**10. feladatlap: Az „ősi ellenség”[[1]](#footnote-1)**

**Módszertani útmutató**

**1. Téma:** Vízkeménység, vízlágyítás (új tananyag)

**2. Felhasználás:** 8. osztály, 45 perces tanóra

**3. Szükséges előzetes ismeretek:**

* Egyszerű laboratóriumi eszközök használata.
* Az anion, kation, só fogalma.
* Oldatok összetétele, oldhatóság.
* Természetes vizek összetétele.
* A szerves anyagokat fölépítő elemek.
* Szappanok tulajdonságai: kettős oldékonyság, habképződés, tisztító hatás.
* Csapadékképződés.

**4. Célok:**

* A vízlágyítás módszereinek megismertetése.
* A háztartásban használható vízlágyítási szerek hatásának kimutatása.
* Egyszerű „félkvantitatív” módszer alkalmazása a kísérletezés során.
* Kapcsolatteremtés a háztartásban használt vegyszerek minősége, mennyisége és azok környezeti hatásai között.
* A kísérletileg (tudományosan) igazolható módszerek használatába vetett meggyőződés erősítése az áltudományos módszereken alapuló eljárásokba vetett hittel szemben.

**5. Tananyag:**

* **Ismeret** szint
  + A vizek keménységét a Ca2+-, illetve a Mg2+-ionok okozzák.
  + A kemény és a lágy víz tulajdonságai eltérnek.
  + A vízkeménységet okozó ionok eltávolítása különböző fizikai/kémiai módszerekkel történhet.
* **Megértés** szint:
  + A vízkeménység befolyásolja a víz felhasználhatóságát.
  + A szappanok tisztító hatása függ a víz keménységétől, azaz a Ca2+-, illetve a Mg2+-ion- tartalmától. A habképződés mértékéből következtethetünk a víz keménységére.
  + A vízkeménységet okozó ionok rosszul oldódó vegyület (csapadék) formájában az oldatból/csapvízből eltávolíthatók.
* **Alkalmazás** szint:
  + A vegyszeres vízlágyítás modellezése.
  + Néhány vízlágyítószer (trisó, szóda) hatásának igazolása.
* **Magasabb rendű műveletek:**
  + Kapcsolatteremtés a háztartásban használt vegyszerek összetétele és környezeti hatásaik között.
  + A modellalkotás alkalmazása a kísérletezésben/kísérlettervezésben, a vizsgálandó jelenség lényegi elemének kiemelése. (A tanulók mindhárom feladatlaptípus megoldásakor modellezik a kemény víz és a lágy víz szappanra gyakorolt hatását, valamint a vízlágyítás folyamatát.)
  + A 2. típusú feladatot megoldók esetében komplex természettudományos probléma megoldásának elméleti magyarázata a rendelkezésre álló, szakirodalmi adatok alapján.
  + A 3. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében az „egyszerre csak egy paramétert változtatunk” elv alapján a kísérletsorozat irányított megtervezése egy komplex természettudományos probléma megoldása érdekében, a rendelkezésre álló szakirodalmi adatok felhasználásával.

**6. Módszertani megfontolások:**

* A kísérleteket az osztály tanulói négy különböző csoportban (A, B, C, D jelű csoportok) hajtják végre. Az 1. Kísérletben más-más alkálifém- és alkáliföldfém-klorid-oldatokban (Ca2+, Mg2+, Na+ és K+) vizsgálják a szappanoldat habzását, míg a 2. Kísérletben négyféle kombinációban vizsgálják a megadott vízlágyítószerek és a vízkeménységet okozó kationok reakcióit. A 3. típusú (kísérlettervező) feladatlapot megoldók esetében szükséges a csoportok közti, illetve az osztály szintű egyeztetés is a 2. Kísérlet végrehajtásának módjáról, így lehetőség nyílik a kooperációs készség fejlesztésére.

A hab magassága több tényezőtől is függhet, pl. a szappan minőségétől, a szappanoldat koncentrációjától és homogenitásától, a rázások számától és intenzitásától. „Klasszikus” szappant célszerű használni, mert az esetleg többféle detergenst tartalmazó készítményekben lehetnek nemionos tenzidek vagy akár kvaterner ammóniumsók is. A diákokkal pedig érdemes megbeszélni, hogy a rázások száma mellett az is fontos, hogy kb. egyforma erősséggel (intenzitással) rázzák a kémcsöveket. Ha ennek ellenére sem kapnak a csoportok közelítőleg azonos eredményeket, akkor az is elfogadható, ha a várt tendenciát sikerül kimutatni.

