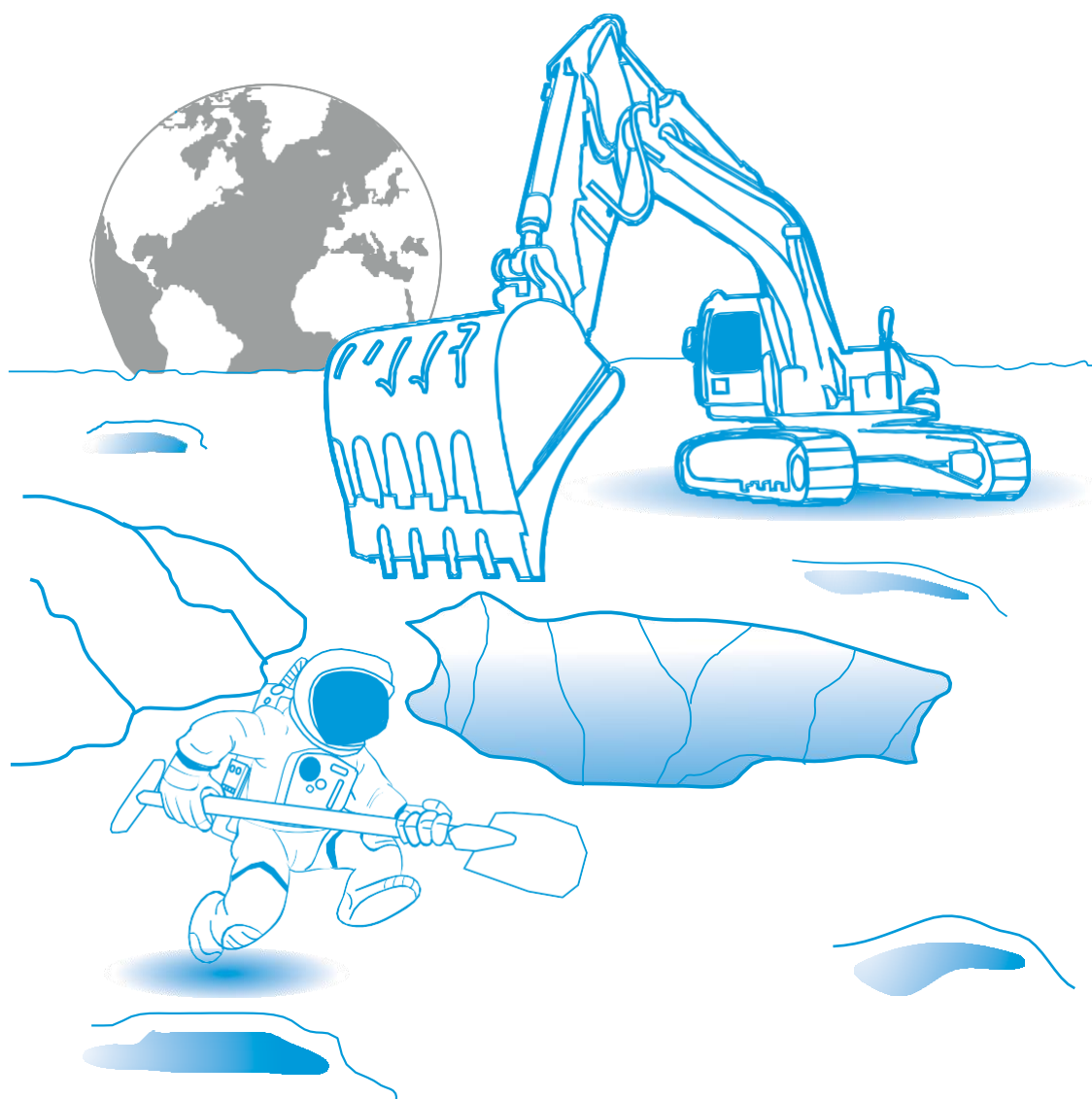
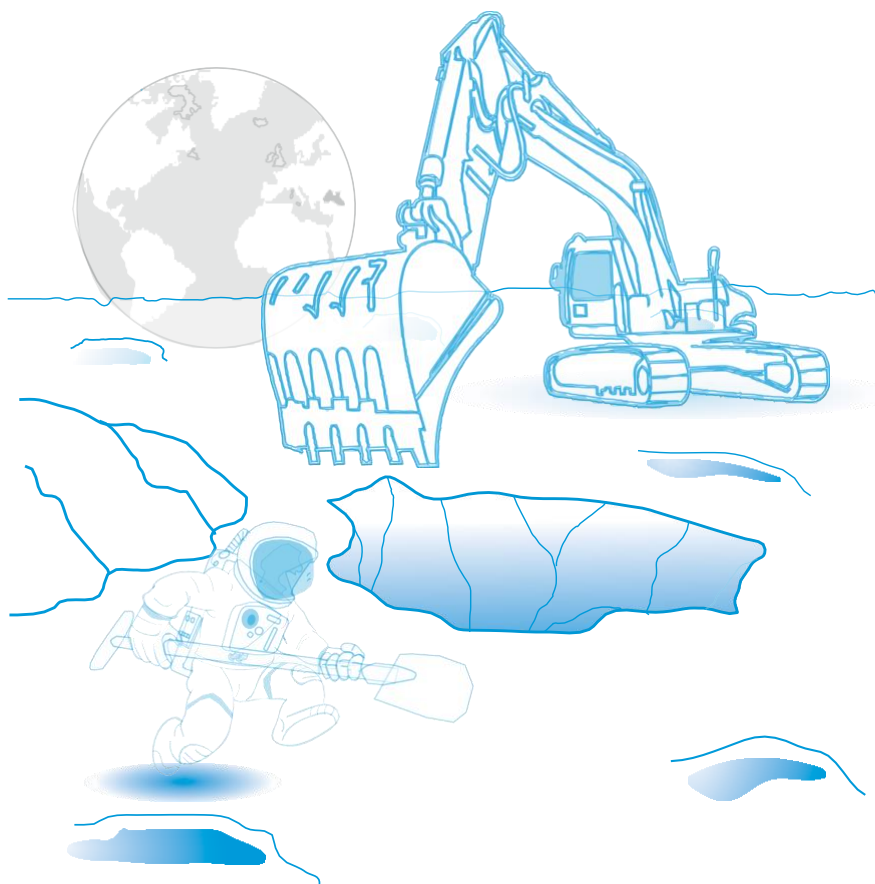


# tanítsunk a világűrrel!

## → HOGYAN NYERHETÜNK KI VIZET A HOLD TALAJÁBÓL?

Ismerjük meg a szűrés és a desztillálás műveleteit!





