



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

## ASTRONOMIJOS BENDROSIOS PROGRAMOS ĮGYVENDINIMO REKOMENDACIJOS

### Įgyvendinimo rekomendacijas parengė:

dr. Jelena Tamulienė

## Turinys

1. Dalyko naujojo turinio mokymo rekomendacijos.....	1
III gimnazijos klasė.....	2
IV gimnazijos klasė.....	8
2. Veiklų planavimo ir kompetencijų ugdymo pavyzdžiai.....	16
III gimnazijos klasė.....	17
IV gimnazijos klasė.....	21
3. Skaitmeninės mokymo priemonės, skirtos BP įgyvendinti.....	25
III gimnazijos klasė.....	25
IV gimnazijos klasė.....	26
4. Literatūros ir šaltinių sąrašas.....	27
III gimnazijos klasė.....	27
IV gimnazijos klasė.....	31
5. Užduočių ar mokinių darbų, iliustruojančių pasiekimų lygius, pavyzdžiai.....	37
III gimnazijos klasė.....	37
Gamtos mokslų prigimties ir raidos pažinimas (A).....	37
Gamtamokslinis komunikavimas (B).....	38
Gamtamokslinis tyrinėjimas (C).....	40
Gamtos objektų ir reiškinių pažinimas (D).....	42
Problemų sprendimas ir refleksija (E).....	43
Žmogaus ir aplinkos dermės pažinimas (F).....	44
IV gimnazijos klasė.....	45
Gamtos mokslų prigimties ir raidos pažinimas (A).....	45
Gamtamokslinis komunikavimas (B).....	46
Gamtamokslinis tyrinėjimas (C).....	47
Gamtos objektų ir reiškinių pažinimas (D).....	48
Problemų sprendimas ir refleksija (E).....	49
Žmogaus ir aplinkos dermės pažinimas (F).....	50

### 1. Dalyko naujojo turinio mokymo rekomendacijos

Šiame skyrelyje aptariami metodai ir būdai, kaip mokyti dalyko naują turinį, įtrauktą į astronomijos bendrąją programą (toliau BP).

Siekiant susieti pateikiamas mokymo(si) turinio įgyvendinimo rekomendacijas su BP nurodomas atitinkamas BP mokymo(si) turinio srities ir temos numeris.

Astronomijos mokymasis skiriasi nuo kitų gamtos mokslų dalykų tuo, kad didelė dalis tiriamųjų darbų gali būti atlikta tik atviros prieigos STEAM centruose (toliau APC) arba virtualiai, todėl pateikiama daugiau interneto šaltinio nuorodų. Didžioji dalis informacijos šaltinių yra anglų kalba, todėl dažnu atveju vertėtų planuoti integralias astronomijos ir anglų kalbos mokymosi veiklas.

Astronomijos mokymo(si) turinys sudaro puikias prielaidas ugdyti ne tik pažinimo, bet ir komunikavimo, kūrybiškumo, skaitmeninę kompetencijas. Pilietiškumo ir kultūrinė kompetencijos plėtojamos nagrinėjant astronomijos mokslo istoriją Lietuvoje, kurio pradžia sietina su Vilniaus universiteto įsteigimu 1579 metais, ir Lietuvos astronomų indelį į mokslo raidą. Mokydamiesi astronomijos didelę dalį veiklų mokiniai atliks dirbdami poromis ar didesnėse grupėse, kas sudaro prielaidas plėtoti socialinę, emocinę ir sveikos gyvensenos kompetenciją.

Planuojant mokymo(si) veiklas reikėtų atkreipti ypatingą dėmesį į individualius mokinio poreikius, gebėjimus ir galimybes, kilus mokymosi sunkumams, laiku suteikti reikiamą pagalbą, siekti sudominti mokinį, skatinti jį aktyviai veikti, spręsti problemas, dalintis savo žinojimu. Svarbu, kad ugdymosi procese būtų naudojamos įvairios mokymosi priemonės ir skaitmeninės technologijos, ieškoma ryšių ir siekiama integralumo su kitų dalykų mokymosi medžiaga, užtikrinama mokymosi medžiagos ir metodų dermė, įtvirtinamos įgytos pozityvios mokymosi patirtys.

### III gimnazijos klasė

#### 22.1. Astronomijos mokslas ir jo raida.

##### 22.1.1. Astronomijos mokslas ir jo raida.

Apibrėžus, kas yra astronomija, jos tyrimo objektai, akcentuojamas šio mokslo išskirtinumas ir vieta kitų mokslų kontekste: objektų dydžiai, taikomi metodai, naudojami prietaisai. Aiškinantis astronomijos mokslo raida patariama naudoti vaizdo medžiagą, pateikiamą pagal paiešką [History of Astronomy](#) (žiūrėta 2023-06-06). Mokiniam gali būti pasiūlyta pasinaudojant šia nuoroda ir kitais informacijos šaltiniais rasti informacijos ir paruošti pranešimus apie astronomijos mokslo raidą konkrečiais istoriniais tarpsniais ar konkrečioje civilizacijoje, šalyje, apie konkretų astronomą, atsakant į klausimus, kas darė įtaką ir skatino astronomijos vystymą, kodėl astronominiai atradimai buvo svarbūs to istorinio meto visuomenės vystymuisi ir kokią tai turėjo įtaką šiuolaikinio pasaulėvaizdžio suformavimui. Turi būti paminėtos *Nicolaus Copernicus, Tycho Brahe, Johannes Kepler, Galileo Galilei, Christiaan Huygens, Isaac Newton, Edmond Halley, Charles Messier, William Herschel, Caroline Herschel, Henrietta Swan Leavitt, Albert Einstein, Edwin Hubble, Frank Drake, William K. Hartmann, Stephen Hawking* asmenybės ir jų indėlis į astronomijos mokslo vystymą.

Aptariant Lietuvoje atliktus ir (ar) Lietuvos astronomų darbus, būtina paminėti Mykolą Hlušnevičių, Tomą Žebrauską, Martyną Počobutą, Georgą Sablerį, Paulių Slavėną, Vytautą Straižį. Daugiau informacijos rasite Visuotinės Lietuvių enciklopedijos straipsnyje [„astronomija Lietuvoje“](#) (žiūrėta 2023-06-06). Mokiniai taip pat gali paruošti interviu su šiuo metu astronomijos srityje dirbančiais mokslininkais apie jų atliekamus darbus ir šių darbų plėtojimo galimybes. Ši pamoka gali būti pravesta ekskursijos į Molėtų observatoriją metu <http://mao.tfai.vu.lt/sci/informacija-lankytojams> (žiūrėta 2023-06-06). Taip pat turėtų būti aptarta astronautikos kūrimo istorija ir jos pasiekimai. Aptariant ją, reikėtų paminėti Kazimierą Semenavičių (Simonavičių), galima aptarti astronautikos vystymosi istoriją JAV [History | American Astronautical Society](#) (žiūrėta 2023-06-06) ir kosminės varžybas su sovietų sąjunga.

Kartu su istorijos mokytoju, gali būti vykdomas bendras projektas apie astronautikos vystymą istoriniame kontekste – politinė padėtis, kosmoso užkariavimo tikslai. Vykdam šį projektą, patariama aplankyti Plokštinės Šaltojo karo muziejų Žemaitijos Nacionaliniame parke, sovietinius bunkerius-muziejus.

#### 22.2. Saulės sistema.

##### 22.2.1. Žemės ir Mėnulio sistema.

Pradžioje patariama pakartoti, susisteminti ir pagilinti astronomijos dalyko žinias įgytas žemesnėse klasėse. Susistemintą informaciją apie Saulės sistemą rasite adresu [Home – NASA Solar System Exploration](#) (žiūrėta

2023-06-06), vaizdo įrašė [Solar System Scope - Online Model of Solar System and Night Sky](#) (žiūrėta 2023-06-06).

Diskutuojant tema „Kodėl Žemei reikalingas Mėnulis?“ patariame prisiminti Niutono dėsnius ir aptarti, kad dėl Mėnulio ir Saulės poveikio stebimi vandenynų ir jūrų periodiniai potvyniai ir atoslūgiai.

Mokiniai, jeigu yra galimybių, gali atlikti tiriamuosius darbus: nustatyti Žemės skersmenį <https://www.universetoday.com/15055/diameter-of-earth/> ir išmatuoti atstumą nuo Žemės iki Saulės, nuo Žemės iki Mėnulio. Matuojant atstumą nuo Žemės iki Saulės ar Mėnulio, mokiniams reikia priminti, kad jis gali būti išmatuotas paralaksu, tik reikės žinoti atstumą tarp Žemės ir kokio nors kito dangaus kūno. [How to Measure the Distance to the Moon - Earth How](#), [How far is Earth from the sun? | Space](#) (žiūrėta 2023-06-06). Mokiniams gali būti pasiūlyta savarankiškai ištirti Mėnulio paviršių, nurodant (atvaizduojant) kur, kokio dydžio, formos kraterius jie stebėjo.

### 22.2.2. Žemės ir Jupiterio grupės planetos bei jų palydovai.

Mokiniams gali būti pasiūlyta padaryti pranešimus šiomis temomis:

- Kodėl Saulės sistemos planetos skirstomos į Žemės ir Jupiterio tipo bei nykštukines planetas?
- Kuo skiriasi ir kuo panašios atskirų grupių planetos?

Patariame nurodyti, kad rengiant šiuos pranešimus, mokiniai turi lyginti planetų ir kitų Saulės sistemos kūnų dydį, sandarą ir jų fizines savybes tame tarpe ir magnetinio lauko bei atmosferos egzistavimą su Žemės. Galima surengti diskusiją „Kaip susidarė planetų palydovai?“ Diskusija bus įdomesnė, jei mokiniai išsiaiškina, kuo iš kitų palydovų išsiskiria, kuo yra ypatingi Fobas, Deimas, Ija, Europa, Ganimedas, Kalista, Titanas, Enceladas, Tritonas ir aptars žinomą Mėnulio atsiradimo hipotezę, diskutuos ar kitų planetų palydovai galėjo atsirasti panašiu būdu ir iškels naujas pagrįstas planetų palydovų atsiradimo hipotezes.

### 22.2.3. Mažieji Saulės sistemos kūnai.

Mokiniams gali būti pasiūlyta surinkti informacijos ir parengti bei pristatyti pranešimus šiomis temomis:

- „Kodėl Plutonas nėra devintoji Saulės sistemos planeta?“,
- „Kuo panašus ir kuo skiriasi Cerera, Plutonas, Eris ir Sedna?“,
- „Ką pamatysim apsilankę asteroidų žiede?“ , „Kuiperio juostos ypatybės“,
- „Oorto kometoidų debesies stebuklai“.

### 22.2.4. Saulės fizinės savybės.

Prisiminus, kad Saulė yra žvaigždė mokiniams gali būti pasiūlyta palyginti jos fizines savybes su Žemės ir Jupiterio. Patariama nagrinėjant Saulės sandarą, akcentuoti, kad stebimi tik tie reiškiniai, kurie vyksta Saulės atmosferoje. Prisiminus žvaigždėse vykstančius procesus, mokiniai savarankiškai gali išsiaiškinti, kas yra Saulės granulės, fakelai, dėmės, vainiko skylės, protuberantai, žybsniai ir nustatyti, kaip šie dariniai yra susiję su Saulės aktyvumu, t. y. atspindi Saulėje vykstančių procesų intensyvumą. Saulės dėmių susidarymas ir jos aktyvumo pasekmės galima parodyti naudojant filmuotą medžiagą (žiūrėta 2023-06-06):

- [What is Hidden Behind Sunspots? - YouTube](#),
- [What Are Sunspots? - YouTube](#).

Mokiniams gali būti pasiūlyta atlikti ilgalaikius Saulės dėmių stebėjimus gyvai, nustatant dėmių skaičių, jų santykinį dydį ir padėtį Saulės diske ir, palyginus savo stebėjimo rezultatus su ankstesnių metų rezultatais, įvertinti Saulės aktyvumą stebėjimo metais. Būtina mokiniams priminti, kad stebint Saulę privalu laikytis specifinių saugumo reikalavimų.

Atkreipus dėmesį, kad iš Saulės nuolat išmetama įkaitusi plazma (elektringųjų dalelių srautai), įvardijama, kas yra Saulės vėjas ir tai, kad Saulės medžiaga driekiasi už mūsų matomos Saulės ribų, aplink ją susidaro heliosfera – ertmė, kurią Saulė sudaro aplinkinėje tarpžvaigždinėje terpėje. Aiškinantis kas yra heliosferą, pravartu paminėti Žemės atmosferos sandarą ir savybes, reikšmę Žemei, ir rasti analogiją tarp jų. Būtina pabrėžti, kad heliosfera sumažina į Saulės sistemą patenkančių kosminių spindulių srautą.

### 22.2.5. Saulės sistemos tyrimai.

Prisiminus Keplerio dėsnius, mokiniai turi įvertinti planetų apsisukimo periodus ir greičius orbitoje. Keplerio dėsnų vizualizaciją (žiūrėta 2023-06-06) rasite:

<https://www.bing.com/videos/search?q=Kepler+low&ru=%2fvideos%2fsearch%3fq%3dKepler%2blow%26FORM%3dHDRSC3&view=detail&mid=589711D977F2D80C3351589711D977F2D80C3351&&FORM=VDRVRV>,

[https://www.bing.com/videos/search?q=Kepler+low&ru=%2fvideos%2fsearch%3fq%3dKepler%2blow%26FORM%3dHDRSC3&view=detail&mid=33267D33EA5EEF6BF83733267D33EA5EEF6BF837&rvsmid=589711D977F2D80C3351589711D977F2D80C3351&FORM=VDQVAP\\*](https://www.bing.com/videos/search?q=Kepler+low&ru=%2fvideos%2fsearch%3fq%3dKepler%2blow%26FORM%3dHDRSC3&view=detail&mid=33267D33EA5EEF6BF83733267D33EA5EEF6BF837&rvsmid=589711D977F2D80C3351589711D977F2D80C3351&FORM=VDQVAP*).

Taikant Keplerio dėsnius, reikia akcentuoti, kad Žemė, kaip ir kitos Saulės sistemos planetos sąveikauja tarpusavyje ir su Saule, jeigu astronomijos mokosi mokiniai, nesimokantys fizikos, paaiškinti Visuotinės traukos dėsnį. Visuotinės traukos dėsnis gali būti aiškinamas taip, kaip yra pateikiama filmuotoje medžiagoje (žiūrėta 2023-06-06):

- [The Universal Law of Gravitation - Part 1 | Physics | Don't Memorise - YouTube](#),
- [Newton's Law of Universal Gravitation by Professor Mac - YouTube](#).

Reikia išsiaiškinti nuo ko priklauso laisvojo kritimo pagreitis ir kaip jis kinta keičiantis atstumui tarp sąveikaujančių kūnų, jo priklausomybę nuo sąveikaujančių kūnų masės. Arba, prisiminus sunkio jėgą, galima aptarti, nuo ko priklauso laisvojo kritimo pagreitis ir užrašyti visuotinės traukos dėsnį. Privalu akcentuoti, kad gravitacinės jėgos yra tik traukos (gravitacinės stūmos nėra) ir jų negalima susilpninti dėl kokios nors terpės atsiradimo tarp sąveikaujančių kūnų bei nurodyti Visuotinio traukos dėsnio galiojimo ribas.

Prisiminus elektrinį ir magnetinį laukus bei kaip jie aptinkami, remiantis analogija, patariama paaiškinti gravitacinį lauką ir kaip jis aptinkamas. Aptariant gravitacinį lauką, turi būti akcentuojama, kad:

- gravitacinio lauko stipris yra vektorinis dydis, kurio kryptis sutampa su gravitacinės jėgos ar laisvojo kritimo pagreičio kryptimi;
- gravitacinio lauko stiprio didumas ir matavimo vienetai sutampa su laisvojo kritimo pagreičio didumu ir matavimo vienetais, bet šių dydžių fizikinė prasmė yra skirtinga;
- gravitacinio lauko stipris apibūdina lauko stiprumą tam tikrame taške, o pagreitis atsiranda tik tada, kai tame taške yra tiriamasis kūnas;
- gravitacinio lauko stipris artėja prie nulio, kai atstumas tarp sąveikaujančių kūnų artėja į begalybę, tačiau jis niekada neišnyksta;
- dangaus kūnų gravitaciniai laukai persikloja. Pavyzdžiui, jei judama išilgai tiesės jungiančios Žemę ir Mėnulį, tai tam tikrame taške Mėnulio gravitacinė jėga bus didesnė nei Žemės.

Šie teiginiai gali būti pademonstruoti sprendžiant uždavinius arba naudojant filmuotą medžiagą [Gravitational Field Strength - YouTube](#) (žiūrėta 2023-06-06).

Aptarus gravitacinį lauką patariama susieti periodinių potvynių ir atoslūgių atsiradimą su Žemės ir Mėnulio tarpusavio traukos jėga bei padiskutuoti apie kosminių stočių, palydovų iškėlimą į kosmosą. Mokiniai turi prisiminti energijos tvermės dėsnį, darbo ir energijos sąryšį ir tai, kad sunkio jėgos atliekamo darbo didumas nepriklauso nuo kūno judėjimo trajektorijos. Jeigu mokiniai moka integruoti funkcijas, darbo, kurį atlieka gravitacinė jėga, apskaičiavimo formulę jie gali išsivesti patys. Kitu atveju ši formulė užrašoma. Privalu aptarti, kad gravitacinio darbo didumas priklauso tik nuo kūno poslinkio. Mokiniais gali būti pasiūlyta apskaičiuoti minimalias kosminio laivo, iškeliančio palydovus į orbitą, kuro sąnaudas neatsižvelgiant į oro pasipriešinimą. Išsiaiškinti, kaip raketos juda, mokiniai galės nagrinėdami vaizdo įrašą [Experiment: XXL Rocket vs Toy Motorbike - YouTube](#) (žiūrėta 2023-06-06)

Prisiminus kūno judėjimą apskritimu, išvedama palydovo I-jo kosminio greičio apskaičiavimo formulė ir mokomasi jį apskaičiuoti. Akcentuojama, kad:

- apskaičiuojamas palydovo skriejančio aplink planetą greitis;
- kosminio laivo, iškeliančio į orbitą palydovus, greitis variklio išjungimo momentu turi būti didesnis tam, kad palydovai pasiektų numatytą aukštį;
- I-jo kosminio greičio apskaičiavimo formulė taikoma ir kitiems dangaus kūnams: Mėnuliui, planetoms skriejančioms apie Saulę, kitų planetų natūraliems ir Žemės dirbtiniams palydovams.

Palydovo skriejimo periodo ir aukščio apskaičiavimo išraiškų išvedimą ir taikymą rasite (žiūrėta 2023-06-06):

- [Gravitation \(6 of 17\) Calculating the Orbital Period of a Satellite](#),
- [Gravitation \(7 of 17\) Calculating the Orbital Height of a Satellite Above the Earth - YouTube](#).

Aptariant II-jį kosminį greitį akcentuojama, kad tai minimalus greitis, kuriuo turi judėti kūnas, kad jis be papildomų energijos sąnaudų galėtų nutolti nuo planetos dideliu (begaliniu) atstumu. Patariama mokiniams priminti darbo, kurį atlieka gravitacinis laukas perkeldamas kūną, išraišką ir aptarti, kokias atvejais atliekamo darbo didumas keistųsi nežymiai. Mokiniai turi pastebėti, kad minėtas darbas keičiasi nežymiai, kai kūno poslinkis gravitaciniame lauke artėja į begalybę (t. y. vienas iš atstumų darbo gravitaciniame lauke apskaičiavimo formulėje artėja į begalybę) ir, remiantis savo pastebėjimais, patikslinti I-jo kosminio greičio išraišką, nustatyti II-jį kosminį greitį. Patariama aptarti ir apskaičiuoti, koku greičiu turi skrieti palydovas tam, kad paliktų Saulės sistemą. Be to, mokiniai turi apskaičiuoti, koks būtų palydovų I ir II kosminiai greičiai, jei jie būtų paleisti kitose planetose ar jų palydovuose ir padiskutuoti apie kosminių kelionių ir bazių steigimą kitose planetose tikslus. Saulės sistemos tiriamieji darbai gali būti atliekami APC.

## 22.3. Dangaus pažinimas.

### 22.3.1. Astronomijos duomenų šaltiniai.

Dangaus pažinimo žinių ir įgūdžių atnaujinimui bei gilinimui patariame naudoti informaciją pateiktą virtualiuose planetariumuose, pavyzdžiui, [Online Planetarium - Interactive Sky Chart | TheSkyLive.com](#) (žiūrėta 2023-06-06). Juose mokiniai mokosi atpažinti dangaus objektus skirtingais metų laikais ir esant skirtingai geografiniai platumai. Naudojantis virtualiais planetariumais, mokiniai turi išsiaiškinti, kaip kinta dangaus vaizdas per parą: žvaigždės teka ir leidžiasi, būna zenite.

### 22.3.2. Orientacija dangaus skliaute.

Naudojant virtualius planetariumus įgytos žinios ir įgūdžiai yra naudojami atliekant dangaus stebėjimus. Mokiniai turi surasti ne tik gerai matomus ir jiems jau žinomus žvaigždynus tokius, kaip Didieji ir Mažieji Grijūlo ratai, Kasiopėja, Orionas, bet ir planetas, spiečius, kometas, asteroidus ir galaktikas stebimas Lietuvoje įvairių metų laiku. Galima pasinaudoti leidiniu „Lietuvos dangus“, kuriame galima rasti informaciją, koku metu ir kokiam žvaigždyne bus planeta. Be to išmokstama rasti Šiaurinę žvaigždę tam, kad galima būtų orientuotis vietovėje. Siūlome tamsiu paros metu surengti orientacines varžybas ar žygius, kurių metu mokiniai orientuodamiesi pagal Šiaurinę žvaigždę rastų paslėptas užuominas, nueitų nurodytą maršrutą ([279\) Getting oriented to better learn the night sky: Stargazing Basics 1 of 3 - YouTube](#) (žiūrėta 2023-06-06).

Prisiminus astronomijos raidą, siūlome aptarti, kad didėjant duomenų apie dangaus kūnus kiekiui, atsirado poreikis stebėtus objektus suskirstyti pagal požymius ir juos aprašyti bei nurodyti jų vietą dangaus skliaute. Tai būtų įvadas į žvaigždėlapių ir žvaigždžių katalogų atsiradimo istoriją, kurią aiškinantis turi būti akcentuojama, koku tikslu žvaigždėlapiai ir žvaigždžių katalogai atsirado, kuo jie skiriasi ir kokia informacija juose pateikta.

Tam, kad išsiaiškinti, kokia informacija yra pateikiama žvaigždėlapiuose ir kaip kinta dangaus vaizdas metų bėgyje, galima naudoti virtualius žvaigždėlapius [The Star Poster - Your Personal Star Map](#), [Stellarium Astronomy Software](#) (žiūrėta 2023-06-06).

Žvaigždžių katalogų atsiradimo istoriją rasite: [https://www.iau.org/public/themes/naming\\_stars/#:~:text=List%20of%20IAU-approved%20Star%20Names%20as%20of%20January,%20%20%2025%20more%20rows%20](https://www.iau.org/public/themes/naming_stars/#:~:text=List%20of%20IAU-approved%20Star%20Names%20as%20of%20January,%20%20%2025%20more%20rows%20) (žiūrėta 2023-06-06).

Detaliau turi būti išnagrinėti SIMBAD duomenų bazė ir joje esantys katalogai. Nagrinėjant informaciją pateiktą astronomijos duomenų bazėse mokiniai turi išsiaiškinti, kokia informacija apie žvaigždes jose saugoma, kaip „perskaityti“ žvaigždžių pavadinimus. Žvaigždžių katalogus (žiūrėta 2023-06-06) galite rasti:

- <https://in-the-sky.org/data/catalogue.php?cat=HD&const=1&sort=1&view=1>,
- <http://tdc-www.harvard.edu/software/catalogs/>,
- <https://heasarc.gsfc.nasa.gov/db-perl/W3Browse/w3browse.pl>,



- [Location to Information - Ask Geo, SIMBAD Astronomical Database - CDS \(Strasbourg\) \(ustrasbg.fr\)](#),
- [Astronomy Databases – Clark Physical Sciences Library \(cornell.edu\)](#).

Prisiminus tokius fotometrinius dydžius kaip šviesos srautas, apšvita ir spindesys, patariama apibrėžti, kas yra regimasis žvaigždžių ryškis. Užrašius jo apskaičiavimo formulę, sprendžiami uždaviniai tiek žvaigždžių ryškį, tiek šviesos srautą įvertinti. Galima parodyti, kad regimasis žvaigždės ryškis priklauso ne tik nuo objekto savybių (t. y. nuo šviesio), bet ir nuo atstumo iki stebėtojo ([Zooming In on the Orange Dwarf Star PDS 70 System](#) (žiūrėta 2023-06-06) tam, kad paaiškinti, kodėl yra naudojamas absoliutinis ryškis (žiūrėta 2023-06-06):

- <https://www.youtube.com/watch?v=JIXFXGiDa4Y>,
- [Understand star magnitudes to learn the night sky: Stargazing Basics 2 of 3](#),
- <https://courses.lumenlearning.com/astronomy/chapter/the-brightness-of-stars/>.

Aiškinantis apie ryškius, reikia atkreipti dėmesį į tai, kad akių ir prietaisų jautrumas skirtingiems bangų ilgiams yra skirtingas. Mokiniai turi išsiaiškinti ir apibrėžti, kas yra spinduliavimo galia (šviesis), išmolti apskaičiuoti žvaigždės spindesį (apšviestumą), kai yra žinomas žvaigždės šviesis. Astronomijos mokslo raidos kontekste, mokiniai gali išnagrinėti teleskopų atsiradimo ir tobulinimo istoriją. Aiškinantis, kaip sudaryti reflektoriai ir refraktoriai, kokios yra jų savybės (kampinė skyra, skvarba, didinimas ir optinės oberacijos), privalumai ir trūkumai, pakartojama, kas yra plonieji lęšiai ir sferiniai veidrodžiai, kokios jų pagrindinės charakteristikos, spindulių eigą juose bei dispersijos, difrakcijos reiškinius ir kas atsitinka, spinduliams sklindant pro dviejų aplinkų ribą. Spindulių eigai refraktoriuose ir reflektoriuose išnagrinėti galima naudoti simuliacijas (žiūrėta 2023-06-06):

- [https://javalab.org/en/newtonian\\_reflector\\_en/](https://javalab.org/en/newtonian_reflector_en/) [https://javalab.org/en/refracting\\_telescope\\_en/](https://javalab.org/en/refracting_telescope_en/),
- [Telescopes: Crash Course Astronomy #6](#).

