

A group of people, mostly women, wearing white lab coats are gathered around a table in a laboratory or museum setting. They appear to be engaged in a hands-on activity or discussion. In the background, other people in lab coats are visible, some standing and some working at a counter. The environment is brightly lit, and there are various pieces of equipment and materials on the table.

**SINU ROLL TEADUSES: KEEMILISED  
REAKTSIOONID**

**TEADUSKESKUSTELE  
JA MUUSEUMIDELE**

## SINU ROLL TEADLASENA: KEEMILISED REAKTSIOONID

### ÜLDINFO

Vanuserühm	13 - 16 aastat
Formaat	Töötuba
Kestus	60 minutit

### ÜLEVAADE

Selles töötoas on osalejatel unikaalne võimalus uurida erinevaid materjale, kemikaale ja näidiseid ning läbi teaduskatseid, et uurida laialt levinud ainete omadusi. Õpilased saavad ise läbi viia ühe teadusliku uurimuse ning mõistavad seeläbi paremini teaduse tähtsust ühiskonnas. Õpilaste katsete põhjal toimub töötoa lõpus arutelu selle üle, mida tähendavad teadustöö ja teadlase elukutse ning õpilased oskavad töötoas kogetut seostada „suurema pildiga“, laiema ühiskondliku kontekstiga.

### EESMÄRGID

- Anda osalejatele võimalus uurida LTT erialasid praktilisest küljest
- Anda osalejatele ülesanne, mille käigus nad saavad keskenduda nii üksikasjadele kui suuremale pildile
- Äratada noortes (nii poistes kui tüdrukutes) huvi teadusteemade ja –töö vastu
- Tutvustada noortele laboratoorse uurimustöö käiku
- Tutvustada noortele teadlase tööelu
- Tutvustada erinevaid ülesandeid, millega laboris töötades kokku puututakse
- Tutvustada teadustöö ühiskondlikku tähtsust
- Pakkuda õpilastele üllatavaid elamusi

## SOOVITUS TÖÖTOA LÄBI VIIMISEKS

Tegevuse võib läbi viia mitmete erinevate ürituste raames: peredele või keskkoolidele suunatud teaduspäeva sündmusena, töötoana kooligruppidele. Samuti võib see olla töötuba teadusmuuseumi laboris, mõni eriüritus (nt pühade puhul), noortele suunatud karjääriplaneerimis- või infopäev.

### SIHTGRUPP

Vanus	13 – 16 aastat
Osalejate arv	25 - 30
Juhendajate arv	2
Sihtgrupp	Õpilased, (eriüritust) külastavad noored või pered

### FORMAAT

Töötuba.

### KÄSITLETAVAD TEEMAD

Töötoas uuritakse keemilisi reaktsioone, mis tekivad destilleeritud vees lahustatud BTS (bromotümoosinine),  $\text{CaCl}_2$  ja  $\text{NaHCO}_3$  koostoimel. Ülesande keskmes on aluse/happe reaktsioon, kus BTS on indikaator.

Ise katsetades saavad õpilased aimu, milline võib olla päris teadlase tööülesanne ning ehk paneb see neid kaaluma teadusalast tööd võimaliku erialavalikuna.

Praktilisele tööle järgneva arutelu käigus näidatakse seost laboratoorse töö ja eluliste olukordade vahel, millega õpilased saavad samastuda.

## TEGEVUSE KESTUS










1 tund.

## KASULIKUD VIITED, VIDEOD, ARTIKLID

- <http://www.chymist.com/zip%20lock%20bag.pdf>
- <http://people.chem.ucsb.edu/feldwinn/darby/DemoLibrary/DemoPDFs/Demo023.pdf>
- <https://www.youtube.com/watch?v=N4QOdVwj1Uw>

## TÖÖVAHENDID

Lühike juhis töötoa läbiviijale	<u>Laadi alla lisa 1 (inglise keeles)</u>	1
Lühike juhis õpilastele	<u>Laadi alla lisa 2 (inglise keeles)</u>	1 iga laua kohta
1-liitrised <i>grip</i> -kotid (või max. 1,5-liitrised)		3 iga laua kohta
20ml BTS pudelid (bromotümool, happesuse indikaator) lahustatud destilleeritud vees, pipetiga	 või	1 iga laua kohta
Mustad topsid CaCl <sub>2</sub> -ga (kaltsiumkloriid)		1 iga laua kohta

Valged topsid $\text{NaHCO}_3$ -ga (naatriumvesinikkarbonaat/küpsetuspulber)		1 iga laua kohta
Väikesed mõõtetopsid	 või 	3 iga laua kohta
Mõõtelusikas		1 iga laua kohta
(Pasta)pliats & paber		2 iga laua kohta
Uhmer (vajaduse korral)		1 iga laua kohta
Laborikitlid		1 igale õpilasele
Kaitseprillid		1 paar igale õpilasele
Paberkäterätid		1 rull/pakk iga töökoha jaoks

## **ASUKOHT**

Valmista ette eksperiment 1. osa jaoks: see on teaduskatse, mille käigus õpilased saavad ise teha otsuseid erinevate ainete kasutamise osas (ning ei pea ainult ette antud juhiseid järgima).

