

# NAUDAS LIETAS

VIENKĀRŠI ZINĀTNES EKSPERIMENTI



David Featonby, Rute Oliveira

## Izdevējs:

Science on Stage Europe e.V.  
("Zinātne uz skatuves- Eiropa")  
Am Borsigturm 15 13507 Berlin,  
Germany

## Metodisko materiālu latviešu valodā sagatavoja:



ZEMGALES REĢIONA  
KOMPETENČU ATTĪSTĪBAS CENTRS

## Autori:

David Featonby (UK, Science on Stage  
Europe)  
Rute Oliveira (Portugal, Nobel Algarve  
British International School)

## „Zinātne uz skatuves-Latvija“



## Dizains:

WEBERSUPIRAN.berlin

Metodiskie materiāli dabaszinātņu skolotājiem  
latviešu valodā:

<https://www.metodiskiedargumi.lv/>

## Ilustrācijas:

Arnaud Braibant

“Zinātne uz skatuves- Eiropa” ir Eiropas dabaszinātņu skolotāju asociācija, kas apvieno dabaszinātņu skolotājus, lai sniegtu iespēju apmainīties ar labo praksi un idejām ar kolēģiem no vairāk nekā 30 valstīm. “Zinātne uz skatuves- Eiropa” uzskata, ka labākais veids, kā uzlabot dabaszinātņu mācīšanu un mudināt vairāk skolēnu apsvērt karjeru dabaszinātnēs vai inženierzinātnēs, ir motivēt skolotājus un uzlabot dabaszinātņu mācīšanu skolās. Asociācija tika dibināta 2000. gadā un aptver vairāk kā 100 000 skolotāju visā Eiropā.

“Zinātne uz skatuves” piedāvā mācību materiālus, ko izstrādājuši Eiropas STEM skolotāji. Visi materiāli ir bezmaksas atvērtā tipa izglītības resursi, un tos var lejupielādēt šeit:



<https://www.science-on-stage.eu/teachingmaterials>

Grāmata publicēta saskaņā ar  
Creative Commons Attribution-  
ShareAlike 4.0 International License:  
[https://creativecommons.org/licenses/by-  
sa/4.0/](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Vairāk informācijas par Eiropas dabaszinātņu  
skolotāju tīklu:

[www.science-on-stage.eu](http://www.science-on-stage.eu)

[www.science-on-stage.eu/newsletter](http://www.science-on-stage.eu/newsletter)

[www.science-on-stage.eu/socialmedia](http://www.science-on-stage.eu/socialmedia)

Kontaktinformācija: [info@science-on-stage.eu](mailto:info@science-on-stage.eu)



# SATURS

<b>IEVADS</b>	<b>5</b>
<b>1 INERCE UN ŅŪTONS</b>	<b>6</b>
1.1 Papīra tilts 6	
1.2 €10 un pudele 8	
1.3 Inerces izaicinājums 10	
1.4 Ņūtona pirmais likums, izmantojot kredītkarti 11	
1.5 Ņūtona likumu pielietojums, izmantojot monētu kaudzīti 12	
<b>2 BRĪVĀ KRIŠANA</b>	<b>14</b>
2.1 Brīvā krišana un reakcija 14	
2.2 Monētu ķeršana 15	
2.3 Monētas un spalvas eksperiments 16	
<b>3 ĶĪMIJA</b>	<b>18</b>
3.1 Burvju šķīdums 18	
3.2 Monētu baterija 19	
<b>4 VIRSMAS SPRAIGUMS</b>	<b>21</b>
4.1 Ūdens kupols – virsmas spraiguma izturības pārbaude 21	
4.2 Spraigums uz bankas kartes 22	
4.3 Monētas ūdens glāzē 23	
<b>5 ELEKTRĪBA UN MAGNĒTISMS</b>	<b>25</b>
5.1 Sērskociņu kastīte un monēta 25	
5.2 Šķietami "nemagnētiskas" naudas pārvietošana ar magnētu 26	
5.3 Magnētiskā lauka indukcija 28	
5.4 Vairāk magnētisko noslēpumu 29	
5.5 Magnētiskā lauka indukcija II 32	
5.6 Japāņu jēna un neodīma magnēts 34	
<b>6 MATEMĀTIKA</b>	<b>36</b>
6.1 Cipars vai ģerbonis 36	
6.2 Monētu ripināšanas eksperiments 37	
6.3 Masa un tilpums – blīvuma noteikšana 39	

## 7 DAŽĀDI

41

7.1	Papīra banknotes līdzsvarošana	41
7.2	Banknote un saspraudes	42
7.3	Lodīte un monēta	43
7.4	Monēta un salocītais zobu bakstāmais	46
7.5	Džins pudelē?	46
7.6	Pazūdošā monēta?	48
7.7	Trīs monētu izaicinājums	49
7.8	Īstas banknotes noteikšana ar UV gaismu	50
7.9	Banknotes apgriešanās otrādi	51
7.10	Lēkājošā monēta – gaisa spēks	52

### Drošības paziņojums

Šajā bukletā ir aprakstītas aktivitātes, kas saistītas ar monētām, lāzeru un magnētu izmantošanu. Vienmēr jāievēro piesardzība, strādājot ar šiem materiāliem. Nekad nespīdiniet lāzeru acīs, jo tas var izraisīt nopietnus savainojumus. Visus mazus priekšmetus, piemēram, monētas un magnētus, glabājiet bērniem nepieejamā vietā, jo tie rada norīšanas vai aizrīšanās risku.

Veicot jebkuru no aprakstītajām aktivitātēm, jūs uzņematies pilnu atbildību par savu un citu cilvēku drošību. Šī bukleta autori un izdevēji neuzņemas atbildību par negadījumiem, traumām vai bojājumiem, kas var rasties, mēģinot veikt šīs aktivitātes.

## IEVADS

Laipni lūdzam Eiropas dabaszinātņu skolotāju asociācijas „Zinātne uz skatuves“ eksperimentu apkopojumā. Šis vienkāršo eksperimentu apkopojums parāda, kā aizraujoši eksperimenti ar naudu var atklāt zinātniskus principus. Eksperimenti paredzēti gan pamatizglītībai, gan vidusskolai un ir piemēroti plašam vecuma grupu un mācīšanās līmeņu diapazonam.

Ideja par šādu eksperimentu apkopojumu aizsākās „Science on Stage“ (Zinātne uz skatuves) pasākumā Londonā 2015. gadā, kur Niloufar Wijetunge prezentēja sākotnējo projektu “Money matters” (Naudas lietas). Tālāk šī ideja tika attīstīta 2019. gadā, kad David Featonby žurnālā „Science in School“ (Zinātne skolā) publicēja rakstu “Fantastic Feats – Magic with Money”, kas kļuva par šī projekta un paplašinātās brošūras iedvesmas avotu.

Brošūra sastāv no vairākām sadaļām ar eksperimentu aprakstiem, no kuriem lielākā daļa sasaucas ar Eiropas valstu skolu mācību programmās iekļauto saturu dabaszinātņu apguvei. Eksperimenti paredzēti visu vecumu interesentiem — sākot no jaunākajiem entuziastiem līdz pat pieredzējušiem skolotājiem. Tos var izmantot gan klasē kā mācību resursu, gan vienkārši izklaidei, lai pārsteigtu citus.

Mums visiem kabatā vai makā ir kāda monēta vai banknote (vismaz cerams, ka tā!) — un tas nozīmē, ka mēs visi ikdienā nēsājam līdzīgu mazu zinātnes laboratoriju. Tā kā netiek izmantots laboratorijas aprīkojums, daudzi no šiem eksperimentiem ir paveicami spontāni — un tie ir ļoti iespaidīgi. Tomēr jāņem vērā, ka daudzas mūsu ierastās monētas un naudas zīmes sāk izzust no aprites, un mainās arī materiāli, no kuriem tās izgatavo. Piemēram, papīra naudas zīmes daudzviet tiek aizstātas ar plastmasas, bet monētu ražošanā arvien biežāk izmanto lētākus metālus. Magnetizētais tērauds ir daudz lētāks par varu vai niķeli, kas kādreiz bija populāri metāli monētu izgatavošanai. Mūsdienās monētu materiāla vērtībai bieži vien nav gandrīz nekādas saistības ar to nominālvērtību — pretēji tam, kā tas bija vēsturiski. Piemēram, Apvienotajā Karalistē 10 pensu monētas materiāla vērtība 2011. gadā samazinājās no 4,5 pensiem līdz 0,5 pensiem. Visā pasaulē tagad ir vairāk nekā 500 magnētisku monētu, jo to ražošanā palielināts tērauda īpatsvars.

Daudzi eksperimenti jums, iespējams, jau ir zināmi, taču ceram, ka spēsim tiem piešķirt jaunu pievilcību. Mēs ceram, ka skolotāji atradīs noderīgus zinātniskus skaidrojumus par tiem un, pats galvenais, ka paši izmēģināsiet pēc iespējas vairākus no tiem.

### Īpaša pateicība:

**David Featonby (Anglija, (Zinātne uz skatuves Eiropa)**

**Rute Oliveira (Portugāle, (Zinātne uz skatuves Portugāle)**

Niloufar Wijetunge (Anglija)

Nuria Muñoz Molina (Spānija)

Paul Nugent (Īrija)

Kim Christiandson (Dānija)



# 1 INERCE UN ŅŪTONS

Ņūtona kustības likumi ir pamats mūsu izpratnei par gandrīz jebkuru mehānisku kustību — gan paredzamu, gan neparedzamu. Šie eksperimenti ilustrē dažādus šo likumu piemērus.

## 1.1 Papīra tilts

### Zinātne

Pirmais Ņūtona likums jeb inerces likums

### Eksperimenta apraksts

#### Nepieciešamie materiāli:

- 2 vienādas monētas
- 2 glāzes
- 1 papīra strēmele vai 10 € banknote

#### Sagatavošana:

- Novieto banknoti vai papīra strēmeli brīvi pāri divām, ne pārāk tuvu novietotām glāzēm kā tiltu.
- Uz banknotes virs glāžu malām novieto pa vienai monētai, kā redzams 1. attēlā

#### Uzdevums:

- Ātri izraut banknoti vai papīra strēmeli, nenogāžot monētas



1.attēls. Monētu novietošana uz 2 glāzēm

#### Kā to paveikt

- Strauji sit pa papīru/banknoti starp glāzēm virzienā uz leju (2. attēls).
- Banknote/papīrs ātri izslīdēs, kamēr monētas paliks līdzsvarā uz glāžu malām (3. attēls).



2.attēls. Spēka pielietošana



3.attēls. Uzdevums paveikts

## Skaidrojums zinātnes kontekstā

Saskaņā ar Ņūtona pirmo likumu (inerci) ķermenis paliek miera stāvoklī, ja uz to neiedarbojas ārējs spēks. Inerce ir ķermeņa īpašība pretoties izmaiņām tā miera vai kustības stāvoklī, tāpēc papīrs kustas, bet monētas paliek vietā savas inerces dēļ.

Kustības ātrums ļaus papīram izslīdēt, atstājot abas monētas netraucēti stāvam uz glāžu malām. Lai monētas izkustinātu, no papīra būtu vajadzīgs pietiekami liels impulss. Tātad — ja spēks nav liels un laiks ir īss, impulss ( $F \times t$ ) būs mazs.

Piezīme: Ir svarīgi banknoti raut uz leju, jo jebkurš spēks uz augšu varētu monētas nogāzt.

## Papildu eksperiments

### Kā to paveikt

Novieto uz pudeles kakliņa €10 banknoti un uz tā vairākas monētas (4.attēls)

Uzdevums: izraut banknoti tā, lai monētas paliktu līdzsvarā uz pudeles kakliņa (5. attēls).



4.attēls. Pudele un monētas



5.attēls. Banknotes izraušana

## Risinājums

Satveriet banknoti un turiet to horizontāli apakšējai monētai un ar otras plauksts malu strauji sitiet pa banknoti virzienā uz leju, vienlaikus to izvelkot (5.attēls).

Svarīgi banknoti vilkt uz leju, jo spēks uz augšu var izjaukt monētu kaudzīti.