## Tanári útmutató

Alapadatok	3. oldal
A tevékenységek áttekintése	4. oldal
Bevezetés	5. oldal
1. tevékenység: Milyen a víz a Holdon?	6. oldal
2. tevékenység: Szűrés vagy desztillálás?	9. oldal

Tanulói munkalap	13. oldal
------------------	-----------

Linkek	22. oldal
Melléklet	23. oldal

tanítsunk a világuŕrel! – hogyan nyerhetünk ki vizet a hold talajából? | C10  
[www.esa.int/education](http://www.esa.int/education)

Az Európai Űrügynökség (ESA) Oktatási Irodája örömmel fogadja a visszajelzéseket és észrevételeket  
[teachers@esa.int](mailto:teachers@esa.int)

Az Európai Űrügynökség oktatási programja az Európai Űrügynökség Oktatási Erőforrás Iroda (ESERO) Egyesült Királysággal együttműködésben  
Szerzői jogok 2018 © Európai Űrügynökség

# → HOGYAN NYERHETÜNK KI VIZET A HOLD TALAJÁBÓL?

Ismerjük meg a szűrés és a desztillálás műveleteit!

## Alapadatok

**Tantárgy:** kémia, fizika

**Korosztály:** 12–16 év

**Típus:** laboratóriumi tevékenység

**Nehézségi fok:** közepes

**Tanári felkészülési idő:** 30 perc

**Tanítási idő:** 1 óra 20 perc

**Költség:** alacsony – a felszerelések hozzáférhetőek az iskolai laboratóriumban

**Helyszín:** laboratórium

**Eszközök:** homokkal kevert jégből előre elkészített tömbök

**Kulcsszavak:** a Hold felderítése, szűrés, desztillálás, halmazállapotok, fázisátalakulás

## Rövid ismertetés

A tevékenység keretében a tanulók a halmazállapot-változásokról tanulnak a Holdon található víz példáján keresztül. Értelmezik a víz nyomás-hőmérséklet diagramjának adatait, és ezek alapján megbeszélik, hogy a halmazállapot-változások a Holdon mennyiben különböznek a Földön megszokottól. Ezután a Hold talajából történő vízkinyerés példája alapján összehasonlítják a keverékek szétválasztásának két módszerét. A Hold talajának szemléltetésére előre elkészített jégtömböket kapnak, majd összehasonlítják az egyszerű desztillációt a szűréssel, és eldöntik, melyik művelet hatékonyabb a Földön és a Holdon.

## Tanulási célok

- Megtanuljuk, hogy a halmazállapot-változások hogyan függenek a nyomástól és a hőmérséklettől.
- Értelmezzük a halmazállapot-változásokat a részecskemodell alapján.
- Megismerjük a keverékek szétválasztásának műveletét desztillációs berendezés használatával.
- Megismerjük a keverékek szétválasztásának műveletét szűréssel.
- Gyakoroljuk a kísérletek körültekintő módon történő elvégzését, beleértve a helyes eszközhasználatot, a pontos méréseket, valamint az egészségügyi és biztonsági szabályok betartását.
- Értékeljük a módszereket, és javaslatokat teszünk a kísérlet továbbfejlesztésére.
- Értelmezzük a tört és tizedesjegy értékű százalékokat és százalékos változásokat.

## → A tevékenységek áttekintése

A tevékenységek áttekintése					
	Cím	Leírás	Eredmény	Szükséges előzmények	Időtartam
1	Milyen a víz a Holdon?	Azonosítjuk a víz halmazállapotait. Értelmezzük a víz nyomás-hőmérséklet diagramját a Holdra vonatkozóan.	Megtudjuk, hogyan lehetne vizet kinyerni a Hold talajából.	Nincs	20 perc
2	Szűrés vagy desztillálás ?	„Holdi jégmagok” felhasználásával összehasonlítjuk a szűrés és desztillálás műveleteit.	Megtervezünk és végrehajtunk egy szűrési és egy desztillációs kísérletet.	Az 1. tevékenység elvégzése ajánlott	1 óra

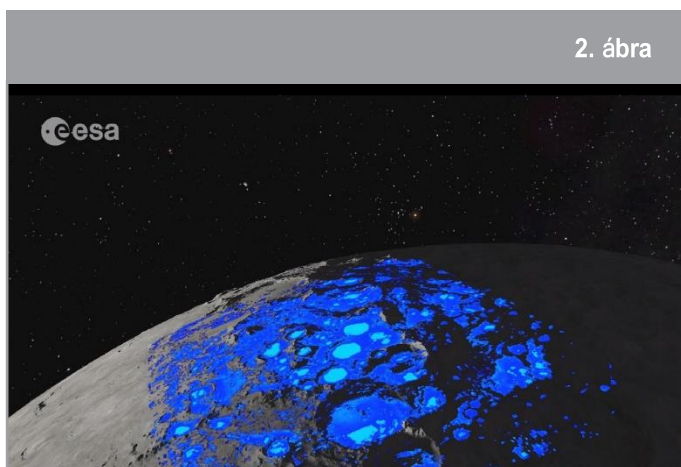
## → Bevezetés

1969 és 1972 között tizenkét űrhajós járt a Holdon. Ezek a holdi küldetések voltak az egyetlen alkalmak, amikor az ember belépett egy másik világba a Földbolygón túl. Azóta számos műhold és robot tanulmányozta a Holdat. Az egyik ilyen küldetés, a SMART-1 2004 novembere és 2006 szeptembere között zajlott. A Hold körül keringve a SMART-1 űrszonda részletes felvételeket készített a felszínről, és tanulmányozta a kőzetek összetételét. A küldetés a Hold felszínébe történő tervezett becsapódással ért véget.



1. ábra

↑ Az Európai Űrügynökség SMART-1 űrszondája volt Európa első Hold körüli pályára állított űrszondája.



2. ábra

↑ A Hold déli pólusának térképe, ahol a felső 1 méter vastag rétegben (sötétkék) és a felszínen (világoskék) stabil vízjég található.

2009-ben a tudósok vizet találtak a Hold pólusain. A Holdon azonban a víz kizárólag jég formájában van jelen. A Holdnak nincs légköre, ezért a felszínén rendkívül alacsony a nyomás. Alacsony nyomáson a víz csak szilárd (jég) vagy gáz halmazállapotú lehet. Egy állandóan árnyékban lévő kráterben, ahol a hőmérséklet akár  $-248\text{ }^{\circ}\text{C}$  is lehet, a víz jég formájában létezik. Amikor a Hold felszínét a Nap felmelegíti, a hőmérséklet akár a  $123^{\circ}\text{C}$ -ot is elérheti. Amikor a vízjég hőmérséklete eléri a  $-40^{\circ}\text{C}$ -ot, a Holdon uralkodó alacsony nyomás miatt jégből (szilárd) közvetlenül vízgőzzé (gáz) alakul át. Napjainkban az Európai Űrügynökség más űrügynökségekkel együttműködve azt tervezi, hogy robotokat és űrhajósokat küld a Hold felszínének további tanulmányozására.

Ha a jövőben települést akarunk létesíteni a Holdon, rá kell jönnünk arra, hogyan nyerhetjük ki a jeget a holdi regolitból (talajból).

Ennek a tevékenységnek a keretében a tanulók elképzelik, hogy egy holdi küldetésen vesznek részt, és vizet kell kinyerniük „holdi” jégmagokból.

## → 1. tevékenység: Milyen a víz a Holdon?

A tevékenység során a tanulók a víz halmazállapotait és azok változásait vizsgálják. Értelmezik a víz fázisdiagramját, és elvégeznek egy egyszerű kísérletet annak szemléltetésére, hogy a nyomás és a hőmérséklet hogyan befolyásolja a víz halmazállapotát. Végül a tanultakat összekapcsolják a Hold felderítésével és a holdi regolitból történő vízkinyerés kérdésével.

