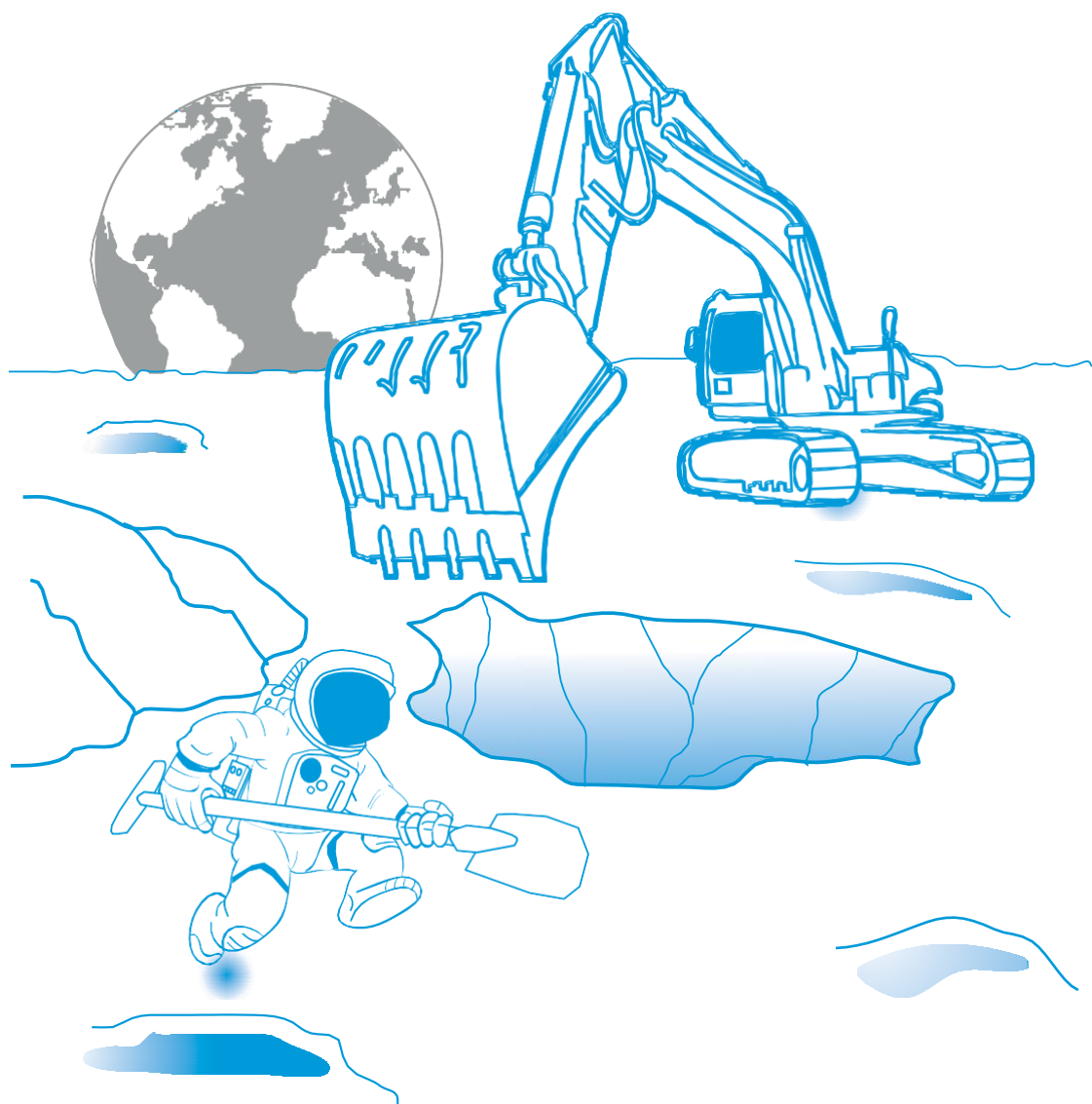
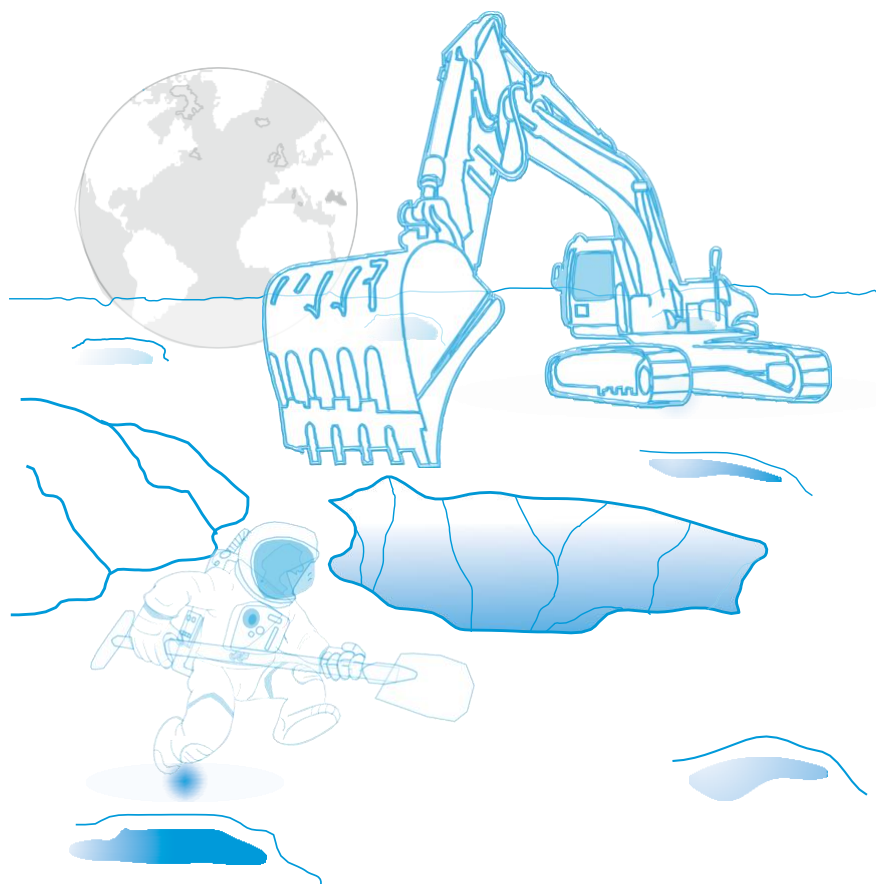


Õpeta kosmosega

→ VEE AMMUTAMINE KUU PINNASEST

Filtreerimine ja destilleerimine





Õpetaja juhend

Faktid lühidalt	lk 3
Tegevuste kokkuvõte	lk 4
Sissejuhatus	lk 5
Tegevus 1: Kas Kuul olev vesi on teistsugune?	lk 6
Tegevus 2: Filtreerida või destilleerida?	lk 9
Õpilaste töölehed	lk 13
Lingid	lk 22
Lisa	lk23

