



Astronomija

**Specializētā kursa programmas paraugs
vispārējai vidējai izglītībai**

© Valsts izglītības satura centrs | ESF projekts Nr. 8.3.1.1/16/1/002
Kompetenču pieeja mācību saturā

Astronomija

Specializētā kursa programmas paraugs vispārējai vidējai izglītībai

Specializētā kursa programmas paraugs ir izstrādāts Eiropas Sociālā fonda projektā "Kompetenču pieeja mācību saturā" (turpmāk – Projekts).

Mācību satura izstrādi pirmsskolas, pamatizglītības un vispārējās vidējās izglītības pakāpē Projektā vadīja **Dace Namsone** un **Zane Oliņa**.

Specializētā kursa programmas parauga izstrādi un sagatavošanu publicēšanai Projektā vadīja **Mihails Basmanovs**.

Specializētā kursa programmas paraugu izstrādāja **Ilgonis Vilks** un **Inese Dudareva**.

Specializētā kursa programmas paraugu izvērtēja ārējie eksperti: mācību satura recenzente **Ausma Bruņeniece** un zinātniskais recenzents **Māris Krastiņš**.

Projekts izsaka pateicību visām Latvijas izglītības iestādēm, kas piedalījās mācību satura aprobācijā.

ISBN **978-9934-24-108-6**

Saturs

Ievads	4
Mērķis un uzdevumi	4
Mācību saturs	5
Mācību sasniegumu vērtēšanas formas un metodiskie paņēmieni	5
Mācību satura apguves norise	7
Pielikumi	32
1. pielikums. Specializētā kursa "Astronomija" plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti	32
2. pielikums. Mācību satura apguvei izmantojamie mācību līdzekļi un resursi	34

Ievads

Vispārējās vidējās izglītības dabaszinātņu mācību jomas specializētā kursa "Astronomija" programmas (turpmāk – programma) paraugs veidots atbilstoši Ministru kabineta 2019. gada 3. septembra noteikumu Nr. 416 "Noteikumi par valsts vispārējās vidējās izglītības standartu un vispārējās vidējās izglītības programmu paraugiem" 9. pielikumam "Kursu apraksti".

Programmā iekļauti:

- kursa mērķis un uzdevumi;
- mācību saturs;
- mācību sasniegumu vērtēšanas formas un metodiskie paņēmieni;
- mācību satura apguves norise.

Katram programmas tematam piedāvāti gan plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti, gan to apguvei aptuveni paredzētais laiks, izmantojamās mācību metodes un nepieciešamie mācību līdzekļi. Mācību satura apguvei izmantojamo mācību līdzekļu apkopojošs uzskaitījums pievienots 2. pielikumā.

Programmā mācību saturs ir veidots atbilstoši standartā noteiktajiem dabaszinātņu mācību jomas plānotajiem skolēnam sasniedzamajiem rezultātiem, no tiem atvasinot specializētajā kursā "Astronomija" apgūstamos plānotos skolēnam sasniedzamos rezultātus, kas iekļauti 1. pielikumā.

Mērķis un uzdevumi

Kursā "Astronomija" skolēni apgūst dabaszinātņu mācību jomā ietvertos sasniedzamos rezultātus.

Dabaszinātņu mācību jomas apguves mērķis: skolēns atpazīst noteiktas dabas parādības un procesus, kā arī dabaszinātniskus jēdzienus, piedāvā un izvērtē to skaidrojumus, izmanto pētnieciskās prasmes dabaszinātnisku un starpdisciplināru problēmu risināšanai, izvērtē riska faktoros savai un citu veselībai un drošībai, rīkojas atbildīgi, izvēlas videi draudzīgu rīcību, saprātīgi lieto dabas resursus, sekmējot sabiedrības ilgtspējīgu attīstību.

Kursa "Astronomija" apguves mērķis un uzdevumi ir dot iespēju skolēnam:

- paplašināt un padziļināt zināšanas un izpratni par astronomiskām parādībām, apkārtējo pasauli ārpus Zemes robežām, Visuma objektu uzbūvi un evolūciju;

Mācību satura apguves norisē parādīts, kā pakāpeniski tiek sasniegtas standarta prasības zināšanu apguvē, izpratnes veidošanā, kā arī prasmēs un vērtībās balstītu ieradumu attīstīšanā. Ieteicamā mācību satura apguves norise veidota, detalizēti aprakstot tematus.

Katrā tematā ir norādīti plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti, to skaitā:

- ziņas – tās apraksta nozīmīgākās temata apguves rezultātā iegūtās zināšanas un izpratni par mācību jomas lielajām idejām;
- prasmes – to apguvi skolēns demonstrē darbībā (piemēram, modelē, attēlo), kuru iespējams izmērīt;
- ieradumi – balstīti vērtībās, ko skolēns demonstrē darbībā; tos vērtē, novērojot skolēna darbību ilgākā laikposmā, īpaši situācijās, kuras ietver izvēles iespējas;
- kompleks sasniedzamais rezultāts – raksturo skolēna spēju koordinēti lietot zināšanas, prasmes un ieradumus jaunās, neierastās situācijās.

Katra temata ietvarā iekļautas arī nozīmīgākās skolēna darbības, kādas nepieciešamas šo rezultātu sasniegšanai.

Kurss "Astronomija" paredzēts 70 mācību stundām.

- iepazīt astronomijas metodes un instrumentus, Latvijai tradicionālos pētniecības virzienus;
- apzināties astronomijas zināšanu izmantošanas iespējas tehnoloģiju attīstības un sabiedrības labklājības veicināšanā.

Kursa apguves priekšnosacījumi: sasniegti visi Ministru kabineta 2019. gada 3. septembra noteikumu Nr. 416 "Noteikumi par valsts vispārējās vidējās izglītības standartu un vispārējās vidējās izglītības programmu paraugiem" 5. pielikumā minētie dabaszinātņu mācību jomas plānotie rezultāti vispārīgajā līmenī.

Mācību saturs

Vidējās izglītības pakāpē mācību saturs ir izstrādāts, fokusējoties uz skolēnam būtiskāko, lai veidotos lietpratība (kompetence) kā komplekss skolēna mācīšanās rezultāts ilgākā periodā. Mācību saturs ir organizēts saskaņā ar mācību satura būtiskākajiem pamatjēdzieniem jeb lielajām idejām, kas skolēnam jāapgūst, lai veidotos vienota izpratne par apkārtējo pasauli un sevi tajā. Lielās idejas veido mācību satura strukturālo ietvaru. Tām atbilstoši aprakstītas prasības mācību satura apguvei jeb plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti, pabeidzot noteiktu izglītības pakāpi.

Dabaszinātņu mācību jomā ir noteiktas lielās idejas, par kurām skolēns veido izpratni arī kursā "Astronomija".

- Visumā matērija sastāv no ļoti mazām daļiņām. (D.Li.1)
- Objekta kustības maiņai ir nepieciešama kopējā spēka iedarbība. (D.Li.3)
- Mūsu Saules sistēma ir ļoti maza daļa vienā no miljardiem galaktiku Visumā. (D.Li.6)

Pēc skolotāja uzskatiem tās var papildināt ar citiem 11.–13. lielo ideju sasniedzamajiem rezultātiem.

- Zinātnes uzdevums ir atrast dabā notiekošo parādību cēloņus. (D.Li.11)
- Skaidrojumi, teorijas un modeļi ir zinātniski, ja tie vislabāk atbilst konkrētajā laikā pieejamajiem novērojumiem un faktiem. (D.Li.12)
- Zinātnes lietojumam bieži vien ir ētisks, politisks, ekonomisks un sociāls konteksts. (D.Li.13)

Mācību sasniegumu vērtēšanas formas un metodiskie paņēmieni

Viens no svarīgākajiem priekšnoteikumiem, īstenojot mūsdienīgu izglītību, kuras rezultāts ir patiesa izpratne, spēja izmantot skolā apgūto neierastās situācijās un lietpratība, ir esošās vērtēšanas prakses pārvērtēšana, atbilstoši saskaņojot vērtēšanas mērķi, formu un saturu.

Vērtēšanas uzsvars mainās no skolēna mācību sasniegumu novērtēšanas uz vērtēšanu, lai uzlabotu mācīšanos. Vērtēšana, lai uzlabotu mācīšanos, ir efektīvas atgriezeniskās saites sniegšana skolēnam, dodot viņam iespēju un laiku uzlabot savu sniegumu atbilstoši plānotajiem skolēnam sasniedzamajiem rezultātiem un vērtēšanas kritērijiem.

Vērtēšana primāri ir neatņemama mācīšanās sastāvdaļa, kas gan skolotājam, gan skolēnam ļauj plānot uzlabojumus mācību procesā. Vērtēšana nav tikai vērtējuma izlikšana,

Standartā plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti mācību jomā un no tiem atvasinātie sasniedzamie rezultāti specializētajā kursa programmā ir kompleksi – galarezultāts veidojas darbībā, kura ietver gan mācību jomas zināšanas, izpratni un prasmes, gan vispārīgās jeb caurviju prasmes (turpmāk – caurviju prasmes), gan vērtībās balstītus ieradumus. Katra astronomijas kursa skolotāja viens no uzdevumiem ir tos attīstīt.

Astronomijas specializētais kurss sniedz specifiskas zināšanas, izpratni un prasmes visos trijos mācību satura apguves līmeņos (vispārīgajā, optimālajā un augstākajā līmenī). Astronomijas apguve vidējās izglītības posmā ir aktuāla, jo sniedz izpratni par astronomiju kā vienu no dinamiskākajām zinātnēm, kas var būt labs pamats turpmākajai karjerai dabaszinātņu jomā, palīdz orientēties arvien pieaugošajā informācijas plūsmā par kosmosu un formēt skolēna zinātnisko pasaules uzskatu, attīsta kritisko domāšanu, iepazīstina ar Latvijas zinātnieku sasniegumiem. Programma specifiski aplūko Latvijai (plašāk – ziemeļu puslodei) raksturīgās astronomiskās norises.

piemēram, atzīmes veidā. Vērtēšanas uzsvaru maiņa ir svarīga arī skolas līmenī. Kļūst nozīmīgi veidot sistēmas, kuras ļauj sekot līdzi katra skolēna izaugsmei un sniegt atbalstu tieši tajā laikā un vietā, kad un kur tas ir nepieciešams.

Vērtēšanai standartā ir noteikti šādi pamatprincipi.

1. Sistēmiskuma princips – mācību snieguma vērtēšanas pamatā ir sistēma, kuru raksturo regulāru un pamatotu, noteiktā secībā veidotu darbību kopums.
2. Atklātības un skaidrības princips – pirms mācību snieguma demonstrēšanas skolēnam ir zināmi un saprotami plānotie sasniedzamie rezultāti un viņa mācību snieguma vērtēšanas kritēriji.

3. Metodiskās daudzveidības princips – mācību snieguma vērtēšanai izmanto dažādus vērtēšanas metodiskos paņēmienus.
4. Iekļaujošais princips – mācību snieguma vērtēšana tiek pielāgota ikviena skolēna dažādajām mācīšanās vajadzībām, piemēram, laika dalījums un ilgums, vide, skolēna snieguma demonstrēšanas veids, piekļuve vērtēšanas darbam.
5. Izaugsmes princips – mācību snieguma vērtēšanā, īpaši mācīšanās posma noslēgumā, tiek ņemta vērā skolēna individuālā mācību snieguma attīstības dinamika.

Vērtēšanas norises laiku mācību procesā un biežumu, saturu, uzdevumu veidu, vērtēšanas formu un metodiskos paņēmienus, vērtēšanas kritērijus, vērtējuma izteikšanas veidu un dokumentēšanu izvēlas atbilstoši vienam no trim vērtēšanas mērķiem – diagnosticējošā, formatīvā vai summātīvā vērtēšana. Informācija par tiem ir apkopota tabulā.

Vērtēšanas aspekti	Vērtēšanas veidi		
	Diagnosticējošā vērtēšana	Formatīvā vērtēšana	Summatīvā vērtēšana
Vērtēšanas mērķi	Noteikt skolēna apgūtās zināšanas, izpratni, prasmes, vērtībās balstītus ieradumus un kompleksus sasniedzamos rezultātus (turpmāk – plānotos skolēnam sasniedzamos rezultātus) mācību procesa plānošanai un pilnveidei, piemēram, turpmāko plānoto skolēnam sasniedzamo rezultātu precizēšanai, mācību uzdevumu izvēlei.	Noteikt skolēna apgūtos sasniedzamos rezultātus atgriezeniskās saites sniegšanai skolēnam un skolotājam, lai uzlabotu skolēna sniegumu un plānotu turpmāko mācību procesu. Veicināt skolēna mācību motivāciju attīstīt pašvadītas mācīšanās prasmes, iesaistot viņu vērtēšanas procesā.	Noteikt skolēna apgūtos sasniedzamos rezultātus mācību rezultāta novērtēšanai un dokumentēšanai. Summatīvās vērtēšanas rezultātus var izmantot arī, piemēram, lai uzlabotu skolēna sniegumu, izvērtētu mācību procesā izmantotās metodes, pieņemtu lēmumus par turpmāko darbu.
Norises laiks mācību procesā un biežums	Ieteicams veikt temata, mācību kursa vai mācību gada sākumā.	Veic mācību procesa laikā. Skolotājs to organizē pēc nepieciešamības.	Veic mācīšanās posma (piemēram, temata, vairāku tematu vai temata loģiskās daļas, mācību gada, izglītības posma vai pakāpes) noslēgumā.
Vērtēšanas saturs	Saturu veido iepriekšējā mācīšanās posmā plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti, kuri nepieciešami turpmākā mācību satura apguvē.	Saturu veido plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti mācīšanās posma laikā.	Saturu veido plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti mācīšanās posma noslēgumā.
Vērtēšanas uzdevumu veidi	Uzdevumu veidu skolotājs izvēlas atbilstoši plānotajam skolēnam sasniedzamajam rezultātam. Tas var būt, piemēram, atbilžu izvēles uzdevums, īso atbilžu uzdevums, strukturēts uzdevums, esejas tipa uzdevums, uzdevums, kurā skolēns var demonstrēt savu sniegumu darbībā vai izstrādājot produktu.		
Vērtēšanas formas un metodiskie paņēmieni	Mutiski, rakstiski, praktiski vai kombinēti. Novērošana, saruna, aptauja, uzdevumu risināšana, darbs ar tekstu, pētījums, vizualizēšana, eseja, projekts, diskusija u. tml.		
Vērtēšanas kritēriji, to izveide	Kritēriji nepieciešami vērtēšanas objektivitātes nodrošināšanai. Kritērijus izstrādā skolotājs atbilstoši plānotajam skolēnam sasniedzamajam rezultātam, vērtēšanas formai un metodiskajam paņēmienam. Kritēriju izstrādē un vērtēšanā var iesaistīt skolēnus, lai pilnveidotu skolēna pašvadītas mācīšanās prasmes.		
Vērtējuma izteikšanas veids un dokumentēšana	Vērtējumu izsaka, dokumentē un komunicē atbilstoši mērķauditorijai (piemēram, skolēns, kolēģis, atbalsta personāls, skolas vadība, vecāks), lai mērķtiecīgi atbalstītu skolēna mācīšanos un sekotu līdzi skolēna sniegumam ilgtermiņā. Vērtējumu var izteikt apguves līmeņos, procentos, punktus, ieskaitīts/neieskaitīts u. tml.	Vērtējumu vidējās izglītības pakāpē izsaka 10 ballu skalā katrā mācību priekšmeta kursā atbilstoši plānotajiem skolēnam sasniedzamajiem rezultātiem.	

Mācību satura apguves norise

Mācību satura apguves norise ietver:

- apgūstamos tematus;
- tajos plānotos skolēnam sasniedzamos rezultātus;
- apguvei paredzēto laiku;
- nepieciešamās skolēna darbības sasniedzamo rezultātu apguvei;
- tematu apguvei izmantojamās mācību līdzekļus un metodiskos paņēmienus.

Šajā sadaļā ar detalizētu tematu ietvaru palīdzību parādīts, kā pakāpeniski tiek sasniegtas standarta prasības zināšanu apgūvē, izpratnes veidošanā, prasmēs un vērtībās balstītu ieradumu attīstīšanā.

1. Debess ķermeņu redzamā kustība un izvietojums	2. Saules sistēma un tās izpēte	3. Zvaigznes un to novērojumi	4. Visuma uzbūve un priekšstati par pasauli
---	--	--------------------------------------	--

1. Debess ķermeņu redzamā kustība un izvietojums

Ieteicamais laiks temata apguvei: 14 mācību stundas.

Temata apguves mērķis: veidot izpratni par zvaigžņu redzamo kustību un izvietojumu pie debess sfēras, modelējot debess spīdekļu kustību ar zvaigžņu kartes vai lietotņu palīdzību; pilnveidot izpratni par laika skaitīšanu, kā tā radusies un kā tā notiek mūsdienās, saistot laika skaitīšanu ar Zemes rotāciju un Zemes kustību ap Sauli; veidot prasmi veikt praktiskus debess spīdekļu novērojumus.

