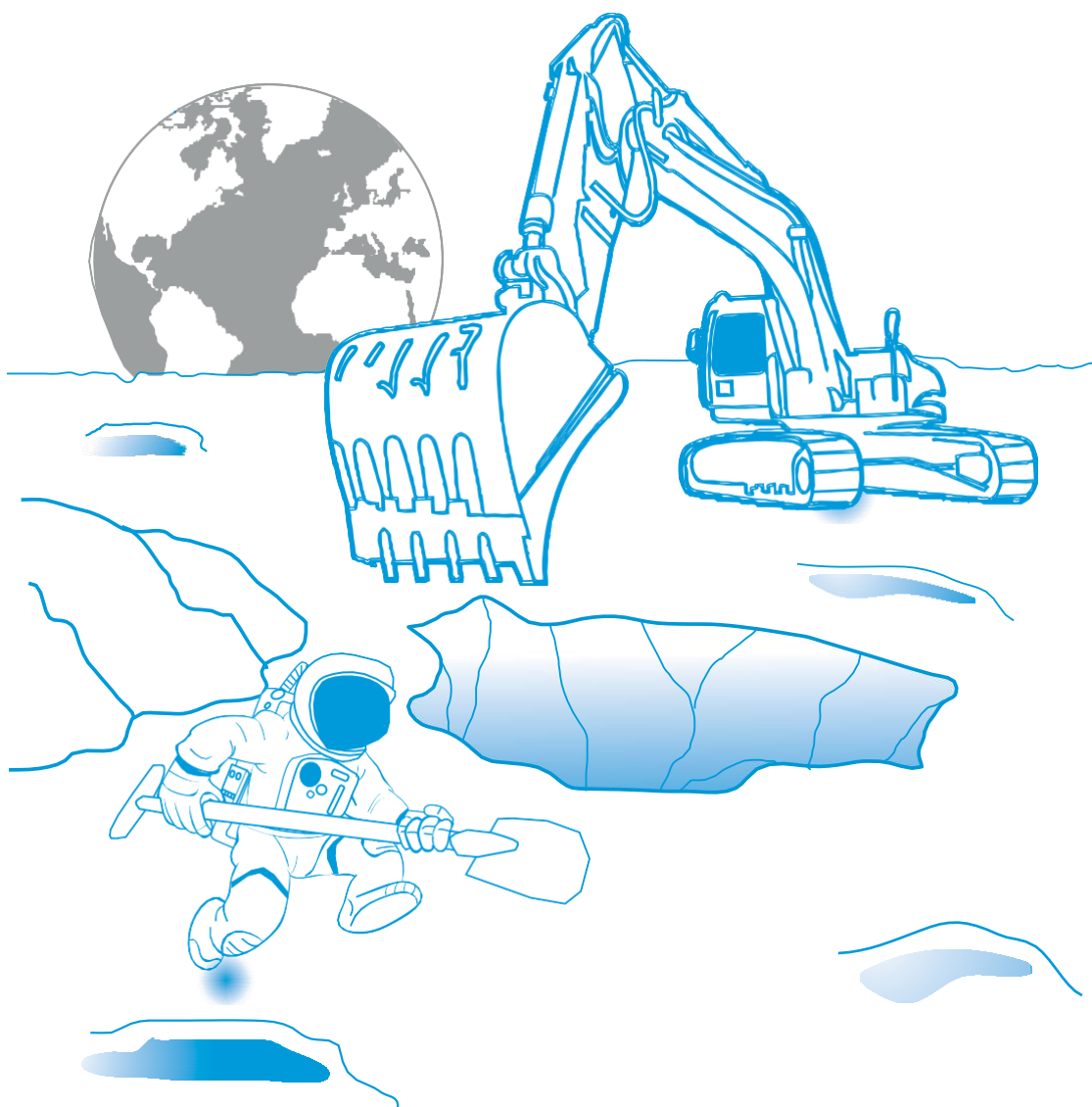
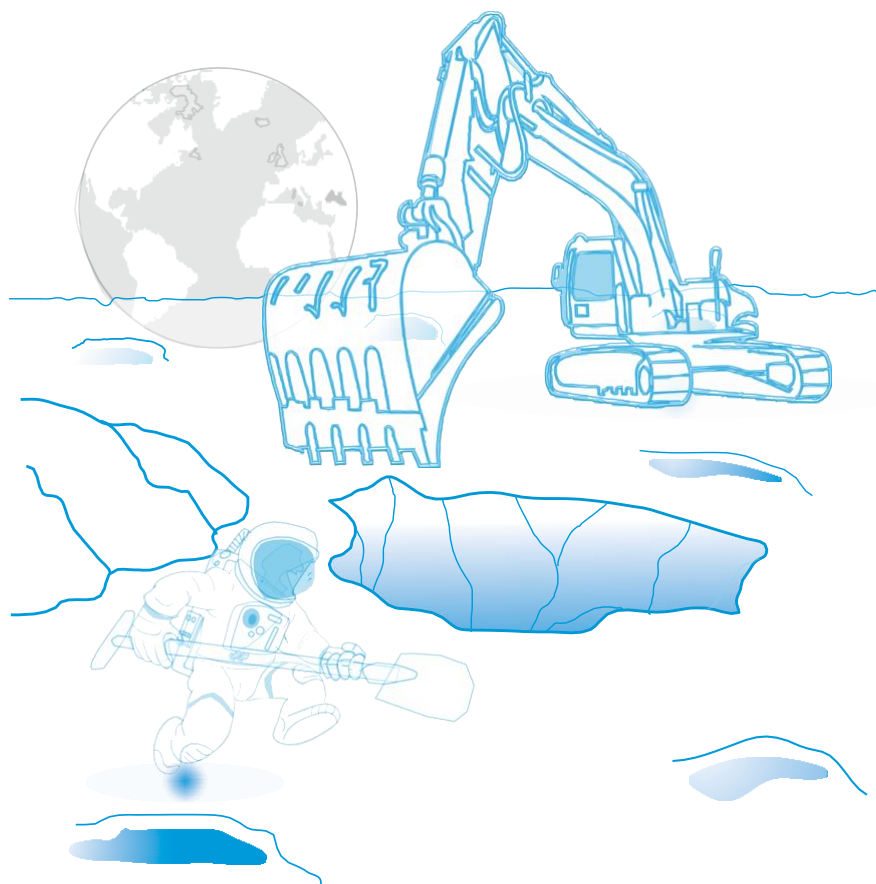


učenje z vesoljem

→ PRIDOBIVANJE VODE IZ LUNARNE PRSTI

Učenje o filtriranju in destiliranju





Vodnik za učitelje

Pregled	stran 3
Povzetek dejavnosti	stran 4
Uvod	stran 5
Dejavnost 1: Je voda na Luni drugačna?	stran 6
Dejavnost 2: Filtriranje ali destiliranje?	stran 9
Delovni listi za dijake	stran 13
Povezave	stran 22
Priloga	stran 23

učenje z vesoljem – pridobivanje vode iz lunarne prsti | C10
www.esa.int/education