## 1.2 €10 un pudele

### Zinātne

Smaguma centrs, berze, inerce, impulss.

### Eksperimenta apraksts

#### Nepieciešamie materiāli:

10 € banknote

Stikla pudele

### Sagatavošana

Novietojiet 10 € banknoti uz sausa galda. Uz tās uzlieciet sausu stikla pudeli ar pudeles kakliņu uz leju (1.attēls).

### Uzdevums

Izvilkt 10 € banknoti, nepieskaroties pudelei un nenogāžot to.

### Kā to paveikt

Ir **divi** risinājumi, balstīti uz pretējiem paņēmieniem.

#### 1. risinājums: izvilkt banknoti ātri

Novietojiet pudeli netālu no galda malas tā, lai daļa banknotes karātos tai pāri.

Turiet banknoti gandrīz horizontāli galda malai un ar otru roku strauji sitiet pa banknoti, lai to izvilktu (2.attēls).



1.attēls. Gatavošanās banknotes izvilšanai



2.attēls. Uzdevums paveikts

### Skaidrojums zinātnes kontekstā

Inerce ir objekta tendence palikt miera stāvoklī vai vienmērīgas kustības stāvoklī, ja uz to nedarbojas ārējs spēks.

Pudeles sākotnējais stāvoklis uz galda ir miera stāvoklis (tā atrodas gandrīz starp stabilu un nestabilu līdzsvaru, tāpēc to ir viegli nogāzt). Kad jūs strauji raujat banknoti, jūsu pieliktais spēks iedarbojas tieši uz banknoti.

Pastāv arī berze starp pudeli un banknoti, kad banknote tiek izvilktā, taču ļoti īsajā laikā, kurā banknote izslīd aukā, šī berze nodrošina pārāk mazu impulsu ( $F \times t$ ), lai spētu izkustināt pudeli. Šajā gadījumā ļoti mazs ir laiks „t”.

Svarīgi banknoti raut nedaudz virzienā uz leju, jo jebkura kustība uz augšu var pacelt pudeli un izraisīt tās nogāšanos.

## 2.risinājums: izvilkt banknoti lēni

Rullējiet banknoti un ļoti viegli stumiet pudeli, vienlaikus slidinot ārā banknoti (3.-5. attēls).



3.-5.attēls. Banknotes rullēšana, lai to izvilktu

## Skaidrojums zinātnes kontekstā

Starp pudeli un banknoti darbojas berzes spēks. Ja jūs raujāt banknoti ātri, bet ne tik ātri, kā iepriekšējā eksperimentā, pieliktais spēks ir liels, un pudele tiek parauta līdzī. Ja jūs to velkat lēni, berzes spēks ir mazs, un banknote izslīd ārā, nepārvietojot pudeli.

Pat ja pudele ir apgriezta otrādi, tās smaguma centrs joprojām atrodas vertikāli virs kakliņa. Kamēr berze nav pietiekami liela, lai izjauktu šo līdzsvaru, pudele paliek stāvēt. Pudele pēc inerces tiecas palikt miera stāvoklī.

Kad banknote tiek vilkta lēni, tai netiek piešķirts pietiekams impulss ( $F \times t$ ), lai pudeli iekustinātu. Šajā gadījumā ļoti mazs ir spēks „F”.

Neviens no paņēmieniem nedarbosies labi, ja galds ir mitrs.

## Papildu eksperiments

### Triks ar galdautu

Šis ir klasiskā trika ar galdautu papildu variants. (Skatīt Science in School (2017) rakstu “Fantastic Feats” sadaļā “Money Grab – Trickier Tricks”.  
(<https://www.scienceinschool.org/article/2017/fantastic-feats/>)

Tiem, kam patīk izaicinājumi, šo var paplašināt, izmantojot divas pudeles, kuras novietotas viena uz otras, kā parādīts 6. attēlā. Darbojas tas pats princips, taču šāds izvietoējums ir daudz nestabilāks nekā viena pudele. Jebkura, pat niecīga kustība uz augšu liks augšējai pudelei nokrist. Lai veicas!

Kā papildu uzdevumu var uzdot jautājumu:

“Kas notiks, ja mēģināsim to izdarīt ar tukšām plastmasas pudelēm? Un kas notiks, ja pudeles ir piepildītas ar ūdeni (un, protams, cieši aizskrūvētas)?”



6.attēls. Divas pudeles un banknote



7.attēls. Gatavošanās banknotes izvilkšanai



8.attēls. Eksperiments pabeigts!

## 1.3 Inerces izaicinājums

### Zinātne

Inerce, paātrinājums un brīvā krišana.

### Eksperimenta apraksts

Divi centi tiek līdzsvaroti horizontāli un novietoti diametrāli pretēji viens otram uz glāzes malas, vēlams ar gandrīz vertikālām glāzes sienām (1.attēls).

### Uzdevums

Ar vienu roku nepārvietojot un nepieskaroties pašai glāzei un neizmantojot nekādas papildu ierīces, vienlaikus noņemt abas monētas un tās noturēt.

### Otrais uzdevums:

Turot trīs monētas kopā starp īkšķi un pirkstu (2.attēls), noturēt ārējās monētas, vienlaikus izvelkot vidējo, neizmantojot otru roku.

### Skaidrojums zinātnes kontekstā

Šie uzdevumi saistīti ar brīvo krišanu un paātrinājumu. Kad ķermeni atlaiž, tā sākotnējais ātrums vertikāli uz leju ir nulle. Ja nav citu spēku, tas krīt ar paātrinājumu  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Tas nozīmē, ka pirmajā sekundes daļā objekts nokrīt ļoti nelielu attālumu.

Attālumu vēl vairāk samazina nelielais pirksta mitrums, kas rada papildu pretestības spēku kustībai.

Pirmajā eksperimentā pirmais solis ir pārbīdīt centus, lai tie balstītos vertikāli pret glāzes sienām (3.attēls). Tad ir pietiekami daudz laika, lai savilktu kopā pirkstus, kas tur centus pie glāzes (4.attēls).



1.attēls. Divi centi līdzsvaroti horizontāli un novietoti diametrāli pretēji viens otram uz glāzes malas

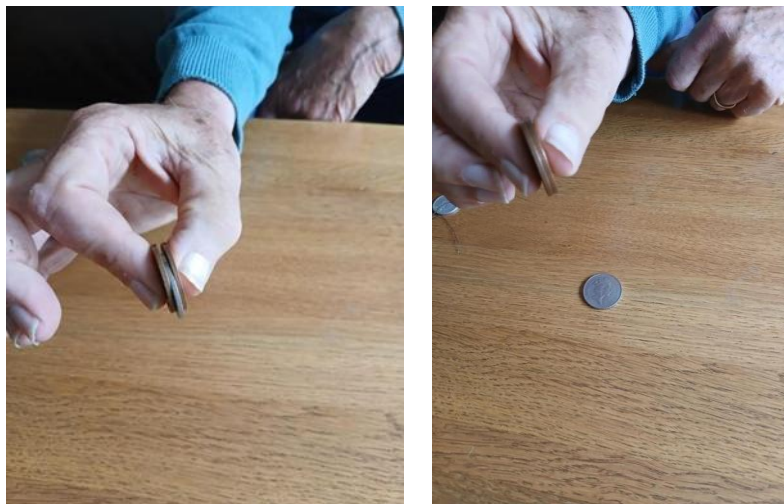


2. attēls. Centu turēšana



3.un 4. attēls. Soli pa solim parādīts, kā monētas tiek noķertas, izmantojot inerci.

Otrajā eksperimentā pirksti notur ārējās monētas gandrīz nekustīgi pietiekami ilgi, lai iekšējā monēta izslīdētu ārā un ārējās monētas atkal saliktos kopā (5. un 6. attēls).



5. un 6. attēls. Pirksti tiek attālināti un pēc tam ātri salikti kopā.

## 1.4 Ņūtona pirmais likums, izmantojot kredītkarti

### Zinātne

Ņūtona pirmais kustības un inerces likums

### Nepieciešamie materiāli (1.attēls)

- glāze,
- kredītkarte,
- monēta

## Eksperimenta apraksts

- Novietojiet kredītkarti uz glāzes (2. attēls).
- Novietojiet monētu kredītkartes centrā (2. attēls).
- Ar ātru kustību velciet karti horizontāli prom no glāzes.
- Monēta krīt gandrīz vertikāli un paliek glāzes iekšpusē, kad karte tiek izvilka (3. attēls).



1.attēls. Nepieciešamie materiāli



2. attēls. Sagatavošanās



3. attēls. Uzdevums pabeigts

## Skaidrojums zinātnes kontekstā

Saskaņā ar Ņūtona pirmo likumu, monēta, kas atrodas miera stāvoklī, paliks miera stāvoklī, ja vien uz to neiedarbošies ārējs spēks. Kad mēs ātri pavelkam karti, monēta neseko kartes kustībai, jo starp karti un monētu ir maza berze, un tā darbojas ļoti īsu laiku. Tāpēc monēta krīt taisnā līnijā uz leju gravitācijas spēka ietekmē. Tas parāda, ka miera stāvoklī esošs objekts paliek miera stāvoklī, ja vien uz to neiedarbojas ievērojams ārējs spēks.

Kad monēta atrodas uz kartes, iegūtais spēks ir nulle, jo gravitācijas spēks, kas iedarbojas uz monētu, ir vienāds, bet pretējs normālajai reakcijai. Kad karte tiek izņemta, vienīgais spēks, kas iedarbojas uz monētu, būs gravitācijas spēks, tāpēc monēta krīt vertikāli uz leju.

## 1.5 Ņūtona likumu pielietojums, izmantojot monētu kaudzīti

### Eksperimenta apraksts

- Izveido monētu kaudzīti (1. attēls), novietojot monētas horizontāli vienu uz otras tā, lai kaudzītes augstums būtu lielāks par vienas monētas diametru.
- Novieto vienu monētu sāniski vertikālā stāvoklī.
- Ar asu kustību iestumj sāniski novietoto monētu kaudzītē tā, lai ripojošā monēta saskartos ar dažām apakšējām monētām.



1. attēls. Monētu kaudzīte un monēta -"sitēja"



2. attēls. Pēc trieciena

- No kaudzītes izkustēsies viena monēta augstumā, kas atbilst monētas rādiusam (2. attēls).

### Skaidrojums zinātnes kontekstā

Ripojošā monēta iedarbojas uz kaudzīti ar īsu, asu spēku tikai augstumā, kas ir vienāds ar tās rādiusu (3. attēls). Tāpēc tieši tā monēta kaudzītē, kas atrodas šajā augstumā, tiek izsista (4. attēls), bet pārējās paliek savā vietā.

Kad monēta ietriecas kaudzītē, tā nodod savu impulsu tikai šai vienai monētai, kamēr pārējās virs un zem tās paliek gandrīz nekustīgas.



3. attēls. Pirms trieciena



4. attēls. Pēc trieciena

### Papildu uzdevumi

Pamēģiniet izmantot vairāk monētu kaudzītē.

- Vai papildu monētas padara kaudzīti stabilāku lielākās masas dēļ? Vai arī vienkārši kļūst grūtāk izsist vienu monētu palielinātās berzes dēļ?
- Kā eksperiments mainās atkarībā no monētu skaita virs trieciena punkta?
- Kas notiek, ja kā "sitēja" monētu izmanto mazāku vai lielāku monētu?

## 2 BRĪVĀ KRIŠANA

Ir vairāki eksperimenti, kas saistīti ar objektu brīvo krišanu gravitācijas ietekmē, kad uz tiem neiedarbojas citi ārējie spēki. Dažkārt brīvās krišanas izpratni atvieglo situācijas apskatīšana gan ar, gan bez gaisa pretestības.

### 2.1 Brīvā krišana un reakcija

#### Zinātne

Mūsu reakcijas laiks uz vizuālu kairinājumu ir aptuveni 0,5 sekundes, kas ir ilgāks nekā laiks, kurā banknote nokrīt attālumam, kas vienlīdzīgs tās garumam.

