

2019

## Mõned näited teadusharidustegevuste läbiviimiseks koolis



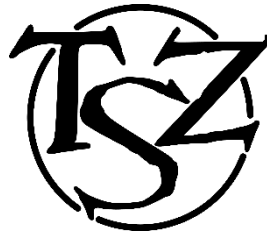
Boosting Science  
Education at School



Kaasrahastas  
Euroopa Liidu programm  
„Erasmus+”

## PROJEKTI KOOSTÖÖPARTNERID

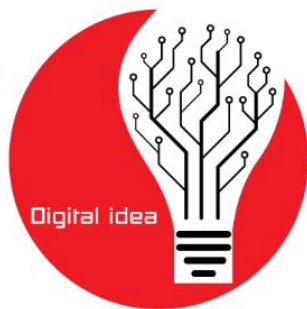
### Itaalia



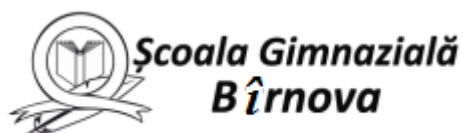
### Eesti



### Kreeka



### Rumeenia



*Antud juhiste sisu eest vastutavad üksnes projekti koordinaator ja projektipartnerid ning see ei pruugi ühtida kõigi Euroopa Komisjoni või selle poolt volitatud siseriiklike rahastusorganite vaadetega.*

# SISUKORD

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| SISSEJUHATUS .....                                     | 3  |
| PROJEKTI TAUST.....                                    | 4  |
| TEADUSHARIDUS PROJEKTIS OSALEVATES RIIKIDES .....      | 5  |
| ÜLDINFO .....                                          | 5  |
| TEADUSHARIDUS .....                                    | 11 |
| TEGEVUSTE LÄBIVIIMISE JUHENDID .....                   | 14 |
| UURIMUSLIKUL ÕPPEL TUGINEV TEADUSHARIDUS (UÕTTH) ..... | 15 |
| Zootroop .....                                         | 17 |
| Bernoulli .....                                        | 18 |
| Hammasrattad .....                                     | 20 |
| Magnetism .....                                        | 22 |
| Optiline illusioon .....                               | 23 |
| Elektrostaatiline hüppamine .....                      | 24 |
| Hapete ja aluste määramine värvide põhjal .....        | 25 |
| Fotosüntees taime lehes .....                          | 26 |
| Pendli võnkumine .....                                 | 28 |
| Värviline kokteil .....                                | 30 |
| Koolajoogid ja Mentos .....                            | 31 |
| Vee puhastamine .....                                  | 34 |
| Peidetud raud .....                                    | 36 |
| LED-taskulamp .....                                    | 39 |
| Peidetud keha .....                                    | 41 |
| Magnetrong .....                                       | 43 |
| Happevihm .....                                        | 44 |
| Muusika ja füüsika .....                               | 46 |
| Osmoos .....                                           | 48 |
| Hõõrdumise vähendamine .....                           | 51 |
| KOKKUVÕTE .....                                        | 52 |



## SISSEJUHATUS

**“Boosting Science Education at School”** („Andes hariduses teadusele hoogu juurde“) on Erasmus+ strateegilise koostöö meetmest rahastatud kaheaastane projekt, mis kestab 2017. aasta oktoobrist 2019. aasta oktoobrini ning mille eesmärk on tuua koolid ja teadus teineteisele lähemale.

Projektipartnerid on projekti koordinaator [Associazione Euphoria](#) (Itaalia), neli teaduskeskust – [The Science Zone](#) (Itaalia), [Digital Idea](#) (Kreeka), [Science Centre AHHA](#) (Eesti), [Ludor Engineering](#) (Rumeenia) – ja neli erineva kooliastmega haridusasutust – [Istituto Comprensivo “Maria Montessori”](#) (Itaalia), [Moysiko Gymnasio-geniko Lykeio](#) (Kreeka), [Tartu Tamme Gümnaasium](#) (Eesti) ja [Scoala Gimnaziala Barnova](#) (Rumeenia).

Projekti eesmärk on suurendada suhtlust koolide ja teadust aktiivselt populariseerivate teaduskeskuste vahel, vahetada sel viisil parimaid õpetamiskogemusi ning süvendada koostööd haridusasutuste ja teadusmaailma vahel.

Projektipartnerid loodavad, et taoline kogemuste vahetamine aitab panna aluse sellistele reaalteaduste õpetamisviisidele, mis on õpilastele paeluvad, ja võimaldab samal ajal teaduskeskustel üksteise meetodeid tundma õppida, et leida lahendused, mille abil tagada püsiv koostöö koolidega.

Projekti eesmärk on toetada reaalteaduste õpetamist, julgustada õpetajaid, teadlasi ja Euroopas teadusharidusega erinevatel tasanditel seotud asutusi omavahel suhtlema ning innustada õpetajaid oma õpetamismeetodeid ja õppetegevusi kaasajastama.

Projekti eesmärk on ka suurendada õpilaste soovi ja oskusi reaalteadusi õppida ning parandada reaalteaduste mainet. Seeläbi on suurem õpilaste võime teadusest aru saada ning suureneb ka tõenäosus, et noored teevad eriala valimisel teadusega seotud valikuid. Mõistmine ja teadmised annab noortele oskused oma potentsiaali täielikult rakendada ning leida tulevikuks parem töökoht.

## PROJEKTI TAUST

Vajadus selle projekti järele on seotud kolme aspektiga.

1. Haridussüsteem on seismas silmitsi uute väljakutsetega nii riiklikul kui Euroopa Liidu tasandil. Majanduskriis ja üleilmastumine on hariduse vajadust ja eesmärki märkimisväärselt muutnud. Eeldatakse, et haridussüsteem suudab õpilasele tagada järgnevat:

- uute pädevuste õpetamise kaudu toetatakse sujuvat suundumist tööturule;
- toetamist karjäärivalikute tegemisel;
- suurepärase aineteadmiste väärtustamist õppeprotsessis.

2. Teadusel on hariduses äärmiselt oluline funktsioon, see aitab luua uuenduslikke ja uurimisel põhinevaid lahendusi. Selleks, et õpilastest kasvaksid noorteadlased, kes suudaksid teadmistepõhisesse ja kõrge konkurentsitasemega ühiskonda tuua uuenduslikke ideid, peaksid nad esmalt omandama uusi teadmisi ja oskusi reaallainetes. Kui koolides teadusega tegelemist soodustada, saavad õpilased rohkem võimalusi valida, kas nad soovivad antud valdkonnas kõrgharidust omandada.

3. Teadusel on tähtis osa ka ühiskonnas, selle mõistmine on oluline selleks, et tulevased kodanikud saaksid demokraatlikes otsustusprotsessides ja poliitika kujundamises edukalt osaleda, kuna lähitulevikus hõlmavad need üha enam teaduslikke vaatepunkte. Muuhulgas võib juhtuda, et meie õpilastel palutakse hääletada selliste teemade nagu GMOde kasutamise, inimeste kloonimise, energiaallikate kasutamise jms üle. OECD peasekretär Angel Gurría on öelnud: "Teadus on kõikjal meie ümber, alates valuvaigistite manustamisest kuni otsustamiseni, mida nimetada "tasakaalustatud" eineks; alates pastöriseeritud piima joomisest kuni otsustamiseni, kas osta hübriidauto või mitte. Teadus ei ole üksnes katseklaasid ja perioodilisustabel; see on miski, millel põhinevad pea kõik tööriistad, mida kasutame – alates lihtsast konserviavajast kuni keerukaima kosmosemasinani. Mis veelgi olulisem – teadus ei ole üksnes teadlaste pärusmaa. Informatsiooni massilise leviku ja kiire muutumise kontekstis on tänapäeval vaja meist igaühel osata „mõelda nagu teadlane”: olla võimeline arvestama tõendusmaterjaliga ning nende põhjal järeldusi tegema; suuta mõista, et teaduslik „tõde” on ajas muutuv, kui tehakse uusi avastusi ja kui inimesed õpivad loodusjõude ning tehnika võimalusi ja piire paremini tundma."

Eelmainitule tuginedes on projektipartnerid veendunud, et koolide ja teaduse teineteisele lähemale toomine on äärmiselt oluline: on tõsiasi, et paljudes koolides ei õpetata katsete tegemise kaudu ega kasutata uurimuslikku õpet, ehkki mõlemad on õpetamise juures efektiivsed meetodid ning aitavad õppetööd õpilaste jaoks huvitavamaks muuta.

Koolides töötavaid õpetajaid on vaja koolitada, et nad saaksid reaallainete õpetamise muuta paeluvamaks, seda just uurimusliku õppe ja teiste toimivate meetodite kaudu. See võib aidata õpetajatel oma õpilasi paremini ette valmistada, neid paremini erinevatesse teadusega seotud tegevustesse kaasata ja võimaldada neil „päris" teadusega kokku puutuda. Seetõttu ongi meie eesmärk anda õpetajatele praktilist tuge ja abimaterjali, et nad saaksid teadushariduse tugevdamiseks koolikeskkonnas luua kaasahaaravaid reaalteaduste õpetamisel põhinevaid tegevusi.

## TEADUSHARIDUS PROJEKTIS OSALEVATES RIIKIDES

Erinevate riikide koolides kasutatakse reaalinete õpetamiseks erinevaid mooduseid. Erinevusi leiab nii tundide arvus kui ka õpetamismeetodites – näiteks esineb nii teoreetilisemat kui ka praktilisemat lähenemist.

Järgmisena võrdleme 4 projektipartneri riigi haridussüsteeme, keskendudes just reaalinetele.

### ÜLDINFO

| Õpilaste vanus erinevates kooliastmetes |         |           |            |
|-----------------------------------------|---------|-----------|------------|
| Riik                                    | Algkool | Põhikool  | Gümnaasium |
| Eesti                                   | 6/7 -13 | 13/14 -16 | 16 -18/19  |
| Itaalia                                 | 6 - 10  | 11 -13    | 14 -18     |
| Kreeka                                  | 6 -12   | 13 -15    | 16 -18     |
| Rumeenia                                | 6/7 -11 | 11 -14    | 14 -18     |

## Koolipäevade arv kooliaastas

| Riik     | Algkool             | Põhikool            | Gümnaasium          |
|----------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Eesti    | 175                 | 175                 | 175                 |
| Itaalia  | Minimaalselt<br>200 | Minimaalselt<br>200 | Minimaalselt<br>200 |
| Kreeka   | 175                 | 175                 | 175                 |
| Rumeenia | 168                 | 168                 | 154                 |



## Tundide arv koolipäevas

| Riik     | Algkool | Põhikool | Gümnaasium |
|----------|---------|----------|------------|
| Eesti    | 4 - 6   | 6 - 7    | 7          |
| Itaalia  | 5 - 8   | 6 - 7    | 5 - 7      |
| Kreeka   | 5 - 6   | 6 - 7    | 6 - 7      |
| Rumeenia | 4 - 5   | 5 - 6    | 6 - 7      |

## Õppematerjalid: tasuta või mitte

| Riik     | Algkool | Põhikool        | Gümnaasium      |
|----------|---------|-----------------|-----------------|
| Eesti    | Tasuta* | Tasuta*         | Tasuta*         |
| Itaalia  | Tasuta  | Perekond maksab | Perekond maksab |
| Kreeka   | Tasuta  | Tasuta          | Tasuta          |
| Rumeenia | Tasuta  | Tasuta          | Tasuta          |

\* Eestis maksavad pered ainult töövihikute eest.

# Direktori volitused kooli juhtimises

Riik

Selgitus

Eesti

Direktorid palkavad õpetajad ja keskastme juhi, kes vastutab omavalitsuse (või maakonna) ja kooli, meedia ja kooli ning lastevanemate ja kooli vahelise suhtluse eest. Direktor otsustab (koos õpetajatest ja lapsevanematest koosneva nõukoguga), milline on kooli üldine olemus (õppesuunad ja kuvand).

Itaalia

Direktor "vastutab kooli rahaliste ja tegevust puudutavate vahendite ning teenuse tulemuste eest. Direktor juhib kooli tegevust tõhusalt ja säästlikult ning suhtleb ametiühinguga" (seadus nr 165/01, art. 25). Direktor on ametilt koolijuht, kes haldab rahalisi vahendeid ning peab Instituudikomiteele regulaarselt finantsaruandeid esitama. Instituudikomiteesse kuuluvad koolikogukonna kõigi liikmete (õpetajad, lapsevanemad, halduspersonal, õpilased) esindajad. Direktor allkirjastab kõik kooli välja antavad dokumendid, mille eest ta vastutab.

Kreeka

Koolidirektori ametikoht täidetakse alati ametlikult kvalifitseeritud isikutega, kes läbivad eelnevalt vestluse haridusministeeriumi komitees. Direktor ja õpetajate nõukogu järgivad haridusministeeriumi õppeprogrammi. Direktor on koolikogukonna hierarhia tipus ning kooli haldus- ja teadusküsimustes pedagoogiline juht.

Rumeenia

Koolidirektor valitakse alati eksami teel. Ta on oma olemuselt keskastmejuht, kes koordineerib otseselt protsesse, suhtleb õpilaste ja õpetajatega ning lapsevanemate ja kohaliku võimuga.

# Õpetajate volitused tundide läbiviimisel

| Riik     | Selgitus                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Eesti    | Õpetajad peavad järgima riiklikku õppekava, kuid neil on vabadus otsustada, kuidas õpetada ja hinnata, eeldusel, et lõpptulemusena saavad õppekavas toodud õpitulemused täidetud.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Itaalia  | Õpetajatel on korraga nii isiklik vabadus („õpetajatele tagatakse vabadus otsustada oma õpetamisdidaktika üle ning lähtuda oma kultuurilisest eneseväljendusviisist”) kui ka institutsiooniline vabadus („haridusasutuse autonoomsus tagab õpetamisvabaduse ja kultuurilise mitmekesisuse ning see sisaldub inimese arenguks vajaliku hariduse ja koolitamise rakendamises, milles on lähtutud erinevatest kontekstidest ja perekondlikest vajadustest ning asjasse puutuva eriomadustest”). Seetõttu julgustatakse õpetajaid järgima riikliku õppekava juhiseid, mille on igale kooliastmele koostanud haridusministeerium. |
| Kreeka   | Õpetajad järgivad iga päev haridusministeeriumi kindlaks määratud õppekava. Samas aitab koolinõunik õpetajatel leida mooduse, kuidas iga konkreetset ainet õpetada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Rumeenia | Riigis kehtib kõiki õppeaineid hõlmav riiklik õppekava, mille on kiitnud heaks haridus-minister. Sellest hoolimata on igal õpetajal õigus ise otsustada, kuidas ta oma tunnid läbi viib. Hetkel kehtiva korra järgi saab õpetajaks pärast ülikoolis vastava kursuse läbimist ja vastava psühhopedagoogilise mooduli lõpetamist, sest just see annab õiguse õpetada. Pärast lõpetamist õpetajatööle suundumiseks tuleb ametisse konkursi korras kandideerida. Kõik õpetajad arendavad end pidevalt tööalaselt ja läbivad haridus- ja hindamisalaseid eksameid.                                                                |

## Teadusõpe: akadeemiline või praktiline?

| Riik     | Algkool                                   | Põhikool                                                 | Gümnaasium                                  |
|----------|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Eesti    | Oleneb õpetajast.<br>Enamasti praktiline. | Oleneb õpetajast.<br>Nii praktiline kui ka akadeemiline. | Oleneb õpetajast.<br>Enamasti akadeemiline. |
| Itaalia  | Oleneb õpetajast.<br>Enamasti praktiline. | Oleneb õpetajast.<br>Nii praktiline kui ka akadeemiline. | Oleneb õpetajast ja koolitüübist.           |
| Kreeka   | Nii praktiline kui ka akadeemiline.       | Nii praktiline kui ka akadeemiline.                      | Oleneb õppeainest.                          |
| Rumeenia | Nii praktiline kui ka akadeemiline.       | Akadeemiline                                             | Akadeemiline                                |

# STEM\* valdkonna õppetundide arv nädalas

| Riik     | Algkool                                                    | Põhikool                                                                   | Gümnaasium                                                |
|----------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Eesti    | Matemaatika - 4<br>Loodusteadused - 1-2                    | Matemaatika - 4-5<br>Loodusteadused - 6-7                                  | Matemaatika - 3-5<br>Loodusteadused - 5                   |
| Itaalia  | Matemaatika - 6-10<br>Loodusteadused - 2<br>Geograafia - 2 | Matemaatika - 4<br>Loodusteadused - 2<br>Geograafia - 1<br>Tehnoloogia - 2 | Matemaatika - 3-7<br>Loodusteadused - 2<br>Geograafia - 1 |
| Kreeka   | Matemaatika - 5-6<br>Loodusteadused - 3-4                  | Matemaatika - 4<br>Loodusteadused - 6                                      | Matemaatika - 5-7<br>Loodusteadused - 8-12                |
| Rumeenia | Matemaatika - 4<br>Loodusteadused - 1                      | Matemaatika - 4<br>Loodusteadused - 6                                      | Oleneb kooli profiilist                                   |

\* Lühend hõlmab õppeaineid tehnoloogia, matemaatika ja loodusteadused.

