

#### 4. TEMATS GRAVITĀCIJA UN KUSTĪBA GRAVITĀCIJAS LAUKĀ

[Temata apraksts](#)

[Skolēnam sasniedzamo rezultātu ceļvedis](#)

[Uzdevumu piemēri](#)

|                |                                                                        |                    |
|----------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| F_10_SP_04_P1  | <a href="#">Brīvās krišanas paātrinājums</a>                           | Skolēna darba lapa |
| F_10_SP_04_P2  | <a href="#">Smaguma spēks palīdz vai traucē mums dzīvot uz zemes ?</a> | Skolēna darba lapa |
| F_10_DD_04_P01 | <a href="#">Ķermeņu krišana</a>                                        | Skolēna darba lapa |
| F_10_DD_04_P02 | <a href="#">Keplera likumi</a>                                         | Skolēna darba lapa |
| F_10_DD_04_P03 | <a href="#">Kosmiskie ātrumi</a>                                       | Skolēna darba lapa |
| F_10_LD_04_P01 | <a href="#">Horizontāli izsviesta ķermeņa kustība</a>                  | Skolēna darba lapa |

---

Lai atvēru dokumentu aktivējiet saiti. Lai atgrieztos uz šo satura rādītāju, lietojiet taustiņu kombināciju **CTRL+Home**.

# GRAVITĀCIJA UN KUSTĪBA GRAVITĀCIJAS LAUKĀ

## TEMATA APRAKSTS

Dzīvojot uz Zemes, mēs nepārtraukti saskaramies ar gravitāciju, tāpēc ir svarīgi veidot skolēnos dziļāku izpratni par šīs mijiedarbības izpausmēm. Gravitācija ir viens no četriem fundamentālās mijiedarbības veidiem dabā. Visi ķermeņi, lai kur arī tie atrastos – uz Zemes, Saules sistēmā vai Visumā, – savstarpēji pievelkas.

Skolēni pamatskolā jau ir apguvuši smaguma spēka un gravitācijas jēdzienus. Apgūstot šo tematu, skolēni veido izpratni par gravitācijas mijiedarbību un mācās skaidrot ķermeņu kustību gravitācijas laukā. Eksperimentāli pētot horizontāli vai slīpi izsviesta ķermeņa kustību laboratorijas darbā, skolēni mācās izraudzīties darba piederumus, apstrādāt un izvērtēt datus, kā arī secināt.

Tā kā astronomisko objektu izmēri un attālumi starp tiem ir milzīgi, ļoti būtiska nozīme ir virtuālajiem eksperimentiem. Turklāt jāiepazīst Visuma izpētes vēsture un perspektīvas.

Mācību procesā skolotājam jāuzsver situāciju analīze un izvērtēšana, piemēram, apspriežot drošības pasākumus un riska faktorus atrakciju parkos un citur. Skolotājam mazāk uzmanības būtu jāvelta uzdevumu risināšanai, jo aprēķinu veikšana šajā tematā matemātiski ir pietiekami sarežģīta un laikietilpīga. Būtiskāk ir izskaidrot un pētīt fizikālos procesus un to norises dabā.




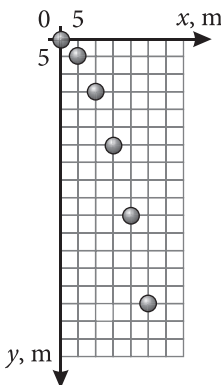
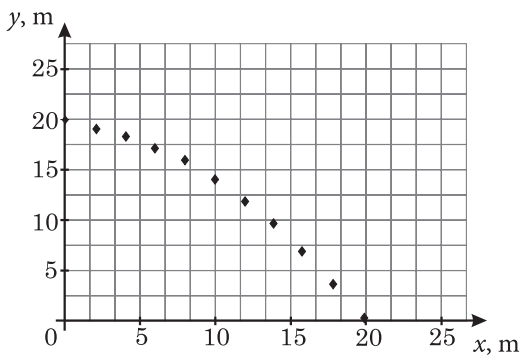
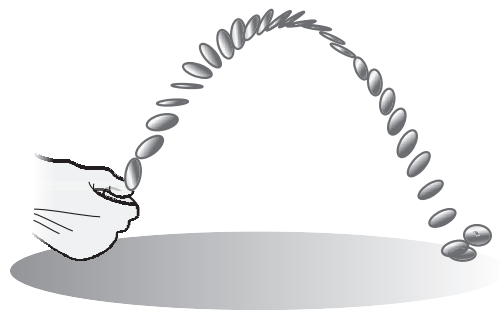
## CEĻVEDIS

