

Fizikas projekts

„Un tomēr viņa griežas”

Ilze Pole, žurnāliste

Projekts „Un tomēr viņa griežas” ir eksperimentu un demonstrējumu komplekss, lai veicinātu bērnu izpratni, kā rotācija ietekmē mūs un lietas ap mums – sākot no rotaļlietām un beidzot ar planētām un galaktikām. Zintis Buls strādā Jelgavas pilsētas pašvaldības pieaugušo izglītības iestādē „Zemgales reģiona Kompetenču attīstības centrs”, ir interešu izglītības pasniedzējs pirmsskolas vecuma bērniem. Viņš strādā programmu „FasTrackKids” un „Miniphänometa” ietvaros ar uzsvaru uz dabaszinātņu tēmu apguvi.

Stāsta Zintis Buls

Bērniem „FasTrackKids” programmā mācu 4 moduļus: dabaszinātne, zinātne par zemi, astronomija un bioloģija. Mums Jelgavā ar pašvaldības atbalstu visiem pirmsskolas vecuma bērniem (sešgadniekiem), kuri mācās pašvaldības pirmsskolas izglītības iestādēs, gadā pirms došanās uz pirmo klasi ir iespēja apgūt šo mācību, apmeklējot nodarbības reizi nedēļā „FasTrackKids” mācību centros. Ar šo metodiku strādājam jau piekto gadu.

„Miniphänometa” ir Jelgavas pilsētas pašvaldības atbalstīta metodika, kuru sadarbībā ar Ziemeļvācijas metāla un elektroindustrijas uzņēmumu darba devēju apvienības „Nordmetall” fondu Latvijā realizē Zemgales reģiona Kompetenču attīstības centrs (ZRKAC). Metodikas mērķis ir iepazīstināt skolēnus ar tehnikas norisēm, lai attīstītu viņu pētnieciskās prasmes un veicinātu viņu interesi par dabaszinātnēm. Idejas autors ir fizikas doktors Lucs Fīzers (*Lutz Fiesser*) no Flensburgas universitātes Vācijā. Metodika paredzēta bērniem no 1. līdz 6. klasei, un eksperimentu staciju izmantošana tiek rekomendēta arī fizikas stundās vecāko klašu skolēniem.

Tie ir 52 dažādi eksperimenti. Kad bērni darbojas ar eksperimentu stacijām, skolotājs nestāsta, kā kurš eksperiments darbojas un kāda fizikas parādība ar to tiek attēlota. Ir jāļauj bērniem pašiem eksperimentēt un atrast atbildes. Tādējādi tiek rosināta bērnu iztēle, prasme pētīt un eksperimentēt, veicināta tehniskās domāšanas attīstība.

Kā notiek sadarbība ar skolām, kas vēlas ieviest „Miniphänometa” metodiku

Pedagogi piedalās mācībās, kurās viņi apgūst metodikas ideju un izgatavo vairākas eksperimentu stacijas. „Miniphänometa” eksperimentu staciju komplekts jeb izstāde uz divām nedēļām tiek izstādīta katrā no skolām, kas iesaistījušās metodikas realizācijā. Otrajā izstādes nedēļā skolā tiek rīkotas vecāku dienas, lai iepazīstinātu viņus ar metodikas ideju un eksperimentu stacijām. Kad izstāde ir devusies uz citu skolu, pedagogi sadarbībā ar vecākiem veido bērnu iemīļotākās eksperimentu stacijas, kas paliek skolā.