### Eszközök

- Fecskendő
- Meleg víz
- Kinyomtatott munkalap minden tanulónak

### Gyakorlat

Osszuk ki a munkalapokat. A tanulókat először kérjük arra, hogy nevezzék meg (azonosítsák) a különböző halmazállapot-változásokat:

- Szublimáció során a szilárd anyag gázzá alakul (nincs folyékony fázis).
- Reszublimáció során a gáz szilárd anyaggá alakul (nincs folyékony fázis).
- Fagyás során a folyékony anyag szilárd anyaggá alakul.
- Olvadás során a szilárd anyag folyékonnyá alakul.
- Párolgás során a folyékony anyag gázzá alakul.
- Lecsapódás (kondenzáció) során a gáz folyékonnyá alakul.

A tanulók rajzolják meg az anyag háromféle halmazállapotának részecskemodelljét is.

A 3. kérdésben a tanulók a víz halmazállapot-változásait összefüggésbe hozzák a hőmérséklettel és a nyomással. Szemléltetésként említhetünk olyan közismert példákat, mint a bűvarkodás (a nyomás nő) vagy a hegymászás (a nyomás csökken).

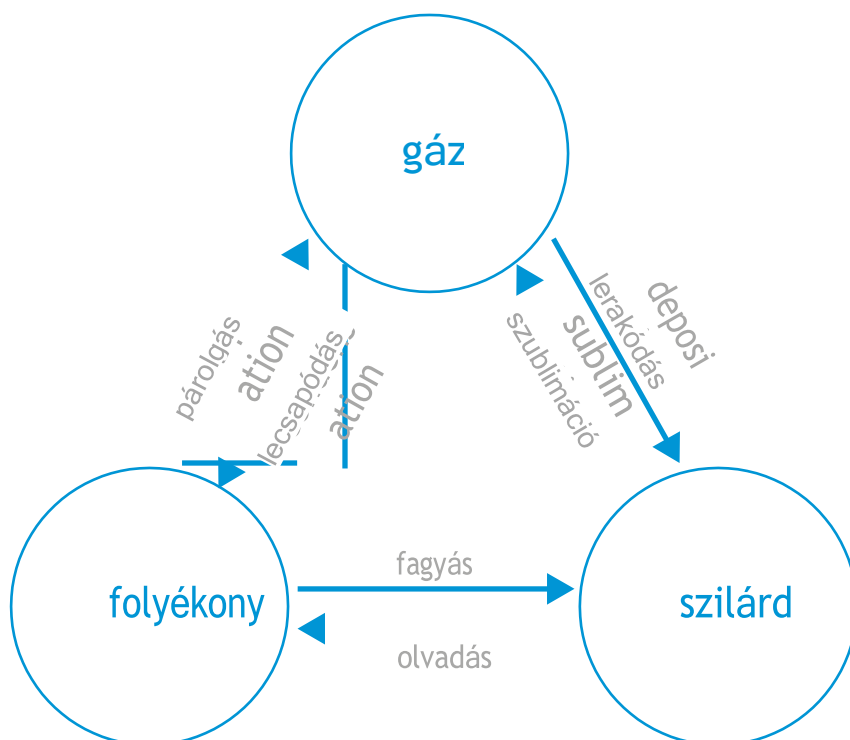
Ha a nyomás csökken, a víz alacsonyabb hőmérsékleten forr. A 4. b) kérdésben a tanulók a 4. a) kérdésben megfogalmazott feltevésüket tesztelhetik úgy, hogy egy fecskendő segítségével alacsonyabb nyomású környezetet hoznak létre.

Az 5. kérdésben megkérjük a diákokat, hogy alkalmazzák a tanult fogalmakat a Hold környezetére. Kezdhetjük azzal, hogy a korábbi példákat a Holdra vonatkoztatjuk: a Földön egy hegy tetején alacsonyabb a nyomás, mert ott ritkább a légkör. A Holdnak nincs légköre, ezért a felszínén nagyon alacsony a nyomás.

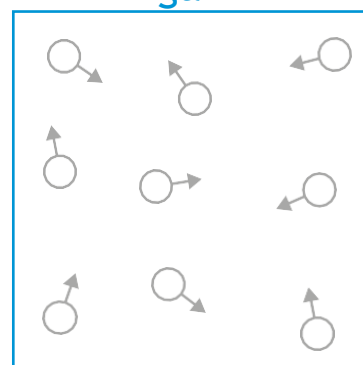
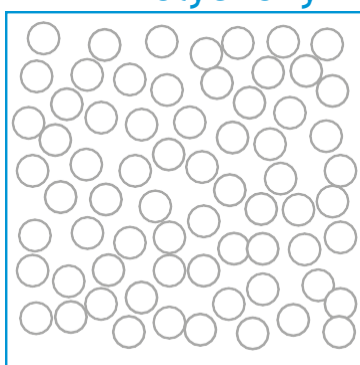
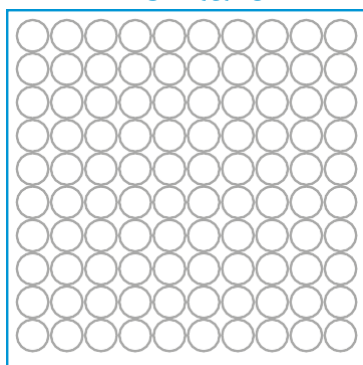
A tanulói munkalapok kérdéseikhez tartozó válaszok az „Eredmények” részben olvashatók.