Filmuotoje medžiagoje [The Basic Telescope Types- OPT](#) ar [Top 3 Telescopes Types, Explained: Telescope Basics 1 of 6](#) (žiūrėta 2023-06-06) aptariami naujausių teleskopų, kuriuos naudoja astronomai-mėgėjai, savybės. Turi būti aptarta, kokie ir kodėl teleskopai yra pakelti ar kuriuos ruošiamasi pakelti į kosmosą, pasiekimai teleskopų gamyboje, pavyzdžiui, adaptyvinius teleskopus [Adaptive Optics Discoveries - YouTube](#) (žiūrėta 2023-06-06) .

Prisiminus, kad kūnų padėtį paprastai aprašome Dekarto koordinatėmis aptariama, su kokias sunkumais susidurtumėme, jei kūnų padėtis dangaus skliaute būtų aprašyta jomis. Prisiminus kūnų judėjimą apskritimu, aptariama, kad padėtis gali būti aprašyta spinduliu ir kampu plokštumoje, ir išsiaiškinama, kokio parametro reikėtų tam, kad aprašyti kūno, judančio sfera, padėtį. Tokiu būdu mokiniai bus supažindinti su sferinėms koordinatėmis. Sferinių koordinatėlių aiškinimui galima pasitelkti filmuotą medžiagą, pavyzdžiui [Spherical Coordinates in Space](#) (žiūrėta 2023-06-06).

Mokiniamis reikia priminti, kas yra trajektorija ir atskaitos sistema ir tai, kad Žemė, kaip ir kitos planetos, apie Saulę juda elipse bei dangaus vaizdo kitimą per parą. Šios žinios reikalingos sunkumams, kurie kyla stebint dangaus kūnus, suvokti (dėl judėjimo keičiasi ne tik dangaus kūno, bet ir paties stebėtojo padėtis) ir paaiškinti, kam astronomijoje dar įvedamos horizontalinė, pusiaujinė ir ekliptinė koordinatėlių sistemos. Mokiniai turi išsiaiškinti, kuo šios sistemos skiriasi ir koks yra sąryšis tarp jų koordinatėlių. Aiškinimuisi gali būti naudojama filmuota medžiaga (žiūrėta 2023-06-06):

- [Coordinate Systems: The Horizon System](#),
- [Equatorial Coordinate System Explained: How Astronomers Navigate the Celestial Sphere](#)
- [ASTR 503 - Class 1 - Video 3 - Celestial Sphere: Ecliptic Coordinates](#),
- [Introductory Astronomy: Motions of the Stars](#)

arba simuliacijos (žiūrėta 2023-06-06):

- [https://javalab.org/en/horizontal\\_coordinate\\_system\\_en/](https://javalab.org/en/horizontal_coordinate_system_en/),
- [https://javalab.org/en/equatorial\\_coordinate\\_system\\_en/](https://javalab.org/en/equatorial_coordinate_system_en/),
- [https://javalab.org/en/celestial\\_equator\\_and\\_the\\_ecliptic\\_en/](https://javalab.org/en/celestial_equator_and_the_ecliptic_en/).

Mokiniamis gali būti pasiūlyta stebėti Saulės sukimąsi apie savo ašį. Šio darbo aprašymą rasite <https://www.jaunasis-tyrejas.lt/lt/naujiena/saules-demiu-tyrimai/> (žiūrėta 2023-06-06).

Natūraliai ar virtualiai stebėdami planetas, mokiniai turi registruoti jų padėtį danguje Žemės ir Saulės atžvilgiu tam, kad būtų išsiaiškinta, kokios tarpusavio išsidėstymo konfigūracijos (vidinės planetos viršutinė jungtis, rytų elongacija, apatinė jungtis, vakarų elongacija, išorinės planetos jungtis, vakarų kvadratura, opozicija, rytų kvadratura) yra galimos bei paaiškintų, kas yra planetų paradas, okultacija.

Priminimui, kas yra meteorai, meteoritai ir meteoroidai galima naudoti filmuotą medžiagą (žiūrėta 2023-06-06):

[\(278\) Meteors: Crash Course Astronomy #23 - YouTube](#),

[\(278\) DEMYSTIFIED: What's the difference — meteoroids, meteors, & meteorites | Encyclopaedia Britannica - YouTube](#).

Peržiūrėję vaizdo įrašą [\(278\) Astronomy How To - Observing Meteor Showers - YouTube](#), mokiniai gali stebėti meteoritus [Meteorų stebėjimas ZONDAS – astronomija.info](#) (žiūrėta 2023-06-06) ir nustatyti: ar tai pavieniai meteoritai, ar meteoritų grupė tarsi krentanti iš kurio nors žvaigždyno (meteoritų srauto radiantas), meteorų kiekį per laiko vienetą, meteorų pasiskirstymą erdvėje.

Prisiminus, kas yra kometos, siūloma su mokiniais aptarti jų stebėjimo ypatumus – pasirodymo dažnis, šviesio kitimas, uodegos susidarymas ir kryptis artėjant prie Saulės. Prisiminus šviesos lūžimo dėsnius, interferenciją, difrakciją ir dispersiją, elektringųjų dalelių judėjimą magnetiniame lauke, mokiniai turi išsiaiškinti, kad yra atmosferos refrakciją [\(278\) Actual and Apparent Position - Atmospheric Refraction - YouTube](#) (žiūrėta 2023-06-06). Esant galimybei patariama stebėti šį ir kitus reiškinius: atmosferinę refrakciją, zodiako šviesą [\(278\) Zodiacal Light - Cosmic Dust Reflection - YouTube](#) (žiūrėta 2023-06-06), poliarinės pašvaistes [\(278\) Polar Lights Explained - YouTube](#) (žiūrėta 2023-06-06), sidabriškuosius debesis [Noctilucent Clouds explained](#) (žiūrėta 2023-06-06), halus [\(278\) Did you also witness the rare sun or moon halo? Here's why - YouTube](#) (žiūrėta 2023-06-06), vaivorykštę, Saulės ir Mėnulio užtemimus. Siūlome mokymams pateikti užduotį išsiaiškinti, kaip dangaus skliaute atskirti dirbtinį Žemės palydovą nuo kitų dangaus kūnų. Aiškinimuisi patariama naudotis filmuotą medžiagą, pavyzdžiui, [\(278\) Artificial Satellites - YouTube](#) (žiūrėta 2023-06-06).

## 22.4. Laiko skaičiavimas.

### 22.4.1. Laiko skaičiavimas.

Jeigu yra galimybių, būtų gerai dar 10-oje (I gimnazijos) klasėje mokiniams, kurie domisi astronomija, pateikti ilgalaikę (metų) užduotį palyginti vidurdienio laiką, nustatomą Saulės ir turimais tiksliais laikrodžiais. Jeigu Saulės laikrodžio nėra artimoje aplinkoje, mokiniai gali jį pasigaminti. Šių stebėjimų rezultatai, kaip ir trumpalaikio vienkartinio stebėjimo, gali būti panaudojami aiškinantis, kas yra Saulės laikas. Atkreipiame dėmesį, kad mokiniai turi pastebėti, kad priklausomai nuo sezono, skirtumas, tarp vidurdienių nustatomų Saulės ir turimais laikrodžiais, skiriasi. Jeigu yra tikslūs Saulės sistemos modeliai (Žemės ašis pasvirusi į jos orbitos plokštumą), juos galima panaudoti, aiškinant, dėl ko atsiranda aukščiau minėtas neatitikimas.

Šie modeliai taip pat gali būti panaudojami priminimui, kad Žemė sukasi ir apie savo ašį, ir skrieja elipse apie Saulę [https://javalab.org/en/diurnal\\_motion\\_en/](https://javalab.org/en/diurnal_motion_en/) (žiūrėta 2023-06-06). Patariama parodyti ir aptarti, kad judant apskritimu tolygiai, tuos pačius objektus stebėtojas matys po vienodų laiko tarpų ir padiskutuoti, kam fizikoje ir astronomijoje yra naudojami įvairūs modeliai. Šio aptarimo tikslas – paaiškinti, kaip ir kam yra įvestas vidutinis, kai kuriamas modelis, kuriame Žemė apskritimu skrieja apie Saulę, ir pasaulinis laikas. Atkreipus dėmesį į tai, kad stebėtojai esantys skirtingose Žemės vietose (dienovidžiuose) tą patį objektą galės pradėti stebėti skirtingu laiku, išsiaiškinama, kam įvestas juostinis laikas. Natūraliai, turėtų kilti klausimas, kodėl aptariamoms minėtoms laiko sąvokoms. Šį klausimą gali pateikti mokytojas, bet atsakyti į jį turi patys mokiniai, pabrėždami, kad turi būti tiksliai žinoma, kada stebimas dangaus objektas pasirodys, bus zenite ir leis konkrečios geografinės vietovės danguje. Remiantis šiuo atsakymu, paaiškinama, kas yra ir kodėl astronomijoje yra naudojamas žvaigždinis (siderinis) laikas. Mokiniai turi mokėti vienos sistemos laiką pakeisti į kitos sistemos laiką, pavyzdžiui, pusiaujinį laiką į vietinį ar Saulės laiką.

Nagrinėjant Žemės judėjimo apie Saulę trajektoriją, mokiniai turi pastebėti, kad joje yra du dangaus pusiaujo ir ekliptikos susikirtimo taškai, t. y. taškai kuriuose Žemės pusiaujo plokštuma eina per Saulės diską

geometrinių centrą. Atkreipiamas dėmesys, kad tai yra momentas, kai matomos Saulės centras yra tiesiai virš pusiaujo. Šie taškai įvardijami kaip lygiadienio taškai ir nurodoma, kaip jie yra naudojami planetos orbitos padėčiai nustatyti.

Turi būti apibrėžta, kas yra metai, saulėgrįžos, prisimenama, kas yra astronominis vienetas ir para. Mokiniam galima pasiūlyti nustatyti sąryšį tarp Mėnulio judėjimo periodo ir mėnesio trukmės, išsiaiškinti, kas yra Mėnulio fazės, libracija, siderinis, sinodinis ir tropinis mėnuo. Ši informacija gali būti panaudota aiškinantis, kaip senovėje buvo skaičiuojamas laikas, kokie egzistavo kalendoriai.

Aiškinimuisi siūlome naudoti simuliaciją [Moon Simulation - JavaLab](#) (žiūrėta 2023-06-06)

Patariama mokiniams priminti, kad laikas viena pagrindinių (greta erdvės) materijos egzistavimo formų, pasireiškianti materialių objektų egzistavimo trukme, jų būsenų kaitos nuoseklumu, tad jo tikslus matavimas yra svarbus įvairias aspektais. Kartu su istorijos mokytoju gali būti organizuojama bendra veikla, kurios tikslas – išnagrinėti, kokios ir kodėl laiko matavimo sistemos buvo naudojamos praeityje, kas yra Julijaus dienos, kada bei koku tikslu buvo sukurtas Julijaus kalendorius, kodėl jis buvo pakeistas. Aptariant Julijaus dienas ir kalendorių, galima remtis filmuota medžiaga, pavyzdžiui, [The Julian and Gregorian Calendars - YouTube](#), [How Was The Calendar Invented? - YouTube](#) (žiūrėta 2023-06-06)

Siūlome aptarti laikrodžių kūrimo istoriją, akcentuojant „atominio laiko“ sąvoką [How an atomic clock works, and its use in the global positioning system \(GPS\)](#). (žiūrėta 2023-06-06).

Taip pat gali būti aptarta senovės šventyklų, tokių kaip Stounhendžas, Birutės kalno šventvietė ir kitos, paskirtis nustatant svarbių įvykių datas.

Patariama atlikti ilgalaikius paros trukmės matavimus ir nustatyti jos kitimą.

## 22.5. Tyrimo metodai.

### 22.5.1. Astrometriniai matavimai.

Priminus, kas yra šviesmetis ir kodėl šis atstumo matavimo vienetas yra naudojamas, mokiniai turi išsiaiškinti kas yra paralaksas ir parsekas, koks yra ryšys tarp šių matavimo vienetų ir šviesmečio. Aiškinantis, primenamas Žemės judėjimas aplink savo ašį ir Saulę, akcentuojama, kad stebėtojo padėtis nuolat keičiasi, tad ir kosminio kūno padėtis stebėtojo atžvilgiu kinta. Pabrėžiama, kad paralaksas gali būti naudojamas matuoti atstumams (žiūrėta 2023-06-06):

- [Distances: Crash Course Astronomy #25](#)
- <https://lco.global/spacebook/distance/parallax-and-distance-measurement/>,
- [Parallax and Distance Measurement | Las Cumbres Observatory \(lco.global\)](#),
- [Technology Article and Advertise: Measure Distance Parallax With the Stars \(2technoblog.blogspot.com\)](#).

Mokiniai gali praktiškai išmatuoti atstumą iki nurodyto dangaus kūno arba pasinaudoti simuliacijomis (žiūrėta 2023-06-06): [https://javallab.org/en/stellar\\_parallax\\_3d\\_en/](https://javallab.org/en/stellar_parallax_3d_en/) ir [https://javallab.org/en/stellar\\_parallax\\_en/](https://javallab.org/en/stellar_parallax_en/).

Atlikdami natūralius ir virtualius dangaus skliauto stebėjimus, mokiniai gali nustatyti apytikslį kampinį dangaus kūnų padėties pokytį ir įvertinti jų kampinį greitį [Learn to measure distance easily in the night sky: Stargazing Basics 3 of 3 - YouTube](#) (žiūrėta 2023-06-06).

## IV gimnazijos klasė

### 23.1. Žvaigždės.

#### 23.1.1. Žvaigždžių temperatūros nustatymas

Patariama pri(si)minti, kas yra žvaigždės, kaip jos susidaro (akcentuojant fizines sąlygas – slėgį ir temperatūrą), vystosi ir miršta, atkreipiant dėmesį į skirtingą jų evoliucijos pabaigą. Pravartu prisiminti konvekciją bei magnetinio ir elektrinio lauko sukūrimo sąlygas ir jų poveikį krūvį turinčioms dalelėms. Šios žinios reikalingos nagrinėti žvaigždžių įvairovę, jų skirtumus, Saulės ir kitų žvaigždžių sandarą bei procesus



vykstančius jose. Procesų, vykstančių žvaigždėse vaizdinimui, siūloma pasinaudoti filmuota medžiaga, pavyzdžiui, [Structure and Composition of the Sun Module 8 / Lecture 1 : Structure of the Sun Sun 101 | National Geographic](#) (žiūrėta 2023-06-06). Aptariant, kaip įvertinta Saulės masė, patariama prisiminti Visuotinės traukos ir Keplerio dėsnius ir parodyti, kaip jie taikomi dangaus kūno masei nustatyti. Turi būti paminėta, kad šis būdas žvaigždžių masei nustatyti yra taikomas tik tuo atveju, kai aplink žvaigždę skrieja planetos ir jų skriejimo orbita periodus bei atstumą iki žvaigždės galima nustatyti. Aiškinantis apie žvaigždžių spinduliavimą ir absoliučiai juodo kūno, patariame mokiniam pateikti klausimą, kaip nustatyti Saulės ir kitų žvaigždžių temperatūrą. Reikia prisiminti elektromagnetines bangas ir elektromagnetinę skalę. Paaiškinti, kas yra absoliučiai juodas kūnas galima naudojant vaizdo įrašą [What is a Black Body? \(Stefan Boltzmann's Law, emissivity, grey and white bodies...\) - Physics](#) (žiūrėta 2023-06-06).

Pasinaudojus simuliacija

[https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt\\_certeleso&l=en%20Blackbody%20Spectrum](https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_certeleso&l=en%20Blackbody%20Spectrum) (žiūrėta 2023-06-06) mokiniai gali nustatyti kūnų, tame tarpe ir žvaigždžių, spinduliuojamų bangų ilgių, intensyvumo priklausomybę nuo jų temperatūros. Užrašius Vyno dėsnį (anglų k. *Wein's law*) ir peržiūrėjus vaizdo įrašą [Wien's Displacement Law - A Level Physics](#) (žiūrėta 2023-06-06)

Mokiniam gali būti pasiūlyta nustatyti Saulės temperatūra ir aptarta, kad šis būdas yra tinkamas kitų žvaigždžių temperatūrai nustatyti. Ši veikla gali būti atlikta APC.

Prisiminus Doplerio efektą garsui, mokiniam galima pasiūlyti įvertinti, kaip keičiasi garsas automobiliui ar traukiniui artėjant/tolstant nuo stebėtojo. Pri(si)minus apie tai, kad žvaigždės juda ir skleidžia elektromagnetines bangas, garsas – mechaninė banga, mechaninių ir elektromagnetinių bangų savybės yra tokios pačios, mokiniai turėtų atsakyti į klausimą ar panašus reiškinys bus stebimas fiksuojant žvaigždžių skleidžiamą dažnį (bangos ilgi). Nagrinėjant simuliacijas (žiūrėta 2023-06-06):

<http://www.phy.olemiss.edu/~perera/animations/doppler.html>,

[https://javalab.org/en/doppler\\_effect\\_and\\_redshift\\_en/](https://javalab.org/en/doppler_effect_and_redshift_en/) mokiniai gali stebėti, kas atsitinka žvaigždei tolstant ar artėjant prie stebėtojo esančio Žemėje. Remdamiesi savo pastebėjimais, mokiniai turi suformuluoti kaip keičiasi priimamos bangos ilgis šaltiniui artėjant prie stebėtojo ar tolstant nuo jo ir aptarti, kas atsitiktų, jei judėtų ir šaltinis, ir stebėtojas. Šiuo atveju reikės priminti greičio reliatyvumą. Aptarimo pabaigoje akcentuojama, kad į Doplerio efektą reikia atsižvelgti ir stebint žvaigždes, užrašoma jo matematinė išraiška. Ši išraiška naudojama sprendžiant uždavinius, t. y. nustatant koks gali atsirasti fono dažnio ar bangos ilgio pokytis dėl žvaigždės judėjimo ir kokia yra galima temperatūros, nustatytos pagal Vyno dėsnį, paklaida.

### 23.1.2. Žvaigždžių evoliucija.

Pravartu aptarti, kaip tarpusavyje susiję žvaigždės skersmuo, masė ir šviesis. Šios diskusijos apibendrinimas gali būti panaudojamas aptariant žvaigždžių klasifikaciją pagal temperatūrą ir ryškį. Be to, turi būti aptarta, kaip ir kodėl žvaigždžių ryškis kinta susiejant šio parametro kitimą tiek su virsmis žvaigždėse, tiek su jų evoliucija.

Aiškinantis virsmus žvaigždėse patariama pasinaudoti žiniomis ir kompetencijomis, kurias mokiniai įgijo žemesnėse klasėse. Tai žinios apie: elementariąsias daleles ir jų sąveiką; alfa, beta ir gama spinduliavimą ir branduolių virsmus šių procesų metu; tarpžvaigždinės medžiagos procentinę sudėtį; Visatos vystymąsi; žvaigždžių susidarymą; fundamentinės sąveikos ir kt. Šių žinių pakanka savarankiškai padaryti išvadą, kad kai besiformuojančių žvaigždžių centre temperatūra pasiekia mln. K, prasideda branduolinės sintezės reakcijos ir kad šios reakcijos gali būti skirtingos.

Mokiniam nurodžius reakcijose dalyvaujančius elementus ir elementariąsias daleles, gali būti pasiūlyta patiems užrašyti protonų [Proton-proton chain reaction - Fusion in Stars](#) (žiūrėta 2023-06-06) ir [Nucleosynthesis: The CNO Cycle](#) (žiūrėta 2023-06-06) branduolinių grandinių ciklus. Jei yra išsiaiškinta kas

yra masės defektas, kaip apskaičiuoti energiją, išsiskyrusią/sugertą termobranduolinių reakcijų metu, minėtos vandenilio virsmo heliu reakcijos turi būti modeliuojamos nepamirštant masės, krūvio ir energijos tvermės dėsnių.

Kitas klausimas, į kurį turi atsakyti mokiniai – kas atsitinka, kai vandenilio kiekis žvaigždėse sumažėja? Atsakant į šį klausimą, turi būti išnagrinėti  $s$ ,  $r$  ir *trijų alfa* dalelių procesai, akcentuojant, kokios yra fizinės sąlygos jiems vykti ir koks yra galutinis reakcijų produktas. Įvairių termobranduolinių reakcijų vaizdinimui siūlome naudoti filmuotą medžiagą: [Nuclear Fusion – How do stars burn?](https://www.youtube.com/watch?v=Fx2ZiHHjQmM%20), [https://www.youtube.com/watch?v=Fx2ZiHHjQmM%](https://www.youtube.com/watch?v=Fx2ZiHHjQmM%20), (žiūrėta 2023-06-06). Mokiniai turi atkreipti dėmesį į tai, kad žvaigždžių cheminė sudėtis dėl jose vykstančių termobranduolinių reakcijų laikui bėgant kinta ir į tai, kad žvaigždžių temperatūra ir masė yra svarbūs faktoriai apsprendžiantys vykstančių reakcijų greitį ir produktus.

Žvaigždžių evoliuciją atsižvelgiant į žvaigždės masę buvo nagrinėjama žemesnėse klasėse. Tad ją reikėtų pri(si)minti, akcentuojant, kad žvaigždžių evoliucijos paskutinis etapas priklauso nuo žvaigždės masės ir kad jai evoliucionuojant, keičiasi jos temperatūra ir tuo pačiu šviesis. Atkreipiame dėmesį, kad šio astronomijos skyriaus medžiaga gali būti išdėstyta dviem būdais:

– paaiškinama, kas tai yra Hercšprungo ir Raselo (HR) diagrama ir nurodant, kokios žvaigždės yra sekoje bei aptariant sekoje esančių žvaigždžių fizines savybes ir amžių;

– apibudinamos žvaigždžių fizinės savybės, amžius ir šviesis ir tik tada aiškinama apie HR diagramą.

Nepriklausomai nuo to, kaip bus išdėstoma medžiaga, svarbu parodyti, kaip keičiasi žvaigždės padėtis HR diagramoje jai evoliucionuojant.

Aptariant HR diagramos sudarymą galima pasinaudoti vaizdo įrašus [H-R diagram animation, Classification of Stars: Spectral Analysis and the H-R Diagram](https://www.youtube.com/watch?v=ld75W1dz-h0) ir <https://www.youtube.com/watch?v=ld75W1dz-h0> (žiūrėta 2023-06-06).

Aptariant žvaigždžių ir jų liekanų fizines ir chemines savybes patariama naudoti filmuotą medžiagą (žiūrėta 2023-06-06):

- supernovos [Less Than Five - What is a Supernova?](https://www.youtube.com/watch?v=xIdJtIDReM8) <https://www.youtube.com/watch?v=xIdJtIDReM8>
- supernovų klasės [Are There DIFFERENT Types Of SUPERNOVA?, Types of Supernova - Type I and Type II explained - Universe Sandbox 2](https://www.youtube.com/watch?v=X_3QAB3o4Vw)
- pulsaras [NASA | What is a Pulsar?](https://www.youtube.com/watch?v=EYdnZ-Rf0rc) <https://www.youtube.com/watch?v=EYdnZ-Rf0rc>
- neutroninės žvaigždės [What Makes Neutron Stars the Most Extreme Things in the Universe](https://www.youtube.com/watch?v=X_3QAB3o4Vw)
- Cefeidės [Cepheid Variable Stars and Distance Measurement in Space - Space Engine](https://www.youtube.com/watch?v=X_3QAB3o4Vw), [Understanding Cepheid Variables](https://www.youtube.com/watch?v=X_3QAB3o4Vw) [https://www.youtube.com/watch?v=X\\_3QAB3o4Vw](https://www.youtube.com/watch?v=X_3QAB3o4Vw)
- dvinarės žvaigždės [Types of Binary Star, Systems Binary and Multiple Stars: Crash Course Astronomy #34](https://www.youtube.com/watch?v=X_3QAB3o4Vw)
- baltosios nykštukės [The Last Light Before Eternal Darkness – White Dwarfs & Black Dwarfs - YouTube](https://www.youtube.com/watch?v=X_3QAB3o4Vw)
- planetiškieji ūkai [What Are Planetary Nebulae? - YouTube](https://www.youtube.com/watch?v=X_3QAB3o4Vw).

Temą patariama užbaigti projektinių darbų pristatymu ar diskusija „Kas gali atsitikti Saulės sistemai tolimoje ateityje“ ir aptarti, kaip keisis Saulės sistema dėl įvairių priežasčių. Galimas priežastis, tokias kaip Saulės evoliucija, Paukščių tako galaktikos susidūrimas su Andromedos galaktika, supernovų sprogo artimiausiose galaktikose, didelės masės objektų atsiradimas netoli Žemės ir panašiai, turi numatyti ir aptarti mokiniai. Pateikiami ir aptariami Saulės sistemos pokyčiai ir jų įtaka gyvybės vystymuisi Žemėje turi būti pagrindžiami fizikos ir astronomijos žiniomis, o kai įmanoma – skaičiavimais. Pavyzdžiui, nustatyti, kaip pasikeis Žemės orbitos pusašiai ir apsisukimo periodas, laisvojo kritimo pagreitis joje, kai Saulės masė padidės pusantro karto. APC mokiniai gali atlikti tiriamuosius darbus susijusius su žvaigždžių evoliucija.

## 23.2 Mūsų Galaktika.

### 23.2.1. Mūsų galaktikos struktūra.

Aptariant Paukščių tako (mūsų) galaktikos struktūrą, akcentuojama, kad ji nustatyta stebint kamuolinius žvaigždžių spiečius [Milky Way Galaxy - The structure and dynamics of the Milky Way Galaxy | Britannica](https://www.britannica.com/place/Milky-Way-Galaxy/The-structure-and-dynamics-of-the-Milky-Way-Galaxy) <https://www.britannica.com/place/Milky-Way-Galaxy/The-structure-and-dynamics-of-the-Milky-Way-Galaxy> (žiūrėta 2023-06-06)

Informaciją apie Paukščių tako sandarą ir struktūrą (žiūrėta 2023-06-06) galima rasti:

- [\(108\) The Milky Way: Crash Course Astronomy #37 - YouTube](#),
- <https://www.bing.com/videos/search?q=Milky+Way+Galaxy&FORM=REST>
- [What Does the Center of the Milky Way Look Like? A Journey to the Heart of Our Galaxy! \(4K UHD\) - YouTube](#)
- [See the Milky Way's Core in Amazing NASA Flying Telescope Imagery](#)

Išsinagrinėję turimą medžiagą apie Paukščių tako galaktikos sandarą, mokiniai turi apibrėžti, kas yra galaktikos diskas, spiralinės vijos, skersinė, centrinis telkinys, halas, vainikas, kas yra galaktikos centre. Naudodamiesi medžiaga, pateikta anksčiau minėtuose mokomuosiuose filmukuose, mokiniai turi nustatyti, kokios fizinės sąlygos turėjo būti ankstyvojoje Visatoje, kad susiformuotų Mūsų galaktika ir kas lėmė jos vystymąsi.