#### Eksperimenta apraksts

Eksperimentā piedalās divi cilvēki. Pirmais tur banknoti tā, kā redzams 1. attēlā, bet otrs novieto īkšķi un rādītājpirkstu abās banknotes pusēs, kā parādīts. Kad pirmais pēkšņi atlaiž banknoti, otrs cenšas to noķert starp pirkstiem. Parasti tas neizdodas (2. attēls).



1. attēls. Sagatavošanās uzdevuma veikšanai



2. attēls. Pārāk vēlu, lai noķertu krītošo banknoti

#### Skaidrojums zinātnes kontekstā

Parastais reakcijas laiks, lai pirksti satvertu banknoti, ir pārāk garš. Tāpēc banknote nokrīt uz zemes.

Otrs cilvēks var to noķert tikai tad, ja cenšas satvert to tieši pirms tā sasniedz zemi — tas dod pietiekami daudz laika pabīdīt roku leļup, saliekt ceļus un kustēties pietiekami ātri (3. attēls).



3.attēls. Banknote tiek noķerta netālu no grīdas

## Papildu eksperiments

Kā reakcijas laiks mainās atkarībā no tā, kādā veidā tiek dots signāls? Kas notiek, ja “ķērājs” tā vietā, lai izmantotu redzi, saņem signālu pieskaroties galvai vai viņam tiek pateikts skaļi, ka banknote tiek atlaista (skaņas signāls)? Abiem šiem signāliem reakcijas laiks ir īsāks nekā redzes signālam, ko var pierādīt, laižot vaļā pusmetru garu lineālu un salīdzinot, cik centimetru lineāls spēj nokrist pirms bērns to satver, saņemis tikai redzes signālu un cik, ja tiek dots arī skaņas vai pieskāriena signāls. Bet vai šis reakcijas laika samazinājums ir pietiekams, lai noķertu banknoti?

Pamēģiniet eksperimentu vēlreiz, šoreiz dodot signālu ar pieskārienu galvai vai ar skaņas norādi. Izrādīsies, ka redze ir vislēnākais signāla veids, uz kuru reaģējam — t.i., tai ir visilgākais reakcijas laiks.

## 2.2 Monētu ķeršana

### Zinātne

Paātrinājums, reakcijas laiks, ātrums un distance.

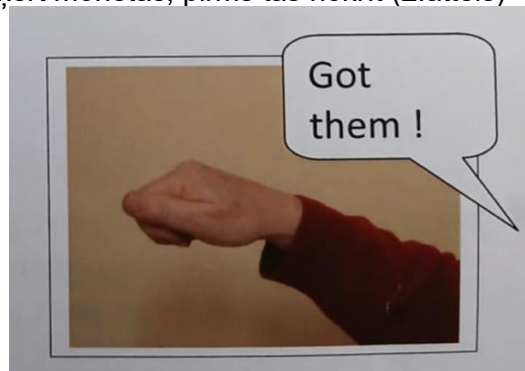
### Eksperimenta apraksts

Novieto kaudzīti ar monētām (cik daudz vien vari!) uz elkoņa kā parādīts 1.attēlā.

Virzot plaukstu bultas norādītajā virzienā, vai vari noķert monētas, pirms tās nokrīt (2.attēls)



1.attēls. Esi gatavs noķert monētas?



2.attēls. Veiksme! Monētas noķertas!

## Skaidrojums zinātnes kontekstā

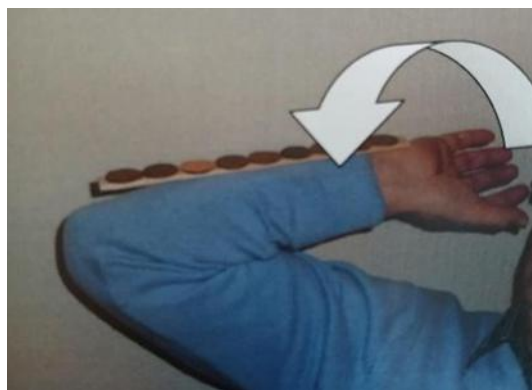
Tiklīdz monētas tiek atbrīvotas, tās sāk krist lejup ar paātrinājumu  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Tās sāk kustību ar sākuma ātrumu  $0 \text{ m/s}$ , tāpēc pirmajā brīdī tās pārvar ļoti nelielu attālumu un tādēļ tās var satvert ar roku, pirms tās pagūst nokrist.

Nelielā attāluma un mazā ātruma dēļ gaisa pretestība ir niecīga.

Cik monētas vari noķert, nepazaudējot nevienu?

## Papildu eksperiments

Šo pašu eksperimentu var pamēģināt ar lineālu, kas novietots uz rokas un uz kura izvietota rinda ar monētām (3.attēls).



3.attēls. Monētas novietotas uz lineāla

## 2.3 Monētas un spalvas eksperiments

(Pielāgots 21. gadsimtam)

### Zinātne

Spēki, gaisa pretestība, gravitācija.

## Eksperimenta apraksts

Šī eksperimenta slavenajā versijā, ko veica Džordžs Adamss demonstrācijai Anglijas karalim Džordžam III 1671. gadā, spalva tika novietota uz ginejas (zelta monēta Anglijā no 1663. līdz 1817. gadam) un iemesta vakuuma caurulē. Eksperimentu var veikt ar dažādiem priekšmetiem vakuuma caurulē. Kontrasts ir manāms, kad tiek ievadīts gaiss. Šeit aprakstītajā versijā tiek izmantots neliels papīra gabaliņš un vidēja izmēra monēta (1. attēls).



1.attēls. Sagatavošanās eksperimentam

## Kā abus priekšmetus var nomest kopā, lai abi vienlaikus sasniegtu zemi?

- Paņemiet vidēja izmēra monētu.
- Noplēsiet nelielu papīra gabalu, mazāku par monētu.
- Novietojiet papīru plakaniski uz monētas (1. attēls).
- Pārliecinieties, ka papīrs nekarājas pāri malām — tam jāatrodas pilnībā uz monētas virsmas.
- No augstuma metiet abus kopā, kā vienu vienību (2. attēls).



2.attēls. Nometiet monētu ar papīra gabaliņu uz tā

## Skaidrojums zinātnes kontekstā

- Vienlaikus nometot monētu un nelielu papīra gabaliņu no viena augstuma, monēta nokrīt ar lielāku paātrinājumu nekā papīrs. Tas ir saistīts ar gaisa pretestību, kurai ir lielāka ietekme uz vieglo papīru salīdzinājumā ar smagāko monētu.
- Novietojot papīru uz monētas un nometot to, jūs izveidojat nelielu daļēja vakuuma zonu papīram (aiz monētas), tāpēc monēta uzņemas gaisa pretestības slogu. Papīrs piekļaujas monētai un krīt tā, it kā nebūtu būtiskas gaisa pretestības.

## 3 KĪMIJA

Nauda nav tikai skaitļi un vērtības – tā ir arī materiāli un ķīmija. Monētas un banknotes ir izgatavotas no īpašām vielām, kas piešķir tām izturību, ilgnoturību un dažkārt arī pārsteidzošas zinātniskas īpašības.

### 3.1 Burvju šķīdums

#### Zinātne

Oksidēšanās–reducēšanās reakcija jeb redoksreakcija.

#### Eksperimenta apraksts

- Atrodiet divas nosūbējušas monētas (1. attēls).
- Glāzē ielejiet etiķi un pievienojiet tējkaroti sāls.
- Maisiet šķīdumu, līdz sāls pilnībā izšķīst (2. attēls).
- Ievietojiet monētu šķīdumā un ļaujiet tai dažas minūtes mērcēties (laiks var atšķirties atkarībā no etiķa koncentrācijas un monētas oksidācijas pakāpes, bet parasti pietiek ar dažām minūtēm) (3. attēls).
- Vērojiet, kā monēta sāk mainīt krāsu un kļūst spīdīga.
- Izņemiet monētu, noskalojiet to zem tekoša ūdens un kārtīgi nosusiniet (4. attēls).



1.attēls. Divas nosūbējušas monētas



2.attēls. Etiķa un sāls šķīdums



3.attēls. Monēta ievietota šķīdumā



4.attēls. Monētu salīdzināšana

## Skaidrojums zinātnes kontekstā

Varš, kas sastopams dažās monētās, laika gaitā reaģē ar gaisa skābekli, veidojot vara (II) oksīdu ( $\text{CuO}$ ), kas piešķir monētai tumšāku un rūsai līdzīgu izskatu.

Etiķis, kas ir etiķskābes šķīdums, reaģē ar uz monētas virsmas esošajiem vara oksīdiem, veidojot ūdenī šķīstošus vara sāļus (vara (II) acetātu). Skābais šķīdums noņem oksīda slāni un atklāj spīdīgo metālisko varu.

Sāls (nātrijs hlorīds) palīdz šos vara sāļus padarīt šķīstošus un paātrina tīrīšanas procesu. Nātrijs hlorīds nodrošina hlorīda jonus ( $\text{Cl}^-$ ), kas veido šķīstošus savienojumus ar oksidēto varu. Tas palīdz šos vara savienojumus atdalīt no monētas virsmas.

Sāls arī palielina šķīduma vadītspēju, jo palielina uzlādēto daļiņu (jonu) daudzumu, tādējādi ķīmiskās reakcijas norisinās ātrāk.

Pēc tīrīšanas monēta būs gaišāka un tai būs sākotnējā vara krāsa, jo oksīdi, kas to padarīja matētu, ir noņemti.

## Papildu eksperiments

Atkārtojiet eksperimentu, izmantojot kolu vai tomātu mērci, un novērojiet, vai šīs vielas arī spēj notīrīt monētas.

## 3.2 Monētu baterija

### Zinātne

Baterijās izmanto ķīmisku reakciju, lai ražotu elektrību. Tam nepieciešami divi dažādi metāli (elektrodi) un skābs šķīdums (elektrolīts).

## Eksperimenta apraksts

Izveidojiet 5 eiro centu monētu kaudzīti (vai alternatīvas monētas ar vara virsmu) un sagatavojiet alumīnija aplus, kas izgriezti no bezalkoholiskā dzēriena bundžas tādā pašā izmērā kā monētas.

Izgrieziet arī absorbējoša papīra aplus ar tādu pašu diametru kā monētas un iemērciet tos ūdens šķīdumā, kuram pievieno dažus pilienus skābes, piemēram, citronu sulas vai etiķa.

Veido monētu kaudzi, liekot monētu un uz tās elektrolītā samērcētu absorbējošo papīru. Tad virsū uzliek alumīnija apli un atkārti šādā secībā, līdz ir izlietotas 10 monētas.

## Skaidrojums zinātnes kontekstā

Baterija jeb elektroķīmiskā šūna sastāv no diviem elektrodiem (anoda un katoda) un elektrolīta. Anods ir elektrods, kurā notiek oksidēšanās (elektronu zudums), bet katods ir elektrods, kurā notiek reducēšanās (elektronu iegūšana). Elektrolīts ir viela, kas ļauj joniem pārvietoties, nodrošinot elektriskās strāvas plūsmu starp elektrodiem. Alumīnijs oksidēsies (anods), bet varš reducēsies (katods), un elektrolīts nodrošinās lādiņu kustību starp abiem elementiem.

Kā elektrolītu varam izmantot ūdeni ar etiķi un sāli.

## Uzdevums

- Pārbaudiet spriegumu, izmantojot voltmetru.
- Salīdziniet spriegumu, palielinot monētu/papīra/alumīnija (šūnu) skaitu.
- Pievienojiet LED lampiņu.

## Papildu uzdevums-augļu baterijas būvniecība

### Eksperimenta apraksts

- Nepieciešami 4 citroni (apelsīni vai tomāti).
- Ar virtuves nazi katrā citronā (apelsīnā vai tomātā) iegrieziet nelielu iegriezumu.
- Ievietojiet monētu (5 eiro centu) līdz pusei iegriezumā.
- Ievietojiet cinkotu naglu katrā citronā, monētas pretējā pusē. Pārliedzinieties, ka monēta un nagla nesaskaras.
- Izmantojiet aligatora klipšus, lai savienotu viena citrona naglu ar nākamā citrona monētu.
- Lai iegūtu lielāku spriegumu, savienojiet visus četrus citronus virknē – viena citrona naglu (anodu) ar nākamā citrona monētu (katodu).
- Pievienojiet brīvos galus LED spuldzītei. Ja spriegums ir pietiekams, gaisma iedegsies.

