklausomybę? Kaip įvertinama skaitmeninių matavimo prietaisų paklaidos?
Veiklos plėtotė	Galima atlikti kitą, pagrindinio ugdymo pakopoje atliktą tyrimą ar laboratorinį darbą ir remiantis juo pasiruošti būsimiems tiriamiesiems darbams

Pagrindinė informacija ir patarimai mokytojui	Rekomenduojama visus veiksmus atlikti kartu ir užsirašyti pagrindines taisykles.
---	--

29.2.1 Judėjimas

VEIKLOS TEMA: Judančio kūno pagreičio nustatymas

Veiklos tikslas	Nustatyti judančio kūno pagreitį. Išsiaiškinti nuo ko priklauso nuožulniaja plokštuma judančio kūno pagreitis.
Žinios (sąvokos, reiškiniai)	Poslinkis, greitis, pagreitis, absoliučioji paklaida, santykinė paklaida
Gamtamoksliniai pasiekimai	Paaiškina, kas yra pagreitis bei geba jį nustatyti iš netiesioginių matavimų. Geba apskaičiuoti santykinę ir absoliučiąsias paklaidas. Paaiškina nuo ko priklauso nuožulnia plokštuma judančio kūno pagreitis
Kompetencijos	<i>Pažinimo</i> – taiko turimas žinias ir gebėjimus, tinkamai pasirenka strategijas, prognozuoja ir kritiškai vertina tyrimo rezultatus; kelia tolesnius mokymosi tikslus. <i>SESG</i> – bendradarbiauja su kitais mokiniiais; reflektuoja asmeninę pažangą; įvardija savo ir atlikto darbo stiprybes ir tobulintinas sritis. <i>Kūrybiškumo</i> – kelia probleminius klausimus; sugalvoja problemos sprendimo būdą; kritiškai vertina gautus rezultatus atsižvelgdamas į realų kontekstą. <i>Komunikavimo</i> – tinkamai taiko gamtamokslines sąvokas, simbolius, matavimo vienetų, braižo grafikus. <i>Skaitmeninė</i> – tikslingai naudoja skaitmenines technologijas informacijai ir duomenims apdoroti.
Trukmė	1-2 pamokos
Veiklos tipas	tyrimas
Priemonės	Keičiamo kampo nuožulnioji plokštuma, svareliai, liniuotė, laiko matavimo prietaisai, matlankis, kompiuteris su programine įranga grafikams braižyti.
Tikrovės kontekstas (Įvadinė situacija, sudominimas)	Žmogaus gyvenimas neįsivaizduojamas be judėjimo. Juda, tiek pats žmogus, tiek jo atskiros kūno dalys, tiek objektai esantys aplink žmogų. Retai objektai juda pastoviu greičiu - tai greitėja, tai lėtėja. Svarbu mokėti nustatyti kūno pagreitį, tam, kad, pavyzdžiui, kroviniai būtų atvežti laiku, nebūtų padaryta avarija, nenutrūktų lynas keliant krovinį ir panašiai.
Eiga	Bandymai atliekami keliais etapais. I etapas: Nustatomas tam tikras nuožulniosios plokštumos kampas ir nuo jos be pradinio greičio paleidžiamas slysti kūnas. Jei yra galimybė naudoti foto-vartus, kūnas gali riedėti. Fiksuojamas slydimo (riedėjimo) laikas ir nuožulniosios plokštumos polinkio kampas. Bandymas kartojamas kelis kartus. Kūnas paleidžiamas nuo tam tikros vietos. II etapas: Nuožulniosios plokštumos kampas išlieka toks pats. Kūnas paleidžiamas iš skirtingų nuožulniosios plokštumos vietų (keičiamas kūno poslinkis). Fiksuojamas slydimo poslinkis ir trukmė. Bandymas esant tam pačiam poslinkiui kartojamas kelis kartus. III etapas: Pakeičiamas nuožulniosios plokštumos kampas ir atliekami I etapo bandymai.

	Iš kelių vienodomis sąlygomis atliktų kūno slydimo matavimų skaičiuojamas slydimo laiko vidurkis. Šis laikas naudojamas apskaičiuoti pagreitį, kuriuo kūnas slydo žemyn. Suskaičiuojama absoliučioji ir santykinė matavimų paklaidos. Naudojantis turima programine įranga braižomas pagreičio priklausomybės nuo kampo grafikas.
Refleksija	Kokia gauta pagreičio vertė? Ar ji didelė palyginus su kitų buityje judančių kūnų pagreičiu? Ar keistųsi matuojamo pagreičio vertė atliekant matavimą kitoje Žemės vietoje (ar planetoje)? Ar didelė pagreičio matavimo paklaida? Kaip įvertinti, ar paklaida yra didelė? Kokie veiksniai nulėmė paklaidą? Kaip galima ją sumažinti? Kaip ir kodėl pagreitis (ne)priklauso nuo kūno poslinkio nuožulniąja plokštuma? Kaip priklauso kūno pagreitis nuo nuožulniosios plokštumos pasvirimo kampo?
Veiklos plėtotė	Tyrimą galima atlikti naudojant skirtingos formos ir(ar) iš skirtingos medžiagos padarytus kūnus ir skirtingo paviršiaus nuožulniąsias plokštumas, t.y. nustatyti, kaip pagreitis priklauso nuo trinties.
Pagrindinė informacija ir patarimai mokytojui	Reikia atkreipti dėmesį, kad naudojant didelio tikslumo laiko matavimo prietaisą, paklaidą nulemia žmogaus reakcijos laikas. Rekomenduojama tyrimui naudoti nedidelius kūnus, mažus polinkio kampus arba ilgesnes nuožulniąsias plokštumas. Kūnas turėtų slysti bent kelias sekundes, kad būtų eliminuota laiko matavimo paklaida, kurią nulemia reakcijos laikas.

29.3.1. Energija, darbas, galia.

VEIKLOS TEMA: Tampriai deformuoto kūno energija

Veiklos tikslas	Išsiaiškinti nuo ko priklauso ir kaip apskaičiuojama tampriai deformuoto kūno energija
Žinios (sąvokos, reiškiniai)	Spyruoklės standumo koeficientas, kūno poslinkio modulis, tamprumo jėga, potencinė energija
Gamtamoksliniai pasiekimai	Įvardija kas yra standumo koeficientas, kūno poslinkio modulis, tamprumo jėga. Nurodo, kokios energijos turi tampriai deformuotas kūnas, kaip ji apskaičiuojama, nuo ko ji priklauso, kaip deformuoto kūno potencinė energija susijusi su tamprumo jėgos darbu.
Kompetencijos	Pažinimo – taiko turimas žinias ir supratimą naujame kontekste, aiškinasi naujas sąvokas ir reiškinius, SESG – bendradarbiauja su kitais mokiniais, dalinasi informacija ir padeda jiems. Komunikavimo – tinkamai taiko gamtamokslines sąvokas, simbolius, matavimo vienetus. Skaitmeninė – tikslingai naudoja skaitmenines technologijas. Kūrybiškumo – kelia probleminius klausimus, kritiškai vertina gautus rezultatus.
Trukmė	1 pamoka
Veiklos tipas	tyrimas, modeliavimas
Priemonės	Skirtingo standumo spyruoklės, tašeliai, stovas, dinamometras, liniuotė ar matavimo juosta.
Tikrovės kontekstas	Pateikiami ir aptariami pavyzdžiai: deformuotos spyruoklės uždaro duris, įtemptas lankas suteikia pagreitį strėlei, automobilio amortizatoriai sušvelnina smūgio poveikį,

(Įvadinė situacija, sudominimas)	deformuotas batuto pagrindas suteikia pagreitį sportininkui. Šie pavyzdžiai įrodo, kad deformuoti kūnai turi potencinės energijos. Nuo ko priklauso deformuoto kūno potencinė energija ir kaip ją galima apskaičiuoti?
Eiga	Atliekamas bandymas: fiksuojamas nedeformuotos spyruoklės ilgis. Nustatomas kiekvieno tašelio svoris. Tada prie nedeformuotos spyruoklės vertikaliai prikabinamas tašelis, fiksuojama jo padėtis. Išmatuojamas spyruoklės pailgėjimas. Gauti duomenys (tamprumo jėga, kuri lygi sunkio jėgai ir pailgėjimas). Bandymas kartojamas keletą kartų su skirtingo svorio apkrova. Braižomas $F(x)$ grafikas. Remiantis grafiku apskaičiuojamas tamprumo jėgos atliktas darbas, išvedama tamptai deformuoto kūno potencinės energijos formulė, aptariama kaip nustatyti, kuriuo atveju atliekamas didžiausias darbas ištempiant spyruoklę. Įvertinamos matavimo paklaidos.
Refleksija	Kaip apskaičiuojama tamptai deformuoto kūno potencinė energija? Pateikite du-tris pavyzdžius, įrodančius, kad tamptai deformuoti kūnai turi energijos. Remiantis tyrimo metu gautais, duomenimis nurodykite Huko dėsnio galiojimo ribas.
Veiklos plėtotė	Galima atlikti kitą tyrimą ar pasinaudoti simuliacijomis Hooke's Law ir https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs/latest/masses-and-springs_en.html .
Pagrindinė informacija ir patarimai mokytoji	Parenkami įvairaus sunkumo uždaviniai tamptai deformuotų kūnų potencinei energijai apskaičiuoti.

29.4.1. Ryšys tarp mikro ir makro pasaulio

VEIKLOS TEMA: Idealiųjų dujų būsenos lygties patikrinimas.

Veiklos tikslas	Išsiaiškinti ryšį tarp dujų būseną apibūdinančių parametrų
Žinios (sąvokos, reiškiniai)	Idealiosios dujos, makroskopiniai parametrai (tūris, slėgis, temperatūra), idealiųjų dujų būsenos lygtis
Gamtamoksliniai pasiekimai	Įvardija, kurie fizikiniai dydžiai apibūdina dujų būseną. Nurodo tūrio, slėgio, temperatūros matavimo vienetų. Izoprocesus pavaizduoja grafiškai pV, VT ir pT ašyse. Prognozuoja, kaip keisis ryšys tarp slėgio, tūrio ir temperatūros, pasikeitus dujų masei ar rūšiai.
Kompetencijos	<i>Pažinimo</i> - taiko turimas žinias ir gebėjimus, atpažįsta priežasties ir pasekmės ryšius, tinkamai pasirenka strategijas, prognozuoja ir kritiškai vertina tyrimo rezultatus; įsivertina patirtį ir pažangą; kelia tolesnius mokymosi tikslus. <i>ESG</i> - bendradarbiauja, dalijasi informacija, padeda kitiems; reflektuoja asmeninę pažangą; įvardija savo stiprybes ir tobulintinas sritis. <i>Kūrybiškumo</i> - kelia probleminius klausimus, formuluoja su jais susietus tyrimo tikslus; kritiškai vertina gautus rezultatus atsižvelgdamas į realų kontekstą. <i>Komunikavimo</i> - tinkamai taiko gamtamokslines sąvokas, simbolius, formules, matavimo vienetų. <i>Skaitmeninė</i> - tikslingai naudoja skaitmenines technologijas.
Trukmė	1 pamoka

Veiklos tipas	Tyrimas
Priemonės	Virtuali laboratorija Gas Properties
Tikrovės kontekstas (Įvadinė situacija, sudominimas)	„Ketvirtadienį mūsų šalies orus lems tarp dviejų ciklonų išplitusi aukštesnio slėgio zona“, „Temperatūra pirmoje nakties pusėje pažemės iki 1–6, pajūryje 8–10 laipsnių“ – tokius sakinius girdime orų prognozėse. Kaip tarpusavyje susiję slėgis ir temperatūra?
Eiga	1. Į indą „įleiskite“ pasirinktos rūšies dujų. 2. Užsirašykite slėgio, temperatūros ir tūrio rodmenis. Apskaičiuokite dydį pV/T. 3. Pakeiskite vieną iš parametrų (slėgį, temperatūrą ar tūrį). Užsirašykite rodmenis. Vėl apskaičiuokite pV/T. 4. Dar kartą pakartokite 3 punktą. 5. Palyginkite gautus rezultatus. 6. Pakeiskite dujų kiekį (įleiskite jų daugiau). Pakartokite 2–5 punktus. 7. Tą patį atlikite su kitos rūšies dujomis. 8. Padarykite išvadas apie dujų slėgio, tūrio bei temperatūros tarpusavio priklausomybę.
Refleksija	Kaip kinta dujų tūris ir slėgis, kintant temperatūrai? Pavaizduokite grafiškai. Kaip kinta dujų slėgis ir temperatūra, kintant tūriui? Pavaizduokite grafiškai. Apibūdinkite/nurodykite dujų būsenos parametrų priklausomybę nuo dujų masės. Apibūdinkite/nurodykite dujų būsenos parametrų priklausomybę nuo dujų rūšies.
Veiklos plėtotė	Darbą galima atlikti laboratorijoje su realiomis priemonėmis. Vieną parametą palikus (pažymėjus) nekintamą, su ta pačia virtualia laboratorija galima tyrinėti izoprocesus.
Pagrindinė informacija ir patarimai mokytoji	Galima užduotis padalinti grupelėms, pvz., viena grupelė tiria, kaip kinta slėgis ir tūris kintant temperatūrai, kita - kaip kinta temperatūra ir slėgis keičiant tūrį ir pan.

2.2. IV gimnazijos klasė

ILGALAIKIS PLANAS

Mokymosi turinio sritis	Tema	Val. sk.	Galimos mokinių veiklos
30.1. Svyravimai	Mechaniniai svyravimai ir juos apibūdinantys dydžiai. Svyravimų rūšys.	1	Naudojantis simuliacija išsiaiškinama kokios jėgos veikia svyruojantį kūną, kaip svyravimai priklauso nuo pasipriešinimo.
	Harmoniniai svyravimai, svyravimo lygtis, svyravimų fazė.	2	Naudojantis simuliacija https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_pohyb_po_kruznici&l=en palyginama apskritimu judančio kūno ir svyruojančio kūno koordinatės kitimas. Uždavinių sprendimas.

	Svyruojančio kūno judėjimo grafikas.	1	Braižomi ir analizuojami svyravimų grafikai, pagal grafiką apibūdinamas svyravimas ir užrašoma jo lygtis.
	Matematinės ir spyruoklinės svyruoklių modeliai ir jų svyravimų periodas.	2	Naudojantis simuliacija https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_harmonicke_kmitani&l=en aptariami matematinės ir spyruoklinės svyruoklių modeliai ir išvedami jų svyravimo periodų formulės. Uždavinių sprendimas.
	Matematinės ir spyruoklinės svyruoklių svyravimo dėsnų tyrimas	1–2	Laisvojo kritimo pagreičio nustatymas matematine svyruokle. Kūno masės nustatymas spyruokline svyruokle. Tiriamasis darbas: Matematinės ir spyruoklinės svyruoklių periodo priklausomybės nuo jų parametrų tyrimas
	Mechaninis rezonansas	1	Naudojantis simuliacijomis https://www.compadre.org/osp/EJSS/4466/252.htm https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_rezonance&l=en arba pasigaminus Bartono svyruoklę stebimas mechaninis rezonansas, aptiriamos jo atsiradimo priežastys
	Energijos virsmai harmoningai svyruojant kūnui	1	Nagrinėjami harmoningai svyruojančio kūno energijos virsmai pasinaudojant interaktyvia simuliacija. Braižomi energijos priklausomybės nuo laiko grafikai naudojantis kompiuterinėmis priemonėmis.
	Mechaninių svyravimų ir elektromagnetinių virpesių palyginimas	1	Naudojantis simuliacija https://www.walter-fendt.de/html5/phen/oscillatingcircuit_en.htm išsiaiškinami elektromagnetinių virpesių ir mechaninių svyravimų panašumai ir skirtumai.
30.1.2. Bangos	Bangos ir jas apibūdinantys dydžiai	1	Naudojantis simuliacija https://phet.colorado.edu/en/simulations/waves-intro , stebimos skersinės bangos vandens paviršiuje ir išilginės bangos spyruoklėje, garso bangos. Naudojant žaislinę spyruoklę modeliuojamos išilginės ir skersinės bangos.
	Elektromagnetinių bangų rūšys ir elektromagnetinio ryšio principai	1	Grupėse arba individualiai rengiami ir pristatomi pranešimai apie elektromagnetinių bangų rūšys, elektromagnetinio ryšio principus, jo taikymą šiuolaikinės telekomunikacijos sistemose, radiolokaciją. https://applets.kcvs.ca/ElectromagneticSpectrum/electromagneticSpectrum.html
30.1.3. Stovinčios bangos	Stovinčios bangos ir jų susidarymas.	1	Stebint vaizdo įrašą ar simuliaciją https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_stojate_vlneni&l=en http://server.ce.tuiasi.ro/~radinschi/simulation/sim2/index.html nagrinėjamas stovinčių bangų susidarymas. Sprendžiami uždaviniai.
	Tiriamasis darbas: Stovinčių bangų	1	Tyrinėjant stovinčių bangų susidarymą virvėje su įtvirtintu ir neįtvirtintu galu,

	susidarymo sąlygų ir charakteristikų nustatymas.		stygoje http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/transverse_standing_wave.html ir vamzdelyje https://gateway.golabz.eu/os/pub/physics-bu/longitudinal_standing_wave/w_default.html nustatomos stovinčių bangų susidarymo sąlygos, jų ilgis, amplitudė, mazgai ir pūpsniai.
	Harmonika ir virštoniai. Stovinčių bangų susidarymas muzikos instrumentuose.	1	Stebint animaciją ir virtualaus http://www.thephysicsaviary.com/Physics/Programs/Labs/WaveOnStringLab/index.html arba realaus tyrimo metu nagrinėjama pirmoji harmonika ir virštoniai. Sprendžiami uždaviniai.
30.1.4. Bangų savybės	Bangų frontas ir spindulys. Bangų atspindys ir lūžis	1	Naudojant animuotus vaizdus https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1c/Wave-diffraction-2.gif , https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e4/Wavelength%3Dslitwidthblue3D.gif arba atliekant realų eksperimentą ir stebint skirtingų šaltinių (pvz., taško, plokštumos) sukeltų bangų frontą, nagrinėjamas energijos pernešimas. Grafiškai vaizduojamas bangų atspindys ir lūžis naudojant bangos frontą ir spindulį.
	Bangų sugertis ir užlinkimas už kliūtis. Bangų sudėtis.	2	Eksperimentuojant stebima mechaninių (pvz., garso) ir elektromagnetinių (pvz., šviesos) bangų sugertis, užlinkimas už kliūtis, bangų sudėtis. Braižant bangų diagramas nustatomi bangų sudėties rezultatai. http://www.acs.psu.edu/drussell/Demos/refract/snell-anim.gif IB Physics: Snell's Law of Refraction IB Physics: Diffraction , sudėtis https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0f/Huygens_Fresnel_Principle.gif IB Physics: Reflection and Transmission / Refraction of Waves IB Physics: Superposition and Interference of Waves https://ibphysicsnotes.files.wordpress.com/2016/01/changingmedia-new.gif?w=300&h=225 ; https://libapps-au.s3-ap-southeast-2.amazonaws.com/accounts/135923/images/Super33.gif . Braižant bangos diagramas aiškinama bangų sudėtis https://libapps-au.s3-ap-southeast-2.amazonaws.com/accounts/135923/images/Super1.gif
	Bangų poliarizacija	1	Eksperimentuojama su dviem Two Polarisers -- xmdemo 052 ir trimis poliaroidais Three Polarizers -- xmdemo 053 , su poliarizuotų stiklų akiniais effect of polarized lens on water , lyginami ir grafiškai vaizduojami svyravimai poliarizuotoje ir nepoliarizuotoje bangoje.
	Maliu dėsnio patikrinimas	1	Tiriamasis darbas: APC arba mokykloje atliekamas Maliu dėsnio tyrimas
30.2.1. Geometrinė optika	Pagrindinių sąvokų kartojimas	1	Vaizdo įrašų stebėjimas ir aptarimas, minčių žemėlapių kūrimas 10-Šviesos-sklidimas-atspindys-ir-lūžis-Video .
	Šviesos atspindžio ir lūžio dėsniai	1–2	Trumpais tiriamaisiais darbais patikrinami šviesos atspindžio ir lūžio dėsniai

	Visiškas vidaus atspindys	1–2	Praktiškai nustatomas įvairių medžiagų ribinis visiškojo atspindžio kampas, sprendžiami skaičiavimo uždaviniai. Informacijos apie šviesolaidžių taikymą paieška ir aptarimas.
	Šviesos spindulio eiga per prizmę ir lygiagrečių sienelių plokštelę	1–2	Praktiškai tiriama spindulio eiga, brėžiami brėžiniai, skaičiuojamas spindulio poslinkis.
	Lęšiai	2	Tyrinėjami glaudžiamieji ir sklaidomieji lęšiai, praktiškai nustatomas lęšio židinio nuotolis ir laužiamoji geba, skaičiuojamas didinimas.
	Optiniai prietaisai	1	Renkama ir pristatoma informacija apie mikroskopų ir teleskopų įvairovę.
30.2.2. Banginiai šviesos reiškiniai	Šviesos dispersija	1	Stebima ir nagrinėjama šviesos dispersija vandens lašeliuose ir prizmėje
	Hiugenso ir Frenelio principas. Bangų sudėtis ir interferencija.	3	Stebimi ir aptariami vaizdo įrašai 2. Huygens Fresnel theory of diffraction Fresnel Diffraction of light (2020) , https://www.youtube.com/watch?v=IRBfpBPELmE Stebint animaciją prisimenama mechaninių bangų sudėtis. Stebima ir nagrinėjama interferencija, sprendžiami uždaviniai taikant interferencijos minimumo / maksimumo sąlygas
	Šviesos difrakcija	3	Stebima ir nagrinėjama vieno ir dviejų plyšių difrakcija. Naudojant difrakcinę gardelę apskaičiuojamas bangos ilgis.
	Plauko / plonos vielutės storio nustatymas	1	Atliekamas praktinis darbas "Plauko / plonos vielutės storio nustatymas"
	Šviesos banginių savybių pasireiškimas gamtoje ir pritaikymas praktikoje	2	Grupėse rengiami ir pristatomi pranešimai apie šviesos banginių savybių pasireiškimą gamtoje ir pritaikymą praktikoje.
	Doplerio efektas	2	Stebint simuliaciją https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kvdoppler&l=en animacijas ir vaizdo įrašus prisimenamas garso bangų Doplerio efektas, sprendžiami uždaviniai nustatant dažnio ar bangos ilgio pokytį dėl Doplerio efekto šviesos reiškiniais.
	Bangos-dalelės dualumas.	1	Virtualus laboratorinis darbas su PhET Simulation (colorado.edu) ir Tomo Jungo ir Alberto Einšteino eksperimentų aptarimas.