## STEM õppeained kooliastmete kaupa\*

| Riik     | Algkool                                                | Põhikool                                                          | Gümnaasium                                                                        |
|----------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Eesti    | Matemaatika, loodusõpetus                              | Matemaatika, loodusõpetus**                                       | Matemaatika, füüsika, keemia, bioloogia, geograafia                               |
| Itaalia  | Matemaatika, geomeetria, loodusõpetus, informaatika*** | Matemaatika, geomeetria, bioloogia, maateadus, informaatika       | Matemaatika, füüsika, bioloogia, maateadus, astrogeograafia, keemia, informaatika |
| Kreeka   | Matemaatika, loodusõpetus                              | Matemaatika, füüsika, keemia, bioloogia, informaatika, geograafia | Matemaatika, füüsika, keemia, bioloogia, informaatika                             |
| Rumeenia | Matemaatika, loodusõpetus                              | Matemaatika, füüsika, keemia, bioloogia                           | Matemaatika, füüsika, keemia, bioloogia                                           |

\* Kuna õpilaste vanus kooliastmetes erineb riigiti, siis erinevad ka vastavad eakohased STEM õppeained.

\*\* Eestis hõlmab loodusõpetus 7. klassis lõimitult keemia ja füüsika aluseid, eraldi õppeainena on bioloogia ja geograafia ning 8. klassis lisanduvad eraldi keemia ja füüsika.

\*\*\* Itaalias kuulub kodeerimine informaatika alla.

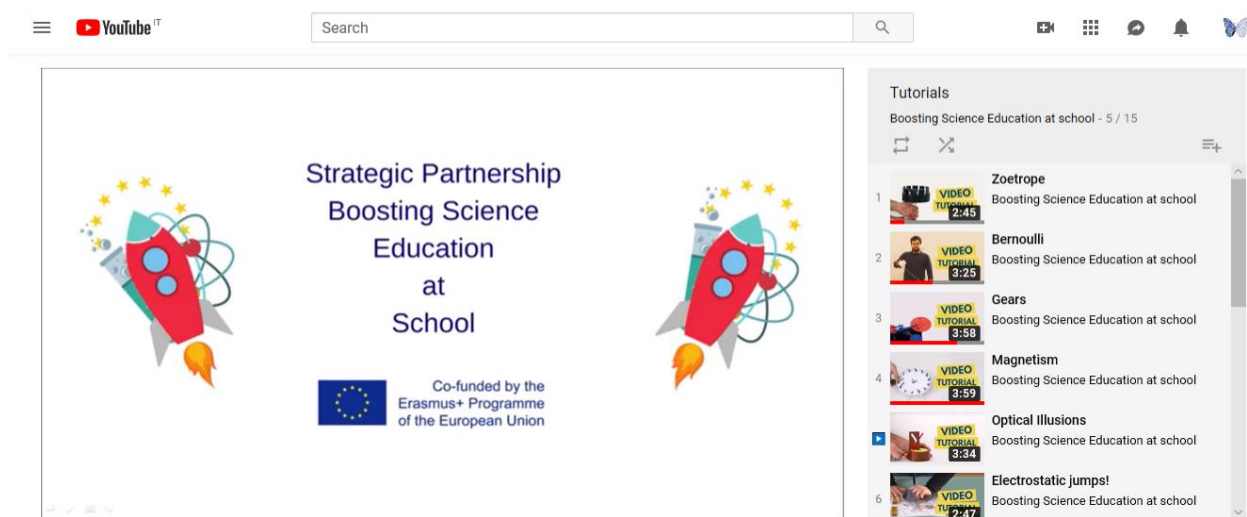
## TEGEVUSTE LÄBIVIIMISE JUHENDID

Projekti jooksul toimus neli koolitust, mille käigus tutvustas iga teaduskeskuse projektipartner oma kogemusi teaduslike katsete ja muude teadushuvi suurendavate tegevuste läbiviimisel. Kõikide tegevuste eesmärk oli muuta STEM õppeained õpilaste hulgas populaarsemaks ning valmistada ette õpetajaid neid tegevusi läbi viima.

Tegevuse käigus loodi 20 juhendvideot, et aidata õpetajatel nähtud tegevusi koolis järele teha. Videoklippides räägitakse inglise keeles, kuid kõikidel klippidel on olemas eesti-, itaalia-, kreeka- ja rumeeniakeelsed subtiitrid, et neid saaksid kasutada ka need õpetajad, kes inglise keelt ei räägi.

Iga juhendvideo juurde kuulub katseid kirjeldav tekst, juhised tegevuse läbiviimiseks ja nipid nende edukaks sooritamiseks. See teave on toodud ka järgnevatel katseid kirjeldavatel juhenditel.

Kõik juhendvideod on saadaval ka meie Youtube'i kanalil: [www.youtube.com/boostingscience](http://www.youtube.com/boostingscience)





## UURIMUSLIKULE ÕPPELE TUGINEV TEADUSHARIDUS (UÕTTH)

Kasutajal on vabadus siin välja pakutud tegevusi vastavalt oma äranägemisele tundides järele teha, kuid seejuures on soovitatud siiski kasutada üht meetodit, mis võib tõenäoliselt innustada teie õpilasi veelgi enam teaduslikult mõtlema. Selle meetodi nimi on uurimuslikul õppel tuginev teadusharidus (UÕTTH) ehk õpetamine uurimise ja analüüsimise kaudu.

Tegemist on pedagoogilise meetodiga, mis asetab hariduse omandamise protsessi keskmesse ideed, küsimused ja tähelepanekud<sup>1</sup>. Selle järgi on vastutus õppeprotsessi sujuvuse eest nii teaduse vahendajal (tavaliselt õpetajal) kui ka lastel (õpilastel). See tähendab vabadust ise uurida, kuidas üks või teine nähtus toimib, näiteks kogemuse ja klassikaaslastega suhtlemise kaudu, see hõlmab endas vastutust kollektiivsete teadmiste loomise ees<sup>2</sup>.

Õpetajad ja õpilased loovad koos õpikogemusi, mõistavad, et vastutavad ühiselt selle sisu ja nii iga õppija kui ka terve klassi erinevate arengu- ja õpietappide eest. See UÕTTH-le iseloomulik tunnus tähendab, et nii õpilased kui ka õpetajad on õppeprotsessile rohkem pühendunud: õpilastel on kohustus lahenduskäigu leidmises aktiivselt osaleda ja õpetajad peavad iga kord vastavalt laste valikule protsessi uuesti läbima ning sellest õppima.

Kokkuvõtlikult saab UÕTTH kohta tuua välja viis põhimõtet.

- Arutelu keskmes on õpilaste ideed ja arutluskäik ning koos lastega luuakse lahendus ja astutakse uurimuslikud sammud.
- Luuakse keskkond, kus saab tekkida üksteisest lugupidav arutelu, sest kõigi panus on oluline.
- Protsessi sekkutakse selleks, et õpilased panustaksid vaatlusesse, et nende ideed muutuksid selgepiiriliseks ning et nad pööraksid rohkem tähelepanu põhimõistetele.
- Koos arutletakse küsimuste üle, mis õpilastel tekivad, et nende huvi teema vastu süveneks, ning neilt küsitakse täiendavaid küsimusi.
- Kui selgub, et õpilased vajavad teemaga edasi liikumiseks uusi juhiseid või mõistekaarte, aidatakse neid pikemate, taustaks vajalike selgituste või juhiste abil.

Uurimuslikul õppel on 5 etappi<sup>3</sup>:

1. **Orienteerumine.** Huvi tekitamine: seoste loomine igapäevaelu, päevakajaliste uudiste, videote vaatamisega.
2. **Kontseptualiseerimine** (küsimuste ja/või hüpoteeside püstitamine): uurimisküsimus koosneb mõõdetavast uuritavast suurusel (nt „kui kaugele see lendab?“) ja seda mõjutavast tegurist (kütuse hulk ja liik), hüpoteesi puhul lisandub veel oodatav mõju. Nooremate lastega on hüpoteesi seadmise asemel parem alustada oletuste tegemisega ning ajapikku harjutada oletuste vormimist hüpoteesiks.

<sup>1</sup> Ontario Haridusministeerium. (2013). Capacity Building Series #32. Inquiry-based learning. URL (kasutatud september 2019): [http://www.edu.gov.on.ca/eng/literacynumeracy/inspire/research/CBS\\_InquiryBased.pdf](http://www.edu.gov.on.ca/eng/literacynumeracy/inspire/research/CBS_InquiryBased.pdf)

<sup>2</sup> Rocard, M. et al. (2007). Science Education Now: a Renewed Pedagogy for the Future of Europe. European Commission. URL (kasutatud september 2019): [https://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/report-rocard-on-science-education\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf)

<sup>3</sup> Pedaste, M. et al. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. Educational Research Review, 14, 47-61. URL (kasutatud september 2019): <https://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-01206700/>

3. **Uurimine** (avastamine või katsetamine ja andmete tõlgendamine): katse planeerimine (mida mõõta, mis peaks olema muutumatu suurus, kuidas andmeid koguda), sobilike seadmete valimine (meeskonnatöö ja meeskondadevahelise koostöö soodustamiseks võib asju ka jagada), katse läbiviimine, andmete analüüsimine, uurimisplaani korrigeerimine ja vajadusel katse kordamine (inseneeriateema korral).
4. **Järeldus**: kas tulemused toetavad hüpoteesi või kas nende abil saab uurimisküsimusele vastata?
5. **Arutelu** kõigis õppe etappides (kommunikatsioon, refleksioon), siia kuulub ka kriitiline mõtlemine.

Itaalia teaduskeskuse The Science Zone'i UÕTTH-meetodil põhinevad katsed leiab selle ülevaate lehekülgedelt 24–30.

Teaduskeskuse AHHA loodud UÕTTH-l põhinevad katsejuhised asuvad aruande lehekülgedel 31–42. Kindlasti on soovitatav vaadata nende katsete juurde lingitud lisamaterjali – tegevuskaarte, mis juhivad õpilast iseseisvalt katseid läbima. AHHA on pakendanud nendeks tegevusteks vajaliku terve klassi katsematerjali mugavatesse tegevuskastidesse, mille kohta leiab lisainfot järgmise veebilingi kaudu: [www.ahhaa.ee/tegevuskastid](http://www.ahhaa.ee/tegevuskastid)



ahhaa.ee/tegevuskastid

Teaduskeskus  
**AHHA**

# TEGEVUSKASTID

Kast täis eksperimente kõigile teadushuvilistele!  
Ilmesta oma koolitundi, huvitegevust, sünnipäeva või  
meisterda koos sõprade või lasteaiarühmaga.

Avasta!  
Meisterda!  
Katseta!  
Vaatle!

Tutvumishind **49 €**  
2019/2020 õppeaasta lõpuni

The advertisement features a central image of a boy and a girl conducting a science experiment with a beaker and smoke. Various science supplies like bottles, test tubes, and a box labeled 'TEGEVUSKAST' are scattered on the table. The background is black with colorful text and icons. The top left has a cartoon alien and robot, and the bottom left has a clock icon.

## Zootroop (1/1)

### Tegevuse läbiviimine

Jagage klass 5- kuni 6-liikmelisteks rühmadeks ja andke neile kätte katseks vajalikud materjalid. Juhendage neid kogu tegevuse vältel. Esmalt, võtke üks leht A4 paberit ja tehke lastele šabloonid, mis näitavad, kuidas paberilehte lõigata. Nad peavad moodustama ühe pika pabeririba. See pabeririba on zootroopi olulisim osa ja see peaks olema silindrikujuline, väikeste, üksteisest samal kaugusel sisse lõigatud aukudega. Seejärel keerake pabeririba ümber silindrikujulise karbi ja kinnitage see kleeplindiga. Kui silindrikujulist karpi on keeruline hankida, võite kasutada CD-plaati. CD-plaadi kasutamise korral tuleb šablooni muuta selliselt, et seda saaks CD-plaadi külge kinnitada. Kolmandaks, lõigake pabersilinder parajaks ning tehke sellesse vaateavad, kasutades nuga või kääre. Eemaldage šabloon. Neljandaks, torgake karbi põhja keskele auk ja lükake pliiats sellesse poolenisti sisse. Kui kasutasite CD-plaati, on vajalik auk juba olemas. Viiendaks, värvige silinder väljast mustaks. Must värv aitab muuta zootroobi toimivamaks. Kuuendaks, lõigake välja kaks multifilmiseeriat, kleepige need kleeplindiga kokku, et tekiks üks pikk riba ja asetage riba zootroobi sisse. Asetage klaaskuul augu peale, mille eelnevalt karbi põhja torkasite. Viimaseks, paluge õpilastel zootroopi keerutada ja samal ajal vaateavadest pilte vaadata. Zootroop töötab paremini, kui hoiate seda ereda valguse all. Näidake lastele juhendvideot ja seda, et oskate ise zootroopi teha.

### Selgitus

Zootroop koosneb silindrist, mille külgedesse on lõigatud vertikaalsed vaateavad. Zootroopi sisemuses on riba pildiseeriaga. Kui silinder pöörleb, vaatab kasutaja vaateavade kaudu silindri sees olevad pilte. Vaateavade olemasolu ei lase piltidel kokku sulanduda ja selle asemel näeb kasutaja kiiret pildiseeriat, mis tekitab illusiooni piltide liikumisest. 3D-zootroop toimib samal põhimõttel, kuid kahemõõtmeliste piltide asemel kasutab see kolmemõõtmelisi mudeleid ja vaateavade asemel kasutatakse selles LED-pirnidega strobolampe, mis iga liikumist sekundi murdosaks valgustab. Strobovalgus ja vaateavad on vajalikud selleks, et pilt hetkeks paigal hoida, sest vastasel juhul paistaks vaatajale vaid hägune virvendus.