Naudojant simuliaciją [ViewSpace | Interacting Galaxies: Future of the Milky Way](#) (žiūrėta 2023-06-06) galima stebėti Paukščių tako vystymąsi, jo susidūrimą su Andromedos galaktika.

### 23.2.2. Saulės aplinkos raida.

Aiškinantis apie Mūsų galaktikos vystymąsi, turi būti aptarta, kaip Saulės sistema juda galaktikoje. Galima pasinaudoti simuliaciją [Skylight: How Does Our Solar System Move Around the Milky Way?](#) (žiūrėta 2023-06-06) bei aptarti, kokia jos judėjimo įtaka Saulės aplinkos (artimiausių žvaigždžių) raidai.

Prisiminus Visatos vystymąsi akcentuojama, kad iš pradžių susidarė žvaigždės, žvaigždžių spiečiai, o vėliau galaktikos. Pakartojimui siūlome naudoti vaizdo medžiagą, pavyzdžiui [\(108\) Star and Galaxy Formation in the Early Universe - YouTube](#) [Star and Galaxy Formation in the Early Universe](#) (žiūrėta 2023-06-06). Nagrinėdami vaizdo medžiagą, mokiniai gali savarankiškai išsiaiškinti žvaigždžių spiečių susidarymo sąlygas ir rezultatus – koks spiečius susidarys, lygindami kamuolinius ir padrikuosius žvaigždžių spiečius paaiškinti, kuo skiriasi jų išvaizda, amžius ir cheminė sudėtis. Šioms veikloms galima naudoti mokomuosius filmus (žiūrėta 2023-06-06):

- [\(108\) Types of Star Clusters - YouTube](#) [Types of Star Clusters](#)
- [Star Clusters - Open and Globular Clusters](#)

Siūlome aptarti ir tai, kad Visatoje egzistuoja dariniai, kurių nariai yra plačiai pasklidę erdvėje, skrieja viena kryptimi ir vienodu greičiu, nors ir nesusieti gravitacine jėga, bei padiskutuoti ar šiuos darinius galima vadinti žvaigždžių spiečiais. Be to, turi būti aptarta, kuo išsiskiria OB asociacijos ir kodėl šie dariniai priskiriami žvaigždžių spiečiams. Spiečių aprašymus rasite [Star cluster - Open clusters | Britannica](#) (žiūrėta 2023-06-06).

Siūlome atlikti tiriamuosius darbus, pavyzdžiui:

- Galaktikos masės nustatymas ([25.3 The Mass of the Galaxy - Astronomy | OpenStax](#), [Measuring the Mass of a Galaxy: An Evaluation of the Performance of Bayesian Mass Estimates Using Statistical Simulation \(utoronto.ca\)](#) (žiūrėta 2023-06-06))
- Egzoplanetų atradimas radialinių greičių metodu ir astrometriniu metodu [ESA Science & Technology - Exoplanet detection methods](#) (žiūrėta 2023-06-06). Šis ir kiti darbai gali būti atlikti APC.

## 23.3. Galaktikos.

### 23.3.1. Galaktikų klasifikavimas.

Prisiminus Mūsų galaktikos morfologiją, siūlome aptarti, kad galaktikos turi skirtingą išvaizdą (struktūrą) ir pagal tai yra suklasifikuotos. Galaktikų Hubble morfologinę klasifikaciją (žiūrėta 2023-06-06) rasite:

- [Classroom Aid - Hubble Galaxy Classification](#)
- [The Classification Of Galaxies | Astronomic](#).

Reikia atkreipti dėmesį, kad Hubble galaktikų klasifikacijos schema buvo papildyta ir kad atsiradus naujoms kosminės erdvės tyrimo galimybėms ir sukaupus naujas žinias, požiūris į Hubble morfologinę klasifikaciją keičiasi. Informacijos apie tai, kokia yra galaktikų struktūra ir kuo be skirtingos struktūros galaktikos skiriasi (žiūrėta 2023-06-06) rasite:

- [Galaxies, part 1: Crash Course Astronomy #38](#),
- [https://www.youtube.com/watch?v=\\_O2sg-PGhEg](https://www.youtube.com/watch?v=_O2sg-PGhEg).

### 23.3.2. Vietinė galaktikų grupė.

Žinodami, apie galaktikų morfologinę klasifikaciją bei komponentus, mokiniai gali savarankiškai palyginti Paukščių tako galaktikos sandarą ir komponentus su kitų, jai artimiausių galaktikų, sudarančių Vietinę galaktikų grupę, sandara ir nustatyti esminius jų skirtumus ir panašumus. Naudodamiesi medžiaga, pateikta mokomuosiuose filmukuose, mokiniai turi nustatyti, kokios fizinės sąlygos turėjo būti ankstyvojoje Visatoje, kad susiformuotų galaktikos ir kas lėmė šių galaktikų vystymąsi. Turi būti aptartos Andromedos galaktikos ir jos palydovės, Paukščių tako galaktikos palydovų, Didžiojo ir Mažojo Magelano debesų, Trikampio galaktikos struktūra, cheminė sudėtis. Informacijos apie šias galaktikas (žiūrėta 2023-06-06) rasite:

- Andromedos [NASA shares video of the Andromeda galaxy \(yahoo.com\)](#)
- Magelano debesys [Magellanic Cloud | astronomy | Britannica](#)
- Trikampio [Messier 33 \(The Triangulum Galaxy\) | NASA](#)

Prisimenama, kas yra galaktikų spiečiai ir superspiečiai, mokiniams galima pasiūlyti juos palyginti su žvaigždžių spiečiais ir rasti, kuo jie panašūs. Informacijos apie galaktikų spiečius (žiūrėta 2023-06-06) rasite:

- [Ophiuchus Galaxy Cluster | NASA](#),
- [Galaxy Cluster Abell 2744: A Hubble Image Tour - YouTube](#),
- [Galaxy Cluster Evolution over the Past 10 Billion Years - YouTube](#),
- [Laniakea: Our home supercluster - YouTube](#).

### 23.3.3. Tamsiosios materijos hipotezės.

Aiškinant apie galaktikų vystymąsi, bus minima, kad dauguma astronominių atradimų ir prognozių yra padaryti remiantis dėsniais, nustatytais teoriniais tyrimais ir pagrįstais eksperimentų ar stebėjimo rezultatais. Šiame kontekste reikia paminėti tamsiąją medžiagą ir aptarti jos atradimo istoriją. Informacijos apie tai (žiūrėta 2023-06-03) rasite:

- [What Is Dark Matter? | NASA https://www.nasa.gov/audience/forstudents/9-12/features/what-is-dark-matter.html](#),
- [Dark Matter and Dark Energy: The Frontier of Astronomy](#),
- <https://www.bing.com/videos/search?q=Dark+matter&ru=%2fvideos%2fsearch%3fq%3dDark%2bmatter%26FORM%3dHDRSC3&view=detail&mid=8C4174388434380D53CC8C4174388434380D53CC&rvsmid=0F54F2CD80E3065A57F60F54F2CD80E3065A57F6&FORM=VDRVRV>.

Mokiniams gali būti pasiūlyta pasinaudojant simuliacija <https://foothillastrosims.github.io/dark-matter/> (žiūrėta 2023-06-06) nustatyti ryšį tarp tamsios medžiagos kiekio ir žvaigždžių greičio. Gauti rezultatai gali būti panaudojami aiškinantis galaktikų susidarymą.

Jeigu yra galimybė (reikia specialaus organinio stiklo lęšio) tam, kad mokiniai akivaizdžiai pamatytų, kad šviesa užlinksta, patariama atlikti eksperimentą, kurio aprašymą rasite [Gravitational lens simulator : A didactical experiment designed by J. Surdej](#) (žiūrėta 2023-06-06).

Mokiniai gali paruošti pranešimus apie eksperimentinį laiko-gravitacinės erdvės iškreipimo patvirtinimą. Informacijos rasite [Gravitational waves: A three minute guide](#) (žiūrėta 2023-06-06).

Prisiminus elektromagnetinių bangų lūžimo dėsnius, jų eigą lęšiuose ir bangos ilgio pokytį elektromagnetinei bangai pereinant iš vienos aplinkos į kitą, patariama padiskutuoti, kodėl žinios apie laiko-gravitacinės erdvės iškreiptumą yra svarbios astronomijoje.

Šios diskusijos metu gali būti paminėtas Pound'o, Rebka atliktas eksperimentas (žiūrėta 2023-06-06):

- [Gravitational Redshift with Pound and Rebka](#),
- [Does Gravity Change Colors?](#)

Patariama iš anksto nurodyti, kokia informacija turi būti surinkta ir išanalizuota.

Apibendrinant diskusijos apie laiko-gravitacinės erdvės iškreiptumo svarbą astronomijoje turi būti akcentuojama, kad: elektromagnetinių bangų spektre linijos gali būti pasislinkusios ne tik dėl Doplerio efekto, bet ir dėl gravitacijos; raudonasis gravitacinis poslinkis atsiranda dėl to, kad fotonas praranda dalį savo energijos gravitaciniame lauke, o mėlynasis gravitacinis poslinkis – dėl to, kad jis įgyja papildomos energijos; gravitacinis lęšis – reiškiny, kuomet šviesa iš labai tolimo ir ryškaus šaltinio užlinksta dėl masyvaus arčiau esančio objekto.

Raudonasis ir mėlynasis gravitacinis poslinkis gali būti nagrinėjamas panaudojant simuliaciją [https://javalab.org/en/gravitational\\_lensing\\_en/](https://javalab.org/en/gravitational_lensing_en/) (žiūrėta 2023-06-06).

Fotono judėjimo trajektorijai modeliuoti gali būti naudojama programa <https://www.compadre.org/osp/items/detail.cfm?ID=11451> (žiūrėta 2023-06-06), kurią reikia instaliuoti į personalinį kompiuterį. Išsiaiškinus, kad gravitacinis poslinkis atsiranda dėl didelės masės Visatos objektų, patariama įvardyti, kas yra gravitaciniai lęšiai ir aptarti juodųjų bedugnių nustatymo metodą, kuriame jie naudojami [General Relativity: The Curvature of Spacetime](#) ir [The Largest Black Hole in the Universe - Size Comparison](#) (žiūrėta 2023-06-06).

Aiškinantis gravitacinio poslinkio atsiradimo priežastis, patariama aptarti, kas atsitinka, kai Visatos kūnų skleidžiama šviesa priartėja prie masyvaus objekto. Šį reiškinį mokiniai gali sumodeliuoti aukščiau minėta simuliacija tam, kad pamatyti, kad šviesa gali neišeiti iš stipraus gravitacinio lauko, t. y., kad egzistuoja minimalus atstumas (Schwarzschildo spindulys), kuriam esant šviesa patekusi į gravitacinį lauką iš jo neišeina. Patariama mokiniams priminti, kaip yra gaunama informacija apie Visatos objektus ir aptarti, ar galima juos „matyti“, kai jų skleidžiamos bangos dėl didelės masės kūno mūsų nepasiekia.

Žinant, kas yra juodoji bedugnė, turi būti išsiaiškinta, kokios galaktikos yra vadinamos aktyviomis galaktikomis ir kuo ypatingi kvazarai, akcentuojant, kodėl šie Visatos objektai yra išskiriami. Aptarimui siūlome naudoti filmuotą medžiagą (žiūrėta 2023-06-06):

- [NASA Describes Active Galaxies - YouTube, Galaxies, part 2: Crash Course Astronomy #39 - YouTube](#),
- [Why Quasars are so Awesome | Space Time - YouTube](#).

Mokinimas gali būti pasiūlyta padiskutuoti, kas atsitiks, kai galaktika ir masyvi juodoji skylė susitiks. Diskusijos metu turi būti remiamasi žiniomis apie visuotinės traukos dėsni, juodųjų skylių prigimtį, procesus vykstančius aktyviose galaktikose. Šio susidūrimo pasekmės yra pateiktos filmuotoje medžiagoje (žiūrėta 2023-06-06):

- [NASA Releases Image of Black Hole Eating Galaxy - YouTube](#),
- [Monster BLACK HOLE | Full Documentary - YouTube](#).



## 23.4. Visata.

### 23.4.1. Visatos atsiradimo ir vystymosi hipotezės.

Pradedant nagrinėti Visatos raidą, mokiniams reikia priminti apie medžiagų ir atomų sandarą ir juos supažindinti su elementariosiomis dalelėmis, pavyzdžiui, [Elementary Particles](#) arba kitus [vaizdo įrašus](#) (žiūrėta 2023-06-06).

Prisiminus arba apibrėžus, jeigu mokiniai jų nežino, gravitacinę, elektromagnetinę ir stipriąją sąveikas, supažįstama su silpnąja sąveika pasinaudojant vaizdo įrašu [Weak Interaction: The Four Fundamental Forces of Physics #2](#) (žiūrėta 2023-06-06).

Didžiojo sprogo teorijos ir Visatos raidos aptarimui galima naudoti įvairią filmuotą medžiagą (žiūrėta 2023-06-06):

- [Origins of the Universe 101 | National Geographic](#)
- [Visatos evoliucija](#)
- [The Big Bang, Cosmology part 1: Crash Course Astronomy #42 - YouTube](#)

Nagrinėdami filmuotą medžiagą, mokiniai turi išskirti radiacijos ir medžiagos eras, nustatyti, kaip kiekviena era yra skirstoma ir kuo kiekviena eras dalis skiriasi [Chronology of the universe - Wikipedia](#) (žiūrėta 2023-06-06). Turi būti akcentuojama, kokios sąveikos stebimos kiekviename Visatos vystymosi etape, kodėl jos egzistuoja ir kodėl jų įtaka silpnėja ar stiprėja. Plačiau apie Visatos evoliuciją rasite straipsnyje [The Evolution of the Universe](#) (žiūrėta 2023-06-06).

Verta padiskutuoti, kokia Visatos sandara yra šiuo metu atkreipiant dėmesį į „juodos energijos“ ir tarpžvaigždinės medžiagos egzistavimą bei tai, kad vystymasis vis dar tebevyksta.

Apibūdinant tarpžvaigždinę medžiagą akcentuojama, kad tai ne tik medžiaga (materija), bet ir žvaigždžių spinduliavimas (energija). Galima nagrinėti šią medžiagą (žiūrėta 2023-06-06):

- [What is the Interstellar Medium? - Bing video](#),
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Interstellar\\_medium](https://en.wikipedia.org/wiki/Interstellar_medium),
- [The Interstellar Medium](#).

Patariama pabrėžti, kad tarpžvaigždinės medžiagos tankis yra labai mažas palyginus su medžiagų, aptinkamų Žemėje, tankiu ir kad fizinės sąlygos (temperatūra, slėgis, elektromagnetinio lauko stipris ir kt.) apsprendžia, kokia bus tarpžvaigždinę medžiagą sudarančių dalelių būseną. Mokiniai taip pat turi prisiminti, kad žvaigždės susidaro iš tarpžvaigždinės medžiagos. Aptariant Visatos sandarą turi būti apibūdintas jos homogeniškumas ir izotropiškumas. Jie gali būti aptarti diskutuojant tema „Kodėl naktį Žemėje tamsu?“. Diskusijai galima naudoti informaciją, pateiktą straipsniuose: [The Universe is Isotropic | The Lyncean Group of San Diego \(lynceans.org\)](#), [‘One Direction’ – Isotropic Universe or not? | astrobit.es](#) (straipsniai, aiškinantys, kodėl Visata yra izotropinė) ir [Universe’s Expansion May Not Be The Same In All Directions | NASA](#) (straipsnis aiškinantis, kad Visata nėra izotropinė ir homogeninė) (žiūrėta 2023-06-06).

Mokiniai gali padiskutuoti ir apie Visatos plėtimąsi, pavyzdžiui, dalyvaudami diskusijoje „Ar Visata keičiasi? Kaip?“. Diskusijos metu, turi būti akcentuojama, kokias įrodymais remiamasi, kokie stebėjimų rezultatai pagrindžia, kad Visata plečiasi. Mokiniam reikia pri(s)iminti apie Raudonąją gravitacinę ir mėlynąją poslinkius, Doplerio efektą. Diskusijai pasiruošti gali būti naudojama filmuota medžiaga, pavyzdžiui, [How do we know the Universe is expanding? - Bing video](#) ir [Misconceptions About the Universe - YouTube](#) (žiūrėta 2023-06-06).

Šios diskusijos metu turi būti išanalizuotas Hablo-Lemetro dėsnis (*Hubble-Lemaitre law*). Vaizdo įrašuose [PHYS 1403 The Hubble LeMaitre Law - YouTube](#), [Hubble's law | Scale of the universe | Cosmology & Astronomy | Khan Academy - YouTube](#), [Hubble's Law, the Doppler Effect, and an Expanding Universe - YouTube](#) (žiūrėta 2023-06-06) pasakojama apie Visatos plėtimąsi ir Hablo-Lemetro dėsnį.

## 23.5. Gyvybė Visatoje.

### 23.5.1. Gyvybės Saulės sistemoje paieška.

Aiškinantis gyvybės aptikimo Saulės sistemoje problematiką, siūlome kartu su biologijos mokytojais vykdyti projektą, kurio metu būtų išsiaiškinta, kas yra gyvybė, kuo dirbtinė gyvybė skiriasi nuo natūralios bei prisimenama, kaip gyvieji organizmai prisitaiko prie aplinkos pokyčių ir kokios yra fizinės sąlygos Saulės sistemos planetose ir jų palydovuose. Vykdamas šį projektą, turi būti išsiaiškinta, kodėl svarbu tirti Žemės mikrobus ir kodėl manoma, kad gyvybė Saulės sistemoje yra tos pačios kilmės. Informacijos galima rasti straipsnyje [Extraterrestrial life - Wikipedia](#) ir nuorodos jame (žiūrėta 2023-06-06). Mokiniai turi rasti ir išanalizuoti informaciją apie vykdytas, vykdomas ir planuojamas vykdyti kosmines misijas susijusias su gyvybės paieška Saulės sistemoje ir už jos ribų tam, kad išsiaiškintų, kokie duomenys parodo, kad gyvybė planetoje ar jos palydove egzistuoja ir su kokiomis problemomis susiduriama jos ieškant. Informacijos apie kosmines misijas galima rasti [ESA - Search](#) ir [Solar System Missions | NASA](#). Pavyzdžiui, [Mars Science Laboratory - Curiosity Rover | NASA](#) pateikta informacija apie „Curiosity Rover“ misiją, kurios tikslas – mikroorganizmų paieška Marse (žiūrėta 2023-06-06).

### 23.5.2. Egzoplanetos ir civilizacijos jose.

Apibrėžiant sąvoką „egzoplanetos“ siūlome prisiminti, kas yra planeta. Aiškinantis apie tai, kaip aptinkamos egzoplanetos, mokiniams reikia prisiminti planetų tranzito, radialinių greičių ir astrometrinį metodus bei aptarti, su kokias sunkumais susiduriama ieškant planetų, panaudojant pavyzdžiui, [Could this be a planet in another galaxy?](#) ir [Astrofizikai ieško gyventi tinkamų egzoplanetų | VU naujienos](#) (žiūrėta 2023-06-06). Taip pat siūlome aptarti, kodėl egzoplanetų paieška sėkmingiau vykdoma kosminiais teleskopais nei antžeminiais. Mokiniai taip pat gali aptarti, ar Žemė yra unikali planeta, kodėl yra iškelta hipotezė apie mikroorganizmų paplitimą Visatoje. Šio aptarimo metu siūlome išsiaiškinti, kas yra žvaigždžių ir Galaktikos gyvybės zona (*circumstellar habitate zone*) ir kokį nežemiškų civilizacijų, su kuriomis žmonija gali užmegzti kontaktą, skaičių Mūsų galaktikoje jie gauna, skaičiavimams panaudoję Dreiko lygtį (*Drake equation*) [Exoplanet Exploration: Planets Beyond our Solar System \(nasa.gov\)](#), [The Drake Equation Doesn't Solve Anything...Here's Why - YouTube](#), [The Drake Equation After Sixty Years | Part 1 of 2 - YouTube](#) (žiūrėta 2023-06-06). Bandydami nustatyti nežemiškų civilizacijų skaičių Mūsų galaktikoje taikant Dreiko lygtį, mokiniai turi išsiaiškinti, kurie šios lygties parametrai yra patikimi, kurie abejotini ar nežinomi tam, kad išsiaiškintų, kodėl skirtingų grupių apskaičiuotas nežemiškų civilizacijų skaičius ženkliai skiriasi. Šias žinias patariame panaudoti Fermi paradokso (prieštaravimo tarp apskaičiuotų didelių nežemiškų civilizacijų egzistavimo tikimybių ir kontakto su jais ar jų egzistavimo įrodymų nebuvimo) formulavimui ir supratimui. [The Fermi Paradox: Drake's Equation - YouTube](#) (žiūrėta 2023-06-06). Taip pat siūlome padiskutuoti, kokie galimi susidariusių sunkumų dėl Fermi paradokso sprendimų būdai, t. y. paaiškinti Fermi paradoksą remiantis turimomis žiniomis. Mokiniams gali būti pasiūlyta paruošti pranešimus apie tai, kokios gali būti priežastys, kad nežemiškos civilizacijos neaptiktos iki šiol. Galimos priežastys gali būti surastos žiniasklaidoje arba aptartos klasėje per pamoką.

Kaip viena iš nežemiškų civilizacijų neaptikimo priežasčių gali būti įvardyta jų skirtingas išsivystymo, tame tarpe ir technologinis, lygis. Tad kartu su istorijos mokytojais, galima atlikti Žemėje buvusių ir esamų civilizacijų aptarimą energijos ir informacijos panaudojimo ir komunikavimo tarpusavyje aspektais ir padiskutuoti ar nežemiškos civilizacijos vystytųsi panašiai bei suformuluoti bent kelis mūsų civilizacijos vystymosi scenarijus. Kuriant šiuos scenarijus, siūloma aptarti civilizacijų klasifikavimą pagal energijos ir

informacijos panaudojimo aspektus panaudojant, pavyzdžiui, [Kardashev scale - Wikipedia](#) ir nuorodas jame, [What Do Alien Civilizations Look Like? The Kardashev Scale - YouTube](#) (žiūrėta 2023-06-06).

## 2. Veiklų planavimo ir kompetencijų ugdymo pavyzdžiai

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

Ugdymo proceso kokybė didele dalimi priklauso nuo kokybiško edukacinių veiklų planavimo, todėl svarbu jas 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 Bendrojoje programoje apibrėžtų mokinių pasiekimų.

Ilgalaikio plano pavyzdyje pateikiamas preliminarus Bendruosiuose ugdymo planuose dalykui numatyto valandų skaičiaus paskirstymas:

- stulpelyje *Mokymo(si) turinio skyrius* yra pateikiami Astronomijos bendrosios programos (toliau – BP) mokymosi turinio skyriai;
- stulpelyje *Mokymo(si) turinio tema* yra pateikiamos Astronomijos bendrosios programos (toliau – BP) temos. Po šio stulpelio gali būti įterpiamas stulpelis *Tema*, kuriame būtų pateikiamos pamokų temos;
- stulpelyje *Val. sk.* yra nurodytas galimas nagrinėjant temą pasiekimams ugdyti skirtas pamokų skaičius. Daliai temų valandos nurodytos intervalu, pvz., 2–3. Lentelėje pateiktą pamokų skaičių mokytojas gali keisti atsižvelgdamas į mokinių poreikius, pasirinktas mokymosi veiklas ir ugdymo metodus;
- stulpelyje *Galimos mokinių veiklos* pateikiamas veiklų sąrašas yra susietas su BP įgyvendinimo rekomendacijų dalimi *Dalyko naujo turinio mokymo rekomendacijos*, kurioje galima rasti išsamesnės informacijos apie ugdymo proceso organizavimą įgyvendinant atnaujintą BP.

Dėl ilgalaikio plano formos susitaria mokyklos bendruomenė, tačiau nebūtina siekti vienodos formos. Skirtingų dalykų ar dalykų grupių ilgalaikių planų forma gali skirtis, svarbu atsižvelgti į dalyko(-ų) specifiką ir sudaryti ilgalaikį planą taip, kad jis būtų patogus ir informatyvus mokytojui, padėtų planuoti trumpesnio laikotarpio (pvz., pamokos, pamokų ciklo, savaitės) ugdymo procesą, kuriame galėtų būti nurodomi ugdomi pasiekimai, kompetencijos, sąsajos su tarpdalykinėmis temomis. Planuodamas mokymosi veiklas mokytojas tikslingai pasirenka, kurias kompetencijas ir pasiekimus ugdyti atsižvelgdamas į konkrečios klasės mokinių pasiekimus ir poreikius. Šį darbą palengvins naudojimas [Švietimo portale](#) pateiktos BP [atvaizdavimu](#) su mokymo(si) turinio, pasiekimų, kompetencijų ir tarpdalykinių temų nurodytomis sąsajomis.