30.3.1. Kvantinė optika.	Fotoefektas.	3	Atliekamas fotoefekto virtualus tyrimas (Fotoefektas), sprendžiami uždaviniai taikant Einšteino lygtį ir fotoefekto dėsnius. Dirbant grupėse ir analizuojant pateiktus šaltinius išsiaiškinamas vidinis ir išorinis fotoefektas, randami jų panašumai ir skirtumai, aptariamas jo pritaikomumas.
	Eksperimentinis Planko konstantos nustatymas ir fotoefekto dėsningumų tyrimas.	2	APC ar klasėje atliekamas fotoefekto tyrimas jungiant skirtingų spalvų diodus ir brėžiant jų voltamperines charakteristikas. Iš gauto grafiko nustatoma Planko konstanta. Taikant fotoefekto dėsningumus nustatoma, kokia medžiaga yra tiriamą.
	Šviesos slėgis ir judesio kiekis.	2	Stebimas šviesos slėgis naudojant labai ploną popieriaus lapą (DEMO: Radiation Pressure - YouTube) arba radiometrą (Radiometer Demonstration [Physics : Energy] - YouTube). Sprendžiami uždaviniai.
	Uždavinių sprendimas ir apibendrinamasis vertinimas	3	Grupėse ir/ar individualiai sprendžiami uždaviniai susiję su fotoefekto dėsningumais, fotonais, fotono judesio kiekiu, slėgiu.
30.3.2. Atomo sandara.	Klasikinės mechanikos ribotumas.	1–2	Atliekant virtualų tyrimą Atomo sandara ir prisimenant Rezerfordo tyrimą , sudaroma atomo teorijos raidos laiko juosta. Rezerfordo simuliaciją galima pakeisti aktyvia veikla su dėžute ir joje paslėpta tam tikros formos figūra. Veiklą galima atlikti VU FF BEDFC
	Vandenilio atomas.	1	Atliekamas virtualus https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/hydrogen-atom/latest/hydrogen-atom.html?simulation=hydrogen-atom arba realus vandenilio spektro linijų stebėjimas ir nustatomas ryšys tarp elektronų šuolių tarp energijos lygmenų ir stebimos spektro spalvos.
	Kaip nustatoma žvaigždžių cheminė sudėtis.	2	Nagrinėjama virtuali simuliacija Sugertis . Naudodamiesi šaltiniais išsiaiškina kokie yra spektrai, kuo jie skiriasi, kaip jie gaunami ir kam naudojami. Stebimi įvairių dujų emisijos/absorbcijos spektrai ir nustatoma dujų sudėtis. APC galima nustatyti žvaigždžių sudėtį.
	Lietuva garsi lazeriais.	2	Nagrinėjami lazerių veikimo principai (simuliacija). Dirbant grupėse atliekamos užduotys: sudaroma išsami (data, atradimas, poveikis ir t.t) lazerių raidos istorijos laiko juosta (internetiniai šaltiniai); parengiami pranešimai apie lazerių gamybą Lietuvoje (Lietuvoje).
30.3.3. Atomo branduolys ir radioaktyvumas.	Ar įgyvendinama alchemikų svajonė?	1	Naudodamiesi simuliacija (Isotopes and Atomic Mass (colorado.edu)), mokiniai prisimena ir modeliuoja izotopus. Sprendžiami uždaviniai taikant poslinkio taisyklės.
	Atomo branduolys.	3	Remiantis vaizdo įrašu The nuclear radius - A Level Physics - YouTube apskaičiuojamas branduolio dydis. Pasitelkiant simuliaciją Atomų sąveika tiriamą atomų sąveikos priklausomybė nuo atstumo tarp jų. Remiantis https://www.vedantu.com/physics/shell-model

			arba http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Nuclear/shell.html mokiniai grupėse aiškina atomo branduolio modelius, lygina šiuolaikinį branduolio modelį su atomo modeliu. Remiantis ta pačia informacija išsiaiškinami magiški skaičiai.
	Branduolio stabilumas.	2	Sprendžiami uždaviniai nustatant spinduliuotę branduolinio virsmo metu, išspinduliuotų dalelių greitį, energiją. Nagrinėjant vaizdo įrašą, pvz. GCSE Physics - Radioactivity - Half-Life and Carbon Dating 1 of 2 , aptariamas radioaktyviosios spinduliuotės pritaikymas. Naudojant simuliacijas Alfa , beta nustatoma pusėjimo trukmė.
	Radioaktyvumą registruojantys prietaisai.	1	Dirbant grupėmis analizuojama informacija pateikta (BRANDUOLINĖS ENERGETIKOS FIZIKINIAI PAGRINDAI (vu.lt)) ir išsiaiškinami radioaktyviosios spinduliuotės registravimo būdai ir prietaisai, jų veikimo principai.
	Radioaktyviųjų medžiagų tyrimas.	3	Esant galimybei ir turint Geigerio skaitiklį arba vykstant į APC atliekami: eksperimentinis alfa, beta ir gama spinduliuotės skvarbos medžiagose patikrinimas; jonizuojančios spinduliuotės intensyvumo priklausomybė nuo atstumo iki radioaktyvumo šaltinio stebėjimas (<i>virtuali laboratorija</i> https://www.gigaphysics.com/gmtube_lab.html). Papildomai galima nustatyti archeologinio radinio amžių (simuliacija).
	Skilimo reakcija ar sintezė?	3	Analizuojami šaltiniai ir nustatomi branduolinės ir termobranduolinės reakcijų skirtumai. Grupėse analizuojama energijos tenkančios vienam nukleonui diagrama. Iš diagramos nustatoma, kada vyksta branduolių jungimosi ir skilimo, reakcijos. Atliekami skaičiavimai įvertinant branduolio ryšio energiją ir branduolinių reakcijų metu išsiskyrusį energijos kiekį. Taikant simuliaciją PhET Simulation (colorado.edu) nustatomos branduolio stabilumo sąlygos.
	Branduolinė energetika.	1	Dirbant grupėse atliekama šaltinių analizė ir išsiaiškinama, kokie būna branduoliniai reaktoriai, kuo jie skiriasi tarpusavyje ir kuo branduolinė energetika skiriasi nuo kitų elektros energijos gamybos būdų. Aptariamos galimos branduolinės energetikos grėsmės ir perspektyvos, darnaus vystymosi tikslai ir ateities energijos šaltiniai.
30.3.4. Elementariosios dalelės.	Antimedžiaga.	1	Analizuojant pateiktus šaltinius parengiami ir pristatomi pranešimai: antidalelių atradimo istorija; dalelės ir antidalelės anihiliacijos tyrimas; neutrono atradimas ir kt.
	Standartinis modelis.	2	Dirbdami grupėse mokiniai išsiaiškina, kuo remiantis dalelės suskirstomos į grupes ir išdėstomos standartiniame modelyje. Aiškinimuisi galima pasitelkti elementariųjų dalelių kortų žaidimą particle cards instructions english.pdf (cern.ch) .
	Fundamentinės jėgos.	1	Dirbant grupėse išskiriamos pagrindinės sąveikos, išsiaiškinama kada ir kaip jos pasireiškia.

	CERN laboratorija.	1	Dirbant grupėse analizuojami šaltiniai ir išsiaiškinama CERN veikla ir laboratorijose atliekami tyrimai.
	Tiriamoji veikla.	2	Pasigaminama Vilsono kamera ir atliekamas dalelių identifikavimo tyrimas. Nagrinėjami pasaulio laboratorijose užfiksuoti dalelių trajektorijos ir jos identifikuojamos – nustatomas jų masės ir krūvio santykis, krūvio ženklas. Mokiniai gali dalyvauti kasmetinėse Lietuvos universitetų organizuojamose tarptautinio meistriškumo pamokose bei naudoti CERN duomenų bazę.
30.4.1. Įvadas į reliatyvumo teoriją	Bendroji ir specialioji reliatyvumo teorijos.	1	Analizuojama ir aptariama mokomoji medžiaga http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Relativ/ltrans.html#c2 ir vaizdo įrašas Introduction to the Lorentz transformation Special relativity Physics Khan Academy pateikta informacija
	Laiko sulėtėjimas, ilgio sutrumpėjimas judančioje sistemoje, reliatyvistinė greičių sudėtis.	1–2	Analizuojamos simuliacijos https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=str_dilatace&l=cz , https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=str_kontrakce&l=cz Sprendžiami uždaviniai.
	Reliatyvistinis energijos ir judesio kiekio ryšys.	1	Sprendžiami artimu šviesos greičiui judančių kūnų masės, judesio kiekio ir energijos apskaičiavimo uždaviniai.
30.4.2. Reliatyvistinė mechanika	Fotono judesio kiekis ir energija	1–2	Sprendžiami uždaviniai taikant reliatyvistinius energijos ir judesio kiekio tvermės dėsnius vykstant dalelių susidūrimo.
	Dalelių greitinimas	1–2	Naudojant simuliaciją (https://atlas.physicsmasterclasses.org/en/wpath_messung.htm) valdomos dalelės ir fiksuojami po jų susidūrimo susidarę produktai.

VEIKLŲ PLANAVIMO PAVYZDŽIAI

30.1. Svyravimai

VEIKLOS TEMA: Matematinės ir spyruoklinės svyravimų periodo priklausomybės nuo jų parametrų tyrimas.

Veiklos tikslas	Išsiaiškinti nuo ko ir kaip priklauso matematinės ir spyruoklinės svyravimų periodas
Žinios (sąvokos, reiškiniai)	Svyravimų periodas, matematinės svyravimų periodo priklausomybė nuo svyravimų ilgio, spyruoklinės svyravimų periodo priklausomybė nuo kūno masės ir spyruoklės standumo
Gamtamoksliniai pasiekimai	Įvardija, kas yra matematinė ir spyruoklinė svyravimų periodas, apibrėžia svyravimų periodą Nurodo, nuo ko priklauso svyravimų periodas. Keisdami matematinės svyravimų periodo ilgį apskaičiuoja ir palygina svyravimų periodo reikšmes. Keisdami spyruoklinės svyravimų periodo masę bei naudodami skirtingo standumo spyruokles apskaičiuoja ir palygina svyravimų periodo reikšmes. Aptaria ir matematiškai aprašo kaip keistųsi svyravimų periodas matematinei svyravimui kylant ar leidžiantis su pagreičiu.

Kompetencijos	<i>Pažinimo</i> - taiko turimas žinias ir gebėjimus, atpažįsta svyravimo periodo pokyčių priežasties ir pasekmės ryšius, prognozuoja ir kritiškai vertina tyrimo rezultatus; įsivertina pažangą; kelia tolesnius mokymosi tikslus. <i>SESG</i> - bendradarbiauja, dalijasi informacija, padeda kitiems; reflektuoja asmeninę pažangą; įvardija savo stiprybes ir tobulintinas sritis. <i>Kūrybiškumo</i> - kelia probleminius klausimus, formuluoja su jais susietus tyrimo tikslus; kritiškai vertina gautus rezultatus atsižvelgdamas į realų kontekstą. <i>Komunikavimo</i> - tinkamai taiko fizikines sąvokas, simbolius, formules, matavimo vienetų, formuluoja hipotezes, išvadas.
Trukmė	1 pamoka
Veiklos tipas	Tyrimas
Priemonės	Stovas, netamprus siūlas, skirtingos masės rutuliukai, skirtingo standumo spyruoklės, skirtingos masės pasvarai, chronometras.
Tikrovės kontekstas (Įvadinė situacija, sudominimas)	Svyravimai – plačiai paplitę periodiniai procesai gamtoje. Siūbuoja medžiai, svyruoja pastatai, pulsuoja gyvųjų organizmų organai. Svyruoklės taikomos praktikoje - geologinėms paieškoms, Žemės sukimuisi tirti. Svyravimus svarbu išmanyti inžinieriams, statybininkams, konstruktoriams, medicams.
Eiga	Sukonstruojama matematinės svyruoklės modelis (naudoti kiek galima plonesnį ir ilgesnį netamprų siūlą bei nedidelį sunkų rutuliuką). Išmatuojamas jos ilgis. Atlenkus nedideliu kampu paleidžiama svyruoti, matuojamas 20–30 svyravimų laikas. Apskaičiuojamas svyravimų periodas. Pakartojamas bandymas keičiant siūlo ilgį. Palyginami gauti rezultatai, padaromos išvados. Nustatomas turimų spyruoklių standumas. Sukonstruojama vertikali spyruoklinė svyruoklė, prikabinamas pasvaras ir paleidžiama svyruoti. Svyravimų skaičius pasirenkamas atsižvelgus spyruoklės standumą taip, kad nebūtų matomas svyravimų slopinimas, t.y. ryškus svyravimų amplitudės pokytis. Apskaičiuojamas svyravimų periodas. Pakartojamas bandymas keičiant spyruoklės ir pasvarus. Apskaičiuojamas svyravimų periodas taikant spyruoklinės svyruoklės periodo skaičiavimo formulę. Skaičiavimo rezultatai palyginami su eksperimentiniais, padaromos išvados.
Refleksija	Ką vadiname matematine svyruokle ir spyruokline svyruokle? Kaip apskaičiuojamas svyravimų matematinės ir spyruoklinės svyruoklių periodas? Nuo ko priklauso matematinės ir spyruoklinės svyruoklių svyravimų periodas? Kur pritaikomos matematinės ir spyruoklinės svyruoklės? Kaip keistųsi svyravimų periodas matematinei svyruoklei kylant ar leidžiantis su pagreičiu?
Veiklos plėtotė	Darbą galima atlikti keičiant ne tik siūlo ilgį, bet ir keičiant siūlo atlenkimo kampą. Iširti spyruoklinės spyruoklės svyravimus horizontalioje plokštumoje. Naudojant įelektrintą kūną galima tirti elektrinio lauko poveikį svyravimams. Naudojant geležinį kūną galima tirti magnetinio lauko poveikį svyravimams.
Pagrindinė informacija ir patarimai mokytojui	Atsižvelgiant į laiko sąnaudas galima darbą su skirtingo standumo svyruoklėmis paskirti skirtingoms mokinių grupėms. Mokiniai turi palyginti gautus rezultatus. Aukštesnių pasiekimų mokiniai turi paaiškinti, kodėl apskaičiuotas ir eksperimentiškai nustatytas spyruoklinės svyruoklės periodas skiriasi.

30.2.2. Banginiai šviesos reiškiniai

VEIKLOS TEMA: Šviesos bangos ilgio nustatymas difrakcine gardele.

Veiklos tikslas	Nustatyti nurodytos spalvos šviesos bangos ilgį
Žinios (sąvokos, reiškiniai)	Šviesos difrakcija, difrakcinė gardelė, difrakcinės gardelės periodas, difrakcinės gardelės formulė
Gamtamoksliniai pasiekimai	Įvardija, kas yra difrakcija. Nurodo, kokiomis sąlygomis vyksta difrakcija. Grafiskai pavaizduoja šviesos spindulio kelią per difrakcinę gardelę. Nustato bangos ilgį ir palygina gautus rezultatus su žinyne pateiktu tiriamos spalvos šviesos bangos ilgio verte. Prognozuoja, kaip pasikeis difrakcinis vaizdas ekrane, pakeitus atstumą tarp gardelės ir ekrano arba pakeitus gardelę kito periodo gardele.
Kompetencijos	<i>Pažinimo</i> – taiko turimas žinias ir gebėjimus, atpažįsta difrakcijos vaizdo pasikeitimo priežasties ir pasekmės ryšius, prognozuoja ir kritiškai vertina tyrimo rezultatus; įsivertina pažangą; kelia tolesnius mokymosi tikslus. <i>ESG</i> – bendradarbiauja, dalijasi informacija, padeda kitiems; reflektuoja asmeninę pažangą; įvardija savo stiprybes ir tobulintinas sritis. <i>Kūrybiškumo</i> – kelia probleminius klausimus, formuluoja su jais susietus tyrimo tikslus; kritiškai vertina gautus rezultatus atsižvelgdamas į realų kontekstą. <i>Komunikavimo</i> – tinkamai taiko gamtamokslines sąvokas, simbolius, formules, matavimo vienetus.
Trukmė	1 pamoka
Veiklos tipas	Tyrimas
Priemonės	Priemonių rinkinys šviesos bangų savybėms tirti
Tikrovės kontekstas (Įvadinė situacija, sudominimas)	Kartais apie Saulę, Mėnulį, net apie gatvės žibintus matomi spalvoti žiedai. Tai difrakcijos pasireiškimas šviesai sklindant pro rūką, plonus debesis arba ledo kristaliukų sluoksni. Šviesai sklindant pro kristalą, taisyklingai išsidėsčiusios dalelės sudaro natūralią difrakcinę gardelę. Iš taip gaunamų difrakcinių vaizdų nustatoma kristalinės gardelės struktūra, atstumai tarp jos mazgų. Difrakcine gardele galima nustatyti ir šviesos bangos ilgį.
Eiga	1. Ekrane gaunamas baltos šviesos difrakcinis vaizdas. 2. Išmatuojamas atstumas nuo gardelės iki ekrano. 3. Išmatuojamas atstumas tarp centrinio ir pirmojo maksimumo. 4. Apskaičiuojamas šviesos bangos ilgis. 5. Bandymas pakartojamas matuojant atstumą nuo centrinio iki antrojo/trečiojo maksimumo. 6. Apskaičiuojamas šviesos bangos ilgis. 7. Palyginamos apskaičiuotos bangų ilgių vertės. 8. Įvertinamas ir analizuojamas matavimų tikslumas. 9. Bandymas pakartojamas keičiant atstumą nuo gardelės iki ekrano. 10. Apskaičiuojama bangos ilgio vidutinė vertė. 11. Palyginami gauti rezultatai su žinyne pateikta tos spalvos šviesos bangos ilgio verte. 12. Suformuluojamos išvados.
Refleksija	Kas yra difrakcija? Kokiomis sąlygomis vyksta difrakcija? Užrašykite difrakcinės gardelės formulę ir įvardinkite fizikinius dydžius bei matavimo vienetus. Nubrėžkite spindulių eigą per difrakcinę gardelę.