Ole juhendajate valimisel hoolikas.

- Õpilased võivad eelistada karismaatilist juhendajat, kellel on varasem kogemus õpilaste juhtimisel, mõned õpilased tunnevad ennast paremini, kui juhendaja on noor, kellega nad samastuda saavad
- Jälgi, et sinu poolt valitud juhendajad – teadushariduse spetsialistid ja teadlased esindaksid mitmesuguseid ameteid/omadusi. Välti hierarhiat, kus kõrgema positsiooni esindaja = mees, madalama positsiooni esindaja = naine.

Kindlasti tuleks töötoa toimumiseks valida selline ruum, kus lisaks katsete läbi viimisele saavad õpilased ka rühmades arutleda. Iga 3-4 õpilase kohta on vaja ühte töölauda/töökohta.

## **KIRJELDUS JA AJALINE MÄÄRATLUS**

### **TÖÖ GRUPPIDES**

Õpilased töötavad terve aja gruppides (3-4 liiget) ning neile antakse selged juhised ülesannete lahendamiseks. Juhendaja roll on julgustada kõiki õpilasi rühmatööst osa võtma, jälgida, et nad ülesannetega hätta ei jääks, soodustada küsimuste esitamist ja arutelusid, selgitada, mis on läbi viidavate katsete mõte ja nende olulisus laiemas teaduslikus/ühiskondlikus kontekstis (võimaluse korral võiks mainida ka mitmekesisuse positiivset mõju).

### **SISSEJUHATUS**

#### **Sissejuhatus töötuppa - 5 minutit**

Juhendaja näitab osalejatele materjale, selgitab ohutusreegleid ja tutvustab ennast. Järgnevalt on välja toodud mõned punktid, millest juhendaja enda tutvustamisel lähtuda võiks:

- Milline on sinu töökoht ja kuidas sa selleni jõudsid (hariduskäik ja/või eelmised töökohad)?
- Milline näeb välja sinu tavaline tööpäev? Kellega sa koos töötad?
- Milline on „teadlase töö(ülesanne)“?
- Räägi õpilastele lühidalt, mis neid ees ootab, selgita, et nad saavad teha tööd, mida teevad päris teadlased – viia läbi teadusliku uurimuse, mille üks osa on nende enda valitud katse.

Juhendaja püstitab uurimisküsimuse, millele õpilaset teaduskatse tegemise käigus vastuse leiavad ning selgitab ka natuke küsimuse laiemat konteksti. Seejärel küsib ta õpilastelt alljärgnevad küsimused (kindlasti tasub rõhutada, et kõik vastused on „õiged“ ning julgustada õpilasi vabalt mõtteid avaldama).

- Kas sa oled kunagi keemialaboris käinud?
- Millega keemikud sinu arvates tegelevad?
- Kuidas teadlaseks saadakse?
- Mis on sinu arvates reaktsioon?

## TEGEVUSE KÄIK

Juhendaja selgitab õpilastele, et nad viivad läbi teadusliku katse, mille käigus toimub keemiline reaktsioon, mis näitab, kas katses kasutatud aine on alus või hape.

Töötoas võib kasutada näiteks puhastusvahendeid: happelised tooted reageerivad kaltsiumiga (vannitoas) ja aluselised ained reageerivad rasvaga (ahjus), ent alused põhjustavad reaktsiooni ka kokkupuutel nahaga.

### Juhendatud katse, 15 minutit

Mõnikord peavad teadlased järgima väga täpseid juhiseid või juba toimunud katsete protseduureegleid, et avastada ja mõista teatud ainete omadusi. Näiteks juhul, kui ühte ja sama katset tahetakse läbi viia erinevate ainetega.

Kõigepealt viiakse läbi juhendatud katse suletavas kilekotiga (*grip*-kotiga):

Igal rühmal (4-5 õpilast) on järgnevad töövahendid:

- 3 *grip*-kotti
- 50ml pudel BTS-i (bromotümool, happesuse

- indikaator), mida on
- lahjendatud destilleeritud vees
- must tops  $\text{CaCl}_2$ -ga
- valge tops  $\text{NaHCO}_3$ -ga
- 3 mõõdutopsi
- 1 mõõdulusikas
- uhmer (vajaduse korral)
- paber ja pliiaats
- paberkäterätikud.