**Kestus:** 45 minutit

**Eesmärgid:** zootroobi ehitamine ja selle abil filmide ja videote toimimise põhimõtte selgitamine

**Õppeained:** füüsika

**Teemad:** optilised illusioonid, zootroop, teadus, silma omadus nähtut meeles pidada, inseneeria

**Sihtgrupp:** õpilased vanuses 6–12 aastat

**Materjalid:** papp, silindrikujuline toidukarp, must värv, välja prinditud multifilmi seeria, kleeplint, käärid, väike klaaskuul

**Internetiotsingu märksõnad:**  
Zootroop

**Lisainfo:**  
[en.wikipedia.org/wiki/Zoetrope](https://en.wikipedia.org/wiki/Zoetrope)

**Videoõpetus:**  
[youtu.be/LV31pc65-70](https://youtu.be/LV31pc65-70)



## Bernoulli (1/2)

### Tegevuse läbiviimine

Sissejuhatus (10 minutit). Rääkige lastega lendamisest. Küsige, mida nad lendamisest teavad ja andke vihjeid, et nende mõttekäike suunata. Võite uurida neilt lindude ja lennukite kohta, rääkida lindude ja lennukite tiibadest. Juhtige arutelu selliselt, et lapsed hakkaksid mõtlema õhust. Küsige küsimusi ja andke vihjeid, et nende mõttekäike suunata. Kuidas on õhk lendamisega seotud? Kas õhust on lendamisel abi? Kas oskad õhku kuidagi iseloomustada? Paku, kui suur võiks olla õhurõhk ja õhu tihedus.

Klassi rühmadesse jagamine (10 minutit). Selleks, et katsetest paremini aru saada, jagage lapsed 5- kuni 6- liikmelistesse rühmadesse ja andke neile tegutsemiseks klassiruumi erinevad osad. Andke neile paberid ja markerid ning paluge neil valida välja arutelust kõige olulisemad punktid. Selliselt lapsi juhendades aitate neil oma ideid korrastada ja mõelda asjadest, millest nad aru ei saa. Lapsed leiavad seoseid lindude, lennukite, tiibade, õhu ja lendamise vahel.

Katsetamine (20 minutit). Andke lastele paberitükid, mille eelnevalt valmis lõikasite. Võite taaskasutada varem muul otstarbel kasutatud paberit, lõigates selle 15x2 cm suurusteks tükkideks. Seletage lastele, et neil tuleb võtta paber kätte, hoida seda suu lähedal ja seejärel paberi peale puhuda. Rääkige neile, mis siis paberiga toimub. Laske neil arutada ja arvamust avaldada. Valmistage ette teine katse. Andke lastele üks riidepuu, 2 õhupalli ja niit. Selgitage, mida nende esemetega teha (seda saate teada juhendvideost). Pärast katse üles seadmist laske lastel kahe õhupalli vahele puhuda ja arutada, mis toimub. Küsige lastelt, mida nad kahes katses nägid ja mis selle juures imelik tundus. Selgitage, miks paberitükk liikus üles ja miks kaks palli üksteise poole tõmbusid. Seejärel valmistuge kolmandaks katseks. Vajutage föönil sisse jaheda õhu nupp, pange föön käima ja suunake see lae poole. Pange pingpongipall õhuvoolu sisse hõljuma. Vaadake, et asetaksite palli kindlasti täpselt õhuvoolu keskele.

Hoidke fööni kindlalt püsti ja vaadake, kuidas pall õhuvoolus liugleb. Kallutage fööni vasakule ja paremale ja vaadake, kuidas pall kaasa liigub. Küsige õpilastelt, kas palli lükatakse või tõmmatakse üles.

**Kestus:** 45 minutit

**Eesmärgid:** Bernoulli printsiibi tundma õppimine; selgitamine, et õhurõhk väheneb, kui õhu liikumine kiireneb ja et õhurõhk toimib igas suunas; Bernoulli printsiibi rakendamine

**Õppeained:** füüsika

**Teemad:** Bernoulli printsiip; tõstejõud (jõud)

**Sihtgrupp:** õpilased vanuses 6–10 aastat

**Materjalid:** igaühele paber mõõtudega 15x2 cm, 2 õhupalli, 1 riidepuu, niit  
Demonstreerimiseks föön, eri suuruses pallid (osad peaksid olema tehtud polüstüreenist)

**Internetiotsingu märksõnad:** Bernoulli; Bernoulli printsiip; tõstejõud

**Lisainfo:**

[bit.ly/2WPo6PD](http://bit.ly/2WPo6PD)

[bit.ly/2Zy0d0H](http://bit.ly/2Zy0d0H)

**Videoõpetus:**

[youtu.be/i3u9IPXN\\_BA](http://youtu.be/i3u9IPXN_BA)



## Bernoulli (2/2)

Paluge ühel õpilasel käsi palli kohale panna. Selle peale peaks pall maha kukkuma. See olukord imiteerib lennuki tiivale mõjuvat turbulentsi. Seejärel valmistuge neljandaks katseks. Järgmiseks on teil vaja suuremat ventilaatorit. Proovige kaht või enamat palli sama õhuvoolu sees hoida. Küsige lastelt, mida nemad arvavad: kui paljusid palle saaks korraga ühes õhuvoolus lennutada? Mida pallid tegema hakkavad, kui neid on rohkem kui üks? Asetage õhuvoolu sisse erinevas suuruses palle ja vaadake, mis juhtub.

Paluge lastel kodust riidepuid ja niiti kaasa võtta ning julgustage neid otsima huvitavamaid palle, mida lennutada.

Pärast katsete läbi tegemist paluge lastel kirjutada üles oma järeldused ja peamised mõtted. Sel moel saate panna nad mõtlema sellele, mida nad nägid ja õppisid.

### Selgitus

Bernoulli printsiip ütleb, et kui õhk liigub eseme ümber, avaldab see esemele erinevat laadi rõhku. Kui õhk liigub kiiremini, on rõhk väiksem. Kui õhk liigub aeglasemalt, on rõhk suurem. Miks paber üles liigub? Sest siis, kui selle peale puhuda, hakkab õhk paberi peal kiiremini liikuma ja rõhk paberi kohal langeb. Paberi all olev kõrgem rõhk surub seepeale paberi üles. Miks kaks õhupalli üksteise poole tõmbuvad? Sest kiiresti liikuv õhk, mida õhupallide vahele puhutakse, muudab pallidevahelise õhurõhu madalamaks. Mõlemad õhupallid liiguvad madalama õhurõhuga alale lähemale. Kuidas selgitada erinevate pallide erinevat lennukäitumist? Sellele katsele on kaks peamist selgitust. A. Palli ümber on liikuv õhuvool, mis tekitab madalamat õhurõhku. Pall ei kuku õhuvoolust välja, kuna seda surub sinna kõrgema rõhu all õhk, mis on liikuva õhuvoolu kõrval. B. Õhk liigub ümber palli, liikudes kõige suurema kiirusega palli kohal, mistõttu on seal õhurõhk madalam. Madalama õhurõhuga ala tõmbab palli enda poole. See madalama õhurõhuga ala katkeb, kui käsi palli kohale asetatakse.



## Hammasrattad (1/2)

### Tegevuse läbiviimine

Selle tegevuse eesmärk on anda lastele mõtlemisainet, tekitada neis uudishimu ja panna neid esitama küsimusi ning leidma vastused. Esmalt, jagage klass 5- kuni 6-liikmelistesse rühmadesse. Tõstke klassiruum laste abiga ümber, asetage iga rühma laud ruumi eri nurka. Andke lastele eri suuruses hammasrattad ja paluge neil nendega mängida. Neile peaks andma kätte kolmes eri suuruses hammasrattad: väikesed, keskmised ja suured. Paluge neil valida kaks ja nendega mängida ning protsessi vaadelda. Õpilased võivad hammasrattad välja vahetada, kui on esimest komplekti piisavalt uurinud. Vajadusel võivad nad keerata kõiki kolme hammasratast korraga. Iga kord kui nad kaht hammasratast keeravad, peavad nad tegema mingi tähelepaneku. Küsige neilt, mida nad tähele panid. Aidake lastel leida õiged küsimused ja neile sobivad vastused. Küsige neilt, kui palju on hammasratastel hambaid, kuidas nad pöörlevad ja kui kiiresti nad liiguvad. Pärast vastuste leidmist paluge lastel peamised ideed üles kirjutada ja kasulik selgitus üles joonistada.

Hammasrataste töömehhanismi mõistmine. Mängige lastega mängu, mille käigus palute neil mõelda, kus ja milleks nad saaksid hammasrattaid kasutada. Paluge neil hammasrataste kasutusala üles kirjutada. Pärast seda, kui lapsed on saanud 5 minutit rääkida ja analüüsida, paluge neil oma nimekiri ette lugeda ja selgitada oma mõtete tagamaid. Selle mängu käigus saavad lapsed meenutada, kas nad on näinud hammasrattaid mõnes mehaanilises seadmes ja loetleda need seadmed üles. Võite rääkida jalgratastest, mille puhul hammasrattad teevad koostööd, et muuta juhtmehhanismi ja liikuvate osade vahelist suhet. Jalgrattal vahetatakse käike vastavalt pinnasele, kus sõidetakse. Liikumine. Tunni teine eesmärk on selgitada liikumise olemust. Selgitame, mida kujutavad endast ringliikumine, lineaarne liikumine ja võnkliikumine. Paluge lastel mõelda kõigi nende liikumistüüpide peale ja öelda, mis neile mõttesse tuleb. Paluge neil tuua näiteid.

Jagage lastele materjalid, millega kõiki neid liikumistüüpe katsetada. Neil on juba eelmisest katsest kasutada hammasrattad, aga lisaks andke neile veel joonlaud lineaarse liikumise jaoks ja väike pendel võnkliikumise uurimiseks.

**Kestus:** 30 minutit

**Eesmärgid:** selgitada hammasrataste rolli mehaanilistes seadmetes; selgitada seda, kuidas hammasrataste abil esemeid liikuma panna

**Õppeained:** füüsika

**Teemad:** hammasrattad, liikumine

**Sihtgrupp:** õpilased vanuses 6–10 aastat

**Materjalid:** eri suuruses hammasrattad

**Internetiotsingu märksõnad:** hammasrattad, liikumine

**Lisainfo:**

[bit.ly/2x0696q](http://bit.ly/2x0696q)

[bit.ly/2FcO3lY](http://bit.ly/2FcO3lY)

**Videoõpetus:**

[youtu.be/TirFWNyr2bM](http://youtu.be/TirFWNyr2bM)





## Hammasrattad (2/2)

Näidake lastele juhendvideot ja arutage, mida nad sellest õppisid. Rääkige sellest, kuidas kõik need kolm liikumistüüpi on seotud mehaaniliste seadmetega.

Tagasiside, kogemus. Ülesanded saab läbi viia mitmel eri moel. Muuhulgas võite selleks ehitada mehaanilise seadme, mida õpetatakse valmistama juhendvideos.

Seadet on lihtne valmistada 3D-printeriga. Kui see lahendus teile ei sobi, võite valmistada hammasrattad papist. Valige sobilik papitükk (paksemat sorti või kaks õhemat tükki, mille saab kokku liimida), lõigake see eri suuruses ringikujulisteks tükkideks ja kinnitage nööpnõeltega ringide servade külge helmed.

### Selgitus

Hammasrattad pole kasulikud ainult jalgratastes, need hõlbustavad mitmete masinate tööd. Hammasrataste abil saab lihtsalt suurendada kiirust, kasvatada võimsust või masina võimsust üle kanda. Hammasrattad on lihtsad seadeldised. Kui püüate omavahel ühendada kaht eri suuruses hammasratast, võib tulemus olla erinev.

1. Liikumissuuna muutumine. Kui kaks hammasratast haakuvad, hakkab teine alati vastassuunas liikuma. Seega, kui esimene liigub päripäeva, siis peab teine liikuma vastupäeva.

2. Suurem rakenduv jõud. Kui hammasrataste paari teisel rattal on rohkem hambaid kui esimesel, liigub see aeglasemalt kui esimene, kuid sellele mõjuv jõud on suurem.

3. Suurem kiirus. Kui kaks hammasratast omavahel ühendada ja esimesel neist on rohkem hambaid kui teisel, peab teine palju kiiremini pöörlema, et esimesele järele jõuda. See aga tähendab, et teine ratas liigub esimesest kiiremini, kuid tema jõudlus on väiksem.

Hammasrataste abil saab liikumise eri tüüpe selgitada. Juhendvideost on näha, et ringliikumise selgitamiseks saab kasutada hammasratast, lineaarse ja võnkliikumise jaoks aga kätt. Võite näha, kuidas hammasrataste abil masinas vool ühelt masinaosalt teisele üle kantakse.



## Magnetism (1/1)

### Tegevuse läbiviimine

Paluge õpilastel jagada oma kogemusi magnetitega ja seejärel andke teada, et nad hakkavad tegema erinevaid lihtsaid katseid, mis näitavad, millised esemed tõmbuvad magnetite poole ja millised mitte. Jagage klass rühmadesse ja andke igale rühmale katsematerjalid. Enne katsetega alustamist paluge õpilastel ennustada, millised materjalid tõmbuvad magnetite poole ja millised mitte. Paluge lastel kirjutada oma ennustused üles. Paluge õpilastel testida igat eset koos magnetiga. Seejärel peaksid nad üles kirjutama, milline ese tõmbus magneti poole ja milline mitte. Küsige õpilastelt, kas nende ennustused pidasid paika. Seejärel andke lastele kompassid ja uurige, kas nad teavad, milleks neid kasutatakse. Küsige neilt, mida nad teavad planeedist Maa ja selle magnetväljast. Selgitage, et magneti põhjapoolus näitab ligikaudu Maa põhjapooluse suunas ja vastupidi. Selle põhjuseks on, et Maa sisaldab magnetilisi materjale ja toimib kui hiiglaslik magnet. Mõelge iidsete rahvaste peale, kelle jaoks magnetism näis ilmselt kui võlukunst. Kui hoida kaht magnetit selliselt, et nende põhjapoolused peaaegu kokku puutuvad, siis lükkuvad need teineteisest eemale; kui ühe magneti põhjapoolus on teise magneti lõunapooluse lähedal, siis magnetite poolused tõmbuvad teineteise poole.

### Selgitus

Magnetil on kaks otsa, mida nimetatakse poolusteks, neist ühte põhja- ja teist lõunapooluseks. Ühe magneti põhjapoolus tõmbab enda poole teise magneti lõunapoolust, samas kui ühe magneti põhjapoolus lükkab endast eemale teise magneti põhjapoolust. Magnetid tõmbavad teisi magneteid ja katsematerjalide hulgas olevad esemeid tänu oma magnetväljale. Kompassinõela punane osuti on magnet ja seda tõmbab enda poole planeedi Maa magnetväli. Maa toimib kui hiiglaslik magnet, mille üks poolus on Arktikas (põhjapooluse lähedal) ja teine Antarktikas (lõunapooluse lähedal). Kui kompassinõel näitab põhja suunas, tähendab see, et miski, mis asub Maa põhjapoolusel, tõmbab seda enda poole. Kuna vastasmärgilised poolused tõmbuvad, peab kompassinõela enda poole tõmbama magnetiline lõunapoolus. See, mida me kutsume Maa magnetiliseks põhjapooluseks, on tegelikult Maa sisemuses asuva magneti lõunapoolus.