Õpeta kosmosega – vee ammutamine Kuu pinnasest | C10
www.esa.int/education

Euroopa Kosmoseagentuurile (ESA) saab anda tagasisidet siin:
teachers@esa.int

ESA Hariduse koostöö ESERO UK osakonnaga
Copyright 2018 © European Space Agency

→ VEE AMMUTAMINE KUU PINNASEST

Filtreerimine ja destilleerimine

Faktid lühidalt

Teema: keemia, füüsika

Vanusevahemik: 12–16

Tüüp: laboratoorne tegevus

Raskusaste: keskmine

Õpetaja ettevalmistusaeg: 30 minutit

Õppetunnile kuluv aeg: 1 tund ja 20 minutit

Kulud: madalad – kõik seadmed peaksid olema olema kooli laboris

Asukoht: labor

Hõlmab järgmiste ainete kasutamist: eelnevalt ettevalmistatud veest ja liivast tehtud jääkuubikud

Märksõnad: Kuu uurimine, filtreerimine, destilleerimine, aine erinevad olekud, üleminekud aine olekute vahel

Lühikirjeldus

Selles õppematerjalis õpitakse aine olekuid ja üleminekuid nende vahel, näitena kasutatakse vett Kuul peal. Erinevusi vee olekute üleminekutes Kuul ja Maal analüüsitakse rõhu ja temperatuuri graafiku abil. Õpilased võrdlevad kahte erinevat meetodit vee saamiseks Kuu pinnasest. Õpilastele antakse eelnevalt ettevalmistatud Kuu pinnasega sarnased tükid, et võrrelda destilleerimise ja filtreerimise efektiivsust Maal ja Kuul.

Õppe-eesmärgid

- Õpilased saavad teada, kuidas aine olekud muutuvad sõltuvalt rõhust ja temperatuurist.
- Õpilased mõistavad, kuidas aine ehituse mudel muutub aine oleku muutudes.
- Õpilased oskavad kasutada segude eraldamiseks destilleerimisseadmeid.
- Õpilased oskavad kasutada segude eraldamiseks filtreerimist.
- Õpilased oskavad nõuetekohaselt katseid läbi viia, st oskavad nõuetekohaselt kasutada seadmeid, hinnata mõõtmistäpsust ning arvestada ohutusnõuetega.
- Õpilased oskavad anda meetoditele hinnanguid ja teha parandusettepanekuid ning soovitada uurimisküsimusi tulevikuks.
- Õpilased oskavad teisendada protsente ning protsentide muutusi murdarvuks ning kümnenmurruks.

→ Tegevuste kokkuvõte

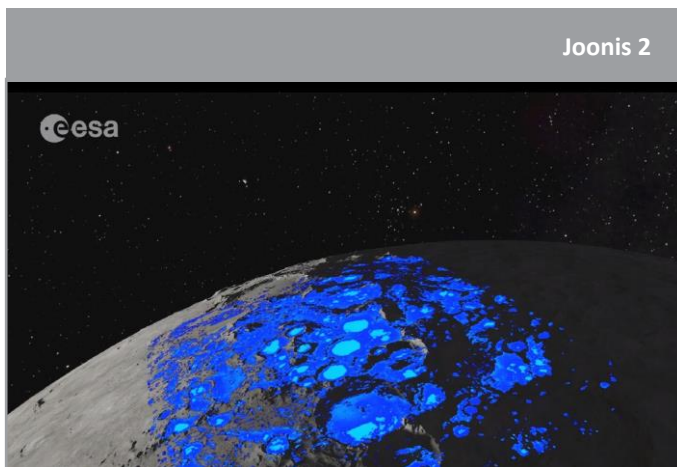
Tegevuste kokkuvõte					
	Pealkiri	Kirjeldus	Tulemus	Nõuded	Aeg
1	Kas Kuu olev vesi on erinev?	Vee olekute tuvastamine. Analüüsitakse veele mõjuvat rõhku ja temperatuuri Kuu peal.	Õppida, kuidas on võimalik Kuu peal vett ammutada.	Puuduvad	20 minutit
2	Filtreerida või destilleerida?	„Kuu jääpuursüdame“ filtreerimis- ja destilleerimisprotsesside võrdlemine.	Planeerige ja viige läbi katse filtreerimise ja destilleerimise kohta.	Soovitav on lõpetada 1. tegevus.	1 tund

→ Sissejuhatus

Aastatel 1969–1972 külastas Kuud 12 astronauti. Need missioonid Kuule olid ainukesed korrad, mil inimesed on viibinud teises maailmas väljaspool Maad. Sellest ajast peale on Kuud uurinud mitmed satelliidid ja robotite missioonid. Üks neist missioonidest oli SMART-1, mis oli Kuu orbiidil 2004. aasta novembrist kuni 2006. aasta septembrini. SMART-1 tegi Kuu pinnast detailseid pilte ning uuris kivimite koostist. Missioon lõppes tahtliku kokkupõrkega Kuuga.



↑ ESA SMART-1 oli Euroopa esimene Kuu orbiidil tiirlev kosmosesond



↑ Kaart Kuu lõunapoolusest, kus veejää esineb pealmises 1-meetrises pinnakihis (tumesinine) ja pinnal (helesinine).

2009. aastal avastati vee olemasolu Kuu poolustel. Vesi Kuu peal eksisteerib ainult jää kujul. Kuul puudub atmosfäär, st rõhk Kuu pinnal on äärmiselt madal. Madala rõhu korral saab vesi eksisteerida ainult tahkena (jää) või gaasina (veeaur). Alaliselt varjulistes kraatrites, kus temperatuur võib olla isegi -248 °C , eksisteerib vesi jääna. Kui Päike soojendab Kuu pinda, võib temperatuur ulatuda 123 °C -ni. Madala rõhu tõttu Kuu pinnal muutub jää (tahke olek) otse veeauruks (gaasiline olek) juba -40 °C juures. ESA plaanib koos teiste kosmoseagentuuridega saata robotmissioone ja astronaute veel kord Kuu pinda uurima.

Tulevikus, kui me tahame ehitada Kuule asula, peame kaaluma, kuidas saada Kuu pinnasest jääd.

Selles tegevuste kompleksis peavad õpilased ette kujutama, et nad on Kuu missioonil ja peavad „Kuu jääpuursüdamikest“ eraldama vee.

→ Tegevus 1: Kas Kuul olev vesi on teistsugune?

Õpilased uurivad vee olekuid ja nende üleminekuid. Õpilased analüüsivad vee olekute diagrammi, viivad läbi lihtsa katse, ning saavad teada, et rõhk ja temperatuur mõjutavad vee olekuid. Seejärel seostavad õpilased õpitud Kuu uurimisega ning sellega, kuidas vett Kuu pinnasest eraldada.

