**15. feladatlap: Forró csoki télen, jeges tea nyáron[[1]](#footnote-1)**

**Módszertani útmutató**

**1. Téma:** Oldáshő (gyakorló óra)

**2. Felhasználás:** 9. évfolyam 45 perces tanóra

**3. Szükséges előzetes ismeretek:**

* Az exoterm és endoterm folyamatok fogalma
* A környezet és a rendszer energiaváltozása exoterm/endoterm folyamatok során
* Az ionvegyületek oldódásának folyamata
* Hidratáció, hidratációhő
* Rácsenergia
* Oldáshő

**4. Célok:**

* Motiváció: a kíváncsiság felkeltése a megismert fizikai-kémiai jelenségek gyakorlati alkalmazhatósága iránt.
* Ismétlés: telített, telítetlen és túltelített oldat fogalma. Endoterm és exoterm folyamatok hatása a környezet és a rendszer energiatartalmára.
* A kritikus gondolkodás fejlesztése: a médiában, a reklámokban megjelenő információk összevetése a tudományos ismeretekkel. Áltudományos hírek/információk felismerése.
* A rendszerek dinamikus egyensúlya és metastabil állapota közti különbség felismerése.
* A megfigyelőkészség és a kísérletezéshez használt manuális készségek fejlesztése.
* A logikus gondolkodás gyakorlása és fejlesztése.
* A 2. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében: a természettudományos vizsgálatok adott modellkísérletre vonatkozó elveinek és gyakorlatának utólagos megértése.
* A 3. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében: a természettudományos vizsgálatok adott modellkísérletre vonatkozó elveinek és gyakorlatának előzetes megértése és önálló alkalmazása egy gyakorlati probléma kísérlettervezéssel történő megoldása során.

**5. Tananyag:**

* **Ismeret** szint
	+ Telített, telítetlen és túltelített oldat fogalma.
	+ A környezet és a rendszer energiaváltozása exoterm és endoterm folyamatok során.
* **Megértés** szint:
	+ A túltelített (metastabil állapotú) és a telített oldatok (dinamikus egyensúlyi rendszerek) közti különbség.
	+ Az ellentétes irányú folyamatok energiaváltozásai ellentétes előjelűek, de abszolút értékük azonos nagyságú.
	+ A rácsenergia és a hidratációhő abszolút értékének viszonya exoterm és endoterm oldódás esetén.
* **Alkalmazás** szint:
	+ A tanulóknak a konkrét kísérletek tapasztalatai alapján általánosítani kell tudniuk az exoterm illetve az endoterm folyamatok hatását a környezetre és megállapítani ezek gyakorlati alkalmazhatóságát.
	+ A 2. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében az adott modellkísérlet kulcselemeinek utólagos azonosítása.
	+ A 3. típusú feladatlapot megoldók esetében az adott modellkísérlet tervezésénél a modellezni kívánt jelenség lényegi elemeinek kiemelése.
* **Magasabb rendű műveletek:**
	+ A 2. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében a konkrét példa utólagos magyarázata alapján meg kell érteni, hogyan történik egy modellkísérlet előtt a jelenség lényeges és lényegtelen elemeinek megkülönböztetése, majd annak eredményeként a kísérlet megtervezése.
	+ A 3. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében a konkrét példa kapcsán kapott segítség hatására meg kell érteni, hogyan történik egy modellkísérlet előtt a jelenség lényeges és lényegtelen elemeinek megkülönböztetése, majd az alapján kell a kísérletet megtervezni és elvégezni.

**6. Módszertani megfontolások:[[2]](#footnote-2)**

* A feladatlap az oldódás/kristályosodás energiaváltozását vizsgálja valós használati tárgyak működésének modellezésén keresztül.
* A folyamathőket felhasználó termékeknek csak kis része működik az oldódást/kristályosodást kísérő hőelnyelést, illetve hőfelszabadulást kihasználva.
* Jelenleg is hozzáférhető, Magyarországon is beszerezhető „pattintós” melegítő párnácska:

<https://www.repetareklam.hu/sziv_alaku_kezmelegito_mo7380-05_6883>

* Az USA-ban forgalmazott melegítő/hűsítő tasak:

<http://www.dynarex.com/resources/SellSheet_ProductFamily/SS_Instant_Hot_And_Cold_Packs.pdf>

* Fellelhetők még a más fizikai változást kísérő hőelnyelést, illetve hőfelszabadulást felhasználó termékek, mint például a 7-eleven cég önhűtő italos palackja, amely a reális gázok fojtásos állapotváltozását kísérő lehűlés (Joule−Thomson-expanzió) használja ki. A feladatlap kezdő mondatát innen kölcsönöztük.

<http://elelmiszer.hu/gazdasag/cikk/onhuto_italos_dobozok_a_7_elevennel>

* Számos termék pedig az exoterm kémiai reakciókat használja ki:
* A vaspor exoterm oxidációját felhasználó melegítő párna:

<https://www.decathlon.hu/labmelegito-30-db-id_8373956.html>

<https://www.wired.com/2014/12/whats-inside-hot-hands/>

* A mészoltást és a fémek vízzel történő exoterm reakcióját felhasználó termékek:

<http://www.hotpack.hu/hotpack/hogyan_mukodik>

http://[www.hotpackmeals.co.uk](http://www.hotpackmeals.co.uk) (angolul)

A fenti termékek működésére érdemes visszatérni a reakcióhő tárgyalásakor.

* A feladatlap –az internetes források miatt – lehetőséget nyújt a forráskritika gyakoroltatására. A feladatlapon megfogalmazott (az oltott mész oldódásával és a mészoltással kapcsolatos ) kérdésen túl, amennyiben az idő engedi, kerestethetünk helyesírási és kémiai hibákat a feladatlapon idézett weboldalakon az órán, vagy feladhatjuk ezt házi feladatként is a linkek megosztásával, pl.:

<http://elelmiszer.hu/gazdasag/cikk/onhuto_italos_dobozok_a_7_elevennel>

<http://termoklik.hanex.hu/>

illetve más, a feladatlapban szereplő termékekkel foglalkozó oldalon is pl.: <http://melegito.hskft.hu/hs/>

* Ezen termékek környezeti hatását tekintve elmondható, hogy az egyszer használatos termékek (akár fizikai, akár kémiai folyamatot használnak fel) nagyobb környezeti terhelést jelentenek, mint a regenerálhatók. Érdemes néhány szót ejteni arról, hogy mikor lehet esetleg indokolt ezeknek a kényelmi termékeknek a használata.
* A megadott három só oldáshőjének vizsgálatához nem szükséges század grammnyi pontossággal kimérni az anyagokat (hiszen nem az oldáshő pontos értékét akarjuk meghatározni, illetve a kísérlet körülményei sem igénylik ezt a pontosságot). A tömegek feladatlapokon szereplő pontosságú megadására az összehasonlíthatóság miatt volt szükség. Hiszen az oldáshő moláris mennyiség, ezt szeretnénk a tanulókban is tudatosítani, ezért a sókból azonos anyagmennyiségeket használunk.
* Az óra lezárásához/a következő óra eleji ismétléshez használható a következő videó (nátrium-acetát előállítása és „meleg” jég készítése):

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

* Ha a témakör megelőző óráin, az oldatok összetételével és tulajdonságaival kapcsolatban is tervezünk tanulókísérletet, a túltelített oldat készítését érdemes más sóval pl. nátrium-tioszulfáttal végeztetni: a kísérlet angol nyelvű leírása(i) a következő linkeken érhető(k) el:

<http://cfsd.chipfalls.k12.wi.us/faculty/slowiatj/LABS/physical_science/supersaturat_sol_LAB.pdf>

<http://www.chem-toddler.com/solutions-and-solubility/supersaturated-thiosulphate.html>

**7. Technikai segédlet:**

* **Anyagok és eszközök a tanulókísérletekhez mindhárom típusú feladatlaphoz:**

50 cm3 térfogatú főzőpohár, 3 db sorszámozva 1.-3.

150 cm3 térfogatú főzőpohár, 2 db

20 cm3 térfogatú folyadék kimérésére alkalmas térfogatmérő eszköz: fecskendő/mérőhenger.[[3]](#footnote-3)

keverőbot

hőmérő[[4]](#footnote-4)

2 db kémcső: az egyikben 5 g kristályos nátrium-acetát, a másikban 3 cm3 desztillált víz[[5]](#footnote-5)

kémcsőállvány

kémcsőfogó

borszeszégő

gyufa

spriccflaska

óraüveg/üdítős kupak (a beoltáshoz használt nátrium-acetát kristályoknak)

spatula/kiskanál

törlőrongy/papírtörlő

3,03 g KNO3 (1. főzőpohár)

1,74 g NaCl (2. főzőpohár)

3,33 g CaCl2 (3. főzőpohár)

5 g CH3COONa**∙**3 H2O[[6]](#footnote-6)

néhány kicsi CH3COONa**∙**3 H2O-kristály

desztillált víz

védőszemüveg, gumikesztyű

táramérleg az előkészítéshez

* **Előkészítés**

Ideális fölszereltség esetén az előkészítéshez mindhárom típusú feladatlapot megoldó csoport számára szükséges anyagok és eszközök a következő fényképeken láthatók:





* **Balesetvédelem**
	+ A használt vegyszerek nem veszélyesek, csak arra kell figyelni, hogy a felhasznált anyagokat a tanulók ne kóstolják meg, illetve ne öntsék magukra vagy egymásra.
* **Hulladékkezelés**
	+ A keletkező hulladékok veszélytelenek, ezért mosogatóba is kiönthetők.

**Forró csoki télen, jeges tea nyáron** (1. típus: receptszerű változat)

„*Maholnap hűtőtáska alkalmazása nélkül férhetünk bármikor hidegen hozzá a magunkkal hurcolt üdítőkhöz*.” olvashatjuk egy internetes oldalon.[[7]](#footnote-7) Máshol ezt reklámozzák: „*TermoKlik: Önmaga fejleszti a meleget, több ezerszer regenerálható és újra használható. Nincs szüksége áramra vagy bármilyen külső energiaforrásra*.”[[8]](#footnote-8) Napjainkban egyre több olyan kényelmi termékkel találkozhatunk a webáruházakban és az üzletek polcain, amelyek valamely **fizikai/kémiai változás**t kísérő **hőelvonó (endoterm)** vagy **hőtermelő (exoterm)** folyamatot használnak hűtésre vagy melegítésre. Ilyen termékek működését vizsgáljuk meg ennek a feladatlapnak a segítségével. (Mint sok más, interneten található szövegben, az idézetekben kémiai és nyelvtani hiba is van.)

**A feladatlap kitöltése során húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes vagy húzzátok át a hibás szövegrészt.**

**1. Kísérlet: Forró csoki vagy jeges tea**

Vannak olyan termékek, amelyek az oldódást kísérő hőleadást/hőfelvételt használják ki a kívánt hőmérséklet elérésére. A mellékelt ábrán egy ilyen egyszerű önmelegítő vagy önhűtő italos pohár rajza látható. A pohár alját alulról benyomva a tüske átszakítja az elválasztó réteget, és a só a vízbe hullik. Ha a só oldódása **hőfelszabadulás**sal jár, akkor **felmelegíti** a fölötte lévő italt. **Pozitív előjelű oldáshő** esetén hőelnyelés, azaz **hűtés** történik.

Ezzel a **kísérlet**tel a fenti termék működését **modellez**zük. Azt szeretnénk eldönteni, hogy milyen sót alkalmazhatunk a csokiital melegítésére, illetve a tea hűtésére. Ezért a feliratozott főzőpoharakban az alábbi sókból azonos anyagmennyiséget (0,03 mol-t) találtok: kálium-nitrát, nátrium-klorid, kalcium-klorid.

Mérjétek meg a nagy főzőpohárban lévő víz hőmérsékletét, és írjátok be a táblázatba! Utána adjatok minden sóhoz 20 cm3 desztillált vizet. Kevergessétek a főzőpoharak tartalmát a sók feloldódásáig. Akkor mérjétek meg a keletkezett oldatok hőmérsékletét, és írjátok be azokat is a táblázatba. Mekkora tömegű sót tartalmaznak az egyes főzőpoharak? Számításotokat eredményét is írjátok be a táblázatba!

**Számítások, tapasztalatok és magyarázatok:**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| A só képlete | *M* (g/mol) | Tömeg (g) | A víz hőmérséklete (°C) | Az oldat hőmérséklete (°C) | Magyarázat |
|  |  |  |  |  | A kálium-nitrát oldódása **exoterm/endoterm** folyamat |
|  |  |  |  | A nátrium-klorid oldódása **exoterm/endoterm** folyamat |
|  |  |  |  | A kalcium-klorid oldódása **exoterm/endoterm** folyamat |

**Következtetések:** Önmelegítő italos pohár készítésére a……………………alkalmas, mert oldódása………………………….

folyamat, a rendszer a környezetét…………………………………………. . Önhűtő italos pohár készítésére a

…………………………………. alkalmas, mert oldódása……………………………… folyamat, a rendszer a

környezetét………………………………………………… .

Hasonlítsátok össze mindhárom só esetében a rácsenergia és a hidratációhő **abszolút értékét**! Használjatok

relációjeleket (**=, <, >, ≃** )! A kálium-nitrát: [rácsenergia] …**…**. [hidratációhő].

A nátrium-klorid: [rácsenergia] ……. [hidratációhő]. A kalcium-klorid: [rácsenergia] **….**…[hidratációhő].

**2. Kísérlet: Hogyan működik a ”melegítő sópárna”?**

A különféle önhűtő és önmelegítő termékeket reklámozó weboldalakon téves információk is találhatók. Például egy önmelegítő bébitápszerről ezt olvashatjuk: „*Az üveg alsó részében lévő kalcium-hidroxid vízzel történő termikus reakciója folytán a benne lévő folyadék felmelegedik és 20 percig képes tartani a hőmérsékletét*.” Tanultatok arról, hogy a mészoltás valóban hőfelszabadulással jár (bár ezt nem „termikus reakciónak”, hanem „**exoterm**” reakciónak nevezzük). Azonban bizonyára emlékeztek rá, hogy a kalcium-hidroxid már maga az oltott mész. Így a termék működésének leírása téves. Írjátok föl az égetett mész kémiai nevét és a mészoltás egyenletét!

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

Egy másik weboldalon ez szerepel: „*A Melegítő Só Párna egy olyan termékcsalád része, amely egy különleges fizikai jelenség felhasználásával lehetővé teszi, hogy bármikor kellemes meleget varázsoljunk számunkra különböző felhasználási területen. A Só Párna nem mérgező nátrium-acetátot tartalmaz, egy sós oldatot, amely nem egészen pár másodperc alatt 54 °C -ig meleget hozhat létre amikor folyékony állapotból szilárd állapotba változik*.” A helyesírási hibák és a pontatlan megfogalmazás alapján fölmerülhet bennünk a gyanú, hogy valamilyen áltudományos csalásról van szó, és a termék valójában nem is működik. Az alábbi kísérletben azt vizsgáljuk meg, hogy mi az igazság.

**A kísérlet leírása**: Az egyik kémcsőben kristályvizes nátrium-acetát, a másikban desztillált víz van. Öntsétek a vizet a nátrium-acetáthoz. Óvatosan rázogassátok a kémcsövet, és kívülről, tapintással állapítsátok meg, hogy az oldódás során melegszik vagy hűl! Borszeszégő lángjánál melegítsétek a kémcső tartalmát az összes só feloldódásáig! Majd óvatosan helyezzétek a kémcsövet szobahőmérsékletű vízzel teli főzőpohárba! Fontos, hogy a hűtés során ne mozgassátok a kémcsövet. Néhány perc várakozás után emeljétek ki a kémcsövet a vízből, töröljétek szárazra, majd ejtsetek bele egy nátrium-acetát-kristályt! Milyen változást tapasztaltok? Hogyan változik a kémcső hőmérséklete eközben? (Kívülről fogjátok meg a kémcsövet ennek megállapításához!)

**Tapasztalatok:** Az **oldódás közben** a kémcső fala **felmelegszik/lehűl,** tehát a nátrium-acetát oldódása **exoterm/endoterm** folyamat. Milyen változást tapasztaltatok a lehűtött oldatban a nátrium-acetát-kristály

bejuttatása után? A kémcsőben…………………………indult meg, ……………………………………..rendszer keletkezett, miközben a kémcső fala **lehűlt/felmelegedett/a kémcső falának a hőmérséklete nem változott.**

**Magyarázat:** Megállapítható-e, hogy milyen a kémcsőben található oldat összetétele **melegítés előtt**?

N**em**, mert …………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

**Igen,** az oldat **telített/telítetlen/túltelített**, mert………………………………………………………………………………………………..

Megállapítható-e, hogy milyen volt az oldat összetétele a lehűtés után, a szilárd kristály behelyezése előtt?

N**em**, mert …………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

**Igen,** az oldat **telített/telítetlen/túltelített**, mert………………………………………………………………………………………………..

**Következtetés:** A melegítő sópárna működőképességének lehetőségét **sikerült/nem sikerült** igazolnunk, mert a kémcsőben zajló **oldódást/kristályosodást lehűlés/felmelegedés** kísérte.

A melegítő sópárnák belsejében valószínűleg **telítetlen/telített/túltelített** nátrium-acetát-oldat van. A kristályosodása **endoterm/exoterm** folyamat, mely során hő **szabadul fel/nyelődik el**.

**Házi feladat**: A sópárnáról ez is olvasható a neten: „*Használat után egyszerűen, gyorsan regenerálható.*” Hogyan lehet regenerálni (azaz újra működőképessé tenni) a sópárnát? Miért? **Fizikai** vagy **kémiai** folyamat történik? Valóban nincs szükség külső energiaforrásra?

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

Vajon a csak **fizikai** vagy a **kémiai** folyamatok alapján működő termékek okoznak nagyobb **környezetterhelés**t? Miért?

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

**Forró csoki télen, jeges tea nyáron** (2. típus: receptszerű változat + kísérlettervezés elmélete)

„*Maholnap hűtőtáska alkalmazása nélkül férhetünk bármikor hidegen hozzá a magunkkal hurcolt üdítőkhöz*.” olvashatjuk egy internetes oldalon.[[9]](#footnote-9) Máshol ezt reklámozzák: „*TermoKlik: Önmaga fejleszti a meleget, több ezerszer regenerálható és újra használható. Nincs szüksége áramra vagy bármilyen külső energiaforrásra*.”[[10]](#footnote-10) Napjainkban egyre több olyan kényelmi termékkel találkozhatunk a webáruházakban és az üzletek polcain, amelyek valamely **fizikai/kémiai változás**t kísérő **hőelvonó (endoterm)** vagy **hőtermelő (exoterm)** folyamatot használnak hűtésre vagy melegítésre. Ilyen termékek működését vizsgáljuk meg ennek a feladatlapnak a segítségével. (Mint sok más, interneten található szövegben, az idézetekben kémiai és nyelvtani hiba is van.)

**A feladatlap kitöltése során húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes vagy húzzátok át a hibás szövegrészt.**

**1. Kísérlet: Forró csoki vagy jeges tea**

Vannak olyan termékek, amelyek az oldódást kísérő hőleadást/hőfelvételt használják ki a kívánt hőmérséklet elérésére. A mellékelt ábrán egy ilyen egyszerű önmelegítő vagy önhűtő italos pohár rajza látható. A pohár alját alulról benyomva a tüske átszakítja az elválasztó réteget, és a só a vízbe hullik. Ha a só oldódása **hőfelszabadulás**sal jár, akkor **felmelegíti** a fölötte lévő italt. **Pozitív előjelű oldáshő** esetén hőelnyelés, azaz **hűtés** történik.

Ezzel a **kísérlet**tel a fenti termék működését **modellez**zük. Azt szeretnénk eldönteni, hogy milyen sót alkalmazhatunk a csokiital melegítésére, illetve a tea hűtésére. Ezért a feliratozott főzőpoharakban az alábbi sókból azonos anyagmennyiséget (0,03 mol-t) találtok: kálium-nitrát, nátrium-klorid, kalcium-klorid.

Mérjétek meg a nagy főzőpohárban lévő víz hőmérsékletét, és írjátok be a táblázatba! Utána adjatok minden sóhoz 20 cm3 desztillált vizet. Kevergessétek a főzőpoharak tartalmát a sók feloldódásáig. Akkor mérjétek meg a keletkezett oldatok hőmérsékletét, és írjátok be azokat is a táblázatba. Mekkora tömegű sót tartalmaznak az egyes főzőpoharak? Számításotokat eredményét is írjátok be a táblázatba!

**Számítások, tapasztalatok és magyarázatok:**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| A só képlete | *M*(g/mol) | Tömeg (g) | A víz hőmérséklete (°C) | Az oldat hőmérséklete (°C) | Magyarázat |
|  |  |  |  |  | A kálium-nitrát oldódása **exoterm/endoterm** folyamat |
|  |  |  |  | A nátrium-klorid oldódása **exoterm/endoterm** folyamat |
|  |  |  |  | A kalcium-klorid oldódása **exoterm/endoterm** folyamat |

**Következtetések:** Önmelegítő italos pohár készítésére a……………………alkalmas, mert oldódása………………………….

folyamat, a rendszer a környezetét…………………………………………. . Önhűtő italos pohár készítésére a

………………………… alkalmas, mert oldódása……………………………… folyamat, a rendszer a

környezetét………………………………………………… .

Hasonlítsátok össze mindhárom só esetében a rácsenergia és a hidratációhő **abszolút értékét**! Használjatok

relációjeleket (**=, <, >, ≃** )! A kálium-nitrát: [rácsenergia] …**…**. [hidratációhő].

A nátrium-klorid: [rácsenergia] ……. [hidratációhő]. A kalcium-klorid: [rácsenergia] **….**…[hidratációhő].

**2. Kísérlet: Hogyan működik a ”melegítő sópárna”?**

A különféle önhűtő és önmelegítő termékeket reklámozó weboldalakon téves információk is találhatók. Például egy önmelegítő bébitápszerről ezt olvashatjuk: „*Az üveg alsó részében lévő kalcium-hidroxid vízzel történő termikus reakciója folytán a benne lévő folyadék felmelegedik és 20 percig képes tartani a hőmérsékletét*.” Tanultatok arról, hogy a mészoltás valóban hőfelszabadulással jár (bár ezt nem „termikus reakciónak”, hanem „**exoterm**” reakciónak nevezzük). Azonban bizonyára emlékeztek rá, hogy a kalcium-hidroxid már maga az oltott mész. Így a termék működésének leírása téves. Írjátok föl az égetett mész kémiai nevét és a mészoltás egyenletét!

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

Egy másik weboldalon ez szerepel: „*A Melegítő Só Párna egy olyan termékcsalád része, amely egy különleges fizikai jelenség felhasználásával lehetővé teszi, hogy bármikor kellemes meleget varázsoljunk számunkra különböző felhasználási területen. A Só Párna nem mérgező nátrium-acetátot tartalmaz, egy sós oldatot, amely nem egészen pár másodperc alatt 54 °C -ig meleget hozhat létre amikor folyékony állapotból szilárd állapotba változik*.” A helyesírási hibák és a pontatlan megfogalmazás alapján fölmerülhet bennünk a gyanú, hogy valamilyen áltudományos csalásról van szó, és a termék valójában nem is működik. Az alábbi kísérletben azt vizsgáljuk meg, hogy mi az igazság.

**A kísérlet leírása**: Az egyik kémcsőben kristályvizes nátrium-acetát, a másikban desztillált víz van. Öntsétek a vizet a nátrium-acetáthoz. Óvatosan rázogassátok a kémcsövet, és kívülről, tapintással állapítsátok meg, hogy az oldódás során melegszik vagy hűl! Borszeszégő lángjánál melegítsétek a kémcső tartalmát az összes só feloldódásáig! Majd óvatosan helyezzétek a kémcsövet szobahőmérsékletű vízzel teli főzőpohárba! Fontos, hogy a hűtés során ne mozgassátok a kémcsövet. Néhány perc várakozás után emeljétek ki a kémcsövet a vízből, töröljétek szárazra, majd ejtsetek bele egy nátrium-acetát-kristályt! Milyen változást tapasztaltok? Hogyan változik a kémcső hőmérséklete eközben? (Kívülről fogjátok meg a kémcsövet ennek megállapításához!)

**Tapasztalatok:** Az **oldódás közben** a kémcső fala **felmelegszik/lehűl,** tehát a nátrium-acetát oldódása **exoterm/endoterm** folyamat. Milyen változást tapasztaltatok a lehűtött oldatban a nátrium-acetát-kristály

bejuttatása után? A kémcsőben…………………………indult meg, ……………………………………..rendszer keletkezett, miközben a kémcső fala **lehűlt/felmelegedett/a kémcső falának a hőmérséklete nem változott.**

**Magyarázat:** Megállapítható-e, hogy milyen a kémcsőben található oldat összetétele **melegítés előtt**?

N**em**, mert …………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

**Igen,** az oldat **telített/telítetlen/túltelített**, mert………………………………………………………………………………………………..

Megállapítható-e, hogy milyen volt az oldat összetétele a lehűtés után, a szilárd kristály behelyezése előtt?

N**em**, mert …………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

**Igen,** az oldat **telített/telítetlen/túltelített**, mert………………………………………………………………………………………………..

**Következtetés:** A melegítő sópárna működőképességének lehetőségét **sikerült/nem sikerült** igazolnunk, mert a kémcsőben zajló **oldódást/kristályosodást lehűlés/felmelegedés** kísérte.

A melegítő sópárnák belsejében valószínűleg **telítetlen/telített/túltelített** nátrium-acetát-oldat van. A kristályosodása **endoterm/exoterm** folyamat, mely során hő **szabadul fel/nyelődik el**.

Azt a **problémafölvető kérdés**t, hogy valóban működhet-e a sópárna, egy **modellkísérlet** segítségével tudtuk megválaszolni. Ehhez el kellett dönteni, hogy mi lehet a sópárna működésének a **lényeg**e, mert azt kellett a kísérlettel **modellez**ni. A leírásból arra következtethettünk, hogy amikor a nátrium-acetát-oldatból kristálykiválás történik, akkor hő szabadul fel. Ezért azt kellett igazolnunk, hogy a nátrium-acetát-kristályok kiválása exoterm folyamat. (Az **lényegtelen**, hogy ez műanyag tasakban vagy kémcsőben történik-e.) Ehhez előbb olyan oldatot kellett készítenünk, ami szobahőmérsékleten túltelített. Mivel nem állt rendelkezésre a kristálykiválás elindító, a kristálygócot helyettesítő „pattintós” („klikkelős”) fémszerkezet, ennek hatását egy kristályka nátrium-acetát oldatba dobásával **modellez**tük. Sikerült előidézni a túltelített oldatból a kristálykiválást, és ennek során valóban fölmelegedett a kémcső tartalma. Így a **modellkísérlet eredményéből** arra **következtet**hettünk, hogy a termék működőképességét sikerült **igazol**ni.

**Házi feladat**: A sópárnáról ez is olvasható a neten: „*Használat után egyszerűen, gyorsan regenerálható.*” Hogyan lehet regenerálni (azaz újra működőképessé tenni) a sópárnát? Miért? **Fizikai** vagy **kémiai** folyamat történik? Valóban nincs szükség külső energiaforrásra?

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

Vajon a csak **fizikai** vagy a **kémiai** folyamatok alapján működő termékek okoznak nagyobb **környezetterhelés**t? Miért?

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

**Forró csoki télen, jeges tea nyáron** (3. típus: kísérlettervező változat)

„*Maholnap hűtőtáska alkalmazása nélkül férhetünk bármikor hidegen hozzá a magunkkal hurcolt üdítőkhöz*.” olvashatjuk egy internetes oldalon.[[11]](#footnote-11) Máshol ezt reklámozzák: „*TermoKlik: Önmaga fejleszti a meleget, több ezerszer regenerálható és újra használható. Nincs szüksége áramra vagy bármilyen külső energiaforrásra*.”[[12]](#footnote-12) Napjainkban egyre több olyan kényelmi termékkel találkozhatunk a webáruházakban és az üzletek polcain, amelyek valamely **fizikai/kémiai változás**t kísérő **hőelvonó (endoterm)** vagy **hőtermelő (exoterm)** folyamatot használnak hűtésre vagy melegítésre. Ilyen termékek működését vizsgáljuk meg ennek a feladatlapnak a segítségével. (Mint sok más, interneten található szövegben, az idézetekben kémiai és nyelvtani hiba is van.)

**A feladatlap kitöltése során húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes vagy húzzátok át a hibás szövegrészt.**

**1. Kísérlet: Forró csoki vagy jeges tea**

Vannak olyan termékek, amelyek az oldódást kísérő hőleadást/hőfelvételt használják ki a kívánt hőmérséklet elérésére. A mellékelt ábrán egy ilyen egyszerű önmelegítő vagy önhűtő italos pohár rajza látható. A pohár alját alulról benyomva a tüske átszakítja az elválasztó réteget, és a só a vízbe hullik. Ha a só oldódása **hőfelszabadulás**sal jár, akkor **felmelegíti** a fölötte lévő italt. **Pozitív előjelű oldáshő** esetén hőelnyelés, azaz **hűtés** történik.

Ezzel a **kísérlet**tel a fenti termék működését **modellez**zük. Azt szeretnénk eldönteni, hogy milyen sót alkalmazhatunk a csokiital melegítésére, illetve a tea hűtésére. Ezért a feliratozott főzőpoharakban az alábbi sókból azonos anyagmennyiséget (0,03 mol-t) találtok: kálium-nitrát, nátrium-klorid, kalcium-klorid.

Mérjétek meg a nagy főzőpohárban lévő víz hőmérsékletét, és írjátok be a táblázatba! Utána adjatok minden sóhoz 20 cm3 desztillált vizet. Kevergessétek a főzőpoharak tartalmát a sók feloldódásáig. Akkor mérjétek meg a keletkezett oldatok hőmérsékletét, és írjátok be azokat is a táblázatba. Mekkora tömegű sót tartalmaznak az egyes főzőpoharak? Számításotokat eredményét is írjátok be a táblázatba!

**Számítások, tapasztalatok és magyarázatok:**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| A só képlete | *M*(g/mol) | Tömeg (g) | A víz hőmérséklete (°C) | Az oldat hőmérséklete (°C) | Magyarázat |
|  |  |  |  |  | A kálium-nitrát oldódása **exoterm/endoterm** folyamat |
|  |  |  |  | A nátrium-klorid oldódása **exoterm/endoterm** folyamat |
|  |  |  |  | A kalcium-klorid oldódása **exoterm/endoterm** folyamat |

**Következtetések:** Önmelegítő italos pohár készítésére a……………………alkalmas, mert oldódása………………………….

folyamat, a rendszer a környezetét………………………………………… . Önhűtő italos pohár készítésére a

…………………………… alkalmas, mert oldódása……………………………… folyamat, a rendszer a

környezetét………………………………………………… .

Hasonlítsátok össze mindhárom só esetében a rácsenergia és a hidratációhő **abszolút értékét**! Használjatok

relációjeleket (**=, <, >, ≃** )! A kálium-nitrát: [rácsenergia] …**…**. [hidratációhő].

A nátrium-klorid: [rácsenergia] ……. [hidratációhő]. A kalcium-klorid: [rácsenergia] **….**…[hidratációhő].

**2. Kísérlet: Hogyan működik a ”melegítő sópárna”?**

A különféle önhűtő és önmelegítő termékeket reklámozó weboldalakon téves információk is találhatók. Például egy önmelegítő bébitápszerről ezt olvashatjuk: „*Az üveg alsó részében lévő kalcium-hidroxid vízzel történő termikus reakciója folytán a benne lévő folyadék felmelegedik és 20 percig képes tartani a hőmérsékletét*.” Tanultatok arról, hogy a mészoltás valóban hőfelszabadulással jár (bár ezt nem „termikus reakciónak”, hanem „**exoterm**” reakciónak nevezzük). Azonban bizonyára emlékeztek rá, hogy a kalcium-hidroxid már maga az oltott mész. Így a termék működésének leírása téves. Írjátok föl az égetett mész kémiai nevét és a mészoltás egyenletét!

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

Egy másik weboldalon ez szerepel: „*A Melegítő Só Párna egy olyan termékcsalád része, amely egy különleges fizikai jelenség felhasználásával lehetővé teszi, hogy bármikor kellemes meleget varázsoljunk számunkra különböző felhasználási területen. A Só Párna nem mérgező nátrium-acetátot tartalmaz, egy sós oldatot, amely nem egészen pár másodperc alatt 54 °C -ig meleget hozhat létre amikor folyékony állapotból szilárd állapotba változik*.” A helyesírási hibák és a pontatlan megfogalmazás alapján fölmerülhet bennünk a gyanú, hogy valamilyen áltudományos csalásról van szó, és a termék valójában nem is működik. Az alábbi kísérletben azt vizsgáljuk meg, hogy mi az igazság.

Azt a **problémafölvető kérdés**t, hogy valóban működhet-e a sópárna, egy **modellkísérlet** segítségével tudjuk megválaszolni. Ehhez el kell dönteni, hogy mi lehet a sópárna működésének a **lényeg**e, mert azt kell a **kísérlettel modellez**ni. Mi lehet a leírás alapján ez a lényeg?

…………………………………………………………………………………………………………………..............................................................

Mit kellene tehát **igazol**ni a modellkísérletnek?........................................................................................................

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

Milyen oldatot kell ehhez előbb készíteni? ………………………………………………………………………………………………………..

Miért?.............................................................................................................................................................

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

Nem áll rendelkezésre a kristálykiváláshoz szükséges „pattintós” („klikkelős”) fémszerkezet. Mivel lehetne a kristályosodást elindítani (az eszköz működését **modellez**ni)?

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

Írjatok példát olyan körülményre is, ami a működés szempontjából **lényegtelen**, ezért nem baj, ha a modellkísérlet ebben különbözik a valódi sópárnától!

………………………………………………………………………………………………………………………………………......................................Ha sikerül előidézni a sópárnában zajló folyamatot, és annak során valóban fölmelegedést tapasztaltok, akkor a **modellkísérlet eredményéből következtet**hettek arra, hogy a termék működőképességét sikerült **igazol**ni.

A kísérlethez rendelkezésre álló anyagok és eszközök: két külön kémcsőben a szükséges mennyiségű kristályos nátrium-acetát és desztillált víz; borszeszégő, kémcsőfogó, nagy főzőpohárban szobahőmérsékletű csapvíz és óraüvegen kristályos nátrium-acetát. Tervezzetek **kísérlet**et a melegítő sópárna működésének **modellezés**ére!

**A kísérlet terve**: …………………………………………………………………………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….………………

**Tapasztalatok:**…………………………………………………………………………………………………………………………………………..………..

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..…………..

**Magyarázat:**…………………………… …………………………………………………………………………………………………………………..………

**Következtetés:** A melegítő sópárna működőképességének lehetőségét **sikerült/nem sikerült** igazolnunk, mert a kémcsőben zajló **oldódást/kristályosodást lehűlés/felmelegedés** kísérte. A melegítő sópárnák belsejében valószínűleg **telítetlen/telített/túltelített** nátrium-acetát-oldat van. A kristályosodása **endoterm/exoterm** folyamat, mely során hő **szabadul fel/nyelődik el**.

**Házi feladat**: A sópárnáról ez is olvasható a neten: „*Használat után egyszerűen, gyorsan regenerálható.*” Hogyan lehet regenerálni (azaz újra működőképessé tenni) a sópárnát? Miért? **Fizikai** vagy **kémiai** folyamat történik? Valóban nincs szükség külső energiaforrásra?

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

Vajon a csak **fizikai** vagy a **kémiai** folyamatok alapján működő termékek okoznak nagyobb **környezetterhelés**t?

Miért?…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….…….

**Forró csoki télen, jeges tea nyáron** (tanári változat)

„*Maholnap hűtőtáska alkalmazása nélkül férhetünk bármikor hidegen hozzá a magunkkal hurcolt üdítőkhöz*.” olvashatjuk egy internetes oldalon.[[13]](#footnote-13) Máshol ezt reklámozzák: „*TermoKlik: Önmaga fejleszti a meleget, több ezerszer regenerálható és újra használható. Nincs szüksége áramra vagy bármilyen külső energiaforrásra*.”[[14]](#footnote-14) Napjainkban egyre több olyan kényelmi termékkel találkozhatunk a webáruházakban és az üzletek polcain, amelyek valamely **fizikai/kémiai változás**t kísérő **hőelvonó (endoterm)** vagy **hőtermelő (exoterm)** folyamatot használnak hűtésre vagy melegítésre. Ilyen termékek működését vizsgáljuk meg ennek a feladatlapnak a segítségével. (Mint sok más, interneten található szövegben, az idézetekben kémiai és nyelvtani hiba is van.)

**A feladatlap kitöltése során húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes vagy húzzátok át a hibás szövegrészt.**

**1. Kísérlet: Forró csoki vagy jeges tea**

Vannak olyan termékek, amelyek az oldódást kísérő hőleadást/hőfelvételt használják ki a kívánt hőmérséklet elérésére. A mellékelt ábrán egy ilyen egyszerű önmelegítő vagy önhűtő italos pohár rajza látható. A pohár alját alulról benyomva a tüske átszakítja az elválasztó réteget, és a só a vízbe hullik. Ha a só oldódása **hőfelszabadulás**sal jár, akkor **felmelegíti** a fölötte lévő italt. **Pozitív előjelű oldáshő** esetén hőelnyelés, azaz **hűtés** történik.

Ezzel a **kísérlet**tel a fenti termék működését **modellez**zük. Azt szeretnénk eldönteni, hogy milyen sót alkalmazhatunk a csokiital melegítésére, illetve a tea hűtésére. Ezért a feliratozott főzőpoharakban az alábbi sókból azonos anyagmennyiséget (0,03 mol-t) találtok: kálium-nitrát, nátrium-klorid, kalcium-klorid.

Mérjétek meg a nagy főzőpohárban lévő víz hőmérsékletét, és írjátok be a táblázatba! Utána adjatok minden sóhoz 20 cm3 desztillált vizet. Kevergessétek a főzőpoharak tartalmát a sók feloldódásáig. Akkor mérjétek meg a keletkezett oldatok hőmérsékletét, és írjátok be azokat is a táblázatba. Mekkora tömegű sót tartalmaznak az egyes főzőpoharak? Számításotokat eredményét is írjátok be a táblázatba!

**Számítások, tapasztalatok és magyarázatok:**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| A só képlete | *M*(g/mol) | Tömeg (g) | A víz hőmérséklete (°C)[[15]](#footnote-15) | Az oldat hőmérséklete (°C)[[16]](#footnote-16) | Magyarázat |
| **KNO3** | **101** | **3,03** | **26,0** | **18,0** | A kálium-nitrát oldódása **~~exoterm~~/endoterm** folyamat |
| **NaCl** | **58,5** | **1,75** | **25,5** | A nátrium-klorid oldódása **~~exoterm~~/endoterm** folyamat |
| **CaCl2** | **111** | **3,33** | **33,0** | A kalcium-klorid oldódása **exoterm/~~endoterm~~** folyamat |

**Következtetések:** Önmelegítő italos pohár készítésére a **kalcium-klorid** alkalmas, mert oldódása **erősen exoterm** folyamat, a rendszer a környezetét **felmelegíti.** Önhűtő italos pohár készítésére a **kálium-nitrát**

alkalmas, mert oldódása **erősen endoterm** folyamat, a rendszer a környezetét **lehűti***.*

Hasonlítsátok össze mindhárom só esetében a rácsenergia és a hidratációhő **abszolút értékét**! Használjatok

relációjeleket(**=,<,>,≃** )! A kálium-nitrát:[rácsenergia] **>** [hidratációhő]. A nátrium-klorid:

[rácsenergia] **≃** [hidratációhő]. A kalcium-klorid:[rácsenergia] **< [**hidratációhő].

*Megjegyzések:*

* *A hőmérséklet mérésére 0,5°C pontosságú hőmérőt a legjobb alkalmazni, mert így a konyhasó oldódása során tapasztalható hőmérséklet-változás is mérhető.*
* *A nátrium-klorid esetében meg kell beszélni a tanulókkal, hogy az oldódása olyan kis mértékben endoterm (oldáshője* +4kJ/mol), *hogy az nem teszi alkalmassá ilyen termék készítésére. (Mivel ez egy gyakorló óra, azt a tényt, hogy az oldáshő mértékegysége J/mol, ill. kJ/mol, itt csak alkalmazni kell.)*
* *Ha nem áll rendelkezésre (elegendő) hőmérő, akkor a tanulók a főzőpoharakat kívülről a kezükkel megfogva állapíthatják meg, hogy az oldódás közben tapasztalnak-e észlelhető melegedést vagy lehűlést. Ilyenkor a tanulók csak a tapasztalatoknak megfelelő szavakat írják be a táblázatba a konkrét adatok helyett.*
* *Előfordulhat, hogy a tanulók ellentmondást fedeznek fel az exoterm/endoterm folyamat definíciója és a kísérlet tapasztalatai között. Hiszen ha az oldatot definiáljuk rendszerként, és a kémcsövet a környezet részeként, a tapasztaltakkal ellentétes hőmérséklet-változásnak kellene bekövetkeznie. Meg kell beszélni a diákokkal azt is, hogy mivel a rendszer nem elszigetelt, így környezete és a rendszer között anyag- és energiaátadás is lehetséges. A felmelegedő/lehűlő kémcső annak tartalmát is felmelegíti/lehűti.*
* *Szakkörön megemlíthető, hogy a folyamatok során felszabaduló vagy elnyelődő hő mérésére szolgáló eszköz a kaloriméter.*

**2. Kísérlet: Hogyan működik a ”melegítő sópárna”?**

A különféle önhűtő és önmelegítő termékeket reklámozó weboldalakon téves információk is találhatók. Például egy önmelegítő bébitápszerről ezt olvashatjuk: „*Az üveg alsó részében lévő kalcium-hidroxid vízzel történő termikus reakciója folytán a benne lévő folyadék felmelegedik és 20 percig képes tartani a hőmérsékletét*.” Tanultatok arról, hogy a mészoltás valóban hőfelszabadulással jár (bár ezt nem „termikus reakciónak”, hanem „**exoterm**” reakciónak nevezzük). Azonban bizonyára emlékeztek rá, hogy a kalcium-hidroxid már maga az oltott mész. Így a termék működésének leírása téves. Írjátok föl az égetett mész kémiai nevét és a mészoltás egyenletét!

**Válasz: kalcium-oxid (CaO), CaO + H2O = Ca(OH)2**

Egy másik weboldalon ez szerepel: „*A Melegítő Só Párna egy olyan termékcsalád része, amely egy különleges fizikai jelenség felhasználásával lehetővé teszi, hogy bármikor kellemes meleget varázsoljunk számunkra különböző felhasználási területen. A Só Párna nem mérgező nátrium-acetátot tartalmaz, egy sós oldatot, amely nem egészen pár másodperc alatt 54 °C -ig meleget hozhat létre amikor folyékony állapotból szilárd állapotba változik*.” A helyesírási hibák és a pontatlan megfogalmazás alapján fölmerülhet bennünk a gyanú, hogy valamilyen áltudományos csalásról van szó, és a termék valójában nem is működik. Az alábbi kísérletben azt vizsgáljuk meg, hogy mi az igazság.

**A kísérlet leírása**: Az egyik kémcsőben kristályvizes nátrium-acetát, a másikban desztillált víz van. Öntsétek a vizet a nátrium-acetáthoz. Óvatosan rázogassátok a kémcsövet, és kívülről, tapintással állapítsátok meg, hogy az oldódás során melegszik vagy hűl! Borszeszégő lángjánál melegítsétek a kémcső tartalmát az összes só feloldódásáig! Majd óvatosan helyezzétek a kémcsövet szobahőmérsékletű vízzel teli főzőpohárba! Fontos, hogy a hűtés során ne mozgassátok a kémcsövet. Néhány perc várakozás után emeljétek ki a kémcsövet a vízből, töröljétek szárazra, majd ejtsetek bele egy nátrium-acetát-kristályt! Milyen változást tapasztaltok? Hogyan változik a kémcső hőmérséklete eközben? (Kívülről fogjátok meg a kémcsövet ennek megállapításához!)

*Megjegyzés: A kísérlet végeredményét (a kristályvíz-tartalmú szilárd nátrium-acetát-kristállyal történt beoltás után keletkező kétfázisú rendszert) a következő fénykép mutatja:*



**Tapasztalatok:** Az **oldódás közben** a kémcső fala **~~felmelegszik~~/lehűl,** tehát a nátrium-acetát oldódása **~~exoterm~~/endoterm** folyamat[[17]](#footnote-17). Milyen változást tapasztaltatok a lehűtött oldatban a nátrium-acetát-kristály

bejuttatása után? A kémcsőben **kristályosodás** indult meg, **kétfázisú rendszer/szilárd anyag is** keletkezett, miközben a kémcső fala **~~lehűlt~~/felmelegedett/~~a kémcső falának a hőmérséklete nem változott~~.**

**Magyarázat:** Megállapítható-e, hogy milyen a kémcsőben található oldat összetétele **melegítés előtt**?

N**em**, mert **:-**

**Igen,** az oldat **telített/~~telítetlen/túltelített~~**, mert **a kémcsőben szilárd fázis is jelen van az oldat mellett, ezért az adott hőmérsékleten az oldat biztosan telített.**

Megállapítható-e, hogy milyen volt az oldat összetétele a lehűtés után, a szilárd kristály behelyezése előtt?

N**em**, mert **-**

**Igen,** az oldat **~~telített/telítetlen/~~túltelített**, mert **a szilárd kristály (góc) bedobása után azonnali, szemmel látható sebességű kristályosodás indult meg.**

**Következtetés:** A melegítő sópárna működőképességének lehetőségét **sikerült/~~nem sikerült~~** igazolnunk, mert a kémcsőben zajló**~~oldódást~~/kristályosodást ~~lehűlés~~/felmelegedés** kísérte.

A melegítő sópárnák belsejében valószínűleg **~~telítetlen/telített~~/túltelített** nátrium-acetát-oldat van. A kristályosodása **~~endoterm~~/exoterm** folyamat, amelynek során hő **szabadul fel/~~nyelődik el~~**~~.~~

**Házi feladat**: A sópárnáról ez is olvasható a neten: „*Használat után egyszerűen, gyorsan regenerálható.*” Hogyan lehet regenerálni (azaz újra működőképessé tenni) a sópárnát? Miért? **Fizikai** vagy **kémiai** folyamat történik? Valóban nincs szükség külső energiaforrásra?

**Válasz: A szilárd anyagot tartalmazó sópárnát felmelegítjük (forró vízben „főzzük”), ameddig az összes só feloldódik. A nátrium-acetát oldhatósága a hőmérséklet emelkedésével nő, így a melegítés hatására a szilárd anyag feloldódik. Az oldódáshoz szükséges energiát a környezet biztosítja, szükség van külső energiaforrásra. Az oldódás fizikai folyamat.**

*Megjegyzés: A nátrium-acetát hidrolizáló só, ebből a szempontból az oldódás során kémiai folyamat is végbe megy. Azonban ha a feladatlap megoldását a hagyományos tanmenetbe illesztjük, akkor a tanulók még nem ismerik a hidrolízis fogalmát.*

Vajon a csak **fizikai** vagy a **kémiai** folyamatok alapján működő termékek okoznak nagyobb **környezetterhelés**t? Miért?

**Válasz: Az egyszer használatos termékek, melyeket nem lehet regenerálni (akár fizikai, akár kémiai folyamtok alapján működnek) nagyobb környezeti terhelést jelentenek, csomagolásuk és hatóanyagaik is szennyezhetik a környezetet. A kémiai folyamatokat alkalmazó termékek mindig csak egyszer használhatók, ezért azok elkerülhetetlenül nagy környezetterhelést okoznak.**

*Megjegyzés: a túltelített oldat készítésekor előfordulhat, hogy (a rendszer megtartván dinamikus egyensúlyi állapotát) a lehűtés során folyamatos kristálykiválás indul meg, és nem sikerül túltelített oldatot előállítani. Ilyenkor a tanulók újra felmelegíthetik rendszert. Ekkor a sópárna regenerálását is modelleztük.*

[Csak a 2. típusú csoportnak!]

Azt a **problémafölvető kérdés**t, hogy valóban működhet-e a sópárna, egy **modellkísérlet** segítségével tudtuk megválaszolni. Ehhez el kellett dönteni, hogy mi lehet a sópárna működésének a **lényeg**e, mert azt kellett a kísérlettel **modellez**ni. A leírásból arra következtethettünk, hogy amikor a nátrium-acetát-oldatból kristálykiválás történik, akkor hő szabadul fel. Ezért azt kellett igazolnunk, hogy a nátrium-acetát-kristályok kiválása exoterm folyamat. (Az **lényegtelen**, hogy ez műanyag tasakban vagy kémcsőben történik-e.) Ehhez előbb olyan oldatot kellett készítenünk, ami szobahőmérsékleten túltelített. Mivel nem állt rendelkezésre a kristálykiválás elindító, a kristálygócot helyettesítő „pattintós” („klikkelős”) fémszerkezet, ennek hatását egy kristályka nátrium-acetátnak az oldatba dobásával **modellez**tük. Sikerült előidézni a túltelített oldatból a kristálykiválást, és ennek során valóban fölmelegedett a kémcső tartalma. Így a **modellkísérlet eredményéből** arra **következtet**hettünk, hogy a termék működőképességét sikerült **igazol**ni.

[Csak a 3.típusú csoportnak!]

Egy másik weboldalon ez szerepel: „*A Melegítő Só Párna egy olyan termékcsalád része, amely egy különleges fizikai jelenség felhasználásával lehetővé teszi, hogy bármikor kellemes meleget varázsoljunk számunkra különböző felhasználási területen. A Só Párna nem mérgező nátrium-acetátot tartalmaz, egy sós oldatot, amely nem egészen pár másodperc alatt 54 °C -ig meleget hozhat létre amikor folyékony állapotból szilárd állapotba változik*.” A helyesírási hibák és a pontatlan megfogalmazás alapján fölmerülhet bennünk a gyanú, hogy valamilyen áltudományos csalásról van szó, és a termék valójában nem is működik. Az alábbi kísérletben azt vizsgáljuk meg, hogy mi az igazság.

Azt a **problémafölvető kérdés**t, hogy valóban működhet-e a sópárna, egy **modellkísérlet** segítségével tudjuk megválaszolni. Ehhez el kell dönteni, hogy mi lehet a sópárna működésének a **lényeg**e, mert azt kell a **kísérlettel modellez**ni. Mi lehet a leírás alapján ez a lényeg?

**Válasz: A nátrium-acetát kristályosodása során hő szabadul fel, amely a környezetét felmelegíti.**

Mit kellene tehát **igazol**ni a modellkísérletnek?

**Válasz: A nátrium-acetát kristályosodása exoterm folyamat, a kristálykiválás során a környezet felmelegszik.**

Milyen oldatot kell ehhez előbb készíteni? Miért?

**Válasz: Túltelített oldatot kell készíteni, mert a túltelített oldat nem egyensúlyban lévő rendszer, megzavarásakor gyors kristálykiválás történik, amelyet mérhető hőfejlődés kísér.**

Nem áll rendelkezésre a kristálykiváláshoz szükséges „pattintós” („klikkelős”) fémszerkezet. Mivel lehetne a kristályosodást elindítani (az eszköz működését **modellez**ni)?

**Válasz: Valamilyen szilárd anyagot (kristálykiválási gócot) juttatunk a rendszerbe, a kísérlet során célszerű a rendelkezésre álló nátrium-acetát-kristálykát.**

*Megjegyzés: A kipróbálás tapasztalatai szerint az egyszerű rázogatástól nem mindig indul meg a gócképződés. Ezért van szükség a nátrium-acetát-kristállyal történő beoltásra.*

Írjatok példát olyan körülményre is, ami a működés szempontjából **lényegtelen**, ezért nem baj, ha a modellkísérlet ebben különbözik a valódi sópárnától!

**Válasz: A sópárna falának anyaga, színe lényegtelen a modellkísérlet szempontjából, ezért a kísérletet bármilyen edényben, így kémcsőben is végrehajthatjuk.**

Ha sikerül előidézni a sópárnában zajló folyamatot, és annak során valóban fölmelegedést tapasztaltok, akkor a **modellkísérlet eredményéből következtet**hettek arra, hogy a termék működőképességét sikerült **igazol**ni.

A kísérlethez rendelkezésre álló anyagok és eszközök: két külön kémcsőben a szükséges mennyiségű kristályos nátrium-acetát és desztillált víz; borszeszégő, kémcsőfogó, nagy főzőpohárban szobahőmérsékletű csapvíz és óraüvegen kristályos nátrium-acetát. Tervezzetek **kísérlet**et a melegítő sópárna működésének **modellezés**ére!

**A kísérlet terve: A rendelkezésre álló kristályos nátrium-acetátot a kimért mennyiségű meleg vízben feloldjuk. Majd az oldatot tartalmazó kémcsövet vízbe helyezve lehűtjük.**

**A lehűtött oldatba nátrium-acetát-kristálykát helyezünk. Megfigyeljük a változást. Tapintással ellenőrizzük a kémcső falának hőmérsékletét.**

**Tapasztalatok: A kimért mennyiségű nátrium-acetát csak melegítés hatására oldódott fel az adott mennyiségű vízben. A lehűtött oldatban, a szilárd nátrium-acetát behelyezése után gyors kristálykiválás indult meg, miközben a kémcső felmelegedett.**

**Magyarázat: A nátrium-acetát kristályosodását hőfelszabadulás kíséri/a kritályosodás exoterm folyamat.**

**Következtetés:** A melegítő sópárna működőképességének lehetőségét **sikerült/~~nem sikerült~~** igazolnunk, mert a kémcsőben zajló**~~oldódást~~/kristályosodást ~~lehűlés~~/felmelegedés** kísérte.

A melegítő sópárnák belsejében valószínűleg **~~telítetlen/telített~~/túltelített** nátrium-acetát-oldat van. A kristályosodása **~~endoterm~~/exoterm** folyamat, mely során hő **szabadul fel/~~nyelődik el~~**~~.~~

1. A jelen feladatlap alapjául az alábbi forrás szolgált: Rákóczi Melinda: A természettudományos vizsgálati módszerek elvén alapuló feladatok a kémiaoktatásban (szakdolgozat, ELTE TTK Kémiai Intézet, 2010, letölthető: <http://www.kemtan.mke.org.hu/kemia-szakmodszertan/tanuloi-kiserlettervezes.html>; utolsó megtekintés: 2018.07.23.) [↑](#footnote-ref-1)
2. A jelen fájlban szereplő internetes források utolsó megtekintése 2018.07.22. [↑](#footnote-ref-2)
3. Miután a kísérlet nem igényel analitikai pontosságot, a szükséges vizet két méréssel is ki lehet mérni, ha nincs megfelelő űrtartalmú térfogatmérő eszköz. [↑](#footnote-ref-3)
4. Ha hőmérő nem áll rendelkezésre, a tanulók a főzőpoharak falát kívülről megtapintva állapíthatják meg, hogy az oldódás során bekövetkezett-e érzékelhető hűlés vagy melegedés. Ilyenkor a tapasztalatokat összefoglaló táblázatba szavakat írnak a konkrét adatok helyett. [↑](#footnote-ref-4)
5. Forrás: Nadrainé – Varga Imréné: Kémia I. munkafüzet reál érdeklődésű diákok számára Ntk.1996. p.44. vagy: <http://harmatv.web.elte.hu/AltKemII/altkem2-4.pdf> [↑](#footnote-ref-5)
6. Fontos, hogy kristályvizes nátrium-acetátot használjunk, mert a vízmentes só oldódása erősen exoterm folyamat

(-35 kJ/mol). [↑](#footnote-ref-6)
7. http://elelmiszer.hu/gazdasag/cikk/onhuto\_italos\_dobozok\_a\_7\_elevennel [↑](#footnote-ref-7)
8. http://termoklik.hanex.hu/ [↑](#footnote-ref-8)
9. http://elelmiszer.hu/gazdasag/cikk/onhuto\_italos\_dobozok\_a\_7\_elevennel [↑](#footnote-ref-9)
10. http://termoklik.hanex.hu/ [↑](#footnote-ref-10)
11. http://elelmiszer.hu/gazdasag/cikk/onhuto\_italos\_dobozok\_a\_7\_elevennel [↑](#footnote-ref-11)
12. http://termoklik.hanex.hu/ [↑](#footnote-ref-12)
13. http://elelmiszer.hu/gazdasag/cikk/onhuto\_italos\_dobozok\_a\_7\_elevennel [↑](#footnote-ref-13)
14. http://termoklik.hanex.hu/ [↑](#footnote-ref-14)
15. A kipróbálás során mért érték [↑](#footnote-ref-15)
16. A kipróbálás során mért értékek [↑](#footnote-ref-16)
17. Meg kell említeni, hogy ez csak a kristályvíz-tartalmú nátrium-acetátra igaz. [↑](#footnote-ref-17)