V pisarni za izobraževanje ESA smo veseli vseh povratnih informacij in komentarjev
teachers@esa.int

Izdelek ESA Education v sodelovanju z ESERO UK.
Copyright 2018 © European Space Agency

→ PRIDOBIVANJE VODE IZ LUNARNE PRSTI

Učenje o filtriranju in destiliranju

Hitra dejstva

Predmet: kemija, fizika

Starostni razpon: 12–16 let

Tip: laboratorijska dejavnost

Zahtevnost: srednja

Čas za pripravo učitelja: 30 minut

Potreben čas za izvedbo dejavnosti: 1 ura in 20 minut

Strošek: nizek – vsa oprema je najverjetneje na voljo v šolskem laboratoriju

Lokacija: laboratorij

Vključuje uporabo: vnaprej pripravljene kocke ledu, pomešane s peskom

Ključne besede: raziskovanje Lune, filtriranje, destiliranje, agregatna stanja, fazni prehodi.

Kratek opis

V tem viru se bodo učenci učili glede sprememb agregatnih stanj na primeru uporabe vode na Luni. Podatke bodo interpretirali na podlagi primerjave tlaka in temperature v grafikonu za vodo, s čimer bo vzpostavljena debata glede tega, da se spremembe agregatnih stanj na Luni razlikujejo od tistih na Zemlji. Nato bodo primerjali dve metodi za ločevanje zmesi v kontekstu pridobivanja vode iz lunarne prsti. Dobili bodo vnaprej pripravljene kocke, podobne lunarni prsti, ter primerjali postopek preproste destilacije s filtracijo in se odločili, kaj je najučinkovitejše na Zemlji in kaj na Luni.

Učni cilji

- Spremembe agregatnega stanja in razlike v procesu v odvisnosti od tlaka in temperature.
- Razumevanje sprememb stanja glede na model delcev.
- Uporaba opreme za destilacijo pri ločevanju zmesi.
- Uporaba filtracije za ločevanje zmesi.
- Pravilna izvedba poskusov z upoštevanjem ustreznega ravnanja z napravo, natančnih meritev ter pravil glede varnosti in zdravja.
- Ocenjevanje metod ter predlaganje morebitnih izboljšav in dodatnih raziskav.
- Razlaga odstotkov in sprememb v deležih v obliki ulomkov ali decimalnih števil.

→ Povzetek dejavnosti

Povzetek dejavnosti					
	Naslov	Opis	Cilj	Zahteve	Čas
1	Je voda na Luni drugačna?	Določanje vodnih faz. Analiziranje grafa, ki prikazuje tlak v odvisnosti od temperature za vodo v kontekstu Lune.	Možnosti za pridobivanje vode na Luni.	Brez	20 minut
2	Filtriranje ali destiliranje?	Primerjava postopkov filtriranja in destiliranja za »lunarna« ledena jedra.	Načrtovanje in izvedba poskusa s filtriranjem in destiliranjem.	Priporočamo izvedbo dejavnosti 1.	1 ura

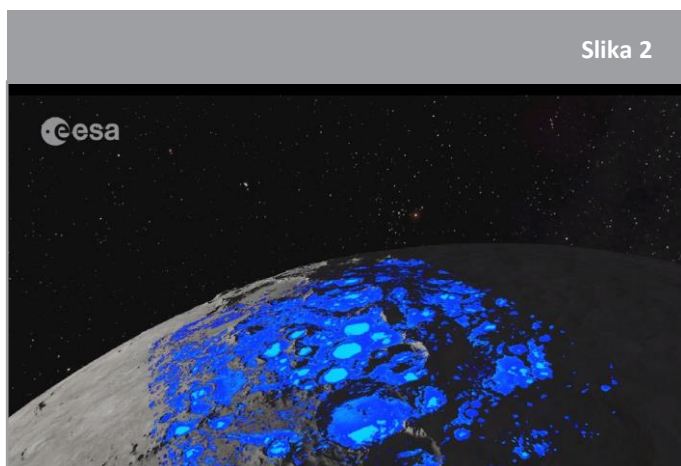
→ Uvod

Med letoma 1969 in 1972 je Luno obiskalo dvanajst astronautov. Te odprave so edini dogodki, v katerih so ljudje hodili po svetu, ki ni Zemlja. Od takrat je Luno preiskovalo več satelitskih in robotskih odprav. Ena od teh je bila odprava SMART-1, ki je krožila okoli Lune od novembra 2004 do septembra 2006. SMART-1 je zajel podrobne posnetke površine in raziskal sestavo skal. Odprava se je zaključila z namernim trčenjem v lunarno površje



Slika 1

↑ ESA SMART-1 – prva evropska odprava, ki je krožila okoli Lune.



Slika 2

↑ Zemljevid lunarnega južnega pola, kjer bi morala biti voda v ledu stabilno zakopana v prvem metru pod površjem (temno modra) in na površju (svetlo modra).

Leta 2009 smo odkrili prisotnost vode na Luninih polih. Vendar pa voda na Luni obstaja le v obliki ledu. Luna nima atmosfere, zato je pritisk na površju zelo nizek. Pri nizkem pritisku lahko voda obstaja samo v trdni obliki (led) ali kot plin. V kraterjih, ki so stalno v senci in kjer temperatura lahko pade do -248 °C , voda obstaja v obliki ledu. Ko Lunino površje obsije sonce, se temperatura lahko dvigne do 123 °C . Zaradi nizkega pritiska na Luni se voda v obliki ledu pri temperaturi -40 °C spremeni neposredno iz ledu (trdnega stanja) v vodne hlape (plinasto stanje). ESA v sodelovanju z drugimi vesoljskimi agencijami načrtuje robotske odprave ter odprave z astronauti za ponovno raziskovanje Lune.

Če želimo ustanoviti naselbino na Luni, bomo v prihodnosti morali upoštevati možnost pridobivanja ledu iz lunarnega regolita (prsti).

V tem sklopu dejavnosti si bodo morali dijaki predstavljati, da so na lunarni odpravi in bodo morali pridobiti vodo iz »lunarnih« ledenih jeder.

→ Dejavnost 1: Je voda na Luni drugačna?

Dijaki bodo raziskovali agregatna stanja vode in prehode vodnih faz. Analizirali bodo fazni diagram za vodo in izvedli preprost poskus, da ugotovijo, kako pritisk in temperatura vplivata na agregatno stanje vode. Na koncu bodo povezali svoje znanje o raziskovanju Lune s tem, kako je vodo mogoče pridobiti iz regolita na Luni.