**Kestus:** 45 minutit

**Eesmärgid:** selgitada välja, millised esemed on magnetilised ja millised mitte; avastada, et magnetitel on kaks poolust nagu planeedil Maa

**Õppeained:** füüsika

**Teemad:** magnetism

**Sihtgrupp:** õpilased vanuses 6–12 aastat

**Materjalid:** igale lapsele 2 tavalist magnetit  
Igale rühmale 10 tugevat magnetit ja kompass;  
erinevad esemed, millest mõned tõmbuvad magnetite poole ja mõned, mis seda ei tee (näiteks foolium, paber, võtmed, klambrid, oad);  
internetiühendusega arvuti

**Internetiotsingu märksõnad:**  
magnetism, magnet,  
põhjapoolus, lõunapoolus,  
kompassid

**Lisainfo:**  
[bit.ly/2WLaV1S](https://bit.ly/2WLaV1S)

**Videoõpetus:**  
[youtu.be/N7hWXaBXH7g](https://youtu.be/N7hWXaBXH7g)





## Optiline illusioon (1/1)

### Tegevuse läbiviimine

Sellest katseseeriast võib olla kasu nii koolitarkuse omandamisel kui ka elus üldiselt. Teame, et me ei saa alati oma silmi usaldada. Põhieesmärk on aidata lastel mõista optiliste illusioonide esinemise põhjuseid. Jagage klass 5- kuni 6-liikmelistesse rühmadesse ja andke neile välja prinditud optiliste illusioonidega paberilehed. Võite kasutada mis tahes illusioone. Soovitame anda lastele 10 erinevat optilise illusiooni pilti.

Paluge lastel iga pilti analüüsida, sellel nähtut selgitada ja näidata, miks on tegu illusiooniga. Pärast esimest katset näidake lastele juhendvideot ja arutlege seejärel nähtu üle. Paluge neil illusioonid lahti seletada, kui nad seda oskavad. Küsige abistavaid küsimusi, et nende mõttekäike suunata. Küsige lastelt nende arvamust optiliste illusioonide esinemise põhjuste kohta.

### Selgitus

Mõnikord võib tunduda, et üks asi on enamat, kui paistab, sõltuvalt sellest, millal ja kuidas seda vaadelda. Kõik pole selline, nagu näib. Üks asi võib samal ajal olla mitu erinevat asja ja mõistust ning silmanägemist saab päris lihtsalt ära petta. Kahtlase silindri illusioon. Olenevalt sellest, kas vaadata seda läbi peegli või otse, on tegu kujundiga, mis näib olevat samal ajal kahe erineva kujuga – nii väike plastist riskülik kui ka ring. Iga tükki on täpselt midagi ringi ja risküliku vahepealset. Külgede ülemised osad on lainelise kujuga. Kaks külge kõrguvad üles ja kaks on kui vajutatud lohku. Kui neid mõlemat tüüpi külgi koos vaadata, siis need n-ö tasandavad üksteist vastavalt sellele, milline külg peegli poole on pööratud. Sirge pulga ja kaardus augu illusioon. Pöörlemas võib näha sirget pulka, mis mingil põhjusel mahub läbi kaardus augu. Kuidas see illusioon töötab? Esimene asi, mida tähele panna, on see, et pulk ei ole aluse küljes vertikaalselt, vaid nurga all. Kuna pulk on kaldus, läheb esmalt august läbi selle alumine osa ning seejärel järgneb aeglaselt kogu ülejäänud pulk. Võimatu eseme illusioon. Miks tundub see võimatu? Kuna tegu on kahemõõtmelise esemega, mis on näiliselt kolmemõõtmeline, sõltuvalt sellest, millise nurga alt seda vaadelda. Võimatu kolmnurk näib esemena, mis ühendab omavahel ilma lõikumiseta kõik kolmnurga küljed, kuid see sõltub vaatenurgast.

**Kestus:** 45 minutit

**Eesmärgid:** mõista optiliste illusioonide tekkepõhjusti; selgitada, millised on erinevad optilised illusioonid

**Õppeained:** füüsika

**Teemad:** tajud, optika

**Sihtgrupp:** õpilased vanuses 6–12 aastat

**Materjalid:** arvuti ja videoprojektor, prinditud lehed optiliste illusioonidega

**Internetiotsingu märksõnad:** optiline illusioon, tajud

**Lisainfo:**

[bit.ly/2wZy0DG](http://bit.ly/2wZy0DG)  
[bit.ly/2MSqPII](http://bit.ly/2MSqPII)  
[bit.ly/2N2iUs2](http://bit.ly/2N2iUs2)

**Videoõpetus:**

[youtu.be/TEstaBDYh9U](http://youtu.be/TEstaBDYh9U)



## Elektrostaatiline hüppamine (1/1)

### Tegevuse läbiviimine

Pange paberileht horisontaalsele pinnale (lauale) ja asetage toed selle nurkadele. Puistage paberile pisut suhkrut, soola ja pipart ja pange seejärel pleksiklaas nurgatugede peale. Hõõruge pleksiklaasi villase lapiga ja vaadake, mis juhtub. Seejärel korrake katset läätsede, paberitükkide ja fooliumiga. Jagage õpilased 5-liikmelistesse rühmadesse. Laske neil põhikatset proovida ja muutke seejärel katsekeskkonda ning vaadake, mis juhtub. Näiteks võite muuta pleksiklaasi kaugust lauast, kasutada teisest materjalist lappi pleksiklaasi hõõrumiseks, muuta katsematerjalide ja/või nurgatugede mõõtmeid ja kaalu. Katsetamise käigus selgub, et külgetõmme sõltub kaugusest, hõõrumise intensiivsusest ja materjalidest, mida kasutate (elektrit juhtivate materjalide kasutamise korral on külgetõmme tugevam). Selleks, et katse õnnestuks, tuleb kasutada väga kergeid esemeid ning need hästi hajusalt ja ühtlaselt paberile laiali laotada. Laske õpilastel koos teie abiga katse läbi viia ja tähelepanekud üles märkida.

### Selgitus

Aine on reeglina laenguta, kuid selle hõõrumine ehk mehaanilise töö käigus sellele laengute ülekandumine võib tekitada selles elektrilaengu. Plast (pleksiklaas) saab villase kangaga hõõrudes negatiivse laengu, mis jaotab ümber laengud lähedal asuvates esemetes, teisisõnu mittejuhid ehk isolaatorid (paber, läätsed, suhkur, pipar, sool) polariseeruvad ja elektrijuhid (alumiinium) indutseeruvad. Esemed tõmbuvad pleksiklaasi poole tänu elektrostaatilisele jõule (vastaslaengutele). Pange tähele, et esineb ka osakeste tõukumist: omavahel tõukuvad fooliumi tükid (neile tekib kokku puutudes samamärgiline laeng).



**Kestus:** 45 minutit

**Eesmärgid:** uurida staatilise elektri toimimispõhimõtet, erinevate laengute olemust ja erinevate materjalide käitumist staatilise elektri väljas

**Õppeained:** loodusteadus, füüsika

**Teemad:** staatiline elekter

**Sihtgrupp:** õpilased vanuses 8–13 aastat

**Materjalid:** igale rühmale valge paberileht, 4 nurgaraskust, mis on tehtud isoleerivast materjalist (puidust, plastist, jne), erinevaid kergeid ja väikeseid esemeid, nt suhkruteri, soola, pipart, kuivatatud läätsi, paberitükke, fooliumitükke, 1 villane lapp, 1 tükk pleksiklaasi (mõõtmetes 20x20 cm)

**Internetiotsingu märksõnad:** staatiline elekter, Coulombi seadus, laeng, konduktor, isoleer, elektrostaatiline jõud

**Videoõpetus:**

[youtu.be/K74RoAvfhms](https://youtu.be/K74RoAvfhms)



## Hapete ja aluste määramine värvide põhjal (1/1)

### Tegevuse läbiviimine

Valmistage kapsamahl. Selleks keetke punast kapsast potis seni, kuni vesi on violetne, misjärel kurnake keeduvesi ja jätke jahtuma. Pange üksteise kõrvale valmis viis klaasi. Täitke kõik klaasid  $\frac{3}{4}$  ulatuses kapsamahlaga. Lisage ühte klaasi söögisooda, teise äädikas, kolmandasse sidrun ja neljandasse ammoniak (kasutage ammoniaagi lisamiseks süstalt, sest aine on ohtlik) ning jätke ühte klaasi puhas kapsavedelik, et demonstreerida neutraalse lahuse värvitooni. Segage klaasides olevaid vedelikke lusikaga ning pange tähele, kuidas lahuse värvitoonid muutuvad vastavalt lisatud ainele. Võite kontrollida nii valmis segatud lahuste kui ka ainult lisatud ainete happelisust ja aluselisust indikaatorpaberitega, et veenduda, et puhta ainega kokku puutudes värvub indikaatorpaber sama värvi kui sama ainega lahusesse kastes. Klassis katset tehes lubage õpilastel ise valida, milliseid lahuseid nad soovivad kokku segada ja laske neil nähtud muutused tabelisse üles kirjutada. Laske õpilastel koos teie abiga katse läbi viia ja tähelepanekud üles märkida.

### Selgitus

Ained jagatakse hapeteks ja alusteks. Hapetel on madal pH ja alustel kõrge pH. Aine happelisust või aluselisust saab määrata indikaatoritega. Indikaator on reeglina kemikaal, mis muudab happe või alusega kokku puutudes värvi. Punane kapsas sisaldab antotsüaniini nimelist pigmenti, mis muudab värvi, kui seda happe või alusega kokku segada; happe puhul punaseks, aluse puhul sinakasrohelisteks.



**Kestus:** 45 minutit

**Eesmärgid:** mõõta vedelike happelisust ja aluselisust pH indikaatori abil

**Õppeained:** keemia

**Teemad:** happed ja alused; keemilised reaktsioonid; keskkonnamõjurid, pH ja neutraliseerimine

**Sihtgrupp:** õpilased vanuses 12–14 aastat

**Materjalid:** igale rühmale 3 lusikat, 5 väikest klaasi, 200 g söögisoodat, 1 klaas äädikat, 2 sidruniviilu, pool klaasi ammoniakki, 1 nõelata süstal lastele ammoniaagi tõstmiseks, et nad ei peaks seda otse katsuma, 5 pH indikaatorpaberit; kogu klassi peale 2 liitrit punase kapsa mahla (2 liitri mahla jaoks keetke pool punast kapsast kolmes liitris vees 30–45 minutit)

**Internetiotsingu märksõnad:** punane kapsas, PH, happelisus, pH indikaator, antotsüaniin

**Videoõpetus:**  
[youtu.be/wdyDqNfqKm8](https://youtu.be/wdyDqNfqKm8)



## Fotosüntees taime lehes (1/2)

### Tegevuse läbiviimine

Esmalt valage vesi läbipaistvasse klaasi, seejärel lisage pool teelusikatäit söögisoodat ja tilk nõudepesuvahendit ning segage lahus läbi. Lõigake augurauaga lehest välja 5 või enam ühesugust lehekettast. Eemaldage süstlalt kolb ja pange lehekettad süstlatorusse. Pange kolb tagasi süstla külge ning suruge see ettevaatlikult süstlatorusse, et lehekettad katki ei läheks. Täitke süstal klaasi segatud söögisoodalahusega. Selleks, et lehekettastest õhk välja suruda, katke süstlaots pöidlaga ja tõmmake kolbi väljapoole, et süstlatorusse tekiks vaakum. Hoidke vaakumit umbes 10 sekundit, samal ajal süstalt keerutades, et lehekettad lahusega kattuksid. Vabastage süstal vaakumist. Selleks, et kogu gaas lehekettastest välja läheks võib olla vaja protsessi mitu korda korrata. Kogu gaas on lehekettastest väljunud siis, kui kettad vajuvad süstla põhja. Viimaseks pange lehekettad tagasi valgusallika all olevasse klaasi ja oodake, kuni lehed aeglaselt pinnale tõusevad. Selleks võib kuluda paar minutit. Klassis katset tehes jagage õpilased 5-liikmelistesse rühmadesse ja laske neil ise katse läbi viia, varieerige materjale ning jälgige, mis seepeale juhtub. Näiteks erinevaid valgusallikaid kasutades märkavad nad, et lehtedel kulub erinev aeg pinnale tõusmiseks. Õpilased avastavad, et parim valgusallikas on päikesevalgus, samas kui tavaline LED-valgus ei toimi. Selle põhjuseks on asjaolu, et tavalistest LED-lampidest kiirguva valguse lainepikkus ei ole see, mida taimed kasutavad. Kui kõik lehekettad on pinnale tõusnud, võivad õpilased asetada klaasi pimedasse kappi ja vaadata, kui kaua kulub ketastel klaasi põhja kukkumiseks. Õpilased võivad katsetada erinevate taimede lehtedega. Seda tehes saavad nad näha, et siledapinnalised ja õhukesed lehed kerkivad kiiremini pinnale kui vastupidiste omadustega lehed. Laske õpilastel koos teie abiga katse läbi viia ja tähelepanekud üles märkida.

### Selgitus

Fotosüntees on protsess, mille käigus muudavad taimed valgusenergia keemiliseks energiaks, mille talletavad süsivesikute molekulidesse. Selleks, et fotosüntees saaks toimuda, vajavad taimed süsihappegaasi, vett ja valgust. Fotosünteesi teel tekivad suhkrumolekulid ja hapnik.

**Kestus:** 20 minutit

**Eesmärgid:** uurida valguse mõju fotosünteesi käigus tekkivale hapnikule

**Õppeained:** bioloogia

**Teemad:** taimefüsioloogia, fotosüntees

**Sihtgrupp:** õpilased vanuses 10–13 aastat

**Materjalid:** igale rühmale päikesevalgus või tugev tehisevalgus (mitte tavaline LED), teelusikas, läbipaistev klaas, süstal (ilma nõelata), auguraud, söögisooda (pool teelusikatäit küpsetuspulbrit), nõudepesuvahend (1-2 tilka), spinatilehed, vesi (klaasitäis)

**Internetiotsingu märksõnad:** Fotosüntees, hapniku tootmine, lehekettas, taim

**Videoõpetus:**

[youtu.be/WS3TFERvU9E](https://youtu.be/WS3TFERvU9E)



## Fotosüntees taime lehes (2/2)

Veele lisatud sooda on süsihappegaasi allikaks, samas kui seep vähendab vee pindpinevust, et lehekettad saaksid hõlpsasti klaasi põhja vajuda.

Tegelikkuses peaksid lehekettad vee pinnale jääma, kuna sisaldavad gaasi. Kui aga gaasi sisalduvad poorid täita veega, muutub lehe tihedus suuremaks ja leheketas vajub klaasi põhja. Leheketta aeglase pinnale kerkimise põhjuseks on kettast eralduv hapnik. Kuna gaasi tihedus on vee omast madalam, tõuseb leht ülespoole seni, kuni jõuab veepinnale.



## Pendli võnkumine (1/2)

### Tegevuse läbiviimine

Kuna sellel katsel on mitmeid samme ja tegevusi, on hea mõte lasta õpilastel ülesanded omavahel ära jagada.

Laske õpilastel ehitada pendel jäigale raamile (laual asuva tooli külge), kasutades tamiili ja mutreid, ning paluge neil otsustada, mitut täisvõnget nad soovivad vaadelda. Paluge neil kasutada stopperit ning jälgida ja üles kirjutada, kui kaua kulub pendlil selleks, et välja valitud arv võnkeid teha.

Paluge õpilastel katset nii kaua korrata, kui nad seda soovivad (u 10 korda) ja aidake neil seejärel leida arv, mis kirjeldab kogutud andmeid: võite välja pakkuda, et nad valiks selleks arvaks keskmise.

Korrake ülaltoodud protsessi koos mõningate muudatustega: 1) muutke sidumisvahendi otsa raskuseks seotud mutrite arvu; 2) muutke mutri algpositsiooni; 3) muutke sidumisvahendi materjali; 4) muutke sidumisvahendi pikkust. Väga oluline on meeles pidada, et muuta tuleb vaid üht muutujat korraga ja teised jätta samaks.