A feladatlapot legjobb a „Kémia a háztatásban” témakörbe beilleszteni. Így az előzetes ismeretként szükséges fogalmak (természetes vizek összetétele, a szerves anyagokat fölépítő elemek) tárgyalására addigra már sor került. Az Albert és mts.-i által írt 8. osztályos kémia tankönyvben[[2]](#footnote-2) a 28. oldalon szerepel az „organogén elemek” kifejezés és a hozzátartozó magyarázat. A Kecskésné és mts.-i által írt 8. osztályos kémia tankönyv[[3]](#footnote-3) 88. oldalán egy bekezdés foglalkozik ezekkel (az „organogén elem” gyűjtőfogalmat nem megnevezve), mint a szerves vegyületeket leggyakrabban felépítő elemekkel. A biológia kerettanterv csak a 11-12. évfolyamon vezeti be az organogén/biogén elem fogalmát. A szappanok tulajdonságai és a habképződés a fönt említett, Albert és mts.-i által írt tankönyvben közvetlenül a vízlágyítás tárgyalása után következik. Ezért a jelen feladatlapok megoldásakor a szappanok tulajdonságai és a habképződés tekintetében előzetes tudásként e könyv használata esetén csak a tanulók mindennapi tapasztalatai szolgálhatnak. A Kecskésné és mts.-i által írt tankönyvben a vízlágyítás (nyilvánvaló hétköznapi fontossága ellenére) nem szerepel, csak a vízkő oldása a 111. oldalon. Ez utóbbi könyv azonban részletesen tárgyalja a szappanok tisztító mechanizmusát a 112-113. oldalon. Ezért a jelen feladatlap megoldását e tankönyv használata esetén a 34. lecke feldolgozásához („Mosás, tisztítás) javasolt beiktatni.

Az előző órán érdemes házi feladatként, a természetes vizekkel, illetve a csapvízzel kapcsolatos kémiai ismeretek átismétlését feladni. Így a tanulóknak is lehetnek ötleteik a vizek oldott ásványi anyag tartalmára.

* A téma feldolgozása során lehetőség nyílik a csapadékképződéssel járó reakciókkal kapcsolatos ismeretek erősítésére.
* A trisó, illetve a szóda környezeti hatásairól a tanulóknak előzetes ismeretük nincs. Ám ismerik a szerves anyagokat fölépítő elemek (esetleg az „organogén elemek”) és a fotoszintézis fogalmát. Megfelelő irányító kérdésekkel beláttatható, hogy a két nátriumsó közül a trisó, mint potenciális foszforforrás okozhatja a növények elburjánzását a felszíni vizekben, hiszen a szóda csak szénforrásként jöhetne számításba, amely szén-dioxid formájában egyébként is nagy mennyiségben rendelkezésre áll. A kémia, a biológia és a földrajz, valamint a természetismeret kerettantervek, illetve a Nemzeti Köznevelési Portálon (<https://portal.nkp.hu/>) elérhető megfelelő tankönyvek közül a foszfátok eutrofizációt okozó hatásával (a fogalmat meg nem nevezve) csak a kémia foglalkozik, a műtrágyák és a felszíni vizek szennyezése témáknál. A növények számára fontos tápanyagokról az általános iskolában a víz + szén-dioxid + ásványi anyagok formában van csak szó.
* Házi feladatként Magyarország vízkeménységi térképe alapján[[4]](#footnote-4) a tanulók összefüggést kereshetnek az egyes földrajzi területeken mérhető vízkeménység és az ott alkalmazott ivóvíz kivételi mód, illetve a területet felépítő kőzetek kémiai minősége között.
* Egy adott jelenséget több szempontból vizsgálva különböző megállapításokra juthatunk. Bár a feladatlapon nem szerepel, de kitérhetünk a kemény vizek oldott ásványianyag-tartalmának az emberi szervezetre gyakorolt pozitív (csontképzés) és negatív (vesekőképződés) hatására. A tengervíz (és a desztillált víz) ihatatlanságára vonatkozó ismétlő kérdések is föltehetők a 4. feladatlapon („Milyen tömény rum kell a Gundel-palacsintához?”) már szereplő információkra vonatkozóan.