Kompetencijos nurodomos prie kiekvieno pasiekimo:



Spustelėjus ant pasirinkto pasiekimo atidaromas pasiekimo lygių požymių ir pasiekimui ugdyti skirto mokymo(si) turinio citatų langas:



Tarpdalykinės temos nurodomos prie kiekvienos mokymo(si) turinio temos. Užvedus žymeklį ant prie temų pateiktų ikonėlių atsiveria langas, kuriame matoma tarpdalykinė tema ir su ja susieto(-ų) pasiekimo(-ų) ir (ar) mokymo(si) turinio temos(-ų) citatos:



### III gimnazijos klasė

#### ILGALAIKIS PLANAS

Mokymo(si) turinio skyrius	Mokymo(si) turinio tema	Val. sk.	Galimos mokinių veiklos
Astronomijos mokslas ir jo raida	Astronomijos mokslas ir jo raida	2–3	Pranešimų apie žymius pasaulio ir Lietuvos astronomus rengimas ir pristatymas. Interviu su šiuo metu astronomijos srityje dirbančiais mokslininkais apie jų atliekamus darbus ir šių darbų plėtojimo galimybes. Projektinis darbas kartu su istorijos mokytojais apie astronautikos vystymosi istoriją apžvelgiant į politinę padėtį konkuruojančiose šioje srityje šalyse. Ekskursijos į Molėtų observatoriją ir Šaltojo karo muziejus.
Saulės sistema	Žemės ir Mėnulio sistema	5–6	Diskusijos „Kaip susidarė Mėnulis?“, „Ar Žemei reikalingas Mėnulis?“. Tiriamieji darbai: „Žemės dydžio matavimas“, „Atstumo iki Saulės ir Mėnulio matavimas“, „Mėnulio krateriai ir Saulės sistemos raida“, „Mėnulio paviršiaus stebėjimas“. Uždavinių sprendimas ir užduočių atlikimas.
	Žemės ir Jupiterio grupės planetos bei jų palydovai	2	Pranešimų, pavyzdžiui: „Kodėl Saulės sistemos planetos skirstomos į Žemės ir Jupiterio tipo bei nykštukines planetas?“, „Kuo skiriasi ir kuo panašios atskirų grupių planetos?“, parengimas ir pristatymas. Diskusija apie galimus planetų palydovų atsiradimo scenarijus. Uždavinių sprendimas

			ir užduočių atlikimas.
	Mažieji Saulės sistemos kūnai	2	Pranešimų, pavyzdžiui: „Kodėl Plutonas nėra devintoji Saulės sistemos planeta?“, „Kuo panašus ir kuo skiriasi Cerera, Plutonas, Eris ir Sedna?“, „Ką pamatysim apsilankę asteroidų žiede?“, „Kuiperio juostos ypatybės“, „Oorto kometoidų debesies stebuklai“ parengimas ir pristatymas.
	Saulės fizinės savybės	4	Informacijos apie tai, kas yra Saulės granulės, fakelai, dėmės, vainiko skylės, protuberantai, žybsniai paieška, apibendrinimas ir nustatymas, kaip šie dariniai yra susiję su Saulės aktyvumu. Įgytų žinių pritaikymas šių reiškinių atpažinimui Saulės stebėjimo metu. Tiriamasis darbas „Saulės dėmių stebėjimas ir jos aktyvumo įvertinimas“. Uždavinių sprendimas ir užduočių atlikimas.
	Saulės sistemos tyrimai	1	Saulės sistemos planetų apsisukimo periodą ir greitį orbitoje įvertinimo praktinis darbas. Visuotinės traukos dėsnio taikymas uždaviniams spręsti. Kosminių greičių apskaičiavimas. Diskusija apie kosminių stočių ir palydovų iškėlimą į Kosmosą iš Žemės ir kitų planetų paviršiaus. Veiklos APC.
Dangaus pažinimas	Astronomijos duomenų šaltiniai	2	Elektroniniuose planetariumuose pateikiamos informacijos nagrinėjimas. Dangaus objektų atpažinimas skirtingais metų laikais ir esant skirtingai geografinėi platumai atpažinimas virtualioje erdvėje. Dangaus vaizdo kitimo per parą stebėjimas.
	Orientacija dangaus skliaute	5–7	Astronomijos objektų realus stebėjimas. Dalyvavimas orientacinėse varžybose ar žygiuose tamsiu paros metu orientuojantis pagal Šiaurinę žvaigždę. Mokymasis naudotis realiais ir virtualiais žvaigždėlapiais. Žvaigždžių katalogų nagrinėjimas ir informacijos juose paieška. Uždavinių sprendimas. Pranešimo apie teleskopų atsiradimo istoriją, tobulinimą, šiuolaikinius astronominiams stebėjimams naudojamus teleskopus parengimas ir pristatymas. Saulės sukimosi apie savo ašį, galimų planetų išsidėstymo konfigūracijų, meteoritų atmosferinės refrakcijos, zodiako šviesos, poliarinės pašvaistės, sidabriškųjų debesų, halų, vaivorykštės. Dirbtinių Žemės palydovų stebėjimas ir jų judėjimo analizavimas.
Laiko skaičiavimas	Laiko skaičiavimas	6	Vidurdienio laiko nustatomo Saulės ir turimais tiksliais laikrodžiais palyginimas. Laiko iš vienos sistemos į kitą pervedimas. Sąryšio tarp Mėnulio judėjimo periodo ir mėnesio trukmės nustatymas. Tiriamasis darbas „Paros trukmės kitimo matavimas“. Projektas, kurio tikslas išsiaiškinti, kokios laiko matavimo sistemos buvo naudojamos įvairiose šalyse įvairiais amžiais ir kodėl, kas tai yra Julijaus dienos ir kada bei koku tikslu buvo sukurtas Julijaus kalendorius, kodėl jis buvo pakeistas. Tarpdalykinis (istorija, technologijos, dailė) projektas „laikrodžių istorija“. Ekskursijos į laikrodžių muziejų ir unikalių laikrodžių vietas.



Tyrimo metodai	Astrometriniai matavimai	4	Realus ir virtualus atstumo matavimas iki dangaus kūnų paralaksais. Apytikslis kampinio dangaus kūnų padėties pokyčio matavimas ir jų kampinio greičio skaičiavimas.
----------------	--------------------------	---	--

### VEIKLŲ PLANAVIMO PAVYZDŽIAI

#### VEIKLOS TEMA: PIRMASIS KOSMINIS GREITIS

Veiklos tikslas	Išmokyti apskaičiuoti I-ąjį kosminį greitį
Žinios (sąvokos, reiškiniai)	Visuotinės traukos dėsnis, laisvojo kritimo pagreitis, Keplerio dėsniai, sunkio jėga, gravitacinis laukas ir jo savybės, energijos tvermės dėsnis, sunkio jėgos atliekamas darbas, Niutono dėsniai, tolyginis kūno judėjimas apskritimu.
Gamtamoksliniai pasiekimai	Moka apskaičiuoti I-ąjį kosminį greitį, žino nuo ko jis priklauso, gali įvardyti, koku greičiu turi skrieti palydovas, kad pasiektų reikiamą orbitą. Paaiškina, kad palydovų pakėlimas nuo dangaus kūnų, kur gravitacija yra silpnesnė, yra ekonomiškesnis.
Kompetencijos	Pažinimo – taiko turimas fizikos, astronomijos ir matematikos žinias uždaviniams spręsti. Komunikavimo – tinkamai vartoja gamtamokslines sąvokas, simbolius, matavimo vienetus sprendžiamas uždavinius. Skaitmeninė – skaičiavimams tikslingai naudoja skaitmenines technologijas.
Trukmė	1 pamoka
Veiklos tipas	Uždavinių sprendimas
Priemonės	Skaičiuotuvai, kompiuteris, interneto ryšys
Tikrovės kontekstas (Įvadinė situacija, sudominimas)	Šiuo metu skrydžiams naudojami įvairūs lėktuvai. Didžiausią 981 km/h ar 273 m/s greitį išvysto reaktyviniai lėktuvai. Šiais lėktuvais pakylama tik į 10 000–15 000 m aukštį. Tam, kad dirbtiniai palydovai ar kosminės stotys būtų pakeltos į Kosmosą, kuriamos įvairios raketos-nešėjos. Kaip Jūs manote, kodėl lėktuvais negalima pakilti į Kosmosą?
Eiga	Prisimenamas kūno judėjimas apskritimu ir tai, kad tolygiai apskritimu judantis kūnas juda su pagreičiu dėl greičio kitimo krypties. Prisiminus Visuotinį traukos dėsnį, gravitacinį lauką, užrašoma, kam lygi sunkio jėga, kuri veikia Žemės palydovą skrendantį aukštyje $h$ . Atkreipus dėmesį į tai, kad palydovas Žemės traukos veikiamas, nenukrenta ant Žemės ir tai, kad remiantis I Niutono dėsniu, kai kūną veikiančios jėgos kompensuojasi jis juda tolygiai, paaiškinama, kad palydovą veikia ir išcentrinė jėga, kuri stumia besisukantį kūną iš sukimosi centro. Ši išcentrinė jėga yra lygi palydovo masės ir jo įcentrinio pagreičio sandaugai. Sulyginus sunkio ir išcentrinę jėgas išvedama I-ojo kosminio greičio apskaičiavimo formulė. Mokiniai, apskaičiavę I-ąjį kosminį greitį palygina jį su reaktyvinių lėktuvų greičiu ir padaro išvadą, kad lėktuvo greitis nėra pakankamas tam, kad juo galima būtų išskristi į Kosmosą. Akcentuojama, kad: <ul style="list-style-type: none"> <li>- kosminio laivo, iškeliančio palydovus į orbitą greitis variklio išjungimo momentu turi būti didesnis nei I-asis kosminis greitis tam, kad palydovai atsirastų numatytame aukštyje;</li> <li>- palydovo, skriejančio aplink bet kokią planetą, greitis apskaičiuojamas pagal tą pačią formulę;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- I-jo kosminio greičio apskaičiavimo formulė taikoma ir kitiems dangaus kūnams: Mėnuliui, planetoms skriejančioms apie Saulę, kitų planetų palydovams, tiek natūraliems, tiek dirbtiniams.</li> </ul>
Refleksija	Mokiniai palygina savo apskaičiuotą I-ojo kosminio greičio vertę su verte pateikta šaltiniuose. Aptariama, ar šis greitis didelis ir ar jį gali pasiekti lėktuvai.
Veiklos plėtotė	I-ojo kosminio greičio išraiška taikoma II-jam kosminiam greičiui apskaičiuoti. Įvertinti, koks bus I kosminis greitis Mėnulyje, Marse ir jo palydovuose, Jupiteryje ar /ir viename iš jo palydovų. Aptariama iš kur geriau paleisti kosminius laivus Visatos tyrimams.
Pagrindinė informacija ir patarimai mokytojui	Patariama atkreipti dėmesį, kad kosminis greitis priklauso nuo pakilimo aukščio ir Žemės spindulio ir aptarti, kur ekonomiškai naudinga rengti kosmodromus. Be to, reikėtų atkreipti dėmesį į principinius raketų nešėjų ir lėktuvų skriejimo principus. Paaiškinti, ką yra ir kodėl naudojamos daugiapakopės raketos (Multistage rockets).

### VEIKLOS TEMA: ATSTUMO MATAVIMAS PARALAKSU

Veiklos tikslas	Išmatuoti atstumą iki dangaus objekto paralaksu
Žinios (sąvokos, reiškiniai)	Šviesmetis, paralaksas, parsekas, Žemės judėjimas aplink savo ašį ir Saulę, Žemės orbitos skersmuo, Žemės skersmuo, Žemės orbitos didysis pusašis, sekstantas (prietaisas kampams matuoti).
Gamtamoksliniai pasiekimai	Moka išmatuoti atstumą iki dangaus kūnų paralaksu.
Kompetencijos	Pažinimo – taiko turimas astronomijos ir matematikos žinias atlikdamas užduotį, matuoja kampus sekstantu, atpažįsta dangaus objektus. Komunikavimo – pateikdamas stebėjimo rezultatus tinkamai vartoja gamtamokslines sąvokas, simbolius, matavimo vienetus. Skaitmeninė – skaičiavimams tikslingai naudoja skaitmenines technologijas.
Trukmė	1 pamoka ir 1–2 mėnesiai savarankiškų matavimų laikas.
Veiklos tipas	Pasiruošimas matavimams, praktinis darbas.
Priemonės	Navigacinis sekstantas
Tikrovės kontekstas (Įvadinė situacija, sudominimas)	Matematikos pamokose, nagrinėjant statųjį trikampį, apibrėžta kas yra ir kaip apskaičiuojamas kampo sinusas, kosinusas ir tangentas. Šios trigonometrinės funkcijos įvairiose srityse yra naudojamos įvairiems tikslams. Kaip jūs manote, ar astronomijoje buvo, yra ir bus naudojamos minėtos funkcijos ir kokiems tikslams?
Eiga	Prisimenama, koks trikampis yra vadinamas stačiuoju, kaip apskaičiuojamas kampo sinusas, kad kai kampai yra maži kampo sinuso vertė yra apytiksliai lygi tangento vertei. Taip pat prisimenamas Žemė sukimasis apie savo ašį ir apie Saulę, kad dėl to keičiasi Žemės stebėtojo matoma dangaus kūnų padėtis, tad galima tokia Saulės, Žemės ir žvaigždės tarpusavio padėtis, kuri sudaro statųjį trikampį. Aiškinamasis brėžinys parodomas <a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Parallax#/media/">https://en.wikipedia.org/wiki/Parallax#/media/</a> (žiūrėta 2023-06-06) ar nubraižomas, pažymint atstumą tarp Žemės ir Saulės, paralaksą (kampą, kuris susidaro tarp Saulę su žvaigžde ir žvaigždę su Žeme jungiančių atkarpų), atstumą iki žvaigždės. Užrašoma kampo sinuso skaičiavimo formulė. Aptariama, kad paralaksas yra labai mažas (iki vieno radiano) tad kampo sinusas yra lygus kampo reikšmei išreikštai radianais. Kampas, kurio didumas lygus 1 kampinei sekunde (1"), išreiškiamas radianais. Žinant atstumą nuo Žemės iki Saulės,

	apskaičiuojamas atstumas metrais iki objekto, kurio metinis paralaksas yra 1". Įvardijama, kad nustatytas dydis yra parsekas – atstumas iki kūno, kurio metinis paralaksas lygus 1", arba tai yra atstumas, iš kurio Žemės orbitos didysis pusašis yra matoma 1" kampu. Akcentuojama, kad skaičiavimams naudojant atstumą nuo Saulės iki Žemės matuojamas metinis paralaksas, o kai Žemės spindulys – parinis paralaksas. Aptariama, koks paralaksas bus matuojamas stebėjimo metu. Parodomas sekstantas, paaiškinama, kaip su juo išmatuoti kampus tarp objektų, mokomasi praktiškai išmatuoti kampą tarp klasėje esančių objektų. Mokiniam pateikiama užduotis išmatuoti atstumą nuo Žemės iki pasirinktos planetos ar Mėnulio paralaksu vieno–dviejų mėnesių laikotarpiu ir pateikti darbo ataskaitą.
Refleksija	Mokiniai palygina savo matavimo rezultatus su atstumo iki planetos ar Mėnulio verte pateikta šaltiniuose. Aptariama, ar rezultatai sutampa, dėl kokių priežasčių jie galėjo nesutapti, kokios klaidos galėjo būti padarytos. Išsiaiškinama, kaip kosminėse stotyse nustatomas atstumas iki dangaus kūnų.
Veiklos plėtotė	Mokiniai gali išmatuoti atstumą iki pasirinktos žvaigždės, tarp žvaigždžių.
Pagrindinė informacija ir patarimai mokytojui	Patariama, prieš matuojant atstumą iki dangaus kūnų paralaksais, su mokiniais išsinagrinėti navigacinio sekstanto sandarą ir veikimo principą panaudojant vaizdo įrašą <a href="#">How to use a sextant</a> ir Visuotinės lietuvių enciklopedijos straipsnį <a href="#">sekstantas</a> (žiūrėta 2023-06-06). Jeigu nėra galimybių atlikti matavimų realiai, paaiškinus, kuo patremtas atstumo matavimas paralaksu (trigonometrija), sprendžiami uždaviniai. Pavyzdžiui, nustatyti atstumą paralaksu iki žvaigždės, kai yra žinomas jos metinis paralaksas.

#### IV gimnazijos klasė

##### ILGALAIKIS PLANAS

Mokymo(si) turinio skyrius	Mokymo(si) turinio tema	Val. sk.	Galimos mokinių veiklos
Žvaigždės	Žvaigždžių temperatūros nustatymas	3–4	Dangaus kūno masės, Saulės ir kitų žvaigždžių temperatūros nustatymas. Žvaigždžių spektrų pokyčių taikant Doplerio efektą analizė. Priimamos bangos ilgio šaltiniui artėjant prie ar tolstant nuo stebėtojo nustatymas. Uždavinių sprendimas. Veiklos APC.
	Žvaigždžių evoliucija	3	Diskusija apie tai, kaip tarpusavyje susiję žvaigždės spindulys bei žvaigždės masė ir šviesis, kodėl kinta žvaigždžių ryškis. Termobranduolinių reakcijų, vykstančių žvaigždžių branduoliuose, lygčių užrašymas ir jų metu išsiskyrusio energijos apskaičiavimas. Projektas ar diskusija „Kas gali atsitikti Saulės sistemai tolimoje ateityje?“ Veiklos APC (žvaigždžių muzika).
Mūsų galaktika	Mūsų galaktikos struktūra	3–4	Informacijos apie galaktikos diską, spiralines vijas, skersinę, centrinę telkinį, halą, vainiką paieška, analizė ir

			apibendrinimas. Diskusija „Mūsų galaktika: susidarymas, raida, pabaiga“.
	Saulės aplinkos raida	2	Diskusija „Ar gravitacija nesusiję objektai – spiečiai?“ Tiriamasis darbas „Galaktikos masės nustatymas“.
Galaktikos	Galaktikų klasifikavimas	1–2	Pateiktų galaktikų klasifikavimas.
	Vietinė galaktikų grupė	1	Paukščių Tako galaktikos sandaros ir komponentų analizė ir lyginimas su kitų, jai artimiausių galaktikų, sudarančių Vietinę galaktikų grupę. Pranešimas apie Vietinės galaktikų grupę.
	Tamsiosios materijos hipotezės	5	Pranešimas apie Tamsiosios materijos hipotezę. Ryšio tarp tamsios medžiagos kiekio ir žvaigždžių greičio nustatymas. Pranešimas apie eksperimentinį laiko-gravitacinės erdvės iškreipimo patvirtinimą. Diskusijos apie laiko-gravitacinės erdvės iškreiptumo svarbą astronomijoje: „Ar visus Visatos objektus matome?“, „Susidūrimo galaktika-juodoji bedugnė pasekmė: Kas išliks?“
Visata	Visatos atsiradimo ir vystymosi hipotezės	5	Informacijos apie Visatos atsiradimą ir vystymąsi paieška ir analizė. Diskusijos: „Visatos sandara. Kokia ji dabar? Ar ilgam?“, „Kodėl naktį Žemėje tamsu?“, „Ar Visata plečiasi?“
Gyvybė Visatoje	Gyvybės Saulės sistemoje paieška	2	Projektas „Gyvybė – kas tai?“ Pranešimai apie Gyvybės paieškos misijas Saulės sistemoje ir už jos ribų.
	Egzoplanetos ir civilizacijos jose	6	Diskusija „Kiek nežemiškų civilizacijų yra? Ar tai įvertinama?“. Pranešimas „Kodėl nežemiškos civilizacijos nesutinkamos iki šiol?“ Projektas „Žmonijos civilizacijos vystymasis energijos ir informacijos panaudojimo aspektais. Ar nežemiškos civilizacijos vystysis panašiai?“ Tiriamieji darbai: „Egzoplanetų atradimas radialinių greičių metodu“, „Egzoplanetų atradimas astrometriniu metodu“. Veiklos APC.

### VEIKLŲ PLANAVIMO PAVYZDŽIAI

#### VEIKLOS TEMA: GALAKTIKŲ KLASIFIKACIJA

Veiklos tikslas	Suklasifikuoti mokytojo pateiktas galaktikas
Žinios (sąvokos, reiškiniai)	Galaktika, galaktikos struktūra, Hubble morfologinės klasifikacijos schema ir jos modifikacijos
Gamtamoksliniai pasiekimai	Įvardija, kas yra Hubble morfologinė galaktikų klasifikacija. Nurodo kuo kiekviena galaktikų grupė skiriasi. Žino, koks yra atitinkamos grupės galaktikų žymėjimas, ką žymėjimo simboliai reiškia.

	<p>Palygina ir įvardija esminius skirtingo tipo galaktikų požymius.          Įvardija tos pačios galaktikų grupės, skirtingų pogrupių pagrindinius požymius.          Įvardija suklasifikuotų galaktikų fizines savybes.          Paaiškina Hubble morfologinės klasifikacijos trūkumus ir pranašumus, nurodo ką galima numatyti žinant galaktikos morfologinę struktūrą.</p>
Kompetencijos	<p>Pažinimo – taiko turimas astronomijos žinias ir supratimą.          Socialiniai – bendradarbiauja su kitais mokiniais, dalinasi informacija ir padeda jiems.          Komunikavimo – tinkamai vartoja astronomijos mokslo sąvokas, randa ir atsirenka informaciją įvairiuose informacijos šaltiniuose; skiria objektyvią informaciją nuo subjektyvios.          Skaitmeninė – informacijos paieškai naudoja skaitmenines priemones.</p>
Trukmė	1 pamoka
Veiklos tipas	Informacijos ir duomenų analizė
Priemonės	Įvairių galaktikų vaizdai, internetas, informacijos šaltiniai.
Tikrovės kontekstas (Įvadinė situacija, sudominimas)	<p>Hubble morfologinė galaktikų klasifikacijos schema buvo sukurta 1926 m. ir netrukus buvo pripažinta ir plačiai naudojamą galaktikų tyrimuose. Ši schema iki šiol aprašoma daugelyje astronomijos vadovėlių, nes remiantis ja, buvo sukurtas spiralinių galaktikų susidarymo modelis. 1959 m. prancūzų astronomas Gérard de Vaucouleurs minėtą schemą papildė, pritaikęs papildomus morfologinius galaktikų požymius, o 2019 m. grupė mokslininkų paskelbė, kad modelis, sukurtas remiantis Hubble morfologine klasifikacija, nepaaiškina galaktikų susidarymo.</p>
Eiga	<p>Mokytojas pateikia adresus ar išdalina dešimties skirtingų morfologinio tipo galaktikų vaizdus. Mokiniai susiranda galaktikų klasifikacijos schemą ir, analizuodami pateiktus vaizdus, įvardija, kokio morfologinio tipo galaktika yra pavaizduota. Tai gali būti Hubble klasifikacijos schema arba jos modifikacija. Analizuodami nuotraukas ir galaktikų klasifikacijos schemose pateiktus vaizdus, jie įvardija, kokio tipo galaktika pateikta nuotraukoje, pavyzdžiui, Sc, E0 ar SBa. Remiantis rezultatais, išdėsto analizuojamas galaktikas nuo didžiausios masės iki mažiausios ar nuo didžiausio skersmens iki mažiausios ir numato, kuri iš jų seniausia, o kuri jauniausia. Jei yra žinoma, kokių konkrečiai galaktikų nuotraukos analizuotos, mokiniai savo stebėjimo rezultatus palygina su šaltiniuose (galaktikų kataloguose) pateikta informacija ir daro išvadas ar naudodamiesi morfologine klasifikacija nustatė galaktikos tipą, pakankamai tiksliai nustatė galaktikų masę, dydį ir amžių.          Jei analizuojamų galaktikų pavadinimai nėra žinomi, mokiniams pateikiama užduotis surinkti informaciją apie Hubble morfologinės klasifikacijos taikymo ribas ir įvertinti savo rezultatų tikslumą.</p>
Refleksija	Mokiniai įsivertina ar jų klasifikavimas yra teisingas. Kokias klaidas darė, į ką neatkreipė dėmesio, kokių žinių pritrūko atliekant užduotį.
Veiklos plėtotė	Diskusija, kurios tikslas išsiaiškinti ar Hubble morfologinės klasifikacijos modelis galaktikų amžiui nustatyti yra tikslus šiais laikais, kai galimybės stebėti galaktikas yra ženkliai geresnės nei XX amžiuje.
Pagrindinė informacija ir patarimai mokytojui	Patariame tas pačias nuotraukas pateikti savarankiškai analizuoti bent keliems mokiniams arba pasiūlyti mokiniams patikrinti vienas kito darbą tam, kad galima būtų palyginti gautus rezultatus ir parodyti, kad vizualinis vertinimas nėra tikslus



	<p>dėl skirtingos interpretacijos. Kitą vertus, mokiniai gali atlikti savarankišką darbą – surasti bent 10 galaktikų, kurių vaizdas yra skirtingas, nuotraukas ar nuorodas ir jas atsinešti į pamoką, tuomet mokiniai apsiškai atsineštomis nuotraukomis ir atliks aukščiau aprašytas veiklas.</p> <p>Užduotis bus sudėtingesnė, jei bus nurodyta, kuriame dangaus skliaute esančių galaktikų vaizdus reikia atnešti. Galaktikų atpažinimui ir klasifikavimui galima naudotis simuliacija <a href="#">Galaxy Zoo » Classify — Zooniverse</a> (žiūrėta 2023-06-06)</p>
--	---

## VEIKLOS TEMA: ŽVAIGŽDĖS MASĖS NUSTATYMAS

Veiklos tikslas	Nustatyti Saulės masę
Žinios (sąvokos, reiškiniai)	Visuotinės traukos dėsnis, Žemės judėjimas, įcentrinis pagreitis, kampinis greitis, periodas, Niutono dėsniai.
Gamtamoksliniai pasiekimai	Taikydamas Visuotinės traukos ir Niutono dėsnius, išveda Saulės masės skaičiavimo formulę. Atsirenka, kokių žvaigždžių masei nustatyti išvestą formulę galima taikyti ir nustato pasirinktų žvaigždžių masę.
Kompetencijos	Pažinimo – taiko turimas astronomijos ir fizikos žinias ir supratimą. Socialiniai – bendradarbiauja su kitais mokiniais, dalijasi informacija ir padeda jiems. Komunikavimo – tinkamai vartoja gamtamokslines sąvokas, randa ir atsirenka informaciją įvairiuose informacijos šaltiniuose. Skaitmeninė – tikslingai naudoja skaitmenines technologijas užduočiai atlikti, atlieka reikalingos informacijos paiešką internete.
Trukmė	1 pamoka
Veiklos tipas	Duomenų paieška, jų pritaikymas užduočiai atlikti.
Priemonės	Įvairūs informacijos šaltiniai
Tikrovės kontekstas (Įvadinė situacija, sudominimas)	Žinoma, kad Saulė kaip ir kitos žvaigždės, praranda masę dėl elektromagnetinės energijos išskyrimo ir medžiagos išstūmimo su Saulės vėju. Masės praradimo greitis padidės, kai Saulė taps Raudonąja milžine, o kai taps baltąja nykštuke ji bus praradusi 46 % savo pradinės masės. Kas vyksta (įvyks) Saulės sistemoje, kai Saulė praranda masę?
Eiga	Aptariama, kad Saulės masei nustatyti, kuriamas modelis: Žemė apie Saulę skrieja apskritimu; į kitų planetų ir Mėnulio poveikį Žemės judėjimui nekreipiame dėmesio; atstumas nuo Saulės iki Žemės yra žinomas; Žemė apie Saulę skrieja tolygiai. Prisimenamas judėjimas apskritimu ir jį apibūdinantys dydžiai tokie kaip linijinis greitis, kampinis greitis, periodas, įcentrinis pagreitis ir sąryšiai tarp jų. Prisiminus Visuotinės traukos ir Niutono dėsnius, aptariama, kaip apskaičiuoti įcentrinį pagreitį, kuriuo Žemė juda apie Saulę. Prisiminus ar paaiškinus, kas yra kampinis greitis, koks yra jo sąryšis su periodu, linijiniu greičiu, išvedama Saulės masės apskaičiavimo formulė. Mokiniai šaltiniuose suranda Saulės masei apskaičiuoti reikalingus dydžius, tokius kaip vidutinis atstumas nuo Saulės iki Žemės, Žemės apsisukimo periodas sekundėmis ir apskaičiuoja Saulės masę. Gauti rezultatai palyginami su Saulės mase pateikta įvairiose šaltiniuose. Aptariama, ar rezultatai ženkliai skirtųsi jei būtų atsižvelgta į tai, kad Žemė skrieja elipse ir jos judėjimas nėra tolyginis. Atkreipiamas dėmesys į tai, kad Saulės masė (žymima $M_{\odot}$ ) yra nesisteminis masės matavimo vienetas, dažnai naudojamas astronomijoje. Mokiniai turi atsakyti:

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ar Saulės masei nustatyti naudotas būdas yra taikomas kitų žvaigždžių ar Dangaus kūnų masei nustatyti – turi būti paminėta, kad šis būdas žvaigždžių masei nustatyti yra taikomas tik tuo atveju, kai aplink žvaigždę skrieja planetos ir jų skriejimo periodus bei atstumą iki žvaigždės galima nustatyti;</li> <li>– kas atsitinktų Saulės masei ženkliai sumažėjus.</li> </ul>
Refleksija	Patikrinimui, ar mokiniai įsisavino medžiagą, jie savarankiškai turi nustatyti Mėnulio ir nurodytų ar pasirinktų planetų, žvaigždžių mases. Skaičiavimams reikalingus duomenis mokiniai turi susirasti šaltiniuose.
Veiklos plėtotė	Saulės masės skaičiavimo būdas prisimenamas ir pritaikomas galaktikų masės nustatymui.
Pagrindinė informacija ir patarimai mokytojui	Patariama iš anksto pasiruošti šaltinius su skaičiavimams būtina informacija, kad juos galima būtų pateikti mokiniams, kuriems sunkiai sekasi tuos šaltinius susirasti patiems. Reikėtų patikrinti, ar mokiniai tinkamai pasirinko dydžius. Patariama palyginti Saulės masę su kitų žvaigždžių mase, priminti apie skirtingos masės žvaigždžių evoliuciją ir paaiškinti, kodėl Saulės masė kaip nesisteminis masės matavimo vienetas taikomas astronomijoje.