Laske õpilastel erinevate katsete tulemusi analüüsida ja nendest oma järeldused teha. Küsige neilt järgmist: kas katse muutmisel muutub ka aeg, mille jooksul pendel võnked lõpetab?

Kakskikpendel. Selle katse jaoks on parem kasutada tamiilist pehmemat sidumisvahendit, näiteks peenikest köit. Siduge köie mõlemad otsad kahe jäiga struktuuri külge nii, et köis oleks horisontaalne ja pingul (see on väga oluline). Ehitage kaks pendlit, kinnitades nende ülemise otsa horisontaalse köie külge. Veenduge, et mõlemad pendlid oleks kindlalt köie küljes. Tõstke ühe pendli mutter üles ja laske lahti. Vaadake, mis juhtub.

**Kestus:** 45 minutit

**Eesmärgid:** perioodilisuse, sageduse ja resonantsi mõistete õppimine, kvalitatiivse (kirjeldav) ja kvantitatiivse (mõõdetav) uurimismeetodi tundmaõppimine

**Õppeained:** füüsika

**Teemad:** mehaanika, pendli võnkumine ja resonants, perioodiline liikumine ja energia ülekanne

**Sihtgrupp:** õpilased vanuses 10–12 aastat

**Materjalid:** ühele rühmale/10-le lapsele metallist mutrid (12 tk), tamiil (10 m), teised sidumisvahendid (kõigist 10 m, köisi, paelu jne), jäik tugijalg (1–1,5-meetrine), kleeplint (mõned tükid vajadusel mõne konstruktsiooni kinnitamiseks), aja mõõtmiseks stopper (küm-nendiku täpsusega aparaat on piisavalt hea, nt nutitelefonide äpid on sobilikud), paber, pastapliiatsid ja värvipliatsid

**Internetiotsingu märksõnad:** pendel (liikumine), võnkumine, kakskikpendel, õhutakistus

**Videoõpetus:**

[youtu.be/5aPqS5wohek](https://youtu.be/5aPqS5wohek)





## Pendli võnkumine (2/2)

### Selgitus

Üks pendel. Esmalt panete kindlasti tähele, et pendel liigub alati ühtemoodi: ette ja taha, ette ja taha... Selleks liigutuseks kulub alati ühepalju aega. Seda omadust nimetatakse perioodilisuseks: liikumine on perioodiline, kui see kordub üha uuesti ja sama aja vältel. Täpsemalt, seda ajaühikut, mille jooksul üks nendest võrdsetest liigutustest tehakse (pendli puhul on selleks liigutuseks võnge), nimetatakse perioodiks.

Loodetavasti märkate seejärel, et võngete tegemiseks kuluv aeg ei sõltu mutri asendist, nööri otsa seotud mutrite arvust ega sidumisvahendi materjalist. Võngete tegemiseks kuluv aeg sõltub hoopis sidumisvahendi pikkusest. Täpsemalt, mida pikem on pendli nöör, seda kauem kulub pendlil ühe võnke (või teatud arvu võngete) tegemiseks.

Kaksikpendel. Kui esimene pendel liikuma hakkab, märkate järgmist: mõne aja pärast hakkab selle võnkeamplituud vähenema, kuni pendel peaaegu seiskub, samal ajal kui teine pendel (mis esialgu ei liikunud) hakkab üha tugevamalt liikuma. Kui veel oodata, muutub teise pendli liikumine rahulikumaks ja esimene pendel hakkab taas liikuma. Mis seda põhjustab?

Kõikidel liikuvatel esemetel on kineetiline energia. Seda energiat saab teistele esemetele üle kanda ja ka need liikuma panna. Selleks on vaja energia ülekande vahendajat. Pendlid kannavad pidevalt energiat üksteisele üle horisontaalse köie kaudu, millele nende ülemised osad kinnituvad. Kui tähelepanelikult vaatate, siis näete, et ka horisontaalne köis keerleb, kui pendlid võnguvad. Seega, kui üks pendel hakkab oma energiat teisele üle kandma, muutub selle liikumine vaiksemaks, kuna tal jääb energiat vähemaks. Teine pendel saab aga esimeselt energiat ja kasutab seda, et liikumist alustada.



## Värviline kokteil (1/1)

### Tegevuse läbiviimine

Võtke sileda pinnaga, tugev ja kõrge klaas. Lisage klaasi 7 ml kõiki katsevedelikke järgmises järjekorras: siirup, piim, nõudepesuvahend, toiduvärviga segatud vesi, päevalilleõli, denatureeritud alkohol. Kasutage vedelike lisamiseks pipette. Pange pisiesemed ettevaatlikult klaasi ja vaadake, mis juhtub. Klassis katset läbi viies jagage õpilased 5-liikmelistesse rühmadesse. Lubage õpilastel ise otsustada, millises järjekorras vedelikud klaasi lisada ja laske neil endil välja selgitada, milliste omaduste poolest tihedamad vedelikud vähemtihedatest erinevad. Selleks, et erinevaid kihte teineteisest hästi eraldada, on oluline vedelikud väga aeglaselt kokku valada. Ärge pipette kohe õpilastele andke, et nad saaksid ise valida, milliste abivahenditega vedelikke ettevaatlikult kokku valada. Laske õpilastel koos teie abiga katse läbi viia ja tähelepanekud üles märkida.

### Selgitus

Materjali tihedus näitab kui mitu ühikut seda ainet mahub ühe konkreetse ruumala sisse. Vaatleme näiteks kuupsentimeetrit materjali A ja kuupsentimeetrit materjali B. Kui esimesel juhul on ühes kuupsentimeetris 50 ühikut (materjali A) ja teise puhul 100 ühikut (materjali B), siis saame öelda, et materjal B on tihedam kui materjal A.

Kuid sageli on need aineosakesed liiga väikesed, et neid kokku lugeda. Seetõttu on kasulik mõista, mida tähendab, kui üks materjal on tihedam kui teine. Vedelike korral saame kasutada materjalide tiheduse määramiseks nn tihedussammast, s.t et võime need lihtsalt üksteise peale kõrge klaasi sisse valada, nagu selles katseski ning selle tulemusel näeme, et vesi on tihedam kui õli ning alkohol ei ole nii tihe kui piim ja siirup jne.

Võrdluse abil saame hinnata klaasi uputatud pisiesemete tihedust, näiteks päevalilleseemned ei ole nii tihedad kui alkohol, samal ajal kui pastapliatsi plastkork ei ole nii tihe kui nõudepesuvahend, aga on samas tihedam kui õli ja vesi. Ettevaatust siiski, tihedust aetakse sageli kaaluga segamini. Kaal sõltub esemele mõjuvast raskusjõust ja näiteks Kuul on meie kaal teine kui Maal. Tihedus aga on konkreetne omadus, mis ei sõltu sellest, kui palju materjali me kasutame või kuhu selle asetame.

**Kestus:** 40 minutit

**Eesmärgid:** mõõta tahkete ja vedelate ainete tiheduste erinevusi tihedussamba abil

**Õppeained:** loodusteadus, füüsika

**Teemad:** tihedus, aine omadused

**Sihtgrupp:** õpilased vanuses 8–12 aastat

**Materjalid:** igale rühmale 1 läbipaistev klaas, 2 pipetti, 7 ml denatureeritud alkoholi (90%), 7 ml värsket piima, 7 ml nõudepesuvahendit, 7 ml siirupit (nt mündimaitsest), 7 ml päevalilleõli, 7 ml vett, toiduvärve, 2 kummi, 2 läätse, 2 riisitera, erinevaid pisiesemeid

**Internetiotsingu märksõnad:** tihedus, tihedussammast, mass ja tihedus, materjalide omadused

**Videoõpetus:**

[youtu.be/fpa9ZuaUnV4](https://youtu.be/fpa9ZuaUnV4)





## Koolajoogid ja Mentos (1/3)

### Tegevuse läbiviimine

Katsetajate ülesandeks on välja selgitada, mida tasuks koolale lisada, et saada võimalikult kõrge vahujuga. Enne õues katsetamist võib toas teha väiksemates anumates 0,1–0,2 liitri koolaga eelkatset (vahujuga klaasis ei tule).

Kui plaanite lisada uuritavad ained otse koolapudelis, tasub katset teha õues. Pudel asetage tugevale ja kindlale pinnasele, et see ümber ei kukuks. Toestamiseks võib kasutada klotse või kive. Soovitav on kasutada kaitsevahendeid (prille ja keepe/kitleid).

Mida kiiremini väljavalitud aine pudelisse saadakse, seda võimsam on vahujuga. Kommide või tablettide jaoks võib paberilehte rulli keerates lehtri moodustada. Võib need ka hoopis teise, kitsama suuga nõusse panna, kust need kiirelt koolasse saab valada.

Lisaks eeltoodud katsevahenditele võib kasutada oma fantaasiat ja teadmisi erinevate ainetega katsetamiseks.

### Selgitus

Limonaadipudelit lahti keerates on kuulda iseloomulikku sisinat ja näeme süsihappegaasi mullide pinnaletõusmist joogis. Kui pudel oli veel kinni, polnud mulle näha. Süsihappegaas on joogis suure rõhu juures lahustatud: mida suurem on rõhk, seda paremini gaas lahustub.

Kui korgi lahti keerame, siis rõhk pudelis alaneb. Madalama rõhu juures ei „mahu” joogi sisse enam nii palju süsihappegaasi kui varem ning lahus muutub üleküllastunud lahuseks. Üleküllastunud lahus on selline lahus, kus lahustunud ainet on rohkem, kui seda seal tegelikult lahustada saab. Seepärast proovib ülemäärane lahustunud aine eralduda sade või gaasina.

Nii nagu vihmapiiskade ja lumehelveste moodustumisel veeauruga üleküllastunud õhus on vaja tolmutera, mille ümber piisk või helves saaks kasvama hakata, nii on ka koolajoogis vaja kohta, kus mull saaks hakata moodustuma. Limonaadipudelis on selleks pudeli seinad. Kui pista joogi sisse mõni ese või sõrm, moodustuvad ka sellele mullid. Kuna mullid on lahusest väiksema tihedusega, siis tõusevad need ülespoole.

**Kestus:** 45 minutit

**Eesmärgid:** välja selgitada, mida tuleb koolale lisada, et tekiks võimalikult suur vahupurse

**Õppeained:** keemia, füüsika

**Teemad:** gaaside lahustuvus, rõhk, üleküllastunud lahus, pindpinevus, aine olekud, keemiline reaktsioon ja selle tunnused, vihmapiiskade, lumehelveste ja mullide moodustumine

**Sihtgrupp:** õpilased vanuses 8–12 aastat

**Materjalid:** igale rühmale dieetkoolajook (vähemalt 0,5 l, lõppkatseks veel vähemalt üks pudel jooki - suurem on efektsam, hoidke enne katsetamist külmkapis), Mentose nätsukommid (nii piparmündi kui ka teiste maitsetega, 1 pakk), siledapinnalised kommid, nt Mynton, söetabletid, nõudepesuvahend (või muu pesuaine), muud huvipakkuvad ained (nt lauasuhtur), paber, lehter või kitsas anum kommade pudelisse valamiseks, klaasid, topsid või mensuurid

**Internetiotsingu märksõnad:** Coca-Cola+Mentos, sooda-vulkaan, *nucleation*, gaaside lahustuvus, süsihappegaas, *carbon dioxide*, karastusjoogid, *carbonated soft drink*, poorne materjal, *porous material*, pindpinevus, *tears of wine*

## Koolajoogid ja Mentos (2/3)

Pudeli seinad on siledad ja pole seetõttu hea koht mullide moodustamiseks (kuigi mõned mullid sinna, eriti ülaossa, siiski moodustuvad). Mentose nätsukommidel on aga konarlik pind ja seetõttu on kommid hea mullide moodustumise koht.

Ka söetabletid on suure pinnaga ja mullidele heaks moodustumiskohaks. Samas on söetabletid kerged ja ei liigu läbi jooginõu põhja nagu Mentose kommid. Mynthoni kommid (või teised karamellid) on küll koolajoogist raskemad ja vajuvad põhja, kuid üsna sileda pinnaga ja seetõttu ei soodusta väga mullide teket.

Teiseks mullide moodustumise põhjuseks on peetud koola pindpinevuse vähenemist Mentose nätsukommides olevate vahade ja kummiaraabiku mõjul. Selleks peaksid need joogis lahustuma. Peamiseks mullide tekke soodustajaks on ikkagi kommid pind.

Pindpinevus on nähtus, mis avaldub vedeliku pinnakihi pingule tõmbumises (kummikelmetaliselt). Pindpinevus iseloomustab vedeliku molekulide vahelisi jõude. Mida väiksem on pindpinevus, seda lihtsam on mullidel tekkida. Suurem pindpinevus hoiab mullid väiksena ja soodustab sellega vahu teket.

Pindpinevust vähendab dieetkoolas sisalduv aspartaam. Seetõttu soovitamegi kasutada dieetkoolat. Ka muudab see koristamise lihtsamaks, sest puudub kleepuv suhkur. Suhkur ja mitmed teised limonaadides leiduvad ained suurendavad joogi pindpinevust.

Miks on klaasis koolajoogile Mentose (või muu suure pinnaga aine) lisamisel tulemus tagasihoidlikum, kui siis, kui jook on pudelis? Klaas ja pudel erinevad ava suuruse poolest. Vabanev süsihappegaas jõuab klaasist kiiremini õhku kui pudelist, sest pudelisuu on väiksem kui klaasisuu. Pudelis on pinnaühiku kohta rohkem mulle ja mullidel keerulisem pudelist välja pääseda. Tekib vaht. Vaht võtab rohkem ruumi kui vedelik, sest vahus olev gaas on väiksema tihedusega kui vedelik. Mida rohkem mulle tekib, seda kiiremini hakkab rõhk kasvama. Mida kiiremini rõhk kasvab, seda kõrgemale vahujuga purskab.

AHHAA tegevuskaart:

[bit.ly/2m1N3uj](http://bit.ly/2m1N3uj)

Tegevuskaardi õpetajajuhis:

[bit.ly/2jYcLz4](http://bit.ly/2jYcLz4)

Videoõpetus:

[youtu.be/3VM-Dy3x5FM](http://youtu.be/3VM-Dy3x5FM)



## Koolajoogid ja Mentos (3/3)

Kas vahujoa põhjustas keemiline reaktsioon?

Peamiseks vahujoa põhjustajaks on joogis lahustunud süsihappegaasi vabanemine lahusest gaasilises olekus. Esmapilgul tundub, et esineb keemilise reaktsiooni tunnuseid. Keemilise reaktsiooni tunnused on:

- eraldub gaas (meie katses),
- tekib, kaob või muutub värvus,
- tekib või kaob lõhn,
- tekib sade,
- eraldub valgus/säde,
- muutub temperatuur.

Meie katses esineb neist gaasi eraldumine.

Kuigi süsihappegaasi lahustamisel vees saame ebapüsiva süsihappe ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), mis laguneb süsihappegaasiks ja veeks, on enamus süsihappegaasist lahuses siiski süsihappegaasina. Niisiis enamus gaasina väljunud süsihappegaasist on alguses lahuses juba olemas olnud ja selle süsihappegaasi eraldumisel pole tegu keemilise reaktsiooniga.

Koola pindpinevust vähendav kummiaraabik on lisaaine koodiga E414, mis pärineb kummiakaatsialt (*Acacia senegal*), mida kasutatakse paksendamiseks ja stabiliseerimiseks, näiteks nätsude ja marmelaadi tegemisel.



## Vee puhastamine (1/2)

### Tegevuse läbiviimine

Katsetajate eesmärk on neile antud vesi puhastada. Kuigi puhastatav vesi on väga must, katsetatakse pigem joogivee puhastamiseks sobivaid meetodeid. Hoolimata sellest et antud meetoditega vett päris puhtaks ei saa, on mustema vee korral meetodi mõju paremini näha.