	Pateikite difrakcijos gamtoje pavyzdžių. Kokį vaizdą matysime ekrane, jei gardelę apšviesime monochromatine šviesa? Kaip pasikeis difrakcinis vaizdas, jei vieną gardelę pakeisime kita, kurios periodas mažesnis?
Veiklos plėtotė	Darbą galima atlikti su keliomis skirtingomis difrakcinėmis gardelėmis ir palyginti gautus rezultatus.
Pagrindinė informacija ir patarimai mokytojui	Galima užduotis skirti skirtingoms grupėms - kiekviena grupė nustato kitos spalvos bangos ilgį. Atliekant bandymus galima naudoti skirtingų spalvų filtrus.

VEIKLOS TEMA: Bangos-dalelės dualumas.

Veiklos tikslas	Įsitikinti bangos-dalelės dualumu.
Žinios (sąvokos, reiškiniai)	bangą, fotonas / kvantas, fotono energija, interferencija, difrakcija
Gamtamoksliniai pasiekimai	Nurodo kada pasireiškia dalelių, o kada bangų savybės, nurodo dalelės-šviesos dualumo pasireiškimo pavyzdžių. Fotono energiją sieja ją su elektromagnetinės spinduliuotės dažniu. Paaiškina M. Planko, A. Einšteino, L. de Broilio ir kt. indėlį į šviesos dualumo teorijos sukūrimą, nurodo iššūkius, su kuriais susiduria naujos teorijos.
Kompetencijos	<i>Pažinimo</i> – taiko turimas žinias ir gebėjimus, įsivertina patirtį ir pažangą; kelia tolesnius mokymosi tikslus. <i>Kūrybiškumo</i> – kelia probleminius klausimus, formuluoja su jais susietus tyrimo tikslus; kritiškai vertina gautus rezultatus atsižvelgdamas į realų kontekstą. <i>Komunikavimo</i> – tinkamai taiko gamtamokslines sąvokas, simbolius, matavimo vienetų. <i>Skaitmeninė</i> – tikslingai naudoja skaitmenines technologijas.
Trukmė	1 pamoka
Veiklos tipas	tyrimas, stebėjimas, literatūros analizė, diskusija
Priemonės	Kompiuteriai, internetas, interaktyvi simuliacija eksperimentui (simuliacija), papildoma medžiaga.
Tikrovės kontekstas (Įvadinė situacija, sudominimas)	Regimoji elektromagnetinė spinduliuotė vadinama šviesa. Elektromagnetinė banga tai kintantys elektriniai ir magnetiniai laukai sklindantys erdvėje. Iš kur atsiranda elektromagnetinė banga? Elektromagnetinė spinduliuotė kartais elgiasi kaip banga, o kartais – kaip dalelė. Dalelės taip pat gali turėti bangos savybių. Taigi ar elektromagnetinė spinduliuotė yra banga ar dalelė, o dalelė gal yra banga? Kaip kito šviesos samprata bėgant šimtmečiams?
Eiga	Atliekamas tiriamasis darbas, išsiaiškinami šviesos bangos ir dalelės pasireiškimai. Analizuojant informacijos šaltinius aiškinamasi kaip kito šviesos teoriją ir kokią įtaką mokslininkų darbai turėjo teorijoms. Veiklą pabaigoje aptariamas dualumas ir jo įrodymai, aptiriamos asmenybės ir jų darbų įtaka mokslinėms teorijoms (https://www.britannica.com/science/wave-particle-duality).
Refleksija	Kartais naujos teorijos buvo lengvai priimanamos, o kartais jos atmetamos. Pateikite teoriją, kurios vėliau buvo pakeistos naujomis pavyzdžių. Kodėl mokslininkai daugiau nei 200 metų diskutavo apie elektromagnetinės spinduliuotės prigimtį? Kas yra fotonas? Kurie eksperimentai įrodė Einšteino bangų-dalelių teoriją?

Veiklos plėtotė	Šviesos dalelės tyrimas nagrinėjant atomų skleidžiamus spektrus. Galima aptarti vaizdo įrašą IB Physi/cs: Matter Waves pateiktą informaciją ir išsiaiškinti kokiomis sąlygomis galima stebėti atvaizduotus reiškinius. Kalbant apie fotono energiją pravartu aptarti ir juodojo kūno spinduliavimą (Blackbody Spectrum (colorado.edu))
Pagrindinė informacija ir patarimai mokytoji	Galima mokiniams pateikti internetinių šaltinių nuorodų apie šviesos teorijos istorinę kaitą arba paprašyti šios informacijos surasti prieš pamoką ir parengti trumpą apžvalgą. Papildomos informacijos apie dualumą galima rasti: https://www.cantorsparadise.com/wave-particle-duality-d7b7243dd3e3 , https://courses.lumenlearning.com/boundless-physics/chapter/history-and-quantum-mechanical-quantities/ , https://www.sciencefocus.com/science/how-can-an-electron-be-both-a-particle-and-a-wave/ , How to demonstrate electron diffraction in the classroom.

VEIKLOS TEMA: Kaip nustatoma žvaigždžių cheminė sudėtis.

Veiklos tikslas	Analizuojant pateiktą spektrą nustatyti dujų sudėtį
Žinios (sąvokos, reiškiniai)	spektras, emisija, sugertis/absorbcija, cheminis elementas
Gamtamoksliniai pasiekimai	Pagal dujų spektrą nustato jų cheminę sudėtį. Paaiškina cheminių elementų emisijos ir absorbcijos spektrų susidarymą. Nurodo spektroskopijos pritaikymo galimybes praktikoje.
Kompetencijos	<i>Pažinimo</i> – taiko turimas žinias ir gebėjimus žvaigždžių cheminei sudėčiai nustatyti, tinkamai pasirenka strategijas, prognozuoja ir kritiškai vertina tyrimo rezultatus; įsivertina patirtį ir pažangą; kelia tolesnius mokymosi tikslus. <i>ESG</i> – bendradarbiauja, dalijasi informacija, padeda kitiems; reflektuoja asmeninę pažangą; įvardija savo stiprybes ir tobulintinas sritis. <i>Kūrybiškumo</i> – kritiškai vertinti tyrinėjimo metu gautą informaciją. <i>Komunikavimo</i> – tinkamai taiko gamtamokslines sąvokas, simbolius, matavimo vienetų. <i>Skaitmeninė</i> – tiksliai naudoja šiuolaikines technologijas.
Trukmė	1 pamoka
Veiklos tipas	tyrimas, stebėjimas, literatūros analizė, diskusija
Priemonės	Įvairių dujų mėginiai, spektrometras, įvairių cheminių elementų spektrų kortelės , refleksijai skirtos užduotys.
Tikrovės kontekstas (Įvadinė situacija, sudominimas)	 Kiekvienos medžiagos mažiausias struktūrinis elementas yra atomas. Pagal Boro teoriją, atomai gali spinduliuoti ir sugerti tik tam tikro dažnio fotonus. Kaip žinant kiekvieno atomo skleidžiamą/sugeriamą spektrą galima išsiaiškinti medžiagos sudedamąsias dalis?
Eiga	Mokiniai stebi įvairių dujų spektrus, jų skleidžiamos šviesos atspalvius ir remiantis pateiktomis spektrų kortelėmis nustato cheminius elementus. Veiklą pabaigoje aptariami stebėti spektrai ir identifikuoti cheminiai elementai, aptariamose stebimų medžiagų spektrų skirtumų priežastys.
Refleksija	Kuo skiriasi kiekvieno cheminio elemento emisijos (spinduliavimo) arba absorbcijos (sugerties) spektrai? Kaip galima išsiaiškinti koks cheminis elementas yra medžiagoje?

	Kas parodo, kad medžiaga sudaryta iš daugiau nei vieno cheminio elemento? Kaip galima nustatyti žvaigždžių, ūkų sudėtį?
Veiklos plėtotė	APC centruose atlikti realių žvaigždžių spektrinę analizę, nustatyti žvaigždžių sudėtį ir įvertinti jų amžių.
Pagrindinė informacija ir patarimai mokytojui	Rekomenduojama mokiniams prieš pamoką susipažinti su emisijos ir absorbcijos spektrų susidarymu, jų registravimo ir stebėjimo priemonėmis. Būtina pateikti įvairių cheminių elementų spektrus.

3. Skaitmeninės mokymo priemonės

Šiame skyrelyje pateikiamos trumpos anotacijos ir nuorodos į skaitmenines mokymo priemones, skirtas BP įgyvendinti. Jeigu priemonė yra anglų ar kita kalba, jos pavadinimas pateikiamas originalo kalba.

Skaitmeninės mokymosi priemonės yra multimodalios (informacija pateikiama įvairiomis verbalinėmis ir vizualinėmis formomis) ir adaptyvios (mokymosi turinys automatiškai pritaikomas prie besimokančiojo mokymosi galimybių ir pasiekimų).

Su mokiniais svarbu aptarti saugumo internete aktualius klausimus, pateikti naudingų nuorodų apie draugišką internetą mokiniams ir jų tėvams:

https://mokytojtvt.emokykla.lt/search?q=draugi%C5%A1kas+internetas_

<https://www.draugiskasinternetas.lt/>

Lentelėje pateikiamas bendras III ir IV gimnazijos klasėms tinkamų priemonių sąrašas. Kitos priemonės suskirstytos pagal mokymosi turinio temas ir pateikiamas atskirai III ir IV gimnazijos klasėms.

Nr.	Pavadinimas	Trumpa anotacija	Nuoroda
1.	Skaitmeninių mokymo priemonių sąrašai	Rekomenduojamų skaitmeninių mokymosi priemonių, tinkančių ir nuotoliniam mokymui organizuoti sąrašas. Skaitmeninės mokymo priemonės suskirstytos pagal ugdymo sritis, dalykus, klases ir mokymo priemonių tipą.	https://www.emokykla.lt/nuotolinis/skaitmenines-mokymo-priemones
2.	Skaitmeninis vadovas aprašams	Mokymo priemonė skirta parengti laboratorinių darbų, tiriamųjų darbų ataskaitas, patarimai ir taisyklės rengiant ataskaitas kompiuteriu.	https://www.ff.vu.lt/external/ff/files/Rasto_darbai_ka_butina_zinoti_2015.pdf
3.	NIST	Aprašyta visa tarptautinė matavimo vienetų sistema, yra skaičiuotuvai, leidžiantys pereiti nuo nesisteminių matavimo vienetų prie sisteminių	https://physics.nist.gov/cuu/Units/units.html
4.	Khan academy	Visas fizikos kursas: vaizdo pamokos, rašytinės pamokos, uždavinių sprendimo pavyzdžiai.	https://www.khanacademy.org/science/physics
5.	Phet simulation	Nemokoma virtuali laboratorija	https://phet.colorado.edu/
6.	The Physics Aviary	Fizikinių reiškinių demonstracijų, eksperimentų ir žaidimų aplinka	https://www.thephysicsaviary.com
7.	GeoGebra	Tinka vizualizacijai pamokų metu, yra ir pateiktų vizualizacijų	GeoGebra - the world's favorite, free math tools used by over 100 million students and teachers

8.	Britannica	Vaizdo įrašai ir tekstinė informacija	Encyclopedia Britannica Britannica
9.	CK12	Vaizdo įrašai, tekstinė informacija ir simuliacijos	Free Online Textbooks, Flashcards, Adaptive Practice, Real World Examples, Simulations (ck12.org)

3.1. III gimnazijos klasė

Pastaba: www.vascak.cz geriau veikia su Microsoft Edge ir Waverfox naršyklėmis.

Nr.	Pavadinimas	Trumpa anotacija	Nuoroda
1.	Vector addition	Veiksmai su vektoriais.	https://phet.colorado.edu/sims/html/vector-addition/latest/vector-addition_en.html
2.	Motion	Galima keisti pagreitį. Brėžia kelio, greičio ir pagreičio grafikus.	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mechanics&l=en
3.	Frame of reference	Judėjimo reliatyvumas. Kaip keičiasi judėjimo trajektorija, pakeitus atskaitos tašką.	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mechanics&l=en
4.	Projectile motion	Kampu į horizonto mesto kūno judėjimas. Galima keisti pradinį greitį, kampą, pasirinkti įvairių masių kūnus, įjungti oro pasipriešinimą, matuoti atstumą.	https://phet.colorado.edu/sims/html/projectile-motion/latest/projectile-motion_en.html
5.	Projectile motion	Kampu į horizonto mesto kūno judėjimas. Galima keisti spyruoklės suspaudimą, kampą,	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=gphysics&l=en
6.	Newton's 1st Law	Kūnų judėjimas autobuse, kai jis startuoja ir yra stabdomas.	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mechanics&l=en
7.	Newton's 3rd Law	Du sukabinti dinamometrai traukiami į priešingas puses.	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mechanics&l=en
8.	Gravity force lab	Visuotinės traukos dėsnis. Galima keisti kūnų mases ir atstumą tarp jų, stebėti kaip keičiasi jėga.	https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-force-lab/latest/gravity-force-lab_en.html
9.	Newton's law of universal gravitation	Astronautas tarp Žemės ir Mėnulio, jo padėtį galima keisti, stebint kaip keičiasi, jėga, kuria jį veikia Mėnulis, Žemė ir abiejų jėgų atstojamoji.	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=gphysics&l=en
10.	Masses and springs	Dvi spyruoklės, galima keisti spyruoklių tamprumo koeficientą, planetą, kurioje atliekamas tyrimas, pakabinto kūno masę, matuoti spyruoklės pailgėjimą, laiką.	https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs/latest/masses-and-springs_en.html
11.	Hooke's Law	Huko dėsnis. Galima keisti spyruoklės tamprumo koeficientą, veikiančią jėgą, matuoti spyruoklės pailgėjimą.	https://phet.colorado.edu/sims/html/hooke-law/latest/hooke-law_en.html

		Tyrimą galima atlikti su dviem lygiagrečiai sujungtomis spyruoklėmis. Galima stebėti potencinės energijos kitimą.	
12.	Friction	Slydimo trintis	https://phet.colorado.edu/en/simulations/friction
13.	Collision lab	Impulso tvermės dėsnis. Galima keisti kūnų mases, atlikti tyrimą su tampriu/netampriu smūgiu, su vienu ar daugiau rutulių, kai rutuliai sąveikauja vienoje tiesėje arba kampu.	https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_en.html
14.	Inelastic Collision	Dviejų kūnų sąveika, kai smūgis netamprus	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mechanics&l=en
15.	Elastic Collision	Dviejų kūnų sąveika, kai smūgis tamprus	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mechanics&l=en
16.	Energy skate park	Galima stebėti kaip keičiasi kinetinė, potencinė energija, kūno greitis ir koordinatė, jam judant įvairios, pasirinktos formos paviršiumi. Galima keisti kūno masę, trintį, gravitaciją.	https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park/latest/energy-skate-park_en.html
17.	Gas properties	Dujų dėsniai. Galima keisti temperatūrą, slėgį, tūrį, dujų kiekį. Stebėti dalelių susidūrimų skaičių ir greitį, kinetinę energiją. Galima tirti difuziją, keičiant dalelių skaičių, jų masę, sindulį, pradinę temperatūrą.	https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_en.html
18.	Isochoric process	Izochorinis procesas	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mechanics&l=en
19.	Isobaric process	Izobarinis procesas	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mechanics&l=en
20.	Isothermal process	Izoterminis procesas	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mechanics&l=en
21.	Internal energy	Kristalinio kūno vidinės energijos kitimas šildant ir spaudžiant	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mechanics&l=en
22.	States of Matter	Agregatinių būsenų kitimas. Kritinis taškas	https://phet.colorado.edu/en/simulations/states-of-matter
23.	Adding heat to water	Ledas šyla, ledas tirpsta, šyla vanduo ir verda, brėžiamas T(t) grafikas.	http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/heat_addHeat.html

24.	Carnot cycle	Karno ciklas	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mf_carnot&l=en
25.	Refrigerator	Šaldytuvo veikimo principas	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mf_lednicka&l=en
26.	Balloons and Static Electricity	Kūnų įelektrinimas, įelektrintų kūnų sąveika	https://phet.colorado.edu/en/simulations/balloons-and-static-electricity
27.	Charges and Fields	Teigiamą ir neigiamą krūvį turinčius kūnus galima išdėstyti 2D erdvėje, stebėti elektrinio lauko linijas, matuoti potencialą, atstumą, elektrinio lauko stiprį.	https://phet.colorado.edu/en/simulations/charges-and-fields
28.	Coulomb's Law	Kulono dėsnis. Galima keisti kūnų krūvį ir atstumą tarp jų.	https://phet.colorado.edu/en/simulations/coulombs-law
29.	Coulomb's Law with Two Charged Objects	Kulono dėsnis. Galima keisti kūnų krūvį ir atstumą tarp jų.	https://ophysics.com/em1.html
30.	Electric Field	Elektrinio lauko linijos, kai laukas kuriamas vieno arba kelių krūvininkų, elektrinių laukų superpozicijos principas.	http://seilias.gr/go-lab/html5/electricFieldVoltage.plain.html
31.	Electric Field & Potential	Du arba keturi įelektrinti kūnai, galima stebėti elektrinio lauko linijas, matuoti potencialą, elektrinio lauko stiprį.	https://ophysics.com/em4.html
32.	Equipotentials & Electric Field of Two Charges	Du kūnai, kurių krūvį ir koordinates galima keisti, stebėti elektrinio lauko linijas bei ekvipotencialinius paviršius, matuoti potencialą, elektrinio lauko stiprį.	https://ophysics.com/em9.html
33.	Capacitor Lab: Basics	Kintamos talpos kondensatorius. Galima keisti plokštelių plotą ir atstumą tarp jų.	https://phet.colorado.edu/en/simulations/capacitor-lab-basics
34.	Capacitor Lab	Kintamos talpos kondensatorius. Galima keisti plokštelių plotą, atstumą tarp jų ir tarp plokštelių įdėti pasirinktą dielektriką.	https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/capacitor-lab/latest/capacitor-lab.html?simulation=capacitor-lab
35.	Direction Of Electric Current	Elektronų judėjimas ir elektros srovės kryptis.	http://seilias.gr/go-lab/html5/directionOfElectricCurrent.plain.html
36.	Ohm's Law	Omo dėsnis	https://phet.colorado.edu/en/simulations/ohms-law
37.	Resistance in a Wire	Laidininko varža. Galima keisti laidininko skerspjūvio plotą, ilgį ir medžiagą iš kurios jis padarytas.	https://phet.colorado.edu/en/simulations/resistance-in-a-wire
38.	Electrical Circuit Lab	Konstruktorius elektrinių grandinių konstravimui.	https://go-lab.gw.utwente.nl/production/electric

			alCircuitLab/build/circuitLab.html?preview=
39.	Power boxes for a combination circuit	Mišrusis jungimas	http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/circuit_power_boxes_combination.html
40.	Investigating Ohm's law	Omo dėsnis	http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/ohm_IVgraph.html
41.	Battery-resistor circuit	Iliustruoja kas yra elektros srovė, kodėl ir kada kaista laidininkas, kaip elektronus veikia įtampa.	https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/battery-resistor-circuit/latest/battery-resistor-circuit.html
42.	Circuit construction	Konstruktorius elektrinių grandinių konstravimui.	https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc/latest/circuit-construction-kit-dc_en.html
43.	Circuit Construction Kit: DC - Virtual Lab	Konstruktorius elektrinių grandinių konstravimui.	https://phet.colorado.edu/en/simulations/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab
44.	a charged particle into a uniform electric field	Įelektrinta dalelė, kurios krūvį galima keisti, įlekia į elektrinį lauką, kurio stiprį galima keisti.	http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/charge_in_EField.html
45.	Charged Particle in a Magnetic Field 3D	Įelektrintos dalelės judėjimas 3D magnetiniame lauke.	https://ophysics.com/em8.html
46.	Charge in a Magnetic Field	Teigiama, neigiama ir neturinti krūvio dalelė magnetiniame lauke.	http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/charge_in_field.html
47.	Charge in a Magnetic Field	Teigiamos dalelės įlekia į magnetinį lauką statmenai, išilgai ir kampu magnetinio lauko linijomis, pavaizduotos trajektorijos, reikia nustatyti magnetinio lauko kryptį.	http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/threeD_magnetism.html
48.	DC Motor	Elektrinio variklio modelis. Galima keisti magnetinio lauko stiprį, apvijų skaičių ir maitinimo šaltinio įtampą.	https://ophysics.com/em10.html
49.	DC Motor	Elektrinio variklio modelis.	http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/DC_motor.html
50.	Faraday's Law	Į rites kišamas/ištraukiamas magnetas.	https://phet.colorado.edu/en/simulations/faradays-law
51.	Electromagnetic Induction	Į ritę kišamas/ištraukiamas magnetas	https://ophysics.com/em11.html
52.	Electromagnetic Oscillating Circuit	Virpesių kontūras	https://www.walter-fendt.de/html5/phen/oscillatingcircuit_en.htm
53.	Electric generator	Elektrinio generatoriaus modelis.	https://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/electric_generator.html
54.	Sankey diagrams	Įrankis Sankey diagramų braižymui.	https://sankeymatic.com/build/