### 3. Skaitmeninės mokymo priemonės, skirtos BP įgyvendinti

Simuliacijų, kurias galima naudoti įvairių astronomijos reiškinių imitavimui ir nagrinėjimui, katalogas [Astronomy Simulation - JavaLab](#) (žiūrėta 2023-06-06).

Su mokiniais svarbu aptarti saugumo internete aktualius klausimus, pateikti naudingų nuorodų apie draugišką internetą mokiniams ir jų tėvams (žiūrėta 2023-06-06):

<https://mokytojojtv.emokykla.lt/search?q=draugi%C5%A1kas+internetas>

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

### III gimnazijos klasė

*Pastabos:*

- lentelėje pateikiamos nuorodos į simuliacijas konkrečiai mokymo(si) turinio temai nagrinėti;
- visos nuorodos žiūrėtos 2023-06-06.

Nr.	Pavadinimas	Trumpa anotacija	Nuoroda
1.	Stellarium Astronomy Software	Virtualus planetariumas – nemokama atvirojo kodo programa, kuria galima atsisiųsti į kompiuterį. Galima stebėti tikrovišką dangų 3D formatu ir žvaigždžių padėties kitimą.	<a href="#">Stellarium Astronomy Software</a>
2.	Newtonian reflector	Simuliacija spindulių eigai refraktoriuje atvaizduoti.	<a href="https://javalab.org/en/newtonian_reflector_en/">https://javalab.org/en/newtonian_reflector_en/</a>
3.	Refracting telescope	Simuliacija spindulių eigai Keplerio ir Galilejaus refraktoriuose atvaizduoti.	<a href="https://javalab.org/en/refracting_telescope_en/">https://javalab.org/en/refracting_telescope_en/</a>
4.	Horizontal Coordinate System	Simuliacija kūnų padėties nustatymui Horizontalinėje koordinačių sistemoje.	<a href="https://javalab.org/en/horizontal_coordinate_system_en/">https://javalab.org/en/horizontal_coordinate_system_en/</a>
5.	Equatorial Coordinate	Simuliacija kūnų padėties nustatymui	<a href="https://javalab.org/en/">https://javalab.org/en/</a>

	System	Ekvatorinėje koordinačių sistemoje.	<a href="#">equatorial coordinate system en/</a>
6.	Celestial Equator and the Ecliptic	Simuliacija kūnų padėties nustatymui Ekliptinėje koordinačių sistemoje.	<a href="https://javalab.org/en/celestial-equator-and-the-ecliptic-en/">https://javalab.org/en/celestial-equator-and-the-ecliptic-en/</a>
7.	Diurnal Motion (with Equatorial Coordinate System)	Simuliacija Saulės padėties kitimui Žemėje esančio stebėtojo atžvilgiu stebėti.	<a href="https://javalab.org/en/diurnal-motion-en/">https://javalab.org/en/diurnal-motion-en/</a>
8.	Moon Simulation	Simuliacija Mėnulio judėjimo aplink Žemę stebėjimas. Galima išsiaiškinti, kaip susidaro Mėnulio fazės, libracijos ir panašiai.	<a href="#">Moon Simulation - JavaLab</a>
9.	Stellar Parallax – 3D VR	Simuliacija atstumo iki objekto nustatymo paralaksu supratimui.	<a href="https://javalab.org/en/stellar-parallax-3d-en/">https://javalab.org/en/stellar-parallax-3d-en/</a> <a href="https://javalab.org/en/stellar-parallax-en/">https://javalab.org/en/stellar-parallax-en/</a>
10.	Solar System Scope	Simuliacija Saulės sistemos vaizdinimui, jos kūnų tarpusavio išsidėstymo įvairiu laiku stebėjimui.	<a href="#">Solar System Scope - Online Model of Solar</a>

#### IV gimnazijos klasė

##### Pastabos:

- lentelėje pateikiamos nuorodos į simuliacijas konkrečiai mokymo(si) turinio temai nagrinėti;
- visos nuorodos žiūrėtos 2023-06-06;
- <https://www.vascak.cz> svetainė geriau veikia su Waterfox naršykle.

Nr.	Pavadinimas	Trumpa anotacija	Nuoroda
1.	Planks's law	Simuliacija žvaigždžių (kūnų) temperatūrai nustatyti pagal spinduliuojamą bangų ilgį.	<a href="https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_certeleso&amp;l=en">https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=opt_certeleso&amp;l=en</a>
2.	Black body	Simuliacija žvaigždžių (kūnų) temperatūrai nustatyti pagal spinduliuojamą bangų ilgį.	<a href="#">Blackbody Spectrum</a>
3.	Doppler Effect and RedShift	Simuliacija, atvaizduojanti judančio ir nejudančio šaltinio sklaidžiamas elektromagnetines bangas bei spektro pakitimus šaltiniui tolstant ar artėjant prie stebėtojo, Raudonojo ir Mėlyno poslinkio atsiradimą dėl Doplerio efekto.	<a href="https://javalab.org/en/doppler-effect-and-redshift-en/">https://javalab.org/en/doppler-effect-and-redshift-en/</a>
4.	Dark Matter simulator	Simuliacija ryšiu tarp tamsios medžiagos kiekio ir žvaigždžių greičio nustatyti.	<a href="https://foothillastrosims.github.io/dark-matter/">https://foothillastrosims.github.io/dark-matter/</a>
5.	Gravitational Lensing	Simuliacija Raudonojo ir Mėlynojo gravitacinio poslinkio vaizdinimas.	<a href="https://javalab.org/en/gravitational-lensing-en/">https://javalab.org/en/gravitational-lensing-en/</a>
6.	Gravitational Lensing	Kompiuterinė programa fono	<a href="https://www.compadre.org/osp/">https://www.compadre.org/osp/</a>

Model	judėjimo trajektorijos vaizdinimui.	<a href="https://www.vle.lt/items/detail.cfm?ID=11451_0">items/detail.cfm?ID=11451_0</a>
-------	-------------------------------------	--

#### 4. Literatūros ir šaltinių sąrašas

Šiame skyrelyje pateikiamos trumpos anotacijos ir nuorodos į literatūros ir kitų šaltinių sąrašus, reikalingus įgyvendinant astronomijos bendrąją programą.

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. Šaltinių pavadinimai pateikti ta kalba, kuria juose pateikiama informacija.

#### III gimnazijos klasė

*Pastaba:* visos nuorodos žiūrėtos 2023-06-06

Nr.	Pavadinimas	Trumpa anotacija	Nuoroda
1.	Astronomija Lietuvoje	J.Sūdžiaus ir V. Vansevičiaus straipsnis Visuotinėje lietuvių enciklopedijoje apie astronomiją Lietuvoje nuo ištakų iki XX a. pabaigos.	<a href="https://www.vle.lt/straipsnis/astronomija-lietuvoje/">https://www.vle.lt/straipsnis/astronomija-lietuvoje/</a>
2.	History of Astronomy	Vaizdo medžiagos rinkinys apie astronomijos vystymosi istoriją.	<a href="https://www.bing.com/videos/search?q=History%20of%20astronomy&amp;qs=n&amp;form=QBVR&amp;sp=-1&amp;pq=history%20of%20astronomy&amp;sc=8-20&amp;sk=&amp;cvid=969FC61BBDD340E38E91722520363E51">https://www.bing.com/videos/search?q=History%20of%20astronomy&amp;qs=n&amp;form=QBVR&amp;sp=-1&amp;pq=history%20of%20astronomy&amp;sc=8-20&amp;sk=&amp;cvid=969FC61BBDD340E38E91722520363E51</a>
3.	Molėtų observatorijos svetainė	Pateikiamos astronomijos mokslo naujienos, informacija apie renginius ir galimas ekskursijas.	<a href="http://mao.tfai.vu.lt/sci/">http://mao.tfai.vu.lt/sci/</a>
4.	History of AAS	Straipsnis apie JAV astronautikos vystymosi istoriją.	<a href="#">History   American Astronautical Society</a>
5.	Solar system exploration	Susisteminta informacija apie Saulės sistemą.	<a href="#">Home – NASA Solar System Exploration</a>
6.	Diameter of the Earth	Straipsnis, kuriame pateiktas metodo Žemės spinduliui nustatyti aprašymas.	<a href="https://imagine.gsfc.nasa.gov/features/cosmic/earth_info.html">https://imagine.gsfc.nasa.gov/features/cosmic/earth_info.html</a>
7.	How to Measure the Distance to the Moon	Straipsnis, kuriame aprašomi atstumo nuo Žemės iki Mėnulio nustatymo metodai.	<a href="#">How to Measure the Distance to the Moon - Earth How</a>
8.	How far is Earth from Sun?	Straipsnis, kuriame aprašomi atstumo nuo Žemės iki Saulės matavimo būdas.	<a href="#">How far is Earth from the sun?   Space</a>
9.	What is Hidden Behind Sunspot	Filmuota medžiaga, kurioje pateiktas Saulės dėmių susidarymas, Saulės aktyvumo pasekmės.	<a href="#">What is Hidden Behind Sunspots? - YouTube</a>
10.	What are Sunspots?	Filmuota medžiaga, kurioje pateiktas Saulės dėmių susidarymas, Saulės	<a href="#">What Are Sunspots? - YouTube</a>

		aktyvumo pasekmės.	
11.	Kepler's Three Laws	Filmuota medžiaga, kurioje pateiktas Keplerio dėsnų aiškinimas.	<a href="#">(592) Kepler's Three Laws - Simply Explained with Animation - YouTube</a>
12.	Kepler's Laws for Planetary Motion	Filmuota medžiaga, kurioje pateiktas Keplerio dėsnų aiškinimas.	<a href="#">(592) Kepler's Laws of Planetary Motion - YouTube</a>
13.	The Universal Law of Gravitation	Filmuota medžiaga, kurioje pateiktas Gravitacinės sąveikos aiškinimas.	<a href="#">The Universal Law of Gravitation - Part 1   Physics   Don't Memorise - YouTube</a>
14.	Newton's Law of Universal Gravitation by Professor Mac	Filmuota medžiaga, kurioje pateiktas Gravitacinės sąveikos aiškinimas.	<a href="#">Newton's Law of Universal Gravitation by Professor Mac - YouTube</a>
15.	Gravitational Field Strength	Filmuota medžiaga, kurioje pateiktas Gravitacinio lauko savybių aiškinimas.	<a href="#">Gravitational Field Strength - YouTube</a>
16.	Experiment: XXL Rockets vs Toy Motorbike	Filmuota medžiaga, kurioje pateiktas reaktyvinio judėjimo demonstravimas	<a href="#">Experiment: XXL Rocket vs Toy Motorbike - YouTube</a>
17.	Gravitation (6 of 17) Calculating the Orbital Period of a Satellite	Filmuota medžiaga, kurioje pateiktas palydovo skriejimo periodo apskaičiavimo išraiškų išvedimas ir taikymas	<a href="#">(592) Gravitation (6 of 17) Calculating the Orbital Period of a Satellite - YouTube</a>
18.	Gravitation (7 of 17) Calculating the Orbital Height of a Satellite Above the Earth	Filmuota medžiaga, kurioje pateiktas palydovo skriejimo aukščio apskaičiavimo išraiškų išvedimas ir taikymas.	<a href="#">Gravitation (7 of 17) Calculating the Orbital Height of a Satellite Above the Earth - YouTube</a>
19.	Getting oriented to better learn the night sky: Stargazing Basics 1 of 3	Filmuota medžiaga, kurioje pateiktas aiškinimas, kaip orientuotis vietovėje pagal žvaigždes.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=XUbG8jboh4M">https://www.youtube.com/watch?v=XUbG8jboh4M</a>
20.	Star Names	Straipsnis apie žvaigždžių katalogų atsiradimo istoriją.	<a href="#">Naming Stars   IAU</a>
21.	The Henry Draper (HD) Catalogue	Žvaigždžių katalogas, kuriame pateikta informacija apie žvaigždes.	<a href="https://in-the-sky.org/data/catalogue.php?cat=HD&amp;const=1&amp;sort=1&amp;view=1">https://in-the-sky.org/data/catalogue.php?cat=HD&amp;const=1&amp;sort=1&amp;view=1</a>
22.	Astronomical Catalogs and Catalog Formats	Žvaigždžių katalogas, kuriame pateikta informacija apie žvaigždes.	<a href="http://tdc-www.harvard.edu/software/catalogs/">http://tdc-www.harvard.edu/software/catalogs/</a>
23.	National Aeronautics and Space Administration Goddard Space Flight Center	Žvaigždžių katalogas, kuriame pateikta informacija apie žvaigždes.	<a href="https://heasarc.gsfc.nasa.gov/db-perl/W3Browse/w3browse.pl">https://heasarc.gsfc.nasa.gov/db-perl/W3Browse/w3browse.pl</a>
24.	Astronomy Database SIMBAD Astronomical	Astronominių duomenų bazė iliustruojanti, koku pavidalu (stebėjimų, skaičiavimų, eksperimentų) rezultatai, straipsniai yra kaupiami astronomijos duomenų	<a href="#">Location to Information - Ask Geo, SIMBAD Astronomical Database - CDS (Strasbourg) (u-strasbg.fr).</a>



		bazėse.	
25.	Database - CDS (Strasbourg) Astronomy Databases	Astronominių duomenų bazė iliustruojanti, koku pavidalu (stebėjimų, skaičiavimų, eksperimentų) rezultatai, straipsniai yra kaupiami astronomijos duomenų bazėse.	<a href="#">Astronomy Databases – Clark Physical Sciences Library (cornell.edu)</a>
26.	Understand star magnitudes to learn the night sky: Stargazing Basics 2 of 3	Filmuota medžiaga, kurioje paaiškinama, kas yra absoliutus ryškis ir kodėl jis naudojamas.	<a href="#">Understand star magnitudes to learn the night sky: Stargazing Basics 2 of 3</a>
27.	The Brightness of Stars	Straipsnis, kuriame paaiškinama, kas yra absoliutus ryškis ir kodėl jis naudojamas.	<a href="https://courses.lumenlearning.com/astronomy/chapter/the-brightness-of-stars/">https://courses.lumenlearning.com/astronomy/chapter/the-brightness-of-stars/</a>
28.	Telescopes: Crash Course Astronomy	Filmuota medžiaga, kurioje pateiktas paaiškinamas skirtumas tarp reflektoriaus ir refraktoriaus.	<a href="#">(125) Telescopes: Crash Course Astronomy #6 -9</a>
29.	The Basic Telescope Types-OPT	Filmuota medžiaga, kurioje paaiškinama teleskopų paskirtis, jų naudojimo galimybės, skirtumai tarp reflektoriaus ir refraktoriaus, patariama, kokius teleskopus geriau įsigyti astronomams mėgėjams.	<a href="#">The Basic Telescope Types- OPT</a>
30.	Top 3 Telescopes Types, Explained: Telescope Basics 1 of 6	Šiame vaizdo įrašė aptariami trys pagrindiniai mėgėjų astronomijos teleskopų tipai: refraktoriai, reflektoriai ir sudėtiniai teleskopai. Pateikiama kiekvieno iš jų apžvalga, taip pat lyginami ir sugretinami kiekvieno tipo privalumai ir trūkumai.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=goL3K_xQzbE">https://www.youtube.com/watch?v=goL3K_xQzbE</a>
31.	Adaptive Optics	Filmuota medžiaga, kurioje pateiktas aiškinimas apie adaptyvią optiką.	<a href="#">Adaptive Optics   ELT   ESO (274) Adaptive Optics Discoveries - YouTube</a>
32.	Spherical Coordinates in Space: The Horizon System	Filmuota medžiaga, kurioje pateiktas aiškinimas, kas tai yra sferinė koordinačių sistema.	<a href="#">Spherical Coordinates in Space</a>
33.	Coordinate System	Filmuota medžiaga, kurioje pateiktas aiškinimas, kas tai yra horizontinė koordinačių sistema.	<a href="#">Coordinate Systems: The Horizon System</a>
34.	Equatorial Coordinate System Explained: How Astronomers Navigate the Celestial Sphere	Filmuota medžiaga, kurioje pateiktas aiškinimas, kas tai yra ekvatorinė koordinačių sistema.	<a href="#">Equatorial Coordinate System Explained: How Astronomers Navigate the Celestial Sphere</a>
35.	Celestial Sphere: Ecliptic Coordinates	Filmuota medžiaga, kurioje pateiktas aiškinimas, kas tai yra pusiaujinė	<a href="#">ASTR 503 - Class 1 - Video 3 - Celestial Sphere: Ecliptic</a>

	Introductory Astronomy: Motions of the Stars	(ekliptine) koordinačių sistema.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=DKQ8XuCINUU">Coordinates https://www.youtube.com/watch?v=DKQ8XuCINUU</a>
36.	Meteors: Crash Course Astronomy #23	Vaizdo įrašas, kuriame paaiškinama kuo skiriasi meteoras, meteoritas ir meteoroidas, kas yra meteorų lietaus. Aptariama, kad meteoritai gali būti uoliniai, metaliniai, arba uoliniai-metaliniai. Pasakojama apie planus, kaip užkirsti kelią mums eiti dinozaurų keliu.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=TuDfZ2Md5x8">https://www.youtube.com/watch?v=TuDfZ2Md5x8</a>
37.	DEMYSTIFIED: What's the difference — meteoroids, meteors, & meteorites   Encyclopaedia Britannica	Filmuota medžiaga, kurioje pateiktas aiškinamas, kas yra meteorai, meteoritai ir meteoroidai, kokia jų kilmė, kuo jie skiriasi.	<a href="#">(278) DEMYSTIFIED: What's the difference — meteoroids, meteors, &amp; meteorites   Encyclopaedia Britannica - YouTube</a>
38.	How to Observing Meteors Showers	Filmuota medžiaga, kurioje paaiškinama, kaip stebėti ir analizuoti meteoritus.	<a href="#">(278) Astronomy How To - Observing Meteor Showers - YouTube</a>
39.	Kaip stebėti meteorus	Straipsnis, kuriame paaiškinama kaip stebėti ir fotografuoti meteoritus.	<a href="#">Meteorų stebėjimas ZONDAS – astronomija.info</a>
40.	Actual and Apparent Position – Atmospheric Refraction	Filmuota medžiaga, kurioje paaiškinama, dėl ko susidaro atmosferos refrakcija.	<a href="#">(278) Actual and Apparent Position - Atmospheric Refraction - YouTube</a>
41.	Zodiac Light – Cosmic Dust Reflection	Filmuota medžiaga, kurioje pateiktas Zodiako šviesos aiškinimas.	<a href="#">(278) Zodiacal Light - Cosmic Dust Reflection - YouTube</a>
42.	Polar Lights Explained	Filmuota medžiaga, kurioje pateiktas aiškinimas, kas tai yra poliarinės pašvaistės.	<a href="#">(278) Polar Lights Explained - YouTube</a>
43.	Noctilucent Clouds Explained	Filmuota medžiaga, kurioje aiškinama, kas yra sidabriškieji debesys ir dėl ko jie susidaro.	<a href="#">(278) Noctilucent Clouds explained - YouTube</a>
44.	Did you also witness the rare sun or moon halo? Here's why	Filmuota medžiaga, kurioje aiškinama halo atsiradimo priežastis ir pateikiami jų vaizdai.	<a href="#">(278) Did you also witness the rare sun or moon halo? Here's why - YouTube</a>
45.	Artificial Satellites	Filmuota medžiaga, kurioje aiškinama, kokio tipo dirbtiniai palydovai yra, kaip jie juda.	<a href="#">(278) Artificial Satellites - YouTube</a>
46.	The Julian and Gregorian Calendars	Filmuota medžiaga, kurioje aiškinimas, kaip sudaryti ir koks skirtumas yra tarp Julijaus ir Grigaliaus kalendorių.	<a href="#">The Julian and Gregorian Calendars - YouTube</a>
47.	How Was The Calendar Inv	Vaizdo įrašas, kuriame aptariama, kodėl naudojame tokį kalendorių ir kodėl metuose yra 365 dienos.	<a href="#">How Was The Calendar Invented? - YouTube</a>

48.	How an atomic clock works, and its use in the global positioning system (GPS)	Filmuota medžiaga, kurioje pateikta laikrodžių sukūrimo istorija. Pateiktas paaiškinimas, kaip veikia atominis laikrodis.	<a href="#">How an atomic clock works, and its use in the global positioning system (GPS)</a>
49.	Distances: Crash Course Astronomy	Filmuota medžiaga, kurioje paaiškinama, kaip nustatyti atstumą paralaksu.	<a href="#">Distances: Crash Course Astronomy #25</a>
50.	Parallax and Distance Measurement	Straipsnis, kuriame paaiškinama, kaip nustatyti atstumą paralaksu.	<a href="https://lco.global/spacebook/distance/parallax-and-distance-measurement/">https://lco.global/spacebook/distance/parallax-and-distance-measurement/</a> Parallax and Distance Measurement   Las Cumbres Observatory (lco.global)
51.	Measure Distance Parallax With the Stars	Straipsnis, kuriame paaiškinama, kaip nustatyti atstumą paralaksu.	<a href="#">Technology Article and Advertise: Measure Distance Parallax With the Stars (2technoblog.blogspot.com)</a>
52.	Learn to measure distance easily in the night sky: Stargazing Basics 3 of 3	Filmuota medžiaga, kurioje aiškinama, kaip apytiksliai įvertinti atstumą kampais tarp žvaigždžių.	<a href="#">Learn to measure distance easily in the night sky: Stargazing Basics 3 of 3 - YouTube</a>
53.	Goddard's Astrophysics Gallery (nasa.gov)	Vaizdo medžiagos katalogai įvairiais astronomijos klausimais.	<a href="#">Gallery: Goddard's Astrophysics Gallery (nasa.gov)</a>
54.	ESA/Hubble		<a href="#">Video Archive: 3D Animations   ESA/Hubble (esahubble.org)</a>
55.	Astronomy	Astronomijos vadovėlis.	<a href="https://s3.amazonaws.com/lumenlearning/success/Astronomy-1506022832_regexified.pdf">https://s3.amazonaws.com/lumenlearning/success/Astronomy-1506022832_regexified.pdf</a>
56.	WMAP Site Education Resources	NASA mokomoji medžiaga mokytojams.	<a href="#">WMAP Site Education Resources (nasa.gov)</a>