Oprema:

- brizga
- vroča voda
- natisnjeni delovni listi

Vaja

Dijakom razdelite delovne liste. Najprej naj poimenujejo (določijo) spremembe stanja:

- Pri sublimaciji se trdna snov spremeni v plin (brez tekoče faze).
- Pri depoziciji se plinasta snov spremeni v trdno (brez tekoče faze).
- Pri zamrznitvi se tekoča snov spremeni v trdno.
- Pri taljenju se trdna snov spremeni v tekočo.
- Pri izhlapevanju se tekoča snov spremeni v plin.
- Pri kondenzaciji se plinasta snov spremeni v tekočo.

Dijaki tudi narišejo model delcev za tri agregatna stanja.

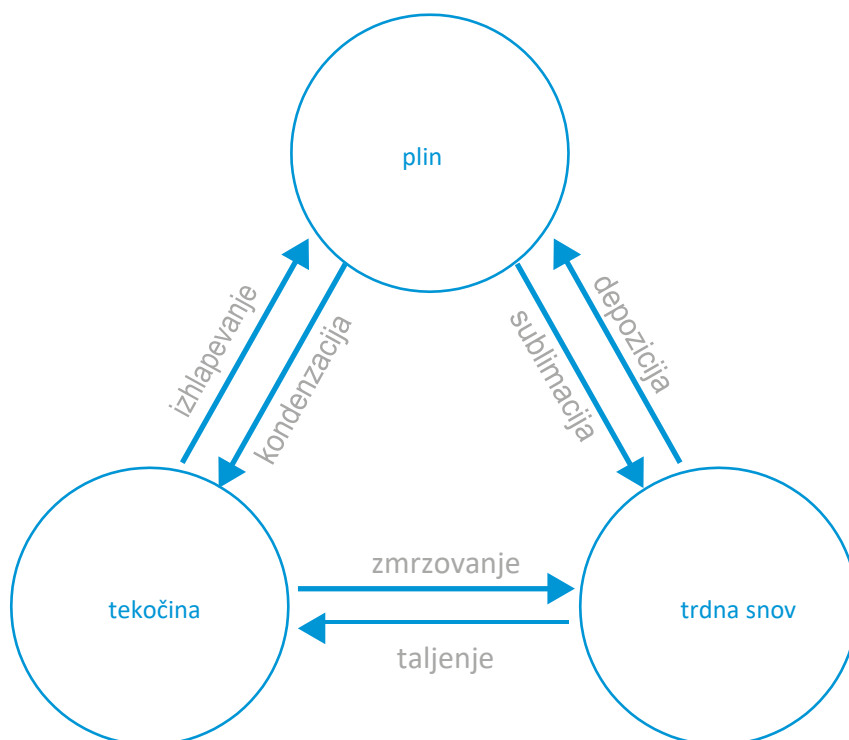
Pri vprašanju 3 bodo morali povezati spremembe agregatnega stanja vode s temperaturo in tlakom. Pripravite lahko znane primere, kot je potapljanje (tlak se poveča) in izlet na vrh gore (tlak se zmanjša).

Pri nižjem tlaku bo voda vrela pri nižji temperaturi. Pri vprašanju 4. b lahko dijaki z brizgo preizkusijo hipotezo, ki so jo predstavili v vprašanju 4. a, in ustvarijo okolje z nizkim tlakom.

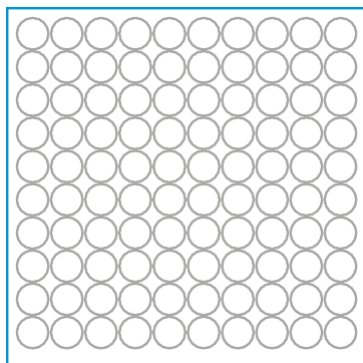
Pri vprašanju 5 dijakom povejte, naj koncepte, ki so jih spoznali, uporabijo za okolje Lune. Pričnete lahko tako, da povežete nekatere predhodne primere z Luno, npr. z gorskim vrhom na Zemlji, kjer bo zračni tlak nižji, saj je tam atmosfera redkejša. Luna nima atmosfere, zato je tlak zelo nizek.

Za popolne odgovore na vprašanja z delovnega lista si oglejte razdelek z rezultati.

