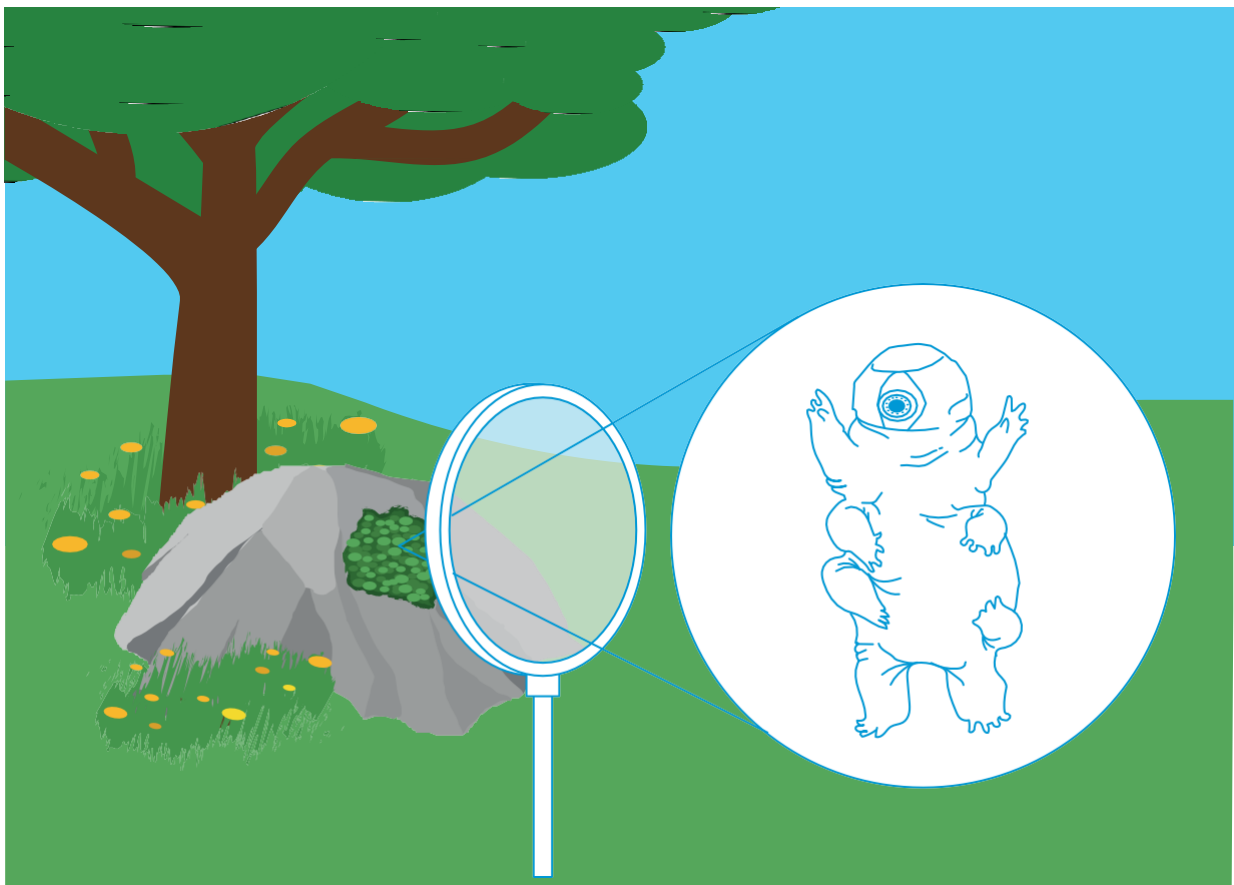


Õpeta kosmosega

→ KOSMOSEKARUD

Laborikogemus loimuritega





Õpetajamaterjal

Lühike kokkuvõte	lk 3
Tegevuste kokkuvõte	lk 4
Tegevus 1: loimurite kogumine	lk 5
Tegevus 2: loimurite magama panemine	lk 6
Tegevus 3: loimurite vastupidavuse kontrollimine	lk 7
Tegevus 4: loimurid kosmoses	lk 10
Õpilase tööleht	lk 11
Lingid	lk 18

Õpeta kosmosega – loimurid | B10
www.esa.int/education

ESA Haridusosakonnale saab anda tagasisidet
teachers@esa.int

ESA Education tootmisloomingus koostöös ESERO Poolaga
Copyright 2019 © Euroopa Kosmoseagentuur