## Eredmények



2. szilárd folyékony gáz

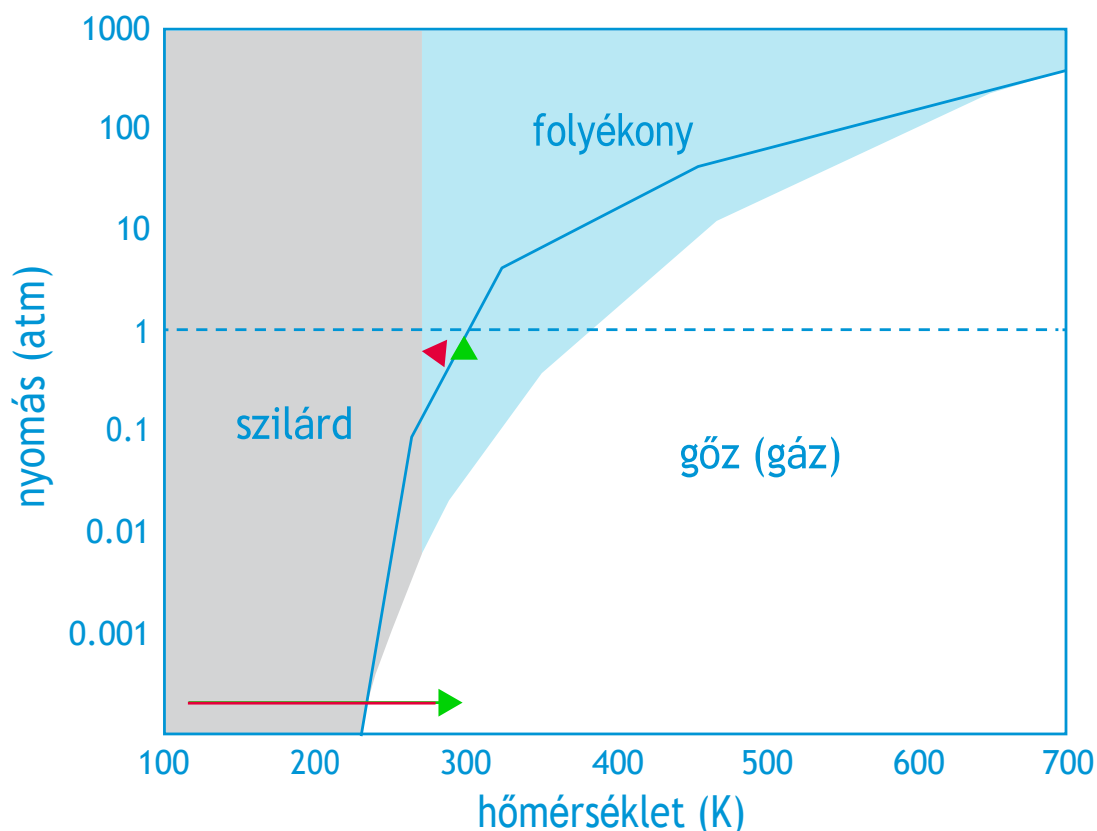


- 3.

A víz halmazállapota	Hőmérséklet-tartomány (K)	Nyomás (atm)
Szilárd	<273	1
Folyékony	273-373	1
Gáz	>373	1

--	--	--

4. a. Ahogy csökken a nyomás, úgy csökken a víz forráspontja is. Nagyon alacsony nyomáson ( $\sim 0,01$  atm) a víz nem tud folyékony állapotban létezni.
- b. A fecskendőben lévő nyomás csökken. Bár a víz hőmérséklete  $100^\circ\text{C}$  alatt van, eléri a forráspontot, és párologni kezd.
5. a. Az A2. ábra azt mutatja, hogy nagyon alacsony nyomáson (0 atm-hoz közel), a hőmérséklettől függetlenül a víznek nincs folyékony fázisa. A Holdnak nincs légköre, a felszínén a nyomás megközelítőleg 0 atmoszféra, így a vízjég szublimál, azaz szilárd halmazállapotából közvetlenül gázzá alakul.
- b. Szilárd (jég)
- c. Ha eltávolítjuk a jeget a kráterből, a hőmérséklete nő. Amikor a jég felmelegedik, szublimálni kezd. Ha a jeget nem zárt edényben tartjuk, gázzá válik és szétfoszlik, így az összes összegyűjtött vizünket elveszítjük. Ezt úgy lehet megelőzni, ha a jeget zárt edényben tartjuk.
- d. Ahhoz, hogy folyékony vizet kapjunk, növelni kell a hőmérsékletet és a nyomást.
- e. Az alábbiakban néhány példát olvashatunk helyes válaszokra.



1. példa (zöld): Melegítés a Hold felszínén, majd nyomás alá helyezés a holdbázison .
2. példa (piros): Egyidejűleg nyomás alá helyezzük és melegítjük. Ez akkor lenne lehetséges, ha a mintákat egyenesen nyomás alatt lévő környezetbe vinnék.

## → 2. tevékenység: Szűrés vagy desztillálás?

A tevékenység során a tanulók összehasonlítják a víz és a homok elkülönítésének két módszerét: a szűrést és a desztillálást. A kísérlethez a Hold talaját szemléltető jégmagokat kapnak, és mindkét esetben kiszámítják a kinyert víz százalékos tömegét.

### Eszközök

- Kinyomtatott munkalap minden csoportnak
- Előre elkészített jégmagok (lásd a mellékletet)
  - Mérlegek
  - Homok és víz
  - Kémcsövek csomagolása vagy hasonló edény

#### Szűrőberendezés

- Erlenmeyer-lombik
- Mérőhenger
- Papírszűrő
- Tölcsér
- Bunsen-égő (opcionális, a jégmagok megolvasztásához)

#### Desztillálóberendezés

- Bunsen-égő vagy elektromos főzőlap/merülőforraló
- Erlenmeyer-lombik
- Laboratóriumi állvány
- Furatos dugó műanyag vagy gumicsövekhez
- Nagyméretű konzervdoboz lyukkal az oldalán
- Jégkockák (a csövek hűtéséhez)
- Kis darab rézcső (opcionális - elősegíti a hűtést)
- Mérőhenger

#### A desztillálóberendezés előkészítése

Helyezzük be a rézcsövet (ha van), illetve a műanyag vagy gumicső lehető legnagyobb részét a konzervdobozba, és fedjük be jéggel. A cső mindenhol légmentesen illeszkedjen.

## Egészségügyi és biztonsági szabályok

A tanulók viseljenek védőszemüveget a jég/homok keverék melegítése közben.

Bunsen-égő használata esetén: a szűréshez használt Erlenmeyer-lombikot a hőforrás eltávolítása után legalább 5 percig hűlni hagyjuk, majd a felső részén, a nyakánál fogva fogjuk meg.

A desztillálóberendezés minden része, beleértve a mérőhengereket is, felforrósodik, és érintés esetén égési sérüléseket okozhat.

A desztillációhoz használt mérőhengereket a hőforrás eltávolítása után legalább 5 percig hűlni hagyjuk, mielőtt megfogjuk.

Ha a csőből túl sok vízgőz távozik, a Bunsen-égőt rövid időre távolítsuk el az Erlenmeyer-lombiktól.

Ha a desztillációs kísérlet során a Bunsen-égőt elmozdítjuk, a talpánál fogjuk meg és vegyük kisebbre a lángját.

Amint az Erlenmeyer-lombikban lévő keverék bugyogni kezd, távolítsuk el a hőforrást, hogy az üvegedény ne melegedjen túl.

## Gyakorlat

A tanulókat osszuk be 4 fős csoportokba. Minden csoport próbálja ki mindkét eljárást: a szűrést és a desztillálást is. A tanulók a végrehajtás előtt tervezzék meg a kísérleteket, ellenőrizték a terveket, és készítsék elő a berendezéseket, mielőtt a jégmagokat megkapják.

A tanulók hajtsák végre a következő lépéseket:

### Szűrés

1. Olvassák el a biztonsági szabályokat, és ezeknek megfelelően tervezzék meg a kísérletet.
2. Készítsék elő a szűrőberendezést az ábrán látható módon.
3. A tálcára helyezve mérjék meg a jégmagok tömegét, és jegyezzék fel az értéket.
4. A jégmagokat a tálcáról helyezték át az Erlenmeyer-lombikba.
5. Mérjék meg az üres tálca tömegét és vonják ki a 3. lépésben megállapított össztömegből.
6. Olvassák fel a jégmagokat.
7. Szűrjék le a keveréket.
8. Mérjék meg a kinyert víz tömegét.
9. Számítsák ki a kinyert víz tömegének százalékos arányát.