## 4 VIRSMAS SPRAIGUMS

Ūdens šķiet mīksts un kustīgs, taču tā virsmu sedz neredzama “āda”. Pateicoties tai, ūdens pilieni veido lodveida formu, un pat daži dzīvnieki, piemēram, ūdensmērītāji, var staigāt pa ūdeni — tas ļauj veikt arī daudzus aizraujošus zinātnes trikus.

### 4.1 Ūdens kupols – virsmas spraiguma izturības pārbaude

#### Zinātne

Šis vienkāršais eksperiments parāda virsmas spraigumu — būtisku jēdzienu šķidrumu mehānikā un molekulārajā mijiedarbībā. Tas demonstrē, kā šķidruma virsmas molekulas cieši savstarpēji pievelkas, veidojot sava veida “ādu”, kas spēj noturēt ūdeni pat uz nelielas, izliktas virsmas, piemēram, monētas.

#### Eksperimenta apraksts

##### Nepieciešamie materiāli

- Neliela vara monēta (piem., 1 eiro cents)
- Pipete, pilinātājs vai šļirce
- Tīrs ūdens
- Plakana virsma (piem., galds)
- Ziepes vai mazgāšanas līdzeklis (papildu uzdevumam)

##### Kā to paveikt

- Rūpīgi notīriet monētu ar karstu, ziepjūdeni. Noskalojiet un pilnībā nosusiniet, lai noņemtu taukus vai mazgāšanas līdzekļa atliekas.
- Uzpildiet pipeti ar tīru ūdeni.
- Turot pipeti nedaudz virs monētas (nepieskaroties virsmai), uzpildiet ūdens pilienu monētas centrā (1. attēls).
- Turpiniet pievienot pilienus vienu pēc otra, skaitot tos.
- Vērojiet, kā ūdens sakrājas kupolveida formā uz monētas (2. attēls).
- Pārtrauciet, kad ūdens pārplūst pāri malām — tas ir jūsu rezultāts!
- Atkārtojiet eksperimentu, mēģiniet pārspēt savu rezultātu vai izaiciniet klases biedrus virsmas spraiguma sacensībās.



1.attēls. Daži pirmie pilieni



2.attēls. Monēta ar aptuveni 40 pilieniem

## Skaidrojums zinātnes kontekstā

Ūdens molekulas savstarpēji pievelkas, veidojot kohēzijas spēkus, kas virsmā rada spēcīgu, elastīgu plēvi — to sauc par virsmas spraigumu. Tieši šis spraigums ļauj ūdenim uz monētas izveidot kupolveida formu, neizlīstot uzreiz, pat ja virsma ir maza un izliekta.

Tīra monētas virsma ir ļoti svarīga — netīrumi vai tauki izjauc šo molekulāro saķeri, tāpēc uz monētas var uzkrāt mazāk pilienu. Kad tiek pievienotas ziepes vai mazgāšanas līdzeklis, virsmas spraigums samazinās: molekulas izkliedējas vieglāk, un ūdens pārplūst daudz ātrāk.

Tas parāda, kā pat nelieli molekulāri spēki spēj būtiski ietekmēt šķidrumu uzvedību.

## Papildu eksperiments

Veiciet šādus eksperimentus:

**Ziepu pārsteigums:** Pievienojiet ūdens kupolam vienu ziepu pilienu un novērojiet sabrukumu. Apspriediet, kā ziepu molekulas ietekmē virsmas spraigumu.

**Temperatūras tests:** Salīdziniet, cik pilienus noturas ar atdzesētu un siltu ūdeni. Vai temperatūra ietekmē virsmas spraigumu?

**Monētu izmēru salīdzinājums:** Izmēģiniet ar lielākām vai mazākām monētām. Prognozējiet un nosakiet, kā izmērs ietekmē ūdens uzkrāšanos.

**Lēnā kustība:** Uzfilmējiet procesu un vērojiet kupola augšanu. Novērojiet brīdi, kad tas sabrūk, un kas to izraisa.

## 4.2 Spraigums uz bankas kartes

### Zinātne

Ūdens virsmas spraigums

## Eksperimenta apraksts

1. Ja mēs līdzsvarojam bankas karti uz glāzes malas un mēģinām uzlikt uz tās kaut vienu monētu, tā nokritīs. Tomēr, ja mēs piepildīsim glāzi ar ūdeni, mēs iegūsim atšķirīgu rezultātu.
2. Piepildām glāzi ar ūdeni līdz tā ir pilna līdz malām un ūdens nelīst pāri.
3. Tad līdzsvarojam bankas karti uz glāzes malas.
4. Tad cenšamies līdzsvarot pēc iespējas vairāk monētu uz bankas kartes daļas, kas atrodas ārpus glāzes. (1. attēls).



1.attēls. Sagatavošanās eksperimentam

## Skaidrojums zinātnes kontekstā

Ūdens molekulu pievilkšanās spēks stabilizē sistēmu, līdz monētu svars pārsniedz virsmas spraigumu. Ūdens virsmas spraigums ir fiziska parādība, kas rodas uz šķidrums virsmas, liekot tam uzvesties kā "elastīgai plēvei". Šo efektu izraisa pievilkšanās starp ūdens molekulām (kohēzijas spēki), kas šķidrums iekšpusē ir intensīvāki nekā uz virsmas.

Kāpēc tas notiek? Ūdens molekulas ir polāras (tām ir pozitīvi un negatīvi lādiņi) un pievelk viena otru caur ūdeņraža saitēm. Šķidrums iekšpusē molekulas tiek vienādi vilktas visos virzienos. Taču uz virsmas molekulas tiek vilktas tikai uz leju un uz sāniem, radot spriegumu, kas veido neredzamu "plēvi".

Video: Autors Pols Nūdžents

<https://youtu.be/GYEEmA0HiBo?si=J1E5UfzfIAFsriI7>

## Papildu uzdevums

Izpētiet, vai ūdens temperatūra vai piliena mazgāšanas līdzekļa pievienošana ūdenim ietekmē maksimālo monētu skaitu, kas var atrasties uz kartes.

## 4.3 Monētas ūdens glāzē

### Zinātne

Virsmas spraiguma spēki notur virsmu kopā pat tad, ja tā atrodas virs glāzes malas.

## Eksperimenta apraksts

1. Pārlicinieties, ka jūsu glāzei ir gluda maliņa bez snīpīša utt., un maliņa ir tīra un bez taukiem.
2. Piepildiet glāzi ar tīru ūdeni līdz malām.
3. Paņemiet tīru monētu un iemetiet to pāri maliņai ūdens glāzē.
4. Atkārtojiet, pievienojot arvien vairāk monētu.  
Cik daudz monētu jūs varat iemest glāzē, neizlejot ūdeni?
5. Uzmanīgi vērojiet, kas notiek ar ūdens virsmu, pievienojot arvien vairāk monētu.



1. attēls. Monētu pievienošana

## Skaidrojums zinātnes kontekstā

Pārsteidzoši! Šajā mēģinājumā bija iespējams pievienot 16 monētas, neizlejot ne piliens ūdens.

Acīmredzot atbilde uz jautājumu “Cik monētas var ielikt glāzē, neizlejot ūdeni?” ir atkarīga no tā, cik pilna ir glāze, no glāzes precīzas formas un cik uzmanīgi jūs ieviejojat monētas glāzē...Bet varbūt tas ir interesantu sacensību pamats!

Tīra ūdens virsmas spraigums spēj noturēt ūdeni virs malas.... (pamēģiniet pievienot ūdenim pilienu šķidro ziepju, un tas nekavējoties pārplūdīs).

Ieviejojot monētas glāzē, virsmas spraigums notur ūdeni kopā pat tad, kad tas atrodas virs glāzes malas. Pēc eksperimenta izņemiet monētas un pārbaudiet, kāds papildu tilpums ir pievienots, saliekot tās kaudzītē.

## 5 ELEKTRĪBA UN MAGNĒTISMS

Elektrība un magnētisms ir vienas parādības divas puses. Kad elektriskā strāva plūst caur vadu, ap to veidojas magnētiskais lauks. Savukārt kustīgi magnēti, pietuvināti stieples spolēm, var radīt elektrību. Šo ciešo saistību sauc par elektromagnētismu, un tā ir zinātne, uz kuras balstās daudzas ikdienas tehnoloģijas — sākot no elektromotoriem un skaļruņiem līdz ģeneratoriem un magnētiskās rezonanses (MR) iekārtām.

### 5.1 Sērkociņu kastīte un monēta

#### Zinātne

Magnētisms

#### Eksperimenta apraksts

#### Nepieciešamie materiāli

- Sērkociņu kastīte (vēlams piepildīta ar sērkociņiem, lai izskatītos parasta).
- Divas monētas no magnētiska materiāla, piem., Lielbritānijas pensī, Kanādas centi, euro centi.
- Mazs, spēcīgs magnēts, piem., neodīma magnēts.

#### Sagatavošana

Slepeni pielīmē mazu magnētu pie sērkociņu kastītes apakšpuses, iekšējā nodalījumā zem sērkociņiem (1.attēls). Pārlicinies, ka magnēts ir pietiekami stiprs, lai pievilktu monētu caur kastīti.

Atverot kastīti pusvirus, novieto monētu uz sērkociņiem tā, lai to nevarētu redzēt no malas, kad kastīte ir tikai pusatvērta (2.attēls). Aizver kastīti! Otru, magnētisko monētu turi rokā, lai tā būtu redzama skatītājiem.

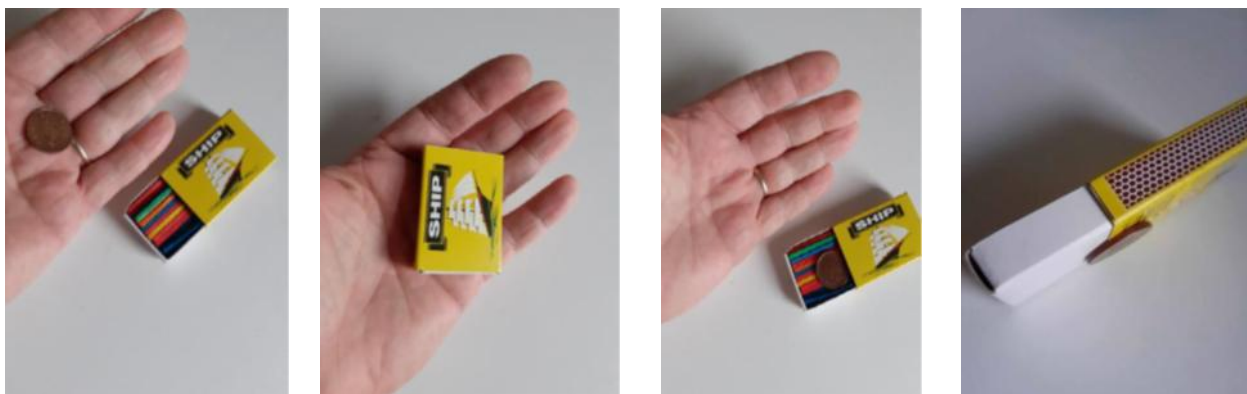


1. un 2. attēls: Sagatavošana

#### Kā to paveikt

- Atver sērkociņu kastīti līdz pusei, lai monēta nebūtu redzama.
- Aizver kastīti un uzliec to uz rokā esošās monētas.
- Lēni pacel kastīti. Rokā esošā monēta ir pazudusi!

- Visbeidzot atver kastīti — un monēta maģiski ir parādījusies kastītē!



3. līdz 6. attēls: trika izpildes secība ar monētām, sērkokociņu kastīti un magnētu

### Skaidrojums zinātnes kontekstā

Šajā trikā tiek izmantots magnētisms — viens no dabas pamatspēkiem — lai radītu ilūziju, ka monēta pazūd un atkal parādās. Te ir zinātniskais skaidrojums:

Izmantotās monētas ir magnētiskas — tās pievelk magnēts. Piemēram, Lielbritānijas pensi un 5 eiro centu monētas satur tēraudu, kas ir magnētisks. Mazais, kastītē paslēptais magnēts rada magnētisko lauku, kas pievelk rokā esošo monētu.