„Un tomēr viņa griežas”

Pērn Portugālē piedalījās Eiropas dabaszinātņu skolotāju festivālā „Zinātne uz skatuves” ar projektu „Un tomēr viņa griežas”. Projekts ir eksperimentu un demonstrējumu komplekss, lai veicinātu bērnu izpratni, kā rotācija ietekmē mūs un lietas ap mums – sākot no rotaļlietām un beidzot ar planētām un galaktikām. Eksperimentu un demonstrējumu kompleksu „Un tomēr viņa griežas” izveidoju, iedvesmojoties no abām minētajām metodikām. Eksperimentus veicu ar ikdienišķu, viegli pieejamu materiālu palīdzību. Tie demonstrē fizikas parādības un likumus, par kuriem sākumskolā tiek runāts maz vai netiek runāts vispār. Projekts sasaistās ar



tādiem skolas priekšmetiem kā fizika, dabaszinības, sports. Skolēnu mērķgrupas vecums: 6–12 gadi. Aprīkojums/materiāli, kurus izmantoju projektā: pludmales bumba, galda tenisa rakete un bumba, koka rotaļlieta Bernulli likuma demonstrēšanai, rotaļu vilciņš, rotējošs biroja krēsls, divas 2 kg smagas hanteles vai citi ērti rokā paņemami svāri, rotējošs vingrošanas disks, auklā iekārts svārstis un koka sprungulis, dažāda izmēra naudas monētas, auklā iesieta caurspīdīga plastmasas pudele ar bumbiņu tajā, spainis ar ūdeni, mobilā ierīce (planšete vai mobilais telefons) video demonstrēšanai.

Projektā iekļautie demonstrējumi ļauj sākumskolas skolēniem dot saprotamu ieskatu tādos fizikas un dabaszinātņu jautājumos, par kuriem viņi sāks mācīties tikai vēlākās klasēs. Eksperimentus un demonstrējumus var izmantot jebkurš skolotājs, lai papildinātu dabaszinību vielu sākumskolā vai interešu izglītības pulciņos. Fizikas skolotāji var izmantot šos demonstrējumus, lai ilustrētu tajos novērojamos spēkus un parādības, kad par tiem jāmācās klasē.

Mani aizrauj iespēja vairāk uzzināt par fizikas parādībām un atrast jaunus veidus, kā ļaut tās izprast bērniem. Domāju, ka, šādus eksperimentus iekļaujot mācību darbā, tas tiek padarīts interesantāks gan skolotājam, gan skolēnam. Galvenā projekta tēma ir rotācija.

Eksperimentu piemēri

Ir daudz dažādu eksperimentu, kurus es izmantoju savā darbā. Es iesaistu bērnus eksperimentu norisē, viņiem tas šķiet interesanti, un kopīgā sadarbībā atklājam daudzas interesantas sakarības.

Piemēram, apsēdinu vienu skolēnu uz rotējoša biroja krēsla ar hanteli katrā rokā. Sēdošo skolēnu iegriežam un pēc brīža lūdzam viņam piespiest rokas ar hantelēm pie krūtīm. Redzēsim, ka viņa rotācijas ātrums būtiski palielinās, lai arī nekāds papildu spēks no ārpuses netiek pielikts – tas notiek, lai kompensētu rādiusa izmaiņas, ko radīja roku piekļaušana pie ķermeņa. Rokas atkal izstiepjot, rotācijas ātrums samazinās. Ārējo faktoru, piemēram, berzes, ietekmē šī rotācija pēc brīža beidzas. Ja skolēnam ir laba līdzsvara izjūta, šo eksperimentu var demonstrēt, arī stāvot kājās uz rotējošā vingrošanas diska. Šo pašu principu attēlo arī iekustināts svārstis, kura auklas augšējais gals balstās uz koka sprunguļa. Velkot vai atlaižot auklas galu, var mainīt svārsta atsvara attālumu līdz koka sprungulim – attiecīgi mainīsies arī svārstību ātrums un biežums. Šis princips ir arī par iemeslu, kādēļ kosmiskie objekti (planētas, zvaigznes un galaktikas) rotē ap savu asi un viena ap otru. Vairumā gadījumu šie objekti ir veidojušies no gāzu un putekļu mākoņiem, kam piemita sava rotācija. Šiem mākoņiem savēloties ciešāk un gravitācijas ietekmē veidojoties planētām un zvaigznēm, mākoņa zaudēto rādiusu kompensēja planētu un zvaigzņu rotācijas ātrums, kas pieauga.