→ KOSMOSEKARUD

Laborikogemus loimuritega

Lühike kokkuvõte

Valdkond: bioloogia

Vanusevahemik: 12–16aastased

Tüüp: praktiline tegevus, töö laboris

Raskusaste: keeruline

Tunnile kuluv aeg: 2 tundi ja 20 minutit

Maksumus: keskmine (10–30 eurot)

Tegevuskoht: labor

Vahendid: mikroskoobid, laboriseadmed, kemikaalid, loimurid, (sügav)külmik, mikrolaineahi

Märksõnad: bioloogia, kosmiline kiirus, loimur, uinuv olek, veekaru

Ülevaade

Õpilased uurivad loimurite (nimetatakse vahel ka veekarudeks) ellujäämisvõimet. Kõigepealt uuritakse, kuidas saab veekarusid koguda ja milliseid äärmuslikke tingimusi saab laboris simuleerida. Seejärel panevad õpilased loimurid nendesse äärmuslikesse tingimustesse ja vaatavad, millistes tingimustes suudavad loimurid ellu jääda. Eesmärk on testida loimurite vastupidavust äärmuslikes tingimustes, mis on omased ka kosmosele.

Enne selle tegevuse alustamist soovitame läbida õppematerjali äärmuslike tingimuste kohta (*Elu võimalikkus kosmose äärmuslikes tingimustes*).

Õpieesmärgid

- Õppida tundma loimureid ja äärmuslikke tingimusi, kus nad suudavad ellu jääda.
- Mõista, kuidas uinuv olek võimaldab loimuritel ellu jääda.
- Mõista, et muutusi tuleb süsteemis uurida ühe muutuja kaupa.
- Viia läbi nõuetekohased katsed, kus vahendeid käsitletakse korrektselt, mõõtmistulemustes arvestatakse määramatustega ning laboris töötades arvestatakse ohutusnõudeid.
- Õppida andma meetoditele hinnanguid, tegema parandusettepanekuid ja soovitama edasisi uuringuid.

→ Tegevuste kokkuvõte

Tegevuste kokkuvõte					
	Pealkiri	Kirjeldus	Tulemus	Nõuded	Aeg
1	Loimurite kogumine	Loimurite kogumine samblast või samblikest.	Loimurid on kogutud juhiste järgi. Koostatud on plaan eksperimentaalse uurimise jaoks.	Soovituslik on enne läbida materjal <i>Elu võimalikkus kosmose äärmuslikes tingimustes</i>	30 minutit +öö
2	Loimurite magama panemine	Loimurite asetamine Petri tassilt väiksesse mahutisse, kus nad kuivavad ning see kutsub esile loimurite uinuvasse olekusse minemise.	Mikroskoobiga tehtud vaatluste põhjal teavad õpilased, kuidas loimureid ära tunda ja kuidas neid viia uinuvasse olekusse.	Eelnevalt lõpule viidud esimene tegevus.	30 minutit +öö
3	Loimurite vastupidavus	Kui loimurid on uinavas olekus, saavad õpilased testida nende vastupanuvõimet erinevatele äärmuslikele tingimustele.	Katse läbiviimine äärmuslike tingimuste mõju uurimiseks loimuritele.	Eelnevalt lõpule viidud teine tegevus.	1 tund
4	Loimurid kosmoses	Maa ja Marsi keskkonna võrdlemine.	Õpilased mõistavad, et kosmos on väga vaenulik keskkond ja tõenäoliselt ei peaks elu sellistes äärmuslikes tingimustes vastu.	Puuduvad	20 min

→ Tegevus 1: loimurite kogumine

Vahendid (rühma kohta)

- Trükitud tööleht
- Sambla- või samblikuproov
- Vesi
- 1 Petri tass

Ülesanne 1 – leidke loimurid

Kõigepealt annab õpetaja ülevaate loimuritest, nende omadustest ja sellest, millistes äärmuslikes tingimustes nad suudavad ellu jääda. Seda võib lasta õpilastel ka iseseisvalt uurida.

Loimureid kogutakse sambla või samblike proovidest. Proove tuleb koguda õpilaste töölehel olevate juhiste järgi, seda võivad teha ka õpilased. Pärast kogumist tuleb lasta proovidel täielikult ära kuivada.

Ülesanne 2 – proovide ettevalmistamine

Jagage klass paarideks või kolmesteks rühmadeks. Õpilased valivad Petri tassi hästi mahtuva proovitüki, eemaldavad sellelt suurema osa pinnasetükke ning järgivad juhiseid töölehel.