Valmistage või laske igal rühmal ise valmistada saastunud vesi. Selleks segage 0,5 l veele u 0,5 tl õietolmu või teed, u 0,5 tl söögiäädikat, õli ja eriti ebatavalise tulemuse saamiseks küüslaugupulbrit. Õietolm või tee on imiteerimaks taimejäänuseid, söögiäädikas on keemiliseks reostusallikaks.

Õpilastel võib lasta oma veepuhastamise ideed paberile või tahvlile joonistada. Näiteks võib lasta tahvlile mõned ideed joonistada ja õpilastel jaguneda rühmadesse nii, et igaüks läheb selle idee autori juurde, kelle idee talle kõige parem või huvitavam tundus. Kui ühe idee pooldajaid on väga palju, võib neist mitu rühma moodustada, nii saab uurimisgrupid, mis samal ajal sama ideed kontrollivad.

Vee puhastamiseks tasub esmalt lasta veel seista, nii settib osa materjalist põhja. Õli eemaldamiseks võib (soovi korral) ehitada seadme lehtrist ja voolikust. Kui valada vesi lehtrisse, kui voolik on suletud, koguneb õli pinnale. Seejärel saab vee voolikust välja lasta, sulgedes õigel ajal vooliku nii, et õli jääb voolikusse.

Veefiltri võib valmistada näiteks plastpudeli kaelast või papptopsist, mille põhja on knopka või nõelaga augud tehtud. Filtrite põhja sobivad marli, vatt või filterpaber, täiteks erineva jämedusega kruus ja liiv, vatt, aktiivsüsi. Vett tasub mõnest filtrist läbi lasta mitu korda ja filtreid uuendada.

### Selgitus

Kõige vanemaks vee puhastamise meetodiks on keetmine (küüslaugupulbriga maitsestatud vesi levitab keetmisel palju lõhna). See teeb kahjutuks mikroorganismid ja mitmed mürgained. Küll aga ei hävita keetmine vetikamürke. Samuti jäävad terveks bakterite spoorid, mistõttu keetmise mõju on lühiajaline. Samuti ei sobi see väikeste veekoguste jaoks (vesi aurab ära) ja eeldab energiaallika (tuli, elekter) olemasolu.

**Kestus:** 45–60 minutit

**Eesmärgid:** puhastada etteantud vesi

**Õppeained:** loodusõpetus, bioloogia

**Teemad:** keskkond, vesi, vee puhastamine, filtreerimine, veereostus, vesi kui aine, vee kasutamine

**Sihtgrupp:** õpilased vanuses 12–18 aastat

**Materjalid:** rühma peale 1 plastpudel, 4 läbipaistvat topsi või klaasi, 4 papptopsi, 2 lehte aktiivsüti (grillsüsi või söetabletid), käärid, nõel/knopsad, kruus, kiviklibu, liiv, marli, vatt, filterpaberid ja/või kohvifiltrid, soovi korral lehter ja lehtri otsa sobiv voolik, võimalusel veepuhastustablette (saadaval matkapoodides), saastunud vee jaoks õli, õietolm/teepakk, söögiäädikas, küüslaugupulber

**Märksõnad internetiotsinguks:** vesi, veekriis, vee puhastamine, veefilter, aktiivsüsi, *lifestraw*

**AHHAA tegevuskaart:**  
[bit.ly/2kiNGiJ](http://bit.ly/2kiNGiJ)

**Tegevuskaardi õpetajajuhis:**  
[bit.ly/2IH5J24](http://bit.ly/2IH5J24)

## Vee puhastamine (2/2)

Keetmine ei eemalda veest tahkeid osakesi. Selleks sobivad filtrid. Mida peenema poorsuurusega on filter, seda puhtama vee selle abil saame. Filter, mille poori läbimõõt on 0,2 mikromeetrit (0,0002 mm), peab kinni bakterid, 0,02 mikromeetriste avadega filter on võimeline eemaldama mehaaniliselt ka enamiku viirustest. Heaks on peetud liivafiltreid – need koosnevad paksust liivakihist ja on aeglase toimega. Kiiremaks filtreerimiseks kasutatakse mõningate filtrite puhul rõhku. Looduslik vesi läbib enne allikasse jõudmist samuti n-ö liivafiltri, kui pealiskorras on liivakivi.

Filtreerimine aga ei eemalda lõhna ja maitset. Nende eemaldamiseks saab kasutada aktiivsütt, osooni, kloori, hõbedat või joodi. Siin katses kasutame sütt, aga võite proovida ka apteekides müüdavaid spetsiaalseid veepuhastuse tablette. Sõe lisamisel on näha mulle. Iseäralik lõhn peaks taanduma, kuid täielikult ei kao.

Kõige mõistlikum ongi vett puhastada kõiki kolme meetodit kombineerides, alustades setitamise ja õli eemaldamisega ja jätkates filtratsiooni ning söetablettidega. Sõe võib lisada ka mõne teise filtri koostisesse.

Vee puhtuse kontrollimiseks võib lisaks vaatlusele ja nuusutamisele mõõta võimalusel vee elektrijuhtivust. Mida suurem on elektrijuhtivus, seda rohkem on lahuses ioone ehk lahustunud aineid. Seejuures ei pruugi lahustunud ained meile alati kahjulikud olla - ka mineraalvees on palju ioone.

Katses kasutatavat vett täielikult puhtaks koduste vahenditega ilmselt ei saa. Kuigi vette pole lisatud tervisele ohtlikke ained, ei ole soovitatav seda maitsta, sest liiv ja kruus on ilmselt puhastamata.

Videoõpetus:

[youtu.be/ch-sakYrEUA](https://youtu.be/ch-sakYrEUA)



## Peidetud raud (1/3)

### Tegevuse läbiviimine

Õppijate eesmärk on välja uurida, millistest vaatlusalustest toiduainetest ja toidulisanditest saab magneti abil rauda eraldada. Enne materjalide ostmist võib õpilastega arutada, milliste toidu- ja toitainetega nad soovivad katsetada.

Raud on nähtav näiteks Kelloggs'i maisihelvestes (koostises märgitud raud), eriti hästi rauatablettides Ferretab (ka kapsel on magnetiga liigutatav), aga ka Retaferi rauatablettides. Raud(II)glükonaati sisaldavates tablettides R.A.U.D olevat rauda ei õnnestunud meil aga näha.

Vahel on raud raskesti leitav seetõttu, et segu on liialt paks. Hommikusöögihelvestest raua eraldamiseks võib lisaks helveste purustamisele ja puru veesegu uurimisele suuremad tükid sõelaga välja kurnata. Rauapuru on näha ka siis, kui helbeid vaid vees leotada ning seejärel kurnatud veest magnetiga rauda otsida. Arvestada tasub, et väikestes helbetükkides peidus olev raud paistab helveste värvis heledana.

Rauapuru otsides tasub magnetit tõmmata ühte punkti, et rauapuru kokku koguda. Ribasulguriga kotti kasutades arvestage, et näiliselt magnetiga liigutatavad osakesed võivad kotis hoopis liikuva vedeliku mõjul hõljuda.

Võite proovida rauda vedelikust eemaldada ja seda mikroskoobi või luubi abil vaadelda.

### Selgitus

Vaadeldud katses on rauapuru kogumiseks ja nähtavaks tegemiseks soovitatud kasutada võimalikult tugevat magnetit just seetõttu, et rauaosakesed on väga väikesed. Rauapuru on võimalik n-ö kokku koguda püsimagnetiga – materjaliga, mida ümbritseb alati magnetväli. Magnetväli ei ole nähtav ega otseselt tajutav, aga seda iseloomustab omadus mõjutada teisi magnetilisi materjale tõmbe- või tõukejõuga. Raud on ferromagneetik – materjal, mis on võimeline magneetuma välise magnetvälja toimel. Ferromagneetikud on lisaks rauale veel näiteks koobalt, nikkel ja mitmed haruldased metallid. Neodüümiumist (haruldane metall), rauast ja boorist valmistatakse kõige tugevamaid püsimagneteid ( $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ ).

**Kestus:** 45 minutit

**Eesmärgid:** välja uurida, millistest vaatlusalustest toiduainetest saab magneti abil rauda eraldada

**Õppeained:** keemia, füüsika, anatoomia

**Teemad:** magnetmaterjalid igapäevaelus, säilitusained toidus, inimorganismile vajalikud metallid, keemilised elemendid ioonidena ja puhtal kujul, ferromagnetism

**Sihtgrupp:** õpilased vanuses 12–18 aastat

**Materjalid:** igale rühmale erinevad hommikusöögihelbed, rauda sisaldavad hommikusöögihelbed (nt Kellogg's), mustad oliivid, rauaga toidulisandid (nt sellised, mis sisaldavad raud(II)fumaraati (Ferretab) või raud(II)sulfaati (Retafer)), petri tass, läbipaistev karp ja/või ribasulguriga kilekott, supilusikas, sõel, (kuum) vesi, kohviveski, blender või uhmer ja uhmrinui helveste purustamiseks, väga tugev magnet (nt neodüümmagnet), soovi korral mikroskoop või luup

**Internetiotsingu märksõnad:** raud, *iron in cereals*, *Monster magnet meets blood*, ferromagnetism, hemoglobiin ja ferritiin, aneemia, leghemoglobiin, *heme*

## Peidetud raud (2/3)

Mõnest toiduainest või toidulisandist ei õnnestu rauda eraldada. Üheks põhjuseks võib olla, et seal polegi rauda. Teiseks põhjuseks võib olla, et raud on neis toiduainetes või toidulisandites sellisel kujul, kus see ei reageeri magnetile (aatomite elektronkihid on täidetud).

Rauda on toidust võimalik saada heemsel või mitteheemsel kujul. Heem on rauaga seotud valgukompleks (joonis 1). Heemi leidub veres hemoglobiinivalgus, aga ka lihastes müoglobiinivalgus. Lisaks leidub heemi ka liblikõieliste juuremügaratel (leghemoglobiin).

Heemne raud imendub kergemini kui mitteheemne raud. Raua imendumist soodustavad C-vitamiin ja foolhape. Samas tuleb arvestada, et raua kiirel vabanemisel tekkivad vabad rauaioonid võivad kahjustada seedesüsteemi.

Raua imendumist pärsivad kohv, alkohol, munad (tervelt 28%), kaseiin (piimavalk) ja kaltsium, fütaadid (neid sisaldavad näiteks spinat ja oad) ja oksaalhape (neid sisaldavad näiteks spinat ja rabarber). Nimetatud toite ei ole soovitatav tarbida koos rauarikaste toitudega ning nende tarbimise vahele peaks jääma vähemalt tund enne ja pärast einet. Kui aga fütaate ja oksaalhapet sisaldavaid toite kuumutada, siis raua imendumine hoopis paraneb.

Kuigi raual on kehas oluline roll, on vaja jälgida, et raud ei oleks haigustekitajatele kättesaadav. Bakterite põhjustatud haiguste või ka sooleparasiitide esinemisel raua kättesaadavus kehas väheneb. Sellises olukorras võib raualisandite võtmine kasu asemel kahju teha.

Rauavaegus (aneemia) tekib kõige harvem meestel ja menopausis naistel ning sagedamini viljakas eas naistel ning rasedatel.

Rauasisalduse kohta kehas annab infot hemoglobiiniinäit, rauavarude kohta ferritiini sisaldus.

AHHAA tegevuskaart:

[bit.ly/2k2Hvit](https://bit.ly/2k2Hvit)

Tegevuskaardi õpetajajuhis:

[bit.ly/2k1W3Pl](https://bit.ly/2k1W3Pl)

Videoõpetus:

[youtu.be/tCbph77GECE](https://youtu.be/tCbph77GECE)





## Peidetud raud (3/3)

70 kg kaaluvas inimeses on 3-4 grammi rauda. Võrdluseks: 5 euro senti kaalub 3,92 grammi.

Kas aga suurte magnetite lähedus, näiteks kompuutertomograafis viibimine, on tervisele ohtlik? Meie kehas leiduv raud on seotud hemoglobiini valgukompleksiga. Hapnikuga seotult ei ole see raud magnetiseeruv, hapnikuvabalt aga küll. See mõju on siiski nii väike, et kompuutertomograafias viibimine ei ole ohtlik (vt *monster magnet meets blood*).





## LED-taskulamp (1/2)

### Tegevuse läbiviimine

Osalejate ülesandeks on ehitada lülitatav taskulamp. Niisiis on vaja koostada vooluring, mille osadeks on lamp, vooluallikas ja lüliti. On vaja leida LED-pirnile sobiv patarei. Jälgige, et pinged oleksid ühesugused. Valides liialt suure pingega vooluallika, võib lamp läbi põleda. LED-i eripära arvestades tuleb lamp vooluringi ühendada õigetpidi. Kui lamp ei sütti, vahetage klemmid – pikem on tavaliselt „+“-klemm ja lühem „-“-klemm.

Sobivad ka LED-i tööpingest väiksema pingega patareid, kui võtta neid rohkem. Siis saab arutleda selle üle, kas patareid ühendada jadamisi või rööpselt (jadaühenduses liituvad pinged, rööpuühenduses voolutugevused). Täpsemaks pinge reguleerimiseks võib kasutada takisteid ning vooluringi osad võib ühendada jootekolbi kasutades.

Üheks lihtsaks lüliti ehitamise viisiks on nõõppatarei voorderdamine isoleerpaelaga joonisel 2 näidatud viisil. Nüüd jääb üle veel lambile korpus disainida. Et valgus vajalikus suunas peegelduks, võib ehitada reflektori. Selleks sobib näiteks foolium.

### Selgitus

On väidetud, et esimese hõõglambi leiutas 1879. aastal Thomas Alva Edison. Neid, kes enne Edisoni hõõglambiga sarnaseid lampe leiutas, oli üle kümne. Neist kaks, Henry Woodward ja Mathew Evans, müüsid oma patendi Edisonile.

Lambis tekitab valguse elektrivooluga kuumutatav hõõgniit. Hõõglambi efektiivsus on väike, kuna ainult 5-10% kogu energiast muundatakse valguseks, ülejäänud jääb soojuseks.

Järgmiseks laiatarbeliseks valgusallikaks oli kompaktlamp (säätupirn), mis leiutati 1985. aastal. Sokli ja valgust kiirgava toru vahelises osas paikneb elektrooniline liitelülitis lambi süütamiseks, toitevoolu piiramiseks ja reaktiivvõimsustarbe vähendamiseks. Tegemist on luminofoorlambiga. Suletud torus, mida hoitakse üldiselt madala rõhu all, on elavhõbe ja vääriskaas, tavaliselt argoon. Lisaks on klaastoru seintele kantud luminofoorkiht (nt fosfor), mistõttu paistab ka klaas valgena.

**Kestus:** 45 minutit

**Eesmärgid:** ehitada lülitatav taskulamp

**Õppeained:** füüsika

**Teemad:** valgusallikad ja erinevad lambipirnid, nende efektiivsus, pooljuhtmaterjalid, voolutugevus, aku mahutavus, pinge

**Sihtgrupp:** õpilased vanuses 12–18 aastat

**Materjalid:** igale rühmale käärid, papp, paber, plasttopsides vms (korpuse ehitamiseks), pesulõks, kirjaklamber, metallribad vms (võimalus lüliti meisterdamiseks), liim, teip, nõõp-patareid (erinevad tüübid, et õpilane saaks valida õige), LED-pirn (valgusdiod, võimalusel erineva valgustugevusega), foolium valguse suunamiseks (reflektori valmistamiseks), soovi korral juhet/traati, jootekolb ja jootetina, takistid, lüliti

**Internetiotsingu märksõnad:**  
*Homemade flashlight, reflector focus, satellite television*

**AHHAA tegevuskaart:**  
[bit.ly/2IGTiDr](http://bit.ly/2IGTiDr)

**Tegevuskaardi õpetajajuhis:**  
[bit.ly/2k1WglB](http://bit.ly/2k1WglB)

## LED-taskulamp (2/2)

Töötavas lambis tekib elavhõbeda gaaslahendus, milles energia muundub peamiselt ultraviolettkiirguseks.