## Galvenie skolēnam sasniedzamie rezultāti

| STANDARTĀ | Analizē gravitācijas un elektromagnētisko mijiedarbību izpausmi dabā un tehnikā.                                                                                                                                                                                                                                    | Izvēlas fizikālo procesu raksturlielumus un pazīmes, prognozē lielumu savstarpējo atkarību.                                           | Lieto informācijas tehnoloģijas, lai pārbaudītu hipotēzi par funkcionālo sakarību starp fizikālajiem lielumiem.                                                              | Izdarā secinājumus, pamatojoties uz problēmas risinājumā vai eksperimentā iegūtajiem datiem (pierādījumiem), atbilstīgi izvirzītajai hipotēzei.                | Formulē un argumentē viedokli par fizikālajiem procesiem, pamatojoties uz faktiem, likumsakarībām, sava vai grupas darba rezultātiem, ciena citu viedokli. | Izvērtē tehnoloģiju izmantošanas pieredzi fizikā, ietekmi uz sabiedrību un nākotnes perspektīvas.                   |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PROGRAMMĀ | <ul style="list-style-type: none"> <li>Salīdzina ķermeņu kustību gravitācijas laukā uz Zemes un Visumā.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Izvēlas fizikālo procesu raksturlielumus, pētot ķermeņa kustību gravitācijas laukā.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Iegūst informāciju un izvērtē eksperimenta rezultātus, virtuālajā eksperimentā pētot Keplera likumus un kosmiskos ātrumus.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Apstrādā un izvērtē datus par ķermeņu kustību gravitācijas laukā, formulē secinājumus, pamatojoties uz tiem.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Argumentē savu viedokli par gravitācijas nozīmi dabā, sadzīvē un tehnikā.</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Analizē Saules sistēmas izpētes vēsturi un nākotnes perspektīvas.</li> </ul> |
| STUNDĀ    | <p><b>Situācijas analīze.</b><br/>SP. Gravitācijas spēka izpausme.</p> <p><b>Demonstrēšana.</b><br/>D. Ķermeņu krišana.</p> <p>KD. Gravitācijas likums.<br/>VM. Saules sistēmas planētu salīdzinājums ar Zemi.<br/>VM. Paisums un bēgums.<br/>VM. Kustība gravitācijas laukā.<br/>VM. Saules sistēmas planētas.</p> | <p><b>Demonstrēšana.</b><br/>D. Vertikālais sviediens.</p> <p>VM. Slīpais sviediens.</p>                                              | <p><b>Demonstrēšana.</b><br/>D. Keplera likumi.<br/>D. Kosmiskie ātrumi.</p> <p>VM. Ķermeņa kustība gravitācijas laukā.</p>                                                  | <p><b>Laboratorijas darbs.</b><br/>LD. Horizontāli izsviesta ķermeņa kustība.</p> <p>VM. Kustība vertikālā virzienā.</p>                                       | <p>VM. Gravitācija/antigravitācija.</p>                                                                                                                    | <p>KD. Zemes mākslīgie pavadoņi.<br/>VM. Kosmiskie atkritumi.</p>                                                   |




## UZDEVUMU PIEMĒRI

| Sasniedzamais rezultāts                                                                     | I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | III                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Izskaidro debess ķermeņu kustību, izmantojot Saules sistēmas modeli.                        | Apraksti Saules sistēmas modeli!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Salīdzini ZMP kustību ap Zemi ar planētu kustību ap Sauli!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Analizē Haleja komētas kustību Saules sistēmā un attēlo to mērogā!                                                                                                                                                      |
| Salīdzina ķermeņu kustību gravitācijas laukā uz Zemes un Visumā.                            | Uzraksti dažādu makroskopisku ķermeņu reālās kustības ātrumus uz Zemes! Salīdzini tos ar kosmiskajiem ātrumiem! Izmanto tabulas un formulu lapu!                                                                                                                                                                                                                                      | Aprēķini, cik ilgā laikā ķermenis nokritis no 5 metru augstuma uz divām no Saules sistēmas planētām un salīdzini iegūtos rezultātus!                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Salīdzini Saules sistēmas planētu kustības ātrumus pa to orbītām ar kosmiskajiem ātrumiem uz attiecīgās planētas! Salīdzini planētu leņķiskos ātrumus kustībā pa orbītām ap Sauli, pieņemot, ka orbīta ir riņķa līnija! |
| Izprot gravitācijas konstantes fizikālo būtību.                                             | Ar cik lielu spēku mijiedarbojas divas lodes, kuru masa katrai ir 1 kg, bet attālums starp ložu centriem ir 1 metrs?                                                                                                                                                                                                                                                                  | Izskaidro, ko nosaka gravitācijas konstante! Uzraksti gravitācijas konstantes vērtību, izsakot mērvienību ar<br>a) N, kg un m;<br>b) kg, m un s!                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Analizē, kā varētu noteikt planētas vidējo blīvumu, ja zināma gravitācijas konstante $G$ ! Kādi planētu raksturlielumi vēl ir jāzina, lai atrisinātu šo problēmu?                                                       |
| Izprot brīvās krišanas paātrinājuma un ķermeņa svara jēdzienu fizikālo procesu skaidrojumā. | Attēlo zīmējumā grāmatas smaguma spēku, balsta reakcijas spēku un ķermeņa svaru! Kuri no šiem spēkiem cits citu kompensē?<br>                                                                                                                                                                        | Paskaidro ar piemēriem, kādā gadījumā ķermeņa svārs ir vienāds ar smaguma spēku! Kādā gadījumā tas ir lielāks par ķermeņa smaguma spēku un kādā gadījumā – mazāks?                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Analizē ķermeņu kustību kosmosa kuģī, kas ar izslēgtiem dzinējiem pārvietojas apkārt Zemei!                                                                                                                             |
| Lieto gravitācijas likuma matemātisko pierakstu.                                            | Uzraksti matemātisko izteiksmi spēkam, ar kādu Zeme pievelk Mēnesi, un spēkam, ar kādu Mēness pievelk Zemi!                                                                                                                                                                                                                                                                           | Kā jāmaina viena ķermeņa masa, nemainot otra ķermeņa masu un attālumu starp tiem, lai gravitācijas spēks starp šiem ķermeņiem palielinātos divas reizes?                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Cik lielā attālumā no Zemes centra uz taisnes, kas savieno Zemes un Mēness centrus, jāatrodas kosmosa kuģim ar masu $m$ , lai rezultējošais gravitācijas spēks būtu nulle?                                              |
| Izskaidro ķermeņu kustību Zemes gravitācijas laukā.                                         | Vai dotie apgalvojumi ir patiesi, neievērojot gaisa pretestību?<br>a) No vienāda augstuma akmens un putna spalva nokrīt vienādā laikā.<br>b) Horizontāli izsviestam ķermenim ātruma projekcija, kas ir paralēla zemes virsmai, kustības laikā samazinās.<br>c) Vertikāli augšup izsviestam ķermenim sākuma ātrums ir skaitliski vienāds ar ātrumu nokrišanas momentā tajā pašā vietā. | 1. Apraksti horizontāli izšautas bultas kustību no izšaušanas momenta līdz momentam, kad tā nokrīt uz Zemes! Paskaidro, kāda ir bultas kustība horizontālā virzienā un kāda – vertikālā virzienā! Pretestības spēkus neņem vērā!<br>2. Slīpi pret horizontu izsviesta ķermeņa kustībā salīdzini laiku, kāds vajadzīgs, lai ķermenis paceltos maksimālajā augstumā, ar laiku, kāds vajadzīgs, lai ķermenis no šī augstuma nokristu atpakaļ uz Zemes! | Basketbola bumbu izmet vertikāli augšup. Salīdzini bumbas pacelšanās laiku līdz maksimālajam augstumam un krišanas laiku līdz izvietošanas vietai, ja ievēro gaisa pretestību!                                          |