Ülesanne 3 – katse kavandamine

Õpilased kavandavad katse loimurite ellujäämisvõime testimiseks. Välja tuleb mõelda kolm äärmuslikku keskkonnatingimust, milles loimuritel on võimalik ellu jääda.

Näiteid äärmuslikest keskkonnatingimustest:

- äärmuslikud temperatuurid
- õhupuudus (erinevates atmosfääritingimustes)
- kõrge kiirgustase
- vedela vee puudus
- kõrge soolsus
- äärmuslik pH

Arutlege eksperimentide üle, mida võiks nende äärmuslike keskkonnatingimuste katsetamiseks teha. Võtke arvesse järgmisi küsimusi.

- Milliseid katseid on teil võimalik läbi viia?
- Kuidas neid katseid kavandada?

Õpilased peaksid töölehel täitma *aruande* pealkirja, eesmärgi, hüpoteesi ja meetodi jaotised.

→ Tegevus 2: loimurite magama panemine

Õpilased panevad loimurid väikestesse mahutitesse ja jälgivad, kuidas loimurid kuivamisega toime tulevad. Õpilased mõistavad, et vastuseks ebasoodsatele keskkonnatingimustele lähevad loimurid uude metaboolsesse olekusse (uinuvasse olekusse).

Vahendid rühma peale

- Trükitud õpilase tööleht
- Mikroskoop ja/või luup
- Väike läbipaistev mahuti (mündikarp vms)
- Pipetid
- Petri tass leotatud samblaga (1. tegevusest)
- Must papp vms, et suurendada kontrasti
- Põleti

Loimurite uinuvasse olekusse viimine

Igaks juhuks tuleb õpetajal enne tundi mõned loimurid ise samblast või samblikust ekstraheerida (kui mõnel rühmal ekstraheerimine ei õnnestu). Kui õpilased ei leidnud loimureid, võite arutada, miks see nii läks.

Näidake õpilastele mikroskoobi pilte loimuritest, et nad teaksid, mida otsida. Pärast sambla pigistamist paluge õpilastel jälgida oma proove mikroskoobi või luubiga. Neil tuleb loimur(id) joonistada oma töölehele.

Pärast seda panevad õpilased oma loimurid mahutitesse. Liiga kiire vee aurustumisega ei saa loimurid hakkama. Seepärast peaks mahuti olema peaaegu täielikult suletud ja vesi peaks aurustuma umbes 6–7 tunni jooksul.

Enne kolmanda tegevuse juurde minemist peaksid õpilased oma plaani üle vaatama.

→ Tegevus 3: loimurite vastupidavuse kontrollimine

Õpilased panevad kuivatatud proovid erinevatesse äärmuslikesse tingimustesse.

Vahendid

- Väike läbipaistev mahuti loimuritega (tegevusest nr 2)
- Pipetid
- Laboritermomeeter
- Külmik/sügavkülmik
- Mikrolaineahi
- Kuum vesi või soojusallikas (infrapunalamp vms)
- Erineva kontsentratsiooniga soolalahused
- Erineva pH-tasemega lahused
- Mikroskoobid ja/või luup

Turvalisus

Katsete tegemisel kasutatakse kemikaale ja kuuma vett. Ohutuse tagamiseks juhendage õpilasi, pidage silmas nende eelnevaid kogemusi, kooli ohutus- ja õiguslikke suuniseid ning olemasolevaid seadmeid.

Kemikaalide kohta vt ohutuskaarte.

Ekspereimendi läbiviimine

Õpilased võtavad 2. tegevuse proovid ja vaatavad loimureid mikroskoobi või luubi abil (piisab kümnekordsest suurendusest). Selle juures peaks olema näha loimuri uinuv olek. Õpilased joonistavad seda.

Õpilastel peab olema ka kontrollproov, mida lõpus lihtsalt kraaniveega taas elustatakse.



↑ Loimur uinavas olekus

Õpilased panevad kirja kõik eksperimendi jooksul tekkinud tähelepanekud. Oluline on, et eksperimendi aeg oleks iga katse korral täpselt sama.

Aidake õpilastel seostada katsetingimusi tegelike näidetega, nt Kuul võivad äärmuslikud temperatuurid ulatuda 123 °C päeval ja –233 °C öösel.

1. Kõrge temperatuur

Õpilased panevad kuivanud proovile tilga kuuma vett. Vesi peaks loimurid uinuvast olekust olekust välja tooma. Samas on kõrge temperatuur loimurite jaoks tohutu stressi allikas. Õpilased vaatlevad proove ka pärast vee jahtumist ning kirjeldavad loimurite käitumist. Kuuma vee asemel võib kasutada ka soojuslampi.