#### IV gimnazijos klasė

Pastaba: visos nuorodos žiūrėtos 2023-06-06

Nr.	Pavadinimas	Trumpa anotacija	Nuoroda
1.	Structure and Composition of the Sun	Filmuota medžiaga apie procesus vykstančius žvaigždėse.	<a href="#">Structure and Composition of the Sun</a> <a href="#">Module 8 / Lecture 1 : Structure of the Sun</a>
2.	Structure of the Sun Sun		<a href="#">Sun 101   National Geographic</a>
3.	What is a Black Body?	Filmuota medžiaga, kurioje pateiktas aiškinimas, kas tai yra absoliučiai juodas kūnas.	<a href="#">What is a Black Body? (Stefan Boltzmann's Law, emissivity, grey and white bodies...) - Physics</a>
4.	Wien's Displacement Law-A Level Physics	Filmuota medžiaga, kurioje pateiktas Vyno dėsnio aiškinimas.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=qjM73TlVkJTo">https://www.youtube.com/watch?v=qjM73TlVkJTo</a>
5.	Wien's Law	Vaizdo įrašas, kuriame naudojant	<a href="#">Wien's Law (old version)</a>

		pHET animaciją paaiškinamas Vieno dėsnio taikymas.	
6.	Proton-proton chain reaction- Fusion in Stars	Animacija, kurioje paaiškinama kaip vyksta grandininė sintezės reakcija žvaigždėse.	<a href="#">Proton-proton chain reaction - Fusion in Stars</a>
7.	Nucleosynthesis: The CNO Cycle	Filmuota medžiaga, kurioje pateiktas CNO ciklo paaiškinimas.	<a href="#">Nucleosynthesis: The CNO Cycle</a>
8.	Nuclear Fusion – How do stars burn?	Filmuota medžiaga, kurioje pateiktas įvairių termobranduolinių reakcijų vaizdinimas.	<a href="#">Nuclear Fusion – How do stars burn?</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Fx2ZiHHjQmM%">https://www.youtube.com/watch?v=Fx2ZiHHjQmM%</a>
9.	H-R diagram animation	Filmuota medžiaga, kurioje pateiktas detalus HR diagramos sudarymas su paaiškinimu apie žvaigždžių temperatūros nustatymą ir cheminę sudėtį, vykstančias chemines reakcijas.	<a href="#">H-R diagram animation</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Y5VU3Mp6abI">https://www.youtube.com/watch?v=Y5VU3Mp6abI</a>
10.	Classification of Stars: Spectral Analysis and the H-R Diagram	Filmuota medžiaga, kurioje aiškinamas supernovų susidarymas ir jų evoliucija, aptariant termobranduolinius procesus jose ir jų sprogo pasekmes.	<a href="#">Less Than Five - What is a Supernova?</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=xIdJtIDReM8">https://www.youtube.com/watch?v=xIdJtIDReM8</a>
11.	Less Than Five-What is a Supernova	Filmuota medžiaga, kurioje paaiškinami supernovų skirtumai ir jų klasifikacija.	<a href="#">Are There DIFFERENT Types Of SUPERNOVA?</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Pt9heZvsxeg">https://www.youtube.com/watch?v=Pt9heZvsxeg</a>
12.	Are There Different Types of Supernova?	Filmuota medžiaga, kurioje aiškinama, kas yra pulsaras, koks jo dydis, fizinės savybės, kokios žvaigždės evoliucijos pabaigoje virs pulsarais.	<a href="#">NASA   What is a Pulsar?</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=EYdnZ-Rf0rc">https://www.youtube.com/watch?v=EYdnZ-Rf0rc</a>
13.	Types of Supernova - Type I and Type II explained - Universe Sandbox 2	Filmuota medžiaga, kurioje aiškinama, kokios žvaigždės evoliucijos pabaigoje tampa neutroninėmis žvaigždėmis, kodėl jos susidaro, kokios jos savybės.	<a href="#">What Makes Neutron Stars the Most Extreme Things in the Universe</a>
14.	What is a Pulsar?	Filmuota medžiaga, kurioje aiškinama, kaip buvo atrastos cefeidės, kokios yra jų savybės ir kaip yra nustatomas atstumas iki galaktikų, kuriose yra cefeidės, kodėl cefeidės pulsuoja.	<a href="#">Cepheid Variable Stars and Distance Measurement in Space - Space Engine</a>
15.	Mo What Makes Neutron Stars the Most Extreme Things in The University	Filmuota medžiaga, kurioje aiškinama, kas yra dvinarės	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=7ohkKiZTJOg">https://www.youtube.com/watch?v=7ohkKiZTJOg</a>
16.	Cepheid Variable Stars and Distance Measurement in Space - Space Engine		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=pIFiCLhJmig">https://www.youtube.com/watch?v=pIFiCLhJmig</a>
17.	Understanding Cepheid Variables		
18.	Binary and Multiple Stars: Crash Course		

	Astronomy #34	žvaigždės, aptariama jų klasifikacija ir evoliucija.	
19.	The Last Light Before Eternal Darkness	Filmuota medžiaga, kurioje aiškinama kokios žvaigždės tampa baltosiomis nykštukėmis, kaip jos virsta juodosiomis.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=qsN1LglrX9s">https://www.youtube.com/watch?v=qsN1LglrX9s</a>
20.	What Are Planetary Nebulae	Filmuota medžiaga, kurioje pasakojama kas yra ir kaip susidaro planetiškieji ūkai.	<a href="#">What Are Planetary Nebulae? - YouTube</a>
21.	The structure and dynamics of the Milky Way Galaxy	Straipsnis apie Paukščių tako galaktikos susidarymą.	<a href="#">Milky Way Galaxy - The structure and dynamics of the Milky Way Galaxy   Britannica</a>
22.	The Milky Way	Filmuota medžiaga, kurioje aiškinama, iš ko sudarytas Paukščių tako galaktika ir kas yra jos centre.	<a href="#">(108) The Milky Way: Crash Course Astronomy #37 - YouTube</a>
23.	What Does the Center of the Milky Way Look Like? A Journey to the Heart of Our Galaxy!		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=yCo2Tz4sRX8">https://www.youtube.com/watch?v=yCo2Tz4sRX8</a>
24.	See the Milky Way's Core in Amazing NASA Flying Telescope Imagery		<a href="#">See the Milky Way's Core in Amazing NASA Flying Telescope Imagery - YouTube</a>
25.	Star and Galaxy Formation in the Early Universe	Filmuota medžiaga, kurioje aiškinama, kaip susidarė galaktikos.	<a href="#">(108) Star and Galaxy Formation in the Early Universe - YouTube</a>
26.	Types of Star Clusters Star Clusters – Open and Globular Clusters	Filmuota medžiaga, kurioje aiškinama, kaip susidaro žvaigždžių spiečiai, kuo jie skiriasi, lyginamas žvaigždžių spiečių amžius, cheminė struktūra.	<a href="#">(108) Types of Star Clusters - YouTube</a> <a href="#">Types of Star Clusters</a>
27.	Types of Star Clusters		<a href="#">Star Clusters - Open and Globular Clusters</a>
28.	Star cluster – Open cluster	Straipsnis, kuriame aprašomi padrikųjų, kamuolinių, judančių spiečių ir OB asociacijų savybės, padėtis galaktikoje.	<a href="#">Star cluster - Open clusters   Britannica</a>
29.	The Mass of the Galaxy	Aprašoma, kaip nustatoma galaktikų masė.	<a href="#">25.3 The Mass of the Galaxy - Astronomy   OpenStax</a>
30.	Measuring the Mass of a Galaxy: An evaluation of the performance of Bayesian mass estimates using statistical simulation	Straipsnis, kuriame pateikiamas aprašymas kaip taikant Visuotinės traukos dėsnį įvertinti galaktikos masę.	<a href="#">Measuring the Mass of a Galaxy: An Evaluation of the Performance of Bayesian Mass Estimates Using Statistical Simulation (utoronto.ca)</a>
31.	Classroom Aid – Hubble Galaxy Classification	Filmuota medžiaga, kurioje aiškinama apie galaktikų morfologinę klasifikaciją.	<a href="#">Classroom Aid - Hubble Galaxy Classification</a>
32.	The Classification of Galaxies		<a href="#">The Classification Of Galaxies   Astronomic</a>

33.	Galaxies, part 1	Filmuota medžiaga, kurioje paaiškinama, kokia yra galaktikų struktūra ir kuo be skirtingos struktūros galaktikos skiriasi.	<a href="#">Galaxies, part 1: Crash Course Astronomy #38</a>
34.	Galaxies, part 2		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=_O2sg-PGhEg">https://www.youtube.com/watch?v=_O2sg-PGhEg</a>
35.	NASA shares video of the Andromeda galaxy	Filmuota medžiaga, kurioje pateikta informacija apie Andromedos galaktiką.	<a href="https://www.breezyscroll.com/science/nasa-shares-video-of-the-andromeda-galaxy/">https://www.breezyscroll.com/science/nasa-shares-video-of-the-andromeda-galaxy/</a>
36.	Magellanic Cloud	Filmuota medžiaga, kurioje pateikta informacija apie Magelano debesį.	<a href="#">Magellanic Cloud   astronomy   Britannica</a>
37.	The Triangulum Galaxy	Filmuota medžiaga, kurioje pateikta informacija apie Trikampio galaktiką.	<a href="#">Messier 33 (The Triangulum Galaxy)   NASA</a>
38.	Ophiuchus Galaxy Cluster	Filmuota medžiaga, kurioje aiškinama, kas yra galaktikų spiečius.	<a href="#">Ophiuchus Galaxy Cluster   NASA</a>
39.	Galaxy Cluster Abell 2744: A Hubble Image Tour		<a href="#">Galaxy Cluster Abell 2744: A Hubble Image Tour - YouTube</a>
40.	Galaxy Cluster Evolution over the Past 10 Billion Years	Paskaita apie galaktikų spiečiaus evoliuciją.	<a href="#">Galaxy Cluster Evolution over the Past 10 Billion Years - YouTube</a>
41.	Laniakea: Our home supercluster	Filmuota medžiaga, kurioje aiškinama, kas yra supergalaktikų spiečiai.	<a href="#">Laniakea: Our home supercluster - YouTube</a>
42.	What is Dark Matter?	Informacinė medžiaga, kurioje paaiškinama, kas yra tamsioji medžiaga ir kaip ji buvo atrasta.	<a href="#">What Is Dark Matter?   NASA</a>
43.	Gravitational lens simulator : a didactical experiment	Stebėjimo, parodančio šviesos bangų užlinkimą iškreiptoje erdvėje, aprašymas.	<a href="https://orbi.uliege.be/handle/2268/34806">https://orbi.uliege.be/handle/2268/34806</a>
44.	Gravitational waves: A three minute guide	Filmuota medžiaga, kurioje pristatomi eksperimentai, kurių rezultatai patvirtino laiko-gravitacinės erdvės iškreipimą.	<a href="#">Gravitational waves: A three minute guide Brian Greene Explains The Discovery Of Gravitational Waves</a>
45.	Gravitational Redshift with Pound and Rebka	Filmuota medžiaga, kurioje pateikiamas Pondo Rebka eksperimentas.	<a href="#">Gravitational Redshift with Pound and Rebka.</a>  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=FdPZQE1t6U">https://www.youtube.com/watch?v=FdPZQE1t6U</a>
46.	General Relativity: The Curvature of Spacetime	Filmuota medžiaga, kurioje aiškinama, kas yra gravitaciniai lęšiai ir aptariamas juodųjų bedugnių nustatymo metodas.	<a href="#">General Relativity: The Curvature of Spacetime</a>
47.	The Largest Black Hole in the Universe	Filmuota medžiaga, kurioje aptariamos juodosios bedugnės.	<a href="#">The Largest Black Hole in the Universe - Size Comparison</a>
48.	NASA Describes Active	Filmuota medžiaga, kurioje	<a href="#">NASA Describes Active Galaxies -</a>



	Galaxies	paiškinama, kas yra aktyvios galaktikos, kas atsitinka joms susidūrus. Primenama, kas yra galaktikų spiečiai.	<a href="#">YouTube s Galaxies, part 2: Crash Course Astronomy #39 - YouTube</a>
49.	Quasars are so Awesome	Filmuota medžiaga, kurioje paiškinama, kas tai yra kvazarai.	<a href="#">Why Quasars are so Awesome   Space Time - YouTube</a>
50.	NASA Release Image of Black Hole Eating Galaxy	Filmuota medžiaga, kurioje vaizduojama, kaip masyvi juodoji skylė sugeria galaktiką.	<a href="#">NASA Releases Image of Black Hole Eating Galaxy - YouTube</a>
51.	Monster BLACK HOLE   Full Documentary	Filmuota medžiaga, kurioje aptariamas juodosios skylės gyvavimo ciklas nuo jos pradžios ankstyvojoje Visatoje iki supermasyvių proporcijų galaktikos centre ir mirties.	<a href="#">Monster BLACK HOLE   Full Documentary - YouTube</a>
52.	Weak Interaction: The Four Fundamental Forces of Physics	Filmuota medžiaga, kurioje aiškinimas apie fundamentines sąveikas.	<a href="#">(595) Weak Interaction: The Four Fundamental Forces of Physics #2 - YouTube</a>
53.	Origins of the Universe 101	Filmuota medžiaga, kurioje pateiktas Didžiojo sprogo teorijos aiškinimas, visatos raidos aptarimas.	<a href="#">Origins of the Universe 101   National Geographic</a>
54.	The Big Bang, Cosmology part 1		<a href="#">The Big Bang, Cosmology part 1: Crash Course Astronomy #42 - YouTube</a>
55.	The Evolution of the Universe	Visatos vystymosi etapų aprašymas, paiškinamas, kokios fundamentinės sąveikos vyravo kiekviename etape.	<a href="https://fire.biol.wvu.edu/trent/allen/Cosmic_Evolution.pdf">https://fire.biol.wvu.edu/trent/allen/Cosmic_Evolution.pdf</a>
56.	The Interstellar Medium	Filmuota medžiaga, kurioje aiškinama, kas yra tarpžvaigždinė medžiaga.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=RPFoTAKsyE&amp;t=6s">https://www.youtube.com/watch?v=RPFoTAKsyE&amp;t=6s</a>
57.	The Universe is Isotropic	Straipsnis, kuriame paiškinama, kodėl Visata yra izotropinė.	<a href="https://lynceans.org/all-posts/the-universe-is-isotropic/">https://lynceans.org/all-posts/the-universe-is-isotropic/</a>
58.	Universe's Expansion May not be The Same In All Directions	Straipsnis, kuriame pateiktos prielaidos, kad Visata yra neizotropinė ir nehomogeninė.	<a href="#">Universe's Expansion May Not Be The Same In All Directions   NASA</a>
59.	How do we know the Universe is expanding?	Filmuota medžiaga, kurioje pasakojama, kuo remiantis aiškinamas Visatos plėtimasis ir jo greitėjimas.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=LE_wbOw39Mk">https://www.youtube.com/watch?v=LE_wbOw39Mk</a>
60.	Misconceptions About the Universe		<a href="#">Misconceptions About the Universe - YouTube</a>
61.	The Hubble LeMaitre Law	Filmuota medžiaga, kurioje pasakojama apie Visatos plėtimąsi	<a href="#">PHYS 1403 The Hubble LeMaitre Law - YouTube</a>
62.	Hubble's law   Scale of the universe   Cosmology & Astronomy   Khan Academy	Hablo -Lemarto dėsnį.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=1V9wVmO0Tfg">https://www.youtube.com/watch?v=1V9wVmO0Tfg</a>

63.	Hubble's Law, the Doppler Effect, and an Expanding Universe		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=A-vHAXc6djs">https://www.youtube.com/watch?v=A-vHAXc6djs</a>
64.	Extraterrestrial life	Straipsnis, kuriame aprašomi gyvybės paieškos Saulės sistemoje rezultatai ir pateikiamos informacijos nuorodos.	<a href="#">Extraterrestrial life - Wikipedia</a>
65.	The European Space Agency	Informacija apie Europos kosminės agentūros vykdytas ir vykdomas misijas tame tarpe ir susijusias su gyvybės paieška Saulės sistemoje.	<a href="https://www.esa.int/eseach?q=ESA+missions">https://www.esa.int/eseach?q=ESA+missions</a>
66.	Solar System Missions	Informacija apie NASA vykdytas ir vykdomas misijas tame tarpe ir susijusias su gyvybės paieška Saulės sistemoje.	<a href="#">Solar System Missions   NASA</a>
67.	Mars Science Laboratory –Curiosity Rover	Pateikta informacija, apie „Curiosity Rover“ misiją, kurios tikslas – mikroorganizmų paieška Marse.	<a href="#">Mars Science Laboratory - Curiosity Rover   NASA</a>
68.	Could this be a planet in another galaxy?	Straipsnis apie egzoplanetų paiešką įvairiais metodais.	<a href="#">ESA - Could this be a planet in another galaxy?</a>
69.	Astrofizikai ieško gyventi tinkamų egzoplanetų?	Straipsnis apie egzoplanetų paiešką įvairiais metodais.	<a href="#">Astrofizikai ieško gyventi tinkamų egzoplanetų   VU naujienos</a>
70.	Exoplanet Exploration: Planets Beyond our Solar system	Tinklapis, kuriame pateikta medžiaga apie tai, kas yra gyvybės zona, egzoplanetas ir panašiai.	<a href="#">Exoplanet Exploration: Planets Beyond our Solar System (nasa.gov)</a>
71.	The Drake Equation Doesn't Solve Anything... Here's Why.	Filmuota medžiaga, kurioje aiškinama, kas yra Dreiko lygtis ir kodėl sunku ją taikyti, nustatant nežemiškų civilizacijų skaičių.	<a href="#">The Drake Equation Doesn't Solve Anything...Here's Why - YouTube</a>
72.	The Drake Equation After Sixty Years   Part 1 of 2		<a href="#">The Drake Equation After Sixty Years   Part 1 of 2 - YouTube</a>
73.	The Fermi ParadoxL Drake.s Equation	Filmuota medžiaga, kurioje pateiktas Fermi paradokso aiškinimas.	<a href="#">The Fermi Paradox: Drake's Equation - YouTube</a>
74.	What Do Alien Civilizations Look Like? The Kardashev Scale	Straipsnis apie tai, kuo skirtingų tipų civilizacijos skiriasi energijos ir informacijos panaudojimo aspektais ir nuorodos.	<a href="#">Kardashev scale - Wikipedia</a>
75.	Exoplanet detection methods	Filmuota medžiaga ir straipsnis, kuriame aprašoma ir parodoma, kai įvairiais būdais aptinkamos egzoplanetos.	<a href="#">ESA Science &amp; Technology - Exoplanet detection methods</a>
76.	Kaip ieškoti nežemiškos gyvybės?	Pranešimas apie tai, kaip ieškoma nežemiškųjų civilizacijų. Paaškinimas kas yra astrobiologija.	<a href="#">Kaip ieškoti nežemiškos gyvybės? - YouTube</a>
77.	How to use a sextant	Filmuota medžiaga, kurioje pateiktas	<a href="#">(566) How to use a sextant -</a>

		aiškinimas, kaip naudotis sekstantu.	<a href="#">YouTube</a>
78.	Sekstantas	Straipsnis apie tai, kas yra sekstantas, kokia jo sandara ir kaip juo išmatuoti paralaksą.	<a href="#">sekstantas - Visuotinė lietuvių enciklopedija (vle.lt)</a>

### 5. Užduočių ar mokinių darbų, iliustruojančių pasiekimų lygius, pavyzdžiai

Šiame skyrelyje pateikiami užduočių skirtingiems pasiekimų lygiams, skirtingoms kompetencijoms ugdyti, įvairių poreikių mokiniams pavyzdžiai. Užduočių pavyzdžiai suskirstyti pagal pasiekimų sritis. Dalis pateiktų užduočių pavyzdžių padeda ugdyti ir vertinti kelis skirtingų sričių pasiekimus.

Užduočių pavyzdžiai pateikiami su pasiekimų lygių paaiškinimais, pritaikant Bendrosiose programose pateiktus pasiekimų lygių požymius konkrečiam mokymo(si) turiniui.

### III gimnazijos klasė

#### Gamtos mokslų prigimties ir raidos pažinimas (A)

##### 1. Parengti pranešimą „Astronomija Lietuvoje nuo pagonybės iki dabar“

*Pastaba: remiantis šios užduoties pavyzdžiu galima pasirinkti ir kitą pranešimo temą apie astronomijos mokslo atradimą, nurodant koks to atradimo indėlis į šiuolaikinės pasaulėžiūros formavimą.*

Įvardija, ką ir kaip tiria Lietuvos astronomai pastaraisiais dešimtmečiais. Įvardija 1–2 sritis, kuriose dirba Lietuvos astronomai (A1.1).	Įvardija, ką ir kaip tiria Lietuvos astronomai pastaraisiais dešimtmečiais, kokias problemas jie sprendžia. Įvardija 1–2 astronomijos sritis, kuriose dirba Lietuvos astronomai ir nurodo jų tyrimo objektus (A1.2).	Paaiškina, ką tiria Lietuvos astronomai, kokias Kosmoso tyrimo problemas jie sprendžia pastaraisiais dešimtmečiais. Pateikia 3–4 pavyzdžius, kaip Lietuvoje nuo Pagonybės iki dabar keitėsi astronomijos tyrimo objektai (A1.3).	Paaiškina, ką tiria Lietuvos astronomai, kokias Kosmoso tyrimo problemas jie sprendžia pastaraisiais dešimtmečiais. Pateikia ne mažiau 5 pavyzdžių, kaip Lietuvoje nuo Pagonybės iki dabar keitėsi astronomijos tyrimo objektai. Įvardija kokie kitų mokslų pasiekimai darė įtaką astronomijos vystymuisi Lietuvoje (A1.4).
Atsakydamas į klausimus apibūdina kaip astronomijos mokslas vystėsi Lietuvoje. Įvardija 1–2 Lietuvos astronomus (A3.1).	Apibūdina astronomijos mokslo vystymąsi. Įvardija 1–2 žymiausius astronomus ir jų svarbiausius pasiekimus (A3.2).	Apibūdina astronomijos mokslo vystymąsi Lietuvoje, įvardija 3–4 žymiausius Lietuvos astronomus ir jų svarbiausius pasiekimus (A4.3).	Apibūdina astronomijos mokslo vystymąsi Lietuvoje, įvardija ne mažiau 5 žymiausių Lietuvos astronomų, jų tyrimų sritis ir svarbiausius pasiekimus (A4.4).
Padedamas pasirenka, palygina, įvertina ir apibendrina informaciją apie tai, ką ir kaip tiria Lietuvos astronomai	Pagal įvardytus kriterijus tinkamai pasirenka, palygina, įvertina ir apibendrina informaciją apie tai, ką ir kaip tiria	Atsirenka, palygina, kritiškai įvertina, suklasifikuoja, apibendrina, interpretuoja, sujungia	Tikslingai pasirenka, kritiškai įvertina, suklasifikuoja, apibendrina, interpretuoja, sujungia

(B2.1)	Lietuvos astronomai. Tinkamai cituoja informacijos šaltinius (B2.2).	skirtingų šaltinių informaciją apie tai, ką ir kaip tiria Lietuvos astronomai. Tinkamai cituoja informacijos šaltinius (B2.3).	skirtingų šaltinių informaciją apie tai, ką ir kaip tiria Lietuvos astronomai. Tinkamai cituoja informacijos šaltinius (B2.4).
--------	--	--	--

## 2. Diskusija: Ar J. Kepleris galėjo padaryti savo atradimus be Tycho Brahe's duomenų?

Įvardija Tycho Brahe's ar J. Keplerio sukurtas teorijas / dėsnius (A2.1).	Įvardija Tycho Brahe's ir J. Keplerio sukurtas teorijas / dėsnius (A2.2).	Apibūdina kuo remiantis sukurtos Tycho Brahe's ir J. Keplerio teorijos / dėsniai, kokius Tycho Brahe's stebėjimo duomenis panaudojo J. Kepleris dėsnių formulavimui (A2.3).	Pagrindžia, kodėl be Tycho Brahe's duomenų J. Kepleris negalėjo suformuluoti dėsnių tuo metu, kai jie buvo suformuluoti. Nurodo ir pagrindžia galimus J. Keplerio dėsnių sukūrimo scenarijus: J. Kepleris savo dėsnius sukuria vėliau, surinkęs pakankamai stebėjimo duomenų; dėsnius sukuria kiti mokslininkai, nes J. Kepleris stebėjo kitus dangaus objektus ar tobulino astronomijoje naudojamus prietaisus (A2.4).
---	---	---	---

### Gamtamokslinis komunikavimas (B)

Žiniasklaidoje dažnai pasirodo straipsnių apie Supermėnulį – Mėnulį, kurio matomas skersmuo yra didesnis nei įprasta. Kaip Jūs paaiškinsite šį reiškinį?