Svarīga magnētisma īpašība ir tā, ka tas darbojas arī caur nemagnētiskiem materiāliem, piemēram, kartonu. Tas ļauj magnētam pievilkt monētu caur sērkokociņu kastīti, neizraisot skatītājos aizdomas.

## 5.2 Šķietami "nemagnētiskas" naudas pārvietošana ar magnētu

### Zinātne

Paramagnētisms, magnētiskā lauka indukcija, Lenca likums.

### Eksperimenta apraksts

- Turiet neodīma magnētu blakus alumīnija japāņu jēnai, kas iekārta smalkā diegā, un novērojiet ļoti niecīgo pievilksanās spēku (1. attēls).
- Turiet magnētu blakus piekārtajai monētai un strauji virziet to prom, pēc tam, kad tā atkal ir nekustīga, virzienā uz jenu. Novērojiet pievilksanās un atgrūšanās spēku (2. attēls). Novietojiet neodīma magnētu virs jenu kaudzes un strauji paceliet to (3. attēls). Novērojiet, cik jenu var nocelt (4. attēls).



1.attēls: smalkā diegā iekārta alumīnija japāņu jēna



2. attēls: Jēna ir nedaudz pievilktā



3. attēls: Neodīma magnēts uz jēnu kaudzes



4. attēls: Ātri paceliet neodīma magnētu un novērojiet

### Skaidrojums zinātnes kontekstā

Alumīnijs ir paramagnētiska viela, tas ir, to ļoti vāji pievelk spēcīgs magnēts. (Feromagnētisms ir ievērojami spēcīgāks nekā paramagnētisms. Feromagnētiskiem materiāliem piemīt spēcīga, ilgstoša pievilksnās pie magnētiem pat pēc ārējā lauka noņemšanas, savukārt paramagnētiskiem materiāliem ir tikai vāja, īslaicīga pievilksnās pie magnētiem un tie zaudē savu magnetizāciju, kad ārējais lauks tiek noņemts).

Kad magnēts tiek pārvietots blakus vadošam materiālam, materiālā tiek inducētas elektriskās strāvas, kas pretojas kustībai, kas tās rada. Tādējādi, pārvietojot magnētu prom no jēnas, tiek inducētas strāvas, kas pievelk jēnu magnēta virzienā. Magnēta pārvietošana pretī iekārtai jēnai atgrūž jēnu.

Kad magnēts tiek strauji atvirzīts no jēnu kaudzes, dažas augšējās jēnas tiek pievilktas un noņemtas no kaudzes.

Jo ātrāk magnēts tiek pārvietots, jo vairāk jēnu var noņemt. Mazie inducētie spēki ir pietiekami, lai pārvietotu ļoti vieglās jēnas (to masa ir 1 g). Laba Ņūtona otrā likuma,  $F = ma$ , ilustrācija.

## Papildinājums

Ja jums nav pieejamas japāņu jēnas, to vietā var izmantot dzērienu bundžu alumīnija gredzenveida uzgaļus vai izmēģināt ar alumīnija ietīšanas foliju.

## 5.3 Magnētiskā lauka indukcija

### Zinātne

Magnētiskā lauka indukcija

### Eksperimenta apraksts

Jums būs nepieciešams vismaz viens spēcīgs magnēts un magnētisko monētu izlase. Vienkārši sakārtojiet monētas magnētiskajā laukā dažādos “skulptūru” veidos (1.–4. attēls). Izmantojiet faktu, ka magnētisms ir bezkontakta spēks, lai “skulptūras” varētu būt kustīgi veidojumi.



1. attēls. Monētu tornis



2. attēls. Monētu tilts



3. attēls. Piekārtas monētas



4. attēls: Monētu skulptūra

## Skaidrojums zinātnes kontekstā

Daudzas mūsdienu monētas ir izgatavotas no magnētiska materiāla (piemēram, tērauda), jo tās maksā mazāk nekā iepriekšējās metālu kombinācijas. Piemērus var atrast Apvienotajā Karalistē, Nīderlandē, Vācijā, Francijā un Itālijā.

Kad spēcīgs magnēts tiek pietuvināts magnētiskām monētām (parasti tās satur dzelzi vai tēraudu), notiek sekojošais:

1. Magnēta radītais magnētiskais lauks iedarbojas uz monētu materiālu.
2. Monētās rodas magnētiskā indukcija – tās uz laiku kļūst par magnētiem.
3. Monētām veidojas ziemeļu un dienvidu poli.
4. Tās sāk savstarpēji pievilkties vai atgrūsties, veidojot “skulptūras”.

## Papildu uzdevums

Vai varat izstrādāt metodi, lai izmērītu spēka lielumu starp karājošām monētām? Vai tas lineāri samazinās, attālinoties no pastāvīgā magnēta? Kādu ierīci jūs varētu izmantot? (Lai nodrošinātu objektīvu mērījumu, tai pašai nevajadzētu būt magnētiskai).

---

## 5.4 Vairāk magnētisko noslēpumu

### Zinātne

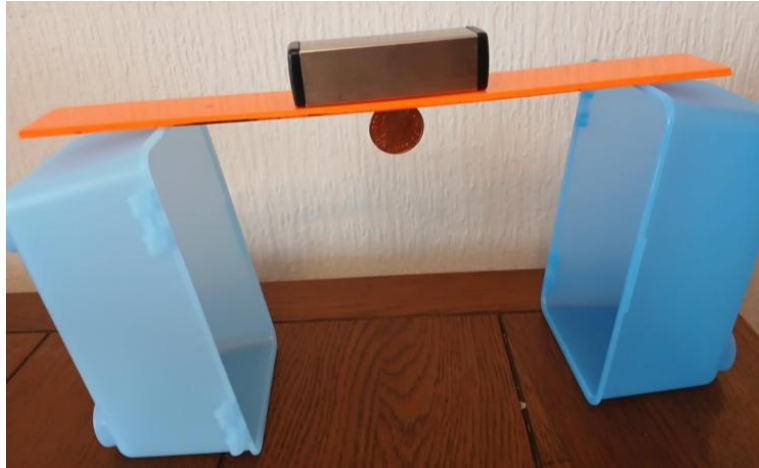
Magnētiskie spēki, magnētiskā lauka indukcija

### Nepieciešamie materiāli

- Monētu izlase, kas izgatavotas no magnētiska materiāla, piemēram, Lielbritānijas 2p vai 10p (pašlaik visā pasaulē ir vairāk nekā 500 magnētisko monētu).
- Plakans plastmasas lineāls
- Spēcīgs magnēts

### Eksperimenta apraksts

1. Novietojiet lineālu starp diviem improvizētiem balstiem un uz lineāla, starp abiem balstiem, novietojiet magnētu.
2. Pielieciet monētu pie lineāla apakšpuses, tā, lai magnētiskais lauks to noturētu (1. attēls) un monētas priekšpuse būtu skaidri redzama.



1.attēls. Eksperimenta uzstādīšana

3. Viegli pabīdiet magnētu pa lineālu uz labo pusi. Kas notiks ar monētu?

Vai tā:

- a) nokritīs
- b) griezīsies pulksteņrādītāja virzienā
- c) griezīsies pretēji pulksteņrādītāja virzienam
- d) slīdēs.

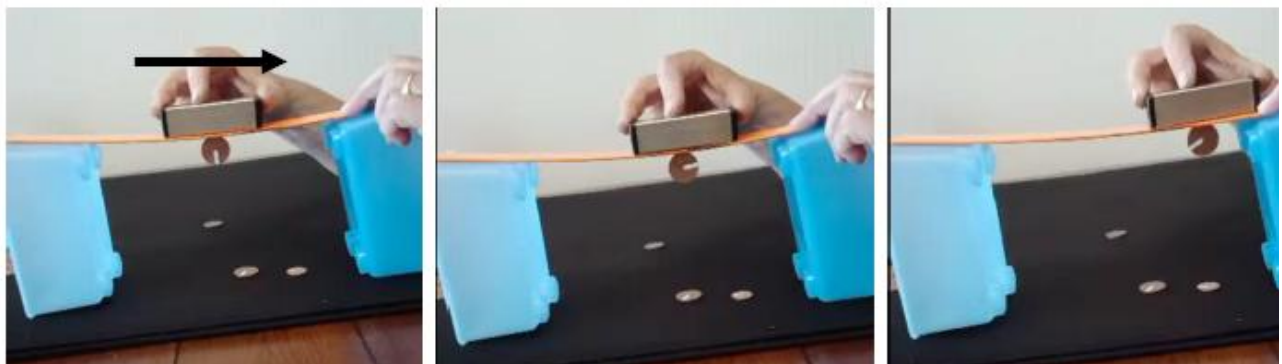
4. Pievienojiet otru monētu. Kas notiks ar otro monētu?

Vai tā:

- a) nokritīs
- b) griezīsies pulksteņrādītāja virzienā
- c) griezīsies pretēji pulksteņrādītāja virzienam
- d) slīdēs

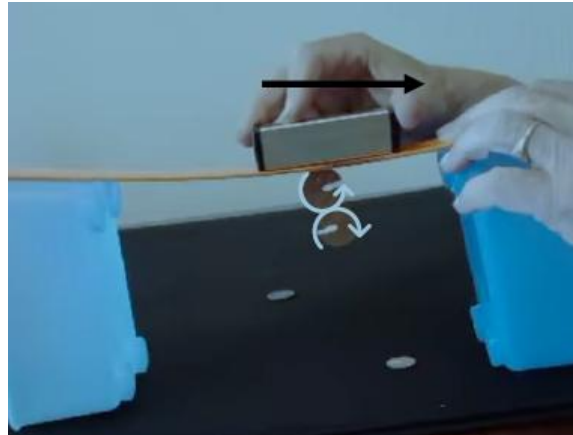
### Skaidrojums zinātnes kontekstā

Atbilde ir - ja magnēts tiek pabīdīts pa labi, monēta griežas pretēji pulksteņrādītāja virzienam.



2.–4. attēls. Monētas kustība ir pretēji pulksteņrādītāja virzienam

Atbilde ir - ja magnēts tiek pabīdīts pa labi, otrā monēta griežas pulksteņrādītāja virzienā, bet pirmā - pretēji pulksteņrādītāja virzienam (5.attēls).



5. attēls. Pievienota otra monēta un magnēts tiek pārvietots pa labi



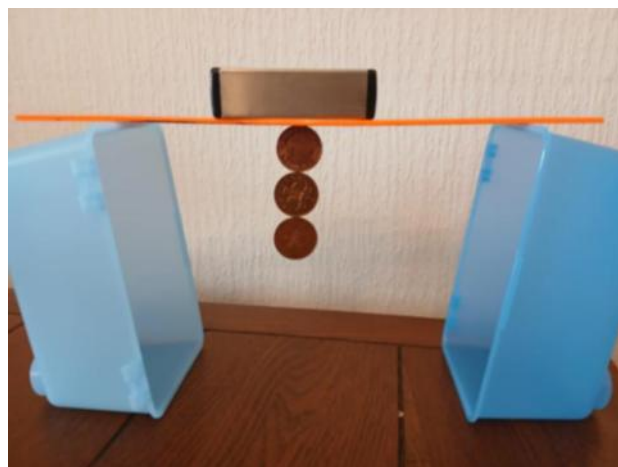
6.attēls. Magnēts, kas tur monētas, ievērojiet baltās atzīmes



7.attēls. Pēc magnēta pabīdīšanas pa labi

## Papildu uzdevums

Pievienojiet vairākas monētas, lai tās karātos viena pie otras un izpētiet tālākās kustības (6. attēls).