Griešanās (leņķiskais vai impulsa) moments. Formula: $L = r * m * v$. Griešanās moments (L) inerces dēļ tiecas palikt nemainīgs, tādēļ, ja samazinās rotējošā objekta rādiuss (r) attiecībā pret rotācijas asi, jāpalielinās rotācijas ātrumam (v) (ķermeņa masa nespēj mainīties bez ārēju faktoru ietekmes). To sauc par impulsa momenta nezūdamības likumu.

Vēl kāds piemērs, ko gan labāk darīt siltā laikā. Mums ir eksperimenta priekšmets: spainis ar ūdeni. Spai-



ni izvēlos caurspīdīgu, ūdeni iekrāsoju, lai labāk redzams. Vispirms parādu, kā ūdens no spaiņa, mazliet to pašķiebnot, izlīst. Tad mēģinām ātri griezt spaini izstieptā rokā ap horizontālu asi (bērna vai skolotāja plecu) un visiem par lielu pārsteigumu secinām, ka brīdī, kad spainis, apgriezts kājām gaisā, atrodas virs eksperimenta veicēja galvas, ūdens neizlīst. Šis ir ļoti aizraujošs eksperiments.

Mans mērķis, veicot šos eksperimentus, ir dot pieredzi, ne mācīt fizikas formulas. Ideja ir tāda, ka, mācoties skolā, šīs lietas jau citā statusā un daudz formālāk būs vieglāk apgūt, būs bijusi pieredze un iespēja to novērot, tas palīdzēs izprast un vieglāk atcerēties sakarības. Lai mācīšanās nebūtu atsvešināta no reālām norisēm.

Dažādi fizikas likumi vienkāršos eksperimentos

Rotācija ir parādība, ko ikdienā varam novērot bieži – transportlīdzekļu motoros un riteņos, sportā un rotaļās, krītošās koku lapās, ventilatoros uz mūsu galdiem un citur (piemēru, kā var veikt eksperimentu, jau stāstīju iepriekš par griešanos ar izstieptām rokām). Eksperimentu uzdevums nav iemācīt fizikas likumus vai formulas, bet sniegt padziļinātu ieskatu ikdienā novērojamu, ar rotāciju saistītu parādību norisē. Mērķis ir, lai zināšanas un pieredze, ko bērni iegūst par šīm parādībām agrīnajos izglītības posmos, palīdz labāk izprast mācību vielu, kad par šiem fizikas likumiem tiks runāts pamatskolas pēdējās klasēs un vidusskolā.

Bernulli likums.

Bernulli likuma viens no būtiskākajiem secinājumiem ir tas, ka, pieaugot plūsmas ātrumam v , samazinās plūsmas dinamiskais spiediens p . Šis fakts ir ļoti nozīmīgs dažādos tehnoloģiskos risinājumos un ikdienišķās parādībās. Lidmašīnas spārna forma ir veidota tā, ka gaiss, kas plūst pa spārna augšpusi, kustas ātrāk nekā gaiss zem spārna; rezultātā uz spārnu no apakšas darbojas lielāks spiediens, kas ceļ šo spārnu augšup. Tas ir viens no spēkiem, kas palīdz lidmašīnām pacelties un noturēties gaisā. Bernulli likumu varam novērot, ievietojot vieglu sfērisku objektu augšup vērstā gaisa plūsmā. Objekts šķietami levitē un neizkrīt no šīs gaisa plūsmas. Tas tādēļ, ka, objektam pārvietojoties tuvāk vienai no gaisa plūsmas malām, lielākā gaisa plūsmas daļa plūst objekta otrā pusē; šajā otrā pusē samazinās gaisa spiediens, tādēļ augstākais spiediens no plūsmas ārējās malas, kurai objekts bija pietuvojies, ievirza objektu atpakaļ plūsmas centrā.