Sasniedzamie rezultāti

Ziņas	Prasmes
<p>Kā notiek debess spīdekļu redzamā kustība? Raugoties no Zemes, mēs redzam debess spīdekļus, kas atrodas it kā uz lielas sfēras – debess sfēras. Zemes rotācijas dēļ debess sfēra griežas, novērojama spīdekļu diennakts redzamā kustība. Debess sfērai ir divi poli – debess ziemeļpols un debess dienvidpols. Debess sfēru divās puslodēs sadala debess ekvators. Uz horizonta atrodas četras debesspuses – ziemeļi, austrumi, dienvidi, rietumi. Lielākā daļa debess spīdekļu Latvijas platuma grādos uzlec un noriet. Debess ziemeļpola apkārtne spīdekļi nenoriet. Zeme riņķo ap Sauli, tāpēc šķiet, ka Saule gada laikā pārvietojas pie debess sfēras pa ekliptiku caur zodiaka zvaigznājiem. Saules gaita pie debess sfēras Latvijā dažādos gadalaikos ir atšķirīga. Kas ir zvaigznājs? Saule kustas pa ekliptiku, tādēļ zvaigznāju redzamība dažādos gadalaikos Latvijā ir atšķirīga. Zvaigznēm ir dažāds redzamais spožums, ko mēra zvaigžņlielumos. Kā rīkoties ar zvaigžņu karti uz papīra, datorprogrammā un lietotnē? (D.Li.6. Mūsu Saules sistēma ir ļoti maza daļa vienā no miljardiem galaktiku Visumā. D.Li.11. Zinātnes uzdevums ir atrast dabā notiekošo parādību cēloņus.)</p> <p>Kā fiksē un mēra debess spīdekļu redzamo izvietojumu? Debess spīdekļu redzamību raksturo horizontālā koordinātu sistēma, kuras koordinātas ir azimuts un leņķiskais augstums. Debess spīdekļu stāvokli pie debess sfēras raksturo ekvatoriālā koordinātu sistēma, kuras koordinātas ir rektascensija un deklinācija. Kā ar datorprogrammu nosaka spīdekļu leņķisko augstumu augšējā kulminācijā? Zemes rotācijas ass vērsta uz debess poli, tāpēc debess ziemeļpola leņķiskais augstums ir vienāds ar novērojumu vietas ģeogrāfisko platumu. Kā izgatavot vienkāršu leņķiskā augstuma mērīšanas ierīci un izmērīt Polārsvaigznes leņķisko augstumu, lai noteiktu novērojumu vietas ģeogrāfisko platumu? Kā pie debess sfēras atrast Lielā Lāča, Mazā Lāča un Kasiņpejas zvaigznājus? (D.Li.6. Mūsu Saules sistēma ir ļoti maza daļa vienā no miljardiem galaktiku Visumā. D.Li.11. Zinātnes uzdevums ir atrast dabā notiekošo parādību cēloņus.)</p> <p>Kā attīstījās pasaules uzbūves modeļi? Kā veidojusies mūsdienu laika skaitīšana (24 stundu diennakts, minūte, sekunde, kalendārs (vecais stils un jaunais stils), vietējais laiks, joslu laiks)? Kā izmanto atompulkstus? Pirmā pasaules uzbūves teorija mūsu ēras sākumā bija ģeocentrisms – uzskatīja, ka pasaules centrā atrodas Zeme. Kāpēc šis modelis nav pareizs? Ģeocentrismu 15. gadsimtā nomainīja heliocentrisms – uzskatīja, ka pasaules centrā atrodas Saule. Kāpēc šis modelis nav precīzs? (D.Li.12. Skaidrojumi, teorijas un modeļi ir zinātniski, ja tie vislabāk atbilst konkrētajā laikā pieejamajiem novērojumiem un faktiem.)</p> <p>Kādi ir mūsdienu priekšattēli par kosmisko objektu izvietojumu Visumā? Kas ir astronomiskā vienība, gaismas gads un parseks? Kā izmērīja attālumu līdz zvaigznēm? Kā aprēķināt zvaigznes attālumu, zinot tās gada paralaksi? Attālums pat līdz tuvākajām zvaigznēm ir ļoti liels, to mēra gaismas gados un parsekos. Viena zvaigznāja zvaigznes atrodas dažādā attālumā, par to pārliecinās, izveidojot zvaigznāja telpisko modeli. 20. gadsimta pirmajā ceturksnī atklāja, ka pie debess sfēras redzamās zvaigznes veido lielu zvaigžņu sistēmu – mūsu Galaktiku – un ka pastāv arī citas galaktikas. Vēlāk tika noskaidrots, ka Visums ir ļoti liels, gaismas gads ar gaismas ātrumu no Visuma redzamās robežas nāk 13,8 miljardus gadu. (D.Li.6. Mūsu Saules sistēma ir ļoti maza daļa vienā no miljardiem galaktiku Visumā. D.Li.12. Skaidrojumi, teorijas un modeļi ir zinātniski, ja tie vislabāk atbilst konkrētajā laikā pieejamajiem novērojumiem un faktiem.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Lieto zvaigžņu karti vai zvaigžņu kartes lietotnes zvaigžņu redzamības noteikšanai noteiktā laikā un vietā uz Zemes. (D.V.6.1.1.) • Plāno un organizē zvaigžņu un zvaigznāju novērošanu, izvērtējot debess objektu redzamību plānotajā novērojumu laikā. (D.O.11.2.1.) • Salīdzina horizontālo koordinātu sistēmu ar ekvatoriālo koordinātu sistēmu debess spīdekļu atrašanās vietas noteikšanai. (D.V.6.1.1.) • Skaidro Polārsvaigznes leņķiskā augstuma un novērotāja atrašanās vietas ģeogrāfiskā platumā saistību. (D.O.12.1.1.) • Nosaka debess spīdekļu (Saules, Polārsvaigznes) leņķisko augstumu pie debess sfēras, izmantojot izgatavoto leņķiskā augstuma noteikšanas ierīci. (D.O.11.1.1.) • Salīdzina attālumus līdz astronomiskajiem objektiem, aprakstot Saules sistēmu, Galaktiku un Visumu, izmantojot attāluma mērvienības astronomijā. (D.V.6.1.2.) • Skaidro, kā veidojusies mūsdienu laika skaitīšanas sistēma, kā nosaka vietējo laiku un joslu laiku. (D.O.12.1.1.) • Aprēķina attālumu līdz zvaigznei, zinot tās gada paralaksi. (D.V.6.1.2.) • Skaidro zvaigznāja redzamo izskatu no Zemes un no cita skatpunkta, zinot, ka zvaigznes zvaigznājā neatrodas vienā plaknē, pamatojot skaidrojumu ar izveidoto zvaigznāja telpisko modeli. (D.A.12.1.1.)
Komplekss sasniedzamais rezultāts	Ieradumi
<ul style="list-style-type: none"> • Plāno un organizē zvaigžņu un zvaigznāju novērojumus, izvērtējot to redzamību plānotajā novērojumu laikā un vietā. (D.V.6.1.1., D.O.11.2.1., D.A.12.1.1.) • Izvērtē ģeocentriskās un heliocentriskās pasaules uzbūves teorijas zinātnisko pamatojumu un trūkumus, skaidrojot zinātniskās domas attīstību laikā. (D.O.12.2.1., D.O.12.4.1.) 	<p>Attīsta ieradumu droši veikt praktiskus astronomiskos novērojumus, tiekties pēc jaunās pieredzes, lai plānotu un veiktu debess spīdekļu novērojumus.</p>
<p>Jēdzieni: debess sfēra, ekliptika, zvaigznājs, zvaigznes spožums, zvaigžņlielums, horizontālā koordinātu sistēma, azimuts, leņķiskais augstums, ekvatoriālā koordinātu sistēma, rektascensija, deklinācija, augšējā kulminācija, ģeocentrisms, heliocentrisms, astronomiskā vienība, gaismas gads, paralakse, parseks.</p>	

Temata apguves norise

<p>Kā notiek debess spīdekļu redzamā kustība?</p>	<p>Apraksta debess ķermeņu redzamo kustību, izmantojot debess sfēras raksturlielumus (debess poli, debess ekvators, horizonts, debesspuses), saista zvaigžņu diennakts kustību ar Zemes rotāciju, lietojot modeļus, lietotnes vai virtuālo planetāriju (pieejams tiešsaistē: https://stellarium-web.org/).</p> <p>Raksturo zvaigžņu redzamību Latvijā (lēkts, riets, debesspuse, nenoriet debess ziemeļpola apkaimē), apkopo zvaigžņu novērojumu veikšanai nepieciešamo informāciju, lietojot virtuālo planetāriju (pieejams tiešsaistē: https://stellarium-web.org/).</p> <p>Definē jēdzienus “zvaigznājs”, “zvaigžņu spožums”, “zvaigžņlielums”, izmantojot informācijas avotus.</p> <p>Veic pētījumus: par Saules redzamo ceļu pie debess Latvijā dažādos gadalaikos; par Saules gada kustību pie debess (ekliptika, zodiaka zvaigznāji); par zvaigznāju redzamību dažādos gadalaikos Latvijā; par nenorietošiem zvaigznājiem, lietojot modeļus, fotogrāfijas, zvaigžņu kartes vai virtuālo planetāriju (pieejams tiešsaistē: https://stellarium-web.org/).</p> <p>Praktiski novēro un identificē nenorietošos zvaigznājus (Lielais Lācis, Mazais Lācis, Kasiopeja) debess ziemeļpola apkārtne.</p>
<p>Kā fiksē un mēra debess spīdekļu redzamo izvietojumu?</p>	<p>Debess spīdekļu atrašanās vietas noteikšanai salīdzina horizontālo koordinātu sistēmu ar ekvatoriālo koordinātu sistēmu, definējot jēdzienus “azimuts”, “leņķiskais augstums”, “rektascensija” un “deklinācija”.</p> <p>Vingrinās noteikt debess spīdekļu ekvatoriālās un horizontālās koordinātas pie debess sfēras, kā arī spīdekļa leņķisko augstumu augšējā kulminācijā ($h = 90^\circ - \varphi + \delta$), izmantojot zvaigžņu kartes, arī lietotnes (piemēram, pieejams tiešsaistē: https://stellarium-web.org/).</p> <p>Praktiski nosaka Saules augstumu pie debess, piemēram, izmantojot pie viedtālruna sāna piestiprinātu kokteiļa salmiņu, kuru virza uz Sauli tā, lai iegūtu Saules attēlu uz papīra lapas, ievērojot drošības noteikumus (neskatās uz Sauli caur salmiņu), un nosaka atbilstošo leņķisko augstumu, izmantojot transportiera lietotni viedtālrunī (piemēram, <i>Protractor</i>). Izmantojot lietotni, kurā pieejami dati par Saules augstumu novērotāja atrašanās vietā (piemēram, <i>Planetarium</i>, <i>Sun Position</i>, <i>Sun Locator Lite</i>), pārbauda iegūto Saules leņķisko augstumu novērojuma vietā mērījuma veikšanas laikā.</p> <p>Skaidro Polārzvaigznes leņķiskā augstuma un novērotāja atrašanās vietas ģeogrāfiskā platuma saistību.</p> <p>Izmantojot Saules leņķiskā augstuma noteikšanai izgatavoto ierīci, pēc Polārzvaigznes nosaka debess pola leņķisko augstumu un atrašanās vietas ģeogrāfisko platumu.</p>
<p>Kā attīstījās pasaules uzbūves modeļi?</p>	<p>Apkopo informāciju no dažādiem avotiem un veido pārskatu par laika skaitīšanu vēsturiskā griezumā: kāpēc diennakti ir 24 stundas; kā ieviesa minūtes un sekundes; kādas ir laika joslas; kā nosaka vietējo laiku; ar ko atšķiras kalendāri pēc vecā un jaunā stila; kā nosaka precīzu laiku mūsdienās.</p> <p>Izveido atgādni ar stratēģiju par laika skaitīšanu, šķērsojot vairākas laika joslas – ceļojot Zemes rotācijas virzienā un pretēji tam (jeb ceļojot no A uz R un no R uz A).</p> <p>Salīdzina pasaules uzbūves teorijas – ģeocentrismu un heliocentrismu –, diskutē par katras teorijas izveidošanās cēloņiem un precizitāti, lai izprastu saistību starp zinātniskās domas attīstību un cilvēces uzkrāto zināšanu apjomu.</p>
<p>Kādi ir mūsdienu priekšstatī par kosmisko objektu izvietojumu Visumā?</p>	<p>Iepazīstas ar attālumu mērvienībām astronomijā – astronomiskā vienība, gaismas gads un parseks – un to savstarpējo saistību, ilustrējot ar piemēriem minēto mērvienību izmantošanas mērogus.</p> <p>Nosaka attālumu līdz tuvākajām zvaigznēm, zinot zvaigznes paralaksi un izmantojot gada paralakses formulu $r = 1/\pi$ (attāluma mērvienība – parseks).</p> <p>Veido izvēlēta zvaigznāja telpisko modeli, atrodot informācijas avotos attālumus līdz zvaigznāja zvaigznēm no Zemes. Izmantojot izveidoto zvaigznāja telpisko modeli, demonstrē atšķirības, kā izskatās zvaigznājs, ja to vēro no Zemes un no cita skatpunkta.</p> <p>Vērojot video par kosmisko ceļojumu no Zemes līdz Visuma robežai un atpakaļ (piemēram, pieejams tiešsaistē: https://youtu.be/17jymDn0W6U), spriež par attālumiem Visumā starp dažādiem debess objektiem (Saules sistēmas planētām, zvaigznēm, galaktikām).</p>

Mācību līdzekļi

Mācību materiāli

- Virtuālais planetārijs *Stellarium* [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 8. maijā]. Pieejams: instalējamā versija <https://stellarium.org/lv>; tiešsaistes versija <https://stellarium-web.org/>
- Mācību video par kosmisko ceļojumu no Zemes līdz Visuma robežai un atpakaļ [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 8. maijā]. Pieejams: <https://youtu.be/17jymDnOW6U>
- Metodiskais materiāls: kā nosaka Saules un Polārzaigznes augstumu pie debess. *iSky: Smart Measurements of the Heavens* (2014). Smartphones in Science Teaching. iStage2. 16–18 [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 5. jūnijā]. Pieejams: https://www.science-on-stage.eu/sites/default/files/material/smartphones_in_science_teaching.pdf
- Bruņeniece, A., Dudareva, I. *Saules leņķiskā augstuma noteikšana*: darba lapa un metodiskie komentāri. Astronomijas jautājumi fizikas stundās vidusskolā. Interaktīvās darba lapas. Lielvārds. Pieejams: <https://soma.lv/>
- Bruņeniece, A., Dudareva, I. *Zvaigžņotās debess grozāmā karte*: darba lapa un metodiskie komentāri. Astronomijas jautājumi fizikas stundās vidusskolā. Interaktīvās darba lapas. Lielvārds. Pieejams: <https://soma.lv/>
- Bruņeniece, A., Dudareva, I. *Orientēšanās zvaigžņotajās debesīs*: darba lapa un metodiskie komentāri. Astronomijas jautājumi fizikas stundās vidusskolā. Interaktīvās darba lapas. Lielvārds. Pieejams: <https://soma.lv/>
- Bruņeniece, A., Dudareva, I. *Zvaigznāja modelis*: darba lapa un metodiskie komentāri. Astronomijas jautājumi fizikas stundās vidusskolā. Interaktīvās darba lapas. Lielvārds. Pieejams: <https://soma.lv/>

Darba piederumi

- Kokteiļa salmiņš, viedtālrunis, knaģis salmiņa piestiprināšanai pie viedtālruna; *Android* vai *iOS* lietotnes – transportieris (piemēram, *Protractor*) un lietotne, kurā pieejami dati par Saules augstumu novērotāja atrašanās vietā (piemēram, *Planetarium*, *Sun Position*, *Sun Locator Lite*).
- Zvaigžņu karte.

Citi ieteicamie resursi

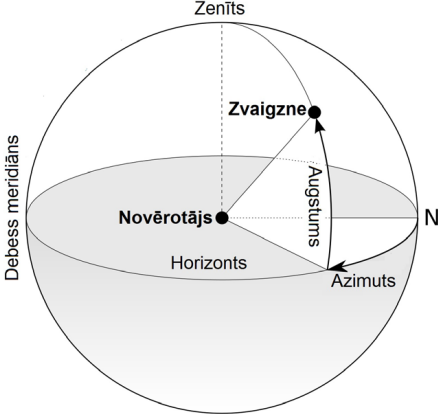
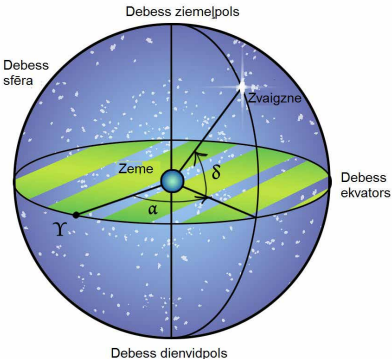
- Bruņeniece, A., Dudareva, I. *Zvaigznāji*: darba lapa un metodiskie komentāri. Astronomijas jautājumi fizikas stundās vidusskolā. Interaktīvās darba lapas. Lielvārds. Pieejams: <https://soma.lv/>
- Docenko, D., Dudareva, I. *Astronomija vidusskolai*: padziļināts kurss. Temats: sfēriskā astronomija [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams reģistrējoties: <https://edu.lu.lv/enrol/index.php?id=1989>
- *Līdz Visuma robežai*: LU Open Minded video [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: <https://youtu.be/4mpQ-0a0MsA>
- *No plakanās Zemes līdz tumšajai enerģijai*: LU Open Minded video [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: <https://youtu.be/mPMKUEvADRI>
- Vilks, I. (2022). Dzīvnieki debesīs. *Zvaigžņotā Debess*. Ziemā 2021/2022 (254), 42.–49. lpp.
- *Visuma uzbūve*: prezentācija. ESF projekts “Dabaszinātnes un matemātika”. Fizika. Vizuālie materiāli 12. klasei [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/fiz/IT/VM_F_12/index.html
- *Visums un tā izpēte*: prezentācija. ESF projekts “Dabaszinātnes un matemātika”. Fizika. Vizuālie materiāli 12. klasei [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/fiz/IT/VM_F_12/index.html

Starppriekšmetu saikne

Ģeogrāfija	Tematā izmanto ģeogrāfijas un dabaszinību stundās apgūtās zināšanas par Zemes rotāciju, Saules ceļu pie debesīm, ģeogrāfisko platumu un laika skaitīšanu.
-------------------	---

Metodiskais komentārs

<p>Ieteikums laika plānojumam</p>	<p>1.1. Debess sfēras elementi. Zvaigžņu diennakts kustība Latvijā. 1.2. Saules gaita pie debesīm Latvijā dažādos gadalaikos. 1.3. Zvaigznāju redzamība dažādos gadalaikos Latvijā. Zvaigžņu kartes un lietotnes. 1.4. Skolēnu darbs ar <i>Stellarium</i> vai atbilstošu lietotni, iepazīstot zvaigznājus un debess kustību. 1.5. Horizontālā un ekvatoriālā koordinātu sistēma. 1.6. Skolēnu darbs ar <i>Stellarium</i> vai atbilstošu lietotni, vingrinoties izmantot ekvatoriālās un horizontālās koordinātas. 1.7. Kārtējais pārbaudes darbs. 1.8. Polārzcirņa leņķiskā augstuma un novērotāja atrašanās vietas ģeogrāfiskā platuma saistība. Praktiskais darbs: leņķiskā augstuma mērīšanas ierīces izgatavošana un Saules leņķiskā augstuma noteikšana. 1.9. Laika skaitīšana vēsturiskā griezumā. 1.10. Pasauls uzbūves priekšstatu vēsturiskā attīstība. Ģeocentrisms un heliocentrisms. 1.11. Zvaigžņu izpētes vēsture. Zvaigžņu attāluma noteikšana, izmantojot paralaksi. 1.12. Praktiskais darbs: zvaigznāja telpiskā modeļa izgatavošana. 1.13. Visuma uzbūves iepazīšana, izmantojot kosmiskā ceļojuma mācību video. 1.14. Noslēguma pārbaudes darbs. Skolotājs, ievērojot savu pieredzi vai skolēnu vajadzības, laika plānojumu tematā korigē pēc saviem ieskatiem.</p>
<p>Pētnieciskā darbība</p>	<p>Šajā tematā akcentē debess spīdekļu leņķiskā augstuma noteikšanu ar vienkāršiem paņēmieniem, lai izprastu Polārzcirņa leņķiskā augstuma un novērotāja atrašanās vietas ģeogrāfiskā platuma saistību.</p>
<p>Digitālo rīku lietojums</p>	<p>Šajā tematā ir iespējams efektīvi izmantot digitālos rīkus: 1) tiešsaistes planetārija programmu <i>Stellarium</i>, lai modelētu debess spīdekļu izvietojumu un kustību; 2) lietotnes viedtālrunī leņķa noteikšanai (piemēram, <i>Protractor</i>) un datu iegūšanai par Saules augstumu novērotāja atrašanās vietā novērojumu brīdī (piemēram, <i>Planetarium</i>, <i>Sun Position</i>, <i>Sun Locator Lite</i>). Digitālie rīki ļauj vairāk uzmanības veltīt spriešanai un palīdz ieraudzīt kopsakarības.</p>