Katsetada võiks järgmisi temperatuure: 40 °C, 60 °C, 80 °C, 90 °C.

2. Madal temperatuur

Pange proov vähemalt kolmeks tunniks külmkappi või sügavkülma, võimaluse korral katsetage erinevaid temperatuure (kasutage nt külmikut, sügavkülmikut ja külma jääd). Pärast külma käes olemist tuleks proovis olevad loimurid uinuvast olekust välja tuua.

Katsetada võiks näiteks järgmisi temperatuure:

< -79 °C kuivjää

-18 °C sügavkülmik

0 °C Jää sulamine

+5 °C Külmik

Arutlege õpilastega, millised on elusolendi tunnused (koosneb rakkudest, saab ja kasutab energiat, kasvab ja areneb, paljuneb, reageerib oma keskkonnale, kohaneb oma keskkonnaga).

3. Soolsus

Valmistage erineva soolsusega lahused. Õpilased lisavad oma proovidele tilga lahust ja jälgivad nende käitumist. Lahuse vesi peaks loimurid uinuvast olekust välja tooma. Samas on kõrge soolsus loimurite jaoks tohutu stressi allikas. Pärast katse lõppu tuleb õpilastel loimurid elustada, selleks tuleb lisada tilk kraanivett.

Arvatakse, et mõne Jupiteri ja Saturni kuu põues on soolane ookean.

Näiteid soolalahustest:

0,9% – isotooniline lahus

~3,5% – Atlandi ookean

~34% – Surnumeri

~43% – Gaet'ale tiik – soolaseim veekogu Maal

4. Happesus

Turvalisus

Seda eksperimenti peaks õpetaja juhendama, sest kasutatakse väga suure pH-ga lahuseid.

Valmistage erineva pH tasemega lahuseid. Õpilased peaksid lisama oma proovidele tilga ja jälgima selle mõju loimuritele. Lahuse vesi peaks loimurid uinuvast olekust välja tooma. Samas on kõrge pH loimurite jaoks tohutu stressi allikas. Pärast katse lõppu tuleb õpilastel loimurid elustada, selleks tuleb lisada tilk kraanivett.

Meie päikesesüsteemis on palju erinevaid pH-tingimusi; alates Veenuse happelistest pilvedest ja Europa happelistest järvedest kuni meie naaberplaneedi Marsi leeliseliste kivimiteni.

pH 3–5 – happeline keskkond

pH 9–11 – leeliline keskkond

pH 7 – kontrollproov

5. Kiirgus

Kiirguse mõju katsetamiseks tuleb õpilastel panna proovid mikrolaineahju. Mikrolaineahjudes on palju madalam kiirgustase kui kosmoses, siiski saab seda katse jaoks kasutada. Selleks, et näha ainult kiirguse mõju, tuleb ahju soojendava mõju leevendamiseks asetada mikrolaineahju klaas veega (mis neelab osa soojusest). Olge klaasi eemaldamisel ettevaatlik, vesi võib olla väga kuum.

Katse kestus võiks olla 30 sekundit. See peaks erinevate kiirgustingimustega katsetes jääma alati samaks. Pärast katse lõppu tuleb õpilastel loimurid elustada, selleks tuleb lisada tilk kraanivett.

Maa atmosfäär kaitseb meid kahjuliku kosmilise kiirguse eest. Paljud päikesesüsteemi taevakehad, nagu meie Kuu, selle ohtliku kiirguse eest kaitset ei paku. Rahvusvahelises kosmosejaamas (ISS) pööratakse sellele suurt tähelepanu, et tagada seal elavate astronautide tervis ja ohutus.

Katsetada võiks järgmisi kiirguse tasemeid: madal (~100W), keskmine (~400W), kõrge (~800W).

Pärast katsete lõppu vaatlevad õpilased oma loimureid (kas liiguvad või on uinavas olekus). Õpilased täidavad töölehe.

→ 4. tegevus: loimurid kosmoses

Õpilased mõtestavad eksperimendi tulemusi.

Vahendid

- Õpilase tööleht

Tulemused

Võrreldes Maaga on Marsil väga äärmuslik keskkond. Sellel on väga õhuke, süsihappegaasirikas atmosfäär, mis ei paku kaitset kiirguse eest. Õhurõhk on väga madal. Vedel vesi on pinnal ebastabiilne. Vaatamata nendele karmidele tingimustele eksisteerivad mõned maapealsed mikroorganismid, mis võiksid Marsil ellu jääda. Loimurid suudaksid tõenäoliselt Marsi keskkonnatingimustes lühikest aega ellu jääda. Pikemaajaliseks elamiseks Marsil oleks loimuritel vaja aga mingit UV kaitset.