| Sasniedzamais rezultāts                                                                | I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | II                                                                                                                                | III                                                                                                     |  |  |  |     |  |  |  |  |     |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|-----|--|--|--|--|-----|--|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Izprot gravitācijas spēka nozīmi ķermeņu mijiedarbībā.</b>                          | Vai dotie apgalvojumi ir patiesi?<br>a) Gravitācijas spēks darbojas starp jebkuriem diviem ķermeņiem.<br>b) Gravitācijas konstante ir vienāda uz visām Saules sistēmas planētām.<br>c) Spēku, ar kādu viens otru pievelk divi ķermeņi, kuru masa katram ir 1 kg, var izmērīt ar fizikas laboratorijā izmantojamo dinamometru.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Paskaidro, kāpēc mēs nenovērojam ķermeņu savstarpējo pievilšanās uz Zemes virsmas un kāpēc gravitācijas spēki ir nozīmīgi Visumā! | Analizē, cik liels gravitācijas spēks darbojas starp ķermeni un Zemi, ja ķermenis atrodas Zemes centrā! |  |  |  |     |  |  |  |  |     |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Analizē ķermeņu kustību gravitācijas laukā, izmantojot stroboskopiskos attēlus.</b> | Aizpildi tabulu, izmantojot stroboskopiskajā zīmējumā parādītos piecus lodītes stāvokļus, ja stroboskops uzliesmo ik pēc 1 s! Nosaki horizontāli izsviestās lodītes koordinātas un kustības laiku līdz attiecīgajam stāvoklim! <div style="display: flex; align-items: center; margin-top: 10px;">  <table border="1" style="margin-left: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 5px;"><math>t</math></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> <td style="width: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;"><math>x</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;"><math>y</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> </div> | $t$                                                                                                                               |                                                                                                         |  |  |  | $x$ |  |  |  |  | $y$ |  |  |  |  | Zīmējumā redzams lodītes kustības stroboskopiskais attēls. Laiks starp uzliesmojumiem ir 0,2 sekundes. Nolasi no stroboskopiskā attēla lielumu vērtības un apkopo tās tabulā! <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div> <p>Ko var secināt par horizontāli izsviesta ķermeņa kustību, ja to aplūko <math>x</math> ass virzienā un <math>-y</math> ass virzienā?</p> | Analizē attēloto viena lata monētas kustību! Prognozē, kāds varētu būt monētas kustības laiks un ātrums! <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div> |
| $t$                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                   |                                                                                                         |  |  |  |     |  |  |  |  |     |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| $x$                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                   |                                                                                                         |  |  |  |     |  |  |  |  |     |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                         |
| $y$                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                   |                                                                                                         |  |  |  |     |  |  |  |  |     |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                         |