<p>Horizontālās un ekvatoriālās koordinātu sistēmas salīdzinājums</p>	<p>Horizontālā koordinātu sistēma</p> <p>Saistīta ar horizonta plakni (novērotāja atrašanās vietu). Zvaigžņu koordinātas mainās.</p>  <p>Attēls adaptēts no: https://en.wikipedia.org/wiki/Horizontal_coordinate_system#/media/File:Azimuth-Altitude_schematic.svg (TWC Carlson)</p>		<p>Ekvatoriālā koordinātu sistēma</p> <p>Saistīta ar rotējošo debess sfēru. Zvaigžņu koordinātas nemainās.</p>  <p>Attēls adaptēts no: https://quantumredpill.files.wordpress.com/2013/01/eq-coord.jpg</p>		
	<p>Raksturojums</p>	<p>Koordinātas</p>	<p>Koordinātu izmaiņas</p>	<p>Koordinātas</p>	<p>Koordinātu izmaiņas</p>
	<p>Koordinātas</p>	<p>A – azimuts</p>	<p>h – leņķiskais augstums</p>	<p>α – rekstascensija</p>	<p>δ – deklinācija</p>
<p>Koordinātu izmaiņas</p>	<p>0 ... 360°</p>	<p>$\pm 90^\circ$</p>	<p>0 ... 24^h</p>	<p>$\pm 90^\circ$</p>	
<p>Jaunu zināšanu konstruēšana</p>	<p>Pie vairākiem rezultātiem šī temata ietvaros skolēns var nonākt patstāvīgi vai sadarbojoties mazā grupā, piemēram, salīdzinot attālumus starp Saules sistēmas, Galaktikas un Visuma objektiem, kā arī analizējot zvaigznāja zvaigžņu izvietojumu, raugoties no Zemes un no cita skatpunkta.</p>				
<p>Skolēnu kļūdainie priekšstati</p>	<p>Jāuzsver, ka debess spīdekļu redzamā kustība diennaktis un gada laikā ir divu kustību – Zemes rotācijas ap asi un Zemes kustības ap Sauli rezultāts. Mums tikai šķiet, ka atrodamies uz nekustīgas Zemes un Saule un zvaigznes kustas debesīs.</p> <p>Mēs uztveram zvaigznāju kā vienotu zvaigžņu un citu objektu sakopojumu noteiktā debess apgabalā. Faktiski zvaigznes, galaktikas un citi zvaigznājā izvietotie objekti atrodas ļoti dažādā attālumā.</p>				

Papildiespējas

Tā kā klasē nav iespējams veikt zvaigžņotās debess novērojumus, skolēniem uzdod patstāvīgo darbu mājās, kas veicams ilgākā laika periodā, vai organizē zvaigžņotās debess novērojumus kopā ar skolēniem vakarā ārpus mācību stundām.

- Identificēt zvaigznājus debess ziemeļpola apkaimē.
- Ar izgatavoto leņķiskā augstuma mērīšanas ierīci pēc Polārzvaigznes noteikt debess ziemeļpola leņķisko augstumu un novērojumu vietas ģeogrāfisko platumu.

1. Debess ķermeņu redzamā kustība un izvietojums	2. Saules sistēma un tās izpēte	3. Zvaigznes un to novērojumi	4. Visuma uzbūve un priekšstati par pasauli
---	--	--------------------------------------	--

2. Saules sistēma un tās izpēte

Ieteicamais laiks temata apguvei: 16 mācību stundas.

Temata apguves mērķis: pilnveidot izpratni par Saules sistēmas uzbūvi un tās objektu fizikālajām īpašībām, Saules sistēmas planētu kustības likumiem, Saules sistēmas izpētes metodēm un rezultātiem.

Sasniedzamie rezultāti

Ziņas	Prasmes
<p>Kā notiek Saules sistēmas planētu kustība? Saules sistēmā ir astoņas lielās planētas (Merkurs, Venēra, Zeme, Marss, Jupiters, Saturns, Urāns, Neptūns), kas kustas Saules gravitācijas laukā pa eliptiskām orbītām (Pirmais Keplera likums). Eliptisku orbītu raksturo orbītas lielā pusass, apriņķošanas periods, orbītas fokuss, perihēlijs un afēlijs. Perihēlijā planētas kustības ātrums ir vislielākais, bet afēlijā – vismazākais (Otrā Keplera likuma būtība). Kādos attālumos no Saules atrodas planētas, kā planētu izvietojumu attēlo mēroga modeļos? Kāda matemātiskā sakarība pastāv starp planētas orbītas lielo pusasi, apriņķošanas periodu (Trešais Keplera likums)? Kā Trešo Keplera likumu izmantot planētas apriņķošanas perioda aprēķināšanai, ja zināma orbītas lielā pusass, un otrādi? (D.Li.3. Objekta kustības maiņai ir nepieciešama kopējā spēka iedarbība. D.Li.6. Mūsu Saules sistēma ir ļoti maza daļa vienā no miljardiem galaktiku Visumā.)</p> <p>Kādas ir planētu un citu Saules sistēmas debess ķermeņu fizikālās īpašības? Planētas iedala divās grupās: Zemes grupas planētas un milzu planētas. Kādas ir planētu fizikālās īpašības, kādi ir to pavadoņu raksturlielumi? Saules sistēmā ir dažādi mazie ķermeņi – pundurplanētas, komētas, asteroidi un meteoroidi. Kādas ir to fizikālās īpašības? Kāda ir atšķirība starp meteoroidu, meteoru un meteorītu? Ar ko atšķiras asteroidu josla un Koopera josla? Kā notiek Mēness kustība ap Zemi? Riņķojot ap Zemi, Mēnesi dažādi apgaismo Saule, tāpēc mainās Mēness fāzes (jaunmēness, pirmais ceturksnis, pilnmēness, pēdējais ceturksnis). Mēness reālā ietekme uz Zemi (apgaismojuma izmaiņas, paisumi un bēgumi) un šķietamā ietekme (augu augšana, cilvēku uzvedība). Kā ar neapbruņotu aci novērot Mēness fāžu izmaiņas un planētas? (D.Li.6. Mūsu Saules sistēma ir ļoti maza daļa vienā no miljardiem galaktiku Visumā. D.Li.12. Skaidrojumi, teorijas un modeļi ir zinātniski, ja tie vislabāk atbilst konkrētajā laikā pieejamajiem novērojumiem un faktiem.)</p> <p>Kā izmanto kosmiskās raķetes, satelītus un starplanētu zondes? Kā reaktīvās kustības principu izmanto kosmiskajās raķetēs? Kad un kā sākās lidojumi kosmosā? Kāpēc nepieciešamas vairākas raķešu pakāpes? Kā simulēt raķetes lidojumu, izmantojot datorprogrammas? Pieaugot kosmiskā ķermeņa kustības ātrumam, tā orbīta mainās no riņķveida uz eliptisku, parabolisku un tad hiperbolisku. Ar pirmo kosmisko ātrumu ķermenis kustas pa riņķveida orbītu. Ar otro kosmisko ātrumu ķermenis kustas pa parabolisku orbītu. Kā aprēķināt pirmo un otro kosmisko ātrumu uz Zemes? Satelītus, kas riņķo ap Zemi, izmanto sakariem, navigācijai, Zemes izpētei, meteoroloģiskajiem novērojumiem, kosmosa novērojumiem. Kādus rezultātus ieguvušas starplanētu zondes, kas veic Saules sistēmas planētu un mazo ķermeņu izpēti? Kā sākās un notiek pilotējamie lidojumi ap Zemi un uz Mēnesi? Kā izmanto kosmosa stacijas? Kādas ir starplanētu ceļojumu problēmas un perspektīvas? (D.Li.3. Objekta kustības maiņai ir nepieciešama kopējā spēka iedarbība. D.Li.13. Zinātnes lietojumam bieži vien ir ētisks, politisks, ekonomisks un sociāls konteksts.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Klasificē Saules sistēmas objektus pēc to būtiskākajām pazīmēm – Zemes grupas planētas, milzu planētas, pavadoņi, komētas, asteroidi, meteoroidi. (D.O.6.1.2.) • Analizē gravitācijas nozīmi Saules sistēmas objektu kustībā, skaidro un salīdzina pētīšanas metodes. (D.A.6.2.1.) • Veido Saules sistēmas virtuālo modeli mērogā un izvērtē modeļa priekšrocības un trūkumus. (D.O.12.2.1.) • Salīdzina planētu kustību ap Sauli un mākslīgo pavadoņu kustību ap Zemi, aprakstot objekta kustības ātruma maiņu pa riņķveida un eliptiskām orbītām, novērtējot apriņķošanas periodu, pirmo un otro kosmisko ātrumu. (D.O.3.1.3.) • Modelē virtuāli raķetes lidojumu, demonstrējot reaktīvās kustības principu, un raķetes orbītas maiņu, pieaugot kosmiskajam ātrumam. (D.V.12.2.2.) • Plāno un organizē Mēness fāžu, planētu un satelītu novērojumus, izvērtējot debess objektu redzamību plānotajā novērojumu laikā. (D.O.11.2.1.)

Komplekss sasniedzamais rezultāts	Ieradumi
<ul style="list-style-type: none"> • Formulē Trešo Keplera likumu, saskatot un analizējot likumsakarības starp Saules sistēmas objektu raksturlielumiem (vidējais attālums no Saules, apriņķošanas periods), izmantojot Saules sistēmas objektu raksturlielumu datu tabulas, veidojot un izmantojot daudzveidīgus matemātiskos modeļus. (D.O.6.2.2., D.O.12.2.2.) • Prognozē starpplanētu ceļojumus, to iespējamību un ierobežojumus, argumentējot kosmisko pētījumu un tehnoloģiju nepieciešamību ilgtspējīgai attīstībai, izvērtējot to novitāti, ekonomisko un sociālo ietekmi. (D.A.6.2.1., D.O.13.1.1.) 	<p>Attīsta ieradumu lietot informācijas tehnoloģijas, tiekties pēc jaunas pieredzes, lai veidotu dabas parādību un tehnoloģisku norišu virtuālus modeļus.</p>
<p>Jēdzieni: planēta, pundurplanēta, pavadoņi, komēta, asteroīds, meteorīts, orbīta, orbītas lielā pusass, apriņķošanas periods, kosmiskā raķete, kosmosa kuģis, satelīts, starpplanētu zonde, pirmais kosmiskais ātrums, otrs kosmiskais ātrums, kosmiskais teleskops.</p>	

Temata apguves norise

<p>Kā notiek Saules sistēmas planētu kustība?</p>	<p>Aktualizē, ka planētas kustas pa eliptiskām orbītām ap Sauli tās gravitācijas laukā. Iepazīst un lieto eliptiskās orbītas raksturlielumus – “orbītas lielā pusass”, “apriņķošanas periods”, “orbītas fokuss”, “perihēlijs” un “afēlijs” –, lai raksturotu planētu kustību ap Sauli. Apraksta planētu kustību ap Sauli, lietojot Pirmo un Otro Keplera likumu, secina par planētas kustības ātruma izmaiņām orbītā ap Sauli.</p> <p>Veido virtuālu Saules sistēmas modeli lietotnē <i>Google Maps</i>, izvēloties piemērotu attāluma mērogu (piemēram, 1 au = 1 km), par Saules atrašanās vietu izvēloties savu skolu, apkopojot modeļa izveidei nepieciešamo informāciju no dažādiem avotiem. Salīdzina izveidoto Saules sistēmas modeli ar NASA Saules sistēmas reāllaika modeli (pieejams tiešsaistē: https://solarsystem.nasa.gov/, ekrāna augšējā daļā jāizvēlas animētā Saules sistēmas piktogramma) un spriež par līdzīgu un atšķirīgu abos modeļos. Diskutē par iespējām un ierobežojumiem izveidot Saules sistēmas modeli savas skolas apkārtnē.</p> <p>Veic izpēti, sadarbojoties grupās, lai noskaidrotu matemātisko sakarību starp Saules sistēmas planētu orbītas lielo pusasi a un apriņķošanas periodu T, izmantojot Saules sistēmas planētu raksturlielumu datus (vidējais attālums no Saules a un apriņķošanas periods T). Matemātisko sakarību var iegūt, modelējot to grafiski kādā no grafiskajām lietotnēm (piemēram, pieejams tiešsaistē: https://www.desmos.com/calculator vai https://www.geogebra.org/graphing?lang=lv). Formulē saskatīto sakarību – Trešo Keplera likumu: $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}$ – un pārbauda to ar pundurplanētas Cereras datiem.</p> <p>Vingrinās aprēķināt debess objektu un mākslīgo pavadoņu apriņķošanas periodu, kustības vidējo orbitālo ātrumu, attālumu no debess objekta, ko apriņķo.</p>
<p>Kādas ir planētu un citu Saules sistēmas debess ķermeņu fizikālās īpašības?</p>	<p>legūst un analizē informāciju par planētu fizikālajām īpašībām, secina, kas kopīgs un kas atšķirīgs Zemes grupas planētām un milzu planētām. Izveidotajā Saules sistēmas modelī katras planētas atrašanās vietā izveido interaktīvu informatīvo plāksnīti, kurā ievietots planētas attēls, kā arī planētas raksturlielumi (piemēram, virsmas temperatūra, masa, pavadoņu skaits, atmosfēras esamība, sastāvs).</p> <p>Iepazīstas ar Saules sistēmas mazajiem ķermeņiem – pundurplanētām, komētām, asteroīdiem un meteoroīdiem, to atrašanās vietu (asteroīdu josla un Koiperas josla), spriež par mazo ķermeņu raksturlielumiem un fizikālajām īpašībām, lai skaidrotu Saules sistēmas sastāvu.</p> <p>Skaidro, kas ir meteoroīds, meteors un meteorīts. Veic praktisku pētījumu, lai noskaidrotu, vai atrastais akmens ir meteorīts, iepazīstoties ar meteorītu identificēšanas metodēm (piemēram, izmantojot informatīvo materiālu “Meteorīti un nemeteorīti”, pieejams tiešsaistē: http://www.meteoriti.lv/mid/).</p> <p>Modelē meteorīta trieciena ietekmi uz Zemes virsmu atkarībā no meteorīta diametra, krišanas leņķa, krišanas ātruma, meteorīta materiāla un trieciena virsmas blīvuma, lietojot Meteorītu trieciena sadursmes kalkulatoru (pieejams tiešsaistē: http://down2earth.eu/impact_calculator/planet.html?lang=en-US; iespējams izmantot lietotni latviešu valodā), un analizē trieciena sekas.</p> <p>Aktualizē, kādas ir Mēness fāzes un kā veidojas aptumsumi. Modelē Mēness kustību ap Zemi, lai demonstrētu Mēness fāžu maiņu (jaunmēness, pirmais ceturksnis, pilnmēness, pēdējais ceturksnis). Pēta Mēness fāžu maiņu, izmantojot virtuālo planetāriju <i>Stellarium</i> (pieejams tiešsaistē: https://stellarium-web.org/), atbildot uz problēmjautājumiem: cik liels ir Mēness fāžu maiņas periods?, kā noteikt, vai Mēness ir augošs vai dilstošs?, vai šo metodi var izmantot, ja atrodas Austrālijā vai Dienvidāfrikā?, kurā fāzē Mēness nav redzams?, kurā fāzē notiek Saules un Mēness aptumsumi?.</p> <p>Sagatavojas diskusijai un diskutē par Mēness reālo ietekmi (apgaisojuma izmaiņas, paisumi un bēgumi) un šķietamo ietekmi (augu augšana, cilvēku uzvedība) uz Zemi. Praktiski veic Mēness fāžu un Saules sistēmas planētu novērojumus (ja ir iespēja, veic debess objektu fotografēšanu).</p>

<p>Kā izmanto kosmiskās raķetes, satelītus un starplanētu zondes?</p>	<p>Apraksta reaktīvās kustības principus kosmiskajos lidojumos. Vērojot video par raķešu pacelšanos (piemēram, pieejams tiešsaistē: https://youtu.be/su9EVeHqizY) un analizējot informāciju par kosmisko raķešu uzbūvi (piemēram, pieejams tiešsaistē: https://www.spacex.com/), spriež par raķešu vairāku pakāpju nozīmi. Modelē raķetes startu un lidojumu, lietojot simulācijas (piemēram, lietotni <i>Spaceflight Simulator</i>).</p> <p>Skaidro, kas ir pirmais un otrais kosmiskais ātrums uz Zemes un kādi lielumi to ietekmē. Apraksta kosmisko aparātu orbītu formu (riņķveida, eliptiska, paraboliska, hiperboliska), saistot tās ar kosmiskajiem ātrumiem un izmantojot jēdzienus “perigejs” un “apogejs”. Veido infolapu, kurā uzskatāmi attēlo, kas ir kosmiskie ātrumi un kādi lielumi tos ietekmē.</p> <p>Vingrinās aprēķināt pirmo un otro kosmisko ātrumu uz Zemes un citām Zemes grupas planētām vai pavadoņiem, piemēram: “Ar cik lielu ātrumu jāriņķo pavadonim ap Zemi noteiktā orbītā?”; “Salīdzini pirmo kosmisko ātrumu uz Zemes un uz Mēness!”; “Līdz cik lielam ātrumam jāpaātrina kosmiskā raķete, lai tā varētu iziet no orbītas ap Zemi?”.</p> <p>Iepazīstas ar satelītu izmantošanas jomām (sakariem, navigācijai, Zemes izpētei, meteoroloģiskajiem novērojumiem, kosmosa novērojumiem) un spriež par satelītu lietošanas ietekmi uz cilvēka dzīves kvalitāti.</p> <p>Praktiski veic satelītu novērojumu, noskaidrojot, cik un kurā debess pusē būs novērojams kāds satelīts (piemēram, pieejams tiešsaistē: https://james.darpanian.com/satellites/).</p> <p>Sadarbojoties pāros vai nelielās grupās, apkopo informāciju no dažādiem avotiem par Saules sistēmas planētu un mazo ķermeņu izpēti ar kosmiskajiem aparātiem. Veido kopdokumentā vai uz virtuālās sienas (piemēram, pieejams tiešsaistē: https://padlet.com/) kopīgu Saules sistēmas un mazo ķermeņu izpētes laika līniju, kurā attēloti būtiskākie notikumi un sasniegumi. Katra grupa komunicē par sava darba rezultātu, pamatojot, kāpēc izvēlētais notikums ir būtisks.</p> <p>Iepazīstas ar videomateriāliem un/vai informāciju no dažādiem avotiem par pilotējamie lidojumiem ap Zemi un uz Mēnesi (piemēram, pieejams tiešsaistē: https://replay.lsm.lv/lv/ieraksts/lr/43570/pilotejamie-lidojumi-kosmosa-izpete [no 16:00 min]; Ņūtona likumi kosmosā, pieejams tiešsaistē: https://youtu.be/-gAMZbeL2ts), izveidojot infografikas: pilotējamie lidojumi ap Zemi; Mēness apgūšana; kosmisko staciju izmantošana. Spriež par pilotējamo lidojumu mērķiem.</p> <p>Sagatavojas diskusijai un diskutē grupās par starplanētu ceļojumu perspektīvām un problēmām, argumentējot kosmisko pētījumu un tehnoloģiju nepieciešamību ilgtspējīgai attīstībai, izvērtējot to novitāti, ekonomisko un sociālo ietekmi. Diskutē par starplanētu ceļojumu atspoguļojumu fantastikas grāmatās un filmās.</p>
--	--