### Desztillálás

1. Olvassák el a biztonsági szabályokat, és ezeknek megfelelően tervezzék meg a kísérletet.
2. Készítsék elő a desztillálóberendezést az ábrán látható módon.
3. A tálcára helyezve mérjék meg a jégmagok tömegét, és jegyezzék fel az értéket.
4. A jégmagokat a tálcáról helyezték át az Erlenmeyer-lombikba.
5. Mérjék meg az üres tálca tömegét és vonják ki a 3. lépésben megállapított össztömegből.
6. Kiszáradásig melegítsék a keveréket.
7. Mérjék meg a kinyert víz tömegét.
8. Számítsák ki a kinyert víz tömegének százalékos arányát.

A tanulók hasonlítsák össze az eredményeiket, és vitassák meg, hogy melyik eljárással lehet több vizet kinyerni, és szerintük mi ennek az oka. Beszéljék meg, hogy az egyes eljárások során hogyan vesztet el víz. A következőket kell megállapítaniuk:

- Szűrés során valamennyi víz visszamarad a homokban és a szűrőpapírban.
- Desztillálás során a víz egy része vízgőz formájában elpárolog, egy része pedig a csövekben marad.

A desztillációs folyamat akkor a leginkább energiaintenzív, ha laboratóriumban zajlik. Ez a Holdon nem így történne, mivel a desztilláció (pontosabban szublimáció) alacsony hőmérsékleten, nagyon alacsony nyomású környezetben menne végbe (lásd az 1. tevékenység A2. ábráját), és a vízgőz aztán nyomás alá helyezett környezetben lecsapódna folyadékká.

## Eredmények

2. Beszéljük át a tevékenységre vonatkozó egészségügyi és biztonsági szabályokat, és győződjünk meg arról, hogy a tanulók ezeket maradéktalanul betartják.
3. Az alábbiakban összefoglaljuk a szűrés és a desztillálás előnyeit és hátrányait.

Vitassuk meg a tanulókkal, hogy melyik eljárás hogyan használja fel az energiát, és melyikhez van szükség több energiára. Azt is megbeszélhetjük, hogyan lehetne a kísérlet feltételeit úgy alakítani, hogy a gyakorlatban is alkalmazható legyen.

	Előnyök	Hátrányok
Szűrés	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiahatékony</li> <li>• Költséghatékony</li> <li>• Egyszerű eszközökkel végezhető</li> <li>• Bővíthető</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lassú</li> <li>• A berendezés függ a keveréktől</li> <li>• A folyadék egy része nem kinyerhető</li> </ul>
Desztillálás	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elpusztítja a káros baktériumokat</li> <li>• A hőmérséklet megváltoztatásával többféle keverékhez alkalmazható</li> <li>• Bővíthető</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Több energiát használ a melegítéshez</li> <li>• Bonyolultabb a berendezés</li> </ul>

4. A tanulóknak a művelet elvégzése előtt meg kell mérniük a jégmagok tömegét.
5. A tanulóknak meg kell mérniük a jégmagokból kinyert víz tömegét.
6. Egy példa arra, hogy a különböző eljárásokkal mennyi víz nyerhető ki:

$$\frac{\text{víz tömege}}{\text{jégmag tömege}} 100 *$$

Jégmagok tömege (g)	Szűrés		Desztillálás	
	Víz tömege (g)	% kinyert víz	Víz tömege (g)	% kinyert víz
100	19	19%	36	36%

7. Ösztönözzük a tanulókat arra, hogy beszéljék meg, hol vesztetett el víz a kísérlet során és mi a különbség a két eljárás között. Ez arra is lehetőséget nyújt, hogy megkérdezzük, szerintük hogyan lehetne továbbfejleszteni a kísérleteket.
8. Vitassuk meg, milyen módszerekkel lehet vizsgálni a víz tisztaságát (valószínűleg a szemrevételezés a legegyszerűbb), és hol lehetnek baktériumok, szennyeződések.

9. a. A Földön a desztilláláshoz több hőenergiát igényel a jégmagok felforralása, mint a szűréshez a magok megolvasztása. A desztillálás során két halmazállapot-változás történik, míg a szűrésnél csak egy.
- b. A Holdon a kétféle eljárás körülbelül ugyanannyi energiát venne igénybe, mivel mindkettő esetén hő- és a nyomásnövekedés szükséges a folyékony víz előállításához.
10. A Holdon túl alacsony a nyomás ahhoz, hogy a víz folyékony halmazállapotban legyen jelen. Ha ezt a kísérletet a Holdon nem nyomás alatt levő környezetben, nem tudnánk folyékony vizet kinyerni. A jégmagok felhevítése során a jég szublimálna, a gáz pedig elillanna, így folyékony víz nélkül maradnánk. Ezért a művelethez egy zárt, nyomás alatt lévő tartályt kellene használnunk.
11. Bármilyen témába vágó tanulói javaslat.
12. Egy példa a fenti eredményekből:

A desztillálás hatékonyabb, mivel ezzel az eljárással 36% vizet nyertünk ki, míg szűréssel 19%-ot.

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

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

13. Számoljuk ki, mennyi vízre van szüksége egy űrhajósnek naponta:

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

6 űrhajósnek:

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

## Következtetés

A tevékenység eredményeképp a tanulóknak arra a megállapításra kell jutniuk, hogy a Földön a desztillálás sokkal több energiát igényel, mint a szűrés. A Holdon azonban a légkör hiánya miatt jellemző alacsony nyomás következményeképp folyékony víz kinyeréséhez mindkét eljárás esetében nyomás alá helyezésre és fűtésre van szükség. A tanulóknak azt is el kell dönteniük, hogy melyik módszer volt a leghatékonyabb. Végül meg kell érteniük, hogy a Holdon való túléléshez rendkívül sok vízre lenne szükség, ami nagy kihívást jelent, és amelynek megoldásán az űrügynökségek jelenleg is dolgoznak.

# → HOGYAN NYERHETÜNK KI VIZET A HOLD TALAJÁBÓL?

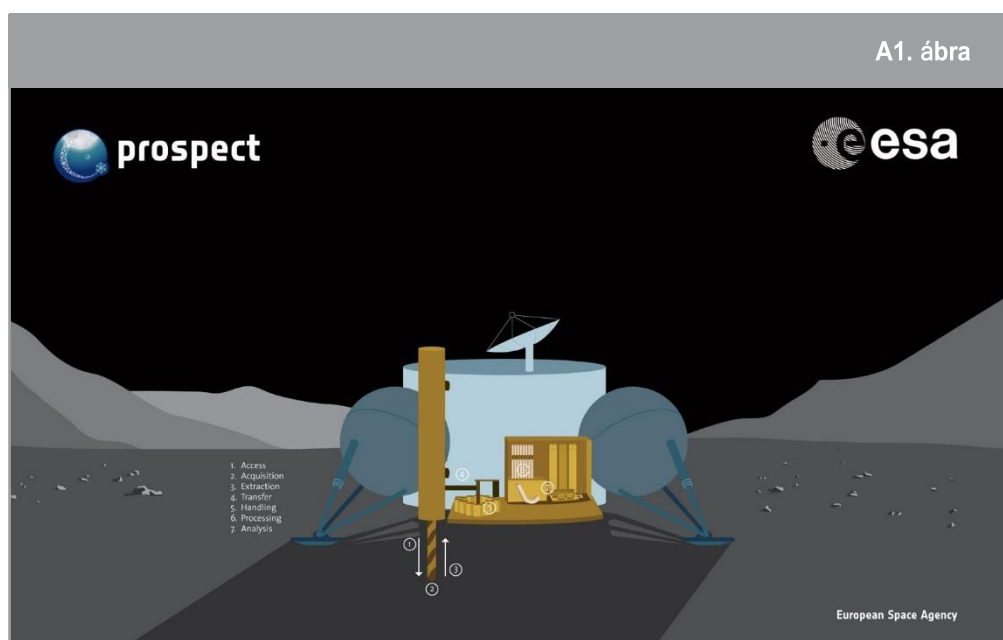
Ismerjük meg a szűrés és a desztillálás műveleteit!