| Sasniedzamais rezultāts                                                                                                                                                                                            | I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | III                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Aprēķina, izmantojot funkcionālas sakarības: gravitācijas spēku, ķermeņa smaguma spēku.</b></p> <p><b>Lieto skaitļa normālfornu un decimālos daudzkārtņus, veicot aprēķinus un pierakstot rezultātu.</b></p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cik liels gravitācijas spēks darbojas starp diviem ķermeņiem, kuru masa attiecīgi ir 3 t un 5 t, bet attālums starp tiem 40 m? Rezultātu uzraksti normālfornā SI mērvienībās!</li> <li>2. Cik liela ir lodītes masa, ja tās tilpums 10 cm<sup>3</sup>? Ar cik lielu spēku Zeme pievelk šo lodīti? Lodītes blīvums ir 900 kg/m<sup>3</sup>.</li> <li>3. Ar cik lielu spēku uz galda virsmu darbojas uz tā nolikta grāmata, kuras masa ir 220 g?</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vieglais automobilis <i>FORD ESCORT</i> brauc ar ātrumu 70 km/h pa izliektu tiltu, kura liekuma rādiuss ir 250 m. Aprēķini automobiļa svaru tilta vidū, ja tā masa kopā ar pasažieriem ir 1,525 t!</li> <li>2. Divi vienādi ķermeņi atrodas 1 km attālumā viens no otra un pievelkas ar 1 N lielu spēku. Cik liela ir katra ķermeņa masa?</li> <li>3. Izsaki dotos spēkus ņūtonos un rezultātu pieraksti normālfornā!<br/>3 kN<br/>0,5 MN<br/>12,2 mN<br/>40 000 kN<br/>0,01 mN</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Izveido formulu brīvās krišanas paātrinājuma aprēķināšanai, ja ķermenis atrodas tiešā Zemes virsmas tuvumā!</li> <li>2. Marss atrodas aptuveni 1,5 reizes tālāk no Saules nekā Zeme, un Marsa masa ir aptuveni vienāda ar 0,11 Zemes masām. Cik reižu spēcīgāk Saule pievelk Marsu nekā Zemi?</li> <li>3. Aprēķini gravitācijas spēka un smaguma spēka skaitliskās vērtības Marsa robotam „Spirit”, kura masa ir 185 kg, ja tas atrodas uz Zemes un uz Marsa!</li> </ol> |
| <p><b>Attēlo un analizē zīmējumā kustības trajektoriju gravitācijas laukā un kustību raksturojošos vektorus.</b></p>                                                                                               | <p>Uzzīmē kustības trajektoriju horizontāli izsviesta ķermeņa kustībai! Attēlo sākuma ātruma un beigu ātruma vektorus!</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>Uzzīmē kustības trajektoriju slīpi pret horizontu izsviesta ķermeņa kustībai! Uzzīmē sākuma ātruma un beigu ātruma vektorus! Uzzīmē ātruma vektoru ķermeņa trajektorijas augstākajā punktā!</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>Uzzīmē kustības trajektoriju slīpi pret horizontu izsviesta ķermeņa kustībai! Attēlo sākuma ātrumu un beigu ātrumu un to projekcijas! Attēlo zīmējumā paātrinājumu! Brīvi izraudzītā trajektorijas punktā (ne maksimālajā augstumā) uzzīmē ātruma vektoru un tā projekcijas! Iezīmē trajektorijas liekuma rādiusu!</p>                                                                                                                                                                                          |
| <p><b>Analizē grūtības, ko nākas pārvarēt, pētīt Saules sistēmas debess ķermeņus, izmantojot Saules sistēmas planētu raksturlielumu tabulu un/vai IT (informācijas tehnoloģijas).</b></p>                          | <p>Atrodi uzziņu avotos, cik liels ir attālums no Saules līdz katrai Saules sistēmas planētai!</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>Cik ilgā laikā var nokļūt no Zemes līdz kādām citām divām Saules sistēmas planētām, pieņemot, ka kustība notiek vienmērīgi ar otro kosmisko ātrumu pa taisni, kas savieno Zemi un attiecīgo planētu? Salīdzini aprēķināto ceļojuma laiku un izvērtē, vai šādi ceļojumi ir reāli!</p>                                                                                                                                                                                                                                              | <p>Analizē problēmas, ar kādām būtu jāsasaskaras kosmosa izpētes ekspedīcijām, kuras nosūtītu uz:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Merkuru,</li> <li>b) Marsu,</li> <li>c) Jupiteru,</li> <li>d) Neptūnu!</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p><b>Argumentē savu viedokli par gravitācijas nozīmi dabā, sadzīvē un tehnikā.</b></p>                                                                                                                            | <p>Kāda nozīme ir gravitācijas spēkam un kāda nozīme ir pretestības spēkiem, pārvietojoties ar slēpēm lejup no kalna?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>Salīdzini kosmonauta pārvietošanās iespējas uz Zemes un uz Mēness!</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>Analizē, kuri kustības lielumi mainīsies un kā, ja gravitācijas spēki pēkšņi samazināsies!</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |



| Sasniedzamais rezultāts                                                                                                            | I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | II                                                                                                                                                                                         | III                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Analizē Saules sistēmas izpētes vēsturi un nākotnes perspektīvas.</b>                                                           | <p>Sakārto hronoloģiskā secībā ar Saules sistēmas izpēti saistītos notikumus!</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Lidojums uz Mēnesi.</li> <li>Pirmais cilvēka lidojums kosmosā.</li> <li>Teleskopa izgudrošana.</li> <li>Saules sistēmas modelis, saskaņā ar kuru Saule kustas ap Zemi.</li> <li>Saules sistēmas modelis, saskaņā ar kuru Zeme kustas ap Sauli.</li> <li>Kosmisko starplanētu zondes nosūtīšana uz Marsu un Saturnu.</li> <li>Radioteleskopa izveide.</li> </ol> | <p>Izmantojot informācijas avotus, atrodi un klasificē galvenos posmus Saules sistēmas izpētes vēsturē!</p>                                                                                | <p>Izveido sarakstu, kurā norādītas problēmas, ar kādām ir jāsaskaras Saules sistēmas izpētē! Analizē fizikas nozīmi šo problēmu risināšanā!</p>                                                                                                                                         |
| <b>Ilustrē Zemes mākslīgo pavadoņu izmantošanas daudzveidību un analizē to ietekmi uz sabiedrības dzīves kvalitāti.</b>            | <p>Kādās divās kustībās ZMP piedalās vienlaikus?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>Uzraksti, kādās jomās izmanto ZMP un kādas ir ZMP izmantošanas priekšrocības un nepilnības!</p>                                                                                         | <p>Saule apspīd vienu Zemes puslodi dienas laikā, turklāt ļoti bieži Sauli aizsedz mākoņi. Izvērtē, vai Saules gaismu kā enerģijas avotu varētu izmantot ZMP! Vai šādi iegūto enerģiju varētu nogādāt uz Zemes? Kādas priekšrocības un nepilnības tu saskati šādam enerģijas avotam?</p> |
| <b>Izvērtē drošības pasākumus un riska faktorus atrakciju parkos („amerikāņu kalniņi”, „nāves cilpa”, brīvais kritiens u. c.).</b> | <p>Kādi spēki darbojas uz cilvēku atrakcijā „brīvais kritiens”? Kādi drošības pasākumi tiek ievēroti, darbinot šo atrakciju?</p>                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>Apraksti, kādi riska faktori pastāv un kā tos novērst, darbinot atrakciju „amerikāņu kalniņi”!</p>  | <p>Izplāno atrakciju, kurā izmanto „nāves cilpu”! Izveido šīs atrakcijas maketu un apraksti, kādus drošības pasākumus tev vajadzētu ievērot, izmantojot šo atrakciju! Kā tie jārealizē?</p>          |