Mācību līdzekļi

Mācību materiāli

- NASA Saules sistēmas reāllaika modelis [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 5. jūnijā]. Pieejams: <https://solarsystem.nasa.gov/>
- Meteorīti un nemeteorīti: Meteorītu muzeja informatīvais materiāls [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 5. jūnijā]. Pieejams: <http://www.meteoriti.lv/mid/>
- Meteorītu triecienu sadursmes kalkulators [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 5. jūnijā]. Pieejams: http://down2earth.eu/impact_calculator/planet.html?lang=en-US (iespējams izvēlēties latviešu valodu)
- Virtuālais planetārijs Stellarium [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 8. maijā]. Pieejams: instalējamā versija <https://stellarium.org/lv/>; tiešsaistes versija <https://stellarium-web.org/>
- *If Rockets were Transparents*: mācību video par kosmisko raķešu pacelšanos un lidojumu [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 5. jūnijā]. Pieejams: <https://youtu.be/su9EVeHqizY>
- Space X kosmisko raķešu uzbūve [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 5. jūnijā]. Pieejams: <https://www.spacex.com/>
- Satelītu redzamība konkrētajā vietā uz Zemes [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 5. jūnijā]. Pieejams: <https://james.darpanian.com/satellites/>
- Pilotējamie lidojumi kosmosā izpētē (no 16:00 min) [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 5. jūnijā]. Pieejams: <https://replay.lsm.lv/lv/ieraksts/lr/43570/pilotejamie-lidojumi-kosmosa-izpete>
- Bruņeniece, A., Dudareva, I. *Pavadoņu kustība*: darba lapa un metodiskie komentāri. Astronomijas jautājumi fizikas stundās vidusskolā. Interaktīvās darba lapas. Lielvārds. Pieejams: <https://soma.lv/>

Citi ieteicamie resursi

- Bendikss, H. (2022). Tagad kosmodromi būs jūrā. *Ilustrētā Zinātne*. Aprīlis 2022 (197), 26.–35. lpp.
- Bērziņš, K. (2021). Vai arī Tavā pagalmā ir meteorīts? *Zvaigžņotā Debess*. Vasara 2021 (252), 6.–11. lpp.
- Bruņeniece, A., Dudareva, I. *Planētu kustība Saules sistēmā*: darba lapa un metodiskie komentāri. Astronomijas jautājumi fizikas stundās vidusskolā. Interaktīvās darba lapas. Lielvārds. Pieejams: <https://soma.lv/>
- Bruņeniece, A., Dudareva, I. *Keplera likumi*: darba lapa un metodiskie komentāri. Astronomijas jautājumi fizikas stundās vidusskolā. Interaktīvās darba lapas. Lielvārds. Pieejams: <https://soma.lv/>
- Docenko, D., Dudareva, I. *Astronomija vidusskolai*: padziļināts kurss. Temati: Saules sistēma, debess mehānikas elementi, kosmonautika [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams reģistrējoties: <https://edu.lu.lv/enrol/index.php?id=1989>
- Eiropas Kosmosa aģentūras mācību video par bezsvara ietekmi uz cilvēka organismu [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 31. maijā]. Pieejams: <https://youtu.be/G0o5zjH8GgA>
- Eiropas Kosmosa aģentūras mācību video par Ņūtona likumiem bezsvara apstākļos kosmiskajā stacijā [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 31. maijā]. Pieejams: <https://youtu.be/-gAMZbeL2ts>
- Gills, M. (2022). Laižam raķeti telefonā. *Zvaigžņotā Debess*. Pavasaris 2022 (255), 39. lpp.
- *Kā kosmos ietekmē zemi? Izdoma un fakti*: LU Open Minded video [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 31. maijā]. Pieejams: <https://youtu.be/xVyA2Jwjq-s>

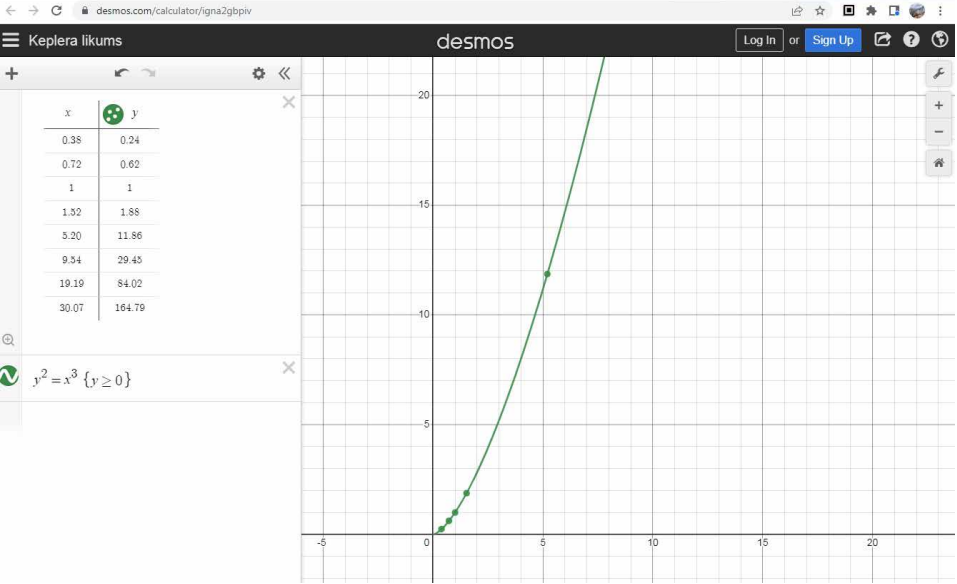
- Vilks, I. *Kosmisko lidojumu aktualitātes*. Astronomija vidusskolai: padziļināts kurss [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 31. maijā]. Pieejams: <https://youtu.be/WzXdnOvy5Uo>
- *Visuma uzbūve*: prezentācija. ESF projekts “Dabaszinātnes un matemātika”. Fizika. Vizuālie materiāli 12. klasei [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/fiz/IT/VM_F_12/index.html
- *Visums un tā izpēte*: prezentācija. ESF projekts “Dabaszinātnes un matemātika”. Fizika. Vizuālie materiāli 12. klasei [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/fiz/IT/VM_F_12/index.html

Starppriekšmetu saikne

Fizika	Tematā izmanto fizikas stundās apgūtās zināšanas par gravitācijas lauku un kustību, skaidrojot ķermeņu kustību gravitācijas laukā Saules sistēmā.
Matemātika	Tematā izmanto matemātikas stundās apgūtās zināšanas par funkciju vienādojumiem un prasmes lietot grafiskos kalkulatorus, lai modelētu matemātiskās sakarības caur dotajiem punktiem.

Metodiskais komentārs

<p>Ieteikums laika plānojumam</p>	<p>2.1. Planētu kustība Saules gravitācijas laukā. Pirmais un Otrais Keplera likums. 2.2. Praktiskais darbs: Saules sistēmas modeļa veidošana. 2.3. Trešais Keplera likums. 2.4. Aprēķinu uzdevumi par Trešo Keplera likumu. 2.5. Skolēnu prezentācijas par planētu fizikālajām īpašībām. 2.6. Saules sistēmas mazie ķermeņi – komētas, asteroīdi, meteoroīdi. 2.7. Mēness fāzes un zinātniski pamatotā Mēness ietekme uz Zemi. 2.8. Kārtējais pārbaudes darbs. 2.9. Kosmisko lidojumu vēsture. Raķetes lidojuma simulācija. 2.10. Orbiņu veidi un raksturlielumi. Pirmais un otrais kosmiskais ātrums. 2.11. Aprēķinu uzdevumi par pirmo un otro kosmisko ātrumu. 2.12. Satelītu izmantošana tautsaimniecībā un zinātnē. 2.13. Skolēnu prezentācijas par Saules sistēmas izpēti ar kosmiskajiem aparātiem. 2.14. Pārskats par pilotējamiem kosmiskajiem lidojumiem. 2.15. Diskusija par starpplanētu ceļojumu problēmām un perspektīvām. 2.16. Noslēguma pārbaudes darbs. Skolotājs, ievērojot savu pieredzi vai skolēnu vajadzības, laika plānojumu tematā korigē pēc saviem ieskatiem.</p>
<p>Digitālo rīku lietojums</p>	<p>Šajā tematā ir iespējams efektīvi izmantot digitālos rīkus: tiešsaistes planetārija programmu <i>Stellarium</i>, lai modelētu debess spīdekļu izvietojumu un kustību, lietotni <i>Spaceflight Simulator</i>, lai modelētu raķetes lidojumu, kā arī grafisko kalkulatoru tiešsaistē, piemēram <i>Desmos</i>, lai, modelējot funkcijas, atklātu Trešā Keplera likuma matemātisko likumsakarību. Digitālie rīki ļauj vairāk uzmanības veltīt spriešanai un palīdz ieraudzīt kopsakarības.</p>
<p>Jaunu zināšanu konstruēšana</p>	<p>Izmantojot Saules sistēmas objektu raksturlielumu datus (vidējais attālums no Saules a un apriņķošanas periods T), skolēns var patstāvīgi vai sadarbojoties mazā grupā modelēt un formulēt Trešā Keplera likuma matemātisko likumsakarību, tādējādi veicot “miniatklājumu”.</p>

<p>Trešā Keplera likuma matemātiskās sakarības modelēšana</p>	<p>Matemātisko modelēšanu var veikt kādā no grafiskajām lietotnēm (piemēram, <i>Desmos</i>, pieejams tiešsaistē: https://www.desmos.com/calculator, vai <i>Geogebra</i>, pieejams tiešsaistē: https://www.geogebra.org/graphing?lang=lv): 1) ievada punktu koordinātas: katras planētas apriņķošanas periodu ap Sauli $T = y$ un katras planētas vidējo attālumu ap Sauli $a = x$ (pieejams tiešsaistē: https://www.desmos.com/calculator/igna2gbpiv); 2) zem tabulas raksta atbilstošajā vietā funkcijas vienādojumu, kāds varētu aprakstīt līkni, kas iet caur atliktajiem punktiem (rakstot funkcijas vienādojumu, skolēni var ņemt vērā, ka atliktie punkti neizvietojas uz taisnes, izvēloties citus vienādojumus, piemēram x^2, x^3, y^2, y^3); 3) modelējot matemātisko sakarību, funkcija, kuras vienādojums $y^2 = x^3$, ies caur grafikā atliktajiem punktiem; 4) tā kā planētas apriņķošanas periods nevar būt negatīvs, tad rezultātā iegūtā matemātiskā sakarība ir $y^2 = x^3 \{y \geq 0\}$.</p> 
<p>Kas jāņem vērā, veidojot modeļus?</p>	<p>Veidojot Saules sistēmas virtuālo modeli, skolēniem jāizvērtē adresāts (kāpēc modelis jāveido); jāizvērtē pieejamie resursi un iespēja (kā modeli veidos); izveidotais modelis jāsalīdzina ar oriģinālu (kādi ir modeļa ierobežojumi); jāizvērtē modeļa pilnveidošanas iespējas (kāda papildu informācija liktu mainīt modeli).</p>
<p>Skolēnu kļūdainie priekšstati</p>	<p>Uzskatāmības labad planētas parasti attēlo samērā lielas, izvietotas vienā rindā un nelielā attālumā cita no citas. Ja planētu izvietojumu attēlo reālā mērogā, kā to var redzēt NASA reāllaika Saules sistēmas modeli, planētas atrodas dažādos virzienos attiecībā pret Sauli, un tās ir ļoti mazas salīdzinājumā ar attālumu starp tām. Sabiedrībā ir plaši izplatīts uzskats, ka Mēness ietekmē augu augšanu, cilvēku uzvedību un citus procesus. Taču jāņem vērā, ka tas nav zinātniski pierādīts. Šajā tematā jāaplūko tikai zinātniski pamatotā Mēness ietekme uz Zemi (paisumi un bēgumi, apgaismojuma izmaiņas) un kritiski jāanalizē zinātniski nepamatotie priekšstati. Skolēniem jāsaprot, ka bezsvara stāvoklis kosmiskajos lidaparātos pastāv tāpēc, ka tie atrodas brīvajā kritienā (lido pēc inerces), nevis tāpēc, ka tajos (un kosmosā vispār) nedarbojas gravitācijas spēks. Zemes un citu debess ķermeņu gravitācijas spēks darbojas arī lielā attālumā, kaut arī pavājinās.</p>

Papildiespējas

Tā kā klasē nav iespējams veikt zvaigžņotās debess novērojumus, skolēniem uzdod patstāvīgo darbu mājās, kas veicams ilgākā laika periodā, vai organizē zvaigžņotās debess novērojumus kopā ar skolēniem vakarā ārpus mācību stundām.

- Mēness fāžu novērojumi.
- Planētu novērojumi.
- Satelītu novērojumi.

1. Debess ķermeņu redzamā kustība un izvietojums	2. Saules sistēma un tās izpēte	3. Zvaigznes un to novērojumi	4. Visuma uzbūve un priekšstati par pasauli
---	--	--------------------------------------	--

3. Zvaigznes un to novērojumi

Ieteicamais laiks temata apguvei: 20 mācību stundas.

Temata apguves mērķis: veidot izpratni par Saules un citu zvaigžņu fizikālajiem raksturlielumiem un to noteikšanu; veidot prasmi analizēt zvaigžņu evolūcijas procesus, izmantot grafiskos datus; pilnveidot izpratni par dažādu elektromagnētiskā starojuma diapazonu teleskopu izmantošanu Visuma izpētē, iepazīstināt ar Latvijas astronomu sasniegumiem.

Sasniedzamie rezultāti

Ziņas	Prasmes
<p>Kā izpētīt Sauli? Saule ir zvaigzne – centrālais Saules sistēmas ķermenis ar lielu masu, dominējošais gravitācijas lauka avots Saules sistēmā. Saule nemaina izmērus, tās gravitācijas spēks un gāzu spiediena spēks ir līdzsvarā. Saule sastāv galvenokārt no ūdeņraža un hēlija. Saules kodolā ir augsta temperatūra un spiediens, tur notiek kodolsintēzes reakcijas, kurās ūdeņradis pārvēršas hēlijā. Kodolreakcijas ir Saules enerģijas avots. Kā starojums nonāk uz virsmas? Uz Saules redzamās virsmas un atmosfērā novērojami dažādi veidojumi – plankumi un protuberances. Kā skolā veikt drošus Saules novērojumus ar tālskati vai teleskopu, izmantojot projekciju? Saules plankumu izskats mainās, notiek uzliesmojumi un izvirdumi, to kopumā sauc par Saules aktivitāti. Saules aktivitātei raksturīgs 11 gadu cikls. No Saules plūst ātra lādētu elektronu un protonu plūsma – Saules vējš –, kas mijiedarbojas ar Zemes magnetosfēru, reizēm radot ģeomagnētiskās vētras un ziemeļblāzmas (D.Li.1. Visumā matērija sastāv no ļoti mazām daļiņām. D.Li.6. Mūsu Saules sistēma ir ļoti maza daļa vienā no miljardiem galaktiku Visumā.)</p> <p>Kā nosaka zvaigžņu raksturlielumus? Zvaigžņu redzamais spožums nesniedz informāciju par patieso zvaigznes izstaroto enerģiju vienā laikā vienībā – starjaudu –, tāpēc izmanto absolūto spožumu, kas ir zvaigznes spožums 10 parseku attālumā. Zvaigzni raksturo arī tās rādiuss un masa. Kāds ir Oriona zvaigznāja zvaigžņu redzamais spožums un krāsa? Zvaigžņu krāsa ir saistīta ar to virsmas temperatūru. Līdzīgi kā citi sakarsēti, spīdoši ķermeņi, zvaigznes var būt sarkanas, oranžas, dzeltenas, baltas un zilganas. Zilganās zvaigznes ir viskarstākās, sarkanās zvaigznes – visaukstākās. Pēc temperatūras zvaigznes iedala septiņās spektra klasēs: O, B, A, F, G, K, M. Pēc starjaudas un izmēriem izšķir vairākus zvaigžņu tipus: pundurus, galvenās secības zvaigznes, milžus un pārmilžus. Kā zvaigžņu tipus atpazīt zvaigžņu temperatūras–starjaudas grafikā (Hercšprunga–Rasela diagrammā)? (D.Li.6. Mūsu Saules sistēma ir ļoti maza daļa vienā no miljardiem galaktiku Visumā. D.Li.11. Zinātnes uzdevums ir atrast dabā notiekošo parādību cēloņus.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Skaidro Saulē notiekošos procesus: kas notur Sauli līdzsvarā; kas ir Saules enerģijas avots; kā starojums nonāk uz Saules virsmas; kādas ir Saules aktivitātes izpausmes un kā tās ietekmē uz Zemes notiekošos procesus, izmantojot virtuālos modeļus un ilustrācijas no dažādiem informācijas avotiem. (D.O.6.2.1., D.O.6.3.1.) • Plāno un organizē Saules novērojumus, ievērojot drošības noteikumus, iegūst Saules attēlu ar projekcijas metodi un nosaka Saules aktivitāti. (D.O.11.2.1., D.O.11.2.3.) • Skaidro atšķirību un aprēķina zvaigžņu redzamo un absolūto spožumu. (D.O.6.1.3.)