Kosmoseagentuurid peavad tagama, et nad ei too Maale tagasi midagi kahjulikku teistelt planeetidelt. Samuti peavad nad tagama, et taevakehadele, millel kunagi on olnud või potentsiaalselt tulevikus võib areneda elu, ei viidaks Maa pealt midagi kahjulikku. Selleks kasutavad kosmosemissioonid mitmeid ettevaatusabinõusid. Missioonid valmistatakse ette äärmiselt puhastes laborites ja neil on juriidiline kohustus järgida planeedi kaitse piiranguid.

Arutelu

Arutlege, miks see on oluline ja huvitav eksperiment? Mida meil sellest õppida on? Õelge õpilastele selgelt välja, et mujalt kui Maalt ei ole elu leitud ja et see eksperiment annab ainult mõned ideed tingimustest, mida loimurid suudavad taluda.

Arutlege kontrollvalimi kasutamise vajaduse ja korrektse eksperimendi üle. Miks on oluline korraga vaadelda ainult ühte parameetrit?

Kui eksperiment õnnestus, suutsid õpilased oma loimurid taaselustada. Kas selle käigus muutus õpilaste arvamus sellest, millised tingimused on elu jaoks hädavajalikud? Kas õpilased suudavad välja mõelda veel mingid tingimused, milles võiks loimureid katsetada? Kuidas võiks kogu eksperimenti täiustada?

Kui õpilastel ei õnnestunud oma loimureid taaselustada, siis arutlege, miks see võib nii olla. Vaatamata sellele, et loimurid on äärmiselt vastupidavad, on ka neil piirid. Mida tähendab loimurite avastamine elu otsimise jaoks mujal päikesesüsteemis? Kas võib olla veel teisi eluvorme, mis on sama vastupidavad kui loimurid? Samblikud on ka ESA missioonide ajal kosmoses viibinud, mis veel võiks kosmoses ellu jääda?

Kui õpilased läbisid eelnevalt õppematerjali *Elu võimalikkus kosmose äärmuslikes tingimustes*, siis küsige neilt, kas nende arvamus selle kohta, kus elu võiks päikesesüsteemis ellu jääda, on muutunud. Õpilased võiksid enne vastamist läbi vaadata päikesesüsteemi faktikaardid ja tugineda oma vastuses teaduslikele meetoditele.

→ Kokkuvõte

Eksperimendi järel peaks õpilastel olema arusaam sellest, millised loimurid on ja millistes tingimustes nad suudavad ellu jääda. Nad peaksid teadma, kust loimureid leida, kuidas neid koguda ja kuidas uurida nende ellujäämisvõimet ohutul ja teaduslikult sobival viisil. Õpilased peaksid mõistma, et loimurid suudavad karmides keskkondades ellu jääda, aga mitte areneda.