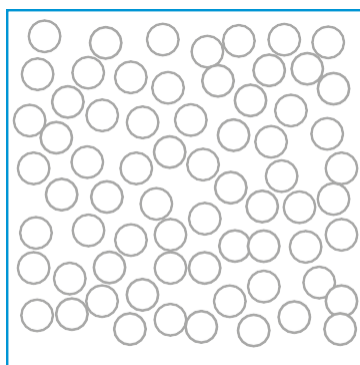
Rezultati



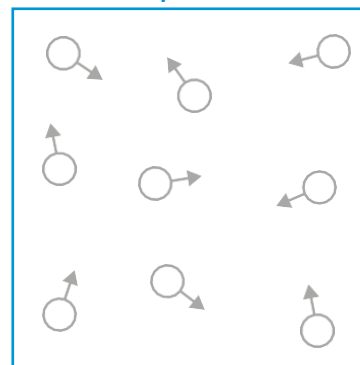
2. trdna snov



tekočina



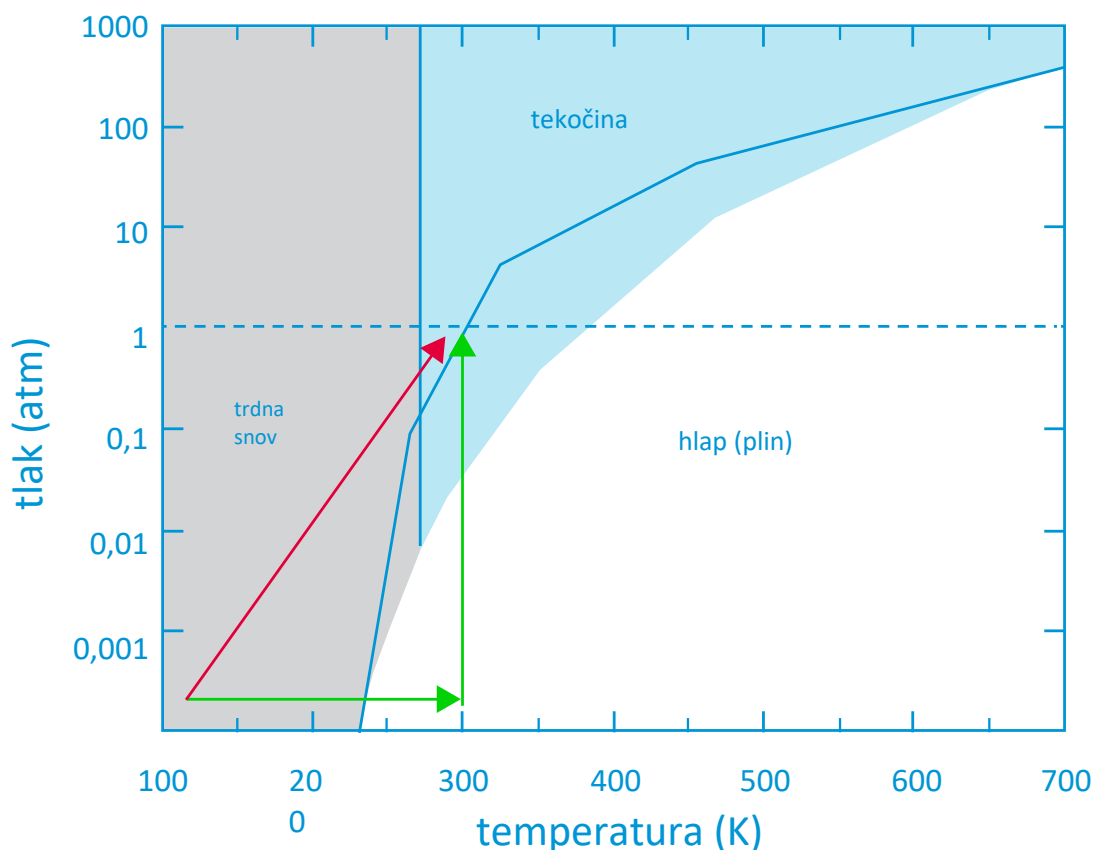
plin



3.

Agregatno stanje vode	Temperaturno območje (K)	Tlak (atm)
Trdno	< 273	1
Tekoče	273–373	1
Plinasto	>373	1

4. a. Vrelišče vode se zniža z zvišanjem tlaka. Voda pri zelo nizkem pritisku ($\sim 0,01$ atm) ne more obstajati v tekočem stanju.
- b. Tlak v brzigi se zmanjša. Četudi je temperatura vode pod 100 °C, voda doseže vrelišče in bi morala začeti izhlapevati.
5. a. Slika A2 prikazuje, da voda pri izredno nizkem tlaku (blizu 0 atm) nima tekočega agregatnega stanja, ne glede na temperaturo. Luna nima atmosfere, tlak na površini je približno 0 atm, zato bo voda v ledu sublimirala in prehajala neposredno iz trdnega v plinasto stanje.
- b. Trdno stanje (led)
- c. Če led odstranite iz kraterja, se bo temperatura zvišala. Ko se voda v ledu segreje, bo pričela sublimirati. Če ledu ne shranite v zatesnjeni posodi, se bo razpršil v plin in izgubili boste vso zbrano vodo. To lahko preprečite tako, da led shranite v zatesnjeni posodi.
- d. Če želite pridobiti vodo v tekočem stanju, boste morali zvišati temperaturo in tlak.
- e. Spodaj je nekaj primerov pravilnih odgovorov.



Primer 1 (zeleno): segrevanje na sončni svetlobi na lunarnem površju, nato stiskanje pod tlakom v lunarni postaji.

Primer 2 (rdeče): hkratno segrevanje in stiskanje pod tlakom. Do tega pojava bi prišlo, če bi vzorce pridobili neposredno v okolju pod tlakom.

→ Dejavnost 2: Filtriranje ali destiliranje?

Dijaki bodo primerjali dve metodi ločevanja vode iz peska: filtracijo in destilacijo. Prejeli bodo simulirana jedra lunarnega ledu/prsti, ki jih bodo uporabili v svojem poskusu ter izračunali odstotek mase vode, pridobljene v vsakem primeru.

Oprema:

- natisnjeni delovni listi za vsako skupino
- vnaprej pripravljena ledena jedra (glejte prilogo)
 - tehtnica
 - pesek in voda
 - model za zamrzovanje

Oprema za filtracijo

- erlenmajerica
- merilni valj
- filtrirni papir
- lij
- Bunsenov gorilnik (izbirno, za taljenje ledenih jeder)

Oprema za destilacijo

- Bunsenov gorilnik ali vroča plošča
- erlenmajerica
- trinožno stojalo
- zamašek z luknjo za plastično/gumijasto cev
- velika pločevinka z luknjo ob strani
- kocke ledu (za hlajenje cevi)
- majhen kos bakrene cevi (izbirno – izboljša hlajenje)
- merilni valj

Priprava opreme za destilacijo

Bakreno cev (če je na voljo) ter čim več plastične/gumijaste cevi vstavite v pločevino in prekrijte z ledom. Vse cevi morajo biti med dobro zatesnjene.

Varnost in zdravje

Dijaki naj pri segrevanju zmesi ledu/peska uporabijo zaščitna očala.

Če uporabite Bunsenov gorilnik, se mora erlenmajerica za filtracijo pred nadaljnjo uporabo hladiti vsaj 5 minut po tem, ko jo odstranite z vira toplote. Bučko lahko nato primete samo za vrat.

Vsi deli opreme za destilacijo, vključno z merilnim valjem, bodo vroči in lahko povzročijo opekline.

Merilni valj za destilacijo se mora pred nadaljnjo uporabo hladiti vsaj 5 minut po tem, ko ga odstranite z vira toplote.

Če iz konca cevi izhaja para ali preveč vodne pare, Bunsenov gorilnik začasno odstranite od erlenmajerice.

Pri premikanju Bunsenovega gorilnika med poskusom destilacije držite samo za spodnji del, prav tako ga najprej preklopite v varni način plamena.

Vir toplote morate odstraniti takoj, ko se v zmesi v erlenmajerici pojavijo mehurčki, da preprečite pregrevanje stekla.

Vaja

Dijake razdelite v skupine po štiri. Vsaka skupina bo poskusila obe metodi: filtracijo in destilacijo. Dijaki naj vsako preiskavo pred izvedbo načrtujejo. Načrt morate preveriti, prav tako morate preveriti nastavitev opreme, preden jim razdelite ledena jedra.

Ključni elementi so:

Filtracija

1. Preberite varnostne opombe in ustrezno načrtujte.
2. Pripravite opremo za filtracijo v skladu z diagramom.
3. Izmerite maso ledenih jeder na pladnju in zabeležite vrednost.
4. Odstranite ledena jedra s pladnja in jih položite v erlenmajerico.
5. Izmerite maso praznega pladnja (uporabite vrednost skupne mase v koraku 3).
6. Stalite ledena jedra.
7. Filtrirajte zmes.
8. Izmerite prostornino pridobljene vode.
9. Izmerite odstotek mase pridobljene vode.