Ziņas	Prasmes
<p>Kā notiek zvaigžņu evolūcija? Zvaigzne veidojas no starpzvaigžņu (difūzā) miglāja, tam saspiežoties gravitācijas spēka iedarbībā. Kad objektā sākas kodolsintēzes reakcijas, ir tapusi galvenās secības zvaigzne. Šajā stadijā zvaigzne spīd ilgstoši un stabili. Kad zvaigznes kodolā izbeidzas ūdeņraža krājumi, atkarībā no masas zvaigzne kļūst par sarkano milzi vai sarkano pārmilzi. Sarkanais milzis nosviež apvalku (planetāro miglāju), bet pārmilzis uzsprāgst pārnovas sprādzienā un nosviež apvalku (pārnovas miglāju). Par ko nākotnē kļūs Saule? Turpmākā zvaigznes evolūcija ir atkarīga no kodola masas: zvaigzne var kļūt par balto punduri, neitronu zvaigzni vai melno caurumu. Kā analizēt zvaigžņu evolūciju, izmantojot Hercšprunga–Rasela diagrammu? Attālums līdz zvaigznēm ir ļoti liels. Starp zvaigznēm atrodas starpzvaigžņu vide un citi kosmiskie objekti – miglāji un zvaigžņu kopas (vajējās zvaigžņu kopas, lodveida zvaigžņu kopas). Kādas ir starpzvaigžņu ceļojumu perspektīvas un problēmas? (D.Li.6. Mūsu Saules sistēma ir ļoti maza daļa vienā no miljardiem galaktiku Visumā. D.Li.11. Zinātnes uzdevums ir atrast dabā notiekošo parādību cēloņus. D.Li.12. Skaidrojumi, teorijas un modeļi ir zinātniski, ja tie vislabāk atbilst konkrētajā laikā pieejamajiem novērojumiem un faktiem.)</p> <p>Kā Visuma izpētē izmanto teleskopus? Astronomisko novērojumu veikšanai izmanto teleskopus, kurus uzstāda astronomiskajās observatorijās. Tie darbojas visos elektromagnētiskā starojuma diapazonos. Teleskops ir ierīce, kas sakopo kosmisko objektu elektromagnētisko starojumu un uztver to. Kā darbojas optiskais teleskops, kā tas tika izgudrots, kā aprēķina optiskā teleskopa palielinājumu? Kāpēc astronomiskajos novērojumos izmanto liela diametra teleskopus? Vēl viens teleskopu veids ir radioteleskops. Radioteleskopi ir lieli tāpēc, ka kosmiskais radiostarojums ir vājš. Zemes atmosfēra atšķirīgi aiztur dažāda viļņa garuma elektromagnētisko starojumu, tāpēc novērojumus ar rentgenteleskopiem un gamma teleskopiem var veikt tikai kosmosā, bet ar infrasarkanajiem teleskopiem – gan kosmosā, gan uz Zemes. Kuri ir lielākie mūsdienu teleskopi uz Zemes un kosmosā? Kā strādā un ko ir paveikuši Latvijas astronomi? (D.Li.12. Skaidrojumi, teorijas un modeļi ir zinātniski, ja tie vislabāk atbilst konkrētajā laikā pieejamajiem novērojumiem un faktiem. D.Li.13. Zinātnes lietojumam bieži vien ir ētisks, politisks, ekonomisks un sociāls konteksts.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Modelē zvaigžņu evolūcijas norisi Hercšprunga–Rasela diagrammā atkarībā no zvaigznes fizikālajiem parametriem, lietojot zvaigžņu evolūcijas simulāciju. (D.A.6.1.1.) • Izvērtē teleskopa objektīva diametra, redzeslauka, palielinājuma, izšķirtspējas un elektromagnētisko viļņu diapazona ietekmi uz iegūstamo informāciju debess objektu novērojumos. (D.A.6.2.1.)
Komplekss sasniedzamais rezultāts	Ieradumi
<ul style="list-style-type: none"> • Raksturo zvaigžņu fizikālos raksturlielumus, tipu un modelē zvaigžņu evolūcijas norisi atkarībā no fizikālajiem parametriem, lietojot Hercšprunga–Rasela diagrammu. (D.O.6.1.1., D.A.6.1.1., D.O.12.2.1.) • Apraksta un spriež par Latvijas zinātnieku pētījumiem astronomijā, pētījumu veikšanas iespējām, Latvijas uzņēmumu ieguldījumu kosmosa tehnoloģiju jomā, kā arī par karjeras veidošanas iespējām astronomijas jomā, iegūstot informāciju mācību ekskursijā un no dažādiem informācijas avotiem. (D.O.13.1.1., D.O.13.3.2.) 	<p>Attīsta ieradumu droši veikt praktiskus astronomiskos novērojumus, tiekties pēc jaunas pieredzes, lai plānotu un veiktu debess spīdekļu novērojumus.</p>
<p>Jēdzieni: kodolsintēzes reakcija, Saules aktivitāte, Saules vējš, geomagnētiskā vētra, zvaigznes redzamais spožums, zvaigznes absolūtais spožums, starjauka, zvaigznes krāsa, pundurzvaigzne, galvenās secības zvaigzne, milzu zvaigzne, pārmilzu zvaigzne, Hercšprunga–Rasela diagramma, miglājs, pārnova, baltais punduris, neitronu zvaigzne, melnais caurums, starpzvaigžņu vide, zvaigžņu kopa, teleskops.</p>	

Temata apguves norise

<p>Kā izpētīt Sauli?</p>	<p>Iegūst un analizē informāciju par Saules izmēriem, iekšējo uzbūvi, procesiem Saulē, par enerģijas avotu – kodolsintēzes reakcijām, kurās ūdeņradis pārvēršas hēlijā, atbildot uz problēmjautājumiem (piemēram, kāpēc Saule ir dominējošais gravitācijas lauka avots Saules sistēmā?; kāpēc Saule neuzsprāgst, kaut gan tajā notiek intensīvas kodolreakcijas?; kā starojums no Saules kodola nonāk uz Saules virsmas?).</p> <p>Praktiski novēro Sauli ar tālskati vai teleskopu, izmantojot projicēšanas metodi un ievērojot drošības nosacījumus (pieejams tiešsaistē: https://spaceweather.com/sunspots/doityourself2.html).</p> <p>Veic pētījumu par Saules aktivitāti: iegūst Saules attēlu ar projekcijas metodi vai sameklē internetā; aplūko Saules plankumu izskatu un izvietojumu (ja tie ir redzami); nosaka redzamo plankumu grupu skaitu g; nosaka redzamo plankumu kopskaitu f, aprēķina Volfa skaitli $W = k(10g + f)$, kur k – instrumenta raksturlielums, ar kuru iegūts Saules attēls (tālskatim $k = 2,5$, nelielam teleskopam $k = 2$). Analizē Saules aktivitāti novērojumu laikā. Saules attēlu konkrētai dienai var iegūt interneta vietnēs (pieejams tiešsaistē: https://umbra.nascom.nasa.gov/images/ vai https://www.spaceweatherlive.com/en/solar-activity.html).</p> <p>Sprīdz par Saules aktivitātes izpausmēm uz Saules (plankumu izmaiņas, uzliesmojumi, izvirdumi, Saules vējš), secina par to ietekmi uz Zemi magnetosfērā (piemēram, geomagnētiskās vētras), atmosfērā (piemēram, polārblāzmas, radiosakaru traucējumi) un dzīvajā dabā (piemēram, koku augšanas ātruma izmaiņas, dzīvnieku vairošanās), saistot apgūto ar fizikas un bioloģijas zināšanām, kā arī veidojot starpdisciplināru pieredzi.</p>
<p>Kā nosaka zvaigžņu raksturlielumus?</p>	<p>Definē jēdzienus zvaigžņu raksturošanai – “redzamais spožums”, “absolūtais spožums”, “starjauca” –, izmantojot informācijas avotus.</p> <p>Vingrinās aprēķināt zvaigznes absolūto spožumu M, redzamo spožumu m vai attālumu r līdz zvaigznēm (parsekos), izmantojot sakarību $M = m + 5 - 5 \lg r$.</p> <p>Piemēram, cik liels ir attālums līdz zvaigznei un kāds ir zvaigznes absolūtais spožums, ja zināma zvaigznes paralakse un redzamais spožums; cik spoža izskatītos zvaigzne noteiktā attālumā, ja zināms tās redzamais spožums noteiktā attālumā; kurai no divām zvaigznēm ir lielāks absolūtais spožums, ja zināma katras zvaigznes paralakse un redzamais spožums.</p> <p>Izmantojot tematā “Saules sistēma un tās izpēte” izveidoto virtuālo Saules sistēmas modeli, šajā modeli atliek Saulei tuvāko zvaigzni Centaura Alfu, kas atrodas 4,4 gaismas gadu attālumā no Saules, secinot par attālumiem Saules sistēmā un attālumiem starp zvaigznēm.</p> <p>Izmantojot informācijas avotus, iepazīstas ar zvaigžņu krāsas un virsmas temperatūras saistību, ar zvaigžņu spektra klasēm.</p> <p>Veicot praktiskus novērojumus, iepazīstas ar debess spīdekļu redzamo spožumu un nosaka Oriona zvaigznāja zvaigžņu redzamo spožumu un krāsu.</p> <p>Izmantojot datus par dažādu zvaigžņu temperatūru un starjauca no informācijas avotiem, izveido zvaigžņu temperatūras – starjauca diagrammu (temperatūra uz horizontālās ass, starjauca uz vertikālās ass), kurā izvietoj zvaigznes atbilstoši to raksturlielumiem. Saskata, kādas zvaigžņu grupas veidojas diagrammā (pārmilzu zvaigznes, milzu zvaigznes, pundurzvaigznes), raksturojot, kas kopīgs katras grupas zvaigznēm.</p> <p>Skaidro, kāpēc Hercšprunga–Rasela diagrammai ir būtiska nozīme astronomijā, līdzīgi kā elementu periodiskajai sistēmai ķīmijā vai sugu klasifikācijai bioloģijā.</p>
<p>Kā notiek zvaigžņu evolūcija?</p>	<p>Apraksta zvaigžņu veidošanās posmus (difūzie miglāji saspiežas gravitācijas spēka iedarbībā; kodolsintēzes reakciju sākšanās; galvenās secības zvaigznes), analizējot fizikālos procesus katrā no posmiem.</p> <p>Veic pētījumu par zvaigžņu evolūciju, nosakot zvaigžņu dzīves ilgumu atkarībā no zvaigznes masas, pētot, kā mainās zvaigznes izmērs, spožums un temperatūra zvaigžņu evolūcijas procesā, modelējot zvaigžņu evolūciju ar simulācijas palīdzību (piemēram, simulācija <i>Star in a Box</i>, pieejams tiešsaistē: https://starinabox.lco.global/).</p> <p>Izmantojot Hercšprunga–Rasela diagrammu, sprīdz par faktoriem, kas nosaka zvaigžņu evolūciju (piemēram, aiziešana no galvenās secības, evolūcijas atkarība no masas, evolūcijas beigu stadijas). Secina par faktoriem, kas ietekmē zvaigžņu evolūciju. Izveido atgādni par zvaigžņu evolūcijas stadijām atkarībā no zvaigžņu masas.</p> <p>Individuāli vai pāros iegūst informāciju un veido kopsavilkumu par starpzvaigžņu vidi, miglājiem un zvaigžņu kopām. Komunicē kopsavilkuma rezultātus ekspertu grupās (ja individuāli veidoja kopsavilkumu) vai ar galerijas metodi (ja kopsavilkumu veidoja pāros).</p> <p>Sagatavojas diskusijai un diskutē grupās par starpzvaigžņu ceļojumu perspektīvām un problēmām, par starpzvaigžņu ceļojumu atspoguļojumu fantastikas grāmatās un filmās.</p>

<p>Kā Visuma izpētē izmanto teleskopus?</p>	<p>Praktiski izveido Galileja un Keplera teleskopu, izmantojot divas savācējlēcas un vienu izkliedētājlēcu, salīdzina izveidoto teleskopu optiskās shēmas, iepazīstot teleskopa izugrošanas vēsturi.</p> <p>Izmantojot informācijas avotus (piemēram, pieejams tiešsaistē: https://www.youtube.com/watch?v=u9kcKDTNoCo), noskaidro, ar ko atšķiras optisko teleskopu veidi – refraktors un reflektors –, un kāpēc teleskopā redzamais attēls ir apgriezts “ar kājām gaisā”.</p> <p>Izvērtē teleskopa raksturlielumu (palielinājums, redzeslauks, objektīva diametrs, izšķirtspēja, elektromagnētiskā starojuma diapazons) ietekmi uz informācijas ieguves par debess spīdekļiem procesu un rezultātu.</p> <p>Veic debess objektu fotografēšanu ar robotisko teleskopu (pieejams tiešsaistē: https://mo-www.cfa.harvard.edu/cgi-bin/OWN/Own.pl).</p> <p>Apkopo informāciju par lielākajiem mūsdienu virszemes un kosmiskajiem teleskopiem, izveido kopsavilkumu infografiku veidā. Komunicē pētījuma rezultātus, spriežot par konkrēto teleskopu priekšrocībām.</p> <p>Iepazīstas ar Latvijas zinātnieku darbu, sasniegumiem un/vai iespējām veikt astronomiskos novērojumus mācību ekskursijā kādā no Latvijas astronomiskajām observatorijām (piemēram, Ventspils, Irbene, Balgale, Baldone, Rīga, Suntaži, Daugavpils), kosmosa tehnoloģiju jomas uzņēmumiem vai zinātnes centriem.</p> <p>Izveido interaktīvo karti (piemēram, <i>Google Maps</i>) ar astronomiskajām observatorijām, pētniecības iestādēm vai citām ar astronomiju saistītām vietām Latvijā, sniedzot īsu informāciju par katru objektu.</p> <p>Ja iespējams, intervē kādu Latvijas astronomu vai personu, kas darbojas kosmosa tehnoloģiju jomā, iepazīstoties ar Latvijas ieguldījumu astronomijas un/vai kosmosa tehnoloģiju jomas attīstībā.</p>
--	--

Mācību līdzekļi

Mācību materiāli

- *LD Saules aktivitātes noteikšana ar optiskajiem instrumentiem*: DZM materiāls D_10_LD_01_P1. Pieejams: https://edu.lu.lv/pluginfile.php/46002/mod_resource/content/3/LD%20Saules%20aktivite%20noteik%C4%81tes%20noteik%C5%A1ana.pdf
- *Zvaigžņu kartes un teleskopi*: DZM materiāls [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. jūnijā]. Pieejams: <https://www.youtube.com/watch?v=u9kcKDTNoCo>
- *Saules novērošana ar projekcijas metodi* [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. maijā]. Pieejams: <https://spaceweather.com/sunspots/doityourself2.html>
- *Saules izskats noteiktā dienā* [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. maijā]. Pieejams: <https://umbra.nascom.nasa.gov/images/> un <https://www.spaceweatherlive.com/en/solar-activity.html>
- *Hercšprunga–Rasela diagrammas simulācija: Star in a box* [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. maijā]. Pieejams: <https://starinabox.lco.global/>
- Bruņeniece, A., Dudareva, I. *Hercšprunga–Rasela diagramma*: darba lapa un metodiskie komentāri. Astronomijas jautājumi fizikas stundās vidusskolā. Interaktīvās darba lapas. Lielvārds. Pieejams: <https://soma.lv/>
- *Fotografēšana ar robotisko teleskopu*: NASA observatorijas vietne [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. jūnijā]. Pieejams: <https://mo-www.cfa.harvard.edu/cgi-bin/OWN/Own.pl>

Darba piederumi

- Binoklis vai neliels teleskops.
- Divas savācējlēcas (aptuveni fokusa attālumi 5 cm un 30 cm), viena izkliedētājlēca (aptuvenais fokusa attālums –5 cm), dēlītis ar caurumiem lēcu iestiprināšanai jeb optiskā sliede, lineāls katram skolēnam vai skolēnu pārim Galileja un Keplera teleskopu izveidošanai.

Citi ieteicamie resursi

- “Uzbūvē” kosmisko teleskopu atbilstoši novērojumu mērķim [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: <https://herscheltelescope.org.uk/activity/space-telescope/>
- Bruņeniece, A., Dudareva, I. *Visuma izpētes instrumenti*: darba lapa un metodiskie komentāri. Astronomijas jautājumi fizikas stundās vidusskolā. Interaktīvās darba lapas. Lielvārds. Pieejams: <https://soma.lv/>
- Bruņeniece, A., Dudareva, I. *Attāluma noteikšana līdz vaļējai zvaigžņu kopai*: darba lapa un metodiskie komentāri. Astronomijas jautājumi fizikas stundās vidusskolā. Interaktīvās darba lapas. Lielvārds. Pieejams: <https://soma.lv/>
- Bruņeniece, A., Dudareva, I. *Galileja atklājumi astronomijā*: darba lapa un metodiskie komentāri. Astronomijas jautājumi fizikas stundās vidusskolā. Interaktīvās darba lapas. Lielvārds. Pieejams: <https://soma.lv/>
- Docenko, D., Dudareva, I. *Astronomija vidusskolai*: padziļināts kurss. Temati: astrofizikas pamati, zvaigznes, astronomiskie instrumenti [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams reģistrējoties: <https://edu.lu.lv/enrol/index.php?id=1989>
- Draviņš, D., Vilks, I. (2021). Kosmosa izpēte tālākā nākotnē. *Zvaigžņotā Debess*. Rudens 2021 (253), 12.–19. lpp.
- Gills, M. (2022). Laižam raķeti telefonā. *Zvaigžņotā Debess*. Pavasaris 2022 (255), 39. lpp.
- Grenne, J. (2022). Tumši plankumi brīdina par vairākām Saules vētrām. *Ilustrētā Zinātne*. Jūnijs 2022 (199), 32.–33. lpp.
- Kā atceras zvaigžņu spektra klases: Oh, be a fine girl, kiss me – Classification of Stellar System – EU Youth Project [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: <https://youtu.be/6D40yRy7QuA>
- Kā strādā astronomi?: LU Open Minded video [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: <https://youtu.be/lhomxWgLb0s>
- Meisters, M. (2022). NASA ideju fabrika zīmē kosmonautikas nākotni. *Ilustrētā Zinātne*. Februāris 2022 (195), 42.–49. lpp.