Vahendid

- Süstal
- Kuum vesi
- Igale õpilasele prinditud töölehed

Ülesanne

Jagage õpilastele töölehed kätte. Õpilastel palutakse kõigepealt nimetada (tuvastada) aine oleku üleminekud:

- Sublimatsioon on aine vahetu üleminek tahkest olekust gaasilisse vahepeal vedelaks muutumata.
- Härmatumine on gaasi muutumine tahkeks aineks, ilma veeks muutumata.
- Tahkumine on vedeliku muutumine tahkeks aineks.
- Sulamine on tahke aine muutumine vedelikuks.
- Aurustumine on vedeliku muutumine gaasiks.
- Kondenseerumine on gaasi muutumine vedelikuks.

Õpilastel tuleb joonistada aine ehituse mudel kolme aineoleku kohta.

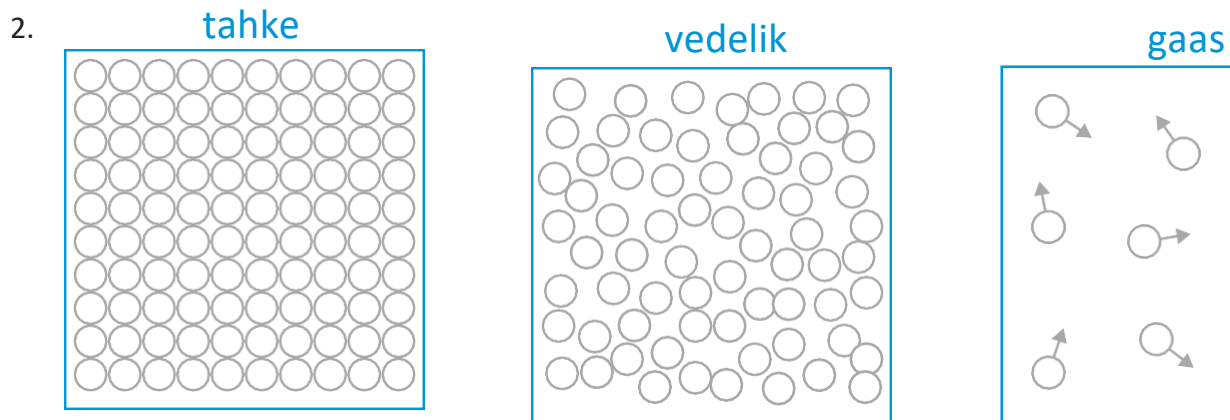
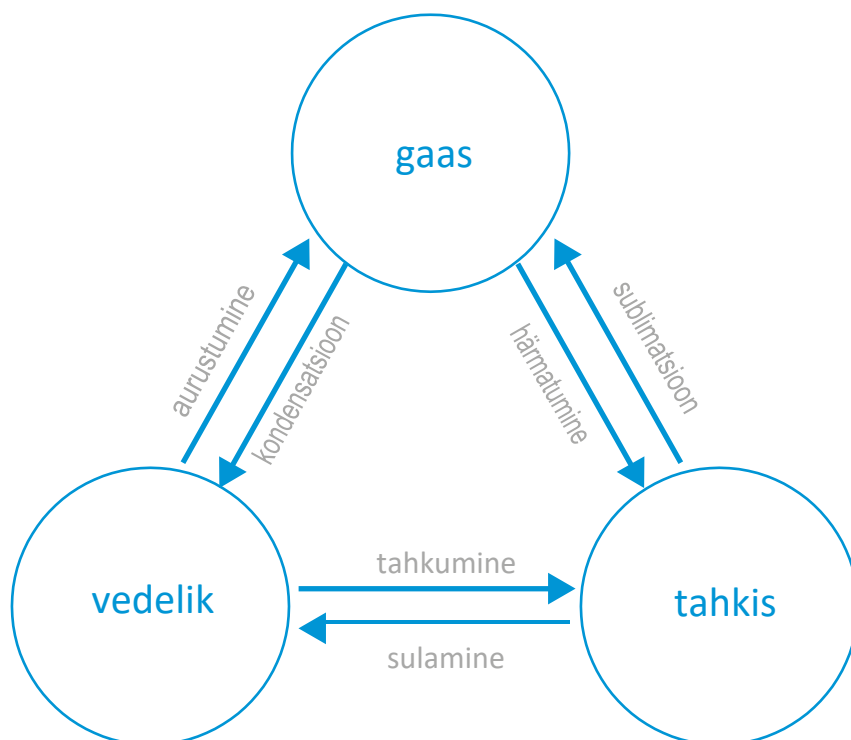
Kolmandas küsimuses tuleb õpilastel seostada vee oleku üleminekuid temperatuuri ja rõhuga. Võite tuua tuttavaid näiteid, nt sukeldumine (rõhk tõuseb) ja mäe tippu tõusmine (rõhk väheneb).

Kui rõhk väheneb, keeb vesi madalamal temperatuuril. Küsimuses 4 a) tõstatatud hüpoteesi saavad õpilased kontrollida küsimuse 4 b) juures, kasutades madalama rõhu tekitamiseks süstalt.

Viienda küsimuse juures palume õpilastel kasutada Kuu keskkonna kohta saadud teadmisi. Alustuseks võite seostada mõnda eelmist näidet Kuuga: maapinnal asuva mäe peal on õhurõhk madalam, sest atmosfäär muutub seal hõredamaks. Kuul ei ole atmosfääri, seega rõhk on seal väga madal.

Õpilaste töölehe küsimustele vastuste saamiseks vaadake tulemuste jaotist.