**7. Technikai segédlet:**

* **Anyagok és eszközök a tanulókísérletekhez (csoportonként):**
  + kémcsőállvány
  + sorszámozott kémcső, 5 db
  + kémcsőbe való gumidugó, 2 db
  + óraüveg
  + üvegtölcsér
  + szűrőpapír
  + vonalzó cm-mm-es beosztással
  + 2 db 10 cm3-es mérőhenger, ennek hiányában 2 db fecskendő és 1 db főzőpohár
  + főzőpohár a szappanoldatnak
  + desztillált víz vagy ioncserélt víz, ennek hiányában csapvíz
  + 0,1 mol/dm3 koncentrációjú NaCl-oldat
  + 0,1 mol/dm3 koncentrációjú KCl- oldat
  + 0,1 mol/dm3 koncentrációjú CaCl2-oldat
  + 0,1 mol/dm3 koncentrációjú MgCl2-oldat
  + szobahőmérsékleten telített Na3PO4-oldat
  + Na2CO3-oldat: desztillált vízzel 1:1 arányban hígított, szobahőmérsékleten telített Na2CO3-oldat
  + szappanoldat.
* **Előkészítés**
  + A tálcák előkészítéséhez szükséges vegyszerek csoportonként:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Mindhárom feladatlap típus:** | **A) csoportok** | **B) csoportok** | **C) csoportok** | **D) csoportok** |
| 1. kémcső | 5 cm3deszt. víz | 5 cm3deszt. víz | 5 cm3 deszt. víz | 5 cm3deszt. víz |
| 1. kémcső | 5 cm3 CaCl2-oldat | 5 cm3 MgCl2-oldat | 5 cm3 NaCl-oldat | 5 cm3 KCl-oldat |
| 1. kémcső | 5 cm3 CaCl2-oldat | 5 cm3 CaCl2-oldat | 5 cm3 MgCl2-oldat | 5 cm3 MgCl2-oldat |
| 1. kémcső | 5 cm3 Na2CO3-oldat | 5 cm3 Na3PO4-oldat | 5 cm3 Na2CO3-oldat | 5 cm3 Na3PO4-oldat |
| 1. kémcső | üres | üres | üres | üres |

* + Azért alkalmazzuk a vízlágyítószerek telített oldatait, hogy a keménységet okozó ionokhoz képest nagy fölöslegben legyenek. (A vízmentes trinátrium-foszfát oldhatósága 20 °C-on 120  g/dm3, ami több mint 0,7 mol/dm3 koncentrációt jelent. A nátrium-karbonát oldhatósága 20 °C-on 220 g/dm3, ami több mint 2 mol/dm3 koncentrációt jelent. Utóbbit 1:1 arányban hígítva kb. 1 mol/dm3 koncentrációjú nátrium-karbonát-oldatot használunk a kísérlethez.)
  + A Na2CO3-oldat összetételét azért kellett így megválasztani, mert a kísérleti tapasztalatok szerint a telített szódaoldatban a kezdetben leváló MgCO3-csapadék feloldódik. A jelenséget valószínűleg a karbonátionok hidrolízisekor keletkező hidrogén-karbonát-ionok hígításkor növekvő koncentrációja okozza, melyek a magnéziumionokat oldatban tarthatják. (A magnézium-hidrogén-karbonát oldhatósága mintegy ötszöröse a magnézium-karbonáténak.)
  + A szappanoldatból a lehető legtöményebbet érdemes készíteni, amely kolloid oldatként opalizál, de szilárd szappandarabokat nem tartalmaz.
  + Ideális fölszereltség esetén az előkészítéshez mindhárom típusú feladatlapot megoldó csoportok számára szükséges anyagok és eszközök a következő fényképen 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.

**Az „ősi ellenség”** (1. típus: receptszerű változat)

Gyakran láthatunk a reklámokban a **vízkő** hatásai ellen küzdő háziasszonyokat és vízvezeték-szerelőket. A **kemény vízből** lerakódó vízkő nemcsak **csúnya**, hanem **káros** és **veszélyes** is. **Hőszigetelő** hatása miatt megnöveli a víz felforralásához szükséges energiát, és még kazánrobbanást is okozhat. A **kemény vízben a szappan rosszul habzik**, tisztító hatása csökken, sőt szürkés lepedék is képződik. A **vízlágyítás** tehát fontos a háztartások és az ipar számára. Ezt használják ki az „elektromos vízkő mentesítőt” áruló **áltudományos csalók**, akik a vízkövet „ősi ellenség”-nek nevezik. Pedig éppen ők maguk a tudatlan emberek pénztárcáján élősködő „ősi ellenség”...