Vārds

uzvārds

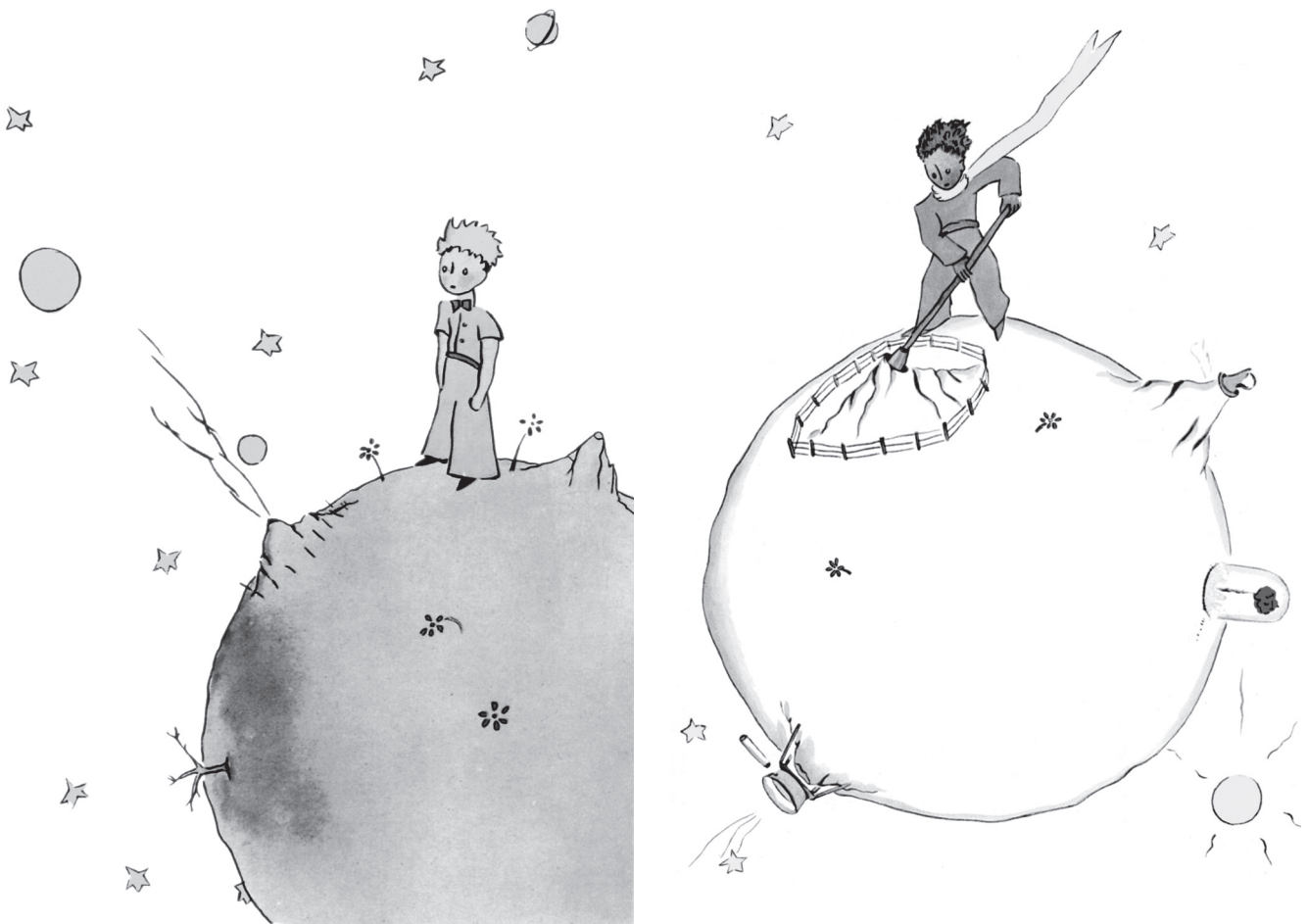
klase

datums

## BRĪVĀS KRIŠANAS PAĀTRINĀJUMS

### Uzdevums

Aprēķini brīvās krišanas paātrinājuma vērtību uz Mazā prinča planētas un salīdzini to ar brīvās krišanas paātrinājuma vērtību uz Zemes!



Attēli no Antuana de Sent-Ekziperī grāmatas „Mazais princis”.



Vārds

uzvārds

klase

datums

## SMAGUMA SPĒKS PALĪDZ VAI TRAUČĒ MUMS DZĪVOT UZ ZEMES?

### Ievads

.....

.....

.....

.....

.....

### 1. arguments

.....

.....

.....

.....

.....

### 2. arguments

.....

.....

.....

.....

.....

### 3. arguments

.....

.....

.....

.....

.....

### Secinājumi

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Vārds

uzvārds

klase

datums

## ĶERMEŅU KRIŠANA

### 1. uzdevums

Vērojot 1. demonstrējumu, izsaki prognozi, kurš no dotajiem ķermeņiem nokritīs ātrāk! Ieraksti to tabulā!

| Nr.p.k. | Ķermeņi                          |                                  | Prognoze | Novērojums |
|---------|----------------------------------|----------------------------------|----------|------------|
| 1.      | Kartona loksne                   | Papīra loksne                    |          |            |
| 2.      | Papīra loksne                    | Papīra loksne                    |          |            |
| 3.      | Papīra loksne uz kartona loksnes | Kartona loksne uz papīra loksnes |          |            |
| 4.      | Saburzīta papīra loksne          | Papīra loksne                    |          |            |
| 5.      | Vieglākā lodīte                  | Smagākā lodīte                   |          |            |

1. Vēro skolotāja demonstrējumu un novērojumus pieraksti tabulas atbilstīgajā ailē!
2. Salīdzini novērojumus ar savām prognozēm! Ko vari secināt?

.....

.....

.....

### 2. uzdevums

Vērojot 2. demonstrējumu, uzraksti prognozi, kurš no ķermeņiem nokritīs ātrāk, ja Ņūtona cauruli pagriezīs par 180° vertikālā stāvoklī? Kāpēc? Ieraksti to tabulā!

| Nr.p.k. |                                   | Prognoze | Novērojums |
|---------|-----------------------------------|----------|------------|
| 1.      | Caurulē izsūknēts gaiss (vakuums) |          |            |
| 2.      | Caurulē iepildīts gaiss           |          |            |

1. Vēro skolotāja demonstrējumus un novērojumus pieraksti tabulas atbilstīgajā ailē!
2. Salīdzini novērojumus ar savām prognozēm! Ko vari secināt?

.....

.....

.....

**Rezultātu analīze, izvērtēšana un secinājumi**

Atrodi uzziņu literatūrā nepieciešamos datus par atmosfēras (gaisa) eksistenci uz norādītajiem Saules sistēmas objektiem un secini, vai uz tiem ir iespējama brīvā krišana!

| Nr.p.k. | Saules sistēmas objekts | Atmosfēras eksistence | Vai ir iespējama brīvā krišana? |
|---------|-------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| 1.      | Merkurs                 |                       |                                 |
| 2.      | Mēness                  |                       |                                 |
| 3.      | Zeme                    |                       |                                 |
| 4.      | Venēra                  |                       |                                 |
| 5.      | Pundurplanēta Cerēra    |                       |                                 |

Vārds

uzvārds

klase

datums

# KEPLERA LIKUMI

## Pirmais Keplera likums

### 1. uzdevums

Vēro demonstrējumu un aizpildi 1. tabulu!