- Meisters, M. (2022). Radioviļņi stāsta par Visuma vēsturi. *Ilustrētā Zinātne*. Jūnijs 2022 (199), 36.–41. lpp.
- Misa, R. (2022). Palaists Džeimsa Veba kosmiskais teleskops. *Zvaigžņotā Debess*. Pavasaris 2022 (255), 18.–22. lpp.
- Saule. *National Geographic* [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: https://youtu.be/2HoTK_Gqi2Q
- Saules rotācijas ātruma noteikšana [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: <https://soho.nascom.nasa.gov/classroom/docs/Spotexerweb.pdf>
- *Visuma uzbūve*: prezentācija. ESF projekts “Dabaszinātnes un matemātika”. Fizika. Vizuālie materiāli 12. klasei [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/fiz/IT/VM_F_12/index.html
- *Visums un tā izpēte*: prezentācija. ESF projekts “Dabaszinātnes un matemātika”. Fizika. Vizuālie materiāli 12. klasei [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/fiz/IT/VM_F_12/index.html
- *Zvaigznes dzīve no dzimšanas līdz pensijai*: LU Open Minded video [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: <https://youtu.be/k4rLTUI74kw>

Starppriekšmetu saikne

Fizika	Tematā izmanto fizikas stundās apgūtās zināšanas par atomiem un Visumu, aprakstot un skaidrojot starojuma spektrus un kodolsintēzes reakcijas; apgaismojumu un attēliem, gaismas staru gaitu spoguļos un lēcās, pilnveidojot izpratni par teleskopa izmantošanas iespējām un darbības principiem.
Bioloģija	Tematā izmanto bioloģijas stundās apgūtās zināšanas par faktoriem, kas ietekmē koku augšanas ātrumu, dzīvnieku vairošanos, saistot tos ar Saules enerģiju un Saules aktivitātes izpausmēm uz Zemes.

Metodiskais komentārs

<p>Ieteikums laika plānojumam</p>	<p>3.1. Saule kā zvaigzne, Saules enerģijas avots. 3.2. Veidojumi Saules atmosfērā. Saules vizuālie novērojumi ar tālskati vai teleskopu skolā, izmantojot projekciju un ievērojot drošību. 3.3. Saules aktivitāte un tās ietekme uz Zemi. 3.4. Zvaigžņu raksturlielumi. 3.5. Zvaigžņu krāsas un virsmas temperatūras saistība, spektra klases. 3.6. Praktiskais darbs: Hercšprunga–Rasela diagramma. 3.7. Kārtējais pārbaudes darbs. 3.8. Zvaigžņu veidošanās. 3.9. Zvaigžņu evolūcija pēc aiziešanas no galvenās secības. 3.10. Zvaigžņu evolūcijas beigu stadijas. 3.11. Zvaigžņu evolūcijas modelēšana, izmantojot interaktīvu Hercšprunga–Rasela diagrammu. 3.12. Starpzvaigžņu vide, miglāji un zvaigžņu kopas. 3.13. Diskusija par starpzvaigžņu ceļojumu perspektīvām un problēmām. 3.14. Kārtējais pārbaudes darbs. 3.15. Optisko teleskopu izmantošana astronomiskajos novērojumos. 3.16. Radioteleskopi un citu veidu teleskopi. 3.17. Prezentācija par virszemes un kosmiskajiem teleskopiem. 3.18. Mācību ekskursija uz astronomisko observatoriju, kosmosa tehnoloģiju jomas uzņēmumu vai zinātnes centru. 3.19. Mācību ekskursijas turpinājums. 3.20. Noslēguma pārbaudes darbs. Skolotājs, ievērojot savu pieredzi vai skolēnu vajadzības, laika plānojumu tematā korigē pēc saviem ieskatiem.</p>																																
<p>Pētnieciskā darbība</p>	<p>Šajā tematā akcentē Saules un zvaigžņu novērojumus, lai izdarītu secinājumus par Saules aktivitātes izpausmēm, kā arī zvaigžņu krāsas un temperatūras saistību.</p>																																
<p>Dati zvaigžņu starjaudas un temperatūras diagrammas izveidei</p>	<p>Zvaigžņu raksturlielumu tabula Hercšprunga–Rasela diagrammas izveidei</p> <table border="1" data-bbox="427 1142 1274 1468"> <thead> <tr> <th>Zvaigzne</th> <th>Temperatūra, K</th> <th>Starjauda, L_{\odot}</th> <th>Rādiuss, R_{\odot}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Denebs</td> <td>10 300</td> <td>196 000</td> <td>203</td> </tr> <tr> <td>Polārzvaigzne</td> <td>5 800</td> <td>3,9</td> <td>1,04</td> </tr> <tr> <td>Betelgeize</td> <td>2 800</td> <td>126 000</td> <td>764</td> </tr> <tr> <td>Kapella</td> <td>4 900</td> <td>79</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Mira</td> <td>2 600</td> <td>8 400</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>Sīriuss A</td> <td>9 300</td> <td>25,4</td> <td>1,7</td> </tr> <tr> <td>Centaura Alfa</td> <td>5 700</td> <td>1,5</td> <td>1,2</td> </tr> </tbody> </table>	Zvaigzne	Temperatūra, K	Starjauda, L_{\odot}	Rādiuss, R_{\odot}	Denebs	10 300	196 000	203	Polārzvaigzne	5 800	3,9	1,04	Betelgeize	2 800	126 000	764	Kapella	4 900	79	12	Mira	2 600	8 400	400	Sīriuss A	9 300	25,4	1,7	Centaura Alfa	5 700	1,5	1,2
Zvaigzne	Temperatūra, K	Starjauda, L_{\odot}	Rādiuss, R_{\odot}																														
Denebs	10 300	196 000	203																														
Polārzvaigzne	5 800	3,9	1,04																														
Betelgeize	2 800	126 000	764																														
Kapella	4 900	79	12																														
Mira	2 600	8 400	400																														
Sīriuss A	9 300	25,4	1,7																														
Centaura Alfa	5 700	1,5	1,2																														

Dati zvaigžņu starjaukas un temperatūras diagrammas izveidei	Zvaigzne	Temperatūra, K	Starjauka, L_{\odot}	Rādiuss, R_{\odot}
	Bārnarda zvaigzne	2 800	0,0035	0,2
	Siriuss B	8 200	0,056	0,008
	Saule	6 000	1	1
	Procions B	7 740	7	2
	Antares	3 500	2 750	680
	Aldebarans	3 900	440	45
	Rīgels	11 000	120 000	79
	Arkturs	4 300	170	25,4
	Polluks	4 870	33	2
	Cefeja Delta	6 800	2 000	44,5
	Kasiopejas Ro	6 850	129 000	40
Digitālo rīku lietojums	Šajā tematā ir iespējams efektīvi izmantot digitālos rīkus – tiešsaistes programmu <i>Star in a Box</i> , lai analizētu zvaigžņu evolūciju, un lietotni <i>Spaceflight Simulator</i> , lai modelētu raķetes lidojumu. Digitālie rīki ļauj vairāk uzmanības veltīt spriešanai un palīdz ieraudzīt kopsakarības.			
Jaunu zināšanu konstruēšana	Izmantojot izvēlētu zvaigžņu raksturlielumus, skolēns patstāvīgi vai mazā grupā var vizualizēt likumsakarību starp zvaigžņu virsmas temperatūru un starjauku (Hercšprunga–Rasela diagramma) un pamatot zvaigžņu iedalījumu starjaukas un krāsas (temperatūras) grupās.			
Skolēnu kļūdainie priekšstati	Ne vienmēr spožākās zvaigznes pie debess ir tās tuvākās, dažas spožākās zvaigznes atrodas tālu. Zvaigznes izstaroto enerģiju objektīvi raksturo absolūtais spožums vai starjauka. Zvaigžņu krāsu apzīmējumi ir nosacīti. Faktiski karstākās zvaigznes nav zilas, bet gan zilganbaltas, bet aukstākās zvaigznes nav sarkanas, bet gan viegli oranžas (pieejams tiešsaistē: https://en.wikipedia.org/wiki/Stellar_classification). Jāņem vērā, ka attālums starp zvaigznēm ir ļoti liels, vēl daudzārt lielāks nekā attālums starp Saules sistēmas planētām, un to ir grūti iztēloties.			

Papild iespējas

Ja ir piemēroti laikapstākļi, skolā veic Saules vizuālos novērojumus ar tālskati vai teleskopu, izmantojot projekciju un ievērojot drošību.

Tā kā klasē nav iespējams veikt zvaigžņotās debess novērojumus, skolēniem uzdod patstāvīgo darbu mājās, kas veicams ilgākā laika periodā, vai organizē zvaigžņotās debess novērojumus kopā ar skolēniem vakarā ārpus mācību stundām.

- Nosaka Oriona zvaigžņu spožumu un krāsu.

Ja skolā ir pieejams teleskops, tad vajadzētu organizēt papildu nodarbību, kurā skolēni iemācītos veikt novērojumus ar skolā pieejamo teleskopu, piemēram, noskaidrojot, kā

sagatavo teleskopu novērojumiem, kā atrod pie debess objektu, kuru vēlas novērot, kas jāņem vērā, ja teleskopa vadības sistēma ir automātiska, bet novērojumi notiek aukstos laika apstākļos. Papildu informāciju var iegūt, apskatot mācību filmu “Skolas teleskops” (ESF projekts “Dabaszinātnes un matemātika”. DVD. Mācību filmas (3). Dabaszinības 10.–12. klasei. ISEC, 2008.).

Lai iepazītos ar Latvijas zinātnieku darbu un sasniegumiem, organizē mācību ekskursiju uz astronomisko observatoriju, kosmosa tehnoloģiju jomas uzņēmumu vai zinātnes centru.

1. Debess ķermeņu redzamā kustība un izvietojums	2. Saules sistēma un tās izpēte	3. Zvaigznes un to novērojumi	4. Visuma uzbūve un priekšstati par pasauli
---	--	--------------------------------------	--

4. Visuma uzbūve un priekšstati par pasauli

Ieteicamais laiks temata apguvei: 18 mācību stundas.

Temata apguves mērķis: veidot izpratni par Piena Ceļa galaktikas un citu galaktiku fizikālajiem raksturlielumiem un izvietojumu, Visuma evolūciju, Saules un Zemes rašanos; veidot prasmi analizēt debess ķermeņu kustību, izmantojot Doplera efektu; pilnveidot izpratni par zinātniskā pasaules uzskata nozīmi apkārtējo parādību un procesu uztverē.

Sasniedzamie rezultāti

Ziņas	Prasmes
<p>Kāda ir Visuma uzbūve? Piena Ceļa galaktika sastāv no plakana diska, kurā atrodas spirālzarī, un centrālā sablīvējuma. Galaktikas centrā ir supermasīvs melnais caurums. Kur Piena Ceļa galaktikā atrodas Saules sistēma, kā to attēlot modeli? Kā notiek mūsu Galaktikas rotācija? Galaktikas iedala trīs galvenajos tipos: eliptiskās galaktikas, spirālveida galaktikas un neregulārās galaktikas. Kādas ir galaktiku tipu fizikālās atšķirības? Galaktikas veido galaktiku grupas un kopas, piemēram, Andromedas galaktika ietilpst Vietējā galaktiku grupā, bet mūsu Galaktika ietilpst Jaunavas galaktiku kopā. Vēl lielāki veidojumi ir galaktiku superkopas, starp kurām atrodas lieli tukšumi, tā ir Visuma lielmēroga struktūra. Jaunavas galaktiku kopa ietilpst Laniakejas galaktiku superkopā. Mēs varam ielūkoties Visumā gandrīz līdz Visuma redzamajai robežai. (D.Li.6. Mūsu Saules sistēma ir ļoti maza daļa vienā no miljardiem galaktiku Visumā. D.Li.12. Skaidrojumi, teorijas un modeļi ir zinātniski, ja tie vislabāk atbilst konkrētajā laikā pieejamajiem novērojumiem un faktiem.)</p> <p>Kā notiek Visuma izplešanās? Kustīgiem skaņas un gaismas avotiem novērojams Doplera efekts – viļņa frekvences izmaiņas (Doplera nobīde). Kā demonstrēt skaņas Doplera nobīdi? Kā aprēķināt Doplera nobīdi? Galaktiku spektros novērojama sarkanā nobīde, kuras cēlonis ir Visuma izplešanās. Kā atklāja Visuma izplešanos? Galaktiku ātruma noteikšanai izmanto Doplera nobīdes formulu, bet galaktiku attāluma noteikšanai – Habla likumu. Visumam nav centra, izplešas pati telpa. (D.Li.2. Objektī var attālināti iedarboties cits uz citu. D.Li.11. Zinātnes uzdevums ir atrast dabā notiekošo parādību cēloņus.)</p> <p>Kā radās un evolucionēja Visums? Ja Visums izplešas, agrāk tas ir bijis mazāks. Kā nonāca pie idejas par Visuma rašanos Lielajā Sprādzienā? Visuma pastāvēšanas pirmajās minūtēs norisinājās svarīgi notikumi, tai skaitā kosmiskā inflācija, subatomāro daļiņu rašanās, kodolsintēzes reakcijas. Pēc tam Visums sastāvēja galvenokārt no hēlija un ūdeņraža atomu kodoliem, elektroniem un fotoniem. Visumam izplešoties un atdziestot, radās mikroviļņu fona starojums. Visums bija nedaudz neviendabīgs. Atomu un hipotētiskās tumšās matērijas gravitācijas spēka iedarbībā veidojās pirmās zvaigznes un galaktikas. Turpmāk izveidojās Visuma lielmēroga struktūra, notika Visuma vielas rejonizācija. Hipotētiskā tumšā enerģija paātrināja Visuma izplešanos. Vēlāk izveidojās Saules sistēma un Zeme. Uz Zemes radās dzīvība. Pie citām zvaigznēm pastāv ļoti daudzveidīgas citplanētas. Kādas ir dzīvības pastāvēšanas iespējas kosmosā? (D.Li.6. Mūsu Saules sistēma ir ļoti maza daļa vienā no miljardiem galaktiku Visumā. D.Li.12. Skaidrojumi, teorijas un modeļi ir zinātniski, ja tie vislabāk atbilst konkrētajā laikā pieejamajiem novērojumiem un faktiem.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Veido Piena Ceļa galaktikas modeli izvēlētā mērogā, iegūstot nepieciešamos galaktikas izmērus informācijas avotos. Izmantojot izveidoto modeli, demonstrē Saules sistēmas atrašanās vietu tajā. (D.O.12.2.1.) • Salīdzina un grupē galaktikas pēc to formas un vizuālā izskata, klasificējot galaktiku tipus. (D.O.6.1.2.) • Skaidro, kā nosaka, vai debess objekts tuvojas vai attālinās no novērotāja, izmantojot Doplera efektu. (D.A.2.1.2., D.A.6.1.1.) • Aprēķina galaktiku kustības ātrumu, lietojot Doplera nobīdes formulu, un attālumu līdz galaktikām, lietojot Habla likumu. (D.A.2.1.2.) • Skaidro Visuma veidošanās posmu būtiskākos notikumus atbilstoši Lielā Sprādziena teorijai. (D.A.6.1.1.)

Ziņas	Prasmes
<p>Kādi ir mūsu priekšstati par pasauli? Cilvēka pasaules uzskats sastāv no objektīvas pasaules ainas (zināšanu kopuma) un subjektīviem individuāliem uzskatiem. Galvenie pasaules uzskata veidi ir zinātniskais, ezotēriskais un reliģiskais pasaules uzskats. Kādas ir zinātniskā pasaules uzskata priekšrocības? Zinātne un tehnoloģija ir cieši saistītas. Dažādas kosmosa izpētes tehnoloģijas izmanto ikdienā. Astroloģija ir maldīga mācība par debess spīdekļu ietekmi uz cilvēkiem un notikumiem. Kas ir horoskops? Kā izmantot kritisko domāšanu viltus ziņu izvērtēšanai? (D.Li.13. Zinātnes lietojumam bieži vien ir ētisks, politisks, ekonomisks un sociāls konteksts.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Salīdzina citplanētu noteikšanas metodes, spriežot par katras metodes ierobežojumiem. (D.A.2.1.2., D.O.12.1.1.) • Argumentēti pamato dzīvības pastāvēšanas iespējas uz dažādām planētām un planētu pavadoņiem Saules sistēmā un ārpus tās. (D.O.11.8.1., D.O.12.1.1.)
Komplekss sasniedzamais rezultāts	Ieradumi
<ul style="list-style-type: none"> • Skaidro Visuma evolūciju atbilstoši Lielā Sprādziena teorijai, pamatojot teoriju ar Visuma izplešanos, galaktiku sarkano nobīdi un mikroviļņu fona starojuma eksistenci. (D.O.12.2.1., D.A.6.1.1.) • Pamato astronomijas un astroloģijas atšķirības, izvērtējot to atbilstību realitātei atbilstoši zinātniskajam pasaules uzskatam. (D.O.12.1.1., D.A.13.1.1.) 	Attīsta ieradumu izvērtēt pieejamo informāciju, lai atšķirtu viltus teorijas un viltus ziņas, veidojot zinātnisku pasaules uzskatu par apkārtējā pasaulē notiekošiem procesiem un parādībām.
<p>Jēdzieni: Piena Ceļa Galaktika, eliptiskā galaktika, spirālveida galaktika, neregulārā galaktika, galaktiku grupa, galaktiku kopa, galaktiku superkopa, Visuma lielmēroga struktūra, Doplera efekts, sarkanā nobīde, Visuma izplešanās, Habla likums, Lielais Sprādziens, kosmiskā inflācija, mikroviļņu fona starojums, tumšā matērija, tumšā enerģija, citplanēta, pasaules aina, zinātniskais pasaules uzskats.</p>	

Temata apguves norīse

<p>Kāda ir Visuma uzbūve?</p>	<p>Apraksta Piena Ceļa Galaktikas uzbūvi, skaidrojot jēdzienus: spirālžari, centrālais sablīvējums, supermasīvais melnais caurums Galaktikas centrā, Galaktikas rotācija. Veido mūsu Galaktikas modeli, atrodot informācijas avotus Galaktikas izmērus, Galaktikas skatu no augšas un no sāniem, Saules sistēmas atrašanās vietu tajā. Izmantojot izveidoto Galaktikas modeli, demonstrē Saules sistēmas atrašanās vietu mūsu Galaktikā.</p> <p>Veic pētījumu par galaktiku veidiem un to klasifikāciju: 1) sameklē interneta resursos atšķirīgus galaktiku attēlus (piemēram, M87, NGC877, NGC309, NGC1073, NGC1232, NGC1300, NGC1700, NGC7479, PGC8961, NGC4261, M61, M63, M84, M85, NGC1427A, ESO 593-8), lejuplādē un izveido vienāda izmēra kartītes ar galaktiku attēliem; 2) sagrupē attēlus līdzīgus pēc izskata vairākās grupās; 3) vērojot video par Galaktiku arheoloģiju [0:00–10:50 min] (pieejams tiešsaistē: https://youtu.be/EQbKRMhX38), apkopo informāciju par galaktikas tipiem – eliptiskās galaktikas, spirālveida galaktikas, neregulārās galaktikas – un to fizikālo raksturojumu; 4) izpēta, kāds galaktiku tips ir pētījumā izmantotajām galaktikām, un pārlicinās, vai galaktikas bija sagrupētas pēc galaktiku tipa; 5) izveido Habla galaktiku klasifikācijas shēmu, izmantojot galaktiku attēlus, un skaidro Habla izmantoto galaktiku klasifikācijas principu.</p> <p>Vērojot video par Galaktiku arheoloģiju [10:50–15:00 min] (pieejams tiešsaistē: https://youtu.be/EQbKRMhX38), diskutē par to, kas ļauj noteikt attālumus Visumā un Visuma redzamo robežu.</p> <p>Apkopo informāciju no dažādiem avotiem un veido pārskatu par galaktiku grupām un kopām, izpētot, kas ir Andromēdas galaktika, Vietējā galaktiku grupa, Jaunavas galaktiku kopa, Laniakeja, un kur šeit atrodas mūsu Galaktika. Izveido vizuālu atgādni ar Galaktikas atrašanās vietu.</p>
--------------------------------------	--