Õpilased viivad katse läbi koos juhendajaga, kes suunab neid juhendi põhjal:

- (vajaduse korral) jahvata  $\text{CaCl}_2$  tükid uhmris peeneks puruks
- Võta üks *grip*-kott
- Pane kotti 4 teelusikatäit  $\text{NaHCO}_3$ -d ja üks teelusikatäis  $\text{CaCl}_2$ -te
- Vala mõõtetopsi 10 ml destilleeritud vees lahustatud BTS-I ja asetä tops püstiselt kilekoti põhja
- Sule kott ja proovi sellest õhk välja suruda. Jälgi, et mõõtetops püsiks püsti
- Raputa kotti ja jälgi, mis juhtub
- Kirjuta oma vaatlusandmed üles.

Õpilased dokumenteerivad oma vaatlusandmeid.

*Juhendaja liigub töö käigus erinevate rühmade juurde. Rühmade tööd jälgides kuulab ta õpilaste kommentaare, mis on seotud muutustega värvis, temperatuuris vahu/mahu hulgas, aga ei kommenteeri ise midagi.*

Kui segame kilekotis kokku  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NaHCO}_3$  ja BTS-i, näeme ja kogeme kilekotti katsudes erinevaid muutusi:

- Kott kõigepealt kuumeneb ja seejärel jahtub
- Aine värv muutub
- Kotti paisumisel tekib vaht

Selles faasis ühtegi muutust ei kommenteerita, vaid jätkatakse katsega.

### **Iseseisev katse, 15 minutit.**

Kui teaduskatse võimaldab kasutatavate materjalide osas paindlikum olla, saavad teadlased läbi viia ka katseid/eksperimente, mis ei eelda niivõrd ranget protseduureeglite järgimist. Selliseid katseid tehakse näiteks siis, kui tahetakse välja



uurida, kuidas muutuvad reaktsioonid, kui muudetakse ainete koguseid. Seda püüame ka selles töötoas välja selgitada. Kilekotiga võib nüüd vabalt katsetada:

*Juhendaja selgitab, et kui tahame teada saada, mis katse käigus toimub, peame me tegema teise katse, kus vahetame muutujaid. Näiteks võib teha nii, et uues katses tohib kasutada korraga ainult kahte ainet.*

Igal rühmal on kaks lisakotti ja –möötetopsi ning nad saavad ise avalida, milliste aineteiga katse läbi viia, et uurida ja mõista, mis kilekotis toimub.

Õpilased dokumenteerivad oma vaatlusandmeid. Juhendaja liigub ringi ja jälgib gruppide tegevust.

## KOKKUVÕTE

### Arutelud, 25 minutit

#### ***lga rühma tulemuste ja leidude arutelu.***

Mida me selle katse käigus avastasime?

- $\text{CaCl}_2$  lahus on kergelt happeline ja BTS annab sellele kollase värvuse. Selgita mõisteid „alus“ ja „happe“
- $\text{NaHCO}_3$  lahus on leeliseline ja BTS annab sellele sinise värvuse.
- Kui me need kaks lahust kokku segame, toimub aluse-happe reaktsioon, mille käigus vabaneb  $\text{CO}_2$ . Kõigepealt tekivad mullid ja kilekott täitub õhuga. ( $\text{CO}_2$  – süsihappegaas - tekib  $\text{CaCl}_2$  ja  $\text{NaHCO}_3$  reageerimisel veega,  $\text{H}_2\text{O}$ -ga)
- Kui kilekotti katsuda, on see algul soe (sest  $\text{H}_2\text{O}$  ja  $\text{CaCl}_2$  reageerimisel eraldub soojus), toimub eksotermiline reaktsioon.
- Siis muutub kott külmaks (kuna  $\text{CaCl}_2$  ja  $\text{NaHCO}_3$  reageerimisel eralduv  $\text{CO}_2$  neelab kuumust), toimub endotermiline reaktsioon.
- Katse põhimõte seisneb selles, et toimub happe-aluse reaktsioon, kus BTS on indikaatoraine.

***Mis see on, mida te just tegite? Mis olid teie erinevad ülesanded/millised on teadlaste ülesanded selliste katsete läbi viimisel?***

- Muutujate valimine
- Vaatluste läbi viimine
- Järelduste tegemine

- katse käigu ja tulemuste dokumenteerimine.