3.2. IV gimnazijos klasė

Pastaba: www.vascak.cz geriau veikia su Microsoft Edge ir Waverfox naršyklėmis

Nr.	Pavadinimas	Trumpa anotacija	Nuoroda
1.	Pendulum Lab	Prie siūlo pririštas kūnas. Galima keisti siūlo ilgį, kūno masę, oro pasipriešinimą ir pasirinkti planetą. Matuoti laiką, stebėti kaip keičiasi kinetinė ir potencinė energijos, greičio ir pagreičio vektorius	https://phet.colorado.edu/sims/html/pendulum-lab/latest/pendulum-lab_en.html
2.	Masses and springs basics	Prie spyruoklės pritvirtintas kūnas. Galima keisti spyruoklės tamprumą, kūno masę. Matuoti laiką, spyruoklės ilgį, pasirinkti planetą, stebėti kaip keičiasi greičio ir pagreičio vektorius.	https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs-basics/latest/masses-and-springs-basics_en.html
3.	Virpesių kontūras	Galima keisti kondensatoriaus talpą, ritės induktyvumą, aktyvį varžą. Stebėti kaip keičiasi periodas, įtampa, srovės stipris, elektrinio ir magnetinio lauko energijos, grafikus $u(t)$ ir $i(t)$.	www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=ele_elmg&l=en
4.	Waves Intro	Galima stebėti mechanine bangas vandenyje ir ore (garso) bei elektromagnetines (regimoji šviesa) bangas. Keisti amplitudę ir dažnį. Matuoti atstumą, laiką, grafiškai stebėti, kaip keičiasi slėgis, elektrinio lauko stipris ir vandens lygis dviejuose pasirinktuose taškuose.	https://phet.colorado.edu/sims/html/waves-intro/latest/waves-intro_en.html
5.	A longitudinal wave	Galima keisti dažnį ir amplitudę	http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/longitudinalwave.html
6.	Longitudinal Waves	Galima keisti amplitudę, bangos sklaidimo greitį, dažnį, sklaidimo kryptį. Matuoti laiką ir bangos ilgį.	https://seilias.gr/go-lab/html5/longitudinalWaves.plain.html
7.	A Longitudinal Waves	Galima keisti dažnį ir bangos sklaidimo greitį	http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/longitudinal_wave.html
8.	Elektromagnetinė banga	Galima keisti dažnį, stebėti elektrinio ir magnetinio laukų kitimą.	http://seilias.gr/go-lab/html5/emWave.plain.html
9.	Stovinti banga virvutėje	Galima keisti siūlo įtempimą ir dažnį	http://server.ce.tuiasi.ro/~radinschi/simulation/sim2/index.html

10.	Creating a standing wave	Galima keisti greitį greitį, dažnį, bangos sklidimo kryptį. Matuoti laiką, amplitudę, bangos ilgį.	https://seilias.gr/go-lab/html5/standingWaves2Waves.plain.html
11.	A standing wave on a string	Stovinti banga stygoje. Galima keisti harmonikas.	http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/transpose_standing_wave.html
12.	A longitudinal standing wave	Stovinti garso banda vamzdyje, kai atviras vienas vamzdelio galas ir kai atviri abu vamzdelio galai.	https://gateway.golabz.eu/os/pub/physics-bu/longitudinal_standing_wave/w_default.html
13.	Wave on String Lab	Stovinčių bangų susidarymas gitaroje.	http://www.thephysicsaviary.com/Physics/Programs/Labs/WaveOnStringLab/index.html
14.	Igaubtas veidrodis	Atvaizdų susidarymas įgaubtame veidrodyje. Galima keisti veidrodžio kreivumo spindulį, atstumą nuo veidrodžio iki daikto ir daikto dydį.	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_dute&l=en
15.	Bending light	1 Šviesos atspindys ir lūžimas dviejų terpių riboje. Galima keisti terpių lūžio rodiklį, matuoti kampą ir kiek procentų šviesos atsispindėjo ir kiek pateko į kitą terpę. 2 šviesos spindulio eiga per įvairių formų skaidrius kūnus, kurių lūžio rodiklį galima keisti. Galima keisti ir aplinkos lūžio rodiklį, šviesos bangos ilgį. Matuoti kampus. 3 Šviesos atspindys ir lūžimas dviejų terpių riboje. Galima keisti terpių lūžio rodiklį, šviesos bangos ilgį, matuoti kampą, šviesos greitį, laiką, kūrį užtrunka spindulys nukeliaudamas tarp dviejų pasirinktų taškų ir kiek procentų šviesos atsispindėjo ir kiek pateko į kitą terpę.	https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_en.html
16.	Šviesos lūžimas	Galima keisti dviejų terpių lūžio rodiklius, stebėti šviesos atspindį, lūžimą, visiškąjį vidaus atspindį, matuoti kampus.	https://www.seilias.gr/go-lab/html5/reflectionRefraction.plain.html
17.	Prism	Šviesos spindulio eiga per prizmę, galima keisti šviesos kritimo kampą ir vietą, matyti kritimo ir lūžio kampų dydį. Galima stebėti dispersiją.	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_hranol&l=en

18.	Lenses	Atvaizdų susidarymas glaudžiamajame ir sklaidomajame lešiuose. Galima keisti lęšių židini nuotolį, daikto atstumą nuo lęšio ir jo dydį.	http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/Lenses.html
19.	Glaudžiamasis lęšis	Atvaizdų susidarymas glaudžiamajame lešyje. Galima keisti lęšių židini nuotolį, daikto atstumą nuo lęšio ir jo dydį.	https://www.vascak.cz/data/android/physics/atschool/template.php?s=opt_spojka&l=en
20.	Sklaidomasis lęšis	Atvaizdų susidarymas sklaidomajame lešyje. Galima keisti lęšių židini nuotolį, daikto atstumą nuo lęšio ir jo dydį.	https://www.vascak.cz/data/android/physics/atschool/template.php?s=opt_rozptylka&l=en
21.	Lupa	Atvaizdo susidarymas, žiūrint su lupa. Lupos didinimas.	https://www.vascak.cz/data/android/physics/atschool/template.php?s=opt_lupa&l=en
22.	Teleskopas	Šviesos spindulių eiga telekoperfraktoriuje ir atvaizdų susidarymas	https://www.vascak.cz/data/android/physics/atschool/template.php?s=opt_kepler&l=en
23.	Žiūronai	Šviesos spindulių eiga žiūronuose ir atvaizdų susidarymas	https://www.vascak.cz/data/android/physics/atschool/template.php?s=opt_galileo&l=en
24.	Mikroskopas	Šviesos spindulių eiga mikroskope ir atvaizdų susidarymas	https://www.vascak.cz/data/android/physics/atschool/template.php?s=opt_mikroskop&l=en
25.	Fourier: making waves	Dviejų ir daugiau bangų sudėtis.	https://phet.colorado.edu/sims/html/fourier-making-waves/latest/fourier-making-waves_en.html
26.	Wave interference	Mechaninių (vandenyje ir garso) bei elektromagnetinių (šviesos) bangų interferencija turint du šaltinius, einant per vieną arba du plyšius.	https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference_en.html
27.	Diffraction grating	Difrakcinė gardelė, galima keisti bangos ilgį ir difrakcinės gardelės periodą.	http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/diffraction_grating.html
28.	Interferencija	Du plyšiai, atstumą tarp jų galima keisti.	https://www.vascak.cz/data/android/physics/atschool/template.php?s=opt_interference&l=en
29.	Quantum wave interference	Šaltinis gali spinduliuoti fotonus, elektronus, neutronus ir helio atomus (srautu arba po vieną). Galima keisti dalelių greitį. Galima įjungti du plyšius arba barjerą, kurio dydį galima keisti.	https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/quantum-wave-interference/latest/quantum-wave-interference.html?simulation=quantum-wave-interference
30.	Fotoefektas	Galima keisti šviesos intensyvumą ir bangos ilgį; įtampą, medžiagą.	https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/photoelectric/latest/photoelectric.html?simulation=photoelectric

31.	Model of hydrogen atom	Vandenilio atomo modeliai (bilijardo kamuoliukas, keksas su razinomis, planetinis, Boro, de Broilio, Šriodingerio) apšviečiami balta arba monochromatine šviesa (+UV)	https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/hydrogen-atom/latest/hydrogen-atom.html?simulation=hydrogen-atom
32.	Rutherford scattering	Rezerfordo bandynas. Galima keisti alfa dalelės energiją, protonų ir neutronų skaičių apšaudomos medžiagos atomuose.	https://phet.colorado.edu/sims/html/rutherford-scattering/latest/rutherford-scattering_en.html
33.	Lasers	Fotono sugertis ir išspinduliavimas, trijų lygmenų lazerio modelis.	https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/lasers/latest/lasers.html?simulation=lasers
34.	Isotopes and atomic mass	Atomo sandara, izotopai. Galima keisti protonų ir neutronų skaičių.	https://phet.colorado.edu/sims/html/isotopes-and-atomic-mass/latest/isotopes-and-atomic-mass_en.html
35.	Atomic interactions	Sąveika tarp dviejų atomų.	https://phet.colorado.edu/sims/html/atomic-interactions/latest/atomic-interactions_en.html
36.	Alpha decay	Alfa skilimas	https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/nuclear-physics/latest/nuclear-physics.html?simulation=alpha-decay
37.	Beta decay	Beta skilimas	https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/nuclear-physics/latest/nuclear-physics.html?simulation=beta-decay
38.	Radioactive Dating Game	Pusėjimo trukmė, radioaktyvios anglies C-14 kiekio kitimas, žuvus gyvam organizmui.	https://phet.colorado.edu/en/simulations/radioactive-dating-game
39.	Laiko reliatyvumas	Laiko sulėtėjimas	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=str_dilatace&l=cz
40.	Ilgio reliatyvumas	Ilgio reliatyvumas	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=str_kontrakce&l=cz

4. Literatūros ir šaltinių sąrašas

Šiame skyrelyje pateikiamos trumpos anotacijos ir nuorodos į literatūros ir kitų šaltinių sąrašus, reikalingus įgyvendinant bendrąsias programas.

Pateikti šaltiniai apima įvairiais būdais pateiktą dalykinę ir metodinę su skirtingomis dalyko temomis susijusią medžiagą. Sąrašuose pateikiami šaltiniai ne tik lietuvių, bet ir kitomis kalbomis.

4.1. III gimnazijos klasė

Nr.	Pavadinimas	Trumpa anotacija	Nuoroda
1.	Bendrojo ugdymo vadovėlių duomenų bazė	Švietimo portalo informacinės sistemos duomenų bazė, kurioje kaupiama informacija apie įvertintus vadovėlius.	https://www.emokykla.lt/bendrasis/vadoveliai

29.1.1. Fizikos mokslo raida

2.	JT Darbotvarkė 2030, darnaus vystymosi tikslai ir kiti tarptautiniai susitarimai	Dokumente yra nustatyta 17 darnaus vystymosi tikslų (goals) ir 169 smulkesni uždaviniai (targets), kurie apima daugelį politikos sričių ir skirti įgyvendinti iki 2030 m.	https://am.lrv.lt/lt/veiklos-sritys-1/es-ir-tarptautinis-bendradarbiavimas/darnus-vystymasis/darnus-vystymasis-ir-lietuva/jt-darbotvarke-2030-darnaus-vystymosi-tikslai-ir-kiti-tarptautiniai-susitarimai
3.	Istorinė atradimų skalė	Pavyzdinė istorinių atradimų skalė, sudarant svarbiausių mokslo įvykių seką	https://www.berkeley.edu/about/history-discoveries
4.	Naujausi mokslo atradimai	Paskutinio dešimtmečio fizikos atradimų apžvalga	https://www.forbes.com/sites/chadorzel/2019/11/29/decades-and-discoveries-defining-the-eras-of-physics-history/?sh=4a24dc0e4270
5.	Fizikos istorijos žaidimas	Edukaciniai žaidimai apie fizikos mokslo istoriją: pateiktos žaidimo taisyklės ir mokslininkų portretai jiems atpažinti, mokiniai kuria laiko juostas ir kuria platesnę fizikos raidos chronologinę perspektyvą.	https://www.aip.org/history-programs/physics-history/teaching-guides
6.	Visuotinė Lietuvos enciklopedija	Fizikos mokslo Lietuvoje istorija nuo 1579 metų kaip filosofijos mokslo dalis iki šiuolaikinės lazerių fizikos	https://www.vle.lt/straipsnis/fizika-lietuvoje/

29.1.2. Pažinimo metodai ir kalba

7.	Mokomasis straipsnis apie stebėjimo ir eksperimento skirtumus	Išsamiai aprašomi stebėjimo ir eksperimento požymiai, pateikiami pavyzdžiai, akcentuojami skirtumai.	https://towardsdatascience.com/observational-vs-experimental-study-543425a3b3c8
8.	Fizikos metodologija ir filosofija	Vadovėlis pdf formatu R.Karazija, „FIZIKOS METODOLOGIJA IR FILOSOFIJA“ apie fizikos mokslo struktūrą, raidą, metodus, organizavimo formas ir ryšius su kitais mokslais.	https://www.ff.vu.lt/external/ff/files/institutai/TFAI/darbuotojai/karazija/fizikos-metodologija.pdf

29.1.3. Matavimai ir skaičiavimai fizikoje

9.	SI vienetai ir kitų dydžių matavimai	Vienetų ir matavimų internetinis puslapis, kuriame pateikiama informacija apie pagrindinius SI vienetus, matavimų standartus, galima pasinaudoti inžinerinės metrologijos įrankių rinkiniu.	https://www.nist.gov/pml/weights-and-measures/metric-si/si-units
10.	Veiksmai su matavimo vienetais	Vaizdo įrašas, kuriame išsamiai paaiškinama kaip atlikti veiksmus su matavimo vienetais ir išsivesti fizikinio dydžio apskaičiavimo formulę.	IB Physics: Unit Conversions & Dimensional Analysis to Derive Formulas
11.	Fizikinių dydžių ir matavimo vienetų rašymo taisyklės	Mokomoji knyga pdf formatu kaip taisyklingai aprašyti teorinius ir atliktus tiriamuosius darbus.	https://www.ff.vu.lt/external/ff/files/Rasto_darbai_kas_butina_zinoti_2015.pdf

12.	Vektoriai ir skaliariai	Vaizdo įrašas apie vektorinius ir skaliarinius dydžius ir veiksmus su jais.	High School Physics: Vectors and Scalars
13.	Veiksmai su vektoriais	Interaktyvioje simuliacijoje pateikiami pavyzdžiai kaip atlikti veiksmus su vektoriais.	https://phet.colorado.edu/en/simulations/vector-addition
14.	Absoliutinė ir santykinė paklaida	Vaizdo įrašė išsamiai aiškinama kas yra absoliutinė ir santykinė paklaida, kaip jas nustatyti ir apskaičiuoti.	11.1 State uncertainties as absolute and percentage uncertainties [SL IB Chemistry]

29.2.1. Judėjimas

15.	Kelias ir poslinkis	Vaizdo įrašas, kuriame paaiškinama kas yra kelias ir poslinkis, kaip juos apskaičiuoti.	Kelias ir poslinkis (11 klasė)
16.	Tiesiaeigis tolyginis ir tolygiai kintamas judėjimas	Interaktyvioje simuliacijoje tyrinėjamas pastoviu greičiu ir su pagreičiu judančio kūno judėjimas, braižomi greičio, pagreičio ir nueito kelio grafikai.	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=m ech_pohyb&l=en
17.	Tiesiaeigis judėjimas	Vaizdo įrašas apie tiesiaeigį judėjimą, kuriame aiškinama kaip grafiškai vaizduojamas judėjimas, pateikiami uždavinių sprendimo pavyzdžiai., mokoma užrašyti judėjimo lygtis.	Fizika. Tiesiaeigis judėjimas.
18.	Kreivaeigis judėjimas	Vaizdo įrašas apie kreivaeigį judėjimą, kaip sudėtinį judėjimą susidedantį iš judėjimų apskritimu, primenama kaip apskaičiuoti pagrindinius fizikinius dydžius charakterizuojančius judėjimą apskritimu, pateikiami uždavinių sprendimo pavyzdžiai.	Fizika. Kreivaeigis judėjimas.
19.	Kampu į horizontą mesto kūno judėjimas	Vaizdo įrašas apie kampų į horizontą mesto kūno judėjimą, aptariama judėjimo trajektorija, greičio dedamosios, pakilimo aukštis, lėkio nuotolis, pateikiamas uždavinio sprendimo pavyzdys.	Fizika. Kampu į horizontą mestas kūnas.
20.	Judėjimo reliatyvumas	Vaizdo įrašas apie judėjimo reliatyvumą.	https://www.youtube.com/watch?v=qxUdHBukUd8

29.2.2. Jėgos

21.	Gravitacija	Vaizdo įrašas apie gravitaciją, visuotinės traukos jėgos priklausomybė nuo kūnų masės.	https://www.youtube.com/watch?v=47GnGNQ_-CI
22.	Tamprumo jėga. Huko dėsnis	Interaktyvi simuliacija tamprumo jėgai demonstruoti, kai gali būti keičiama spyruoklės standumas, deformuojanti jėga, sujungiamos dvi spyruoklės nuosekliai ir lygiagrečiai.	Hooke's Law, Masses and Springs
23.	Trintis	Vaizdo įrašas apie trinties jėgos pasireiškimą, jos prigimtį.	https://www.youtube.com/watch?v=8aGpEWt8Kn8

24.	Trintis	Interaktyvi simuliacija apie kūną sudarančių dalelių sąveika ir temperatūros priklausomybę nuo trinties jėgos dydžio.	https://phet.colorado.edu/en/simulations/friction
25.	Įcentrinė ir išcentrinė jėga	Vaizdo įrašas, kuriame paaiškinamas įcentrinės ir išcentrinės jėgos pasireiškimas, pateikiami pavyzdžiai.	https://www.youtube.com/watch?v=l80a9B4mLts
26.	Archimedo jėga	Vaizdo įrašas apie Archimedo jėgą, jos prigimtį, kūno plūduriavimo sąlygas.	https://www.youtube.com/watch?v=lFxBUuBLji4 https://www.youtube.com/watch?v=hOasijeUpks
27.	Normal force and contact force Forces and Newton's laws of motion Physics Khan Academy	Paskaita apie atramos reakcijos jėgą.	Normal force and contact force Forces and Newton's laws of motion Physics Khan Academy
28.	I Niutono dėsnis	Interaktyvi simuliacija I Niutono dėsnio pasireiškimo demonstravimui.	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mach_newton1&l=en
29.	II Niutono dėsnis	Interaktyvi simuliacija, kurioje keičiant veikiančią jėgą, kūno masę stebime kaip kinta kūno greitis ir pagreitis, pagreičio kryptis.	Forces and Motion: Basics
30.	III Niutono dėsnis	Interaktyvi simuliacija III Niutono dėsnio pasireiškimo demonstravimui.	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mach_newton3&l=en
31.	Niutono dėsniai	Vaizdo įrašai, kuriuose aiškinamas I, II ir III Niutono dėsniai	Newton's first law of motion Forces and Newton's laws of motion Physics Khan Academy IB Physics: Newton I, The Law of Inertia Newton's second law of motion Forces and Newton's laws of motion Physics Khan Academy IB Physics: Newton II, The Law of Acceleration Newton's third law of motion Forces and Newton's laws of motion Physics Khan Academy IB Physics: Newton III Action and Reaction
29.2.3. Judesio kiekis ir impulsas			
32.	Judesio kiekis ir jėgos impulsas	Vaizdo įrašas, kuriame įvedamos sąvokos judesio kiekis ir jėgos impulsas, atkreipiant dėmesį, kad anglų kalba judesio kiekis vadinamas Momentum.	Introduction to momentum Impacts and linear momentum Physics Khan Academy , IB Physics: Momentum and Impulse
33.	Jėgos priklausomybė nuo laiko	Vaizdo įrašas, kuriame išsamiai aiškinamas jėgos priklausomybės nuo laiko grafikas.	Force vs. time graphs Impacts and linear momentum Physics Khan Academy

34.	Judesio kiekio pokytis	Virtuali demonstracija apie judesio kiekio pokytį vykstant realiems susidūrimams.	Collisions: Crash Course Physics #10
35.	Judesio kiekio pokytis	Interaktyvi simuliacija apie judesio kiekio pokyčio priklausomybę nuo kūno masės, judėjimo greičio, tamprumo. Braižomos judesio kiekio pokyčio diagramos.	Collision Lab
36.	Judesio kiekio tvermės dėsnis	Interaktyvi dviejų kūnų susidūrimo demonstracija, kai pritaikant judesio kiekio tvermės dėsnį apskaičiuojamas kūno greitis po susidūrimo, kai susidūrimas tamprus ir plastinis.	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=m&ech_nepruzna&l=en https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=m&ech_pruzna&l=en
37.	Semenavičius ir jo darbai	Vaizdo įrašas apie Semenavičiaus asmenybę ir pagrindinius jo darbus.	Raketų teorijos pradininkas Kazimieras Semenavičius

29.3.1. Energija, darbas, galia

38.	Kinetinė ir potencinė energija	vai	(KINETIC ENERGY #studyanimated #animation Potential Energy
39.	Tampriai deformuoto kūno energija	Interaktyvios simuliacijos, kurios padės išsiaiškinti nuo ko priklauso tampriai deformuoto kūno energija	Hooke's Law Masses and Springs
40.	Energijos tvermės dėsnis	Interaktyvios simuliacijos pagalba pakartojamas energijos tvermės dėsnis, sprendžiami uždaviniai apie amerikietiškus kalnelius.	Energy Skate Park
41.	Energijos tvermės dėsnis	Vaizdo medžiaga, kurioje aiškinamas energijos tvermės dėsnis.	GCSE Physics: Conservation of Mechanical Energy GCSE Physics: Conservation of Mechanical Energy.
42.	Darbas, energija, galia	Vaizdo medžiaga temos apibendrinimui apie mechaninį darbą, energiją ir galią.	Work, Energy, and Power: Crash Course Physics #9 Work, Energy, and Power: Crash Course Physics #9.