<p>Kā notiek Visuma izplešanās?</p>	<p>Vērojot demonstrējumu klasē par Doplera efektu skaņai – viedtālruni, kurā ir skaņas ģenerators lietotne, nostiprina auklā, ieslēdz aplikāciju un griež auklu uz riņķi –, klausoties, kā mainās skaņas frekvence, tuvojoties vērotājam un attālinoties no tā, secina par Doplera efekta izpausmēm skaņai un veido analogiju ar Doplera efekta izpausmēm gaismai. Viedtālrunis jānostiprina auklā tā, lai, griežot auklu, tas nevarētu izkrist.</p> <p>Vērojot video par sarkanās nobīdes demonstrējumu (pieejams tiešsaistē: https://youtu.be/pCwGa4rVfGc), diskutē, ko var secināt par debess objektu kustību attiecībā pret novērotāju.</p> <p>Vingrinās noteikt galaktiku kustības ātrumu v, izmantojot Doplera efekta formulu $v = c\Delta\lambda/\lambda$, kur c – gaismas ātrums vakuumā, $\Delta\lambda$ – gaismas avota viļņa garuma izmaiņa kustības dēļ, λ – nekustīga gaismas avota viļņa garums.</p> <p>Vingrinās noteikt attālumu līdz galaktikām, izmantojot Habla likumu $v = Hr$, kur v – Visuma objektu kustības ātrums (km/s), H – Habla konstante (km/(s x Mpc), r – attālums līdz Visuma objektam (Mpc).</p>
<p>Kā radās un evolucionēja Visums?</p>	<p>Iepazīstas ar Visuma veidošanās posmu shēmu, izmantojot informācijas avotus, lai noskaidrotu Visuma vecumu un Visuma attīstības posmus. Apkopo informāciju un apraksta procesus, kādi notiek Visuma veidošanās posmos pirmajās 20 minūtēs – kosmiskā inflācija, subatomāro daļiņu rašanās, kodolsintēzes reakcijas –, attēlojot tos komiksā, kas parāda Visuma veidošanos pirmajās 20 minūtēs.</p> <p>Aplūko Visuma veidošanās posmus, tajos notiekošos procesus, pievēršot uzmanību jautājumiem (piemēram, izmantojot LU Open Minded video par Lielo sprādzienu (pieejams tiešsaistē: https://youtu.be/VMDOE28AdZY)) par mikroviļņu fona starojumu, Visuma ķīmisko sastāvu, pirmo zvaigžņu un galaktiku veidošanos, Saules sistēmas un Zemes rašanos, kā arī tumšās matērijas lomu šajos procesos un tumšās enerģijas lomu Visuma izplešanās procesā.</p> <p>Iepazīstas ar kosmisko kalendāru, kurā viena gada laikā sakārtoti Visuma attīstības 13,8 miljardi gadu (piemēram, pieejams tiešsaistē: https://en.wikipedia.org/wiki/Cosmic_Calendar#/media/File:Cosmic_Calendar.png). Spriež par laika posmiem, kuros radās un attīstījās Saules sistēma, dzīvība. Spriež par metodēm, ar kuru palīdzību var noskaidrot, kā norisinās Visuma attīstība (piemēram, novērojumi ar teleskopu, fosilijas, ģenētika, alu zīmējumi, radioaktīvā oglekļa datēšana, vēsturisko hroniku ieraksti).</p> <p>Apkopo faktus no dažādiem avotiem un diskutē par dzīvības rašanās un pastāvēšanas nosacījumiem, kā arī iespējām uz Zemes un kosmosā (ūdens klātbūtne, temperatūra, spiediens, gravitācija, atmosfēras sastāvs, organisko vielu klātbūtne, enerģijas avots, dzīvībai labvēlīgā zona). Izveido atgādni par citplanētu noteikšanas metodēm (pēc zvaigznes spožuma maiņas; pēc spektrālīniju nobīdes zvaigznes spektrā (Doplera efekts); tieši novērojumi).</p> <p>Raksta argumentēto eseju par kādu no tematiem pēc izvēles: “Dzīvības pastāvēšanas iespējas uz objekta “X” kosmosā”; “Kā, skatoties no kosmosa, varētu konstatēt, ka uz Zemes Saules sistēmā ir dzīvība?”; “Dzīvības rašanās uz Zemes”.</p>
<p>Kādi ir mūsu priekšstati par pasauli?</p>	<p>Uzzina, kas ir pasaules uzskata elementi – pasaules aina un individuālie uzskati. Salīdzina zinātnisko, ezotērisko un reliģisko pasaules uzskatu par Visuma rašanos, izvērtējot zinātniskā pasaules uzskata priekšrocības.</p> <p>Apkopo informāciju no dažādiem avotiem par kosmosa izpēti tehnoloģiju sasniegumiem un to pārnesi ikdienas lietojumiem (piemēram, atmiņas putas, bezvadu instrumenti, folijas segas, karstumizturīgi materiāli, amortizācija apavos un tiltos, ūdens filtrācijas sistēma, lietu internets, bezvadu austiņas), analizējot šo tehnoloģiju lietošanas ietekmi uz sabiedrības dzīves kvalitāti. Sadarbojoties pāri vai grupā, veido īsu videoziņu reportāžu (var izmantot fotogrāfijas un citu video materiālu) par kādu no izgudrojumiem kosmosa apguves vajadzībām, ko izmantojam ikdienā, saistot izgudrojuma lietošanu ar tā ietekmi uz cilvēka dzīves kvalitāti, un prezentē to pārējiem.</p> <p>Kritiski izvērtē astroloģijas apgalvojumu, ka astronomiskās parādības ietekmē cilvēku dzīvi un ka, sastādot horoskopu, kas attēlo debess spīdekļu stāvokli noteiktā laika momentā, iespējams prognozēt nākotnes notikumus, analizē zinātniskos un nezinātniskos faktorus.</p> <p>Iepazīstas ar vakardienas horoskopu visām horoskopa zīmēm, secina, ka starp pareģoto un notikušo pastāv būtiskas atšķirības un ka horoskops ir piepildījies nejausās sakrītības līmenī.</p> <p>Izvēloties kādu no videofragmentiem par pasaules gala astronomiskajiem scenārijiem (piemēram, pieejams tiešsaistē: https://youtu.be/C6nw_f5fr_8 – liela asteroīda krišana, Saules supervētra, tuvu Saules sistēmai garām paiet zvaigzne, Zemei tuvojas melnais caurums, gamma uzliesmojums uz kādas zvaigznes, planētu orbītu nestabilitāte, zūd Mēness stabilizējoša ietekme, sadursme ar Andromēdas galaktiku, Saule kļūst karstāka, kontakti ar citplanētiešiem) un sadarbojoties pāri, izveido kopsavilkumu infografikā vai uz virtuālās sienas – izvērtē izvēlēto scenārija iespējamību tuvākā vai tālākā nākotnē, pamato savu viedokli.</p> <p>Diskutē par stratēģiju, kā pārliecināties, vai piedāvātās ziņas astronomijā ir patiesas vai viltus ziņas (piemēram, pasaules gala scenāriji, plakanās Zemes teorija, vai cilvēki bijuši uz Mēness).</p>

Mācību līdzekļi

Mācību materiāli

- Informācija Galaktikas modeļa veidošanai: Vilks, I. *Ceļvedis Visums. Ieskats mūsu Galaktikā*. Rīga: Zvaigzne ABC, 2018. 26.–33. lpp.
- Bruņeniece, A., Dudareva, I. *Galaktiku klasifikācija*: darba lapa un metodiskie komentāri. Astronomijas jautājumi fizikas stundās vidusskolā. Interaktīvās darba lapas. Lielvārds. Pieejams: <https://soma.lv/>
- Bruņeniece, A., Dudareva, I. *Galaktikas*: darba lapa un metodiskie komentāri. Astronomijas jautājumi fizikas stundās vidusskolā. Interaktīvās darba lapas. Lielvārds. Pieejams: <https://soma.lv/>
- Vilks, I. *Galaktiku arheoloģija* [1.–15. min]: mācību video, LU Open Minded [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. maijā]. Pieejams: <https://youtu.be/EQbKRMhX38>
- *Classroom demonstration. Redshift* (Demonstrējums – sarkanā nobīde): mācību video [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. maijā]. Pieejams: <https://youtu.be/pCwGa4rVfGc>
- Virtuālais planetārijs *Stellarium* [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 8. maijā]. Pieejams: instalējamā versija <https://stellarium.org/lv/>; tiešsaistes versija <https://stellarium-web.org/>
- Vilks, I. *Lielais Sprādziens un citi stāsti*: mācību video, LU Open Minded [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. maijā]. Pieejams: <https://youtu.be/VMDOE28AdZY>
- *Kosmiskais kalendārs* [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 5. jūnijs]. Pieejams: https://en.wikipedia.org/wiki/Cosmic_Calendar#/media/File:Cosmic_Calendar.png
- Vilks, I. *Pasaules gala astronomiskie scenāriji*: mācību video. LU Open Minded. [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. maijā]. Pieejams: https://youtu.be/C6nw_f5fr_8
- Bruņeniece, A., Dudareva, I. *Dzīvības meklējumi Visumā*: darba lapa un metodiskie komentāri. Astronomijas jautājumi fizikas stundās vidusskolā. Interaktīvās darba lapas. Lielvārds. Pieejams vietnē <https://soma.lv/>

Darba piederumi

- Galaktiku attēlu kartītes (piemēram, M87, NGC877, NGC309, NGC1073, NGC1232, NGC1300, NGC1700, NGC7479, PGC8961, NGC4261, M61, M63, M84, M85, NGC1427A, ESO 593-8 – jāmeklē interneta resursos vai var izmantot gatavas no resursa “Astronomijas jautājumi fizikas stundās vidusskolā. Galaktiku klasifikācija”).

Citi ieteicamie resursi

- *Create a Hubble Tuning Work diagram (Habla galaktiku klasifikācijas shēmas izveide)*: mācību aktivitātes apraksts [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. maijā]. Pieejams: <https://lco.global/education/activities/create-a-hubble-tuning-fork-diagram/>
- Docenko, D., Dudareva, I. *Astronomija vidusskolai*: padziļināts kurss. Temati: Piena Ceļš un citas galaktikas, kosmoloģija [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams reģistrējoties: <https://edu.lu.lv/enrol/index.php?id=1989>
- Bruņeniece, A., Dudareva, I. *Argumentētā eseja par dzīvības pastāvēšanas iespējām uz debess objektiem*: mācību aktivitātes apraksts un darba lapas. Astronomijas jautājumi fizikas stundās vidusskolā. Interaktīvās darba lapas. Dzīvības meklējumi Visumā. Lielvārds. Pieejams: <https://soma.lv/>
- *Galaktiku arheoloģija*: LU Open Minded video [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: <https://youtu.be/EQbKRMhX38>
- *Galaktiku veidi un izvietojuma modelis*: prezentācija. ESF projekts “Dabaszinātnes un matemātika”. Dabaszinības. Vizuālie materiāli 12. klasei [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/dbz/IT/VM_D_12/index.html
- *Kā kosmosā ietekmē zemi? Izdoma un fakti*: LU Open Minded video [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 26. maijā]. Pieejams: <https://youtu.be/xVvA2Jwjq-s>
- *Kā uzbūvēt galaktiku*: mācību aktivitātes apraksts. [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. maijā]. Pieejams: <https://chandra.si.edu/build/>
- *Living in the Milky Way (Dzīvošana Piena Ceļa Galaktikā)*: mācību aktivitātes apraksts [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. maijā]. Pieejams: <https://astroedu.iau.org/en/activities/1611/living-in-the-milky-way/>
- *Līdz Visuma robežai*: LU Open Minded video [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: <https://youtu.be/4mpQ-0a0MsA>
- Meisters, M. (2022). Meklē citplanētiešu adresi. *Ilustrētā Zinātne*. Marts 2022 (196), 48.–51. lpp.
- Mesjē kataloga bingo spēle [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. maijā]. Pieejams: <https://messierbingo.lco.global/>
- *Visuma uzbūve*: prezentācija. ESF projekts “Dabaszinātnes un matemātika”. Fizika. Vizuālie materiāli 12. klasei [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/fiz/IT/VM_F_12/index.html

- *Visums un tā izpēte*: prezentācija. ESF projekts “Dabaszinātnes un matemātika”. Fizika. Vizuālie materiāli 12. klasei [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/fiz/IT/VM_F_12/index.html
- *What is redshift (Kas ir sarkanā nobīde)*: mācību video [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. maijā]. Pieejams: <https://youtu.be/ikgRZt1BSyk>
- *What Part of the Milky Way Can We See (Kādu Piena Ceļa Galaktikas daļu mēs redzam?)*: mācību video [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. maijā]. Pieejams: <https://youtu.be/pdFWbEwsOmA>
- *Zinātnes kafejnīca “Ak, šie pasaules gali”* [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 2. jūnijā]. Pieejams: <https://youtu.be/Ed-S4is99hY>

Starpriekšmetu saikne

Fizika	Tematā izmanto fizikas stundās apgūtās zināšanas par atomiem un Visumu, aprakstot Lielo Sprādzienu kā zinātniski pamatotu Visuma rašanās modeli.
Bioloģija	Tematā izmanto bioloģijas stundās apgūtās zināšanas par vidi un organismu evolucionārajām pārmaiņām, aprakstot dzīvības izcelšanās teorijas, dzīvās dabas evolūciju un organismu adaptācijas procesus.

Metodiskais komentārs

Ieteikums laika plānojumam	<p>4.1. Piena Ceļa galaktika. Praktiskais darbs: Galaktikas modeļa izgatavošana.</p> <p>4.2. Praktiskais darbs: galaktiku klasifikācija. Galaktiku tipu fizikālais raksturojums.</p> <p>4.3. Galaktiku grupas un kopas.</p> <p>4.4. Galaktiku superkopas. Visuma lielmēroga struktūra.</p> <p>4.5. Doplera efekta izpausme un aprēķināšana.</p> <p>4.6. Sarkanā nobīde, Visuma izplešanās, Habla likums.</p> <p>4.7. Aprēķini par Visuma izplešanos, izmantojot Habla likumu.</p> <p>4.8. Kārtējais pārbaudes darbs.</p> <p>4.9. Visuma izveidošanās (Lielā Sprādziena) teorija.</p> <p>4.10. Zvaigžņu un galaktiku veidošanās. Tumšā matērija.</p> <p>4.11. Visuma lielmēroga struktūras veidošanās, tumšā enerģija. Saules sistēmas un Zemes rašanās.</p> <p>4.12. Dzīvības rašanās uz Zemes, dzīvības pastāvēšanas iespējas kosmosā. Citplanētu daudzveidība.</p> <p>4.13. Kopsavilkums: ko esam apguvuši astronomijā. Skolēnu pašnovērtējums.</p> <p>4.14. Noslēguma pārbaudes darbs.</p> <p>4.15. Pasaules uzskatu veidi un zinātniskā pasaules uzskata priekšrocības.</p> <p>4.16. Diskusija par kosmosa izpētes tehnoloģiju attīstību.</p> <p>4.17. Kritisks astroloģijas izvērtējums.</p> <p>4.18. Kritiskās domāšanas izmantošana “pasaules gala” ziņu izvērtēšanai.</p> <p>Skolotājs, ievērojot savu pieredzi vai skolēnu vajadzības, laika plānojumu tematā korigē pēc saviem ieskatiem.</p>
Kritiskās domāšanas treniņš	Šajā tematā aktualizē skolēnu kritiskās domāšanas lietojumu dažādās situācijās, piemēram, kritiski izvērtē astroloģijas apgalvojumus, spriež, vai aplūkojamās ziņas ir patiesas vai viltus ziņas (piemēram, pasaules gala scenāriji, plakanās Zemes teorija, vai cilvēki bijuši uz Mēness).

Jaunu zināšanu konstruēšana	Šajā tematā skolēns patstāvīgi vai sadarbojoties mazā grupā izveido galaktiku klasifikāciju, izmantojot dažādu galaktiku attēlus, kurus sagrupē pēc izskata vairākās grupās.
Skolēnu kļūdainie priekšstati	<p>Kaut arī Visums izplešas, izplešanās nenotiek no viena punkta (no viena centra), izplešas pati telpa. To var iztēloties kā ēku, kas kļūst lielāka – attālums starp atsevišķām telpām pieaug.</p> <p>Jāsaprot, ka Lielais Sprādziens faktiski nav sprādziens, bet komplicēts fizikālu procesu kopums, kas sevī ietver arī straujas izplešanās (kosmiskās inflācijas) fāzi.</p> <p>Astroloģija balstās geocentrismā, kad Zemi iztēlojās kā Visuma centru un būtiskāko elementu. Saskaņā ar mūsdienu fizikālajiem priekšstatiem, debess ķermeņu redzamais izvietojums neietekmē cilvēkus vai notikumus.</p>

Papildinformācija

Temata plānojums veidots tā, lai skolēni, kas apgūst astronomiju 12. klasē, varētu noslēgt mācības agrāk atbilstoši mācību gada plānojumam.

Pielikumi

1. pielikums. Specializētā kursa "Astronomija" plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti

Ministru kabineta 2019. gada 3. septembra noteikumu Nr. 416 "Noteikumi par valsts vispārējās vidējās izglītības standartu un vispārējās vidējās izglītības programmu paraugiem" 5. pielikuma 1.1.1., 6.1.1.–6.1.3., 6.2.1., 6.2.2. un 6.3.1. apakšpunktā minētie dabaszinātņu mācību jomas plānotie sasniedzamie rezultāti optimālajā apguves līmenī un šo noteikumu 5. pielikuma 6.1.1. un 6.2.1. apakšpunktā minētie dabaszinātņu mācību jomas plānotie sasniedzamie rezultāti augstākajā apguves līmenī.