Juhendaja võib omalt poolt välja tuua omadused, mis teadlase töö jaoks vajalikud on, tuginedes muuhulgas ka enda kogemusele: sihikindlus, töökus, oskus töötada nii iseseisvalt kui ka meeskonnas, valmisolek nii õnnestumisteks kui ebaõnnestumisteks.

***Millised ülesanded teadlastel veel olla võivad/milliseid töid saavad teha keemia eriala lõpetajad?***

Kui õpilastel sobivaid näiteid pähe ei tule, võib juhendaja ise mainida järgmiseid elukutseid ja ülesandeid, mis on ka head näited teadustöö ühiskondlikust olulisusest:

- Õpetaja (nagu osalejate enda õpetaja)
- Muuseumipedagoog või -giid
- (Teadus)ajakirjanik
- Artiklite avaldamine teadusajakirjades
- Info jagamine kolleegidega (sh välismaal), nii et uuringute tulemustest oleks kasu ka teistel teadlastel
- Loovus, oskus eristada olulist ebaolulisusest uuringute planeerimisel
- Poliitikakujundamine: valitsusasutused saavad uurimistulemusi ja avastusi kasutada ühiskonna jaoks oluliste probleemide lahendamiseks
- ...jne.

Juhendaja (või mõni teine teadlane, kes laboris kohal on) räägib õpilastele oma igapäevatööst:

- Milline on tema (tavaline) tööpäev?
- Kellega ta koos töötab?
- Millised on tema tüüpilised tööülesanded?
- Jätkates samal teemal – juhendaja selgitab, kuidas toimub töö laboris:
  - Kuidas toodetakse aineid, mida looduses ei leidu
  - Kuidas (vajaduse korral) puhastatakse looduses leiduvaid aineid
  - Kemikaalide tootmine (seaduslik VS ebaseaduslik tootmine)

- Erinevate materjalide uurimine (näiteks radioaktiivsed ained ja veel avastamata elemendid)
- Erinevat tüüpi laborid ja erinevad analüüsid, mida seal tehakse (näiteks pinnase analüüsimine või kodukeemia testimine).

### ***Mida sinu arvates erinevates laborites uuritakse?***

*Selgita, et labor võib kuuluda näiteks haigla või ülikooli juurde, aga see võib olla ka väikese või suure ettevõtte või valitsusasutuse osa. Lisaks laboratooriumidele, kus tehakse teaduslikke uuringuid, on ka laboreid, kus tehakse tööd praktilisemate eesmärkide nimel:*

#### Kvaliteedilaborid

Paljudes ettevõtetes on laborid kvaliteedi kontrollimiseks: seal testitakse tooraine, abimaterjalide, töös olevate ja valmis toodete puhtust ja erinevaid omadusi. Ravimi- ja toidutööstuses on mikrobioloogilabori olemasolu hädavajalik, et vältida toidumürgitusi ja toodete saastumist.

#### Haiglalabor

Haiglates on erinevad laborid: üldkliiniline keemia/hematoloogilabor, mikrobioloogia-, toksikoloogia- ja patoloogilabor. Neis uuritakse igasuguseid kehavedelikke, aga eelkõige verd, uriini, väljaheiteid, sülg ja kudesid. Üldkliinilised keemia/hematoloogilaborid töötavad enamasti ööpäevaringselt ja seal teostatakse kõige ajakriitilisemaid analüüse. Teised eelpool mainitud laborid ei tööta pidevalt, vaid ainult vajaduse korral. Haigla laborit juhivad laborispetsialistid. Kliinilise keemia laboris on selleks kliiniline keemik, mikrobioloogilaboris kliiniline mikrobioloog, patoloogilaboris patoloog. Toksikoloogilaborit juhivad haigla farmatseutid.

#### Kohtumediitsiinilabor

Kohtumediitsiinilaboris uuritakse erinevaid jälgi, et selgitada välja kuritegude üksikasjad ja püüda kinni kurjategijad. DNA jälgede uurimise kompetents on viimastel aastatel nii palju kasvanud, et võimalik on lahendada ka vanemaid kuritegusid, mille tõendeid ja jälgi ei olnud seni õnnestunud tuvastada.

## Ehituslabor

Siin on mõned uurimisobjektid ja –valdkonnad:

- Tuulekahjustus ja –koormus majadele ja majade ümber (uuringuid tehakse tuuletunnelis)
- Päikesevalguse ja varju hulk majades ja majade ümber
- Fassaadielementide õhu- ja veekindlus
- Heliisolatsioon seintel, ustel ja fassaadidel
- Kandekonstruksioonide tulekindlus.