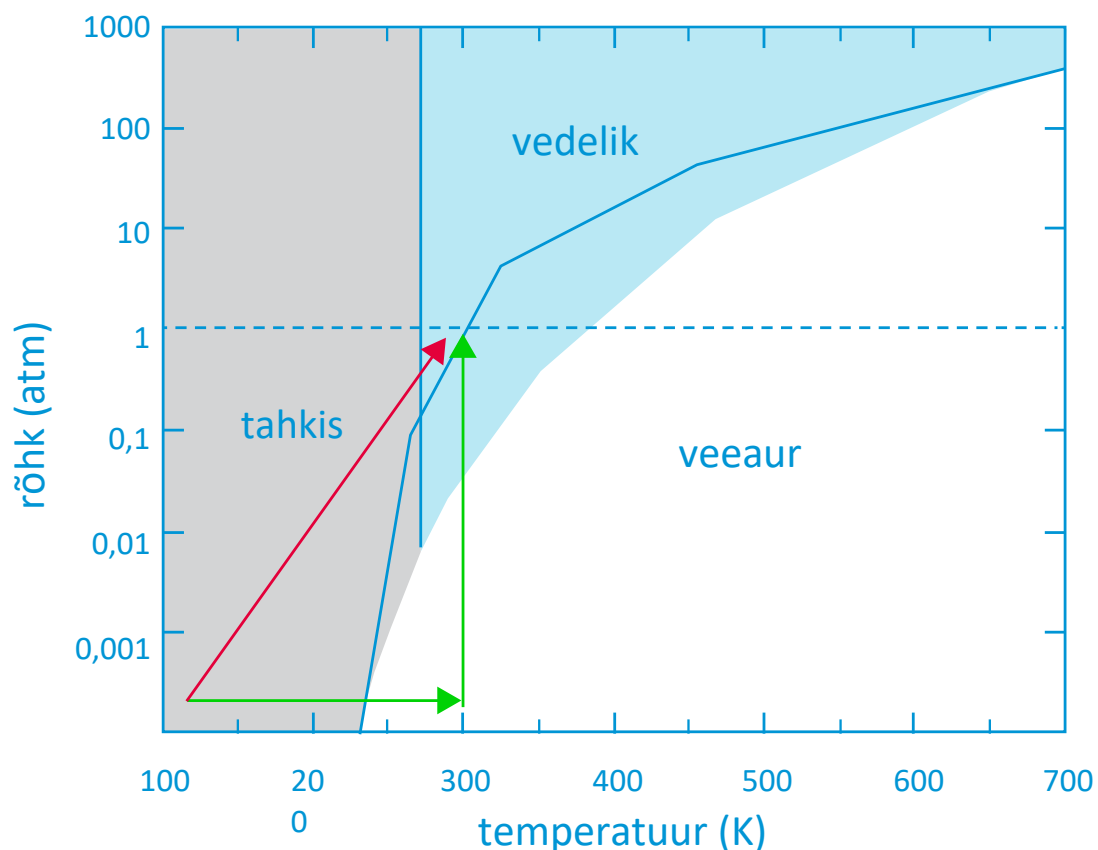
Tulemused



3.

Vee olek	Temperatuurivahemik (K)	Rõhk (atm)
Tahke	<273	1
Vedel	273–373	1
Gaasiline	> 373	1

4. a. Rõhu vähenemisega väheneb vee keemistemperatuur. Väga madalal rõhul ($\sim 0,01$ atm) ei saa vesi eksisteerida vedelas olekus.
- b. Rõhk süstlas väheneb. Kuigi vee temperatuur on alla 100 °C, jõuab vesi keemispunkti ja peaks hakkama aurustuma.
5. a. Joonis A2 näitab, et väga madalatel rõhkudel (~ 0 atm) ei ole veel vedelat olekut (olenemata temperatuurist). Kuul puudub atmosfäär, pinnal on rõhk umbes 0 atm ja seega veejää sublimeerub, läheb otse üle tahkest olekust veeauruks.
- b. Tahke (jääd)
- c. Jää eemaldamisel kraatrist tõuseb temperatuur. Kui veejää soojeneb, hakkab see sublimeeruma. Kui jääd ei hoita hermeetilises nõus, hajub see gaasina laiali ja te kaotate kõik kogutud vee. Seda saab vältida jää hoidmisega hermeetilises nõus.
- d. Vedela vee saamiseks peate temperatuuri ja rõhku suurendama.
- e. Allpool on mõned näited õigetest vastustest.



Näide 1 (roheline): Kuu pinnal päikesevalguse käes soojendamine, seejärel Kuu baasis rõhu alla panemine.

Näide 2 (punane): Samaaegne soojendamine ja rõhu alla panemine. Proovid pannakse otse rõhu all olevasse keskkonda.

→ Tegevus 2: Filtreerida või destilleerida?

Selle tegevuse käigus võrdlevad õpilased kahte meetodit vee eraldamiseks liivast: filtreerimist ja destilleerimist. Õpilased saavad katsete tegemiseks „Kuu jääpuursüdamikud“, teevad nendega katseid ning arvutavad erinevatel juhtudel vee osakaalu massi järgi.

Vahendid

- Igale rühmale prinditud õpilaste tööleht
- Eelnevalt ettevalmistatud jääpuursüdamikud (vt lisa)
 - Kaal
 - Liiv ja vesi
 - Katseklaaside pakend vms

Filtreerimisseadmed

- Kooniline kolb
- Mõõtesilinder
- Filterpaber
- Lehter
- Bunseni põleti (mittekohustuslik, jääpuursüdamike sulatamiseks)

Destilleerimisseadmed

- Bunseni põleti, elektripliit või keeduspiraal
- Kooniline kolb
- Statiiv
- Kork plasttoru sulgemiseks
- Suur mahuti, millel on külje peal ava
- Jääkuubikud (torude jahutamiseks)
- Väike vasktorujupp (mittekohustuslik, parandab jahutust)
- Mõõtesilinder

Destilleerimisseadmete ettevalmistamine

Vasktorujupp (kui on olemas) ja võimalikult palju kasutatavatest plasttorudest tuleks panna mahutisse ning katta jääga. Torude kõigi osade vahel peaks olema õhukindlad tihendid.

Ohutusnõuded

Õpilased peaksid jää/liiva segu kuumutamisel kandma kaitseprille.

Bunсени põleti kasutamisel tuleb enne filtreerimiseks kasutatava koonilise kolbi kätte võtmist laskma sellel vähemalt 5 minutit pärast soojusallika eemaldamist jahtuda. Kolbi tuleks hoida kolbi kaela ülaosast.

Destilleerimisseadme kõik osad, sealhulgas mõõtesilindrid, muutuvad kuumaks ja võivad käsitlemisel põhjustada põletusi.

Destilleerimiseks kasutataval mõõtesilindril tuleb lasta enne kätte võtmist vähemalt 5 minutit pärast soojusallika eemaldamist jahtuda.

Kui torude otsast tuleb tossu või liigset veeauru, tuleb Bunсени põleti ajutiselt koonilise kolbi juurest eemaldada.

Kui Bunсени põletit destilleerimiskatse ajal liigutatakse, tuleb seda hoida ainult alusest ja keerata leek ohutusse asendisse.

Niipea kui koonilise kolbi sees olev segu hakkab mullitama, tuleb soojusallikas eemaldada, et vältida klaasnõude ülekuumenemist.

Ülesanne

Jagage õpilased neljaliikmelisteks rühmadeks. Iga rühm proovib nii filtreerimist kui destilleerimist. Õpilastel tuleb enne katse läbiviimist teha plaan. Enne jääpuursüdämike õpilastele andmist tuleks tehtud plaane kontrollida ning vajalikud seadmed üles panna.

Peamised elemendid, mida õpilaste plaanid peaksid sisaldama:

Filtreerimine

1. Ohutusnõuete lugemine ning nendega arvestamine.
2. Filtreerimisseadmete seadistamine vastavalt skeemile.
3. Jääkuubikute („jääpuursüdämike“) kaalumine koos alusega ning tulemuse üles kirjutamine.
4. Jääkuubikute asetamine koonilisse kolbi.
5. Jääkuubikute tühja aluse kaalumine (see tuleb lahutada kogumassist 3. etapis).
6. Jääkuubikute sulatamine.
7. Segu filtreerimine.
8. Saadud vee koguse mõõtmine.
9. Vee osakaalu arvutamine massi järgi.