Destilacija

1. Preberite varnostne opombe in ustrezno načrtujte.
2. Pripravite opremo za destilacijo v skladu z diagramom.
3. Izmerite maso ledenih jeder na pladnju in zabeležite vrednost.
4. Odstranite ledena jedra s pladnja in jih položite v erlenmajerico.
5. Izmerite maso praznega pladnja (uporabite vrednost skupne mase v koraku 3).
6. Zmes naj vre, dokler ne bo suha.
7. Izmerite prostornino pridobljene vode.
8. Izračunajte odstotek mase zbrane vode.

Učenci naj primerjajo svoje rezultate in se pogovorijo o tem, s katero metodo je možno pridobiti več vode in kaj je po njihovem mnenju razlog. Pogovorijo se o tem, kako je možno izgubiti vodo z obema metodama. Priti morajo do sklepov, da:

- Z metodo filtracije voda ostane v pesku in v filtrirnem papirju.
- Pri destilaciji lahko vodo izgubimo z vodnimi hlapi, nekaj pa je ostane v ceveh.

Postopek destilacije je pri laboratorijski izvedbi energetsko zelo intenziven. Morda ne bo tako na Luni, saj se lahko destilacija (natančneje sublimacija) v okoljih z nizkim tlakom izvaja pri nizkih temperaturah – glejte sliko A2 pri dejavnosti 1. Vodni hlapi se nato v okolju z visokim tlakom kondenzirajo kot tekočina.

Rezultati

2. Pogovorite se o zahtevah za varnost in zdravje pri dejavnosti ter poskrbite, da predstavite vse točke razdelka Varnost in zdravje.
3. Spodaj je navedenih nekaj primerov prednosti in slabosti filtracije in destilacije.

Z učenci se pogovorite, kako se energija porablja pri vsakem postopku in kateri je potrebuje več. To je majhen primer poskusa, zato se lahko pogovorite tudi o tem, kako zlahka bi bilo povečati obseg poskusov na praktičen nivo.

	Prednosti	Slabosti
Filtracija	<ul style="list-style-type: none"> • Energetska učinkovitost • Stroškovna učinkovitost • Preprosta naprava • Možnost razširitve 	<ul style="list-style-type: none"> • Počasno • Oprema je odvisna od zmesi. • Nekaj tekočine ostane v ostankih.
Destilacija	<ul style="list-style-type: none"> • Ubija škodljive bakterije. • Možnost prilagajanja različnim zmesem s spremembo temperature. • Možnost razširitve 	<ul style="list-style-type: none"> • Porabi več energije za segrevanje. • Zahtevnejša priprava

4. Dijaki morajo izmeriti maso ledenih jeder pred izvedbo postopka.
5. Dijaki morajo izmeriti maso vode, pridobljene iz ledenih jeder.
6. Primer pridobljene količine vode za obe metodi:

$$\frac{\text{masa vode}}{\text{masa ledenega jedra}} * 100$$

Masa ledenih jeder (g)	Filtracija		Destilacija	
	Masa vode (g)	% pridobljenega	Masa vode (g)	% pridobljenega
100	19	19 %	36	36 %

7. Spodbudite pogovor o tem, kje bi lahko prišlo do izgub vode med poskusom in o razlikah med obema postopkoma. Tako boste ustvarili dobro priložnost za vprašanje, kako bi bilo možno poskuse v prihodnje izboljšati.
8. Pogovorite se o načinih preizkušanja čistosti vode (najlažji bo najverjetneje vizualni pregled) in kje bi lahko bile prisotne nečistoče/bakterije/onesnaževalci.

9. a. Na Zemlji destilacija zahteva več toplotne energije za vrenje jeder v primerjavi s taljenjem jeder za filtracijo. Destilacija zahteva spremembo dveh faz v primerjavi s samo eno pri filtraciji.

b. Na Luni bi metodi zahtevali približno enako količino energije, saj obe za pridobivanje vode potrebujeta povečanje toplote in tlaka.

10. Na Luni je tlak prenizek, da bi lahko obstajala tekoča voda. Če bi to preiskavo poskusili izvesti na Luni, kjer ni okolja z dovolj visokim tlakom, ne bi mogli pridobiti tekoče vode. Pri segrevanju ledenih jeder bi led sublimiral in plin bi pobegnil, vi pa bi ostali povsem brez vode. Uporabiti morate zatesnjeno posodo pod tlakom.

11. Morebitne pomembne zamisli učencev.

12. Primer iz zgornjih rezultatov:

Destilacija je najučinkovitejša, saj je pridobila 36 % v primerjavi z 19 % pri filtraciji.

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

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

13. Najprej opravite izračun, da določite maso vode na dan za enega astronauta:

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

Za 6 astronautov:

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

Zaključek

Dijaki morajo priti do zaključka, da destilacija na Zemlji porabi veliko več energije kot filtracija. Na Luni nizek tlak zaradi pomanjkanja atmosfere pomeni, da bi za pridobivanje vode v tekočem stanju obe metodi potrebovali dvig tlaka in segrevanje. Priti morajo tudi do sklepa o tem, katera uporabljena metoda je bila učinkovitejša. Ugotoviti morajo, da bodo za preživetje na Luni potrebovali veliko vode in da to predstavlja izziv, s katerim se spopadajo vesoljske agencije.