## Bevezetés

Bár a folyékony víz bőségesen megtalálható a Földön - a földfelszín 71%-át borítja -, valójában nagyon is rendkívüli. Ez az egyetlen ismert anyag, amely átlagos földi körülmények között szilárd, folyékony és gáz halmazállapotban is létezik, és minden más folyadéknál több szilárd anyagot képes oldani. A víz emellett létfontosságú az élet minden ismert formája számára.

A tudósok a Holdon jég formájában találtak vizet. Elképzelhető, hogy a jövőben lehetőség nyílik a holdi vízjég kitermelésére, hogy vizet biztosítsanak az űrhajósok számára fogyasztásra és növénytermesztéshez. A víz emellett felbontható hidrogénre és oxigénre, így lélegezhető oxigén és rakétaüzemanyag is nyerhető belőle.

Az Európai Űrügynökség jelenleg is dolgozik a PROSPECT rendszer fejlesztésén, amely a Luna 27 küldetés része lesz. A rendszer fúrásokat végez majd a Hold felszínén, hogy értékes nyersanyagokat, többek között vizet nyerjen ki a jövőbeli felfedező küldetések támogatására.



↑ A PROSPECT rendszer terve és funkciói.

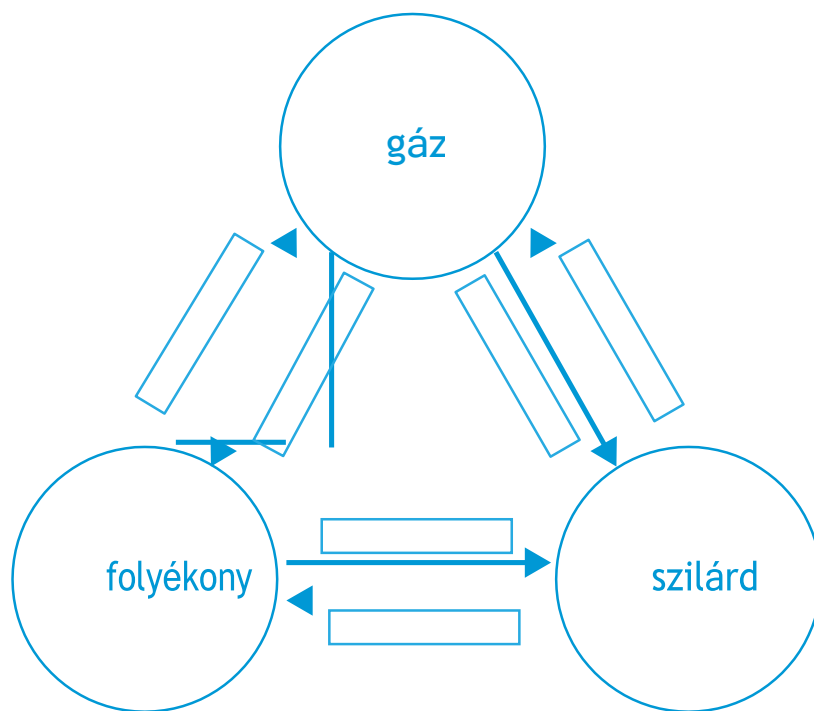


## → 1. tevékenység: Milyen a víz a Holdon?

Ahhoz, hogy vizet nyerhessünk ki a Hold talajából, ismernünk kell a halmazállapotokat és azok változásait.

### Gyakorlat

- Írjátok be az üres szövegdobozokba a különböző halmazállapot-változásokat:



- Rajzoljátok le az üres négyzetekbe, hogyan helyezkednek el a különböző halmazállapotú anyagok részecskéi. A megadott példa a gáz halmazállapotú anyagok részecskéit ábrázolja.

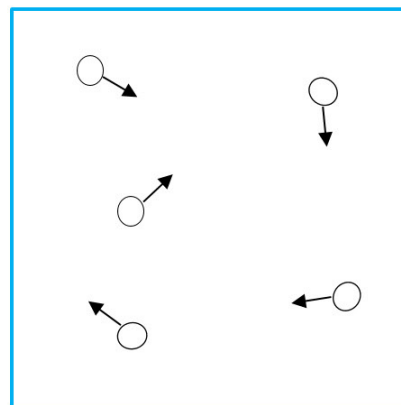
Szilárd



Folyékony

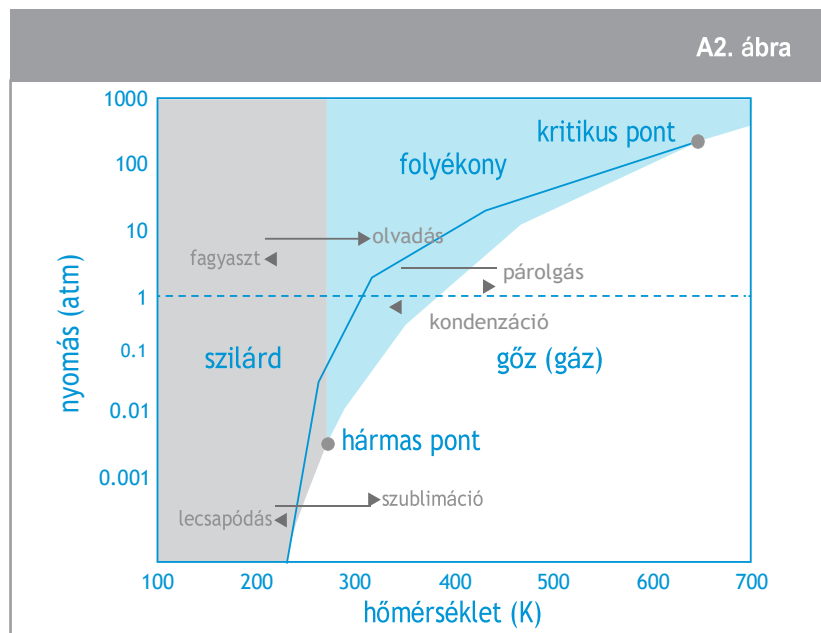


Gáz



3. A halmazállapot-változások nem csak a hőmérséklettől, hanem a nyomástól is függenek.

Az alábbi fázisdiagram (A2. ábra) a víz halmazállapotát mutatja a hőmérséklet és a nyomás függvényében. A három diagramterület a szilárd, a folyékony és a gőz (gáz) halmazállapotot mutatja.