Destilleerimine

1. Ohutusnõuete lugemine ning nendega arvestamine.
2. Destilleerimisseadmete seadistamine vastavalt skeemile.
3. Jääkuubikute („jääpuursüdämike“) kaalumine koos alusega ning tulemuse üles kirjutamine.
4. Jääkuubikute asetamine koonilisse kolbi.
5. Jääkuubikute tühja aluse kaalumine (see tuleb lahutada kogumassist 3. etapis).
6. Segu keetmine kuni kõik vesi on ära aurustunud.
7. Saadud vee koguse mõõtmine.
8. Vee osakaalu arvutamine massi järgi.

Õpilased võrdlevad oma tulemusi ja arutlevad, millise meetodiga saab rohkem vett kätte ning pakuvad välja, mis võiks olla selle põhjuseks. Õpilased võiksid arutledes jõuda selleni, et mõlema meetodiga võib vett kaotada:

- filtreerimismeetodil jääb osa vett liiva ja filtripaberisse;
- destilleerimisel osa veest aurub ära ning osa jääb torudesse.

Destilleerimine on kõige energiamahukam (kui see viiakse läbi laboris). Kuu peal ei pruugi see niimoodi olla, sest destillatsioon (täpsemalt sublimatsioon) toimub väga madala rõhu tõttu madalamal temperatuuril, vt 1. tegevuse juures joonist A2, veeaur kondenseerub siis rõhu all vedelikuks.

Tulemused

1. Vaadake läbi, kas olete arvesse võtnud kõiki ohutusnõudeid.
2. Allpool on mõned näited filtreerimise ja destilleerimise eelistest ja puudustest.

Arutlege õpilastega, kuidas mõlema meetodi juures energiat kasutatakse ja kumb meetod vajab rohkem energiat. Arutlege selle üle, kui lihtne oleks neid katseid kasutada päris elus.

	Eelised	Puudused
Filtreerimine	<ul style="list-style-type: none"> • Energiasäästlik • Kuluefektiivne • Lihtne aparatuur • Päris elus lihtsalt kasutatav 	<ul style="list-style-type: none"> • Aeglane • Seadmed sõltuvad segu koostisest • Osa vedelikust läheb kaotsi
Destilleerimine	<ul style="list-style-type: none"> • Tapab kahjulikke baktereid • Temperatuuri kohandatakse vastavalt segu koostisele • Päris elus lihtsalt kasutatav 	<ul style="list-style-type: none"> • Kasutab soendamiseks rohkem energiat • Keerulisem seadistamine

3. Õpilased peavad enne protseduuri läbiviimist ära mõõtma jääpuursüdamike (jäakuubikute) massi.
4. Õpilased peavad mõõtma jääpuursüdamikest saadud vee massi.
5. Näide sellest, kui palju vett eri meetoditega saadakse:

$$\frac{\text{vee mass}}{\text{jääpuursüdamike mass}} \cdot 100$$

Jääpuursüdamike mass (g)	Filtreerimine		Destilleerimine	
	Vee mass (g)	saadud vee %	Vee mass (g)	saadud vee %
100	19	19 %	36	36 %

6. Julgustage arutelu selle üle, kuhu vesi võis katse käigus kaduda ning kuidas see erines kahe meetodi puhul. See annab hea võimaluse küsimiseks, kuidas saaks neid katseid tulevikus täiustada.
7. Arutlege, kuidas testida vee puhtust (silma vaadata on ilmselt kõige lihtsam) ja kus võib lisandeid/baktereid/saasteaineid esineda.

8. a. Maa peal vajab destilleerimise käigus jääpuursüdamike keetmine rohkem soojusenergiat kui jääpuursüdamike sulatamine filtreerimiseks jaoks. Destilleerimise jaoks on vaja kahte üleminekut aine olekute vahel, filtreerimisel ainult ühte üleminekut.
- b. Kuul kasutavad mõlemad meetodid umbes sama palju energiat, kuna vedela vee saamiseks on mõlema meetodi puhul vaja soojendada ning tõsta rõhku.
9. Kuul on rõhk vedela vee eksisteerimiseks liiga madal. Kui te üritaksite seda katset Kuul läbi viia ilma kõrgema rõhuga keskkonnata, siis te ei saaks vedelat vett. Jääpuursüdamikke soojendades sublimeeruks need kohe veeauruks, veeaur hajuks ning jätkaks teid ilma veeta. Kasutada tuleks hermeetilist rõhu all olevat anumad.
10. Kõik asjakohased ideed õpilastelt.
11. Näide eespool esitatud tulemustega:

Destilleerimine on tõhusam, kuna sellega saab 36% vett (filtreerimisest saab ainult 19%).

$$\frac{36}{100} * 1 \text{ kg} = 0,36 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg} = 1 \text{ l, seega } 0,36 \text{ kg} = 0,36 \text{ l} = 360 \text{ ml}$$

12. Kõigepealt leidke ühe astronaudi peale kuluva vee mass päevas:

$$\frac{6}{0,36} = 16,7 \text{ kg}$$

Ja seejärel kogu meeskonna (6 astronauti) peale:

$$16,7 * 6 = 100,2 \text{ kg}$$

Järeldus

Õpilased peaksid järeldama, et Maa peal kulub destilleerimise peale palju rohkem energiat kui filtreerimise peale. Kuid väga madala rõhu tõttu Kuul tuleb mõlema meetodi puhul vedela vee saamiseks kasutada rõhu alla panemist ja kuumutamist. Õpilased peaksid otsustama, milline kasutatud meetoditest on tõhusam. Õpilased peaksid mõistma, et Kuu peal ellujäämiseks vajame palju vett ja see on kosmoseagentuuridele väga suureks probleemiks.