Kolvi sisepinda katvas luminofoorkihis muundatakse ultraviolettkiirgus päevavalgusele lähedase spektriga valguseks. Ultraviolettkiirguse ülejääk neeldub klaaskehas ja vabaneb soojusena, mistõttu soojeneb klaaskolb. Seega, mida parem on luminofoor, seda vähem energiat üle jääb ja kasvab lambi efektiivsus.

Võrreldes hõõglambiga tarbib kompaktlamp samal valgustugevusel oluliselt vähem elektrivõimsust ja peab kuni 15 korda kauem vastu.

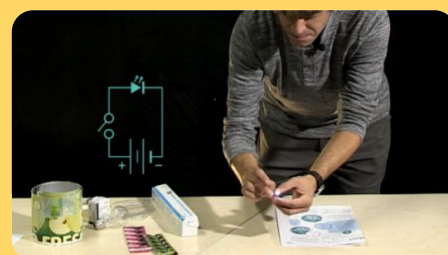
Esimese praktiliselt kasutatava LED-lambi töötas 1962. aastal välja Nick Holonyak Jr. Teda peetakse valgusdiodi isaks. Toona olid LED-lambid vaid punased ja üsna tuhmid ning seetõttu kasutati neid ainult signaallampidena.

LED-i töö põhineb pooljuhtidel (materjal, mis tavatingimustes elektrit ei juhi, kuid võib seda teatud tingimustes teha). LED-i korral on kontaktis kaks erinevat pooljuhti, mis on omavahel füüsilises kontaktis. Kui nüüd rakendada p-tüüpi pooljuhile positiivset pinget ja n-tüüpi pooljuhile negatiivset pinget (ühendame patareiga), siis hakkavad augud ja vabad elektronid liikuma (seetõttu peabki LED olema töötamiseks patareiga õigesti ühendatud). Samanimeliste laengute tõukumise tõttu liiguvad augud ning elektronid pooljuhtide omavahelisele kokkupuutepinnale. Seal nn siirdealas vabaneb elektronide ja aukude kokkusaamise tulemusena energia, mis kiiratakse valgusena. Iga LED kiirgab ühte kindlat lainepikkust (värvi). Erinevate pooljuhtide kasutamine võimaldab saada erinevat värvi valgust. LED on väga energiasäästlik võrreldes hõõglambiga, tarvitades ligi 20 korda vähem elektrienergiat.

Selleks, et LED-pirnist võimalikult palju valgust suunata vajalikku punkti, on taskulambil reflektor, mis on peegeldavast materjalist (foolium) nõguspeegel. Et (punkt)valgusallikast väljuks võimalikult palju kiiri, mis valgustavad vajalikku ruumipunkti, peab pirn asetsema nõguspeegli (reflektori) fookuses, mis on paraboloide kujuga. Fookuseks nimetatakse punkti, kus lõikuvad optikasüsteemi (nõguspeegli, kumerlääts) paralleelsed kiired pärast murdumist või peegeldumist.

Videoõpetus:

[youtu.be/ 42nNBDHOCw](https://youtu.be/42nNBDHOCw)



## Peidetud keha (1/2)

### Tegevuse läbiviimine

Osalejate ülesanne on peita klaasist keha vedelikku ehk leida vedelik, mille murdumisnäitaja on klaasi murdumisnäitajaga ühesugune. Muidugi võib sobiva vedeliku ka katsetamise teel leida (sobib väiksematele lastele), aga võite ka mängida, et vedelikke tuleb tellida ja kõigi vedelike jaoks raha pole – niisiis on mõistlik õige toote hankimiseks pisut uurimistööd teha.

Kuna erinevatel klaasisortidel on murdumisnäitaja pisut erinev, siis tasub antud klaasi murdumisnäitaja ise arvutada. Murdumisnäitaja leidmiseks on vaja langemis- ja murdumisenurk mõõta.

Mugavamaks nurkade mõõtmiseks soovitame

- joonistada paberile klaasitüki külje järgi sirge ja sellele ristsirge (normaal; vaata joonist 1) ning suunata laserkiir joonte ristumispunkti;
- valida kiire langemisenurk vahemikus 30–60 kraadi (valgus ei muuda levimissuunda keskkondade lahutuspinnale risti langedes ja levib samas suunas edasi.);
- märkida paberile laserist kiire väljumiskoht, klaasitükki siseneva kiire alguspunkt ja kiire väljumispunkt, nende järgi saab hiljem langenud ja murdunud kiire nurga mõõtmiseks sirged joonistada.

Kui murdumisnäitaja käes, on selle järgi lihtne AHHA tegevuskaardi esiküljel olevat tabelit kasutades võimalikult sarnase murdumisnäitajaga vedelik leida.

**Kestus:** 2x45 minutit

**Eesmärgid:** klaasist keha peita vedelikku; leida vedelik, mille murdumisnäitaja on klaasi murdumisnäitajaga ühesugune

**Õppeained:** füüsika

**Teemad:** valgus, valguse murdumine, murdumisenurk, murdumisnäitaja

**Sihtgrupp:** õpilased vanuses 12–18 aastat

**Materjalid:** igale rühmale läbipaistev joogiklaas, risttahukakujuline klaaskujund, vesi (n=1,33), piiritus (n=1,36), 70% suhkrulahus (n=1,37, võib ise teha: 1 osa suhkrut ja 3 osa vett), glütseriin (n=1,47) või toiduõli (n = 1,44...1,47), laser, pliiats, joonlaud, mall, A4-paber, kalkulaator

**Internetiotsingu märksõnad:** peegeldumisenurk, langemisenurk, optiline keskkond, optiline tihedus, murdumisnäitaja, lühinägelikkus(müopia), kaugnägelikkus(hüperopia), optikariistad, *optical instruments*, *Snell's window*

**AHHA tegevuskaart:**  
[bit.ly/2IX6Drr](http://bit.ly/2IX6Drr)

**Tegevuskaardi õpetajajuhis:**  
[bit.ly/2k5Mlf1](http://bit.ly/2k5Mlf1)

## Peidetud keha (2/2)

### Selgitus

Kui panna klaasist ese veega täidetud klaasi, on vaatepilt üsna tavaline. Pilt on küll natuke moonutatud, s.t klaaskujund tundub vees veidi suurem. Selline nähtus tuleneb valguse liikumise kiirusest erinevates keskkondades. Antud juhul on meil kolm keskkonda (ehk materjali): õhk, vesi, klaas. Mida hõredam on keskkond, seda kiiremini valgus selles liigub ja vastupidi. Kahe erineva optilise keskkonna piirjoonel valgus murdub (ja peegeldub) ehk tema liikumiskiirus muutub (joonis 1). Hõredamast keskkonnast tihedamasse (nt õhust klaasi) liikudes murdub valgus pinnanormaali poole. Tihedamast keskkonnast hõredamasse (nt klaasist vette) liikudes murdub valgus pinnanormaalist eemale. See on põhjus, miks klaaskujund on veega täidetud klaasis selgesti näha.

Optilise keskkonna murdumisnäitaja on suurus, mis näitab, mitu korda valguse kiirus vastavas keskkonnas erineb valguse kiirusest vaakumis.

$$n = \sin \alpha / \sin \gamma$$

$n$  – murdumisnäitaja

$\alpha$  – langemisnurk

$\gamma$  – murdumisnurk

Kui panna klaasitükk glütseriiniga või toiduõliga täidetud klaasi, muutub klaasist ese nähtamatuks. Selles olukorras on optilisi keskkondi endiselt kolm: õhk, glütseriin/toiduõli ja klaas. Kuna kahe keskkonna murdumisnäitajad on samad (klaas ja glütseriin/toiduõli), siis seetõttu ei eristu vedelikku asetatud klaaskeha vaatajale: klaasi oleks valatud justkui ainult vedelik. Klaasil ja glütseriinil/toiduõlil on ligilähedaselt sama murdumisnäitaja ( $n \approx 1,5$ ) ning valgus liigub mõlemas keskkonnas peaaegu sama kiiresti, ilma et see kahe materjali piirpinnal märgatavalt murduks.

Videoõpetus:

[youtu.be/mkKfM0z8UHY](https://youtu.be/mkKfM0z8UHY)



## Magnetrong (1/1)

### Tegevuse läbiviimine

Jagage klass 4-liikmelistesse rühmadesse ja andke neile kätte katse materjalid. Tehke nendega katse koos läbi.

Esmalt keerake traat U-kujuliseks ja pange see kompassi lähedusse ning seejärel proovige teha sama patareiga pooluste külge ühendatud traadi servadega. Teise katse juures hakkab kompassi magnetnõel liikuma, sest siis, kui traati läbib elektrivool, tekib magnetväli.

Teiseks, valmistage vaskmähis, keerates vasktraati ümber silindrilikujulise eseme. Kui mähis on valmis, võtke ese selle seest ettevaatlikult välja, et traat ei painduks.

Kolmandaks, tehke kompassi abil kindlaks, kumb magneti poolus on kumb. Joonistage tabel kõigi võimalustega, kuidas magnetid ja patarei omavahel asetseda saavad, kokku on võimalusi kaheksa.

Neljandaks, kinnitage kaks magnetit vastavalt tabeli esimesele joonisele patarei külge. Paluge õpilastel patarei mähise sisse panna ja kontrollige, kas magnetitega ühendatud patarei mahub vabalt läbi mähise.

Viiendaks, korrake eelpool toodud sammu vastavalt kõikidele tabelisse märgitud võimalustele ja täitke tabel oma tähelepanekutega. Püüdke selgitada, millal ja miks patarei liigub, ja tehke nähtusest oma järeldused.

### Selgitus

Kui patarei koos magnetitega mähisesse panna, puudutab see mähise materjaliks olevat vasktraati. Seetõttu tekib suletud vooluring ja patareid ümbritsevas vasktraadis hakkab elektrivool liikuma. Selle tulemusena hakkab vasktraat toimima kui elektromagnet. Sellist mähist nimetatakse solenoidiks, kuna see on keeratud kokku heeliksina. Mida tihedamalt on traat mähitud, seda tugevam on mähises tekkiv magnetväli. Kaks patarei otstes olevat püsिमagnetit tekitavad samuti oma magnetvälja. Sõltuvalt asendist võivad solenoidi ja magnetite magnetväljad asetseda paralleelselt, antiparalleelselt või teineteist nullivalt.

See selgitab, miks rong, sõltuvalt neodüümmagnetite asukohast, liigub erinevates suundades või seisab paigal.

**Kestus:** 45 minutit

**Eesmärgid:** valmistada elektromagnetite abil liikuv ese

**Õppeained:** füüsika

**Teemad:** polaarsus, solenoid, elektromagnetism, elektri- ja magnetvälja omavaheline suhestumine

**Sihtgrupp:** õpilased vanuses 14–17 aastat

**Materjalid:** isoleerimata vasktraat, patareid, ümarad neodüümmagnetid, kompass, silindrikujuline ese

**Internetiotsingu märksõnad:** elektromagnet, magnetiline solenoid, Lorentzi jõud, Ampere'i seadus

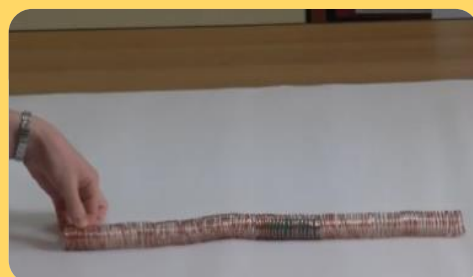
**Lisainfo:**

[bit.ly/2ILv8jg](http://bit.ly/2ILv8jg)

[bit.ly/2FeGMCf](http://bit.ly/2FeGMCf)

**Videoõpetus:**

[youtu.be/WAWhDZ-fv\\_U](http://youtu.be/WAWhDZ-fv_U)



## Happevihm (1/2)

### Tegevuse läbiviimine

Jagage klass 3- kuni 4-liikmelisteks rühmadeks ja andke neile kätte katse materjalid. Tehke nendega katse koos läbi.

Esimene samm. Pange ühele purgile silt kirjaga „äädikas” ja teisele kirjaga „vesi.”

Teine samm. Lisage umbes 230 ml äädikat äädikapurki. Pange äädika sisse kirjaklamber, munakoore tükk ja roheline leht. Keerake purgile kaas peale.

Kolmas samm: Lisage umbes 230 ml vett veepurki. Pange destilleeritud vee sisse kirjaklamber, munakoore tükk ja roheline leht. Keerake purgile kaas peale.

Jätke purgid üheks ööks aknalauale või mujale turvalisse kohta seisma.

Kirjutage oma tähelepanekud üles (tooge välja kõik, mis kummaski purgis olnud esemetega juhtus) ning korrake märkmete tegemist päev hiljem ja uuesti kaks päeva hiljem.

Paluge õpilastel

- kirjeldada, mis juhtus orgaaniliste esemetega (lehe ja munakoorega) happelises lahuses (äädikas);
- kirjeldada, mis juhtus anorgaanilise esemega (kirjaklambriga) happelises lahuses (äädikas);
- vastata küsimusele, kas happevihm mõjub elusloodusele samamoodi;
- vastata küsimusele, kas happevihm mõjub eluta loodusele samamoodi.

### Selgitus

Happevihm ehk happesademed on lai mõiste, mis hõlmab mis tahes happeliste ühendite sademeid, sealhulgas väävel- või lämmastikhappe sademeid, mis tahkel või märjal kujul atmosfäärist maapinnale langevad. Happevihmaks võib olla nii vihm, lumi, udu, rahe kui ka isegi tolmu.

Happevihm tekib, kui vääveldioksiid (SO<sub>2</sub>) ja lämmastikoksiidid (NO<sub>x</sub>) eralduvad atmosfääri ning kanduvad tuule ja õhuvoolude toel edasi. Vääveldioksiid ja lämmastikoksiidid reageerivad vee, hapniku ja teiste kemikaalidega ning selle käigus tekivad väävel- ja lämmastikhapped.

**Kestus:** 45 minutit

**Eesmärk:** saada teada, miks happevihm on õhusaaste vorm, mis liigub tuulte abil läänest itta

**Õppeained:** keemia, bioloogia

**Teemad:** hapete reageerimine teiste ainetega, happed ja metallid, happed ja soolad, happed ja magevesi, happed ja muld, happed ja taimed

**Sihtgrupp:** õpilased vanuses 12–18 aastat

**Materjalid:** 2 väikest või keskmist klaaspurki, äädikas (happeline lahus), vesi, 2 keskmist munakooretükki (süsihappe sool), 2 väikest rohelist lehte, 2 kirjaklambrit, maalriteip ja pastapliiats (anumate sildistamiseks), kaks umbes 4-sentimeetrist laia spektriga (0-14 pH) lakmuspaberit

**Internetiotsingu märksõnad:** happevihm, lämmastikuringe, inimõju lämmastikuringele, väävliringe

**Lisainfo:**

[en.wikipedia.org/wiki/Acid\\_rain](https://en.wikipedia.org/wiki/Acid_rain)

## Happevihm (2/2)

Happevihm võib atmosfääris pikki vahemaid läbida, liikuda mitte üksnes ühest riigist teise, vaid lausa ühelt kontinendilt teisele. Happevihm võib esineda ka lume, veeauru ja kuiva tolmu kujul.