( $r_0$  – pavadoņa kustības orbītas rādiuss un ātrums;  $v_0$  – pavadoņa sākuma ātrums)

1. tabula

| Nr.p.k. | $r_0 \cdot 10^3$ , km | $v_0$ , km/s | Orbītas forma | $T$ , min |
|---------|-----------------------|--------------|---------------|-----------|
| 1.      | 9,0                   | 8,0          |               |           |
| 2.      | 9,0                   | 8,5          |               |           |
| 3.      | 6,5                   | 9,0          |               |           |
| 4.      | 6,5                   | 10,0         |               |           |

### 2. uzdevums

Atbildi uz jautājumiem!

c) Kāda forma ir pavadoņu kustības orbītām?

.....

d) Kā mainās attālums no Zemes līdz Saulei ziemā un kā – vasarā?

.....

.....

## Otrais Keplera likums

### 3. uzdevums

Vēro demonstrējumu un aizpildi 2. tabulu!

2. tabula

| Nr.p.k. | $r_0 \cdot 10^3$ , km | $v_0$ , km/s | Orbītas forma | $T$ , min |
|---------|-----------------------|--------------|---------------|-----------|
| 1.      | 6,5                   | 8,0          |               |           |
| 2.      | 6,5                   | 9,0          |               |           |
| 3.      | 8,0                   | 9,0          |               |           |
| 4.      | 8,5                   | 9,0          |               |           |

### 4. uzdevums

Atbildi uz jautājumu! Kāpēc pavadoņa kustība nav vienmērīga?

.....

.....

.....

.....

### Trešais Keplera likums

#### 5. uzdevums

Vēro demonstrējumus un aizpildi 3. tabulu!

Apskata divu pavadoņu kustību:  $r_{10}$ ,  $v_{10}$  – pirmā pavadoņa orbītas rādiuss un ātrums;  $r_{20}$ ,  $v_{20}$  – otrā pavadoņa orbītas rādiuss un ātrums. Pievērs uzmanību pavadoņu kustības orbītas lielās un mazās pusass garumiem  $a$  un  $b$ !

3. tabula

| Nr.p.k. | $r_{10} \cdot 10^3$ , km | $v_{10}$ , km/s | $r_{20} \cdot 10^3$ , km | $v_{20}$ , km/s | Pirmā pavadoņa<br>apriņķošanas periods<br>$T_1$ , min | Otrā pavadoņa<br>apriņķošanas periods<br>$T_2$ , min |
|---------|--------------------------|-----------------|--------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1.      | 8,5                      | 8,5             | 7,0                      | 8,5             |                                                       |                                                      |
| 2.      | 9,5                      | 8,0             | 6,8                      | 9,9             |                                                       |                                                      |

#### 6. uzdevums

Salīdzini pavadoņu apriņķošanas periodus katrā no demonstrētajiem gadījumiem!

.....

.....

.....

Vārds ..... uzvārds ..... klase ..... datums .....

# KOSMISKIE ĀTRUMI

## 1. uzdevums

1. Vēro demonstrējumu un aizpildi tabulu! Novēro, kā mainās kosmiskā aparāta kustības orbīta atkarībā no tā palaišanas ātruma!

| Nr.p.k. | $r$ , km | $v$ , m/s | Orbītas forma | $T$ , h |
|---------|----------|-----------|---------------|---------|
| 1.      | 6400     | 8000      |               |         |
| 2.      | 6400     | 10000     |               |         |
| 3.      | 6400     | 11000     |               |         |
| 4.      | 6400     | 12000     |               |         |

## 2. uzdevums

Atbildi uz jautājumiem!

a) Kā Zemes mākslīgā pavadoņa orbīta mainās atkarībā no tā palaišanas ātruma?

.....  
 .....  
 .....  
 .....

b) Kā mainās Zemes mākslīgā pavadoņa apriņķošanas periods atkarībā no tā palaišanas ātruma?

.....  
 .....  
 .....  
 .....

c) Cik liels ātrums jāsasniedz kosmiskajam aparātam, lai tas sasniegtu citas planētas?

.....  
 .....  
 .....  
 .....



Vārds

uzvārds

klase

datums

# HORIZONTĀLI IZSVIESTA ĶERMEŅA KUSTĪBA

## Situācijas apraksts

Automobiļa kravas kastē apgāzās atsējies kartupeļu maiss. Kartupeļi izriboja pa visu kravas kasti, daudzi arī izkrita ārā no kravas kastes. Strādniekiem nācās šos kartupeļus savākt. Par to viņi bija ļoti nepamierināti, jo daļa kartupeļu bija aizlidojusi tālu, bet daļa bija nokritusi turpat pie kravas kastes.

## Pētāmā problēma

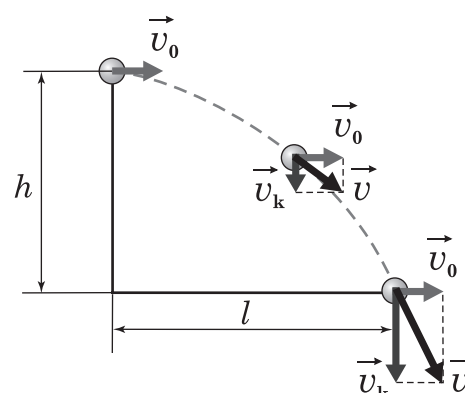
Kāpēc kartupeļiem bija dažāds lidojuma attālums?