→ VEE AMMUTAMINE KUU PINNASEST

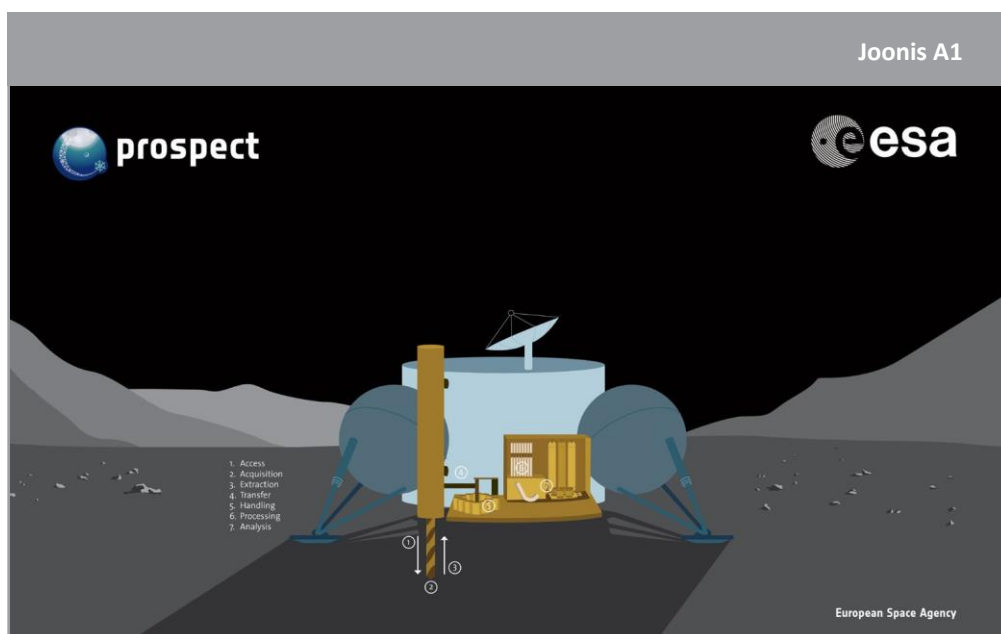
Filtreerimine ja destilleerimine

Sissejuhatus

Kuigi vedelat vett on Maal küllaldaselt, maakerast 71% katab vesi, on vesi tegelikult erakordne aine. See on ainus laialt levinud aine, mis eksisteerib Maa peal normaalingimustes kõigis kolmes olekus ning on võimeline lahustama rohkem tahkeid aineid kui ükski teine vedelik. Vesi on eluks vajalik kõigi teadaolevate eluvormide jaoks!

Kuul on vesi avastatud jää kujul. Tulevikus võib veejääd kaevandada, et saada astronautidele joogivett ning kasvatada taimi. Vett võib jagada ka vesinikuks ja hapnikuks, et saada hapnikku hingamiseks ja raketikütust.

ESA arendab süsteemi PROSPECT, mis on osa Luna 27 missioonist. Selle raames hakatakse uurima Kuu pinda, et saada tulevaste missioonide jaoks väärtuslikke ressursse, sealhulgas vett.



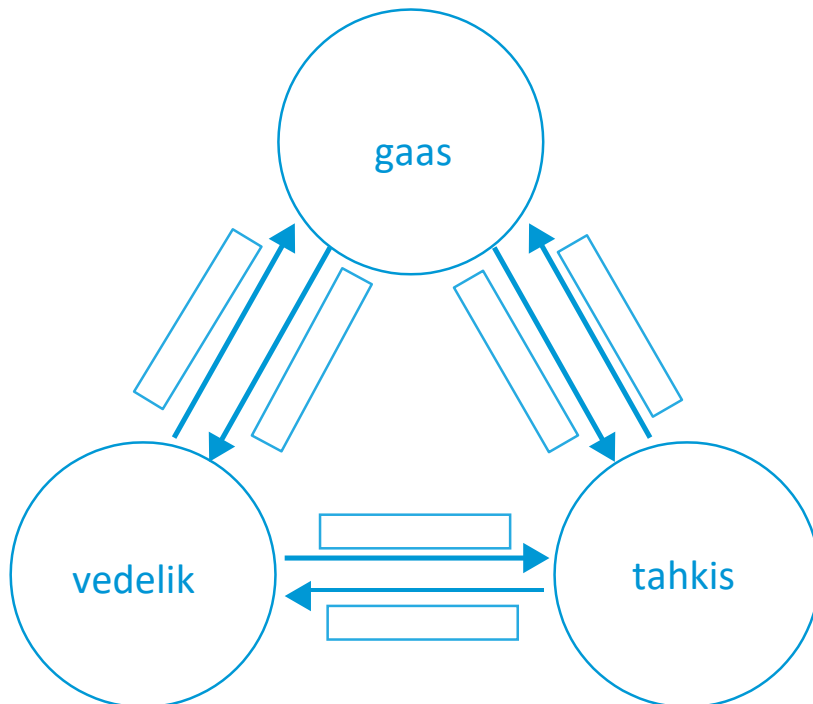
↑ PROSPECT süsteemi üldine idee ja selle ülesanded.

→ Tegevus 1: Kas Kuul olev vesi on teistsugune?

Vee ammutamiseks Kuul peame teadma aine olekuid ja üleminekuid ühest olekust teise.

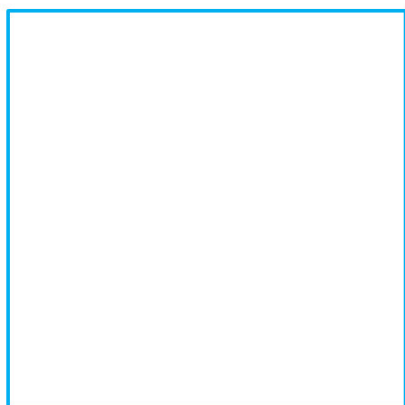
Ülesanne

1. Kirjutage skeemi erinevad aine olekute üleminekud:



2. Joonistage allolevatesse kastidesse osakeste struktuur kõigi kolme aine oleku kohta. Gaasilise oleku osakeste mudel on ette tehtud.

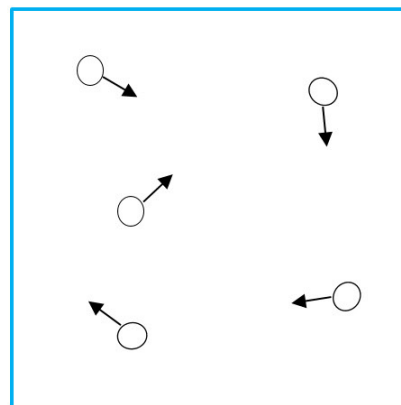
Solid



Liquid

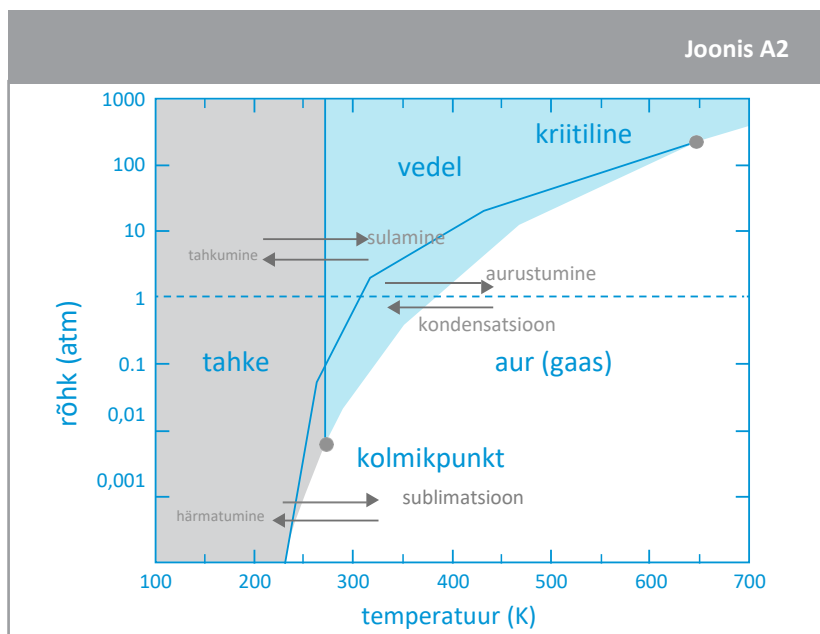


Gas



3. Aine olekute üleminekud ei sõltu ainult temperatuurist. Need sõltuvad ka rõhust.

Allpool toodud aine olekute diagramm (joonis A2) näitab vee olekut funktsioonina temperatuurist ja rõhust. See on jagatud kolmeks piirkonnaks: tahke, vedel ja aur (gaas).