29.4.1. Ryšys tarp mikro ir makro pasaulio.

43.	Molekulinė dujų teorija	Visa teorija apie dujas su demonstracijomis ir užduočių pavyzdžiais (lietuvių k.)	https://lt.sodiummedia.com/3956940-perfect-gas-the-basic-equation-of-the-molecular-kinetic-theory-of-ideal-gase
44.	Makrosistemos	Paskaita iš ciklo „Konsultacijos abiturientams“ (lietuvių k.)	Makrosistemos. Paskaita abiturientams
42.	Izoterminis procesas	Proceso demonstracija su konkrečiais skaičiais (galima suformuluoti uždavinį)	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=m&f_izotermicky_dej&l=en
43.	Izobarinis procesas	Brėžiama izobarė, galima pasirinkti atskirus taškus su konkrečiomis temperatūros ir tūrio vertėmis, užrašomas I-asis termodinamikos dėsnis	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=m&f_izobaricky_dej&l=en

44.	Izochorinis procesas	Proceso demonstracija su konkrečiais skaičiais (galima suformuluoti uždavinį)	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=m_f_izochoricky_dej&l=en
29.4.2. Termodinamika			
45.	Agregatinių būsenų kitimas	Vaizdžiai aiškinamas temperatūros kitimo grafikas vykstant agregatinių būsenų kitimams	Agregatinių būsenų kitimas.
46.	Karno ciklas	Proceso demonstracija su konkrečiais skaičiais (galima suformuluoti uždavinį)	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=m_f_carnot&l=en
47.	Garvežys	Demonstruojamas šiluminės mašinos veikimas	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=m_f_parnistroj&l=en
48.	Vidaus degimo variklis (keturtaktis)	Vaizdžiai aiškinamas vidaus degimo variklio veikimas	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=m_f_ctyrtakt&l=en
49.	Šaldytuvo veikimo principas	Vaizdžiai aiškinamas šaldytuvo (šilumos siurblio) veikimo principas	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=m_f_lednicka&l=en
29.5.1. Elektrostatinis laukas			
50.	Kūnų įelektrinimas	Interaktyvios simuliacijos apie kūnų įelektrinimą, krūvių rūšis, sąveiką, elektros krūvio tvermės dėsnį, elektrinį lauką.	https://phet.colorado.edu/en/simulations/balloons-and-static-electricity https://phet.colorado.edu/en/simulations/charges-and-fields
51.	Kulono dėsnis	Interaktyvi simuliacija Kulono dėsnio formulavimui, elektrinio lauko stiprio apibrėžimui.	https://phet.colorado.edu/en/simulations/coulombs-law , https://ophysics.com/em1.html
52.	Laukų superpozicijos principas	Interaktyvi simuliacija padeda apibrėžti laukų superpozicijos principą ir mokomasi skaičiuoti elektrinio lauko stiprį, kai lauką kuria keli krūviai.	http://seilias.gr/go-lab/html5/electricFieldVoltage.plain.html https://ophysics.com/em4.html
53.	Potencialas, ekvipotencialiniai paviršiai	Interaktyvios simuliacijos pagalba aiškinamasi potencialo ir ekvipotencialinių paviršių sąvokos, ryšys su elektrinio lauko stipriu.	https://ophysics.com/em9.html
54.	Kondensatoriai	Interaktyvios simuliacijos pagalba prisimenama elektrinė talpa, kondensatoriai ir jų tipai, kondensatoriaus talpos priklausomybė nuo plokščių ploto, atstumo tarp jų.	https://phet.colorado.edu/en/simulations/capacitor-lab-basics
55.	Kondensatoriaus energija	Naudojantis interaktyvia simuliacija skaičiuojama įkrauto kondensatoriaus energija.	https://phet.colorado.edu/sims/cheer-pj/capacitor-lab/latest/capacitor-lab.html?simulation=capacitor-lab
29.5.2. Elektros srovė metaluose			

56.	Elektronų dreifo greitis	Naudojantis interaktyvia simuliacija aptariamas elektronų dreifo greitis ir nuo ko jis priklauso.	http://seilias.gr/go-lab/html5/directionOfElectircCurrent.plain.html
57.	Omo dėsnis grandinės daliai	Atliekant virtualų tiriamąjį darbą prisimenamas Omo dėsnis grandinės daliai.	https://phet.colorado.edu/en/simulations/ohms-law
58.	Varža	Interaktyvios simuliacijos pagalba prisimenamos žinios apie laidininkų varžą.	https://phet.colorado.edu/en/simulations/resistance-in-a-wire
59.	Laidininkų jungimo būdai	Interaktyvių simuliacijų pagalba prisimenami laidininkų jungimo būdai.	lab.gw.utwente.nl/production/electricalCircuitLab/build/circuitLab.html?preview= , http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/circuit_power_boxes_combination.html
60.	Voltamperinė charakteristika	Interaktyvi simuliacija padedanti spręsti uždavinius braižant elektrinių grandinių I(U) grafikus, analizuojant voltamperines charakteristikas.	http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/ohm_IVgraph.html

29.5.3. Elektros srovės šaltiniai

61.	Elektros srovės šaltinio charakteristika	Naudojantis interaktyviomis simuliacijomis nustatoma šaltinio vidinė varža, elektros srovės šaltinio įtamos priklausomybė nuo įkrovos laiko ir dydžio, nuosekliai ir lygiagrečiai sujungtų srovės šaltinių elektrovara.	https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/battery-resistor-circuit/latest/battery-resistor-circuit.html , Circuit Construction Kit: DC , https://phet.colorado.edu/en/simulations/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab
-----	--	---	---

29.5.4. Magnetinis laukas

62.	Elektringos dalelės elektriniame ir magnetiniame lauke	Naudojantis interaktyviomis simuliacijomis tyrinėjamas elektringųjų dalelių judėjimas elektriniame ir magnetiniame lauke.	http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/charge_in_EField.html http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/charge_in_field.html , http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/threeD_magnetism.html https://ophysics.com/em8.html
63.	Elektros variklis	Naudojantis interaktyviomis simuliacijomis nagrinėjamas elektros variklio veikimo principas.	" http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/DC_motor.html " http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/DC_motor.html https://ophysics.com/em10.html , " https://ophysics.com/em10.html "

29.5.5. Elektromagnetinė indukcija

64.	Magnetinis srautas, Elektromagnetinė indukcija	Vaizdo įrašas apie magnetinį srautą ir elektromagnetinę indukciją.	https://concordian-thailand.libguides.com/c.php?g=688995&p=6761154
65.	Faradėjaus dėsnis	Naudojantis interaktyvia simuliacija formuluojamas Faradėjaus indukcijos dėsnis.	https://phet.colorado.edu/en/simulations/faradays-law , https://ophysics.com/em11.html
66.	Saviindukcija	Vaizdo įrašas apie saviindukcijos reiškinių.	What are inductors? (self-inductance) Electromagnetic induction Khan Academy

29.5.6. Kintamoji elektros srovė ir jos perdavimas

67.	Elektromagnetiniai virpesiai	Interaktyvios simuliacijos pagalba prisimenami elektromagnetiniai virpesiai, virpesių kontūras ir energijos virsmai jame.	https://www.walter-fendt.de/html5/phen/oscillatingcircuit_en.htm
68.	Elektros generatorius	Pasinaudojant simuliacija analizuojama elektros generatorių sandara ir tyrinėjamas jų veikimo principas, aptariamas elektros generatorių taikymas.	https://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/electric_generator.html
69.	Transformatorius	Mokslinis filmukas apie realų transformatorių, nagrinėjama transformatoriaus sandara ir jo veikimo principas, apibrėžiamas transformacijos koeficientas.	https://concordian-thailand.libguides.com/c.php?g=688995&p=6761154
70.	Kintamosios srovės lyginimas	Pasinaudojant vaizdo įrašu nagrinėjamas kintamosios srovės lyginimas (pusės ir pilnos bangos lyginimas), tyrinėjami diodiniai tilteliai.	Full Wave Bridge Rectifiers

29.5.7. Energijos šaltiniai

71.	Pirminiai ir antriniai energijos šaltiniai	Lietuvos energetikos įstatymas, kuriame tiksliai apibrėžiami pirminiai ir antriniai energijos šaltiniai.	https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalActPrint/lt?
72.	Alternatyvieji energijos šaltiniai	Vaizdo įrašai apie iškastinio kuro, branduolinės, termobranduolinės, vėjo, hidro- ir hidroakumuliacinės, geoterminės, saulės elementų elektrinės, aptariamas skirtumas tarp saulės elementų ir saulės modulių, analizuojami pagrindiniai įvairių energijos šaltinių saugumo, ekonomiško ir ekologiško aspektai, lyginami elektrinių naudingumo koeficientai, galia.	IB Physics: The Basics of Power Plants, How do they work?https://youtu.be/dh4tS5my6O8. https://www.youtube.com/watch?v=0t9IsiEMres&list=PLPsx331rqafXwle6p_2jQjhzedHrVJE5v&index=2
73.	Sankey diagramos	Virtuali programa, kurios pagalba braižomos Sankey diagramos.	https://sankeymatic.com/build/ , Create Sankey diagrams in Excel Using standard charts, no add-ins Excel Off The Grid

4.2. IV gimnazijos klasė

Nr.	Pavadinimas	Trumpa anotacija	Nuoroda
1.	Bendrojo ugdymo dalykų vadovėlių duomenų bazė	Švietimo portalo informacinės sistemos duomenų bazė, kurioje kaupiama informacija apie įvertintus vadovėlius	https://www.emokykla.lt/bendrasis/vadoveliai
30.1.1. Svyravimai.			
2.	The Pendulum & SHM #7	Vaizdo įrašas, kuriame paaiškinama matematinės svyruoklės svyravimas, aptariamų jėgų verčiančios kūnus svyruoti.	The Pendulum & SHM #7,
3.	IB Physics: Oscillations & SHM	Vaizdo įrašas, kuriame aptariami mechaninius svyravimus apibūdinantys dydžiai, paaiškinamas spyruoklinės svyruoklės svyravimas.	https://www.youtube.com/watch?v=lxOO19VSH1g
4.	Creating Circular Motion from Sine and Cosine Curves	Vaizdo įrašas, kuriame palyginama apskritimu judančio kūno ir svyruojančio kūno koordinatės kitimas, paaiškinamas svyravimo grafikas.	Creating Circular Motion from Sine and Cosine Curves
5.	SHM as projection of Circular Motion and Phase of SHM - Physics for IIT JEE Main & Advanced	Vaizdo įrašas, kuriame palyginama apskritimu judančio kūno ir svyruojančio kūno koordinatės kitimas, judėjimo lygtys.	https://www.youtube.com/watch?v=d0p7vDIgqjU
6.	Pendulums In Phase	Vaizdo įrašas, kuriame apibrėžiama svyravimų fazė	Pendulums In Phase
7.	Svyravimų grafikai	Brėžiniai vaizduojantys koordinatės ir svyravimų greičio grafikus.	https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cd/Pendulum_phase_portrait_illustration.svg
8.	Forced Oscillation Resonance	Esperimento iliustruojančio rezonansą vaizdo įrašas.	Forced Oscillation Resonance
9.	Bartons Pendulum	Vaizdo įrašas kaip pasigaminti Bartono svyruoklės modelį.	https://www.youtube.com/watch?v=hmyvIC3g198
30.1.2. Bangos			
10.	Bangą apibūdinantys dydžiai.	Interaktyvi demonstracija, kurioje galima keisti bangų kryptį, amplitudę, dažnį ir greitį.	https://seilias.gr/go-lab/html5/longitudinalWaves.plain.html ,
11.	Longitudinal Wave	Interaktyvi bangos demonstracija, kurioje galima keisti bangos dažnį ir greitį ir pasirinkti stebėti bangą apibūdinančių dydžių kitimo grafikus	http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/longitudinal_wave.html
12.	IB Physics: Wave Characteristics	Vaizdo įrašas apie dydžius, kurie apibūdina bangas.	https://www.youtube.com/watch?v=OQ_XvyB-fac
30.1.3. Stovinčios bangos			

13.	Stovinti banga	Interaktyvi demonstracija kurioje keičiant dažnį galima gauti stovinčią bangą.	http://server.ce.tuiasi.ro/~radinschi/simulation/sim2/index.html
14.	Bangų sudėtis	Interaktyvi bangų sudėties demonstracija.	https://seilias.gr/go-lab/html5/standingWaves2Waves.plain.html
15.	Stovinčios bangos stygose ir vamzdeliuose	Stovinčių bangų stygose ir vamzdeliuose animacijos.	http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/transverse_standing_wave.html https://gateway.golabz.eu/os/pub/physics-bu/longitudinal_standing_wave/wdefault.html
16.	Wave on String Lab	Animacija apie stovinčią bangą gitaros stygose.	http://www.thephysicsaviary.com/Physics/Programs/Labs/WaveOnStringLab/index.html

30.1.4. Bangų savybės

17.	Difrakcija	Difrakcijos su skirting pločio plyšiais animacijos..	https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1c/Wave-diffraction-2.gif , https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e4/Wavelength%3Dslitwidthblue3D.gif
18.	Bangos lūžis	Bangos lūžimo animuotas vaizdavimas.	http://www.acs.psu.edu/drussell/Demos/refract/snell-anim.gif
19.	IB Physics: Snell's Law of Refraction	Vaizdo įrašas, kuriame paaiškinamas bangos lūžis.	IB Physics: Snell's Law of Refraction
20.	Bangų sudėtis	Animacija, kurioje vaizduojamą bangų sudėtis.	https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0f/Huygens_Fresnel_Principle.gif
21.	Bangos greičio ir ilgio pokytis pereinant į kitą aplinką	Animacija, kurioje iliustruojamas bangos greičio ir ilgio pokytis pereinant į kitą aplinką.	https://ibphysicsnotes.files.wordpress.com/2016/01/changingmedia-new.gif?w=300&h=225
22.	IB Physics: Reflection and Transmission / Refraction of Waves	Vaizdo įrašas apie bangų atspindį ir lūžį.	https://www.youtube.com/watch?v=O5eGiW_WmdM
23.	IB Physics: Superposition and Interference of Waves	Vaizdo įrašas, kuriame paaiškinama bangų sudėtis ir interferencija.	IB Physics: Superposition and Interference of Waves
24.	Two Polarisers	Vaizdo įrašai apie eksperimentus su dviem ir trimis poliaroidais.	Two Polarisers -- xmdemo 052 Three Polarizers -- xmdemo 053.
25.	Effect of polarized Lens on Water	Vaizdo įrašas apie eksperimentą su poliarizuotais akinių stiklais.	effect of polarized lens on water.

30.2.1. Geometrinė optika.

26.	Šviesos-sklidimas-atspindys-lūžis	Paaškinami atspindys, lūžis ir visiškasis atspindys	10-Šviesos-sklidimas-atspindys-ir-lūžis-Video
27	Atspindys ir lūžis	Keičiant lazerio padėtį, spindulio kritimo kampą ir terpių lūžio rodiklius galima demonstruoti ir tyrinėti atspindį, lūžį, visiškąjį atspindį.	https://www.seilias.gr/go-lab/html5/reflectionRefraction.plain.html
28.	Reflection vs Refraction	Vaizdo įrašas, kuriame aiškinamas atspindys, lūžis, visiškasis atspindys, dispersija.	Reflection vs Refraction
29.	Įgaubtas veidrodis	Atvaizdo susidarymas įgaubtame veidrodyje, galima keisti daikto vietą ir veidrodžio kreivumo spindulį.	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_dute&l=en
30.	Išgaubtas veidrodis	Atvaizdo susidarymas išgaubtame veidrodyje, galima keisti daikto vietą ir veidrodžio kreivumo spindulį.	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_vypukle&l=en
31.	Lenses	Galima tyrinėti spindulių eigą per glaudžiamąjį ir sklaidomąjį lęšį ir atvaizdo susidarymą.	http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/Lenses.html
32.	Glaudžiamasis lęšis	Atvaizdo brėžimas ir plonojo lęšio formulės taikymo pavyzdys.	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_spojka&l=en
33.	Sklaidomasis lęšis	Atvaizdo brėžimas ir plonojo lęšio formulės taikymo pavyzdys	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_rozptylka&l=en
34.	Židinio nuotolis	Glaudžiamojo lęšio tyrimas	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_ohnisko&l=en
35.	Keplerio teleskopas	Teleskopo sandara ir spindulių eiga	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_kepler&l=en
36.	Galilėjaus teleskopas	Teleskopo sandara ir spindulių eiga	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_galileo&l=en
30.2.1. Geometrinė optika.			
37.	Mikroskopas	Mikroskopo sandara ir spindulių eiga	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_mikroskop&l=en
30.2.2. Banginiai šviesos reiškiniai.			
38.	Šviesos bangos	Suprantamai pristatomi šviesos reiškiniai (tinka kartojimui)	Light Is Waves: Crash Course Physics #39
39.	Bangų sudėtis	Žaidimo forma aiškinama bangų sudėtis	Fourier: Making Waves
40.	Bangos	Modeliuojamas bangų sklidimas, difrakcija ir interferencija. Galima keisti amplitudę ir dažnį.	Wave Interference

41.	Šviesos bangos	Supažindinama su įvairiomis elektromagnetinėmis bangomis, jų savybėmis.	Light waves, visible and invisible - Lucianne Walkowicz
42.	Bangos dažnis, ilgis ir greitis	Aiškunami fizikiniai dydžiai, apibūdinantys šviesos bangas ir su tuo susiję bangų savybės	Frequency, Wavelength, and the Speed of Light
43.	Heigenso ir Frenelio principai	Išsamus reiškinių paaiškinimas	2. Huygens Fresnel theory of diffraction Fresnel Diffraction of light (2020)
44.	Šviesos difrakcija	Rodoma ir aiškinama demonstracija	Demonstrating diffraction using laser light – for teachers
45.	Šviesos difrakcija	Archyvinis mokomasis filmas	Archyvinis mokomasis filmas: difrakcija
46.	Difrakcija	Aiškinama difrakcija	Wave Diffraction
47.	Difrakcinė gardelė	Aiškinama difrakcija, difrakcinė gardelė, uždavinių sprendimo pavyzdžiai	Difrakcinė gardelė
48.	Difrakcinė gardelė	Aiškinama difrakcija	http://physics.bu.edu/~duffy/HTML5/diffraction_grating.html
49.	Dviejų plyšių difrakcija	Demonstracija su paaiškinimu	Interference Demo: Double Slit
50.	Šviesos interferencija	Sąvokų apibrėžimai, aiškinimas, uždavinių sprendimo pavyzdžiai	Interferencija
51.	Interferencija ir difrakcija	Aiškinama interferencija ir difrakcija	Interference and Diffraction
52.	Interferencija ir difrakcija	Reiškinių animacija	Diffraction interference patterns with phasor diagrams
53.	Fizika lengvai (Physics Made Easy) - koherentinės bangos	Aiškinamos koherentinės bangos	Physics Made Easy- Light waves Coherent-1
54.	Fizika prie kavos	Doplerio efekto aiškinimas su pavyzdžiais	Fizika prie kavos: Doplerio efektas
55.	Kas yra Doplerio efektas?	Vaizdus paaiškinimas	What is the Doppler Effect?
56.	Doplerio efekto animacija	Efektingas Doplerio efekto pavyzdys	Doppler Effect Animated Examples

30.3.1. Kvantinė optika

57.	Šviesos suvokimas	Vaizdo įrašai kaip keitėsi šviesos suvokimas nuo Niutono iki T.Jungo ir A.Einšteino.	šviesos suvokimo istorija) https://youtu.be/fAVPRDnzSpE ir Wave-Particle Duality - Part 2)
58.	Fotoefektas	Interaktyvios simuliacijos pagalba demonstruojamas išorinis fotoefektas.	Fotoefektas
59.	Photoelectric Effect and Photoelectric Cell	Animuotas vaizdo įrašas apie išorinį ir vidinį fotoefektą.	Photoelectric Effect and Photoelectric Cell.