→ PRIDOBIVANJE VODE IZ LUNARNE PRSTI

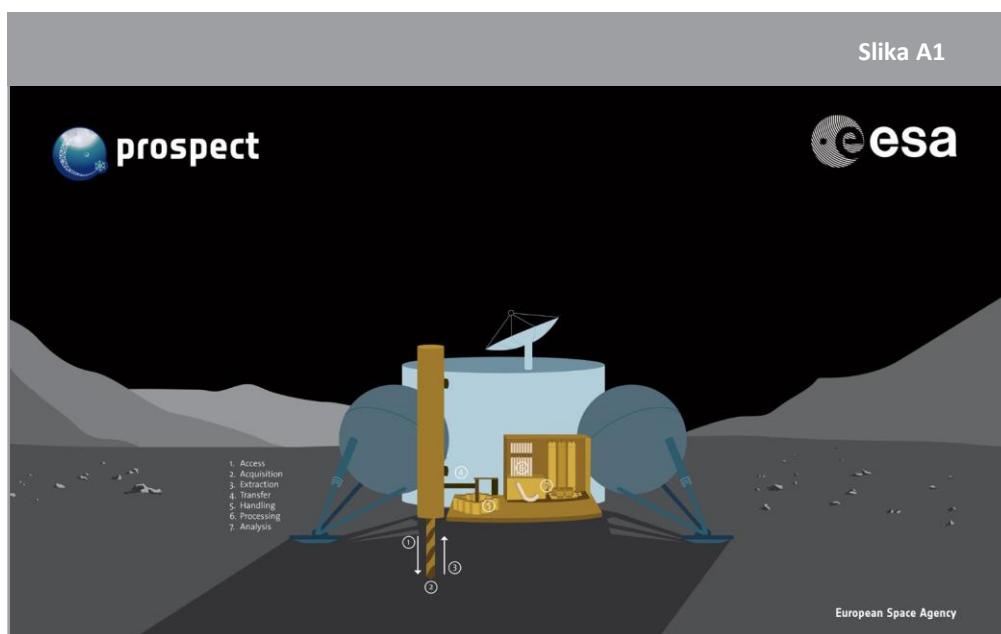
Učenje o filtriranju in destiliranju

Uvod

Vode v tekočem stanju je na Zemlji v izobilju, saj pokriva 71 % njenega površja; voda je pravzaprav izjemna. Je edina znana snov, ki obstaja v trdnem, tekočem in plinastem stanju v običajnih zemeljskih pogojih ter ima zmožnost, da raztopi več trdnih snovi kot katera koli druga tekočina. Voda je tudi ključna za vse znane oblike življenja!

Na Luni smo vodo zaznali v obliki ledu. V prihodnosti bi lahko pridobivali vodo v ledu, da bi astronomom zagotovili tekočo vodo za uživanje in za gojenje rastlin. Vodo je možno tudi razdeliti na vodik in kisik, s katerima lahko pridobimo kisik za dihanje in raketno gorivo.

ESA razvija sistem PROSPECT, ki bo del odprave Luna 27. Sistem bo vrtal v površje Lune in pridobival pomembne vire, vključno z vodo, s katerimi bo podpiral bodoče raziskovalne odprave.



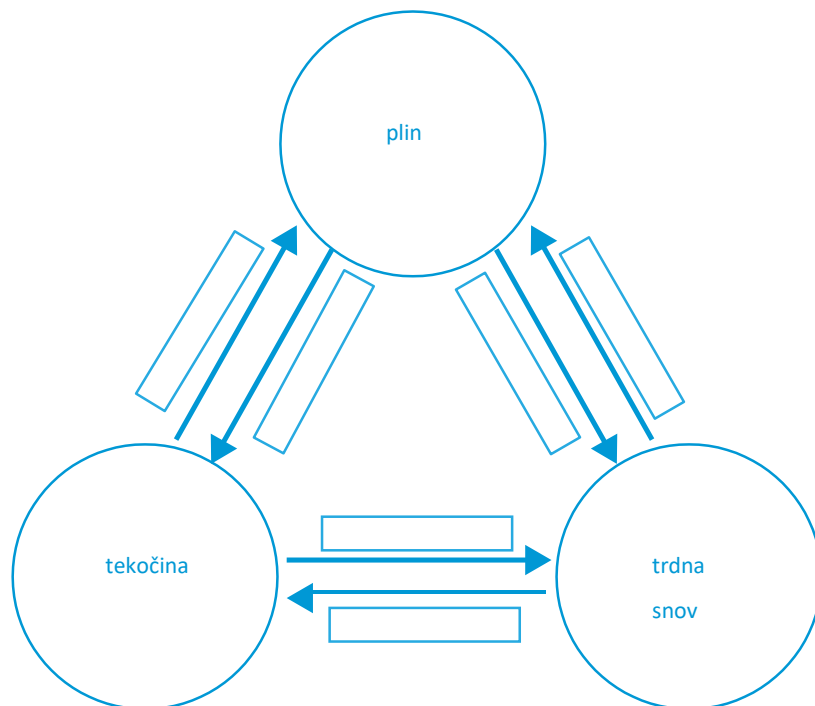
↑ Koncept sistema PROSPECT in njegove funkcije.

→ Dejavnost 1: Je voda na Luni drugačna?

Za pridobivanje vode na Luni moramo poznati agregatna stanja snovi ter fazne prehode.

Vaja

1. Izpolnite kvadratke z različnimi faznimi prehodi:

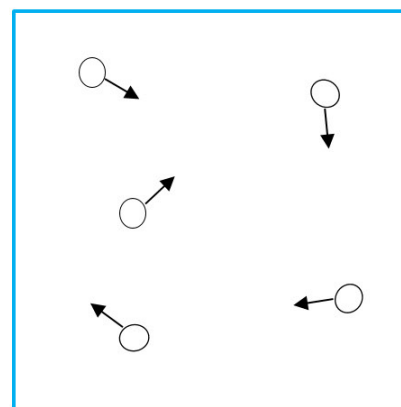
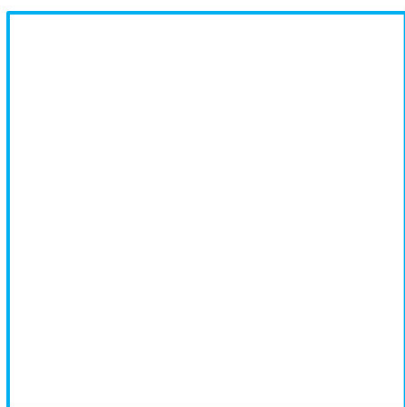


2. V spodnji okvirček narišite strukturo delcev v vsakem od treh agregatnih stanj. Model delcev za plinasto stanje smo že pripravili.

Trdna snov

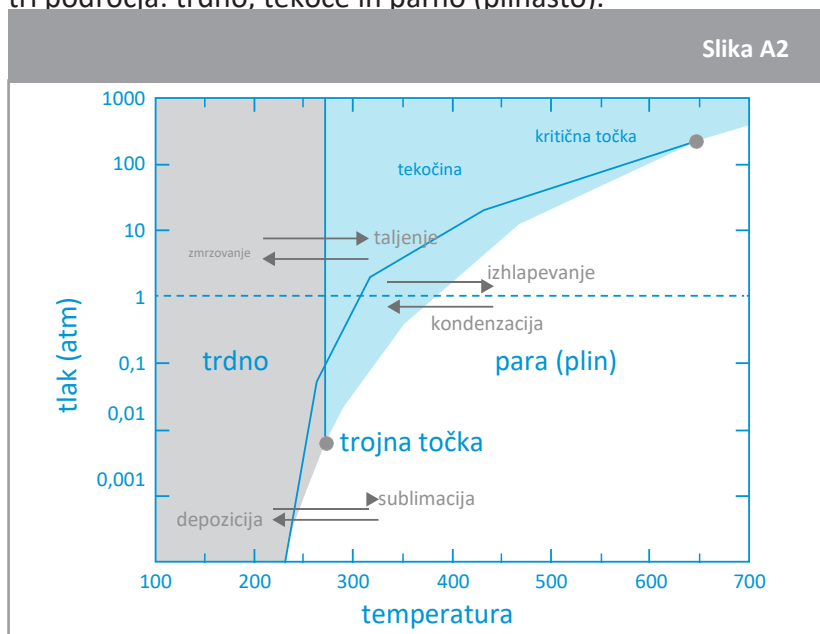
Tekočina

Plin



3. Fazni prehodi niso odvisni le od temperature. Odvisni so tudi od tlaka.

Spodnji diagram faz (slika A2) prikazuje stanje vode kot funkcijo temperature in pritiska. Razdeljen je na tri področja: trdno, tekoče in parno (plinasto).