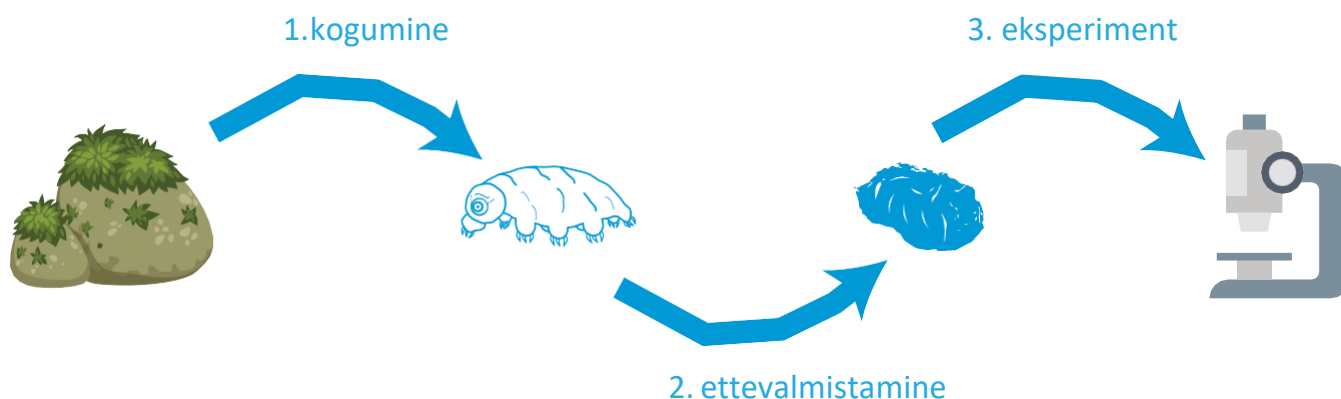
→ KOSMOSEKARUD

Laborikogemus loimuritega

→ Sissejuhatus

Astrobioloogia püüab kindlaks teha elu päritolu Maal ja mõista, kas elu võiks eksisteerida kusagil mujal universumis. Elu leidmise väljaspool meie planeeti on usutavamaks muutnud Maa peal ekstreemseid tingimusi taluvate organismide avastamine.

Selles tegevuses testite loimurite vastupidavust äärmuslikele tingimustele, et teada saada, kas maapealne elu võib kosmose karmides tingimustes ellu jääda.



Loimurid ehk veekarud on lülilalgsete (putukate ja koorikloomade) lähisugulased, keda võib sageli leida niisketes sammaldes ja samblikes. Tegemist on äärmiselt väikeste kaheksajalgsete loomadega, kelle pikkus ei ületa 1,5 mm, mistõttu on neid palja silmaga praktiliselt võimatu näha. Mõned loimuri liigid on tuntud oma ainulaadse ellujäämisvõime poolest. On leitud, et nad taluvad ekstreemseid temperatuure (-272 °C ... 150 °C), kõrget kiirguse taset, äärmuslikku pH taset, kuivamist, vaakumis olemist ja kõrget hapniku taset.

Tugevalt kuivanud loimurid lähevad uinuvasse olekusse. Selles seisundis on metaboolne aktiivsus minimaalne. Loimurid võivad ekstreemsete tingimuste puhul selles olekus püsida aastaid või isegi aastakümneid. Sellest seisundist välja toomiseks tuleb loimuritele valada veidi vett ning loimurid jätkavad oma tavapärast elu.

→ Tegevus 1: loimurite kogumine

Selles tegevuses kogute oma kohaliku piirkonna samblast või samblikust loimureid ja koostate katseplaani.

Ülesanne 1 – leia loimurid

Loimurid elavad samblas ja samblikus. Võite loimurite kogumiseks otsida näiteks kivil olivaid samblatutte. Paljud loimurid vajavad ülesehituseks kaltsiiti, seepärast kasvavad nad kivil, milles on kaltsiidi kristalle. Metsa all kasvavad samblad ei ole loimurite jaoks väga head, sest paljud loimurid eelistavad samblaid, mis muutuvad iga paari päeva tagant täiesti kuivaks. Vältige lõhnavaid ja püsivalt niiskeid samblaid. Loimuritele meeldivad samblad, mis on bakteri- ja seenevabad.



Kivil kasvav sammal on loimurite leidmiseks ideaalne.

1. Kus võiks teie kodukohas (kooli ümbruses) loimureid leida?

2. Korjake tükike sammalt või samblikku, kus teie arvates võiks loimureid leiduda. Pange kogutud proov kuivama (nt päikese kätte või kuiva kohta paberikotti).

Ülesanne 2 – samblaproovide ettevalmistamine

- I. Asetage samblapadi tagurpidi Petri tassi ja lisage kraanivett või deioniseeritud vett. Sammal hakkab vett imama.
- II. Jätkake vee lisamist, kuni sammal on küllastunud (st see ei ima enam vett) ja veenduge, et Petri tassi jääks veel mõni millimeeter vett. Vajadusel lisage veidi vett.
- III. Märgistage Petri tass rühma liikmete nimedega ja jätke ööseks seisma.



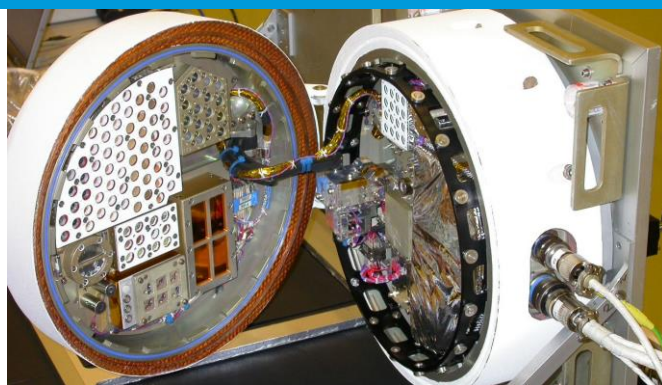
Ülesanne 3 – Katse kavandamine

1. Kirjutage kolme äärmusliku keskkonna tingimused, milles loimurid võivad ellu jääda.

2. Kavandage katse, et kontrollida loimurite vastupidavust ühele eelmises küsimuses toodud äärmuslikule keskkonnatingimusele. Täitke aruandevormi pealkiri, eesmärk, hüpotees ja meetod.