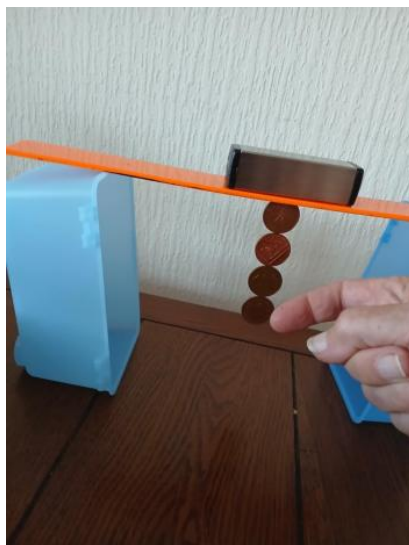


8. attēls. Kuras monētas rotē vienā virzienā?

Vairāk rotācijas! Pievienojiet vēl vienu monētu, līdz robežai, kur magnēts vairs nevar tās noturēt. Pasitiet pie pēdējās monētas, lai tā grieztos, vēlreiz demonstrējot magnētiskā spēka būtību, t. i., ka tas ir bezkontakta (9.-11. attēls).



9. attēls. 4 monētas, ko tur magnēts



10. attēls. Apakšējās monētas iekustināšana



11. attēls. Apakšējās monētas griešanās

Apakšējā monēta griežas viegli, jo starp to un trešo monētu ir maza berze, un elektromagnētiskā indukcija to brīvi notur.

## 5.5 Magnētiskā lauka indukcija II

### Zinātne

Magnētiskā lauka indukcija un bezkontakta spēki.

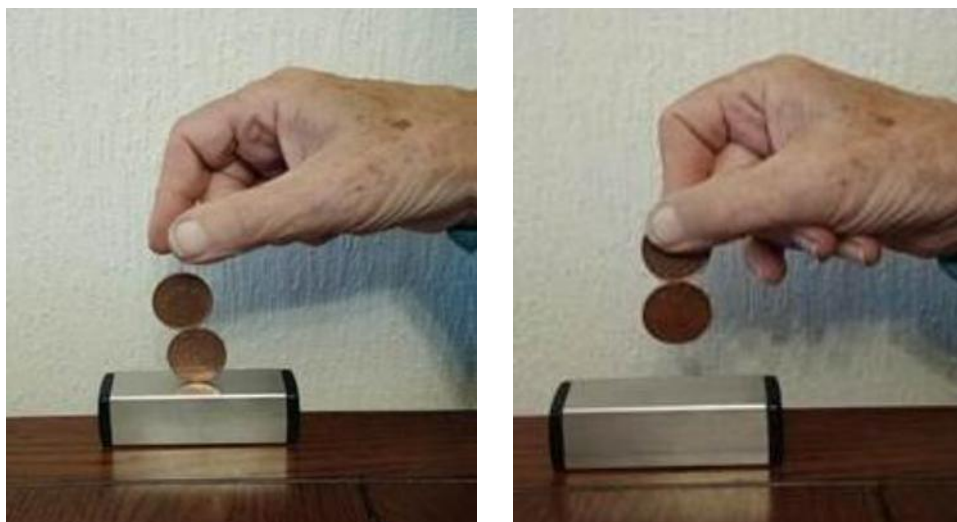
### Eksperimenta apraksts

#### Nepieciešamie materiāli

- Vismaz viens spēcīgs magnēts
- Magnētisko monētu izlase.

Novietojiet divas monētas vertikāli uz magnēta. Monētas līdzsvarojas magnētiskā lauka indukcijas dēļ, kas nodod magnētisko lauku uz augšu (3. attēls). Tagad mēģiniet pacelt monētas vertikāli uz augšu, turoties tikai pie augšējās monētas. Vai abas monētas pacelsies kopā, vai arī monētas atdalīsies, apakšējai monētai turoties pie magnēta?

Monētas atraujas no magnēta, turoties kopā, nevis tikai apakšējā monēta tiek turēta ar spēcīgu magnētu.



1.-2. attēls. Inducētais magnētiskais lauks notur monētas vietā

### Skaidrojums zinātnes kontekstā

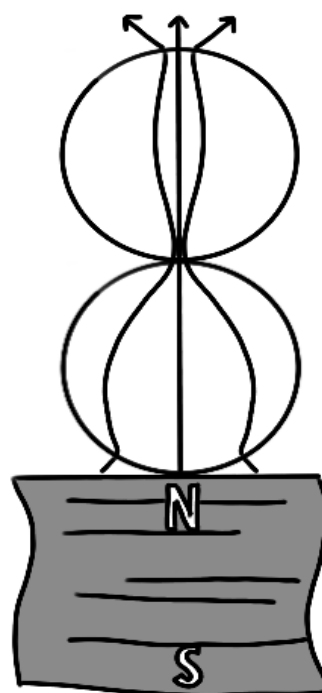
Kad monētas tiek ievietotas magnētiskajā laukā, tās pašas magnetizējas. Tā kā magnētisms ir bezkontakta spēks, magnētam nav jāpieskaras magnetizējamajam objektam, magnētiskais lauks iedarbojas caur nemagnētiskiem materiāliem (šajā gadījumā - gaiss).

Monētas turas kopā, jo magnētiskā lauka koncentrācija starp abām monētām ir lielāka nekā starp monētu un magnētu, kur lauka līnijas ir vairāk izkliedētas (skatīt 3. attēlu).

Attēlā redzamas magnētiskā spēka līnijas, kas veidojas caur abām monētām, kuras kopā satur magnēta magnētisms.

### Papildu uzdevums

Eksperimentus var veikt ar vairāk nekā divām vai trim monētām un ar dažāda izmēra monētām, ja tās ir magnētiskas. Taču ņemiet vērā, ka rindā var izmantot arī nelielu nemagnētisku monētu, jo vienas magnetizētas monētas magnētisms var tikt nodots monētai zemāk, ja monēta nav pārāk liela — magnētisms darbojas attālumā!



3. attēls. Magnētiskā spēka līnijas

## 5.6 Japāņu jēna un neodīma magnēts

### Zinātne

Blīvums, matērija.

### Eksperimenta apraksts

1. Novietojiet jēnu šķīvī, kas piepildīts ar ūdeni.
2. Turiet neodīma magnētu tuvu ūdenim, bet blakus jēnai.
3. Vispirms turiet magnētu nekustīgi blakus jēnai un pēc tam pārvietojiet to tuvāk un tālāk no jēnas.



1. attēls. Magnēts tiek turēts blakus peldošajai jēnai

### Skaidrojums zinātnes kontekstā

Trīs lietas, kam jāpievērš uzmanība...



2. attēls. Magnēts tiek turēts tuvu jēnai

1. Kad magnēts tiek turēts blakus monētai, vispirms tiek atgrūsts ūdens, radot iedobumu virsmā, kurā jēna iepeld. Tas ir tāpēc, ka ūdens ir vāji diamagnētisks, kas nozīmē, ka to atgrūž spēcīgs magnētiskais lauks.
2. Bet alumīnijs ir vāji paramagnētisks, kas nozīmē, ka jēnu vāji pievelk spēcīgais magnētiskais lauks, tāpēc tā lēnām virzās magnēta virzienā.
3. Indukcija: magnēta pārvietošana blakus monētai inducē monētā elektriskās strāvas. Šīs strāvas darbojas pretēji kustībai, kas tās rada (Lenca likums). Tādējādi, pārvietojot magnētu prom, monēta tiek pievilktā, bet, pārvietojot magnētu tuvāk, tā tiek atgrūsta.

### **Papildu uzdevums**

Ekspērimētā mums ir alumīnija jēnas monēta, kas "peld" uz ūdens virsmas ... vai varbūt būtu jāsaka, ka to uz ūdens virsmas notur virsmas spraiguma spēki.

Kas notiks, ja ūdenim pievienosiet pilienu ziepju?

## 6 MATEMĀTIKA

### 6.1 Cipars vai ģerbonis

#### Zinātne

Masas centrs un varbūtība.

#### Eksperimenta apraksts

Uz plakanas, horizontālas galda virsmas novieto 50 (vēlams jaunas) ASV viena centa monētas uz sānu malas (1. attēls).



1.attēls. 50 (salīdzinoši jaunas) ASV centu monētas.



2. attēls. Monētas pēc tam, kad galds tika strauji pagrūsts.

Uzsit pa galdu ar strauju sitienu, lai visas monētas apgāztos (2.attēls).

Tad saskaita, cik monētu nokrita ar ciparu un cik ar ģerboni uz augšu (3.attēls).



3.attēls. Parādītas monētas ar ērgli un ģerboni.

Šajā eksperimentā no 50 monētām tikai trīs nokrita ar ģerboni uz augšu ... tipisks rezultāts.

(PIEZĪME: Ja galda virsma nav horizontāla vai tiek izmantotas vecas, nodilušas monētas, rezultāti var ievērojami atšķirties.)

## Paskaidrojums zinātnes kontekstā

Mēs visi zinām, ka monētām ir divas puses — cipars (heads) un ģerbonis (tails) — un ka varbūtība, ka mestā monēta nokritīs ar konkrētu pusi uz augšu, piemēram, ar ērgli, ir 50%. Šo pieņēmumu bieži izmanto — sākot no futbola spēļu izlozēm līdz varbūtību uzdevumiem matemātikā.

Taču — vai tas vienmēr ir patiesībā tā?

Jaunām ASV centu monētām masas centrs ir nedaudz tuvāk ģerboņa pusei, tāpēc šī puse biežāk nokrīt uz leju.

Skatiet sadaļu “Heads vs Tails” žurnālā Science in School, 2019. gada vasara.

<https://scienceinschool.org/article/2019/fantastic-feats-magic-money/>

## Papildu eksperimenti

Teoriju var pārbaudīt arī ar “naudas kastīti” — vienkāršu bērnu krājkasi. Monēta tiek iespiesta caur vāciņa caurumu, tā sagriežas un pēc kāda brīža apstājas un nokrīt uz vienas puses.

Ir novērots, ka lielākā daļa 1 eiro centu šādā veidā nokrīt ar ciparu uz augšu!



4.attēls. Monētas iestumsšana kastītē, lai tā sāktu griezties

Arī tas parāda, ka monētām ir tendence nokrist ar noteiktu pusi uz augšu, ko izraisa masas sadalījums. Vienkārši metot monētu gaisā, piemēram, futbola spēlē, rezultāti ir daudz nejaušāki, jo tur darbojas citi faktori, kas ir daudz nozīmīgāki nekā šī nelielā masas asimetrija.

## 6.2 Monētu ripināšanas eksperiments

### Zinātne

Ģeometrija mums saka, ka apļa apkārtmērs ir tieši proporcionāls tā rādiusam:  $C = 2\pi r$   
Kad viens aplis ripo ap citu, mēs varam izpētīt šo attiecību pārsteidzošā veidā.

## Eksperimenta apraksts

Cik reizes monēta, kas saskaras ar citu monētu, apgriezīsies, lai apietu pirmās monētas perimetru? Ja divas monētas ir vienāda izmēra, intuīcija varētu liecināt, ka kustīgā monēta veic vienu pilnu apgriezianu, vienreiz apriņķojot nekustīgo monētu.



1. attēls. Divas līdzīgas monētas



2.– 4. attēls. Otrā monēta pārvietojas apkārt pirmajai

1. Novietojiet vienu monētu plakaniski uz galda.
2. Paņemiet vēl vienu identisku monētu un novietojiet tās malu pret pirmo monētu. (2.attēls)
3. Lēnām virziet otro monētu ap nekustīgo monētu, turot to malas saskarē. (3.attēls)
4. Ievērojiet, ka trešajā attēlā rotējošā monēta ir veikusi pusapgriezianu, paveicot  $\frac{1}{4}$  ceļa ap nekustīgo monētu. (2. un 3. fotoattēls)
5. Saskaitiet, cik pilnus apgriezianus kustīgā monēta veic, pirms atgriežas sākuma punktā.