## Hipotēze

Ķermeņi aizlido tālāk, ja tiem ir lielāks sākuma ātrums.

## Darba piederumi, vielas

Patstāvīgi izvēlies piederumus, kas vajadzīgi darba izpildei!



Lodītes kustība horizontālā sviedienā

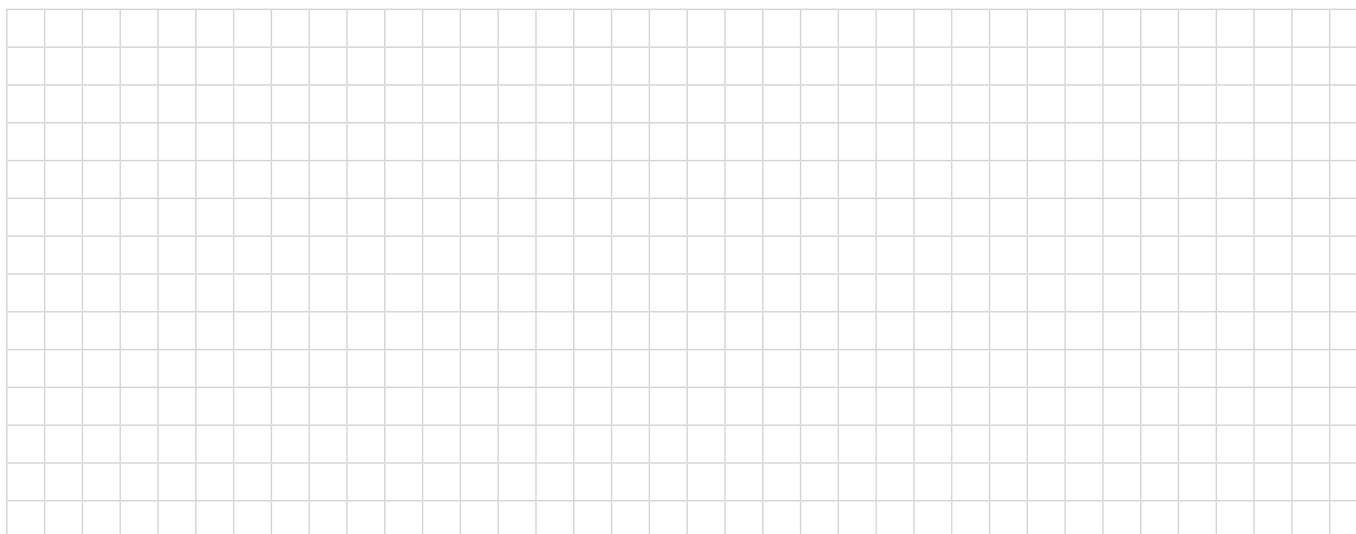
## Darba gaita

1. Izmēri sola augstumu  $h$ !
2. Uz grīdas noliec baltu papīra lapu!
3. Lodīti novieto tuvu galda malai un, viegli pagrūžot, ļauj tai noript no sola!
4. Uz papīra atzīmē lodītes nokrišanas vietu un izmēri attālumu  $l$  līdz solam! Mērījumus ieraksti tabulā! *Lodītes nokrišanas vietu vieglāk saskatīt, ja lodīti iepriekš iemērc ūdenī.*
5. Pagrūžot spēcīgāk, maini lodītes ātrumu  $v_0$ ! Vismaz piecas reizes atkārto eksperimentu, cenšoties piešķirt lodītei dažādus ātrumus! Rezultātus ieraksti tabulā!
6. Aprēķini lodītes krišanas laiku  $t_k$ !
7. Aprēķini lodītes sākuma ātrumu  $v_0$ !
8. Aprēķini lodītes ātruma vertikālo projekciju  $v_k$ !
9. Aprēķini lodītes momentāno ātrumu  $v$  momentā, kad tā sasniedz grīdu!

## Iegūto datu reģistrēšana un apstrāde

### Mērījumu un rezultātu tabula

| Nr.p.k. | $h$ , m | $l$ , m | $t_k$ , s | $v_0$ , m/s | $v_k$ , m/s | $v$ , m/s |
|---------|---------|---------|-----------|-------------|-------------|-----------|
|         |         |         |           |             |             |           |
|         |         |         |           |             |             |           |
|         |         |         |           |             |             |           |
|         |         |         |           |             |             |           |



**Rezultātu analīze, izvērtēšana un secinājumi**

1. Vai lodītes kustības laiks ir dažāds, ja lodīti horizontālā virzienā izsviež ar dažādiem sākuma ātrumiem no vienāda augstuma? Pamato atbildi!  
 .....  
 .....
2. Kā atšķiras lodītes momentānie ātrumi nokrišanas momentā, ja lodīti horizontāli izsviež ar dažādu sākuma ātrumu no vienāda augstuma?  
 .....  
 .....
3. Kā rezultāti atšķirtos, ja eksperimentos izmantotu lodītes ar dažādu masu?  
 .....  
 .....
4. Vai darba sākumā izvirzītā hipotēze ir apstiprinājusies? Pamato atbildi!  
 .....  
 .....
5. Kāpēc kartupeļi bija aizlidojuši dažādos attālumos?  
 .....  
 .....