Az A2. ábra segítségével töltsétek ki az alábbi táblázatot:

A víz halmaz-állapota	Hőmérséklet-tartomány (K)	Nyomás (atm)
Szilárd		1
Folyékony		1
Gáz		1

↑ A víz fázisdiagramja. A három diagramterület a szilárd, a folyékony és a gáz halmazállapotot mutatja. Szobahőmérsékleten (kb. 300 K) és légköri nyomáson (1 atm) a víz folyékony halmazállapotú.

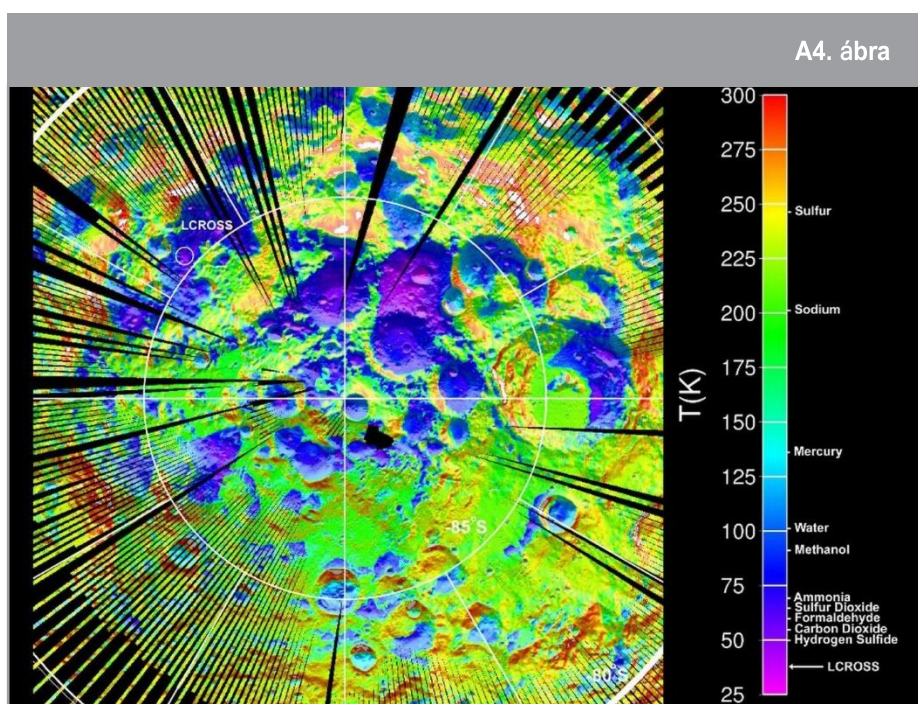
4. a. Mi történik a víz forráspontjával, ha csökken a nyomás? Indokoljátok a választ!

b. Teszteljétek a választotokat! Szívjátok fel egy fecskendővel kb. 1 ml meleg vizet. Helyezzétek az ujjatokat a fecskendő hegyére, és húzzátok vissza a fecskendőt az A3. ábrán látható módon.



Mi történik a fecskendőben lévő vízzel?

5. A Holdnak nincs légköre, így a felszínén a nyomás közel, vagy hozzávetőlegesen 0 atmoszféra. A hőmérséklet a Holdon szélsőséges értékek között ingadozik:  $-248^{\circ}\text{C}$ -tól  $123^{\circ}\text{C}$ -ig terjed attól függően, hogy a felszín melyik pontjáról van szó, és hogy nappal van-e vagy éjszaka.



↑ LRO Diviner felszíni hőmérsékleti térkép a Hold déli pólusáról nappal. A térképen több olyan állandóan árnyékban lévő kráter helye látható, amelyekben a tudósok vízjég jelenlétét feltételezik.

- a. Az A2. és A4. ábrák segítségével magyarázzátok meg, miért nem található folyékony halmazállapotú víz a Hold felszínén.

- b. Képzeljétek azt, hogy vizet nyertetek ki egy állandóan árnyékban lévő kráterből, amelynek hőmérséklete  $100\text{ K}$ . Milyen halmazállapotban lenne a víz ebben a kráterben?

- c. Mi történne az 5. b kérdésben említett vízmintával, ha megpróbálnátok elszállítani a kráterből?

- d. Hogyan lehetne folyékony vizet kinyerni a Holdon lévő jégből?

- e. Rajzoljatok nyilakat a fázisdiagramra az 5. d. kérdésre adott válaszotok szemléltetésére.

## → 2. tevékenység: Szűrés vagy desztillálás?

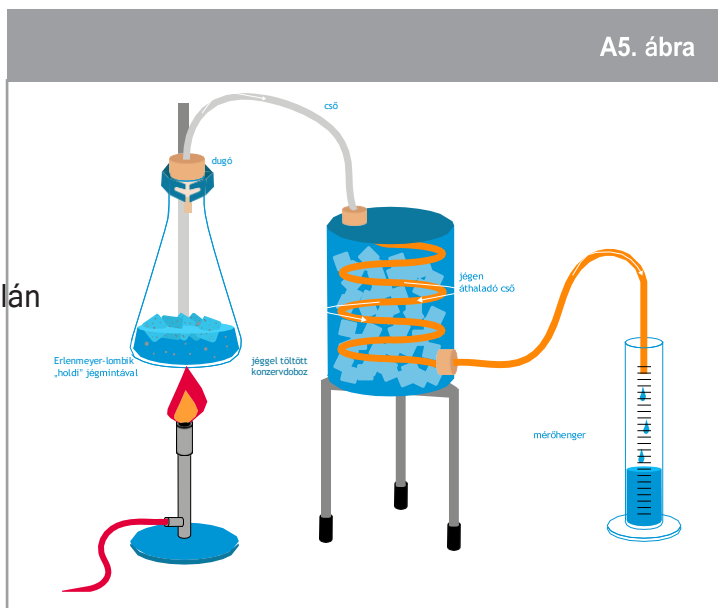
A Hold felszíni rétegeiben fellelhető vízjég a holdi regolitban (talajban) rekedt. Az alábbi tevékenység során meg kell találnotok azt az eljárást, amellyel a víz elválasztható a regolittól. Ennek szemléltetésére fagyasztott „holdi” jégmagokat kaptok, és az a feladatotok, hogy összehasonlítsátok a víz kinyerésére alkalmas kétféle módszert.

### Kísérlet

Hasonlítsátok össze a holdi regolitból víz kinyerésére szolgáló két módszert: a szűrést és a desztillálást. **Desztillálás** során az anyagot úgy választjuk ki a folyékony keverékből, hogy a folyadékot felforraljuk, majd a vízgőzt lehűtjük, ami így lecsapódik. A **szűrés** során egy olyan közvetítő közeg segítségével választjuk el a szilárd anyagot a folyadéktól, amelyen csak a folyadék tud átmenni.