60.	Šviesos slėgis	Vaizdo įrašai apie šviesos sukeliama slėgį.	DEMO: Radiation Pressure - YouTube Radiometer Demonstration [Physics : Energy] - YouTube
30.3.2. Atomo sandara.			
61.	Atomo modelis	Vaizdo įrašas apie atomo modelio istoriją.	Evolution of Atomic Model 400 BC - 2020 History of the atom Timeline, Atomic Theories - YouTube
62.	Atomo sandaros tyrimas	Interaktyvi simuliacija apie Rezerfordo eksperimentą tiriant atomo sandarą.	Rezerfordo tyrimą
63.	Elektrono judėjimas aplink branduolį	Vaizdo įrašas, kuriame aptariamas klasikinės mechanikos ribotumas aiškinant elektrono judėjimą aplink branduolį.	How does the electron move around the atom? IB Physics - 12.1.2 - The failures of classical Physics
64.	Energijos lygmuo	Vaizdo įrašas paaiškinantis energijos lygmens sampratą.	https://youtu.be/czgiZoH7_Ac
65.	Vandenilio spektras	Virtualus tiriamasis darbas vandenilio spektrui stebėti.	https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/hydrogen-atom/latest/hydrogen-atom.html?simulation=hydrogen-atom
66.	Lazeris	Straipsnis apie lazerių atsiradimo istoriją.	laser - History Britannica
67.	Lazeriai Lietuvoje	Straipsnis apie lazerių atsiradimo istoriją Lietuvoje.	Lietuviškų lazerių istorija: kaip viskas prasidėjo :: Inovacijos Lietuvoje :: www.technologijos.lt
68.	Lazerio veikimo principas	Interaktyvi simuliacija	PhET Simulation (colorado.edu) How lasers work - a thorough explanation
69.	Lazerių panaudojimas	Vaizdo įrašas, kuriame pasakojama apie lazerių panaudojimo galimybes.	How Lasers Work Laser Micromachining Lasers in Industry Picosecond Lasers Ultrafast Lasers
30.3.3. Atomo branduolys ir radioaktyvumas			
70.	Izotopai	Interaktyvi simuliacija, kurios pagalba apibrėžiamas atominis masės vienetas, izotopai, branduolio skilimai.	Isotopes and Atomic Mass (colorado.edu)
71.	Stiprioji sąveika	Interaktyvi simuliacija, kurios pagalba galima tirti stipriosios sąveikos priklausomybę nuo atstumo.	Atomic Interactions (colorado.edu)
72.	Nuclear Model	Aprašyme palyginami klasikinis ir kvantinis branduolio modeliai	Nuclear model physics Britannica

73.	Pusėjimo trukmė	Aprašyme paaiškinama radioaktyvių branduolių skilimas ir pusėjimo trukmė.	half-life Definition & Facts Britannica , Radioactive Decay Rates - Chemistry LibreTexts
74.	Radioaktyvios spinduliuotės registravimas	Paskaitų cikle aptariami radioaktyvios spinduliuotės registravimo prietaisai ir metodai.	BRANDUOLINES ENERGETIKOS FIZIKINIAI PAGRINDAI (vu.lt)
75.	Radioaktyvus datavimas	Interaktyvios simuliacijos pagalba galima išbandyti radioaktyvaus datavimo metodą.	Radioactive Dating Game - Radiometric Dating Carbon Dating Half Life - PhET Interactive Simulations (colorado.edu)
76.	Radioaktyvumo pritaikymas	Vaizdo įrašė aptariamas radioaktyviosios spinduliuotės praktinis pritaikymas	https://youtu.be/iG-G7nBYwR8
77.	Branduolio ryšio energija	Vaizdo įrašė aiškinama apie branduolio masės defektą ir ryšio energiją	IB Physics: Nuclear Binding Energy
78.	Branduolių skilimas ir sintezė	Vaizdo įrašai apie branduolių skilimo reakcijas ir sintezę.	Fusion, Fission, and Energy in Nuclear Equations - IB Physics , IB Physics: Nuclear Reactions
79.	Branduolio stabilumas	Vaizdo įrašė aptariama branduolio stabilumas siejant su magiškais skaičiais.	Nuclear stability and magic numbers
80.	Branduolinis reaktorius	Vaizdo įrašė lyginami skirtingų tipų branduolinių reaktorių veikimo principai.	Inside a Nuclear Reactor How does a nuclear reactor work - World Nuclear Association (world-nuclear.org)

30.3.4. Elementariosios dalelės

81.	Antidalelė	Mokslinis straipsnis apie antidalelių egzistavimą.	The story of antimatter timeline.web.cern.ch
82.	Anihiliacija	Vaizdo įrašai apie dalelės ir antidalelės aniziliaciją, antidalelių atradimą.	Annihilation and Pair Production Discovering the positron timeline.web.cern.ch Neutrino, Discovery of Encyclopedia.com
83.	Antidalelių klasifikacija	Fizikos žaidimo apie elementariąsias daleles aprašymas.	https://scoollab.web.cern.ch/particle-physics-games
84.	Kvarkai ir leptonai	Vaizdo įrašas apie kvarkų ir leptonų grupės daleles ir jų antidaleles, jas charakterizuojantys fizikiniai dydžiai.	IB Physics: Quarks, Leptons & Antiparticles
85.	Dalelių virsmai	Duomenų portfolio apie įvairių dalelių virsmus.	https://quarknet.org/data-portfolio/activity/quark-workbench
86.	Bozonai	Vaizdo įrašas analizuojantis bozonų savybes.	IB Physics: Exchange Particles
87.	Higso bozonas ir gravitonas	Vaizdo įrašai apie Higso bozono ir gravitono paieškas	The Higgs boson CERN (home.cern) , The Higgs boson and

			Higgs field explained with Simple Analogy) Do Gravitons Really Exist ? Finding the Particles of Gravity , Searching for the unknown CERN (home.cern)
88.	Elementariųjų dalelių aptikimas	Aprašymas kaip identifikuoti elementariąją dalelę pagal jos skriejimo treką.	Bubble Chamber Pictures for the Classroom S'Cool LAB (cern.ch)
89.	Vilsono kamera	Aprašymas kaip pasigaminto Vilsono kamera.	Renginiai, sklaida - Fizikos fakultetas (vu.lt)
30.4.1. Įvadas į reliatyvumo teoriją.			
90.	Galilei reliatyvumo principas	Aprašymas kas yra Galilėjaus transformacijos	Galilei reliatyvumo principas - Visuotinė lietuvių enciklopedija (vle.lt)
91.	Relative Motion and Inertia	Greičio reliatyvumo aiškinimas	(644) Relative Motion and Inertial Reference Frames - YouTube
92.	Introduction to the Lorentz transformation Theory of relativity explained in 7 mins Galilean and Lorentz transformation	Reliatyvumo teorijos aiškinimas	Introduction to the Lorentz transformation Special relativity Physics Khan Academy. (644) Theory of relativity explained in 7 mins - YouTube http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Relativ/ltrans.html#c230
93.	Classical Physics vs Relativity –History, Examples and Alternatives	Filmuota medžiaga, kurioje aiškinama apie Klasikinės reliatyvumo teorijos vystymą	(644) Classic Physics vs Relativity - History, Examples and Alternatives - YouTube
94.	Special Relativity	Aiškinama apie rimties masę, jos transformaciją	(651) Special Relativity Part 4: Mass-Energy Equivalence or $E = mc^2$ - YouTube
95.	Physics master classes	Duomenys ir pavyzdžiai elementariųjų dalelių virsmams nagrinėti.	https://atlas.physicsmasterclasses.org/en/wpath_messung.htm
96.	OSC kanalas	IB pamokų vaizdo įrašai	(199) OSC - YouTube

5. Užduočių pavyzdžiai

Šiame skyrelyje pateikiami užduočių skirtingiems pasiekimų lygiams, skirtingoms kompetencijoms ugdyti, įvairių poreikių mokiniams pavyzdžiai, taip pat mokinių darbų pavyzdžiai. Užduočių pavyzdžiai suskirstyti pagal pasiekimų sritis. Dalis pateiktų užduočių pavyzdžių padeda ugdyti ir vertinti kelis skirtingų sričių pasiekimus, todėl šalia jų nurodomi keli pasiekimai ir tokie pavyzdžiai pateikiami keliuose šių metodinių rekomendacijų pasiekimų sričių skyreliuose.

Kartu su dalies šių užduočių pavyzdžiais pateikiamos ir metodinės rekomendacijos (ko konkrečiai užduotimi siekiama, ką ugdoma, ko mokoma, kaip ir kokiomis priemonėmis ugdomos kompetencijos).

Dalyje užduočių pavyzdžių pateikiami pasiekimų lygių paaiškinimai, pritaikant Bendrosiose programose pateiktus pasiekimų lygių požymius konkrečiam mokymosi turiniui ir užduočiai.

5.1. III gimnazijos klasė

5.1.1 Gamtos mokslų prigimties ir raidos pažinimas (A)

29.1.1. Fizikos mokslo raida.

A4.1. Nurodo fizikos mokslo atradimų taikymo galimas teigiamas ir neigiamas pasekmes.	A4.2. Nurodo ir aptaria fizikos mokslo atradimų poveikį ir svarbą žmogui, bendruomenei, visuomenei.	A4.3. Nurodo ir Diskutuoja fizikos mokslo atradimų poveikio ir svarbos žmogui, bendruomenei ir visuomenei klausimais.	A4.4. Argumentuotai vertina gamtos mokslų įtaką ir svarbą žmogui, bendruomenei ir visuomenei. Nurodo naujausias tyrimų sritis.
--	--	--	---

A4.1. Slenkstinis lygmuo. Nurodykite fizikos atradimą, kuris reikšmingai paveikė visuomenę.

A4.2. Patenkinamas lygmuo. Nurodykite svarbų fizikos atradimą ir apibūdinkite jo poveikį visuomenei.

A4.3. Pagrindinis lygmuo. Nurodykite svarbų fizikos atradimą ir remdamasis faktais įrodykite, kaip šis atradimas paveikė visuomenę.

A4.4. Aukštesnysis lygmuo. Argumentuodami nurodykite, kurią ir kodėl fizikos sritį reikia intensyviai plėtoti.

5.1.2. Gamtamokslinis komunikavimas (B)

29.1.3. Matavimai ir skaičiavimai fizikoje.

1. Atlikite veiksmus su matavimo vienetais:

1.1. Išmatavus jėgą užrašytas 14,5 kN rezultatas. Parašykite rezultatą SI matavimo vienetais. (B1.1.)

1.2. Išmatavus jėgą užrašytas 14,5 GN rezultatas. Parašykite rezultatą SI matavimo vienetais. (B1.2.)

1.3. Išmatuota 14,5 GN jėga. Kuriuo atveju teisingai užrašytas rezultatas? (B1.3.)

A. 14 500 000 000 kg•m•s⁻²

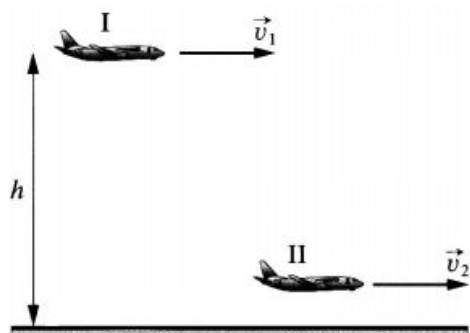
B. 14 500 000 000 kg•m•s⁻¹

C. 14 500 000 000 kg•m/s⁻²

D. 14 500 000 000 kg•m/s⁻¹

1.4. Išmatavus jėgą užrašytas 14,5 GN rezultatas. Parašykite rezultatą pagrindiniais SI matavimo vienetais. (B1.4.)

2. 2 t masės lėktuvas skrenda 50 m/s greičiu. 420 m aukštyje jis pradeda leistis ir žemę pasiekia 30 m/s greičiu.



2.1. Kokios rūšies mechaninės energijos turi lėktuvas I padėtyje? Ją apskaičiuokite.

Ats.: Turi kinetinės energijos, nes juda ir potencinės energijos, nes skrenda tam tikrame aukštyje virš Žemės paviršiaus.

2.2. Apskaičiuokite lėktuvo mechaninę energiją I padėtyje.

Ats.:

$$E_I = \frac{m \cdot v_1^2}{2} + mgh.$$

2.3. Kokios rūšies mechaninės energijos turi lėktuvas pasiekęs žemę?

Ats.: Nusileidęs ant žemės lėktuvas dar juda, todėl turi kinetinės energijos.

2.4. Apskaičiuokite lėktuvo mechaninę energiją jam pasiekus žemę.

Ats.:

$$E_2 = \frac{m \cdot v_2^2}{2}.$$

2.5. Įvardykite jėgas, kurios veikia lėktuvą II padėtyje ir pažymėkite jas brėžinyje.

Ats.: II padėtyje lėktuvą veikia sunkio, variklio traukos ir oro pasipriešinimo jėgos. Sunkio jėga pažymėta nuo lėktuvo žemyn, variklio traukos – judėjimo kryptimi, oro pasipriešinimo jėga – priešinga judėjimui kryptimi ir trumpesnė už variklio traukos jėgą. Gali būti pažymėtos vertikalios į viršų nukreipta Archimedo jėga, kurios ilgis turi būti ženkliai trumpesnis už sunkio, ir sparno keliamoji jėga trumpesnė už sunkio jėgą.

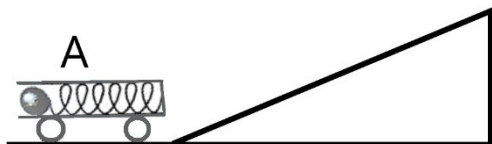
B1.1. Slenkstinis lygmuo. Nurodo, kokios energijos turi lėktuvas I padėtyje ir nusileidęs ant žemės.

B1.2. Patenkinamas lygmuo. Nurodo, kokios energijos turi lėktuvas I padėtyje ir nusileidęs ant žemės, užrašo formules energijai apskaičiuoti ir jas apskaičiuoja.

B1.3. Pagrindinis lygmuo. Nurodo, kokios energijos turi lėktuvas I padėtyje ir nusileidęs ant žemės, užrašo formules energijai apskaičiuoti ir jas apskaičiuoja. Pažymi lėktuvą veikiančias jėgas.

B1.4. Aukštesnysis lygmuo. Nurodo, kokios energijos turi lėktuvas I padėtyje ir nusileidęs ant žemės, užrašo formules energijai apskaičiuoti ir jas apskaičiuoja. Pažymi lėktuvą veikiančias jėgas teisingai pasirinkdamas rodyklių ilgius.

3. Tiriamąjį įrenginį sudaro nuožulnioji plokštuma, su horizontu sudaranti 30° kampą, be trinties galintis judėti vežimėlis, kuriame yra įtaisyta suspausta spyruoklė ir rutuliukas, stovintis padėtyje A. Bendra vežimėlio, rutuliuko ir spyruoklės masė $3m$, rutuliuko masė – m . spyruoklės standumas k , spyruoklė suspausta dydžiu x .



3.1. Kiek pakinta sistemos kinetinė energija, kai išsitiesus spyruoklei rutuliukas išstumiamas?

Ats.:

$$E_k = E_p = \frac{k \cdot x^2}{2}$$

3.2. Koks rutuliuko ir vežimėlio įgytų greičių santykis?

Ats.:

$$m \cdot v_r = (3m - m) \cdot v_v$$

$$v_r = 2 \cdot v_v$$

3.3. Kokį greitį, išstūmus rutuliuką, įgavo vežimėlis?

Ats.:

$$\frac{k \cdot x^2}{2} = \frac{2m \cdot v_v^2}{2} + \frac{m \cdot v_r^2}{2}$$

$$k \cdot x^2 = 2m \cdot v_v^2 + m \cdot v_r^2$$

$$k \cdot x^2 = 6m \cdot v_v^2$$

$$v_v = \sqrt{\frac{k \cdot x^2}{6m}}$$

3.4. Į kokį aukštį h nuožulniaja plokštuma užvažiuos vežimėlis?

Ats.:

$$E_k = E_p$$

$$2mgh = \frac{2m \cdot v_v^2}{2}$$

$$h = \frac{v_v^2}{2g} = \frac{k \cdot x^2}{12mg}$$

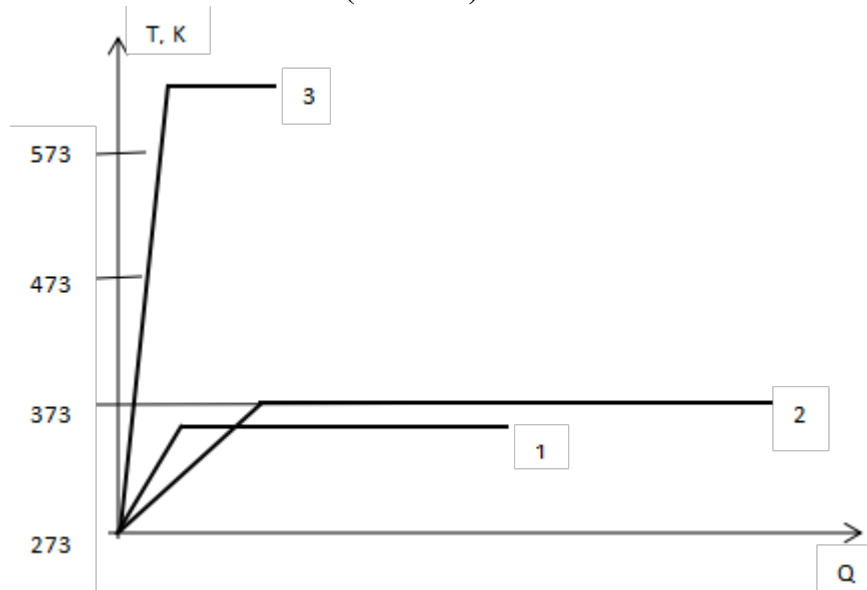
3.5. Kokį didžiausią kelią vežimėlis nuvažiuos nuožulniaja plokštuma?

Ats.:

$$s = 2 \cdot h$$

$$s = \frac{k \cdot x^2}{6mg}$$

29.4.2. Termodinamika. (B5 ir E1)



Paveiksle pavaizduota, kaip kinta trijų skirtingų skysčių temperatūra. Jie kaitinami, suteikiant per lygius laiko tarpus vienodus šilumos kiekius. Skysčių masės vienodos. Naudodamiesi informacijos šaltiniais, nustatykite, kokie tai skysčiai. Kurio skysčio savitoji šiluma yra didžiausia, kurio – mažiausia? Atsakymus argumentuokite.