***Millised ülesanded/tööd on ühiskonna seisukohast kõige olulisemad ja miks?***

***Kuidas me ühiskonda kõige rohkem mõjutada saame?***

Juhendaja räägib oma tähelepanekutest: erinevad inimesed, sugu jne.

***Kes arvab, et ta tahaks ka teadusvaldkonnas töötada (nagu mina☺)?***

## **SOOLISE KAASAMISE KRITEERIUMID**

Hypatia projekti käigus välja töötatud “soolise kaasamise kriteeriumid” on selle töötoa seisukohast väga olulised ning nende rakendamise üle tuleks arutada inimestega, kes töötube jm tegevusi läbi viivad. Veelgi enam, nende põhjal on võimalik omakorda paika panna kriteeriumid, mille alusel mõõta täiustatud tegevuse edukust Järgnevalt on välja toodud mõned näited, kuidas käesolev tegevus täidab soolise kaasamise kriteeriumid erinevatel tasanditel.

## **TÖÖTOA OLULISUS INDIVIIDI TASANDIL:**

- Töötuba hõlmab erinevaid võimalusi, kuidas õpilasi tegevustesse kaasata. Selleks toimuvad grupitööd/-arutelud ning näidatakse erinevaid viise teadusuuringute korraldamiseks (erinevad laborid ja ülesanded)
- Hõlmab erinevaid probleemilahendus- ja uurimismeetodeid, näiteks muutujate valimist, vaatluste teostamist, järelduste tegemist ja katse dokumenteerimist
- Töötoa tegevused paigutuvad selgesse, arusaadavasse konteksti, nii et õpilased mõistavad, millised on erinevad teadusalased ametid ja ülesanded

- Töötoas võetakse arvesse osalejate eelnevaid teadmisi ja kogemusi

### **TÖÖTOA OLULISUS KOOSTÖÖ TASANDIL:**

- Töötoas vahelduvad erinevad formaadid: ühine sissejuhatus ja juhiste andmine, töö rühmades ja üldised arutelud

### **TÖÖTOA OLULISUS ASUTUSE TASANDIL:**

- Töötuba toetab planeeritud tegevusi asutuses, olemasolevas laboris, kus see läbi viiakse
- Töötuba seostub konkreetse teadusasutuse ja teaduse üldise mõjukuse ja mainega – juhendaja arutleb õpilastega, millised on teadlase erinevad ülesanded ühiskonna seisukohast.

### **TÖÖTOA OLULISUS ÜHISKONDLIKUL/KULTUURILISEL TASANDIL:**

- Töötuba paigutab erinevad teadusalased ametid laiemasse ühiskondlikusse konteksti
- Tutvustab valdkondi, kus teadus saab töötada ühiskonna hüvanguks
- Avardab õpilaste vaadet ja arusaamu teadusest ja teadlastest
- Töötoas arutletakse, kuidas ja kus teadust ühiskonnas “vaja läheb”

## **ÕPIVÄLJUNDID**

Töötoa õpiväljundid on grupeeritud õpetajate/juhendajate ja osalejate kaupa:

### **Õpetajad või juhendajad:**

Pärast töötoa planeerimist ja ettevalmistamist peaksid õpetajal või juhendajal olema järgmised teadmised ja oskused:

- Kohandama tegevust selliselt, et see ärataks huvi suures hulgas õpilastes
- Koguda teadusest inspiratsiooni
- Olla teadlikud ja saada aru, kuidas motiveerida tüdrukuid ja poisse tegevuses osalema
- Olla teadlikud ja mõista kultuurilisi piiranguid, mis võivad avalduda õpetamise käigus erineva suhtumisena erinevast soost õpilastesse

- Mõista, kuidas sellistele piirangutele reageerida ja “vastu töötada”

### Õpilased/osalejad:

Töötoa lõpuks peaksid osalejatel olema järgmised teadmised ja oskused:

- Oskus analüüsida, millised faktorid põhjustavad erinevaid keemilisi reaktsioone
- Oskus läbi viia teaduslik eksperiment)
- Teadmine, millised oskused peavad teadlasel olema
- Ülevaade mitmesugustest ameteid ja ülesandeid, mida teadusalane töö hõlmab
- Teadmine, kuidas teadus saab olla kasulik ühiskonnale laiemalt.

### KOOSTÖÖPARTNERITE ANDMED:



Selle mooduli algversioon töötati välja NEMO teadusmuuseumis  
Amsterdamis, Hollandis. Kontakt: Meie van Laar, [vanlaar@e-nemo.nl](mailto:vanlaar@e-nemo.nl)