S pomočjo slike A2 izpolnite spodnjo tabelo:

Agregatno stanje vode	Temperaturno območje (K)	Pritisk (atm)
Trdno		1
Tekoče		1
Plinasto		1

↑ Diagram faz za vodo. Diagram je razdeljen na tri področja: trdno, tekoče in plinasto. Pri sobni temperaturi (pribl. 300 K) in atmosferskem pritisku (1 atm) vidimo, da je voda v tekočem stanju.

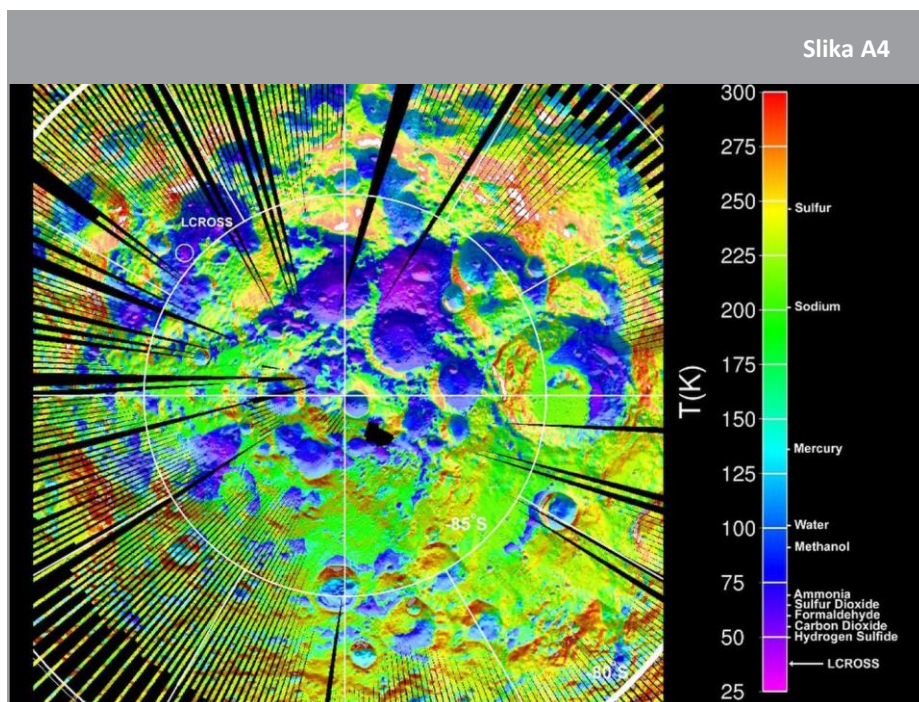
4. a. Kaj se zgodi z vreliščem vode, ko se tlak zviša? Pojasni.

b. Preizkusi svojo hipotezo. Z brizgo povleci približno 1 ml vroče vode (mlačne ali toplejše). Postavi prst na konico in povleci brizgo nazaj, kot je prikazano na sliki A3.



Kaj se zgodi z vodo v brizgi?

5. Luna nima atmosfere, zato je tlak na površino približno 0 atm. Temperature na Luni so ekstremne in se gibljejo od $-248\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $123\text{ }^{\circ}\text{C}$, odvisno od tega, kje na površini se nahajate in ali je dan ali noč.



↑ Zemljevid površinske temperature južne polarne regije Lune podnevi, ki jo je posnel LRO Diviner. Zemljevid prikazuje lokacije več trajno zasenčenih kraterjev, ki so potencialne lokacije za vodo v ledu.

- a. S slikama A2 in A4 razloži, zakaj voda na površju Lune ni v tekočem stanju.

- b. Predstavljaš si, da črpaš vodo iz trajno zasenčenega kraterja, katerega temperatura je 100 K. V kakšnem stanju bi bila voda v tem kraterju?

- c. Kaj bi se zgodilo s tvojim vzorcem vode iz vprašanja 5 b, če bi ga poskušal/-a prenesti iz kraterja?

- d. Kako bi lahko pridobil/-a tekočo vodo iz ledu na Luni?

- e. Nariši puščice na diagram faz, da svojo rešitev predstaviš pri vprašanju 5 d.

→ Dejavnost 2: Filtracija ali destilacija?

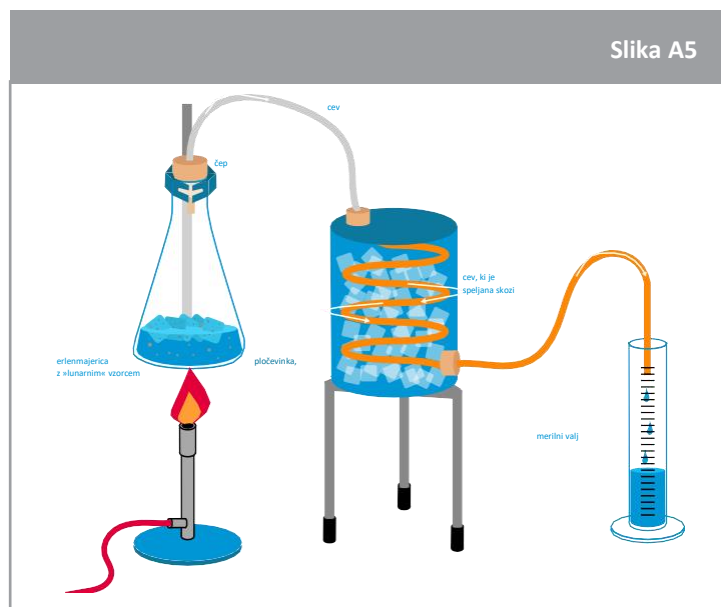
Morebitna voda v ledu, pridobljena iz površinskih plasti Lune, bo ujeta v lunino regolit (lunino prst). V tej dejavnosti boš moral/-a najti način za ločevanje vode od snovi, podobne regolitu. Prejel/-a boš zamrznjena "lunarna" ledena jedra in tvoja naloga je, da primerjaš dva načina pridobivanja vode iz simuliranega luninega regolita.