## Skaidrojums zinātnes kontekstā

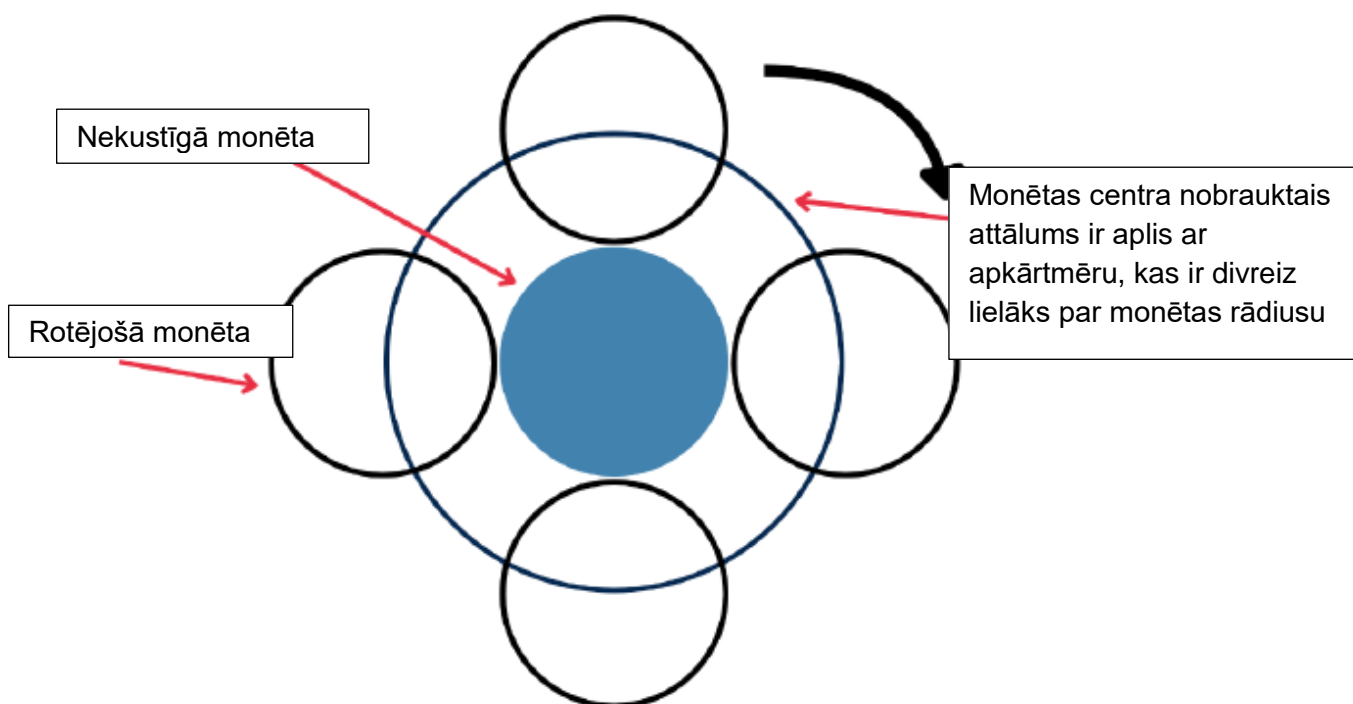
No pirmā acu uzmetiena varētu šķist, ka kustīgā monēta apgriezīsies tikai vienu reizi, jo attālums, kas tiek noiets ap otru monētu, ir vienāds ar vienu apkārtmēru.

Tomēr:

Kopumā monēta veic divus pilnus apgriezianus – vienu dēļ noripotā attāluma, otru dēļ tā, ka monēta ripoja aplveida trajektorijā, nevis pa taisni.

Bet pašas rotējošās monētas apkārtmērs ir  $2\pi r$ . Tātad, ja tā rotētu taisnā līnijā pa virsmu, lai nobrauktu  $4\pi r$  attālumu, tā veiktu:

$$\text{Apgriezianu skaits} = \frac{\text{Noietais attālums}}{\text{Monētas apkārtmērs}} = \frac{4\pi r}{2\pi r} = 2 \text{ apgriezianu}$$



## 6.3 Masa un tilpums – blīvuma noteikšana

### Zinātne

Grafiki ļauj mums apkopot rezultātus, prognozēt nākotnes vērtības (ekstrapolācija) un ātri un efektīvi izprast sarežģītas matemātiskas attiecības, padarot tos par būtiskiem rīkiem gan teorētiskā, gan eksperimentālā darbā.

### Eksperimenta apraksts

1. **Masas mērīšana:** Izmantojiet digitālos svarus, lai izmērītu 10 monētu masu.

2. **Tilpuma mērīšana:**

- **A metode (ģeometrija):** Uztveriet monētu kā cilindru un aprēķiniet tilpumu ar  $V = \pi r^2 h$ , kur  $r$  ir rādiuss un  $h$  ir biezums.
- **B metode (ūdens izspiešana):** Piepildiet graduētu cilindru ar ūdeni un pierakstiet tilpumu. Uzmanīgi iemetiet ūdenī monētas un izmēriet jauno tilpumu. Starpība norāda monētu tilpumu.

4. Uzzīmējiet **masas vērtības (y ass) pret tilpumu (x ass)** vairākām monētām.

5. Novelciet vispiemērotāko līniju un nosakiet tās slīpumu.

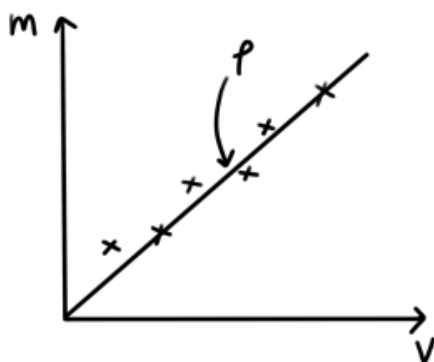
## Skaidrojums zinātnes kontekstā

Objekta masa ir tieši proporcionāla tā tilpumam, ja tas ir izgatavots no viendabīga materiāla. Proportionalitātes konstante ir blīvums ( $\rho$ ):

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Ja attēlojat masu ( $m$ ) pret tilpumu ( $V$ ), šīs līnijas slīpums atbilst materiāla blīvumam. Taisne parāda masas un tilpuma proporciju. Līnijas slīpums ir vienāds ar blīvumu:

$$\boxed{\text{slīpums}} = \frac{\Delta m}{\Delta V} = \rho$$



Salīdzinot eksperimentālo blīvumu ar zināmām vērtībām (piemēram, varš  $\approx 8,96 \text{ g/cm}^3$ , alumīnijs  $\approx 2,70 \text{ g/cm}^3$ , tērauds  $\approx 7,85 \text{ g/cm}^3$ ), var noteikt materiālus vai sakausējumus, no kuriem izgatavotas monētas.

## 7 DAŽĀDI

### 7.1 Papīra banknotes līdzsvarošana

#### Zinātne

Smaguma centrs

#### Eksperimenta apraksts

Paņemiet viegli salokāmu papīra banknoti un salokiet to gareniski trijās daļās. Skatītājiem nemanot, ielieciet monētu banknotes galā, kuru turat rokā.

Balansējiet šo galu uz pirksta, bet otru galu atstājiet brīvu (1.-4.attēls).



1.- 4.attēls. Darbību secība

#### Skaidrojums zinātnes kontekstā

Izskatās, it kā banknote līdzsvarotos tālu no sava smaguma centra, taču paslēptā monēta nav redzama. Monēta pārvieto kopējo smaguma centru tieši virs pirksta, tāpēc banknote šķiet maģiski līdzsvarota.

#### Papildu eksperimenti

Ja pieejamas vairākas monētas — kā var tās izmantot, lai izveidotu neparasti līdzsvarotus objektus?

Vienkāršs piemērs: izmantojiet divas monētas kā “rokas” mazam tauriņa modelim (5.attēls). Monētas pazemina smaguma centru zem balsta punkta, un modeli var līdzsvarot uz torņa vai citur (6.attēls).



5.attēls. Līdzsvarojam tauriņu



6.attēls. Monētas, kas pazemina smaguma centru



7.attēls. Monētu vietā var izmantot arī papīra saspraudes

Daudzas galda rotaļlietas izmanto to pašu principu — smaguma centrs tiek novietots zem balsta punkta (8.attēls).



8.attēls. Galda rotaļlietas

## 7.2 Banknote un saspraudes

### Zinātne

Topoloģija; Ķīmiskās reakcijas un katalizators

## Eksperimenta apraksts

Ar šo eksperimentu mēs varam parādīt, kā katalizators darbojas kā virsma, uz kuras reaģenti saplūst kopā un veidot produktu. Balstoties uz vecu burvju triku, šo ideju piedāvāja Pols Nūdžents no @SonS\_Ireland. Beigas ir patīkams pārsteigums studentiem!

Pamācība: [https://youtu.be/3m8Je\\_ipfOY](https://youtu.be/3m8Je_ipfOY)

Parādītas divas saspraudes. Tās attēlo divas dažādas reaģentu molekulas. Ja molekulām (saspraudēm) ir pareiza orientācija un enerģija (enerģija, kas lielāka par aktivācijas enerģiju), lai sadurtos, tās savienosies savā starpā un veidos ķīmisku saiti. Tas tiek parādīts, izpildītājs savieno saspraudes.

Saspraudes tiek atsaistītas un novietotas uz salocītas papīra lapas, kas attēlo katalizatoru. Katalizators paātrina reakciju, nodrošina virsmu reaģentiem un samazina reakcijas veikšanai nepieciešamo enerģiju. Papīrs tiek pavilkts, saspraudes (kas bija atdalītas) atlec no papīra un tagad ir savienotas, parādot, ka katalizators ir nostrādājis!

1. Paņemiet naudaszīmi (labāk gludu, kas ir vieglāk lietojama) un salociet to S formā (1. attēls).
2. Jums jāsavieno banknotes priekšējā daļa ar pirmo 's' formas locījumu. Ar otru saspraudi savienojot otro 's' formas locījumu ar banknotes aizmugurējo daļu (2. attēls).
3. Laiks maģiskajam brīdim. Turot banknotes vai papīra lapas galus starp īkšķiem un rādītājpirkšiem (2.attēls), pavelciet galus pretējos virzienos, lai 'atlocītu' banknoti.



1.attēls. 1.solis



2.attēls. 2.solis

Izsakām atzinību Polam Nūdžentam (Īrija), kurš to izpildīja "Zinātne uz skatuves" tīmekļseminārā 2021. gadā.

## 7.3 Lodīte un monēta

### Zinātne

Līdzsvars un griešanās

## Nepieciešamie materiāli

- viegla monēta (0,10 € vai jēna) ar rādiusu, kas ir nedaudz lielāks par pudeles augšdaļas atveri,
- stikla lodīte, kuru var ievietot pudelē caur kakliņu,
- papīrs un caurspīdīga, elastīga plastmasas loksne, lai izveidotu divas caurulītes, kas tik tikko iederas virs pudeles kakliņa (1. attēls).

## Ekspierimenta apraksts

Novietojiet monētu horizontāli uz pudeles kakliņa atveres (2. attēls)



1.attēls. Nepieciešamie materiāli



2.attēls. Monēta uz pudeles kakliņa

Novietojiet papīra caurulīti virs pudeles kakliņa atveres tā, lai monēta nebūtu redzama.



3.attēls. Sagatavošanās lodītes iemešanai pudelē



4.attēls. Kad lodīte nokrita, monēta joprojām bija savā vietā

Pēc tam paņemiet lodīti un iemetiet caurulē uz monētas, kas atrodas uz pudeles kakliņa atveres.

Lodīte noslēpumaini parādās pudeles apakšā, un monēta šķietami nav izkustējusies. (4. attēls).  
Ekspierimentu var atkārtot, izmantojot caurspīdīgu caurulīti, lai redzētu, kas notiek (5. un 6. attēls).



5.attēls. Ar caurspīdīgu caurulīti



6.attēls. Vērojiet uzmanīgi!

Ja ieskatās uzmanīgāk, var redzēt, ka parasti pati monēta “noslēpumaini?” apgriežas (7. un 8. attēls).



7.attēls. Eksperimenta sākumā



8.attēls. Eksperimenta beigās

Skatīties palēninātas kustības video: <https://youtube.com/shorts/7MJ2n59fBP4>

### Skaidrojums zinātnes kontekstā

Kad lodīte atsitas pret monētu, monēta reakcijas rezultātā “palecas” uz augšu, pagriežoties ap pudeles kakliņa malu un, kamēr tā paceļas, bumbiņa iekrīt pudelē. Atkarībā no kritiena augstuma monēta nokritīs atpakaļ uz pudeles (ko ierobežo caurule), pagriežoties pilnībā vai tikai veicot pusapgriezieni (7. un 8. attēls).