Nurodo, kad skysčius atpažinti galima pagal virimo temperatūras; teisingai iš grafiko jas nuskaito; naudodamasis pateikta skysčių virimo temperatūrų lentele nustato skysčių rūšį (B5.1.; E1.1.)	Nurodo, kad skysčius atpažinti galima pagal virimo temperatūras; teisingai iš grafiko jas nuskaito; naudodamasis skysčių virimo temperatūrų lentele nustato skysčių rūšį (B5.2.; E1.2.)	Nurodo, kad skysčius atpažinti galima pagal virimo temperatūras; teisingai iš grafiko jas nuskaito; naudodamasis skysčių virimo temperatūrų lentele nustato skysčių rūšį. Nurodo, kurio skysčio savitoji šiluma yra didžiausia, kurio – mažiausia ir paaiškina, kaip nustatė (B5.3.; E1.3.)	Nurodo, kad skysčius atpažinti galima pagal virimo temperatūras; teisingai iš grafiko jas nuskaito; naudodamasis skysčių virimo temperatūrų lentele nustato skysčių rūšį. Nurodo, kurio skysčio savitoji šiluma yra didžiausia, kurio – mažiausia ir argumentuodamas atsakymą remiasi grafiko pasvirimo kampu (B5.4.; E1.4.)
--	---	---	--

5.1.3. Gamtamokslinis tyrinėjimas (C)

29.1.2. Pažinimo metodai ir kalba.

1. Projekte dalyvaujantis mokinys gavo užduotį sukonstruoti automatinę elektros grandinę, pakeliančią žaliuzes, kai šviesu. (VBE 2013 I d. 13)

1.1. Kurioje eilutėje išvardyti būtini tam tikslui prietaisai? (C3.1.)

- A. Fotoelementas, jungiamieji laidai, elektros šaltinis, ampermetras
- B. Termistorius, jungiamieji laidai, elektros šaltinis, elektros variklis
- C. Fotoelementas, jungiamieji laidai, elektros šaltinis, elektros variklis
- D. Fotoelementas, jungiamieji laidai, elektros šaltinis, ritė

1.2. Nurodykite, kokie prietaisai yra būtini norint sukonstruoti grandinę, nuleidžiančią žaliuzes kai lauke yra labai šilta. (C3.2.)

1.3. Mokinys tomis pačiomis sąlygomis ir su tomis pačiomis priemonėmis matavo sujungta grandine tekančią elektros srovę. Dėl ko tuoj pat pakartojus bandymą srovės stiprio duomenys vienu mikroamperu skyrėsi nuo ankstesnio bandymo duomenų. (C3.3.)

1.4. Kokius prietaisus reiktų jam pasirinkti norint tiksliai išmatuoti srovės stiprį ir kaip reiktų įvertinti naudojamų prietaisų tikslumą? (C1.4.)

5.1.4. Gamtos objektų ir reiškinių pažinimas (D)

29.1.3. Matavimai ir skaičiavimai fizikoje.

1. Kuris iš žemiau pateiktų fizikinių dydžių yra skaliarinis dydis? (D1.1.)

- A Darbas
- B Greitis
- C Jėga
- D Pagreitis

2. Kamuoliukas metamas vertikaliai aukštyn. Pavaizduokite laisvojo kritimo pagreitį kamuolio judėjimo trajektorijos taške A. (D1.2.)



3. Kamuoliukas metamas vertikaliai aukštyn. Nurodykite fizikinį dydį, kuris nekinta kamuoliukui judant. Oro pasipriešinimo nepaisykite. (D1.3.)

4. Per krepšinio varžybas metama bauda. Kuris fizikinis dydis nekinta kamuoliui judant? Atsakymą argumentuokite. Oro pasipriešinimo nepaisykite. (D1.4.)

29.4. Šiluminiai reiškiniai

1. Paveiksle pavaizduotas dujų būsenos kitimo ciklas. Dujų masė 120 g, molinė masė 30 g/mol.

1.1. Įvardinkite procesus 1-2, 2-3 ir 3-1.

1.2. Nurodykite kiekvienos būsenos idealiųjų dujų temperatūrą SI vienetais.

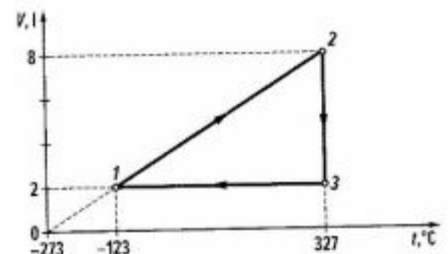
1.3. Apskaičiuokite 1-os dujų būsenos slėgį.

1.4. Apskaičiuokite dujų darbą, atliktą izobarinio proceso metu.

1.5. Nubrėškite procesų grafikus $p(T)$ ir $V(T)$ koordinatinių sistemose.

1.6. Apskaičiuokite ciklo naudingą darbą.

1.7. Apskaičiuokite ciklo naudingumo koeficientą.

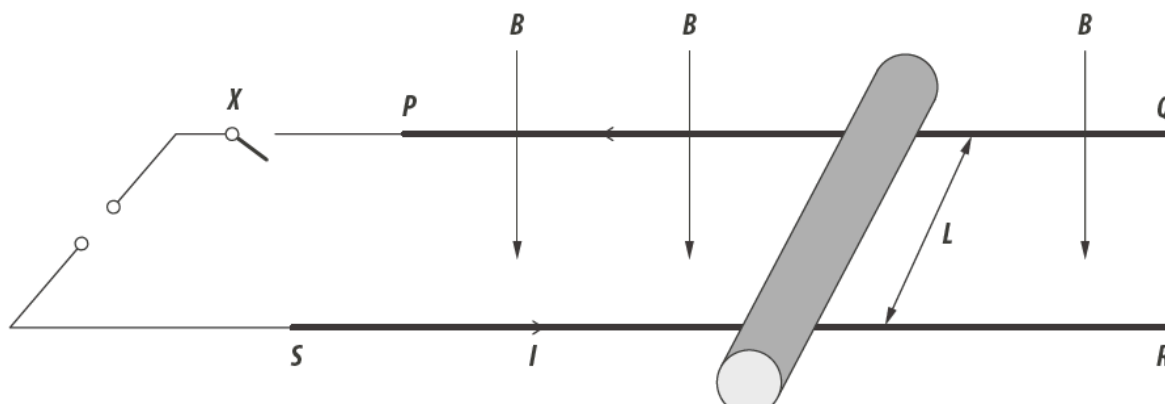


D1.1.	D1.2.	D1.3.	D1.4.
-------	-------	-------	-------

Atpažįsta ir įvardija grafike pavaizduotus procesus. Įvardija ryšį tarp absoliutinės ir Celsijaus temperatūros skalių, užrašo dujų būsenos lygtį.	Atpažįsta ir įvardija grafike pavaizduotus procesus, nurodo kiekvienos būsenos temperatūrą SI vienetais, apskaičiuoja 1-os dujų būsenos slėgį, ir darbą, atliktą izoterminio proceso metu.	Atpažįsta ir įvardija grafike pavaizduotus procesus, nurodo kiekvienos būsenos temperatūrą SI vienetais, apskaičiuoja 1-os dujų būsenos slėgį, ir darbą, atliktą izoterminio proceso metu, nubrėžia procesų grafikus duotose koordinatinių sistemose. Skaičiuodamas naudoja SI matavimo vienetus.	Teisingai atlieka visas užduotis.
---	--	---	-----------------------------------

29.5.4. Magnetinis laukas.

1. Varinis strypas padedamas ant dviejų lygiagrečių, horizontalių laidžių bėgių OP ir RS, esančių atstumu L , vienas nuo kito, kaip parodyta paveiksle. Laidūs bėgiai yra prijungti prie maitinimo šaltinio ir jungiklio. Bėgiai ir strypas yra vienalyčiame magnetiniame lauke, nukreiptame iš viršaus į apačią. Varinio strypo masė m , trintis tarp strypo ir bėgių yra nereikšminga. Jungiklis įjungiamas ir strypu teka srovė, kurios kryptis parodyta paveiksle.



- 1.1. Paveiksle rodykle parodykite strypą veikiančios jėgos kryptį. (nustato, kad Ampero jėgos kryptis į kairę).
- 1.2. Kaip vadinama ši jėga? (Atpažįsta ir įvardija Ampero jėgą)
- 1.3. Kaip nustatoma šios jėgos kryptis? (Geba pritaikyti kairės rankos taisyklę)
- 1.4. Išveskite formulę, pagal kurią būtų galima apskaičiuoti strypo judėjimo pagreitį. (Supranta, kad veikianti Ampero jėga, suteikia kūnui pagreitį ir geba užrašyti formulėmis)

$$F = BIL = ma; a = \frac{BIL}{m}.$$

- 1.5. Išveskite formulę, pagal kurią būtų galima apskaičiuoti tokio įrenginio galią, jeigu strypas judėtų pastoviu greičiu v . (moka apskaičiuoti galią)

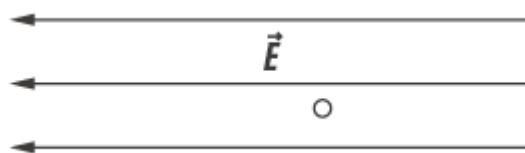
$$P = \frac{A}{t} = \frac{FL}{t} = Fv.$$

- 1.6. Koks būtų tolygiai judančio strypo greitis, jei šaltinio elektrovara 0,6 V, strypo ilgis 0,6 m, magnetinio lauko indukcija 0,36 T? (Susieja galios formulę su Ampero jėgos formule)

$$P = BILv = EI, v = \frac{E}{BL} :$$

- 1.7. Strypas prijungtas prie maitinimo šaltinio. Rodyklės vaizduoja elektrinio lauko linijas strype, o skrituliukas – elektroną. Rodykle pavaizduokite elektroną veikiančią elektrinio lauko jėgą ir ją pažymėkite raide F ir

paaškindite kodėl kryptis yra tokia. (pažymi rodyklę į dešinę, atpažįsta elektrinį lauką, žino, kad elektronas neigiamas, juda link pliuso, elektrinio lauko linijos nukreiptos iš pliuso į minusą)

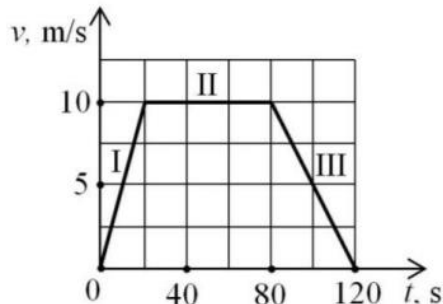


D1.1. Įvardija Ampero jėga. Formuluoja taisyklę Ampero jėgos kryptčiai nustatyti; nurodo kaip magnetiniame lauke juda strypas, kuriuo teka srovė; įvardija elektrono krūvio ženklą; užrašo galios apskaičiavimo formulę.	D1.2. Nustato Ampero jėgos kryptį pagal kairės rankos taisyklę ir nurodo, kad strypui bus suteikiamas pagreitis (užrašo II Niutono dėsnį); nurodo elektrono krūvį ir elektrinio lauko linijų kryptį pagal srovės tekėjimo kryptį. Užrašo galios formulę.	D1.3. Nustato Ampero jėgos kryptį pagal kairės rankos taisyklę ir nurodo, kad strypui bus suteikiamas pagreitis, apskaičiuoja pagreitį taikydamas II Niutono dėsnio ir Ampero jėgos formules; nurodo elektrono krūvį ir elektrinio lauko linijų kryptį pagal srovės tekėjimo kryptį. Išveda formulę galiai apskaičiuoti. Nustato elektroną veikiančios jėgos kryptį.	D1.4. Teisingai atlieka visas užduotis
---	---	---	---

5.1.5. Problemų sprendimas ir refleksija (E)

29.1.3. Matavimai ir skaičiavimai fizikoje.

1. Grafike pavaizduota tyrimo metu tiesiai horizontaliu treku judančios tiriamos mašinos greičio priklausomybė nuo laiko.



- 1.1. Nurodykite mašinos judėjimo pastoviu greičiu laiko intervalą. (E2.1.)
- 1.2. Remiantis grafiku nustatykite mašinos greitėjimo pagreitį. (E2.2.)
- 1.3. Apskaičiuokite šios mašinos judėjimo metu įveiktą kelią. (E2.3)
- 1.4. Šalia pavaizduokite šios mašinos judėjimo grafiką, kai ima pūsti priešpriešinį vėjas. Pagrįskite, kodėl taip nubrėžėte. (E2.4.)

5.1.6. Žmogaus ir aplinkos dermės pažinimas (F)

29.1.1. Fizikos mokslo raida.

F2.1. Nurodo darnaus vystymosi reikšmę aplinkosaugai.	F2.2. Įvardija darnų vystymąsi kaip visumą priemonių užtikrinančių žmonių gerovę dabar ir ateityje.	F2.3. Darnųjį vystymąsi apibūdina kaip priemonių užtikrinančių žmonių gerovę dabar ir ateityje visumą. Diskutuoja apie vietinės bendruomenės ir Lietuvos gyventojų gyvenimo sąlygų gerinimo būdus, atsižvelgdamas į	F2.4. Darnųjį vystymąsi apibūdina kaip priemonių užtikrinančių žmonių gerovę dabar ir ateityje visumą. Diskutuoja apie vietinės bendruomenės, Lietuvos ir pasaulio gyventojų gyvenimo sąlygų gerinimo būdus,
--	--	--	---

		socialinį, ekonominį, aplinkosauginį aspektus paaiškindamas savo nuomonę.	atsižvelgdamas į socialinį, ekonominį, aplinkosauginį aspektus pagrįsdamas savo nuomonę.
--	--	---	--

1. Apmastykite darniojo vystymosi tikslus ir atlikite užduotis:

1.1. Septintas darnaus vystymosi tikslas yra „Prieinama ir švari energija“. Nurodykite kaip šis tikslas susijęs su aplinkosauga. (F2.1.)

1.2. Įvardinkite bent du darnaus vystymosi tikslus susijusius su Lietuvos gyventojų gyvenimo sąlygų gerinimu. (F2.2.)

1.3. Paaiškinkite, kaip fizikos mokslas susietas su darnaus vystymosi tikslų įgyvendinimu ir Lietuvos gyventojų gyvenimo sąlygų gerinimu. (F2.3.)

1.4. Įvardinkite fizikos mokslo sritis, kurias reikėtų vystyti siekiant greičiau įgyvendinti darnaus vystymosi tikslus ir nurodykite būdus, kuriais mokslas prisideda ir ateityje prisidėtų prie šių tikslų įgyvendinimo. (F2.4.)

29.4.2. Termodinamika.

2. Vidaus degimo variklis – šiluminis variklis, kurio darbinėje ertmėje degant degalams susidaro aukštos temperatūros ir didelio slėgio deginiai. Plėsdamiesi jie šiluminę energiją verčia veleno sukimosi arba iš tūtos ištekančio deginių srauto energija. Stūmokliniuose vidaus degimo varikliuose deginiai cilindruose plečiasi ir stumia stūmoklius, o šie per švaistiklius suka veleną. Tokiu būdu šiluminė energija virsta mechanine energija.

2.1. Kokią žalą aplinkai daro vidaus degimo varikliai?

2.2. Kaip tą žalą galima būtų sumažinti?

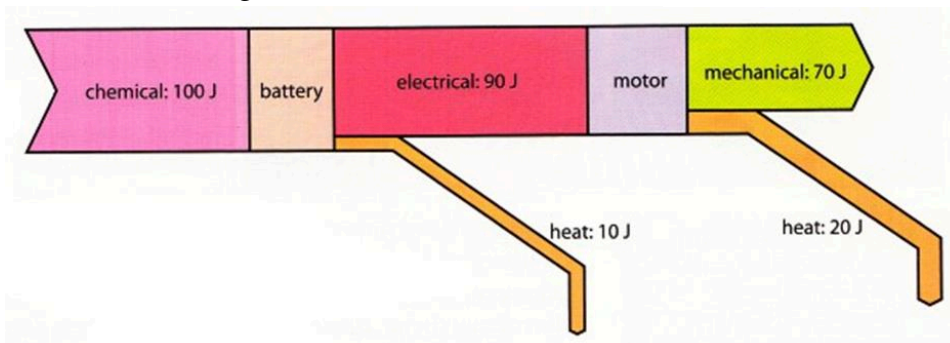
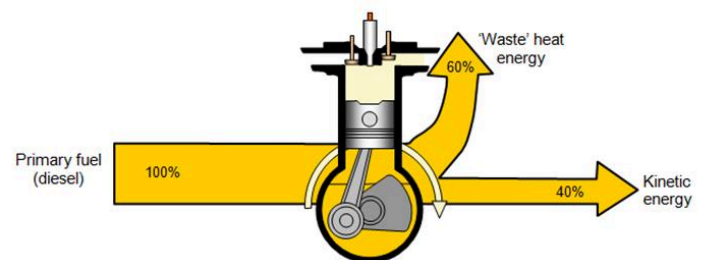
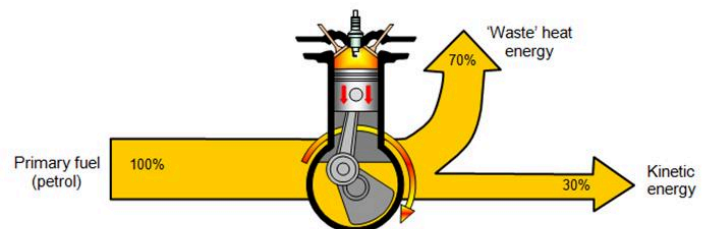
2.3. Pasinaudodami diagramomis, nurodykite koks yra benzinu ir dyzelinu varomų vidaus degimo variklių naudingumo koeficientai.

2.4. Kur dingsta „atliekama šiluma“ (Waste' heat energy)?

2.5. Dyzelinio variklio maksimalus naudingumo koeficientas yra 40 %. Koks gali būti realus naudingumo koeficientas automobilio, kuriame įmontuotas minėtas variklis? Savo atsakymą pagrįskite.

2.6. Vienoje antraštėje teigiama „Vokietija priėmė radikalų sprendimą: miestuose bus draudžiami visi dyzeliniai automobiliai“. Panašių straipsnių galima rasti Lietuvos, UK, Prancūzijos ir kitų valstybių žiniasklaidoje. Kaip jūs galvojate, kodėl draudžiami dyzeliniai varikliai, jei jų naudingumo koeficientas yra geresnis?

2.7. Pasinaudodami diagrama, nurodykite koks yra elektromobilio naudingumo koeficientas?



2.8. Palyginkite, kokie energijos virsmai vyksta vidaus degimo variklyje ir elektromobilyje?

2.9. Koku kuru varomą automobilį pasirinktumėte? Atsakymą argumentuokite?

F2.1. Nurodo, kad vidaus degimo variklyje, degant kurui, susidaro ir į aplinką išmetama labai daug anglies dioksido ir kitų aplinką teršiančių medžiagų. Pateikia bent 1 žalos gamtai mažinimo pavyzdį.	F2.2. Nurodo, kad vidaus degimo variklyje, degant kurui, susidaro ir į aplinką išmetama labai daug anglies dioksido ir kitų aplinką teršiančių medžiagų. Įvardina, kad kuo didesni šiluminiai nuostoliai, tuo daugiau kuro sunaudojama, tuo labiau teršiama aplinka. Pateikia bent 2 žalos gamtai mažinimo pavyzdžius.	F2.3. Nurodo, kad vidaus degimo variklyje, degant kurui, susidaro ir į aplinką išmetama labai daug anglies dioksido ir kitų aplinką teršiančių medžiagų. Nurodo, kad dyzelino deginiuose yra daugiau aplinkai žalingų medžiagų. Įvardina, kad kuo didesni šiluminiai nuostoliai, tuo daugiau kuro sunaudojama, tuo labiau teršiama aplinka. Pateikia ne mažiau 3-jų žalos gamtai mažinimo pavyzdžių.	F2.4. Nurodo, kad vidaus degimo variklyje, degant kurui, susidaro ir į aplinką išmetama labai daug anglies dioksido ir kitų aplinką teršiančių medžiagų. Nurodo, kad dyzelino deginiuose yra daugiau aplinkai žalingų medžiagų. Paaiškina, kodėl kuo didesni šiluminiai nuostoliai, tuo labiau teršiama aplinka. Įvardina elektromobilio privalumus ir trūkumus. Pateikia ne mažiau 3-jų žalos gamtai mažinimo pavyzdžių ir argumentuoja jų veiksmingumą.
---	--	--	---

5.2. IV gimnazijos klasė

5.2.1 Gamtos mokslų prigimties ir raidos pažinimas (A)

30.3. Atomas, branduolys ir elementariosios dalelės

1. Kuri atomo teorija buvo pirmoji: Rezerfordo branduolinis modelis, Boro orbitinis modelis, Daltono kietosios sferos modelis ar Tomsono „kekso su razinom“ modelis? (A4.1.)
2. Kuris atomo modelis pakeitė Daltono atomo modelį? (A2.2.)
 - a. Boro atomo modelis
 - b. Rezerfordo atomo modelis
 - c. Kubinis atomo modelis
 - d. Tomsono atomo modelis
3. Kuris mokslininkas atrado, kad elektrono energija atome gali būti tik tam tikros vertės? (A4.1.)
 - a. Boras
 - b. Tomsonas
 - c. Daltonas
 - d. Rezerfordas
 - e. Šreidengeris
4. Paaiškinkite, kokie ir kieno atlikti eksperimentai leido numatyti atomo branduolio buvimą? (A2.3.)
5. Ką įrodė James Chadwick? (A2.4.)
 - a. Kad galioje elektronų debesio modelis
 - b. Kad galioja kvantinis atomo modelis
 - c. Neutrono egzistavimą
 - d. Protono egzistavimą
 - e. Elektronų egzistavimą
6. Kokios naujos galimybės atsivėrė mokslui po James Chadwick atradimo? Atsakymą argumentuokite.