No Bernulli likuma izriet arī Magnusa efekts. Magnusa efektu varam novērot, kad sporta veidos, ko spēlē ar bumbu, piemēram, futbolā vai galda tenisā, tiek izdarīts iegriezts sitiens. Rotējošā bumba berzes dēļ velk līdzī sev gaisu, tādēļ plūsmas ātrums vienā bumbas pusē ir lielāks nekā otrā. Attiecīgi arī spiediens ir lielāks tajā pusē, kur gaisa plūsmas ātrums ir mazāks, kā dēļ bumbas lidojuma trajektorija tiek izliekta perpendikulāri bumbas rotācijas asij. Ierobežotā telpā to visvieglāk nodemonstrēt ar galda tenisa bumbiņu vai ar pludmales bumbu. Sava mazā svara dēļ spiedienu starpība, ko izraisa rotācija, šīs bumbas ietekmē spēcīgāk, un Magnusa efektu varam novērot arī ļoti īsā bumbas lidojumā.



Centrbēdze

Arī centrālās spēku mēs novērojam katru dienu: kad mašīnā braucam līkumā, kad griežamies karuselī vai dejā, kad mazgājam drēbes veļas mašīnā. Centrbēdzes spēks patiesībā nav spēks, bet gan pretreakcija centrālās spēkam. Centrālās spēks ir spēks, kas ķermenim liek kustēties pa līkni. Tieši centrālās spēks notur objektu rotācijas ass tuvumā. Rotējoša objekta inerce tiecas šo objektu virzīt taisnā līnijā, pa pieskari projām no rotācijas ass. Šo inerci mēs izjūtam kā centrālās bēdzi. Interesanti, ka, skatoties uz rotējošu sistēmu no ārpusē, mēs novērojam uz rotācijas asi vērsto centrālās spēku, kas notur objektu apļveida kustībā, bet, atrodoties rotējošā sistēmā, mums šķiet, ka izjūtam centrālās bēdzi, lai gan patiesībā mēs jūtam centrālās spēku, kas neļauj mums „aizlidot pa pieskari”. Centrālās bēdži nodemonstrēt ir ļoti vienkārši. Ja ir pietiekami plašs laukums, kuru neierobežo bīstami šķēršļi, divi skolēni var sadoties rokās un sākt rotēt ap savām plaukstām kā dejā. Apkārtējie varēs novērot centrālās spēku – skolēnu sadotās rokas neļauj viņiem attālināties no rotācijas ass. Uz mīkstas zāles vai uz vingrošanas matrača rokas var arī atlaist un novērot centrālās bēdzes procesu. Kosmisko ķermeņu rotācijā vienam ap otru, piemēram, Mēness rotācijā ap Zemi, centrālās spēku nodrošina abu ķermeņu gravitācija, bet Mēness inerce, rotējot ap zemi, rada pretspēku – centrālās bēdži, kas neļauj abiem ķermeņiem sadurties. Rezultātā izveidojas stabila orbīta. Šo procesu iespējams modelēt, tukšā, caurspīdīgā traukā (piemēram, pudelē), kas iesiets auklā, ievietojot bumbiņu. Aiz striķa iegriežot šo trauku, varam novērot, ka pudele un bumbiņa (mēness) rotē ap roku apļveida kustībā (orbītā). Bumbiņas inerce piespiež to trauka apakšējai malai, bet šī trauka mala (gravitācija) nodrošina centrālās spēku, kas neļauj bumbiņai aizlidot pa pieskari. Iespaidīgāku demonstrējumu iespējams veikt, spainī ielejot ūdeni un rokā griežot šo spaini vertikālā (rotācijas ass ir horizontāla) apļveida kustībā. Ūdens savas inerces dēļ piespiežas spainī apakšai, un pat brīdī, kad sapinis atrodas ar apakšu uz augšu, ūdens no tā neizlīst. [sv](#)



Informācija internetā:

<http://curious.astro.cornell.edu/ask-a-question/56-our-solar-system/planets-and-dwarf-planets/general-questions/218-why-do-planets-rotate-intermediate>

<https://www.fizmix.lv/fiztemas/energija-un-impulss-9/bernulli-likums>

<http://termini.lza.lv/term.php?term=centrtieces%20sp%C4%93ks&list=centrtieces%20sp%C4%93ks&lang=LV>

<https://www.livescience.com/52488-centrifugal-centripetal-forces.html>

Foto: No personīgā arhīva.