Pilns skaidrojums ir sniegts šeit: <https://www.youtube.com/shorts/kuBGqE-fHNw>

### Papildu uzdevums

Skolēni var izpētīt faktorus, kas ietekmē pagriezieni... lodītes masa, kritiena augstums, monētas masa.

## 7.4 Monēta un salocītais zobu bakstāmais

### Zinātne

Kapilārā darbība

### Eksperimenta apraksts

Novietojiet monētu uz koka zobu bakstāmā, kas ir salocīts uz pusēm un novietots virs pudeles kakliņa. Monēta atrodas tieši virs pudeles atveres (1. attēls).

### Uzdevums

Vai varat panākt, lai monēta iekristu pudelē, nepieskaroties ne zobu bakstāmajam, ne monētai?

### Skaidrojums zinātnes kontekstā

Koksne ir poraina un absorbē ūdeni. Kad uz zobu bakstāmā saliektās daļas uzpildiniet ūdens pilienu, šķiedras sāk uzbriest.

Kokam absorbējot ūdeni, locījums sāk lēnām atvērties. Tā kā monēta atrodas uz salocītā zobu bakstāmā, šī kustība liek zobu bakstāmajam iztaisnoties, kā rezultātā monēta zaudē līdzsvaru un iekrīt pudelē.



1.attēls. Sagatavošanās eksperimentam

## 7.5 Džins pudelē?

### Zinātne

Gāzes izplešanās – spiediena likums

### Eksperimenta apraksts

- Novietojiet monētu uz pudeles kakliņa. (Lai būtu vieglāk, vispirms samitriniet monētu, lai tā labāk pielīp pie stikla.)
- Turiet pudeli siltās rokās un berzējiet to. Pēc brīža monēta sāks viegli lēkāt.



1.- 3. attēls. Eksperimenta sagatavošana

### Skaidrojums zinātnes kontekstā

Rokas silda pudeli un arī gaisu pudelē. Gaisa izplešanās ir lielāka nekā stiklam, tāpēc, pie tāda paša temperatūras paaugstinājuma, gaiss spiežas ārā no pudeles. Gaisa izkļūšana no pudeles liek monētai lēkāt.

### Papildu eksperimenti

Lai pierādītu, kā gaisa sildīšana apliecina tā izplešanos, var veikt šādu eksperimentu:

- Novietojiet balonu uz pudeles kakliņa.
- Ievietojiet pudeles dibenu karstā ūdenī uz dažām sekundēm – balons sāks piepūsties.
- Ielieciet pudeli aukstā ūdenī – balons saraušies.

Balons piepūšas, kad gaiss uzsilst un izplešas, un saraujas, kad gaiss atdziest. Sildot gaisa molekulas pārvietojas ātrāk un aizņem vairāk vietas (lielāku tilpumu).

**Drošība:** Esiet uzmanīgi strādājot ar karstu ūdeni.



4.attēls. Pudele, izņemta no ledusskapja



5.attēls. Pudele, kas tiek turēta siltās rokās un berzēta

Jo lielāka pudele, jo lielāks efekts.

## 7.6 Pazūdošā monēta?

### Zinātne

Gaismas laušana

### Eksperimenta apraksts

1. Novietojiet monētu uz galda.
2. Novietojiet caurspīdīgu glāzi uz monētas.
3. Skatoties no sāniem, monētu var redzēt.
4. Ielejiet glāzē ūdeni, līdz tā ir gandrīz pilna.
5. Tagad vēlreiz paskatieties uz to no sāniem — vai joprojām varat redzēt monētu? Šķiet, ka tā ir pazudusi!
6. Tagad skatieties tieši uz leju caur ūdeni. Vai varat redzēt monētu? Jā, tā tur ir!



1.-4.attēls. Eksperimenta norise

### Skaidrojums zinātnes kontekstā

Šī eksperimenta pamatā ir gaismas laušana. Attēli, ko mēs redzam, ir gaismas stari, kas sasniedz mūsu acis. Kad šie gaismas stari šķērso vienu un to pašu homogēnu vidi, tie nelaužas. Tāpēc sākotnēji monētu joprojām ir iespējams redzēt caur tukšas glāzes malu, jo gaisma šķērso tikai vienu vidi — gaisu.

Kad glāzē ielej ūdeni, gaisma tiek laužta, t. i., tā maina virzienu, izejot cauri divām dažādām vidēm — ūdenim un gaisam. Pēc tam, kad tā ir izgājusi cauri ūdenim un glāzes malai, neviens no stariem nerasniedz jūsu acis.

Tāpēc, kad gaismas stari šķērso stiklu, tie laužas un nevar sasniegt jūsu acis.

## 7.7 Trīs monētu izaicinājums

### Zinātne

Sadursmes, inerce, Ņūtona šūpulis

#### Eksperimenta apraksts

Uz galda rindā ir novietotas trīs monētas, kā parādīts 1.attēlā.

Uzdevums - novietot 20 centu monētu starp 10 centu un 1 eiro monētām, **nepieskaroties** 10 centu monētai un **nepārvietojot** 1 eiro monētu. Jūs varat pārvietot 20 centu monētu.



1.attēls. Monētas eksperimenta sākumā

Padoms: Padomājiet par Ņūtona šūpuli

### Skaidrojums zinātnes kontekstā

Risinājums: Novietojiet kreiso rādītājpirkstu uz 1 eiro monētas un ar labo rādītājpirkstu viegli piesitiet 20 centu monētu pie 1 eiro monētas. Notiks tā, ka 10 centu monēta tiks atbīdīta no 1 eiro monētas. Tā kā mēs varam pārvietot 20 centu monētu, mums tagad ir vieta, kur to novietot starp 10 un 20 centu monētām.



2.-7.attēls. Kustību secība

## 7.8 Īstas banknotes noteikšana ar UV gaismu

### Zinātne

Fluorescence. Fluorescence ir optiska parādība, kurā noteiktas vielas absorbē augstas enerģijas gaismu, piemēram, UV starojumu, un izstaro redzamo gaismu, tādējādi to izmanto nodrošinot banknošu drošību.

#### ⚠ Drošības paziņojums

- Izmantojot ultravioleto (UV) gaismu klases aktivitātēs, drīkst izmantot tikai lampas, kas īpaši paredzētas drošai lietošanai izglītībā.
- Izvairieties no tiešas UV gaismas saskares ar acīm vai ādu un nekad nelietojiet augstas intensitātes UV avotus.
- Ar UV lampu drīkst strādāt skolotājs vai atbildīgā persona, nodrošinot, ka skolēni var droši novērot tās iedarbību, neriskējot savainoties.

### Eksperimenta apraksts

1. Paņemiet īstu banknoti un aizdomīgu/viltotu banknoti (piemēram, no Monopola spēles vai līdzīgas).
2. Izslēdziet gaismu vai dodieties uz tumšu telpu.
3. Apgaismojiet abas banknotes ar UV (ultravioletu) gaismu.
4. Novērojiet, kuras banknošu zonas fluorescē vai spīd UV gaismā.



### Skaidrojums zinātnes kontekstā

Uz īstās banknotes būs redzami spilgti fluorescējoši drošības elementi, piemēram, mirdzošas svītras, šķiedras vai simboli.

Uz viltotās banknotes nebūs nekādas fluorescences vai arī būs ļoti blāvi un nekonsekventi mirdzoši raksti.

Īstas banknotes satur īpašas uz UV starojumu reaģējošus elementus- tintes un drošības diegus, kas fluorescē ultravioletā gaismā. Šīs tintes ir neredzamas normālā apgaismojumā, bet spīd UV gaismā, tāpēc ir viegli atšķirt īstu naudu no viltojumiem. Viltotām banknotēm parasti nav šo tinšu vai arī tām ir sliktas kvalitātes imitācijas, kas nefluorescē atbilstoši.

## Papildu uzdevums

Izpētiet, kā dažādas valstis veido savus UV drošības rakstus uz banknotēm.

Izpētiet, kādi ir citi drošības elementi, piemēram, ūdenszīmes, mikrodruka vai hologrammas.

## 7.9 Banknotes apgriešanās otrādi

### Zinātne

Simetrija un locīšana, topoloģija.

#### Nepieciešamie materiāli

(Papīra) banknote, vēlams ar valdnieka, politiķa attēlu vienā pusē

#### Ekspierimenta apraksts

1. Parādiet banknoti auditorijai.
2. Salokiet banknoti uz pusēm visā tās garumā.
3. Salokiet šo garo salocīto banknoti uz pusēm tās centrā.



1.posms



2.posms. Banknotes salocīšana

4. Atkārtojiet locījumu uz pusēm ar ceturtdaļas izmēra banknoti.
5. Atkārtojiet vēlreiz (pēdējie divi locījumi trešajā fotoattēlā augstāk).
6. Tagad atlokiet banknoti... vau, seja ir otrādi... varbūt?!



3.posms. Banknotes atlocīšana



4.posms. Eksperiments sanāca!

### Skaidrojums zinātnes kontekstā

Salocīšanas rezultātā var viegli iegūt apgrieztu banknoti, bet kā šoreiz?

Izpētiet banknotes sākotnējo stūru pozīciju un pārliecinieties paši.

Kur īsti notiek apgriešanās? Fotoattēlu sērijā, kas demonstrē locīšanu, ir pietiekami daudz pavadīenu.

## 7.10 Lēkājošā monēta – gaisa spēks

### Zinātne

Šis eksperiments demonstrē Bernulli principu, kas ir daļa no dabaszinību mācību programmas sadaļas par spēkiem un šķidrumiem. Tas parāda, kā gaisa spiediens mainās atkarībā no gaisa ātruma un kā šo efektu var izmantot objektu pārvietošanai — līdzīgi kā lidmašīnas iegūst celjspēju.

Skatiet sadaļu “Lēkājošā monēta” šeit:

<https://www.scienceinschool.org/article/2019/fantastic-feats-magic-money/>

### Nepieciešamie materiāli

- Viena maza, viegla monēta (derēs alumīnija monētas, piemēram, Japānas jēnas)
- Citas mazas monētas (pēc izvēles)
- Maza sērkokociņu kastīte
- Krūze (vēlams ar slīpām malām)
- Plakana virsma, piemēram, galds

## Eksperimenta apraksts

1. Novietojiet monētu, sērkociņu kastīti un krūzi, kā parādīts 1. attēlā.
2. Novietojieties, kā parādīts 1. attēlā, lai jūsu elpa būtu tieši pāri monētai.
3. Pūtiet gaisu ātri un spēcīgi – monētai ir "jāielec" krūzē (2. attēls).



1. attēls. Monētu lēciena trika iekārtojums



2. attēls. Monēta tiek pacelta krūzē, samazinoties gaisa spiedienam virs tās

## Skaidrojums zinātnes kontekstā

Bernulli likuma viens no būtiskākajiem secinājumiem ir tas, ka, pieaugot plūsmas ātrumam  $v$ , samazinās plūsmas dinamiskais spiediens  $p$ .

Ātri pūšot pāri monētai, gaisa spiediens virs tās pazeminās.

Augstāks spiediens zem monētas to spiež uz augšu, liekot tai lēkt.

Šis pats princips izskaidro, kā lidmašīnas spārni rada celbspēju: gaiss pārvietojas ātrāk pāri spārna izliektajai augšdaļai, radot zemāku spiedienu un paceļot lidmašīnu.

## Papildu uzdevumi

Izmēģiniet šīs divas papildu aktivitātes:

- Salīdziniet monētas: Izmēģiniet triku ar dažādām monētām un izmēriet, cik tālu vai augstu katra no tām aizlec.
- Bernulli princips reālajā dzīvē: Izpētiet vai demonstrējiet citus Bernulli principa pielietojumus, piemēram, kā darbojas putekļsūcējs vai kā izsmidzina smaržas.