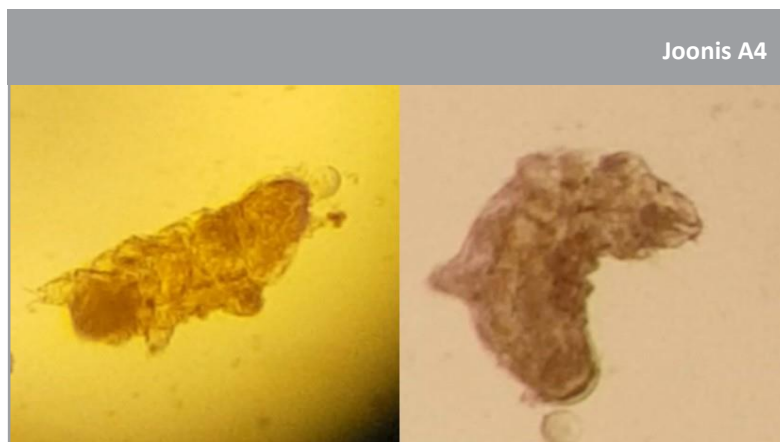
Kas teadsite?

2007. aastal viidi ESA *Tardigrades in Space* (TARDIS; loimurid kosmoses) eksperimendi raames kosmosesse 3000 loimurit. Nad olid 12 päeva kosmose vaakumis, kus nad kogesid äärmuslikku dehüdratsiooni (kuivamist) koos tugeva kosmilise kiirgusega ja jäid ellu!



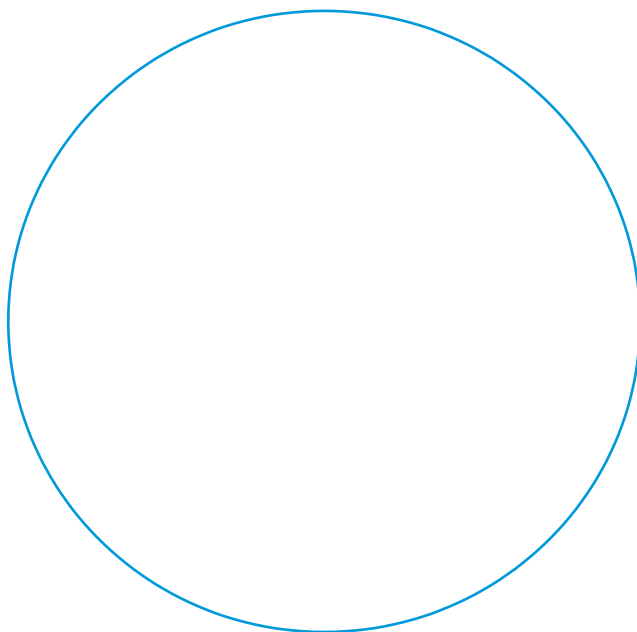
→ Tegevus 2: loimurite magama panemine

Enne oma eksperimendi jätkamist tuleb loimurid viia uinuvasse olekusse. Selleks pange loimurid väikestesse mahutitesse ja laske läbi kuivada.



↑ Loimurid mikroskoobi all.

- I. Eemaldage samblaproov Petri tassist. Pigistage ja raputage sammalt õrnalt Petri tassi kohal, et eemaldada liigne vesi ja raputada lahti sambla külge kinnitunud loimurid.
- II. Kasutage loimurite otsimiseks 20-kordse suurendusega mikroskoopi või 10-kordse suurendusega luupi. Suurema kontrasti saamiseks asetage Petri tass mustale papile ja valgustage tassi kõrvalt.
- III. Joonistage, millised paistavad loimurid teie mikroskoobiga.



- IV. Võtke pipetiga Petri tassist loimureid ja pange läbipaistvasse mahutisse (korrake vähemalt 4 korda).
- V. Kontrollige mikroskoobiga, kas mahutis on loimureid.
- VI. Pange mahutid ööseks seisma sooja ja kuiva kohta, et loimurid saaksid aeglaselt kuivada.
- VII. Kirjutage lõpuni oma plaan, kuidas testida loimurite vastupidavust ja näidake seda õpetajale.