Dabaszinātņu mācību jomas plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti optimālajā mācību satura apguves līmenī

VSK.D.Li.1. Visumā matērija sastāv no ļoti mazām daļiņām.
VSK.D.Li.1.1. Matērija un tās stāvokļi.
D.O.1.1.1. Skaidro, ka matēriju veido viela un lauks, raksturojot procesus mikropasaulē un makropasaulē.
VSK.D.Li.6. Mūsu Saules sistēma ir ļoti maza daļa vienā no miljardiem galaktiku Visumā.
VSK.D.Li.6.1. Visuma elementi.
D.O.6.1.1. Raksturo dažādu zvaigžņu tipu (pundurī, galvenās secības zvaigznes, milži un pārmilži) fizikālos raksturlielumus (temperatūra, starjauka), lietojot Hercšprunga–Rasela diagrammu.
D.O.6.1.2. Klasificē Visuma objektus (zvaigznes, planētas, pavadoņi, eksoplanētas, zvaigžņu kopas, miglāji, galaktikas) pēc to būtiskākajām pazīmēm, izmantojot dažādus informācijas avotus.
D.O.6.1.3. Skaidro atšķirību starp zvaigžņu redzamo un absolūto spožumu.
D.O.6.2.1. Skaidro procesus (kodolreakcijas un enerģijas pārnese) zvaigznēs, izmantojot virtuālos modeļus un dažādus informācijas avotus.
D.O.6.2.2. Saskata un analizē likumsakarības starp Saules sistēmas objektu raksturlielumiem (vidējais attālums no Saules, apriņķošanas periods, rotācijas periods, virsmas temperatūra), izmantojot Saules sistēmas objektu raksturlielumu datu tabulas.
D.O.6.3.1. Spriež, formulējot argumentētu viedokli par Zemes magnētiskā lauka nozīmi.

Dabaszinātņu mācību jomas plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti augstākajā mācību satura apguves līmenī

VSK.D.Li.6. Mūsu Saules sistēma ir ļoti maza daļa vienā no miljardiem galaktiku Visumā.
VSK.D.Li.6.1. Visuma elementi.
D.A.6.1.1. Saista Hercšprunga–Rasela diagrammas apgabalus ar zināmajiem zvaigžņu tipiem un zvaigžņu evolūcijas posmiem, skaidro Visuma evolūciju, galaktiku sarkano nobīdi un reliktā starojuma eksistenci atbilstoši Lielā sprādziena teorijai, izmanto Visuma izplešanās teoriju un Habla likumu, lai paskaidrotu Visuma uzbūvi, kā arī noteiktu Visuma vecumu un attālumus līdz galaktikām.
D.A.6.2.1. Analizē fundamentālo mijiedarbību nozīmi Saules sistēmas objektu kustībā un pastāvēšanā, skaidro un salīdzina planētu un zvaigžņu pētīšanas metodes, kā arī prognozē starpplanētu un starpzvaigžņu ceļojumus, to iespējamību un ierobežojumus.

Papildus plānotie skolēnam sasniedzamie rezultāti

Skolotājs, ievērojot savu pieredzi vai skolēnu vajadzības, pēc saviem ieskatiem papildina sasniedzamos rezultātus ar Ministru kabineta 2019. gada 3. septembra noteikumu Nr. 416 "Noteikumi par valsts vispārējās vidējās izglītības standartu un vispārējās vidējās izglītības programmu paraugiem" 5. pielikumā minētajiem dabaszinātņu mācību jomas plānotajiem sasniedzamajiem rezultātiem:

- Vispārīgajā apguves līmenī. 6.1.1. Apraksta zvaigznāju un debess ķermeņu (zvaigžņu un Saules sistēmas planētu) redzamību, lai orientētos zvaigžņotajās debesīs, novērojot dabā, lietojot zvaigžņu karti un dažādas lietotnes. 6.1.2. Salīdzina attālumus starp astronomiskajiem objektiem, aprakstot Saules sistēmu, Galaktiku un Visumu, novērtējot attālumu lielumu kārtas. 6.3.1. Salīdzina apstākļus uz Zemes un citām planētām, lai pamatotu Zemes atmosfēras nozīmi dzīvības pastāvēšanas apstākļu nodrošināšanā un aizsardzībā, argumentējot ar piemēriem.
- Optimālajā apguves līmenī. 3.1.3. Salīdzina planētu kustību ap Sauli un mākslīgo pavadoņu kustību ap Zemi, aprakstot objekta kustības ātruma izmaiņu pa riņķveida un eliptiskām orbītām, novērtējot apriņķošanas periodu, pirmo un otro kosmisko ātrumu, lai skaidrotu mākslīgo pavadoņu izmantošanu tehnoloģijās.
- Augstākajā apguves līmenī. 2.1.2. Skaidro Doplera efekta būtību skaņas un gaismas viļņiem, tā praktisko nozīmi kustībā esošu objektu novērojumos.

2. pielikums. Mācību satura apguvei izmantojamie mācību līdzekļi un resursi

Izmantošanas nolūks	Mācību līdzekļu veids	Mācību līdzekļi
Mācību stundu sagatavošanai un demonstrējumiem	Metodiskie materiāli	<p>Metodiskais materiāls: kā nosaka Saules un Polārzcvaigznes augstumu pie debess. <i>iSky: Smart Measurements of the Heavens</i> (2014). Smartphones in Science Teaching. iStage2. 16-18 [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 5. jūnijā]. Pieejams: https://www.science-on-stage.eu/sites/default/files/material/smartphones_in_science_teaching.pdf</p> <p><i>Visuma uzbūve</i>: prezentācija. ESF projekts "Dabaszinātnes un matemātika". Fizika. Vizuālie materiāli 12. klasei [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/fiz/IT/VM_F_12/index.html</p> <p><i>Visums un tā izpēte</i>: prezentācija. ESF projekts "Dabaszinātnes un matemātika". Fizika. Vizuālie materiāli 12. klasei [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/fiz/IT/VM_F_12/index.html</p> <p>Docenko, D., Dudareva, I. <i>Astronomija vidusskolai</i>: padziļināts kurss [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams reģistrējoties: https://edu.lu.lv/enrol/index.php?id=1989</p> <p>Gills, M. (2022). Laižam raķeti telefonā. <i>Zvaigžņotā Debess</i>. Pavasaris 2022 (255), 39.</p> <p>Bērziņš, K. (2021). Vai arī Tavā pagalmā ir meteorīts? <i>Zvaigžņotā Debess</i>. Vasara 2021 (252), 6.–11.</p> <p>LD Saules aktivitātes noteikšana ar optiskajiem instrumentiem: DZM materiāls D_10_LD_01_P1.</p> <p>Saules novērošana ar projekcijas metodi [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. maijā]. Pieejams: https://spaceweather.com/sunspots/doityourself2.html</p> <p>Informācija Galaktikas modeļa veidošanai: Vilks, I. <i>Ceļvedis Visums. Ieskats mūsu Galaktikā</i>. Rīga: Zvaigzne ABC, 2018. 26.–33. lpp.</p> <p>Bruņeniece, A., Dudareva, I. <i>Astronomijas jautājumi fizikas stundās vidusskolā</i>. Interaktīvās darba lapas. Lielvārds. Pieejams: https://soma.lv/. Darba lapas un metodiskie komentāri:</p> <ul style="list-style-type: none"> • "Saules leņķiskā augstuma noteikšana"; • "Zvaigžņotās debess grozāmā karte"; • "Orientēšanās zvaigžņotajās debesīs"; • "Zvaigznāja modelis"; • "Pavadoņu kustība"; • "Hercšprunga–Rasela diagramma"; • "Galaktiku klasifikācija"; • "Galaktikas"; • "Dzīvības meklējumi Visumā". <p><i>Kā uzbūvēt galaktiku</i>: mācību aktivitātes apraksts: [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. maijā]. Pieejams: https://chandra.si.edu/build/</p>
	Darba piederumi	Digitāla vai drukāta zvaigžņu karte.
	Iekārtas	Neliels teleskops vai binoklis.

Izmantošanas nolūks	Mācību līdzekļu veids	Mācību līdzekļi
Mācību stundu sagatavošanai un demonstrējumiem	Uzskates materiāli	<p>Mācību video par kosmisko ceļojumu no Zemes līdz Visuma robežai un atpakaļ [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 8. maijā]. Pieejams: https://youtu.be/17jymDn0W6U</p> <p>Kā kosmosā ietekmē zemi? Izdoma un fakti: LU Open Minded video [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 31. maijā]. Pieejams: https://youtu.be/xVvA2Jwjq-s</p> <p>Saules rotācijas ātruma noteikšana [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: https://soho.nascom.nasa.gov/classroom/docs/Spotexerweb.pdf</p> <p>Saule. <i>National Geographic</i> [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: https://youtu.be/2HoTK_Gqi2Q</p> <p>Kā atceras zvaigžņu spektra klases: <i>Oh, be a fine girl, kiss me – Classification of Stellar System – EU Youth Project</i>. [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: https://youtu.be/6D40yRy7QuA</p> <p>Vilks, I. <i>Galaktiku arheoloģija</i> [01:00–05:00 min]: mācību video. LU Open Minded [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. maijā]. Pieejams: https://youtu.be/EQbKRMhX38</p> <p><i>Classroom demonstration. Redshift</i> (Demonstrējums – sarkanā nobīde): mācību video [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. maijā]. Pieejams: https://youtu.be/pCwGa4rVfGc</p> <p>Vilks, I. <i>Lielais Sprādziens un citi stāsti</i>: mācību video. LU Open Minded. [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. maijā]. Pieejams: https://youtu.be/VMDOE28AdZY</p> <p>Vilks, I. <i>Pasaules gala astronomiskie scenāriji</i>: mācību video. LU Open Minded [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. maijā]. Pieejams: https://youtu.be/C6nw_f5fr_8</p> <p>Mācību video: <i>What Part of the Milky Way Can We See</i> (Kādu Piena Ceļa Galaktikas daļu mēs redzam?) [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. maijā]. Pieejams: https://youtu.be/pdFWbEwsOmA</p> <p>Mācību video: <i>What is redshift</i> (Kas ir sarkanā nobīde). [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. maijā]. Pieejams: https://youtu.be/ikgRZt1BSyk</p> <p><i>Galaktiku veidi un izvietojuma modelis</i>: prezentācija. ESF projekts “Dabaszinātnes un matemātika”. Dabaszinības. Virtuālie materiāli 12. klasei [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: https://www.siic.lu.lv/dbz/IT/VM_D_12/index.html</p>
	Modeļi	<p>Virtuālais planetārijs <i>Stellarium</i> [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 8. maijā]. Pieejams: instalējamā versija https://stellarium.org/lv/; tiešsaistes versija https://stellarium-web.org/</p> <p>NASA Saules sistēmas reāllaika modelis [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 5. jūnijā]. Pieejams: https://solarsystem.nasa.gov/</p> <p>Hercšprunga–Rasela diagrammas simulācija: <i>Star in a box</i> [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. maijā]. Pieejams: https://starinbox.lco.global/</p>
	IT un ierīces, kuras ir savietojamas ar IT	<p>Lietotnes:</p> <ul style="list-style-type: none"> leņķa mērīšanai (piemēram, <i>Protractor</i>); Saules augstuma noteikšanai (piemēram, <i>Planetarium, Sun Position, Sun Locator Lite</i>); grafiskie kalkulatori matemātisko likumsakarību modelēšanai (<i>Desmos, Geogebra</i>).

Izmantošanas nolūks	Mācību līdzekļu veids	Mācību līdzekļi
Skolēniem darbam (individuālajam/ pāru/grupu darbam, piemēram, laboratorijas darbiem)	Mācību materiāli	<p>Meteorīti un nemeteorīti: Meteorītu muzeja informatīvais materiāls [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 5. jūnijā] Pieejams: http://www.meteoriti.lv/mid/</p> <p>Meteorītu trieciena sadursmes kalkulators [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 5. jūnijā] Pieejams: http://down2earth.eu/impact_calculator/planet.html?lang=en-US (iespējams izvēlēties latviešu valodu)</p> <p>Fotografēšana ar robotisko teleskopu: NASA observatorijas vietne [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. jūnijā]. Pieejams: https://mo-www.cfa.harvard.edu/cgi-bin/OWN/Own.pl</p> <p>Mācību aktivitātes apraksts: <i>Living in the Milky Way</i> (Dzīvošana Piena Ceļa Galaktikā). [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. maijā]. Pieejams: https://astroedu.iau.org/en/activities/1611/living-in-the-milky-way/</p> <p>Mesjē kataloga bingo spēle [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. maijā]. Pieejams: https://messierbingo.lco.global/</p> <p>Mācību aktivitātes apraksts: <i>Create a Hubble Tuning Work diagram</i> (Habla galaktiku klasifikācijas shēmas izveide) [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. maijā]. Pieejams: https://lco.global/education/activities/create-a-hubble-tuning-fork-diagram/</p>
	Darba piederumi	Digitāla vai drukāta zvaigžņu karte, kokteiļa salmiņš, knaģis salmiņa piestiprināšanai pie viedtālruna, 2 savācējlēcas (aptuvenie fokusa attālumi 5 cm un 30 cm), 1 izkliedētājlēca (aptuvenais fokusa attālums –5 cm), dēlītis ar caurumiem lēcu iestiprināšanai, lineāls katram skolēnam vai skolēnu pārim. Galaktiku attēlu kartītes (piemēram, M87, NGC877, NGC309, NGC1073, NGC1232, NGC1300, NGC1700, NGC7479, PGC8961, NGC4261, M61, M63, M84, M85, NGC1427A, ESO 593-8).
	Iekārtas	Viedtālrunis.
	Modeļi	<p>Virtuālais planetārijs <i>Stellarium</i> [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 8. maijā]. Pieejams: instalējamā versija https://stellarium.org/lv/; tiešsaistes versija https://stellarium-web.org/</p> <p>“Uzbūvē” kosmisko teleskopu atbilstoši novērojumu mērķim [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: https://herscheltelescope.org.uk/activity/space-telescope/</p> <p>Kosmiskais kalendārs [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 5. jūnijs]. Pieejams: https://en.wikipedia.org/wiki/Cosmic_Calendar#/media/File:Cosmic_Calendar.png</p>
Skolēniem informācijas ieguvei	Drukātā izziņas literatūra	<p>Vilks, I. (2022). Dzīvnieki debesīs. <i>Zvaigžņotā Debess</i>. Ziema 2021/2022 (254), 42.–49. lpp.</p> <p>Bendikss, H. (2022). Tagad kosmodromi būs jūrā. <i>Ilustrētā Zinātne</i>. Aprīlis 2022 (197), 26.–35. lpp.</p> <p>Grenne, J. (2022). Tumši plankumi brīdina par vairākām Saules vētrām. <i>Ilustrētā Zinātne</i>. Jūnijs 2022 (199), 32.–33. lpp.</p> <p>Meisters, M. (2022). Radioviļņi stāsta par Visuma vēsturi. <i>Ilustrētā Zinātne</i>. Jūnijs 2022 (199), 36.–41. lpp.</p> <p>Meisters, M. (2022). Meklē citplanētiešu adresi. <i>Ilustrētā Zinātne</i>. Marts 2022 (196), 48.–51. lpp.</p>

Izmantošanas nolūks	Mācību līdzekļu veids	Mācību līdzekļi
Skolēniem informācijas ieguvei	Elektroniskie izziņas avoti	<p><i>No plakanās Zemes līdz tumšajai enerģijai</i>: LU Open Minded video [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: https://youtu.be/mPMKUEvADRI</p> <p><i>Līdz Visuma robežai</i>: LU Open Minded video [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: https://youtu.be/4mpQ-0a0MsA</p> <p>Mācību video par kosmisko raķešu pacelšanos un lidojumu: <i>If Rockets were Transparents</i> [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 5. jūnijā]. Pieejams: https://youtu.be/su9EVeHqizY</p> <p>Space X kosmisko raķešu uzbūve [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 5. jūnijā]. Pieejams: https://www.spacex.com/</p> <p>Satelītu redzamība konkrētajā vietā uz Zemes [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 5. jūnijā]. Pieejams: https://james.darpinian.com/satellites/</p> <p>Pilotējamie lidojumi kosmosa izpētē (no 16:00 min) [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 5. jūnijā]. Pieejams: https://replay.lsm.lv/lv/ieraksts/lr/43570/pilotejamie-lidojumi-kosmosa-izpete</p> <p>Eiropas Kosmosa aģentūras mācību video par Ņūtona likumiem bezsvara apstākļos kosmiskajā stacijā [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. maijā]. Pieejams: https://youtu.be/-gAMZbeL2ts</p> <p>Eiropas Kosmosa aģentūras mācību video par bezsvara ietekmi uz cilvēka organismu [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. maijā]. Pieejams: https://youtu.be/GOo5zjH8GgA</p> <p>Saules izskats noteiktā dienā [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 21. maijā]. Pieejams: https://umbra.nascom.nasa.gov/images/ un https://www.spaceweatherlive.com/en/solar-activity.html</p> <p><i>Zvaigznes dzīve no dzimšanas līdz pensijai</i>: LU Open Minded video [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: https://youtu.be/k4rLTUI74kw</p> <p><i>Kā strādā astronomi?</i>: LU Open Minded video [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: https://youtu.be/lhomxWgLb0s</p> <p>Zinātnes kafejnīca "Ak, šie pasaules gali" [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 2. jūnijā]. Pieejams: https://youtu.be/Ed-S4is99hY</p> <p><i>Kā kosmosa ietekmē zemi? Izdoma un fakti</i>: LU Open Minded video [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 26. maijā]. Pieejams: https://youtu.be/xVyA2Jwjq-s</p> <p><i>Līdz Visuma robežai</i>: LU Open Minded video [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: https://youtu.be/4mpQ-0a0MsA</p> <p><i>Galaktiku arheoloģija</i>: LU Open Minded video [tiešsaiste, skatīts 2022. gada 29. maijā]. Pieejams: https://youtu.be/EQbKRMhX38</p>
Piederumi, iekārtas, ierīces mācību vides nodrošināšanai		Datori vai planšetes, datorprojektori, ekrāns.

**DOMĀT.
DARĪT.
ZINĀT.**

Valsts izglītības satura centra īstenotā projekta "Kompetenču pieeja mācību saturā" mērķis ir izstrādāt, aprobēt un pēctecīgi ieviest Latvijā tādu vispārējās izglītības saturu un pieeju mācīšanai, lai skolēni gūtu dzīvei 21. gadsimtā nepieciešamās zināšanas, prasmes un attieksmes.

Projekts Nr. 8.3.1.1/16/I/002 Kompetenču pieeja mācību saturā



NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA
Eiropas Sociālais
fonds

I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē