

TÓTH TAR ÉVA

## AZ EMBER ÉS A TERMÉSZET – VAGYIS A TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRGYAK TÖMBÖSÍTETT OKTATÁSA (4. RÉSZ)

„A tudomány nem feltétlenül jelent tudókat, műszaki megoldásokat vagy a kémia, fizika és a biológia merev feliratait alatt megjelenő, változtathatatlan tények összességét; amit alapjában jelent, az az ismeretekhez való hozzáállás.”  
(Rose Shapiro)

Március 22-én ünnepeljük a víz világnapját, mely célja, hogy a víz mindenki számára elérhető legyen, felhívja a figyelmet édesvízeink védelmére a tiszta víz fontosságára. A világnapot 1992-ben Rio de Janeiróban tartott ENSZ közgyűlésen kezdeményezték, majd 1993-ban tartották meg először.

De miért is fontos a Föld vízkészlete? Lássuk, milyen folyamatokban vesz részt a természetben. A víz körforgása azt jelenti, hogy a víz az egész világon mozgásban van, soha nem veszik el. Először a napsugarak melegítik fel, majd a meleg vízgőzzé alakul át. Ez a gőz aztán a levegőbe emelkedik, és felhők lesznek belőle. Amikor a felhők elég nehezzé válnak, nem tudják megtartani magukban a víz mennyiségét, eső alakul ki, mely lehullik a földre. Az esővíz aztán a folyókba, tavakba vagy az óceánba folyik vissza, ahol a folyamat újra kezdődik. Az állatok és az emberek is használják a vizet, a szervezetünk több mint fele vízből áll, a sejteink belsejében is 70%-os a víztartalom. A lakásokban, iskolákban, munkahelyeken a csapból folyik a víz, melybe vezetékeken keresztül érkezik. A szárazföldre hullott víz egy része elpárolog, másik része pedig a talajvízben raktározódik. A víz mindig mozog, sosem veszik el. Koszos ettől függetlenül még lehet, és a koszos víz betegségeket okozhat. Ezért is nagyon fontos, hogy vigyázzunk a vízre és ne pazaroljuk azt.

A víznek számtalan formáját ismerjük a természetben, lehet reggeli harmatcsepp a növények levelén, tavaszi záporosó, mely frissíti a talajt, pára egy trópusi esőerdőben, hópehely a téli hóesésben, zúzmara az autók szélvédőjén, jég a korcsolyapályán, csörgedező forrás a hegyekben, óriási halastó, folyó az alföldön, és még sorolhatnánk. Ezeket a jelenségeket halmazállapot-változásoknak nevezzük. A téma alkalmas a víz kémiai összetételének a megismerésére, a fizikai tulajdonságainak a felvázolására és akár a biológiai kihasználhatóságának az összefoglalására is. A következő feladatok/kísérletek abban segítenek, hogy a tanulókkal megismertessük, megmagyarázzuk nekik a kémiai, fizikai fogalmakat a halmazállapot-változásokkal kapcsolatosan, és egyúttal felhívjuk a figyelmet a környezet- és vízvédelemre.

### HŰTSÜK LE A JEGET!

**A kísérlet célja:** Jeges víz hőmérsékletének csökkentése.

**Elméleti áttekintés:** A só csökkenti a víz fagyáspontját. A jég olvadása során energiát nyel el, de a sós víz nem ad energiát a fagyás során. Az olvadó jég endoterm folyamat (hőfelvétellel járó kémiai reakció), ezért a jég hidegebbé válik. A fagyás exoterm (hőleadással járó kémiai reakció), de a sós víznek alacsonyabb a fagyáspontja.

**Segédeszközök:** kisebb fémdoboz, utcai hőmérő, 1 evőkanál asztali só, tört jég

**Munkamenet:**

- 1) Tegyük a dobozba jeget!
- 2) Fedjük be vízzel!
- 3) Helyezzük el benne a hőmérőt!
- 4) Várjunk 30 másodpercet, és mérjük meg a jeges víz hőmérsékletét!
- 5) Adjunk hozzá egy evőkanál sót, és nagyon óvatosan kevergessük a hőmérővel!
- 6) Várjunk megint 30 másodpercet, és mérjük meg a hőmérsékletet!

**Eredmény:** A só hozzáadásával csökken a hőmérséklet.

**Magyarázat:** A sókristályoknak energiára van szükségük ahhoz, hogy a vízben való oldódáshoz elég apró részecskékre töredezenek. Ezt az energiát úgy szerzik, hogy a víztől hőt vesznek el, ezért annak hőmérséklete csökken.

**Didaktikai megjegyzés:** Vigyázat! A hőmérő törekeny, ha kiszabadul belőle a higany, azonnal szólni kell egy felnőttnek. A higany folyékony halmazállapotú, ezüstös színű nehézfém, vezeti az elektromosságot, illékony mivolta miatt zárható téglában tárolandó. A belélegzett higanygőz a legveszélyesebb, hiszen tüdőn keresztül a belélegzett mennyiség 80%-a felszívódik, és a véráramon keresztül az agyban, vesében, májban és más szervekben lerakódik. A higany bőrön keresztül lassabban ugyan, de szintén jelentős mértékben kerül a szervezetünkbe. A higanymérgezés főbb tünetei közé tartozik: nyugtalanság, szorongás, idegesség, nehézlégzés, félelemérzet, erőszakos megnyilvánulások, memóriazavar, koncentrációzavar, álmatlanság, remegő/bizsergő kezek, lábak, ujjak vagy ajkak, izomgyengeség egészen a paralízisig (bénulás). Hogyan kell cselekedni az eltört lánzmérő esetén? Szellőztessünk a helyiségben, papucsban közlekedjünk, amelyet a fel-takarítás után ki kell dobnunk. Húzzunk gumikesztyűt, majd a patikában vásároljunk kénport. Szórjuk be az összetört lánzmérő helyét kénporral, majd terítsük le újságpapírral. A higany ekkor a kénnel egyesülve higany-szulfidot alkot, amely már nem veszélyes. Az így keletkező szürkés anyagot seperjük össze, és szintén helyezzük egy zárható edénybe. Legvégül

tiszta vízzel mossuk fel. A felmosóröngyöt szintén dobjuk ki a felmosás után. A szürke port kezeljük veszélyes hulladékként. Pár napig folyamatosan szellőztessünk, ne tartózkodjunk a helységben.

## TÁGUL A JÉGI

**A kísérlet célja:** Bemutatjuk, hogy a víz fagyáskor tágul.

**Elméleti áttekintés:** A víz kivételes viselkedésének fontos szerepe van a tavak növény- és állatvilágának életében olyan vidékeken, ahol a telek hidegek. Amikor egy tó lehül, a felszínen lévő lehült víz a tó aljára merül, mert sűrűsége nagyobb. Azonban miután a hőmérséklet eléri a  $4^{\circ}\text{C}$ -ot, ez az áramlás megszűnik, és a felszínhez közeli víz hidegebb (és kisebb sűrűségű) marad, mint a tó alján lévő víz. A jég sűrűsége kisebb a víznél, így bármennyi jég is keletkezik, a jég a tó felszínén úszik. A víz ezért felülről lefelé fagy (minden más folyadék fagyása alulról felfelé történik), és mivel a jég rossz hővezető, a jég vastagsága csak viszonylag lassan növekszik. Így a tó alján, a  $4^{\circ}\text{C}$ -os vízben a növények és az állatok képesek átvészelni a kemény teleket, nem fagynak meg.

**Segédeszközök:** 1 szívószál, vörös vagy kék ételfesték, vízálló (alkoholos) filctoll, dió nagyságú gyurmadarab

### Munkamenet:

- 1) Tapasszuk a gyurmát az üveg belső oldalának aljára!
- 2) Töltsük az üveget tele vízzel!
- 3) Tegyük hozzá három-négy csepp ételszínezéket és keverjük meg!
- 4) Lassan engedjük bele a szívószálat!
- 5) Nyomjuk be a szívószál végét a gyurmába, hogy függőlegesen álljon!
- 6) Lassan öntsük ki az üvegből a vizet!
- 7) Jelöljük meg a tollal a szívószálban lévő víz szintjét!
- 8) Tartsuk az üveget a mélyhűtőben öt órán keresztül!
- 9) Jegyezzük le megfigyelésünket!
- 10) Később hagyjuk az üveget szobahőmérsékleten állni, míg a szívószálban lévő jég meg nem olvad! Milyen eredményt kapunk így?

**Eredmény:** A fagyott víz szintje a jel fölött van. A vízoszlop magassága a szobahőmérsékleten való olvadás után ismét a jelnél van.

**Magyarázat:** A vízmolekulák vonzzák egymást és amikor elég közel kerülnek egymáshoz, összekapcsolódnak. Nem úgy tapadnak azonban össze, mint a sima falú dobozok, hanem hézagok maradnak közöttük. A folyékony víz molekulái foglalják el a lehető legkevesebb helyet, mert magas hőmérsékleten a molekulák hajlékonyabbak és összezsúfolódnak. Ahogy a hőmérséklet csökken, a molekulák összekapcsolódnak, és egy hexagonális (hatszögű) szerkezetet hoznak létre. Ez a jég szerkezet nem annyira hajlékony, és több helyet foglal el, mint az ugyanolyan számú folyékony vízmolekula.

**Didaktikai megjegyzés:** A kísérlet kivitelezése után akár a vízmolekulák viselkedését is le lehet modellezni (kémiai atommodell eszközök segítségével), illetve a növény- és állatvilágról is nézhetünk dokumentumfilmet a téli időszak szemléltetésére a tavak, folyók esetében.

## KI KÉR EGY JEGES NARANCSKOKTÉLT?

**A kísérlet célja:** Megfigyeljük, vajon a narancslé is megfagy-e, mint a víz.

**Elméleti áttekintés:** Az egyes anyagok fagyasztásánál figyelembe kell venni az anyagok összetételét, víztartalmát, sűrűségét is. Ilyen esetben másképpen fog az alacsony hőmérséklet hatni, mint a víz esetében.

**Segédeszközök:** narancslé, jégkocka tartó, mélyhűtő

### Munkamenet:

- 1) A jégkocka tartó felébe öntsünk narancslevet!
- 2) A fennmaradó részbe öntsünk vizet!
- 3) Tegyük a mélyhűtőbe egy éjszakára!
- 4) Vegyük ki a fagyott kockákat!
- 5) Óvatosan próbáljunk meg egy narancslé- és egy jégkockába beleharapni!

**Eredmény:** Mindkét folyadék – a narancslé és a víz – megszilárdult. A narancskocka azonban nem olyan kemény, könnyebben bele tudunk harapni, mint a jégkockába.

**Magyarázat:** Mindkét folyadék energiát veszített, így megszilárdult. A narancslé nem lett olyan kemény, mert nem minden része fagyott meg. Összetétele más, mint a vízé, olyan anyagokat is tartalmaz, amelyek alacsonyabb hőmérsékleten szilárdulnak meg, ugyanakkor a narancslében lévő fagyott anyagok legnagyobb része víz. A fagyott és nem fagyott anyagokat tartalmazó narancslékockába könnyebben beleharapni.

**Didaktikai megjegyzés:** Érdekeséggel bír akár más gyümölcsök levélével is próbálkozhatunk, viszont a narancslének magas a rosttartalma, hasonlóan, mint az ananásznak, ezért más gyümölcsök esetében nem biztos, hogy puhák maradnak. Mindenképpen érdekes ilyen módon készíteni akár a jégkrémeket is, illetve nyáron limonádét felesleges cukrok hozzáadása nélkül.

## FAGYÁSGÁTLÓ

**A kísérlet célja:** Bemutatjuk, hogy a só megnehezíti a víz fagyását.

**Elméleti áttekintés:** Télen a jeges utakat sózni szokták, melynek lényege, hogy a vízhez hozzáadott só révén az oldat fagyáspontja a tiszta víz fagyáspontjánál, nulla foknál alacsonyabbá válik. A folyékony halmazállapotban lévő sós víz egyrészt lefolyik az utakról, és bár nedvesíti az útburkolatot, az még így is jóval kevésbé csúszik, mintha jég borítaná. Viszont az utak sózása komoly ökológiai problémákat okozhat, hiszen sem az utak menti növényekre, sem az autókra, útburkolatra, cipőkre stb. nincs jó hatással.

**Segédeszközök:** 2 db 1,5 dl-es papírpohár, 1 evőkanál asztali só, vízálló (alkoholos) filctoll

**Munkamenet:**

- 1) Töltsük meg mindkét poharat félig vízzel!
- 2) Oldjunk fel 1 evőkanál sót az egyik pohárban!
- 3) Jelöljük meg ezt a poharat egy S-betűvel!
- 4) Tegyük be mindkét poharat a mélyhűtőbe!
- 5) Egy napig ellenőrizzük mindkettőt 30 percenként, majd hagyjuk őket ott 24 óráig!

**Eredmény:** A sós víz nem fagy meg (1. ábra).

**Magyarázat:** A só hatására a víz alacsonyabb hőmérsékleten fagy meg.

A víz forráspontján, 0°C-on a molekulák jégkristályokká kezdenek összekapcsolódni. A só útját állja ennek a folyamatnak, s így a sós víz fagyásához alacsonyabb hőmérséklet szükséges.

**Didaktikai megjegyzés:** A kísérlet során próbálkozhatunk különböző koncentrációjú sóoldatokkal is.



1. ábra: A bal oldali pohárban a sós oldat, mely nem fagy meg, míg a jobb oldaliban a sima víz található, mely megfagyott. (123homeschool4me)

## KRISTÁLYTINTA

**A kísérlet célja:** Fénylő kristályokkal írt szöveg készítése.

**Elméleti áttekintés:** A kristályosodás egy halmazállapot-változási folyamat, melynek során a gőzfázisú anyag a folyadékállapotot «át-ugorva» szilárdvá válik. Mivel minden halmazállapot-változás reverzibilis folyamat, a kristályosodásnak is megvan az ellentéte, ez pedig a valamivel közismertebb szublimáció (pl. jód, kámfor).

**Segédeszközök:** asztali só, 1 fotókarton lap, ecset, teáskanál, sütő

**Munkamenet:**

- 1) Adjunk 3 teáskanál sót ¼ pohár vízhez!
- 2) Melegítsük fel a sütőt 60°C-ra!
- 3) Az ecset segítségével írjunk néhány szót a papírra! Minden betű előtt keverjük meg a sóoldatot az ecsettel, ez fontos, hogy olvasható szövegek kapjunk!
- 4) Kapcsoljuk ki a sütőt, és helyezzük a papírt a fémrácsra!
- 5) Hagyjuk benn öt percig száradni! (2. ábra)

**Eredmény:** A fekete háttéren a szavak fehér, fényes kristályok formájában tűnnek elő.

**Magyarázat:** A víz elpárolog, a papíron pedig száraz sókristályok maradnak. A párolgás folyamatában a folyadék gázzá alakul. A folyadékmolekulák állandó mozgásban vannak, mozgásuk különböző nagyságú sebességgel minden irányba kiterjed. Amikor elég nagy sebességgel érik el a felszínt, áttörnek rajta és gázmolekulákká válnak. A papír melegítése felgyorsítja ezt a folyamatot.

**Didaktikai megjegyzés:** A sütő használatához felnőtt felügyelete szükséges! Különböző rövid üzeneteket készíthetünk ezzel a titkosírással, mellyel tényleg nagyon jól elszórakozik minden korosztály.



2. ábra: A kristálytintával való írás munkamenete (Sahil)

## PELYHES ÉS FEHÉR, MI AZ?

**A kísérlet célja:** Fehér, pelyhes kristályok növekedésének megfigyelése.

**Elméleti áttekintés:** A kristályok készítése szórakoztató minden korosztály számára, általa megismerhetik az oldhatóságot és a molekulák közötti kölcsönhatásokat is. Kristályokat készíthetünk vegyszerek vízben való feloldásával, vagy szilárd anyagok megolvasztásával és kristályosításával, miközben hűtjük őket.

**Segédeszközök:** 4-5 db szénbrikett, 1 evőkanál háztartási ammónia, 2 evőkanál víz, 1 evőkanál asztali só, 2 evőkanál fehérítőpor, kétliteres üvegtál

**Munkamenet:**

- 1) Helyezzük a széndarabokat a tál aljára!
- 2) Keverjük össze egy bögrében az ammóniát, a vizet, az asztali sót és a fehérítőt!

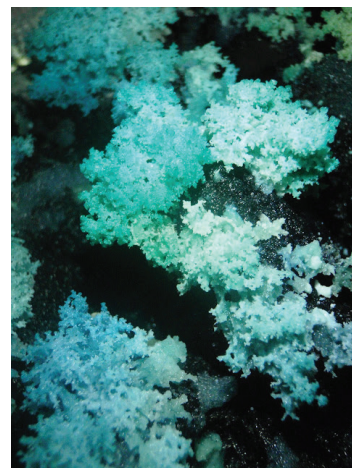
3) Öntsük rá a szénre!

4) Hagyjuk háborítatlanul állni 72 órán keresztül!

**Eredmény:** Fehér, pelyhes kristályok keletkeznek a szén felszínén, néhány még az edény oldalát is beborítja (3. ábra).

**Magyarázat:** A vízben sokféle vegyület található oldott állapotban. Ahogy a víz elpárolog, a szén felszínén a vékony rétegben kristályok válnak ki, amelyek lyukacsos szerkezetűek, mint egy szivacs, így az alattuk lévő folyadék be tud folyni a nyílásaikba. A víz tovább párolog, és egy újabb kristálysort hagy maga után. Ez folytatódik, míg a víz el nem fogy, s ennek eredményeképpen felépítődnek a fehér, pehelyszerű kristályok.

**Didaktikai megjegyzés:** Vigyázat, az ammónia és a fehérítőpor veszélyes anyagok, mindenképpen felnőtt segítsége szükséges a kivitelezéshez!



3. ábra: A szénen keletkezett sókristályok, melyekhez ételfesték is került, mely gyönyörű színeket eredményez (Kidspace).

## MEGFAGYOTT KONZERVDOBOZ

**A kísérlet célja:** Megfigyeljük, milyen hatással van a só a víz hőmérsékletére.

**Segédeszközök:** tört jég, víz, 3 evőkanál asztali só, fém konzervdoboz, amelyben 2 csészényi folyadék elfér

**Munkamenet:**

- 1) Tegyük a dobozba jeget!
- 2) Adjunk hozzá 1 csésze vizet!
- 3) Várjunk két-három percet, míg a doboz külső oldala bepárasodik!
- 4) Szórjunk 3 evőkanál sót a jéghez!
- 5) Óvatosan keverjük meg a jeges-sós vizet!
- 6) Hagyjuk állni öt percig, vagy addig, míg egy vékony jégréteg nem keletkezik a doboz külső oldalán!

**Eredmény:** Először a konzervdoboz külső oldala párasodik be. Ez a víz a só hozzáadásakor megfagy (4. ábra).

**Magyarázat:** A levegő pára formájában vízmolekulákat tartalmaz. Ez a gáz, amikor megérinti a hideg dobozt, lehűl és folyékony víz lesz belőle. A só lecsökkenti a jeges víz hőmérsékletét, emiatt a doboz is lehűl. A külsején található cseppek megfagynak, és vékony jégréteget hoznak létre.

**Didaktikai megjegyzés:** Nem feltétel a konzervdoboz használata, lehet befőttesüveg is.



4. ábra: A sós vizes üveg oldala bepárasodott és megfagyott (Saltthesandbox).

## KÉSZÍTSÜNK CSIPKÉTI!

**A kísérlet célja:** Réteges elrendeződésű, csipkeszerű sókristályok képzése.

**Elméleti áttekintés:** Az evaporáció (párolgás) folyamata azt jelenti, hogy a növények felületéről, a talaj felületéről vagy bármilyen vízfelületről a víz nem folyadék, hanem gáz formájában távozik. A növények ezzel védekeznek a felmelegedés ellen, illetve a fotoszintézist is részben ezzel biztosítják.

**Segédeszközök:** 3 evőkanál asztali só, pohár, magas, keskeny, átlátszó üveg, fekete papír, olló

**Munkamenet:**

- 1) Öntsünk ½ bögre vizet az üvegbe!
- 2) Adjuk hozzá a sót és keverjük el!
- 3) Vágjunk a papírból egy 1,5 cm széles darabot, hosszúsága az üveg magasságának a fele legyen!
- 4) Rögzítsük a csíkot az üveg belső falához függőlegesen!
- 5) Hagyjuk állni három-négy hétig! Naponta figyeljük!

**Eredmény:** A papír tetején néhány nap múlva csipkeszerű kristályok láthatóak. Minél tovább áll az oldat, annál több kristály válik ki.

**Magyarázat:** A sós víz felszívódik a papír tetejére és az üvegre, ott pedig szétterjed. A víz elpárolog és mikroszkopikus nagyságú sódarabkákat hagy az üvegen. Ez addig folytatódik, míg szabad szemmel látható kristályok nem keletkeznek. A víz a peremen is folytatja a párolgást, így jön létre a csipkeréteg körben az üveg falán.

**Didaktikai megjegyzés:** Fontos megjegyezni a diákoknak, hogy a párologtatás folyamatosan történik a növényvilágban is, ezért érdemes megnézni egy dokumentumfilmet a növények légzéséről és egyéb életfolyamataikról a jobb érthetőség kedvéért.

## GIPSZTÖMB

**A kísérlet célja:** Megfigyeljük, hogyan változik a halmazállapot víz hozzáadásával.

**Segédeszközök:** gipsz, evőkanál, papírpohár, műanyag kanál

**Munkamenet:**

- 1) Öntsünk a pohárba egyharmadáig gipszet!
- 2) Adjunk hozzá 3 evőkanál vizet, és keverjük meg a műanyag kanállal!
- 3) Gyengéden rázogassuk a poharat, és figyeljük az eredményt minden 20 percben!

**Eredmény:** Először sűrű folyadék képződik. Az ezután várható eredmények a következők:

- a) 20 perc: a tetején víz gyűlik össze.
- b) 40 perc: a folyadék sűrűsödik.
- c) 60 perc: a folyadék nagyon sűrű, és a pohár oldalához tapad.
- d) 80 perc: a folyadék szilárdulni kezd.
- e) 120 perc: már nem folyadék többé, megszilárdult, de még mindig nedvesnek érződik.
- f) 140 perc: a tömb teljesen kemény és száraz.

A változások során a pohár melegszik.

**Magyarázat:** A gipsz úgy készül, hogy a tiszta, fényes gipszkristályokat porrá morzsolják. Ezt azután melegítik, hogy minden nedvességet eltávolítsanak belőle. Amikor vizet kap, a száraz por újra szilárd lesz, de átlátszó és fényes soha. A halmazállapot-változás során hő keletkezik, ettől lesz meleg a pohár.

**Didaktikai megjegyzés:** Vigyázat, nehogy a mosogatóba gipsz kerüljön, mert a lefolyó eldugulhat. A kanalat dobjuk ki a kísérlet befejezése után.

**HOGYAN KÉSZÍTÜNK KOCSONYÁT?**

**A kísérlet célja:** Bemutatni a kocsonyakészítéssel a folyékony halmazállapot átváltozását szilárdá.

**Elméleti áttekintés:** Azokat a kolloid oldatokat, amelyekben az oldott részecskék mozogni képesek, szóloknak nevezzük. A megdermedő szót a kocsonya, tudományos nevén géll. A szólok és gélek képesek oda-vissza átalakulásra, a hőmérséklettől függően.

**Segédesszközök:** tálca, fém pohár, zselatinpor, kávéskanál, egy tál víz jégkockákkal, egy tál meleg víz

**Munkamenet:**

- 1) Öntsünk egy kisebb fém pohárba kb. egy deciliter meleg vizet!
- 2) Tegyük bele egy púpozott kávéskanál zselatinport, és kevergessük!
- 3) Ha teljesen feloldódott, állítsuk a poharat jég hideg vízbe úgy, hogy csak annyi lógjon ki, hogy meg tudjuk fogni!
- 4) Várjunk néhány percet, majd figyeljük meg a változásokat!
- 5) Vegyük ki a poharat a hideg vízből, és tegyük át egy tál meleg vízbe, majd írjuk le a változásokat!

**Eredmény:** A zselatinoldat a hideg vízbe állítva kocsonyává dermed. Ha újra felmelegítjük (meleg vízbe állítjuk), ismét folyóssá válik.

**Magyarázat:** A zselatin nagy részecskékből (molekulákból) áll. Vízen feloldódik, ám mivel részecskéi nagyok, kolloid oldatot képez. Lehűtve a részecskék mozgása előbb lelassul, majd a kolloid oldat megdermed. Melegítés hatására a részecskék újra mozgásba jönnek, és a kocsonya folyékonyá alakul vissza.

**Didaktikai megjegyzés:** Karácsony, újév táján régi népi szokás a kocsonya készítése. Az otthon főzött kocsonya „alapálománya” ugyancsak géll. Kolloid anyagai a zsíros sertéshúsból és főleg bőrből kerülnek a húslevesbe olyan mennyiségben, hogy hideg hatására a lé kocsonyává dermed. Géll a gyümölcsstorták áttetsző bevonata és a hidegtálak „aszpikja” is.

**FELHASZNÁLT IRODALOM**

- 123homeschool4me: url: [https://www.123homeschool4me.com/ice-salt-temperature-science-for-kids\\_28/](https://www.123homeschool4me.com/ice-salt-temperature-science-for-kids_28/) (Letöltés ideje: 2023.7.16.)
- Anne Helmenstine: Why Salt Makes Ice Colder – How Cold Ice Gets, Science notes, Learn sciences, do sciences, 2023, url: <https://sciencenotes.org/why-salt-makes-ice-colder-how-cold-ice-gets/> (Letöltés ideje: 2023.7.16.)
- Citatum: [https://www.citatum.hu/szerzo/Rose\\_Shapiro](https://www.citatum.hu/szerzo/Rose_Shapiro) (Letöltés ideje: 2023.7.15.)
- Hajas Gyula Bence: Ha nem sőt szóránk: a csúszásmentesítés környezetbarát alternatívái, Greendex, url: <https://greendex.hu/ha-nem-sot-szornank-a-csuszasmentesites-kornyezetbarat-alternativai/> (Letöltés ideje: 2023.7.15.)
- Janice VanCleave (1995): Kémia: 101 könnyű és látványos kísérlet a kémia játékos tanulásához. Budapest, Springer-Verlag, ISBN 963 8455 62 4.
- Kidspace, child enrichment center: Robins – The crystal garden, 2012, url: <https://www.aboutkidspace.com/blog/robins-the-crystal-garden/> (Letöltés ideje: 2023.7.16.)
- Loved and free, loving, learning and living: E is for evaporation experiment, url: <https://lovedandfree.co.uk/2014/05/16/evaporation-experiment/> (Letöltés ideje: 2023.7.17.)
- Magazin Medicor Zrt. Egészségmagazinja: Higanyveszély: eltört a lázmérő! Url: <https://medicor.hu/hu/magazin/higanyveszely-eltort-a-lazmero> (Letöltés ideje: 2023.7.15.)
- Poet.hu: A víz körforgása gyerekeknek. Url: <https://blog.poet.hu/gyerekek/a-viz-korforgasa-gyerekeknek> (Letöltés ideje: 2023.7.15.)
- Sahil: Crystal writing Ink (Chemistry experiments), Sawan, url: <https://www.sawanonlinebookstore.com/crystal-writing-ink-chemistry-experiments/> (Letöltés ideje: 2023.7.16.)
- Saltthesandbox: First hard freeze for our jars of water, 2009, Neighborhood Nature: A blog about the nature found in neighborhoods and parks in Oak Park and on Chicagos west side: url: <https://neighborhoodnature.wordpress.com/2009/12/07/first-hard-freeze-for-our-jars-of-water/> (Letöltés ideje: 2023.7.17.)
- Sulinet: Folyadékok hőtágulása. Url: <https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/fizika/fizika-10-evfolyam/folyadekok-hotagulasi-a-viz-kiveteles-hotagulasi-viselkedese> (Letöltés ideje: 2023.7.15.)