Vihm sajab mõnikord alla kümneid kilomeetreid saasteallikast eemal, kuid kõikjal, kuhu see langeb, võib see avaldada tõsist mõju mullale, puudele, hoonetele ja veele.

On leitud, et happevihm on kahjulik metsadele, mageveele ja pinnasele, tappes putukaid ja vee-elukaid, pannes hoonetel värvi kooruma, metallist konstruktsioonid (nt sillad) roostetama ja kulutades kivihooneid ja monumente ning mõjudes halvasti ka inimeste tervisele.

Videoõpetus:

[youtu.be/Kdrk3ECT\\_m4](https://youtu.be/Kdrk3ECT_m4)





## Muusika ja füüsika (1/2)

### Tegevuse läbiviimine

Jagage klass 5- kuni 6-liikmelisteks rühmadeks ja andke neile kätte katse materjalid. Tehke nendega katse koos läbi.

Esimene samm. Võtke välja 2 ühesugust ja 6 üksteisest erinevat klaasi.

Teine samm. Järgmiseks vajate metall-, puit- ja plastikeset, millega klaasidele koputada. Mitu katset nendega läbi viia saate?

Kolmas samm. Proovige vahetada katses kasutatavaid klaase, mõjumaterjale ja vedelikku.

Neljas samm. Täitke klaas vee või õliga ja püüdke leida viise, kuidas heli omadusi muuta.

Viies samm. Valage klaasidesse vesi või õli. Esimene klaas täitke ääreni, järgmine pisut vähem jne, kuni selleni, et viimane klaas jääb peaaegu tühjaks.

Kuues samm. Lööge lusikaga ükshaaval klaaside pihta.

Paluge õpilastel vaadelda järgmiseid aspekte.

- Millised tegurid (klaasi tüüp, vedeliku hulk, vedeliku tüüp, löömiseks kasutatud ese) mõjutasid heli omadusi (kõrgust, tooni, valjust, kestust)?
- Milliste intervallidega heli õnnestus tekitada? (Täistoonid, pooltoonid, oktav jne)
- Millise vedeliku puhul tekkis kõige selgem heli? (Tihedus vs toon)
- Kirjutage lühike, 4-taktiline muusikapala ja proovige see klaasidel ette mängida.

### Selgitus

Tühi klaas tekitab kõrgema heli kui täis klaas. Sellele lisaks

- on vee tihedus õlist erinev ja see mõjutab heli tooni;
- mõjutab klaasi tüüp (klaas, kristall, kõrge, madal, laiem või kitsam) heli kvaliteeti;
- sõltub helikõrgus sellest, kas klaasi koputatakse metallist, plastikust või puidust esemega.

**Kestus:** 45 minutit

**Eesmärgid:** õppida tundma heli omadusi, leidma seoseid muusika ja füüsika vahel, mõistma võngete sageduse, tiheduse ja ulatuse tähendust

**Õppeained:** muusika ja füüsika

**Teemad:** heli omadused (valjus, kõrgus ja toon), võngete sagedus, tihedus ja ulatus

**Sihtgrupp:** õpilased vanuses 14–15 aastat

**Materjalid:** 8 klaasi (kaks ühesugust ja kuus erinevat: kõrget, madalat, laiemat või kitsamat), õli, vesi, metall-, puit- ja plastikeset, kätekuivatuspaber

**Internetiotsingu märksõnad:** intensiivsus, kestus, sagedus, kõrgus, tihedus, toon

**Lisainfo:**

[en.wikipedia.org/wiki/Sound](https://en.wikipedia.org/wiki/Sound)

**Videoõpetus:**

[youtu.be/krGd0D09i6Q](https://youtu.be/krGd0D09i6Q)





## Muusika ja füüsika (2/2)

Muusikaline vaatenurk. Heli kirjeldamiseks kasutame selle nelja põhiomadust.

- Kõrgus. Helikõrguse abil saame hinnata seda, kas heli on kõrge või madal. Helikõrgus sõltub heliallika võnkesagedusest.
- Toon. See viitab kahele helile, mille kõrgus ja valjus on sama, kuid mis erinevad teineteisest akustiliselt. Kõik muusikariistad ja inimhääled helisevad erineva tooniga.
- Tugevus. Kui vali heli on? Heliintensiivsust mõõdetakse detsibellides (dB). Mida tugevam on heliallika heli, seda suurem on tekkiv helilaine. Intensiivsus on helilaine mõõdetav omadus.
- Kestus. See näitab perioodi, mille jooksul heli on tajutav.

Füüsikaline vaatenurk. Heli omadused on seotud füüsikaliste nähtustega.

- Helisagedus iseloomustab perioodilist võnkumist, seda mõõdetakse hertsides (Herz) (sagedus ja kõrgus).
- Iga materjali (vee, õli, mee) tihedus on erinev (tihedus ja toon).
- Võngete ulatus näitab aega, mille jooksul heli on tajutav (intensiivsus ja kestus).



## Osmoos (1/3)

### Tegevuse läbiviimine

Esimene ülesanne: osmoos kartuli mugula kudedes

1. Kirjutage markeriga katseklaaside põhjadele numbrid.

- Täitke esimene katseklaas umbes poole ulatuses deioniseeritud veega.
- Täitke teine katseklaas umbes poole ulatuses 12% suhkrulahusega.
- Täitke kolmas katseklaas umbes poole ulatuses 34,2% suhkrulahusega.

2. Paluge juhendajatelt kolm puhast kartulitükki, mis oleksid ühesuurused, kandilised ja 1 cm paksused.

Pühkige esimene tükk ettevaatlikult imava paberiga kuivaks, kaaluge kartulitükk täppiskaalul ning märkige tulemus tabelisse (kartuli algse massi tulpa). Seejärel pange kartulitükk üleni esimese katseklaasi lahusesse.

Kaaluge ära teine kartulitükk, kandke tulemus tabelisse ja pange kartulitükk üleni teise katseklaasi lahusesse.

Korrake sama kolmanda kartulitükiga.

Laske kartulitükkidel 30 minutit lahustes seista.

3. Eemaldage pintsettidega kartulitükid katseklaasidest ja pange need majapidamispaberile üksteise kõrvale ritta. Pühkige kõik tükid majapidamispaberiga hoolikalt üle.

4. Kaaluge kõik tükid üle ja kandke tulemused tabelisse (kartuli lõpliku massi tulpa).

| Katseklaas | Suhkrulahuse % | Kartuli algne mass | Kartuli lõplik mass | Masside erinevus |
|------------|----------------|--------------------|---------------------|------------------|
| 1          | 0              |                    |                     |                  |
| 2          | 12             |                    |                     |                  |
| 3          | 34,2           |                    |                     |                  |

**Kestus:** 60 minutit

**Eesmärgid:** jälgida osmoosi tekkimist

- a) makroskoopiliselt,
- b) mikroskoopiliselt

**Õppeained:** keemia, bioloogia

**Teemad:** lahus, hüpertoonilisus, hüpotoonilisus, poolläbilaskev membraan, taimerakk, mikroskoop, plasmolüüs

**Sihtgrupp:** õpilased vanuses 15–18 aastat

**Materjalid:** mikroskoop, täppiskaal, katseklaasid, Lugoli lahus, soolalahus, deioniseeritud vesi, 0,35M (12%) ja 1M (34,2%) suhkrulahused, värske kartuli pulgad, tükk sibulat

**Internetiotsingu märksõnad:** osmoos

**Lisainfo:**

[en.wikipedia.org/wiki/Osmosis](https://en.wikipedia.org/wiki/Osmosis)

**Videoõpetus:**

[youtu.be/0\\_FKNC51o9o](https://youtu.be/0_FKNC51o9o)



## Osmoos (2/3)

Teine ülesanne: sibulataime rakkude vaatlemine tava-tingimustes ja plasmolüüsi olekus

1. Võtke sibulast õhuke kilejas tükk ja hoidke seda ettevaatlikult, et selle sisemust uurida. Lõigake skalpelliga tükist kaks väikest tükki suuruses umbes 2x2 cm.

2. Eemaldage kilejas sibulatükk pintsettidega, et sellega ei tuleks kaasa aluskihi kudesid.

3. Pange mõlemad kilejad tükid ettevaatlikult samale alusklaasile selle servadesse, et tükid kokku ei voltuks. Kui see peaks juhtuma, lükake tükid anatoomilise nõelaga tagasi lamedaks.

4. a. Valage üks tilk Lugoli lahust (värvi) ühe kileja tüki peale ja jätke tükk 2-3 minutiks seisma (1. preparaat).

b. Valage teise kileja tüki peale paar tilka soolalahust (25-protsendilist), et tükk oleks täielikult kaetud ja oodake 3-5 minutit. Seejärel lisage tilk Lugoli lahust ja jätke tükk 2-3 minutiks seisma (2. preparaat).

5. Pange mõlamale preparaadile katteklaas peale, veendudes, et õhumulle ei tekiks. Katte alt välja immitsev vedelik pühkige ära filterpaberiga.

### Selgitus

Osmoosiks nimetatakse nähtust, kus lahusti (näiteks vee) molekulid liiguvad poolläbilaskva membraani kaudu vähemkontsentreeritud (hüpotoonilisest) lahusest kontsentreeritumasse (hüpertoonilisse) lahusesse.

Poolläbilaskev membraan on selline membraan, mille pooridest lahusti molekulid saavad läbi minna, kuid mille kaudu lahustunud aine molekulid või ioonid ei saa läbi tungida. On olemas nii looduslikke poolläbilaskvaid membraane (nt rakumembraan) kui ka sünteetilisi poolläbilaskvaid membraane (nt tsellofaan).

Nende membraanide pooride suurus on reeglina väiksem kui 250 nm. Poolläbilaskvate membraanidena saab kasutada ka looduslikke, eelkõige loomseid membraane (tsüste).



## Osmoos (3/3)

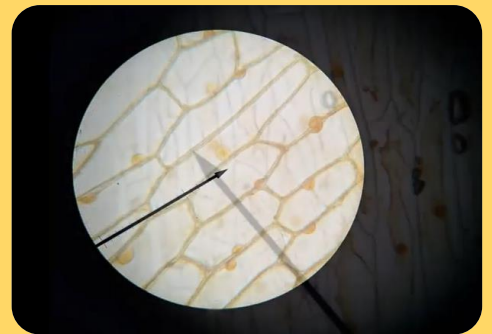
Osmoos on oluline mitmete rakkude toimimisega seotud bioloogiliste protsesside jaoks. Rakud sisaldavad vesilahusena orgaaniliste ühendite (nt valkude) ja soolade molekule. Nende rakukestad on poolläbilaskvad, s.t ei lase suuremõõdulisi aineid kas üldse läbi või teevad seda vähesel määral.

Seega, kui taimerakk kastetakse üleni vette ehk hüpotoonilisse lahusesse, imbib vesi osmoosi tõttu raku sisse ja rakk paisub. Seda nähtust nimetatakse turdumiseks.

Kui taimerakk satub aga hüpertoonilisse lahusesse, imbib vesi taimerakust välja ja taim tõmbub kokku. Seda nähtust nimetatakse plasmolüüsiks.

Peaaegu sama nähtus esineb loomarakkudes, kuid veelgi tugevamalt. Kui hüpotoonilise lahuse mõjul on paisumine väga ekstreemne, võib loomarakk selle tulemusena lõpuks hävida.

Seega on hüpotooniliste lahuste manustamine veeni kaudu väga ohtlik, kuna võib põhjustada punaste vereliblede paisumist ja lõhkemist. Seda nähtust nimetatakse hemolüüsiks. Kui punased verelibled panna istoonilisse, 0,9-protsendilisse naatriumkloriidi (NaCl) lahusesse, jääb nende kuju ja suurus muutumatuks.



## Hõõrdumise vähendamine (1/1)

### Tegevuse läbiviimine

Jagage klass 3- kuni 4-liikmelisteks rühmadeks ja andke neile kätte katse materjalid. Tehke nendega katse koos läbi.

Esmalt tuleb igal rühmal ehitada CD- või DVD-plaadile konstruktsioon, millele kinnitada pudelikael ja täispuhutud õhupall.

Seejärel laske õhupall tühjaks, tekitades õhukihi CD-plaadi ja pinna vahele.

Liigutage CD-plaati pinna peal, kui õhupall on õhust tühi, ja vaadake, mis CD-plaadiga juhtub.

Sama katset võite korrata õlise pinnaga.

Paluge õpilastel:

- kirjeldada, kuidas hakkasid CD-plaadid laual liikuma, kui õhupallidest õhk väljus;
- kirjeldada, mis juhtus CD-plaatidega laual, kui pind oli puhas ja kui pind oli õline;
- vastata, mida ütleb nähtu neile hõõrdejõu kohta.

### Selgitus

Hõõrdejõud on jõud, mis takistab ühel kehal teise keha suhtes liikumast, kui need kaks keha on omavahel ühenduses. See on jõud, mida kumbki keha nende vahele jäävale pinnale avaldab ning mis on mõlema keha suhtes vastassuunaline.

Hõõrdejõud on püsiv ja peaaegu nähtamatu. Tänu sellele saame kõndida, ronida, joosta, süüa sööki maha pillamata, mängida keelpille, kirjutada, kustutada jne.

Kujutage ette maailma, kus hõõrdejõudu ei oleks ja kus me ei saaks ühtki ülaltoodud tegevust teha, sest põhimõtteliselt on hõõrdejõud see, mis vastutab looduses materjalide normaalse liikumise ja tasakaalu eest.

On mitmeid olukordi, kus on vaja kehadevahelist hõõrdumist vähendada ja seda on võimalik saavutada mitmel eri moel, millest üht kirjeldame katses, mille antud teema jaoks oleme ette valmistanud.

**Kestus:** 40 minutit

**Eesmärgid:** õppida tundma hõõrdumist ja võimalusi selle vähendamiseks

**Õppeained:** füüsika

**Teemad:** hõõrdumine, hõõrdumise vähendamine, hõõrdeegurid

**Sihtgrupp:** õpilased vanuses 12–18 aastat

**Materjalid:** õli, hulgaliselt CD- või DVD-plaate, hulgaliselt õhupalle, suur laud, hulgaliselt keermega plastikust pudelikaelu, tugevat liimi

**Internetiotsingu märksõnad:** hõõrdeegurid, pinnad, liikumine

**Lisainfo:**

[en.wikipedia.org/wiki/Friction](https://en.wikipedia.org/wiki/Friction)

**Videoõpetus:**

[youtu.be/glDV1shvOGM](https://youtu.be/glDV1shvOGM)



## KOKKUVÕTE

Aruanne on kaheaastase projekti tulemus. Selle keskmes oli koostöö, parimate kogemuste vahetamine ning teadusteamade õpetamis- ja õppismeetodite tundma õppimine erinevate kultuuride puhul.

Projektis osalenud loodavad siiralt, et see aruanne aitab teil STEM-ained hõlpsamalt ja kaasahaaravamalt õpetada ning inspireerida õpilasi teadusele n-ö käsi külge panema.

Lisateavet saate meie Facebooki lehelt, Youtube'i kanalist ja/või projektipartneritelt.

[www.facebook.com/boostingscienceatschool/](http://www.facebook.com/boostingscienceatschool/)

[www.youtube.com/boostingscience](http://www.youtube.com/boostingscience)





# Boosting Science Education at School



Kaasrahastas  
Euroopa Liidu programm  
„Erasmus+”



Erasmus+ programmi strateegilise koostöö projekt  
Lepingunumber: 2017-1-IT02-KA201-036739