Tabeli täitmiseks kasutage joonist A2:

Vee olek	Temperatuurivahemik (K)	Rõhk (atm)
Tahke		1
Vedel		1
Gaasiline		1

↑ Vee olekute diagramm. Diagramm on jagatud kolmeks piirkonnaks: tahke, vedel ja gaasiline. Näeme, et toatemperatuuril (umbes 300 K) ja atmosfäärirõhul (1 atm) on vesi vedelas olekus.

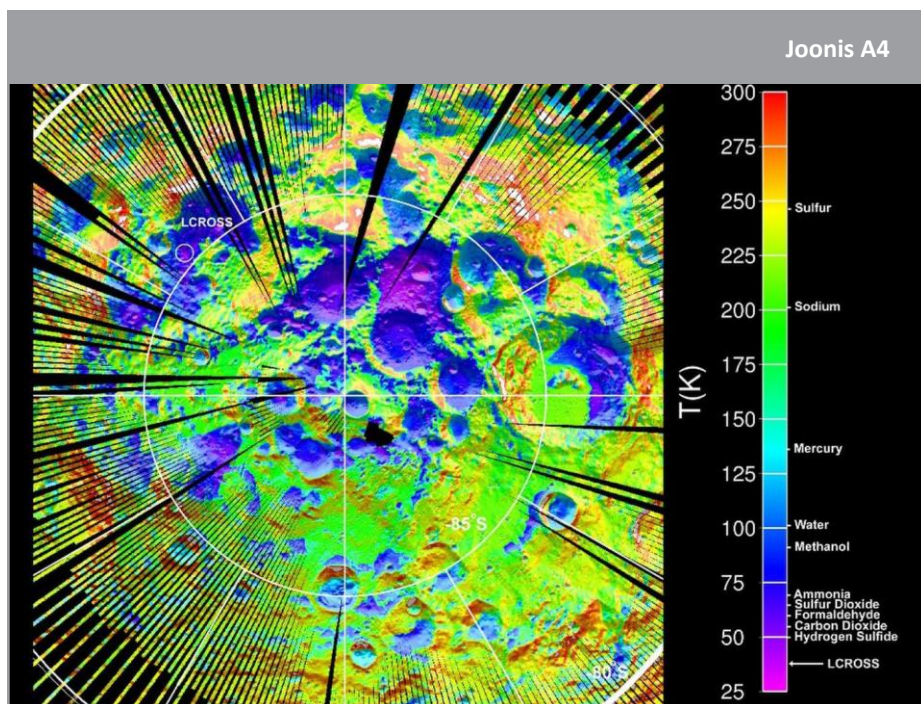
4. a. Mis juhtub vee keemistemperatuuriga, kui rõhk väheneb? Selgitage.

b. Katsetage oma hüpoteesi. Kasutage süstalt, et võtta umbes 1 ml kuuma vett (leige või kuumem). Sulgege sõrmega süstla ots ja tõmmake süstal tagasi, nagu näidatud joonisel A3.



Mis juhtub süstlas oleva veega?

5. Kuul ei ole atmosfääri, nii et rõhk Kuu pinnal on umbes 0 atm. Temperatuurid Kuul on äärmuslikud, ulatudes -248 °C kuni 123 °C sõltuvalt asukohast ja sellest, kas on öö või päev.



↑ LRO Divineri pinnatemperatuuri kaart Kuu lõunapooluse piirkonnast päevasel ajal. Kaart näitab püsivalt varjatud kraatrite asukohti, mis on potentsiaalsed veejää asukohad.

a. Selgitage jooniste A2 ja A4 abil, miks ei leidu Kuu pinnal vett vedelas olekus.

b. Kujutage ette, et saate vett püsivalt varjulisesst kraatrist, mille temperatuur on 100 K. Millises olekus see vesi on?

c. Mis juhtub teie veeprooviga küsimuses 5b, kui püüate seda kraatrist välja võtta?

d. Kuidas saada Kuu peal olevast jääst vedelat vett?

e. Lisage olekudiagrammile nooled, et näidata oma lahendust küsimuses 5 d.

→ Tegevus 2: Filtreerida või destilleerida?

Kuu pinnakihtidest saadud vesi on alati segatud kuu pinnase materjaliga. Selles tegevuses peate leidma viisi vee eraldamiseks Kuu pinnase materjali analoogist (liivast). Saate külmutatud „Kuu jääpuursüdamikud“ (jääkuubikud) ja teie ülesanne on võrrelda kahte meetodit vee eraldamiseks simuleeritud Kuu pinnasest (liivast).

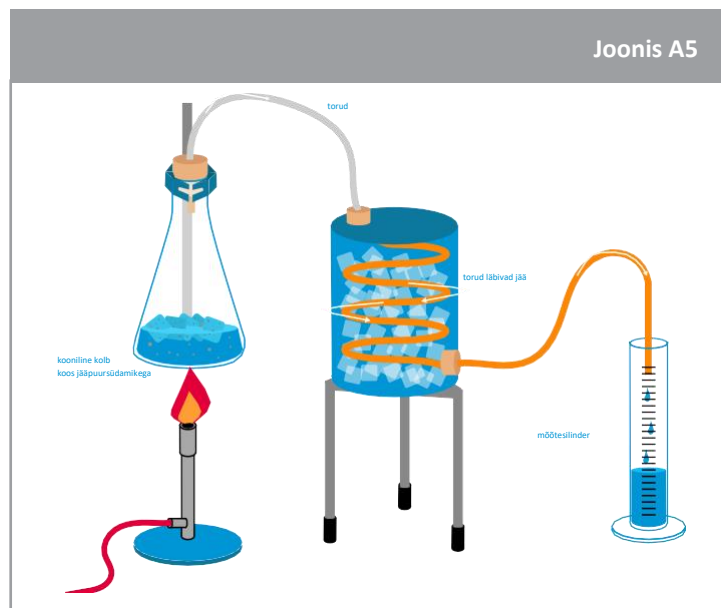
Katse

Võrrelge kahte erinevat meetodit (filtreerimine ja destilleerimine) vee eraldamiseks Kuu pinnasest.