#### Desztillálóberendezés

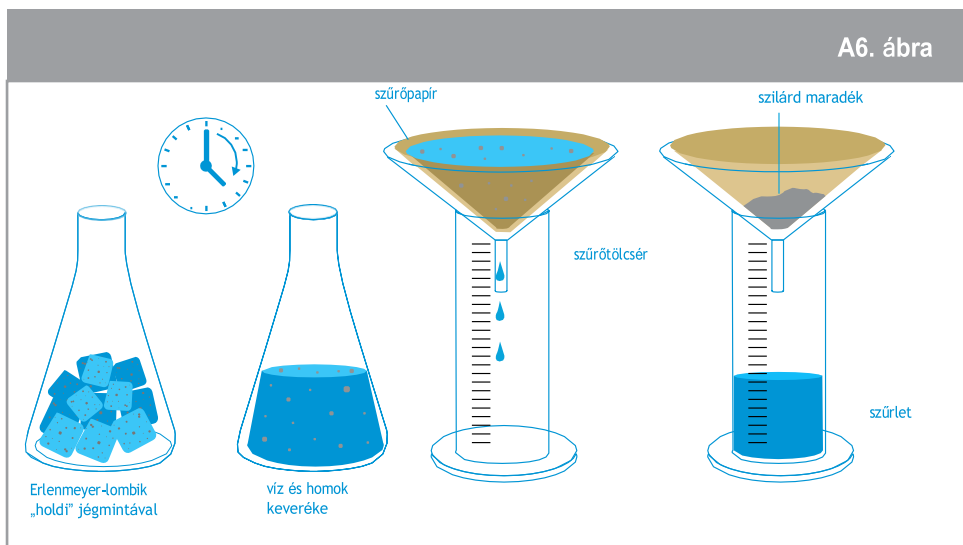
- Bunsen-égő vagy főzőlap/merülőforraló
- Erlenmeyer-lombik
- Laboratóriumi állvány
- Furatos dugó műanyag vagy gumicsövekhez
- Nagyméretű konzervdoboz lyukkal az oldalán
- Jégkockák (a csövek hűtéséhez)
- Kis darab rézcső (opcionális - elősegíti a hűtést)
- Mérőhenger



↑ Berendezés desztillációs kísérlethez.

#### Szűrőberendezés

- Erlenmeyer-lombik
- Mérőhenger
- Szűrőpapír
- Tölcsér
- Bunsen-égő (opcionális, a jégmagok megolvasztásához)



↑ Berendezés szűrési kísérlethez.

Hasonlítsátok össze a desztillációs és a szűrési eljárás során kinyert víz tömegének százalékos arányát.

1. A fenti információk és a rendelkezésre álló berendezések alapján készítenek tervet a két eljárás összehasonlítására.

2. Milyen biztonsági szabályokat kell betartani a kísérletek során?

---



---



---

3. Szerintetek mik a szűrés és a desztillálás előnyei és hátrányai?

---



---



---

4. Milyen méréseket kell elvégeznetek az eljárás **előtt**?

---



---



---

5. Milyen méréseket kell elvégeznetek az eljárás **után**?

---



---



---

6. Töltsétek ki a táblázatot a kapott eredményekkel.

Jégmagok tömege (g)	Szűrés	
	Víz tömege (g)	% kinyert víz

Jégmagok tömege (g)	Desztillálás	
	Víz tömege (g)	% kinyert víz

7. Melyik eljárással nyerhető ki nagyobb mennyiségű víz? Szerintetek mi ennek az oka?

---



---



---

8. Szerintetek melyik eljárással kinyert víz lesz tisztább?

---

---

---

9. a. Szerintetek melyik módszer energiatenzívebb a Földön? Miért?

---

---

---

b. És a Holdon? Miért?

---

---

---

10. Milyen problémákkal szembesülnétek, ha megpróbálnátok ezt a kísérletet a Holdon elvégezni?

---

---

---

11. Ismertek más módszert is, amely alkalmas víz kinyerésére a regolitból?

---

---

---

## Tudtad?

A Nemzetközi Űrállomáson az űrhajósok az általuk felhasznált víz nagy részét - körülbelül 75%-át - újrahasznosítják. A vízújrahasznosító rendszer képes visszanyerni a vizet az űrhajósok vizeletéből és leheletéből. Ezt megszűrik, megtisztítják, majd ismét felhasználják. Egy űrhajós a Nemzetközi Űrállomáson átlagosan 90%-kal kevesebb vizet használ, mint egy ember a Földön.



12. A hatékonyabb eljárással hány liter vizet nyerhetünk ki egy kilogramm holdi jégből? (A válaszadásnál vegyétek figyelembe, hogy 1 liter víz tömege 1 kilogramm).

13. Tegyük fel, hogy a Holdon egy űrhajósnak naponta 6 liter vízre van szüksége. Hány kilogramm holdi jeget kellene naponta kitermelni ahhoz, hogy egy űrhajó 6 fős legénységét ellássuk vízzel?



→ **Linkek**

## **Az Európai Űrügynökség segédanyagai**

Holdtábor-kihívás  
[esa.int/mooncamp](https://esa.int/mooncamp)

Animációk a Holdon való élet alapjairól  
[esa.int/Education/Moon\\_Camp/The\\_basics\\_of\\_living](https://esa.int/Education/Moon_Camp/The_basics_of_living)

Oktatási segédanyagok  
[esa.int/Education/Classroom\\_resources](https://esa.int/Education/Classroom_resources)

## **Az Európai Űrügynökség küldetése**

A PROSPECT program keretében megismerkedhetünk egy holdi jégminták gyűjtésére tervezett fúróberendezéssel  
[exploration.esa.int/moon/59102-about-prospect](https://exploration.esa.int/moon/59102-about-prospect)

Smart-1: Európa első Hold körüli pályára állított űrszondája  
[sci.esa.int/smart-1](https://sci.esa.int/smart-1)

## **További információk**

A Hold: az Európai Űrügynökség interaktív útmutatója  
[lunarexploration.esa.int](https://lunarexploration.esa.int)

Airbus Foundation Discovery Space: Víz a Holdon  
[youtube.com/watch?v=wHJ3F7eIxEM](https://youtube.com/watch?v=wHJ3F7eIxEM)

Mintavétel vízjégből és más jégnemű illékony anyagokból  
[lunarexploration.esa.int/#/library?a=293](https://lunarexploration.esa.int/#/library?a=293)

Víz és illékony anyagok a Holdon  
[lunarexploration.esa.int/#/library?a=252](https://lunarexploration.esa.int/#/library?a=252)

## → Melléklet: Jégmagok előkészítése



A jégmagokat a tevékenységet megelőző napon készítjük el. Ebben a példában kémcsövek csomagolását használtuk erre a célra, de bármilyen edény megfelel, amelyben akkora jégdarabok készíthetők, amelyek beleférnek az Erlenmeyer-lombikba. Először megmérjük az edény teljes térfogatát úgy, hogy megtöltjük vízzel, majd a vizet átöntjük a mérőhengerbe. Ezután a tartályt megtöltjük félig homokkal, félig vízzel, majd a fagyasztóba helyezzük vízszintes felületre.

A jégmagokat csak közvetlenül felhasználás előtt vegyük ki a fagyasztóból, mert a keverék homokos része gyorsan megolvad és beletapadhat az edénybe.