→ Tegevus 3: loimurite vastupidavuse kontrollimine

Selles tegevuses jälgite oma katseplaani ning panete loimurid ekstreemsetesse oludesse.

Turvalisus

Katses kasutatakse kemikaale ja kuuma vett. Järgige kõiki ohutusnõudeid.

Kemikaalide kohta vt ohutuskaarte.

Ekspérimentide läbiviimine

- I. Kontrollige mikroskoobi abil, kas loimurid on uinavas olekus.
- II. Joonistage ringi sisse uinavas olekus loimur.
- III. Valmistage ette vahendid, mida on vaja äärmuslike tingimuste (nt kuum, külm, happeline, aluseline, soolane, suure kiirgusega, vaakumis) tekitamiseks.
- IV. Korraga uurige ainult ühte keskkonnatingimust ja jälgige, et ajaperiood oleks täpselt sama pikk. Näiteks temperatuuri puhul asetage loimur 30 sekundiks 40 °C, siis 30 sekundiks 60 °C ja seejärel 30 sekundiks 80 °C kätte.
- V. Pange kõik tähelepanekud kirja.
- VI. Vaadake mikroskoobiga, kas teie loimur on 1) elus ja liikuv või 2) veel uinavas olekus ja stressis. Esimesel juhul minge kohe edasi punkti juurde IX, teisel juhul VII.
- VII. Avage anum ja asetage pipeti abil igale proovile ettevaatlikult tilk vett.
- VIII. Sulgege ettevaatlikult konteiner ja jälgige, et veepiisk jääks keskele.
- IX. Vaadeldge loimurit mikroskoobiga. Võimalusel ärge kasutage hõõglampi, sest liigne kuumus selles etapis võib teie tulemused rikkuda.
- X. Salvestage tulemused ja täitke aruanne.

Ekspérimenti lõpus asetage loimurid tagasi niiskesse samblasse ja viige need loodusesse tagasi.

→ Aruanne

Pealkiri: _____

Eesmärk: _____

Hüpotees: _____

Meetod:

Tulemused:

Näidis	Keskkonnatingimus(ed)		Loimurite seisund		Tähelepanekud*
	Esiagne	Lõplik	Esiagne	Lõplik	
Kontroll					

Arutelu:

Järeldus:

→ Tegevus 4: loimurid kosmoses

Marsil on õhuke atmosfäär, mis koosneb peamiselt CO₂-st. Temperatuurid kõiguvad planeedil vahemikus –153 °C kuni 20 °C. Kuigi puuduvad tõendid selle kohta, et praegu leiduks planeedi pinnal vedelat vett, on ajalooliselt seal olnud isegi ookeanid.

a. Mida teie arvate, kas loimurid võiksid Marsil ellu jääda? Põhjendage oma arvamust.

b. Marsi pind on olnud kümneid tuhandeid aastaid väga kuiv. Marsil on ka palju kõrgem kiirgustase. Kas see on loimuritele probleem? Miks?

c. Milliseid ettevaatusabinõusid tuleks kasutusele võtta, et vältida proovide ristsaastumist?

→ Lingid

ESA vahendid

Elu võimalikkus kosmose äärmuslikes tingimustes

esa.int/Education/Teachers_Corner/Could_life_survive_in_alien_environments_-_Defining_environments_suitable_for_life_Teach_with_space_B09

ESA klassiruumi ressursid esa.int/Education/Classroom_resources

ESA missioonid

Loimurid kosmoses (TARDIS) ESA orbiidil Foton-M3:

esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Research/Tiny_animals_survive_exposure_to_space

Marsi uurimine robotite abil:

exploration.esa.int/mars

Planeedikaitse: mikroobide sattumise vältimine kosmosesse

esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/Planetary_protection_preventing_microbes_hitchhiking_to_space (inglise keeles)

Lisainformatsioon

Elumärkide otsimine Marsil

uurimisel.esa.int/mars/43608-life-on-mars

Kümme asja, mida sa Marsi kohta ei teadnud

esa.int/Our_Activities/Human_and_Robotic_Exploration/ExoMars/Highlights/Ten_things_about_Mars

ESA Euronews: Marss Maal esa.int/spaceinvideos/Videos/2018/02/ESA_Euronews_Mars_on_Earth

Ted-Ed: saage tuttavaks loimuritega

<https://www.youtube.com/watch?v=lxndOd3kmSs>

Elu äärmuslikes keskkondades

<https://www.nature.com/articles/35059215>