Destilleerimine on vedela aine puhastamise meetod, mille käigus vedelik keetmisel aurustub ja seejärel kondenseerub. **Filtreerimisel** valatakse segu läbi filtri, mis eraldab tahked ained vedelikust.

Destilleerimisseadmed

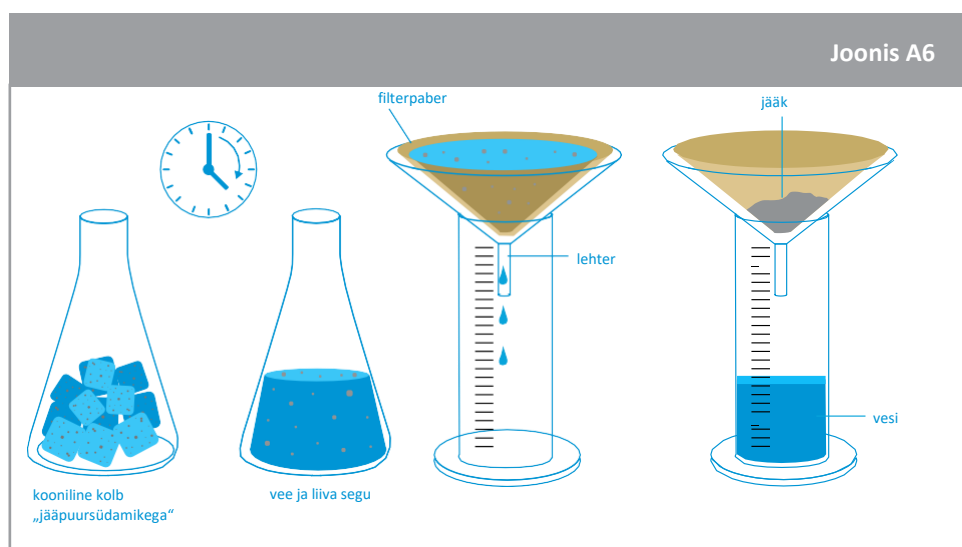
- Bunseni põleti, elektripliit või keeduspiraal
- Kooniline kolb
- Statiiv
- Kork plasttoru sulgemiseks.
- Suur mahuti, millel on külje peal ava
- Jääkuubikud (torude jahutamiseks)
- Väike vasktorujupp (mittekohustuslik, parandab jahutust)
- Mõõtesilinder



↑ Destilleerimisseadmete seadistamine

Filtreerimisseadmed

- Kooniline kolb
- Mõõtesilinder
- Filterpaber
- Lehter
- Bunseni põleti (mittekohustuslik, jääpuursüdamike sulatamiseks)



↑ Filtreerimiseks vajalikud vahendid

Teie ülesanne on võrrelda erinevate meetoditega (destilleerimine, filtreerimine) saadud vee osakaalu massi järgi.

1. Koostage olemasoleva info põhjal uurimiskava erinevate meetodite (filtreerimine, destilleerimine) võrdlemiseks.

2. Milliste ohutusnõuetega peaksite arvestama?

3. Millised on teie arvates filtreerimise ja destilleerimise eelised ja puudused?

4. Mida peate **enne** protseduuri läbiviimist mõõtma?

5. Mida peate **pärast** protseduuri läbiviimist mõõtma?

6. Kirjutage oma tulemused tabelisse.

Jääpuursüdame mass (g)	Filtreerimine	
	Vee mass (g)	saadud vee %

Jääpuursüdame mass (g)	Destilleerimine	
	Vee mass (g)	saadud vee %

7. Milline meetod annab suurima koguse vett? Mis on selle põhjuseks?

8. Milline meetod annab teie arvates kõige puhtama vee?

9. a. Milline meetod on teie arvates kõige energiamahukam Maa peal? Selgitage.

b. Ja Kuu peal? Selgitage.

10. Milliste probleemidega te silmitsi seisaksite, kui prooviksite seda uurimust läbi viia Kuu peal?

11. Kas oskate nimetada mingit teist viisi kuidas Kuu pinnasest vett saada?

Kas sa teadsid?

Rahvusvahelise kosmosejaama astronautid taaskasutavad suuremat osa veest – umbes 75 %. Vee taaskasutuse süsteem võimaldab vett kasutusse võtta isegi astronautide uriinist ja nende hingeõhust. Seda filtreeritakse ja puhastatakse ning on peale seda uuesti kasutatav. Keskmiselt kasutab astronaut rahvusvahelises kosmosejaamas 90% vähem vett kui inimene Maal.



12. Kui palju vett saab 1 kg Kuu pinnasest kõige efektiivsema meetodiga? (Analüüsi hõlbustamiseks: 1 l vett = 1 kg vett).

13. Oletame, et meil on vaja Kuu peal ühe astronauti kohta 6 liitrit vett päevas. Mitu kilogrammi Kuu pinnast peaksite iga päev kaevandama, et varustada veega meeskonda, kuhu kuulub 6 astronauti?

→ Lingid

ESA

Kuu laagri väljakutse
esa.int/mooncamp

Animatsioonid Kuu peal elamise põhitõdedest.
esa.int/Education/Moon_Camp/The_basics_of_living

ESA klassiruum esa.int/Education/Classroom_resources

ESA missioonid

ESA PROSPECT projekt uurib kuidas koguda jääpuursüdamikke Kuu peal
exploration.esa.int/moon/59102-about-prospect

ESA SMART-1, Euroopa esimene Kuu
orbiidil tiirlev kosmosesond
sci.esa.int/smart-1

Täiendav teave

Kuu, ESA interaktiivne juhend
Lunarexploration.esa.int

Airbus Foundation Discovery Space, vesi Kuu peal
youtube.com/watch?v=wHJ3F7eIxEM

Jääproovide kogumine lunarexploration.esa.int/#/library?a=293

Vesi ja volatiilsed (ebapüsivad) ained Kuul:
lunarexploration.esa.int/#/library?a=252

→ Lisa: Jääpuursüdamike valmistamine



Jääpuursüdamikud tuleks valmistada päev enne praktilise tegevuse algust. Selles näites kasutati katseklaaside ümbriseid, kuid sobivad kõik nõud, millega saab valmistada piisavalt väikseid jäätükke, et need mahuksid koonilistesse kolbidesse. Nõu kogumahu mõõtmiseks täitke see veega ja valage vesi mõõtesilindrisse. Seejärel täitke nõu pooleldi liivaga ja pooleldi veega. Seejärel tuleb mahuti asetada sügavkülma, tasasele pinnale.

Jääpuursüdamikke ei tohiks enne kasutamist sügavkülmast välja võtta – sest liiv võib liiga kiiresti sulada ning jääda nõusse kinni.