*Pastaba:* Aukštesnių pasiekimų mokiniais galima pasiūlyti parašyti straipsnį „Kodėl Mėnulis kartais „didėja“?“ arba „Kodėl „Supermėnulio“ sąvoka nėra mokslinė?“

Padedamas tinkamai pavartoja sąvokas Mėnulis, Mėnulio judėjimo trajektorija, regimasis dydis, spindulys. Žemės atmosfera, atstumas nuo Žemės iki Mėnulio išreikštas įvairiais matavimo vienetais. Padedamas, paaiškina, kad „Supermėnulis“ nėra astronomijos mokslo sąvoka (B1.1).	Pateiktame tekste skiria ir aiškindamas Mėnulio regimojo dydžio pakitimą vartoja astronomijos mokslo sąvokas tokias kaip Mėnulis, Mėnulio judėjimo trajektorija, regimasis dydis, spindulys. Žemės atmosfera, atstumas nuo Žemės iki Mėnulio išreikštas įvairiais matavimo vienetais. Paaiškina, kad „Supermėnulis“ nėra astronomijos mokslo sąvoka (B1.2).	Aiškindamas, kodėl kai kada Mėnulis atrodo didesnis tinkamai vartoja sąvokas: Mėnulis, Mėnulio judėjimo trajektorija, elipsė, perihelis, pilnatis, regimasis dydis, spindulys, Žemės atmosfera, atstumas nuo Žemės iki Mėnulio išreikštas įvairiais matavimo vienetais. Pagrindžia, kad „Supermėnulis“ nėra astronomijos mokslo sąvoka (B1.3).	Tikslingai ir tinkamai vartoja sąvokas: Mėnulis, Mėnulio judėjimo trajektorija, elipsė, perihelis, pilnatis, regimasis dydis, spindulys, Žemės atmosfera, atstumas nuo Žemės iki Mėnulio išreikštas įvairiais matavimo vienetais. Pgrindžia, kad „Supermėnulis“ nėra astronomijos mokslo sąvoka (B1.4).
Padedamas pasirenka įvairiais būdais pateiktą informaciją iš skirtingų patikimų šaltinių apie Mėnulį, jo judėjimą apie Žemę, fazes, ją lygina, vertina ir apibendrina,	Pagal įvardytus kriterijus tinkamai pasirenka informaciją iš skirtingų patikimų šaltinių apie Mėnulį, jo judėjimą apie Žemę, fazes, ją lygina, vertina ir apibendrina,	Atsirenka reikiamą informaciją iš skirtingų patikimų šaltinių apie Mėnulį, jo judėjimą apie Žemę, fazes, ją lygina, vertina ir apibendrina, aiškindamas, kad	Tikslingai pasirenka reikiamą informaciją iš skirtingų patikimų šaltinių apie Mėnulį, jo judėjimą apie Žemę, fazes, ją lygina, vertina ir apibendrina, aiškindamas,

<p>aiškindamas, kad Mėnulio dydis bet kuriame jo judėjimo trajektorijos taške yra toks pats. Pateikdamas atsakymą nurodo šaltinius (B2.1).</p>	<p>aiškindamas, kad Mėnulio dydis bet kuriame jo judėjimo trajektorijos taške yra toks pats, kinta tik regimasis Mėnulio dydis. Tinkamai cituoja šaltinius (B2.2).</p>	<p>Mėnulio dydis bet kuriame jo judėjimo trajektorijos taške yra toks pats, kinta tik regimasis Mėnulio dydis. Paaiškina, kodėl regimais dydis kinta. Tinkamai pacituoja šaltinius (B2.3).</p>	<p>kad Mėnulio dydis bet kuriame jo judėjimo trajektorijos taške yra toks pats, kinta tik regimasis Mėnulio dydis. Paaiškina, kodėl regimais dydis kinta, kada ir kodėl jo regimasis dydis yra didžiausias. Tinkamai pacituoja šaltinius (B2.4).</p>
<p>Atsakydamas į klausimus įvardija kuo skiriasi informacija apie Mėnulį ir Supermėnulį. Pagal pateiktus kriterijus tokius kaip autorius, šaltinio pobūdis (vadovėlis, enciklopedija, straipsnis dienraštyje ir panašiai) pasirenka patikimus informacijos šaltinius (B3.1).</p>	<p>Nurodo kuo skiriasi informacija apie Mėnulį ir Supermėnulį. Pagal pateiktus kriterijus tokius kaip autorius, šaltinio pobūdis (vadovėlis, enciklopedija, straipsnis dienraštyje ir panašiai) pasirenka patikimus informacijos šaltinius (B3.2).</p>	<p>Paaiškina kodėl informacija apie Mėnulį yra objektyvi, o apie Supermėnulį – subjektyvi. Pasirenka patikimus informacijos šaltinius atsižvelgdamas į autorių, šaltinio pobūdį, leidėją ir panašiai (B3.3).</p>	<p>Argumentuotai paaiškina kodėl informacija apie Mėnulį yra objektyvi, o apie Supermėnulį – subjektyvi. Pasirenka patikimus informacijos šaltinius atsižvelgdamas į autorių, šaltinio pobūdį, leidėją ir panašiai. Analizuoja ir kritiškai vertina pasirinktų informacijos šaltinių patikimumą (B3.4).</p>
<p>Tinkamai vartodamas reikšmines sąvokas Mėnulis, Mėnulio judėjimo trajektorija, dydis, fazė sklandžiai, suprantamai, laikydamasis etikos ir etiketo normų perteikia informaciją apie Mėnulio regimojo dydžio kitimą. Naudoja skaitmenines technologijas šaltiniams surasti ir, reikalui esant, atsakymo vizualizacijai (B4.1).</p>	<p>Tinkamai vartodamas reikšmines sąvokas Mėnulis, Mėnulio judėjimo trajektorija, dydis, fazė sklandžiai, suprantamai, laikydamasis etikos ir etiketo normų perteikia informaciją apie Mėnulio regimojo dydžio kitimą, atsižvelgdamas į adresatą. Naudoja skaitmenines technologijas šaltiniams surasti ir, reikalui esant, atsakymo vizualizacijai (B4.2).</p>	<p>Laikydamasis etikos ir etiketo normų, vartoja bendrinę ir mokslinę kalbą perteikdamas kitiems informaciją apie Mėnulio regimojo dydžio kitimą. Aiškindamas pasirenka ir kūrybiškai naudoja kompleksines raiškos priemones ir formas. Surinkta informacija apie Mėnulio regimojo dydžio kitimą pasidalina su kitais, pavyzdžiui, astronomijos nesimokančiais mokiniais, lanksčiai pritaikęs atsakymą adresatams. Tikslingai naudoja skaitmenines technologijas informacijos šaltinių paieškai ir atsakymo vizualizacijai (B4.3).</p>	<p>Tinkamai ir tikslingai, laikydamasis etikos ir etiketo normų, vartoja bendrinę ir mokslinę kalbą perteikdamas kitiems informaciją apie Mėnulio regimojo dydžio kitimą. Aiškindamas pasirenka ir kūrybiškai naudoja kompleksines raiškos priemones ir formas. Surinkta informacija apie Mėnulio regimojo dydžio kitimą pasidalina su kitais, pavyzdžiui, astronomijos nesimokančiais mokiniais, lanksčiai pritaikęs atsakymą adresatams. Tikslingai naudoja skaitmenines technologijas informacijos šaltinių paieškai ir atsakymo vizualizacijai (B4.4).</p>

Formuluoja klausimus padedančius suprasti kodėl sąvoka „Supermėnulis“ nėra astronomijos mokslo sąvoka. Pateikdamas atsakymus į klausimus susijusius su Mėnulio judėjimu, juos paaiškina (B5.1).	Formuluoja klausimus padedančius suprasti nagrinėjamą informaciją apie Mėnulio judėjimą ir jo regimojo dydžio kitimą. Pateikdamas atsakymus susijusius su Mėnulio judėjimu, jo fazių susidarymą ir panašiai, juos argumentuoja (B5.2).	Formuluoja klausimus rodydamas supratimą apie regimojo objektų dydžių kitimą ir fizikos dalyko (optikos) išmanymą. Argumentuoja savo atsakymus ir išsakomą nuomonę remdamasis fizikos žiniomis (B5.3).	Tikslingai formuluoja klausimus rodydamas nagrinėjamą astronomijos problemos supratimą ir gamtos mokslų dėsnių ir faktų išmanymą. Argumentuoja savo atsakymus ir išsakomą nuomonę, pateikia alternatyvių atsakymų (B5.4).
---	--	--	---

### Gamtamokslinis tyrinėjimas (C)

Tiriamasis darbas: Saulės aktyvumo nustatymas atlikus jos dėmių stebėjimą.

Priemonės: teleskopas, filtrai skirti Saulei stebėti.

Remdamasis pateiktais probleminiais klausimais formuluoja hipotezę, pavyzdžiui, kad Saulės dėmių skaičius ir jų dydis atspindi Saulės aktyvumą (C1.1).	Padedamas kelia probleminius klausimus tam, kad suformuluotų tyrimo tikslą – įvertinus Saulės dėmių skaičių metų bėgyje, įvertinti, koks buvo Saulės aktyvumas. Suformuluoja tyrimo hipotezę, pavyzdžiui, Saulės dėmių skaičius ir jų dydis atspindi Saulės aktyvumą (C1.2).	Kelia probleminius klausimus, tam, kad suformuluotų tyrimo tikslą – įvertinus Saulės dėmių skaičių metų bėgyje, įvertinti, koks buvo Saulės aktyvumas. Suformuluoja tyrimo hipotezę, pavyzdžiui, Saulės dėmių skaičius ir jų dydis atspindi Saulės aktyvumą (C1.3).	Tikslingai kelia probleminius klausimus, suformuluoja tyrimo tikslą – įvertinus Saulės dėmių skaičių metų bėgyje, įvertinti, koks buvo Saulės aktyvumas. Suformuluoja tyrimo hipotezę, pavyzdžiui, Saulės dėmių skaičius ir jų dydis atspindi Saulės aktyvumą: kuo dėmių daugiau, tuo Saulės aktyvumas didesnis (C1.4).
Patiriamas planuoja stebėjimą: pasirenka visas stebėjimo ir būtinas saugos priemones; stebėjimo vietą, atsižvelgdamas į tai, kad stebėjimas ilgalaikis; numato kokia bus vieno stebėjimo trukmė ir kada Saulė bus stebima; numato, kokia bus duomenų fiksavimo forma (C2.1).	Planuoja stebėjimą: pasirenka visas būtinas stebėjimo ir saugos priemones; stebėjimo vietą, atsižvelgdamas į tai, kad stebėjimas ilgalaikis; numato kokia bus vieno stebėjimo trukmė ir kada Saulė bus stebima; numato, kokia bus duomenų fiksavimo forma (C2.2).	Planuoja stebėjimą: pasirenka visas būtinas stebėjimo ir saugos priemones; stebėjimo vietą, atsižvelgdamas į tai, kad stebėjimas ilgalaikis; numato kokia bus vieno stebėjimo trukmė ir kada Saulė bus stebima; numato, kokia bus duomenų fiksavimo forma. Nurodo, ką reikėtų daryti, jei dėl oro sąlygų stebėjimo negalės atlikti numatytu laiku, kaip interpretuoti rezultatus, jei stebėjimo metu dėmių skaičius ir dydis pakito (C2.3).	Tinkamai suplanuoja pasirinktą stebėjimą atsižvelgdamas į visus stebėjimo patikimumo ir saugumo reikalavimus: pasirenka visas būtinas stebėjimo ir saugos priemones; stebėjimo vietą, atsižvelgdamas į tai, kad stebėjimas ilgalaikis; numato kokia bus vieno stebėjimo trukmė ir kada Saulė bus stebima; numato, kokia bus duomenų fiksavimo forma; gautus rezultatus palygina su mokslinių tyrimų rezultatais. Nurodo, ką reikėtų daryti, jei dėl oro sąlygų stebėjimo



			negalės atlikti numatytu laiku, kaip interpretuoti rezultatus, jei stebėjimo metu dėmių skaičius ir dydis pakito. Pasiūlo alternatyvų stebėjimo būdą, pavyzdžiui, Saulės dėmių skaičių nustatyti iš stebėjimo metu padarytų nuotraukų (C2.4).
Patiriamas atlieka stebėjimą: saugiai naudodamasis priemonėmis randa dėmes Saulės paviršiuje; fiksuoja jų skaičių nustatytą stebėjimo metu (C3.1).	Pagal pavyzdį atlieka stebėjimą: saugiai naudodamasis priemonėmis randa dėmes Saulės paviršiuje; fiksuoja jų skaičių nustatytą stebėjimo metu; trumpai aprašo stebimus reiškinius Saulės paviršiuje, jei tokie vyko, stebėjimų dienoraštyje (C3.2).	Atlieka stebėjimą: saugiai naudodamasis priemonėmis randa dėmes Saulės paviršiuje; fiksuoja jų skaičių nustatytą stebėjimo metu; trumpai aprašo stebimus reiškinius Saulės paviršiuje, jei tokie vyko stebėjimų dienoraštyje (C3.3).	Atlieka stebėjimą: saugiai naudodamasis priemonėmis atlieka numatytas Saulės dėmių stebėjimo veiklas ir pagal poreikį jas tobulina; tikslingai stebi kitus Saulės atmosferoje vykstančius reiškinius, juos fiksuoja, aprašo stebėjimo dienoraštyje. Saulės dėmių stebėjimo rezultatus ir kitus užfiksuotus reiškinius apibendrina susiedamas stebėjimo rezultatus su tyrimo tikslu ir hipoteze (C3.4).
Pasitardamas su mokytoju apibendrina surinktus Saulės dėmių stebėjimo duomenis, atrenka tinkamus išvadai daryti ir taikydamos skaitmenines technologijas, brėžia Saulės dėmių skaičiaus metų bėgyje kitimo diagramą (C4.1).	Apibendrina Saulės dėmių stebėjimo duomenis, atrenka tinkamus išvadai daryti ir taikydamos skaitmenines technologijas, brėžia Saulės dėmių skaičiaus metų bėgyje kitimo diagramą (C4.2).	Apibendrina gautus Saulės dėmių stebėjimo duomenis ir pastebėtų reiškinių da-žnumą, trukmę, pobūdį. Palygina savo ir kitų gautus stebėjimo duomenis ir įvertina gautų duomenų patikimumą*, atrenka tinkamus išvadai daryti. Paaiškina, kaip pasirinkta įranga, stebėjimo vieta ir laikas, oro sąlygos, žmogiškasis faktorius galėjo paveikti duomenų patikimumą. Taikydamos skaitmenines technologijas, brėžia Saulės dėmių skaičiaus metų bėgyje kitimo diagramą, įvertina Saulės aktyvumą (C4.3).	Analizuoja ir apibendrina gautus Saulės dėmių ir kitų reiškinių stebėjimo rezultatus ir duomenis, juos lygina su mokslinėje literatūroje pateiktais duomenimis ir argumentuodamas įvertina savo stebėjimo rezultatų patikimumą*, atrenka tinkamus duomenis išvadai daryti. Duomenis pateikia keliais tinkamais būdais. Tikslingai taiko skaitmenines technologijas stebėjimo duomenų pristatymui skirtingais būdais. technologijas (C4.4).
* vertinant patikimumą, atkreipiamas dėmesys, kad ta pati dėmė galėjo būti suskaičiuota keletą kartų; dėmės atsiranda dėl nešvaraus teleskopo ar filtro paviršiaus; neaišku, kaip nustatyti dėmių skaičių, kai			

stebėjimo metu iš vienos dėmės pasidaro keletas ir atvirkščiai.			
Pasitardamas palygina gautus rezultatus su hipoteze, formuluoja išvadą. Aptaria atliktą veiklą nurodydamas, kas pavyko ar nepavyko, ką būtų galima daryti kitaip (C5.1).	Formuluoja išvadas remdamasis stebėjimo rezultatais. Patikrina, ar pasitvirtino hipotezė, kad Saulės dėmių skaičius atspindi jos aktyvumą. Nurodo, kuo remiantis tvirtinama, kad hipotezė pasitvirtino ar nepasitvirtino. Vertina, kas stebėjimo metu nebuvo tinkamai atlikta, siūlo kaip galima būtų patobulinti stebėjimą (C5.2).	Formuluoja išvadas remdamasis savo ir kitų gautais rezultatais. Patikrina, ar pasitvirtino hipotezė, kad Saulės dėmių skaičius atspindi jos aktyvumą. Paaiškina, kurie rezultatai ir kaip rodo, kad hipotezė pasitvirtino, arba kodėl hipotezė nepasitvirtino. Vertina, kas stebėjimo metu nebuvo tinkamai atlikta, siūlo kaip galima būtų patobulinti stebėjimą (C5.3).	Formuluoja išvadas atsižvelgdamas į stebėjimo tikslą ir hipotezę, vertina atliktas veiklas, numato stebėjimo tobulinimo galimybes atsižvelgiant į rezultatų patikimumo didinimą. Siūlo atliktą stebėjimo plėtotės būdą (C5.4).

### Gamtos objektų ir reiškinių pažinimas (D)

Išsiaiškinti ir parengti standinį pranešimą apie tai, kas yra Saulės granulės, fakelai, dėmės, vainiko skylės, protuberantai, žybsniai ir kaip šie dariniai yra susiję su Saulės aktyvumu.

Apibūdina bent 2 pasirinktus ar mokytojo nurodytus reiškinius įvardytus užduotyje (D1.1).	Apibūdina 3 reiškinius įvardytus užduotyje (D1.2).	Apibūdina 4–5 reiškinius išvardintus užduotyje (D1.3).	Apibūdina visus reiškinius įvardytus užduotyje (D1.4).
Taiko turimas žinias apie Saulės sandarą ir procesus vykstančius jos viduje, aiškindamas 2 pasirinktus ar mokytojo nurodytus reiškinius (D2.1).	Taiko turimas žinias apie Saulės sandarą ir procesus vykstančius jos viduje bei fizikos žinias apie konvekciją, magnetinius laukus, plazmą ir panašiai aiškindamas 3 pasirinktus reiškinius, nurodo kaip jie yra susiję su Saulės aktyvumu (D2.2).	Taiko turimas žinias apie Saulės sandarą ir procesus vykstančius jos viduje bei fizikos žinias apie konvekciją, magnetinius laukus, plazmą ir kt. aiškindamas 4–5 pasirinktus reiškinius. Nurodo šių reiškinių atsiradimo priežastis ir susieja juos su Saulės aktyvumu bei šio aktyvumo pasekmes Žemei, Saulės sistemai (D2.3).	Tikslingai taiko turimas apie Saulės sandarą ir procesus vykstančius jos viduje bei fizikos žinias apie konvekciją, magnetinius laukus, plazmą ir panašiai aiškindamasis apie reiškinius minimus užduotyje, kuriuos pats įvardino. Nurodo šių reiškinių atsiradimo priežastis ir susieja juos su Saulės aktyvumu bei šio aktyvumo pasekmes Žemei, Saulės sistemai (D2.4).
Pagal pateiktus požymius (sandara, kurioje Saulės vietoje susidaro, kaip fiksuojamas ir kt.) palygina 2 pasirinktus ar mokytojo nurodytus reiškinius	Pagal pateiktus požymius (sandara, kurioje Saulės vietoje susidaro, kaip fiksuojamas ir kt.) lygina užduotyje pateiktus savo 3 pasirinktus reiškinius	Pasirenka savybes ar požymius (sandara, kurioje Saulės vietoje susidaro, kaip fiksuojamas ir kt.), kuriais remiantis lygina pasirinktus reiškinius (D3.3).	Argumentuodamas pasirenka savybes ar požymius (sandara, kurioje Saulės vietoje susidaro, kaip fiksuojamas ir kt.), kuriais remiantis lygina ir klasifikuoja objektus, vykstančius procesus ar

(D3.1).	(D3.2).		reiškinius (D3.4).
---------	---------	--	--------------------

### Problemų sprendimas ir refleksija (E)

1. Tarkime, humanoidai prieš milijoną metų paliko naktinio dangaus žvaigždėlapius. Ar šie žvaigždėlapiai tiksliai atspindi tai, ką šiandien matome danguje? Kodėl? Kokie ir kodėl galėtų būti skirtumai tarp žvaigždėlapio sudaryto prieš milijoną metų ir dabar?

Pateikdamas atsakymus remiasi užduotyje nurodyta laiko trukme ir nurodo, kad žvaigždžių tarpusavio išsidėstymas šiuo metu lyginant su vaizdu buvusiu prieš milijoną metų yra pasikeitęs (E1.1).	Pateikdamas atsakymus remiasi užduotyje nurodyta laiko trukme ir nurodo, kad žvaigždžių tarpusavio išsidėstymas šiuo metu lyginant su vaizdu buvusiu prieš milijoną metų yra pasikeitęs. Nurodo, kad šio pasikeitimo priežastis yra žvaigždžių judėjimas (E1.2).	Remdamasis žiniomis apie žvaigždėlapių sudarymo principus, žvaigždžių judėjimą dangaus skliaute ir atsižvelgdamas į laiko trukmę nurodytą užduotyje, teisingai atsako į užduoties klausimus, aptaria, kokie galėtų būti skirtumai tarp žvaigždėlapio sudaryto prieš milijoną metų ir dabar (E1.3).	Remdamasis žiniomis apie žvaigždėlapių sudarymo principus, žvaigždžių judėjimą dangaus skliaute ir atsižvelgdamas į laiko trukmę nurodytą užduotyje, teisingai atsako į užduoties klausimus. Pasirenka argumentuotas ir tinkamas strategijas parodyti (nusakyti) skirtumus tarp žvaigždėlapio sudaryto prieš milijoną metų ir dabar (E1.4).
---	--	--	---

2. Sukurkite Visatos evoliucijos laiko juostą, kurioje nurodykite, kada įvyko įvairūs reikšmingi įvykiai nuo Didžiojo sprogingo pradžios iki Saulės susidarymo ir žmonių atsiradimo Žemėje.

Remdamasis nurodytais šaltiniais apie Didžiojo sprogingo teoriją, atomų susidarymą, žvaigždžių ir galaktikų susiformavimą, planetų susidarymo principus surenka ir apibendrina informaciją, taiko skaitmenines technologijas Visatos evoliucijos laiko juostai atvaizduoti (E2.1).	Remdamasis žiniomis ir pasirinkta informacija apie Didžiojo sprogingo teoriją, atomų susidarymą, žvaigždžių ir galaktikų susiformavimą, planetų susidarymo principus, taiko skaitmenines technologijas Visatos evoliucijos laiko juostai atvaizduoti (E2.2).	Tikslingai ir kūrybiškai taiko turimas žinias ir rastą informaciją apie Didžiojo sprogingo teoriją, atomų susidarymą, žvaigždžių ir galaktikų susiformavimą, planetų susidarymo principus Visatos evoliucijos laiko juostai atvaizduoti taikant skaitmenines technologijas (E2.3).	Tikslingai, kūrybiškai ir argumentuotai taiko turimas žinias ir rastą informaciją apie Didžiojo sprogingo teoriją, atomų susidarymą, žvaigždžių ir galaktikų susiformavimą, planetų susidarymo principus Visatos evoliucijos laiko juostai atvaizduoti taikant skaitmenines technologijas (E2.4).
Remdamasis nurodytais kriterijais vertina savo ir kitų sudarytas Visatos evoliucijos laiko juostas (E3.1).	Remdamasis pasirinktais kriterijais vertina savo ir kitų sudarytas Visatos evoliucijos laiko juostas (E3.2).	Remdamasis pasirinktais kriterijais kritiškai vertina savo ir kitų sudarytas Visatos evoliucijos laiko juostas, jas lygina tarpusavyje ir pagrindžia vertinimą argumentais (E3.3).	Kritiškai ir argumentuotai vertina savo ir kitų sudarytas Visatos laiko juostas atsižvelgdamas į pasirinktus kriterijus. Vertinimo rezultatus apibendrina ir patobulina sukurtas Visatos evoliucijos laiko juostas

			(E3.4).
--	--	--	---------

### Žmogaus ir aplinkos dermės pažinimas (F)

1. Šiais laikais daugumoje miesto vietovių dėl apšvietimo danguje nesimato Paukščių tako. Paprašykite, kad kiekvienas jūsų draugas paklaustų skirtingo amžiaus 5–10 draugų ir giminaičių, ar jie matė Paukščių taką ir nurodytų savo amžių. Esant poreikiui jūsų draugas turėtų paaiškinti apklausiamiesiems kas yra Paukščių Takas. Aptarkite apklausos rezultatus. Ar yra koks nors ryšys tarp žmogaus amžiaus ir to, ar jis matė Paukščių taką? Ar ir kodėl svarbu, kad daugelis šiandien Žemėje augančių vaikų niekada (arba retai) nėra matę mūsų galaktikos danguje.

Atsakydamas į nukreipiamuosius klausimus aptaria ryšį tarp žmogaus amžiaus ir to, ar jis matė Paukščių taką, paaiškina šio ryšio priežastis, nurodo priežastis, kodėl svarbu matyti mūsų galaktiką danguje ir kodėl daugelis vaikų jos nemato (F1.1).	Aptaria ryšį tarp žmogaus amžiaus ir to, ar jis matęs Paukščių taką, paaiškina šio ryšio priežastis, kodėl svarbu matyti mūsų galaktiką danguje ir kodėl daugelis vaikų jos nemato. Remiantis savo išsakyta nuomone, aptaria žmogaus veiklos galimas pasekmes jam pačiam kaip neatsiejamai gamtos daliai (F1.2).	Paaškina ryšį tarp žmogaus amžiaus ir to, ar jis matė Paukščių taką bei šio ryšio priežastis, atsižvelgdamas į technologinę pažangą. Nurodo, kodėl svarbu matyti mūsų galaktiką danguje ir kodėl daugelis vaikų jos nemato. Remdamasis savo išsakyta nuomone, aptaria ūkinės veiklos galimas pasekmes žmogui kaip neatsiejamai gamtos daliai (F1.3).	Argumentuotai paaiškina ryšį tarp žmogaus amžiaus ir to, ar jis matė Paukščių taką bei šio ryšio priežastis, atsižvelgdamas į technologinę pažangą. Nurodo, kodėl svarbu matyti mūsų galaktiką danguje ir kodėl daugelis vaikų jos nemato. Remdamasis savo išsakyta nuomone, aptaria ūkinės veiklos galimas pasekmes žmogui kaip neatsiejamai gamtos daliai (F1.4).
---	--	--	---

2. Situacija diskusijai: Kai „Apollo“ astronautai nusileido Mėnulyje, atsirado komentarų, kad tai amžiams sugadino Mėnulio paslaptį ir „poeziją“, nes išimylėjėliai niekada nebegalės taip žiūrėti į pilnatį, kaip į ją buvo žiūrima iki šiol. Kiti manė, kad žinojimas apie Mėnulį gali tik sustiprinti susidomėjimą juo, nes bus gauta daugiau konkrečių žinių, negu jų galima gauti stebint Mėnulį iš Žemės. Ką jūs manote šiuo klausimu ir kodėl?

Atsakydamas į klausimus įvardija sąsajas tarp tiesiogiai gautų žinių apie Mėnulį ir naudos žmonijai, aptaria mokslo ir technologijų pažangą, kuri buvo būtina skrydžiui ir nusileidimui ant Mėnulio paviršiaus bei įvardija, kaip laikui bėgant kito socialinė aplinka ir žmonių požiūris į Mėnulį (F2.1).	Pateikdamas pavyzdžių paaiškina sąsajas tarp tiesiogiai gautų žinių apie Mėnulį ir naudos žmonijai, aptaria mokslo ir technologijų pažangą, kuri buvo būtina skrydžiui ir nusileidimui ant Mėnulio paviršiaus bei įvardija kaip laikui bėgant kito socialinė aplinka ir žmonių požiūris į Mėnulį (F2.2).	Paaškina sąsajas tarp tiesiogiai gautų žinių apie Mėnulį ir naudos žmonijai, aptaria mokslo ir technologijų pažangą, kuri buvo būtina skrydžiui ir nusileidimui ant Mėnulio paviršiaus bei įvardija kaip laikui bėgant kito socialinė aplinka ir žmonių požiūris į Mėnulį (F2.3).	Argumentuotai paaiškina sąsajas tarp tiesiogiai gautų žinių apie Mėnulį ir naudos žmonijai, aptaria mokslo ir technologijų pažangą, kuri buvo būtina skrydžiui ir nusileidimui ant Mėnulio paviršiaus bei įvardija kaip laikui bėgant kito socialinė aplinka ir žmonių požiūris į Mėnulį (F3.4).
--	--	---	--

## IV gimnazijos klasė

### Gamtos mokslų prigimties ir raidos pažinimas (A)

1. Dauguma astronomų mano, kad tamsioji medžiaga egzistuoja ir yra didelė visos Visatos medžiagos dalis. Tuo pačiu metu dauguma astronomų netiki, kad neatpažinti skraidantys objektai (NSO) yra įrodymas, jog mus aplanko ateiviai iš kosmoso. Tačiau astronomai iš tikrųjų niekada nematė nei tamsiosios medžiagos, nei NSO. Kaip manote, kodėl viena idėja yra plačiai pripažinta mokslininkų, o kita – ne? Kaip manote, kuri idėja yra labiau tikėtina? Pateikite savo argumentus.

Įvardija tamsiosios medžiagos egzistavimo teorijos atsiradimo prielaidas (A2.1).	Įvardija tamsiosios medžiagos egzistavimo teorijos atsiradimo prielaidas ir nežemiškos kilmės gyvybės egzistavimo prielaidas (A2.2).	Apibūdina tamsiosios medžiagos ir nežemiškų civilizacijų egzistavimą pagrindžiančius argumentus. Pateikia faktų (argumentų), kodėl NSO nėra nežemiškų civilizacijų egzistavimo įrodymas (A2.3).	Apibūdina tamsiosios medžiagos ir nežemiškų civilizacijų egzistavimą pagrindžiančius argumentus. Pateikia faktų (argumentų), kodėl NSO nėra nežemiškų civilizacijų egzistavimo įrodymas. Paaiškina, kokiais atvejais NSO taptų nežemiškų civilizacijų egzistavimo įrodymu (A2.4).
--	--	---	---

2. Šiandien astronomai turi mažai duomenų, kad būtų galutinai patvirtinta tamsiosios medžiagos egzistavimo hipotezė. Kada nors astronomai apie ją sužinos daug daugiau. Sudarykite sąrašą ankstesnių astronominių stebėjimų, kurie prasidėjo kaip netikėtumas ir paslaptis, bet vėliau buvo paaiškinti ir šiandien jau nieko nestebina.