Poskus

Primerjaj dva načina pridobivanja vode iz luninega regolita: filtracijo in destilacijo. **Destilacija** je postopek ločevanja snovi iz tekoče zmesi z vrenjem tekočine in ohlajanjem pare, da nastane kondenzat. **Filtracija** loči trdne snovi od tekočin z dodajanjem medija, skozi katerega lahko prehaja samo tekočina.

Oprema za destilacijo:

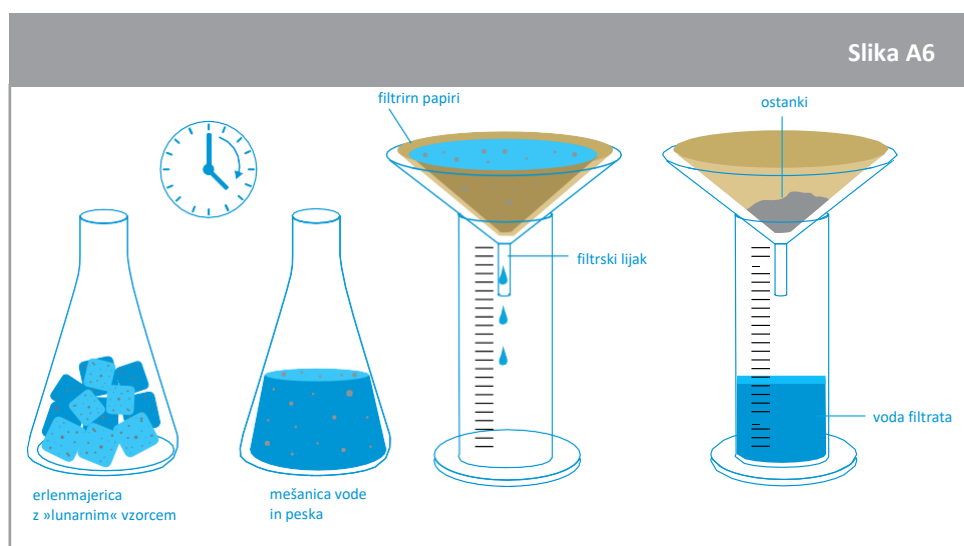
- Bunsenov gorilnik ali plošča
- erlenmajerica
- trinožno stojalo
- zamašek z luknjo za plastično/gumijasto cev
- velika pločevinka z luknjo ob strani
- kocke ledu (za hlajenje cevi)
- majhen kos bakrene cevi (izbirno – izboljša hlajenje)
- merilni valj



↑ Poskusna postavitve za destilacijo.

Oprema za filtracijo:

- erlenmajerica
- merilni valj
- filtrirni papir
- lij
- Bunsenov gorilnik (izbirno, za taljenje ledenih jeder)



↑ Poskusna postavitve za filtracijo.

Tvoja naloga je, da primerjaš odstotek mase vode, pridobljene v procesu destilacije in filtracije.

1. Glede na zgornje informacije in razpoložljivo opremo pripravi načrt poskusa za primerjavo obeh metod pridobivanja.

2. Katera varnostna priporočila moraš upoštevati?

3. Kakšne so po tvojem mnenju prednosti in slabosti filtracije in destilacije?

4. Kaj je treba izmeriti **pred** izvedbo postopka?

5. Kaj je treba izmeriti **po** izvedbi postopka?

6. Izpolni tabelo z rezultati.

Masa ledenih jeder (g)	Filtracija
	Masa vode (g) % pridobljeno

Masa ledenih jeder (g)	Destilacija
	Masa vode (g) % pridobljeno

7. Katera metoda daje največjo količino vode? Zakaj misliš, da je tako?

8. Katera metoda po tvojem mnenju daje najčistejšo vodo?

9. a. Katera metoda je po tvojem mnenju najbolj energetska na Zemlji? Pojasni.

b. In na Luni? Pojasni.

10. Na kakšne težave bi naletel/-a, če bi poskušal/-a opraviti to preiskavo na Luni?

11. Ali se spomniš drugih načinov pridobivanja vode iz regolita?

Ali veš?

Astronavti na Mednarodni vesoljski postaji reciklirajo večino vode, ki jo porabijo – približno 75 %. Sistem za zbiranje odpadne vode lahko zbere vodo iz urina in dihanja astronautov. Ta voda se filtrira in očisti ter jo je možno ponovno uporabiti. Astronavt na Mednarodni vesoljski postaji v povprečju porabi 90 % manj vode kot človek na Zemlji.



12. Koliko litrov vode pridobiš na kilogram luninega ledu z najučinkovitejšo metodo? (Pri analizi si lahko pomagaš z dejstvom, da ima 1 liter vode maso 1 kilogram).

13. Predpostavimo, da vsak astronaut na Luni potrebuje 6 litrov vode na dan. Koliko kilogramov luninega ledu bi morali pridobiti vsak dan, da bi oskrbeli ekipo šestih astronautov?

→ Povezave

Viri ESA

Medpredmetni šolski projekt Moon Camp

esa.int/mooncamp

Animacije o osnovah življenja na Luni

esa.int/Education/Moon_Camp/The_basics_of_living

Viri ESA esa.int/Education/Classroom_resources

Odprave ESA

Projekt ESA PROSPECT raziskuje vrtnanje na Luni za zbiranje vzorcev lunarnega ledu
exploration.esa.int/moon/59102-about-prospect

ESA Smart-1, prvi evropski satelit okoli Lune

sci.esa.int/smart-1

Dodatne informacije

Luna, interaktivni vodnik ESA

lunarexploration.esa.int

Airbus Foundation Discovery Space, voda na Luni

youtube.com/watch?v=wHJ3F7eIxEM

Zbiranje vzorcev vode v ledu in drugih ledenih hlapnih snovi

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

Voda in hlapne snovi na Luni

lunarexploration.esa.int/#/library?a=252

→ Priloga: Priprava ledenih jeder



Ledena jedra je treba pripraviti en dan pred izvedbo praktične dejavnosti. V tem primeru je bil uporabljen embalažni material za epruvete, vendar bo zadostovala katera koli posoda, ki proizvede dovolj majhne koščke ledu za uporabo v erlenmajerici. Celotno prostornino posode izmerimo tako, da posodo napolnimo z vodo in nalijemo v merilni valj. Nato je treba polovico posode napolniti s peskom, polovico pa z vodo. Posodo postavite na ravno površino v zamrzovalnik.

Ledena jedra vzemite iz zamrzovalnika šele tik pred uporabo – peščena stran zmesi se namreč lahko hitro stopi in ostane v posodi.