5.2.2. Gamtamokslinis komunikavimas (B)

30.3. Atomas, branduolys ir elementariosios dalelės

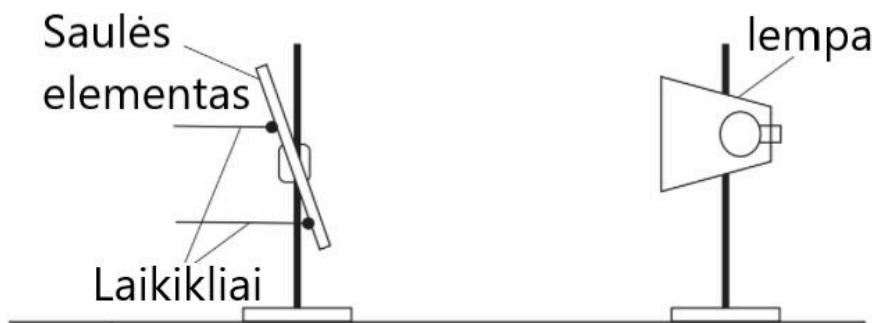
1. Impulsinis lazeris išspinduliuoja 2000 šviesos impulsų per sekundę. Kiekvieno impulso energija yra $120 \mu\text{J}$. Kam lygi vidutinė lazerio spinduliuotės galia (VBE 2018 II 10)? (B1.1.)
2. Į metalo, kurio elektronų išlaisvinimo darbas yra $1,2 \text{ eV}$, paviršių krinta $2,5 \text{ eV}$ energijos fotonai. Kam lygus maksimalus išlaisvintų elektronų greitis? (B1.2.)
3. Į metalą krintančio fotono energija $1,24 \cdot 10^{-18} \text{ J}$, išlaisvinimo fotoelektrono kinetinė energija $4,80 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. Kam lygi elektronų stabdymo įtampa? (VBE 2020 I 25) (B1.3.)
4. Vykstant izotopo $^{24}_{11}\text{Na}$ beta skilimui, kartu su beta dalele išspinduliuojami ir du gama kvantai, kurių energijos lygios $2,76 \text{ MeV}$ ir $1,38 \text{ MeV}$. Apskaičiuokite trumpesnę bangos ilgį atitinkančio kvanto impulsą. (VBE 2018 III 7.3). (B1.4.)

5.2.3. Gamtamokslinis tyrinėjimas (C)

30.3.1. Kvantinė optika.

Užduotis skirta C2–C6 pasiekimams ugdyti ir vertinti.

Susiplanuokite tyrimą ir nustatykite kaip saulės elemente gaunama elektros energija priklauso nuo spindulių kritimo kampo, parenkite tyrimo ataskaitą. Tyrimui pateikta įranga pavaizduota paveiksle.



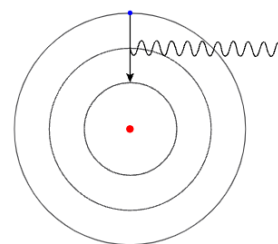
Tyrimo ataskaitoje turi būti:

- Surašytos kitos eksperimentui atlikti reikalingos darbo priemonės.
- Suformuluoti tikslai.
- Suformuluota hipotezė.
- Nurodyti eksperimento metu nekintantys dydžiai
- Darbo eiga.
- Nubrėžta duomenų lentelė.
- Pateikiami rezultatai.
- Duomenų ir rezultatų analizė
- Numatytas ir trumpai aprašytas kitas galimas tyrimo variantas.

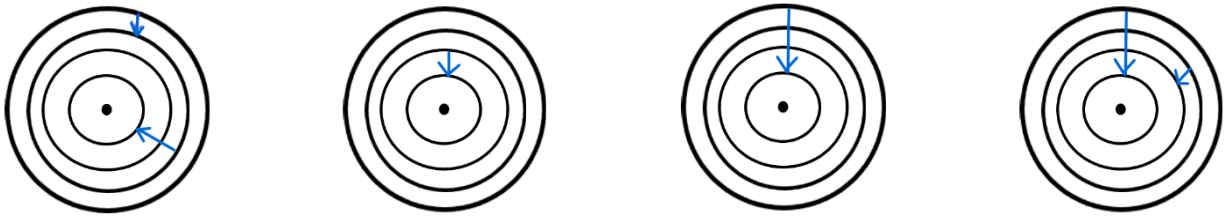
5.2.4. Gamtos objektų ir reiškinių pažinimas (D)

30.3. Atomas, branduolys ir elementariosios dalelės

1. Sužadintas elektronas pereina į žemesnę energijos lygmenį kaip pavaizduota iliustracijoje. Nurodykite pradinės būsenos energijos lygmens pagrindinį kvantinį skaičių ir galinio lygmens pagrindinį kvantinį skaičių. (D1.1.)
2. Sužadintas elektronas pereina į žemesnę energijos lygmenį kaip pavaizduota iliustracijoje. Koks spektras yra registruojamas šio proceso metu? (D1.2.)
3. Sužadintas elektronas pereina į žemesnę energijos lygmenį kaip pavaizduota iliustracijoje. Nurodykite, kokia dalelė yra išspinduliuojama šio proceso metu. (D1.3.)



4. Sužadintas atomas vieną po kito išspinduliuoja 2 gama kvantus. Pažymėkite iliustraciją, kurioje pavaizduotas mažiausio bangos ilgio fotono spinduliavimas. Savo pasirinkimą argumentuokite. (D1.4.)



30.3.2. Atomas, branduolys ir elementariosios dalelės

D1.1. Kuriuo atvėju teisingai nurodyta atomo dydžio eilė?

- A. 1 nanometras;
- B. 1 mikrometras;
- C. 1 milimetras;
- D. 1 pikometras

D1.2. Kuri reakcija yra pagrindinis Saulės energijos šaltinis? (VBE 2013 I 28)

- A** ${}^2_1\text{H} + \gamma \rightarrow {}^1_1\text{H} + {}^1_0\text{n}$
- B** ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$
- C** ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{142}_{56}\text{Ba} + {}^{91}_{36}\text{Kr} + 3{}^1_0\text{n}$
- D** ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{142}_{56}\text{Ba} + {}^{91}_{36}\text{Kr} + 3{}^1_0\text{n}$

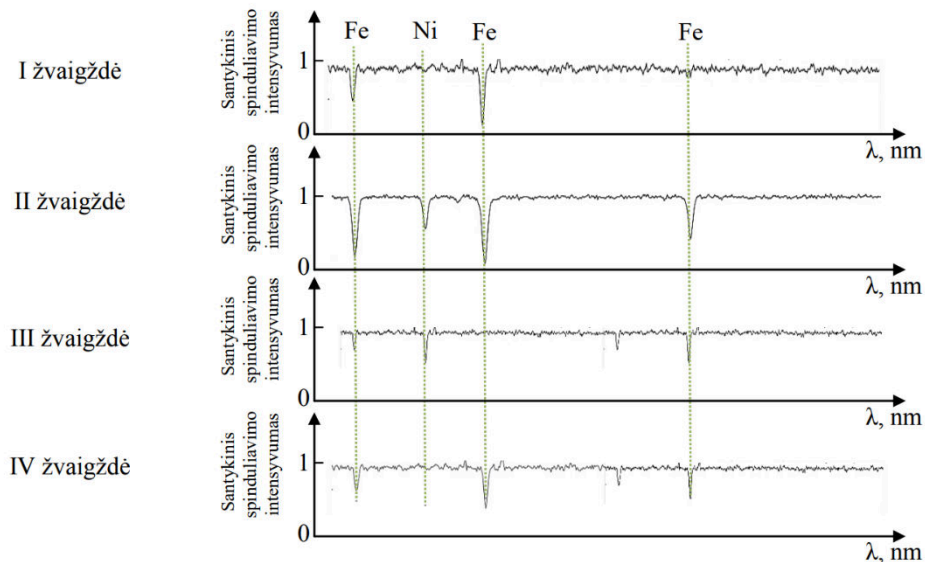
D1.3. Lentelėje pateikti duomenys trijų atomų.

Atomas	Atominis skaičius	Atominė masė
1	12	24
2	12	25
3	12	26

Kuri dalelė atome nulemia atominės masės skirtumus?

D1.4. Tiksliausias metodas nustatyti senovinio daikto amžių yra radiometrinis datavimas. Kokiu fizikiniu reiškiniu šis amžiaus nustatymas yra paremtas?

D1.4. Paveiksluose pateikti keturių skirtingų žvaigždžių absorbcijos spektrai. Šių žvaigždžių fotosferos temperatūros vienodos. Remdamiesi pateikta informacija nustatykite, kurioje žvaigždėje yra daugiausia metalų. Savo pasirinkimą argumentuokite. (VBE 2015 I 25)



30.4. Reliatyvumo teorijos pagrindai

Užduotys skirtos D2 pasiekimui ugdyti ir vertinti

1. Koks laikas praeis Žemėje, jei raketoje, skriejančioje Žemės atžvilgiu greičiu $0.99c$, praeis 10 metų.
2. Kiek laiko užtruks Žemės stebėtojams ir šios raketos keleiviams kelionė iki žvaigždės ir atgal, kai atstumas iki žvaigždės Žemės atžvilgiu yra 40 šviesmečių.

5.2.5. Problemų sprendimas ir refleksija (E)

30.4. Reliatyvumo teorijos pagrindai

Užduotys skirtos E1 pasiekimui ugdyti ir vertinti

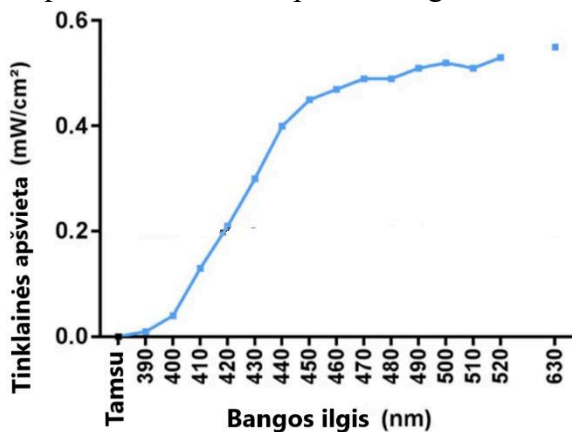
1. Koks laikas praeis Žemėje, jei raketoje, skriejančioje Žemės atžvilgiu greičiu $0.99c$, praeis 10 metų.
2. Kiek laiko užtruks Žemės stebėtojams ir šios raketos keleiviams kelionė iki žvaigždės ir atgal, kai atstumas iki žvaigždės Žemės atžvilgiu yra 40 šviesmečių.

E1.1. Atlikdamas užduotis taiko Lorencio transformaciją laiko Žemėje apskaičiavimui. Konsultuodamasis teisingai atsakobent vieną užduoties klausimą.	E1.2. Atlikdamas užduotis taiko Lorencio transformaciją laiko Žemėje apskaičiavimui, naudoja nesisteminus laiko matavimo vienetus. Teisingai nustato laiko trukmę Žemėje, atstumą šviesmečiais išsireiškia km ir apskaičiuoja, kiek kelionės trukmę nustatytą Žemės stebėtojų atžvilgiu.	E1.3. Atlikdamas užduotis taiko Lorencio transformaciją. Numato, kurios atskaitos sistemos atžvilgiu, kelionės ilgis padidėja ir jį apskaičiuoja. Skaičiavimams naudoja nesisteminus laiko ir ilgio matavimo vienetus. Teisingai atsako klausimus.	E1.4. Atlikdamas užduotis taiko Lorencio transformaciją. Numato, kurios atskaitos sistemos atžvilgiu, kelionės ilgis padidėja ir jį apskaičiuoja. Argumentuoja, kodėl skaičiavimams naudoja nesisteminus laiko ir ilgio matavimo vienetus. Teisingai atsako klausimus. Atsakymą pakomentuoja susiejęs jį su galimomis kosminėmis kelionėmis ateityje. Aptaria, kaip skaičiavimai keistųsi, jei atskaitos sistema būtų pasirinkta raketa.
---	---	---	---

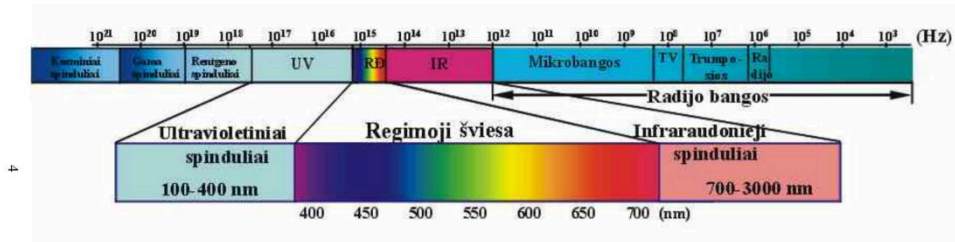
30.3.1. Kvantinė optika.

Užduotys skirtos E2 pasiekimui ugdyti ir vertinti

1. Žmogaus akies tinklainėje esančios šviesai jautrios ląstelės sugeria šviesos energiją ir paverčia ją nerviniais impulsais, todėl mes galime matyti. Žmogaus tinklainės paviršiaus plotas ($1204 \pm 184 \text{ mm}^2$). Pirmame paveiksle pavaizduota žmogaus tinklainę per vieną sekundę pasiekianti apšvieta, kuri jau gali pažeisti receptorius. Antrame – pateikta regimosios šviesos sudėtis.



1 pav. Per sekundę akies tinklainę pasiekianti apšvieta pradeda veikti neigiamai akies tinklainės receptorių branduolius.

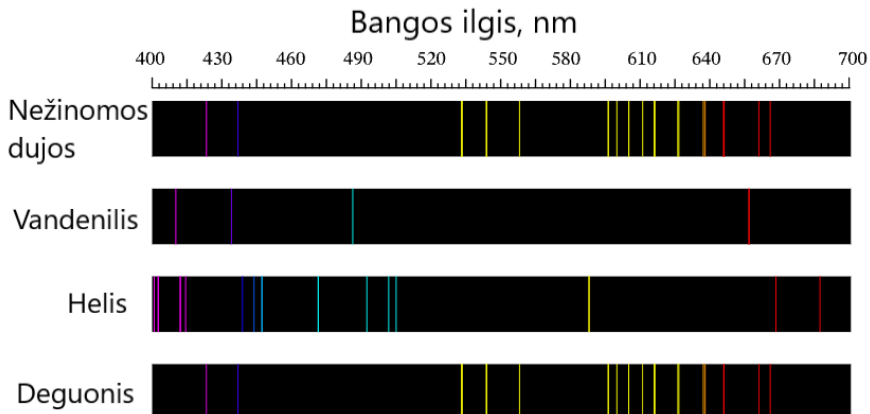


2 pav. Elektromagnetinių bangų skalė.

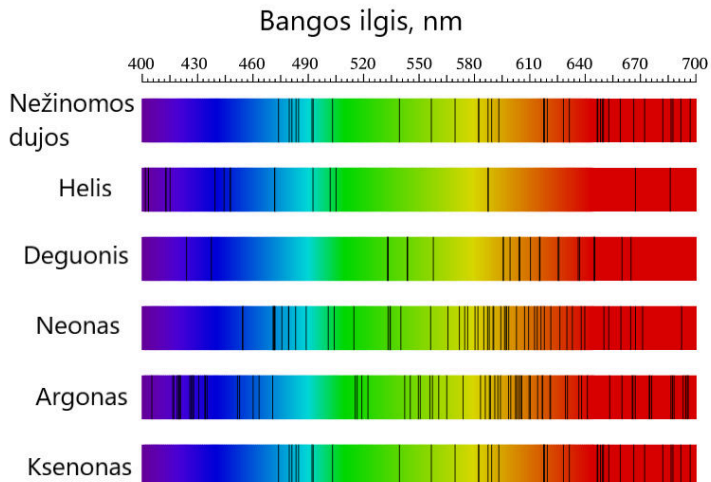
- 1.1. Kokia spinduliuotė labiausiai kenkia žmogaus tinklainei? (E2.1.)
- 1.2. Nurodyk, kuriuo atveju teisingai yra nurodytas ryšys tarp šviesos dalelės energijos ir bangos ilgio. (E2.2.)
 - a. $E = h\lambda/c$
 - b. $E = \lambda/hc$
 - c. $E = hc/\lambda$
 - d. $E = c/h\lambda$
- 1.3. Kokią šviesos prigimtį įrodo žmogaus regėjimo pojūtis? (E2.3.)
- 1.4. Apskaičiuokite, kiek 429 nm ilgio šviesos turi patekti į tinklainę per viena sekundę, kad būtų pažeisti receptorių branduoliai. (E2.4.)

30.3.2. Atomo sandara.

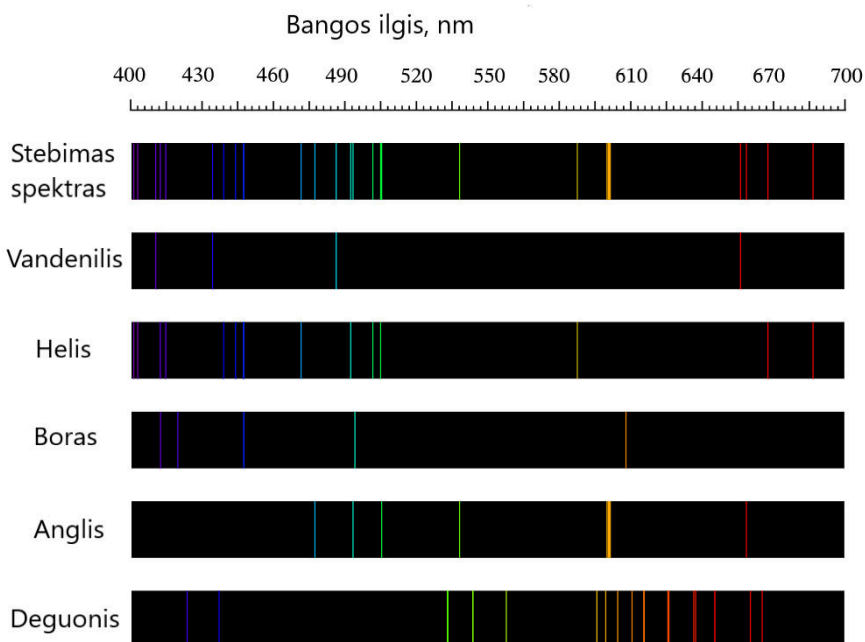
1. Nurodyk atomo sandarą, įvardindamas jo pagrindines dalis ir jas sudarančias daleles. (E2.1.)
2. Mokslininkai, norėdami išsiaiškinti nežinomų dujų sudėtį, stebi šių dujų spektrą ir lygina jį su žinomų dujų spektru. Kokios dujos yra stebimos? (E2.2.)



3. Norėdami išsiaiškinti kitų nežinomų dujų sudėtį, mokslininkai jas apšviečia regimąja šviesa ir stebi gautus spektrus. Kuo skiriasi šis ir prieš tai gautas dujų spektras? Kokios dujos yra stebimos? (E2.3.)



4. Astronomai užfiksavo tolimos žvaigždės skleidžiamą emisijos spektrą, kuris pateiktas žemiau esančioje iliustracijoje. Nurodykite stebimos žvaigždės cheminę sudėtį. (E2.4.)



5.2.6. Žmogaus ir aplinkos dermės pažinimas (F)

30.3. Atomas, branduolys ir elementariosios dalelės

Užduotys skirtos F2 pasiekimui ugdyti ir vertinti

1. Pateikite atominės energetikos teigiamo poveikio aplinkai pavyzdį. (F2.1.)
2. Pateikite atominės energetikos bent vieną teigiamo ir neigiamo poveikio gamtai pavyzdį. (F2.2.)
3. Nurodykite branduolinės ir termobranduolinės jėgainių pranašumų skirtumus. (F2.3.)
4. Numatykite galimus ateities energijos šaltinius, jų grėsmes ir teigiamą poveikį gamtai ir žmogui. Pasirinkimą argumentuokite. (F2.4.)