Įvardija, 1–2 astronomijos reiškinius, procesus, objektus, kurie buvo nustatyti teoriškai ar aprašyti mokslinėje-fantastinėje literatūroje (A1.1).	Įvardija, 1–2 astronomijos reiškinius, procesus, objektus, kurie buvo nustatyti teoriškai ar aprašyti mokslinėje-fantastinėje literatūroje. Įvardija, kokie stebėjimų rezultatai patvirtino spėjimus (A1.2).	Įvardija ne mažiau 3 reiškinių, procesų, objektų, kurie buvo nustatyti teoriškai ar aprašyti mokslinėje-fantastinėje literatūroje. Paaiškina, kokie stebėjimų rezultatai patvirtino spėjimus (A1.3).	Įvardija ne mažiau 3 reiškinių, procesų, objektų, kurie buvo nustatyti teoriškai ar aprašyti mokslinėje-fantastinėje literatūroje. Paaiškina, kokie stebėjimų rezultatai patvirtino spėjimus. Aiškindamas naudoja įvairių gamtos mokslų žinias (A1.4).
Atsakydamas į klausimus įvardija astronomijos mokslo pasiekimus be kurių paminėti reiškiniai, procesai, objektai nebūtų patvirtinti. Įvardija astronomus, kurių darbai patvirtino teorines prielaidas ir spėjimus (A3.1).	Įvardija astronomijos mokslo pasiekimus be kurių paminėti reiškiniai, procesai, objektai nebūtų patvirtinti. Įvardija astronomus, kurių darbai patvirtino teorines prielaidas ir spėjimus, kitus jų svarbiausius pasiekimus (A3.2).	Apibūdina astronomijos mokslo pasiekimus be kurių paminėti reiškiniai, procesai, objektai nebūtų patvirtinti. Įvardija astronomus, kurių darbai patvirtino teorines prielaidas ir spėjimus, kitus jų svarbiausius pasiekimus (A4.3).	Apibūdina astronomijos mokslo pasiekimus be kurių paminėti reiškiniai, procesai, objektai nebūtų patvirtinti. Nurodo, kokią įtaką šie atradimai turėjo tolimesniam astronomijos mokslo vystymuisi. Įvardija astronomus, kurių darbai patvirtino teorines prielaidas ir spėjimus, kitus jų svarbiausius pasiekimus (A4.4).

**Gamtamokslinis komunikavimas (B)**

1. Abu terminai H II ir H<sub>2</sub> tariami vienodai. Kuo skiriasi šių dviejų terminų reikšmė? Ar gali būti toks dalykas kaip H III?

Tinkamai vartoja sąvokas, apibūdinančias molekules, molekulinio vandenilio zonas ir švytinčių dujų ir plazmos debesis (B1.1).	Aiškindamas nesudėtingus astronominius reiškinius tinkamai vartoja sąvokas molekules; molekulinio vandenilio, atominio vandenilio ir jonizuoto vandenilio zonas; jonizuotos dujos; plazmos debesis (B1.2).	Tinkamai vartoja astronomijos sąvokas molekules; molekulinio vandenilio, atominio vandenilio ir jonizuoto vandenilio zonas; jonizuotos dujos; plazmos debesis; žvaigždėdaros zona; jaunos žvaigždės (B1.3).	Tikslingai ir tinkamai vartoja astronomijos sąvokas molekules; molekulinio vandenilio, atominio vandenilio ir jonizuoto vandenilio zonas; jonizuotos dujos; plazmos debesis; žvaigždėdaros zona; jaunos žvaigždės (B1.4).
Vartodamas pagrindines reikšmines sąvokas: molekules, molekulinio vandenilio zonas ir švytinčių dujų ir plazmos debesis suprantamai, laikydamasis etikos ir etiketo normų paaiškina ką simbolizuoja užrašai HII ir H <sub>2</sub> (B4.1).	Tinkamai vartodamas reikšmines sąvokas: molekules; molekulinio vandenilio, atominio vandenilio ir jonizuoto vandenilio zonas; jonizuotos dujos; plazmos debesis sklandžiai ir suprantamai, laikydamasis etikos ir etiketo normų paaiškina, ką simbolizuoja užrašai HII ir H <sub>2</sub> (B4.2).	Laikydamasis etikos ir etiketo normų, vartodamas bendrinę ir mokslinę kalbą, kūrybiškai naudodamas kompleksines raiškos priemones ir formas, atsižvelgdamas į adresatą paaiškina, ką simbolizuoja H <sub>2</sub> ir HII astronomijoje ir kodėl simbolis HIII astronomijoje nevartotinas (B4.3).	Tinkamai ir tikslingai, laikydamasis etikos ir etiketo normų, vartodamas bendrinę ir mokslinę kalbą, kūrybiškai naudodamas kompleksines raiškos priemones ir formas, atsižvelgdamas į adresatą paaiškina, ką simbolizuoja H <sub>2</sub> , HI ir HII astronomijoje ir kodėl simbolis HIII astronomijoje nevartotinas (B4.4).

2. Tarkime, kažkas jums pasakė, kad atrado HII aplink žvaigždę Aldebaraną. Ar patikėtum juo? Kodėl taip ar kodėl ne? Kaip patikrinti pateiktą informaciją?

Iš nurodytų šaltinių pasirenka įvairiais būdais pateiktą informaciją apie HII zonas ir Aldebarano žvaigždę, ją lygina, vertina, apibendrina (B2.1).	Pagal įvardytus kriterijus tinkamai pasirenka reikiamą įvairiais būdais pateiktą informaciją apie HII zonas ir Aldebarano žvaigždę ją lygina, vertina, apibendrina (B2.2).	Atsirenka reikiamą įvairiais būdais pateiktą informaciją apie HII zonas ir Aldebarano žvaigždę, ją lygina, kritiškai vertina, klasifikuoja, apibendrina (B2.3).	Tikslingai pasirenka reikiamą įvairiais būdais pateiktą informaciją apie HII zonas ir Aldebarano žvaigždę, ją lygina, kritiškai vertina (B2.4).
Atsakydamas į klausimą, kodėl pateikta informacija patikėtų / nepatikėtų, įvardija kuo skiriasi objektyvi informacija, faktai, duomenys nuo subjektyvios informacijos, nuomonės (B3.1).	Atsakydamas į klausimą, kodėl pateikta informacija patikėtų / nepatikėtų, paaiškina kuo skiriasi objektyvi informacija, faktai, duomenys nuo subjektyvios informacijos, nuomonės (B3.2).	Atsakydamas į klausimą, kodėl pateikta informacija patikėtų / nepatikėtų, išsamiai paaiškina kuo skiriasi objektyvi informacija, faktai, duomenys nuo subjektyvios informacijos, nuomonės (B3.3).	Atsakydamas į klausimą, kodėl pateikta informacija patikėtų, argumentuotai paaiškina kuo skiriasi objektyvi informacija, faktai, duomenys nuo subjektyvios informacijos, nuomonės (B3.4).
Padedamas formuluoja	Formuluoja klausimus	Tikslingai formuluoja	Tikslingai formuluoja



klausimus padedančius išsiaiškinti pateiktos informacijos patikimumą (B5.1).	padedančius išsiaiškinti pateiktos informacijos patikimumą (B5.2).	klausimus padedančius išsiaiškinti pateiktos informacijos patikimumą ir paaiškina informacijos patikimumui patikrinti pasirinktą strategiją (B5.3).	klausimus padedančius išsiaiškinti pateiktos informacijos patikimumą ir argumentuotai paaiškina informacijos patikimumui patikrinti pasirinktą strategiją (B5.4).
--	--	---	---

### Gamtamokslinis tyrinėjimas (C)

1. Matote, kad dvi žvaigždės danguje yra arti viena kitos. Jums reikia nustatyti, ar jos yra dvinarės. Jūs turite galimybę naudotis geriausia pasaulio observatorija. Sudarykite matavimų, kuriuos atliksite, sąrašą, kad nustatytumėte, ar šios žvaigždės skrieja apie bendrą masės centrą.

Remdamasis pateiktu dvinarių žvaigždžių apibrėžimu ir pateiktais probleminiais klausimais formuluoja kokius astronomijos matavimo metodus taikys (C1.1).	Padedamas kelia probleminius klausimus tam, kad išsiaiškintų, kokius astronomijos matavimo metodus taikys ir formuluoja tikslus, kokius duomenis, kokias metodus surinks (C1.2).	Kelia probleminius klausimus tam, kad išsiaiškintų, kokius astronomijos matavimo metodus taikys ir formuluoja tikslus, kokius duomenis, kokias metodus surinks (C1.3).	Tikslingai kelia probleminius klausimus tam, kad išsiaiškintų, kokius astronomijos matavimo metodus taikys ir formuluoja tikslus, kokius duomenis, kokias metodus surinks (C1.4).
Patiriamas sudaro matavimų, kuriuos reikia atlikti sąrašą (C2.1).	Paaiškina, kaip nustatant atstumą tarp dvinarių žvaigždžių paralaksu galima atskirti vizualines dvinares nuo dvinarių žvaigždžių. Nurodo, kokių priemonių reikės ir kaip bus matuojamas atstumas tarp žvaigždžių paralaksu (C2.2).	Paaiškina, kaip nustatant atstumą tarp dvinarių žvaigždžių paralaksu ar jų radialinius greičius galima atskirti vizualines dvinares nuo dvinarių žvaigždžių. Nurodo kokių priemonių reikės, kas turi būti stebima ir matuojama, kad būtų nustatytas atstumas tarp žvaigždžių ir jų radialiniai greičiai (C2.3).	Paaiškina, kaip nustatant atstumą tarp dvinarių žvaigždžių paralaksu, jų radialinius greičius ar spektrus galima atskirti vizualines dvinares nuo dvinarių žvaigždžių. Nurodo kokių priemonių reikės, kas turi būti stebima ir matuojama, kad būtų nustatytas atstumas tarp žvaigždžių, jų radialiniai greičiai ir spektrai (C2.4).

2. Tarkime, naudojate profesionalams skirtą teleskopą stebėti besiplečiančias dujas. Aprašykite, kokius matavimus galėtumėte atlikti, kad nustatytumėte, ar atradote planetinį ūką, ar supernovos sprogimo liekaną.

Patiriamas įvardija, kokią informaciją reikia turėti ir kokius matavimus reikia atlikti tam, kad būtų nustatyta ar stebima supernovos sprogimo liekana (C3.1).	Remdamasis pateiktu pavyzdžiu, nurodo kokia informacija ir kokiais matavimais remiantis galima būtų nustatyti ar stebima supernovos sprogimo liekana. Įvardija, kuo planetinis ūkas skiriasi nuo supernovos sprogimo liekanos (C3.2).	Nurodo kokia informacija ir kokiais matavimais remiantis galima būtų nustatyti ar stebima supernovos sprogimo liekana. Įvardija, kuo planetinis ūkas skiriasi nuo supernovos sprogimo liekanos (C3.3).	Nurodo kokia informacija ir kokiais matavimais remiantis galima būtų nustatyti ar stebima supernovos sprogimo liekana ar planetinis ūkas (C3.4).
--	---	--	--

**Gamtos objektų ir reiškinių pažinimas (D)**

1. Išdėstykite šias žvaigždes pagal jų amžių, nuo seniausios iki jauniausios:

- Žvaigždė, kurios branduolyje nevyksta branduolinės reakcijos ir jo didelę dalį sudaro anglis ir deguonis.
- Iš vandenilio sudaryta žvaigždė, kurios branduolyje nevyksta branduolinės reakcijos.
- Žvaigždė, kurios branduolyje vandenilis virsta heliu.
- Žvaigždė, kurios branduolyje helis virsta anglimi, o apvalkale aplink branduolį vandenilis virsta heliu.
- Žvaigždė, kurios branduolyje nevyksta branduolinės reakcijos, bet vandenilis virsta heliu apvalkale aplink branduolį.

Pagrįskite pasirinktą išdėstymą.

Remdamasis pateiktais skirtingo amžiaus žvaigždžių branduoliuose vykstančių reakcijų aprašais išdėsto žvaigždes pagal jų amžių (D1.1).	Remdamasis pateiktais žvaigždžių evoliucijos etapų aprašymais išdėsto žvaigždes pagal jų amžių. Įvardija, kokios reakcijos vyksta skirtingo amžiaus žvaigždžių branduoliuose ir apvalkale (D1.2).	Išdėsto žvaigždes pagal jų amžių ir pagrindžia bent 3 atsakymus (D1.3).	Išdėsto žvaigždes pagal jų amžių ir visus atsakymus pagrindžia (D1.4).
--	---	---	--

2. Tarkime, kad žvaigždės evoliucionuoja neprarasdamos masės. Jums pateiktas dvinarių žvaigždžių sąrašas. Kiekvienoje dvinarėje žvaigždėje yra viena pagrindinės sekos žvaigždė ir vienas nematomas palydovas. Pagrindinės sekos žvaigždės yra O–M tipo. Jūsų užduotis yra nustatyti, ar kuris nors iš nematomų palydovų gali būti juodoji bedugnė. Ką stebėsite? Kodėl? (Patarimas: prisiminkite, kad dvinarėse žvaigždėse abi žvaigždės formuojasi vienu metu, tačiau jų evoliucijos greitis priklauso nuo kiekvienos žvaigždės masės.)

Taikydamas žinias apie HR diagramą ir O–M tipo žvaigždes aiškina procesus ir reiškinius vykstančius dvinarių žvaigždžių sistemose (D2.1).	Taikydamas žinias apie HR diagramą ir O–M tipo žvaigždes aiškina procesus ir reiškinius vykstančius dvinarių žvaigždžių sistemose, sieja fizikos ir astronomijos mokslų žinias į visumą – taiko Visuotinės traukos dėsnį aiškindamas apie dvinarių žvaigždžių judėjimo fliktuacijas ir žinias apie žvaigždžių šviesio kitimą (D2.2).	Taikydamas žinias apie HR diagramą ir O–M tipo žvaigždes aiškina procesus ir reiškinius vykstančius dvinarių žvaigždžių sistemose, sieja fizikos ir astronomijos mokslų žinias į visumą – taiko Visuotinės traukos dėsnį aiškindamas apie dvinarių žvaigždžių judėjimo fliktuacijas ir žinias apie žvaigždžių šviesio kitimą. Nurodo pagrindines juodosios bedugnės savybes ir būdus jas aptikti (D2.3).	Tikslingai taikydamas žinias apie HR diagramą ir O–M tipo žvaigždes paaiškina procesus ir reiškinius vykstančius dvinarių žvaigždžių sistemose, sieja fizikos ir astronomijos mokslų žinias į visumą – taiko Visuotinę traukos dėsnį aiškindamas apie dvinarių žvaigždžių judėjimo fliktuacijas ir žinias apie žvaigždžių šviesio kitimą užtemdomosiose dvinarėse žvaigždėse ir sistemose, kuriose yra juodoji bedugnė. Nurodo pagrindines juodosios bedugnės savybes ir būdus jas aptikti (D2.4).
---	--	--	--

3. Jūs gyvenate tolimoje ateityje. Jūs ir jūsų draugai buvote melagingai apkaltinti išdavyste ir nuteisti mirties bausme. Bausmės vykdymo metodas – nusiųsti jus visus į juodąją bedugnę. Jūs turite galimybę pasirinkti bausmės vykdymo vietą. Kurią juodąją bedugnę pasirinktumėte: tą, kurios masė lygi Jupiterio masei, ar tą, kurios masė lygi galaktikos masei? Kodėl? Kas nutiktų jums artėjant prie įvykių horizonto kiekvienu atveju? (Patarimas: apsvarstykite jėgų, veikiančių jūsų kojas ir galvą, didumą kai kertate įvykių horizontą kiekvienu atveju.)

Pagal tikslingai	Iš pateikto juodųjų	Pasirenka juodųjų	Argumentuodamas pasirenka
------------------	---------------------	-------------------	---------------------------

pateiktas juodųjų bedugnių savybes lygina reiškinius vykstančius jose ir atsako į užduoties klausimą (D3.1).	bedugnių savybių sąrašo pasirenka tas, kuriomis remiantis galės palyginti reiškinius vykstančius juodosiose bedugnėse ir atsako į užduoties klausimą (D3.2).	bedugnių savybes, kuriomis remiantis palygina reiškinius vykstančius juodosiose bedugnėse ir atsako į užduoties klausimą (D3.3).	juodųjų, kuriomis remiantis bedugnių savybes palygina reiškinius vykstančius juodosiose bedugnėse ir atsako į užduoties klausimą (D3.4).
--	--	--	--

4. Panaudokite žvaigždžių katalogų duomenis, sudarykite ryškiausių žvaigždžių HR diagramą, ir joje parodykite pagrindinę seką.

- Ar 90% ryškiausių žvaigždžių yra pagrindinėje HR sekoje? Paaiškinkite kodėl.
- Naudodami savo sudarytą HR diagramą atsakykite į šiuos klausimus:
- Kuri žvaigždė yra masyvesnė – Sirijus ar Kentauro Alfa?
- Rigel ir Regulus turi beveik tą patį spektrinį tipą. Kuri iš jų didesnė?
- Rigel ir Betelgeuse ryškis yra beveik vienodas. Kuri iš jų didesnė? Kuri žvaigždė yra raudonesnė?

Padedamas sudaro ryškiausių žvaigždžių HR diagramą ir atsako į užduoties klausimus (D4.1).	Konsultuodamasis sudaro ryškiausių žvaigždžių HR diagramą ir atsako į užduoties klausimus (D4.2).	Sudaro ryškiausių žvaigždžių HR diagramą ir atsako į užduoties klausimus, juos paaiškina (D4.3).	Sudaro ryškiausių žvaigždžių HR diagramą ir argumentuotai atsako į užduoties klausimus. Paaiškina, kodėl sudaryta diagrama ir atsakymai į klausimus remiantis ja nėra tikslūs (D4.4).
--	---	--	---

### Problemų sprendimas ir refleksija (E)

1. Jūsų mažasis brolis, kuris nesimokė astronomijos, žurnale perskaitė apie baltąsias nykštukes ir neutronines žvaigždes ir nusprendė, kad būtų smagu prie jų priartėti ar net pabandyti ant jų nusileisti. Ar tai būtų gera idėja kosminiam turizmui? Sudarykite sąrašą priežasčių, dėl kurių žmonėms nebūtų saugu priartėti prie baltosios nykštukės ir neutroninės žvaigždės.

Atlikdamas užduotį pasirenka kokius duomenis iš pateiktų šaltinių pasirenks užduotyje nurodytam sąrašui sudaryti. Numato, kokia eilės tvarka argumentai bus išdėstyti (pavyzdžiui, nuo silpniausio iki svariausio) (E1.1).	Atlikdamas užduotį pasirenka kokius duomenis iš kokių šaltinių pasirenks užduotyje nurodytam sąrašui sudaryti. Numato, kokia eilės tvarka argumentai bus išdėstyti (pavyzdžiui, nuo silpniausio iki svariausio). Numato, kokie gali būti pateikti kontrargumentai (E1.2).	Atlikdamas užduotį pasirenka kokius duomenis iš kokių šaltinių pasirenks užduotyje nurodytam sąrašui sudaryti. Numato, kokia eilės tvarka argumentai bus išdėstyti atsižvelgus į galimus kontrargumentus ir į adresato amžių, jo turimas žinias (E1.3).	Atlikdamas užduotį tikslingai pasirenka kokius duomenis iš kokių šaltinių pasirenks užduotyje nurodytam sąrašui sudaryti. Numato, kokia eilės tvarka argumentai bus išdėstyti atsižvelgus į galimus kontrargumentus. Parengia kelis alternatyvius sąrašus atsižvelgdamas į adresato amžių ir turimas žinias (E1.4).
Atsakydamas į nukreipiamuosius klausimus taiko žinias apie baltąsias nykštukes ir neutronines žvaigždes ir padedamas parengia užduotyje minimą sąrašą (E2.1).	Taikydamas turimas žinias apie baltąsias nykštukes ir neutronines žvaigždes parengia užduotyje minimą sąrašą (E2.2).	Tikslingai ir kūrybiškai taikydamas žinias apie baltąsias nykštukes ir neutronines žvaigždes, spinduliuotės poveikį gyviesiems organizmams parengia užduotyje minimą	Tikslingai, kūrybiškai ir argumentuotai taikydamas turimas žinias apie baltąsias nykštukes ir neutronines žvaigždes, spinduliuotės poveikį gyviesiems organizmams ir apsaugą nuo jos parengia užduotyje

		sąrašą (E2.3).	minimą sąrašą, įvertina galimą ekonominę naudą ir nuostolį (E2.4).
--	--	----------------	--

2. Atlikite žemiau pateiktą užduotį ir įsivertinkite savo pasiekimus ir pažangą mokantis apie žvaigždžių tipus, evoliuciją ir spiečius.

Jūs atradote du žvaigždžių spiečius. Pirmajame spiečiuje daugiausia yra pagrindinės sekos žvaigždžių, keletas raudonų milžinių ir keletas baltųjų nykštukių. Antrojo spiečio didžiąją dalį sudaro pagrindinės sekos žvaigždės, keletas raudonųjų milžinių ir keletas neutroninių žvaigždžių, bet nėra baltųjų nykštukių. Koks yra santykinis spiečių amžius? Atsakymą pagrįskite.

Mokytojo padedamas nustato santykinį spiečių amžių (E3.1).	Nustato santykinį spiečių amžių (E3.2).	Kritiškai vertina savo ir kitų nustatytą santykinį spiečių amžių, lygina juos tarpusavyje, ir pagrindžia vertinimą argumentais (E3.3).	Kritiškai ir argumentuotai vertina savo ir kitų nustatytą santykinį spiečių amžių, lygina juos tarpusavyje ir apibendrina (E3.4).
Pagal pateiktus kriterijus įsivertina ko nežinojo, kiek mokytojas padėjo atliekant užduotį. Padedamas mokytojo nusimato, kokias žinias apie žvaigždes, jų tipus, spiečius turi pagerinti (E4.1).	Pagal pateiktus kriterijus reflektuoja asmeninę pažangą, įvardija savo stiprybes ir tobulintinas sritis mokantis apie žvaigždžių tipus ir jų evoliuciją, spiečius, kelia tolesnius mokymosi tikslus (E4.2).	Reflektuoja asmeninę pažangą mokantis apie žvaigždžių tipus ir jų evoliuciją ir spiečius. Analizuoja, kas buvo sudėtingiausia atliekant užduotį ir įvardija savo stiprybes ir tobulintinas sritis, kritiškai vertina savo pasiekimų priežasties-pasekmės ryšius, kelia tolesnius mokymosi tikslus (E4.3).	Reflektuoja asmeninę pažangą mokantis apie žvaigždžių tipus ir jų evoliuciją ir spiečius. Analizuoja, kas buvo sudėtingiausia atliekant užduotį, įvardija savo stiprybes ir tobulintinas sritis, analizuoja ir kritiškai vertina savo pasiekimų priežasties-pasekmės ryšius, kelia tolesnius mokymosi tikslus numatydamas konkretų laikotarpį, ieško naujų mokymosi tobulinimo būdų (E4.4).

### Žmogaus ir aplinkos dermės pažinimas (F)

1. Ar ruošiantis kosminėms misijoms, susijusiomis su gyvybės paieška, būtina ypatingai kruopščiai tikrinti, kad jokie organiniai junginiai nepatektų su kosminiais aparatais į tiriamąjį objektą? Kodėl taip? Kodėl ne? (Atsakymą pagrįskite)

Įvardija teorijas apie gyvybės atsiradimą Žemėje, padedamas numato, kad organiniai junginiai patekę į tiriamą objektą taip pat gali sukelti įvairių pokyčių, tuo sutrukdydami natūralų tiriamo objekto evoliucionavimą (F1.1).	Pateikia kosminėje erdvėje vykstančių procesų pavyzdžių, susieja juos su gyvybės atsiradimu Žemėje, numato žmogaus veiklos, susijusios su organinių junginių patekimu į tiriamąjį objektą, poveikį tiriamajam objektui ir žmogui (F1.2).	Paaikškina kosminėje erdvėje vykstančius procesus, susiedamas juos su gyvybės atsiradimu Žemėje, numato žmogaus veiklos, susijusios su organinių junginių patekimu į tiriamąjį objektą, poveikį tiriamajam objektui ir žmogui (F1.3).	Argumentuotai paaiškina kosminėje erdvėje vykstančius procesus susiedamas su gyvybės atsiradimu Žemėje, numato žmogaus veiklos, susijusios su organinių junginių patekimu į tiriamąjį objektą, poveikį tiriamajam objektui ir žmogui (F1.4).
--	--	---	--

Atsakydamas į klausimus įvardija sąsajas tarp astronomijos mokslo ir technologijų (F2.1).	Pateikdamas pavyzdžių paaiškina sąsajas tarp astronomijos mokslo ir technologijų (F2.2).	Paaiškina sąsajas tarp astronomijos mokslo ir technologijų (F2.3).	Argumentuotai paaiškina sąsajas tarp astronomijos mokslo ir technologijų (F3.4).
---	--	--	--

2. Diskusija: Civilizacijos yra klasifikuojamos pagal energijos ir informacijos panaudojimo aspektus. Žmonija nėra pasiekusi I kosminės civilizacijos išsivystymo lygio. Aptarkite, kodėl taip yra.

Atsakydamas į klausimus įvardija esamos socialinės aplinkos, astronomijos mokslo žinių ir naudojamų technologijų lygius dėl kurių žmonija nėra pasiekusi I kosminės civilizacijos išsivystymo lygio (F2.1).	Pateikdamas pavyzdžių paaiškina sąsajas tarp esamos socialinės aplinkos, astronomijos mokslo žinių ir naudojamų technologijų lygių bei žmonijos išsivystymo lygio. Pateikia pavyzdžių, kurie rodo žmonijos vystymąsi pagal energijos ir informacijos panaudojimo aspektus (F2.2).	Paaiškina sąsajas tarp esamos socialinės aplinkos, astronomijos mokslo žinių ir naudojamų technologijų lygių bei žmonijos išsivystymo lygio. Paaiškina, kuo remiantis galima teigti, kad žmonija artėja prie I kosminės civilizacijos išsivystymo lygio (F2.3).	Argumentuotai paaiškina sąsajas tarp esamos socialinės aplinkos, astronomijos mokslo žinių ir naudojamų technologijų lygių bei žmonijos išsivystymo lygio. Paaiškina, kuo remiantis galima teigti, kad žmonija artėja prie I kosminės civilizacijos išsivystymo lygio (F3.4).
---	---	---	---