Most azt vizsgáljuk meg, hogyan lehet **tényleg eredményesen végezni a vízlágyítást**.

Először azt kell kiderítenünk, hogy **mely kationok okozzák a víz keménységét**. A természetes vizekben legnagyobb mennyiségben a következő 4 kation fordul elő, általában a csökkenő koncentráció szerinti ilyen sorrendben: Ca2+> Mg2+> Na+> K+. Az 1. Kísérletben négy csoportban fogjátok vizsgálni a négyféle kation hatását. (Az anionok nem okoznak vízkeménységet.)

**1. Kísérlet:** A tálcátokon lévő 1. kémcsőben 5 cm3 desztillált víz van. A 2. kémcsőben pedig azon kation vegyületének (kloridjának) 5 cm3 oldata, amelyet a csoportotok vizsgál. Adagoljatok mindkét kémcsőbe 1 cm3 szappanoldatot. Dugaszoljátok be a kémcsöveket és mindkettőt egyformán erőteljesen rázzátok össze tízszer. Mérjétek meg vonalzóval a képződött hab magasságát, és írjátok be azt az alábbi táblázatba. Utána a többi csoport adatait is írjátok be a táblázatba, és vonjátok le a következtetéseket.

**A feladatlap kitöltése során húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy húzd át a hibás szövegrészt.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Csoportok | **Tapasztalatok:** A hab magassága (cm) | | **Következtetések/magyarázatok:** |
| desztillált vízben | sóoldatban |
| A) csoportok |  | CaCl2-oldatban: | A Ca2+ vízkeménységet **okoz/nem okoz**. |
| B) csoportok |  | MgCl2-oldatban: | A Mg2+ vízkeménységet **okoz/nem okoz**. |
| C) csoportok |  | NaCl-oldatban: | A Na+ vízkeménységet **okoz/nem okoz**. |
| D) csoportok |  | KCl-oldatban: | A K+ vízkeménységet **okoz/nem okoz**. |

A **vízlágyítás** során tehát a vízből **el kell távolítani** a keménységet okozó …………………………………………………ionokat.

Ez **fizikai** és **kémiai** módszerekkel történhet. **Fizikai** módszerrel tisztított víz a **desztillált víz**. Ilyet lehet készen is vásárolni, de ahhoz **drága**, hogy pl. mosásra ezt használjuk.

A víz és a benne oldott anyagok (sók) melyik **fizikai tulajdonságának különbözőségét** használják ki a **desztilláció**

során? ………………………………………………………………………………………………………………

Vajon miért drága a desztillált víz?

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

A **kémiai** módszerekkel való vízlágyításhoz **vízlágyítószereket** használhatunk. Ezek a keménységet okozó ionokat **vízben rosszul oldódó vegyület (csapadék)** formájában távolítják el. A 2. Kísérletben azt vizsgáljuk, hogy a vízlágyításra ajánlott **mosószódának** (Na2CO3) és **trisónak** (Na3PO4) tényleg van-e **vízlágyító** hatása. A kemény vizet CaCl2-oldattal és MgCl2-oldattal, a vízlágyítószereket pedig nátrium-karbonáttal (Na2CO3) és nátrium-foszfáttal (Na3PO4) fogjuk **modellezni**. A négyféle csoport a 4 lehetséges kombinációt próbálja ki.

**2. Kísérlet:**

a) A tálcátokon a 3. és a 4. kémcsőben is 5-5 cm3 oldat van előkészítve. A 3. kémcsőben az A) és B) csoportoknak CaCl2-oldat, a C) és D) csoportoknak MgCl2-oldat van. A 4. kémcsőben az A) és C) csoportok a mosószóda, a B) és D) csoportok pedig a trisó olyan oldatait találják, amelyek elég tömények az összes kalciumionnal, illetve magnéziumionnal való csapadékképzéshez. Öntsétek a **4. kémcsőből az összes folyadékot a 3. kémcsőbe.**

Mind a négy csoport **tapasztalatait** írjátok be a következő táblázatba, és közösen egészítsétek ki az **egyenleteket**.

**A reakcióegyenletekben húzzátok alá** a keletkezett **csapadékok képletét**.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Csoportok | Összeöntött oldatok: | **Tapasztalatok:** | **Magyarázatok (reakcióegyenletek):** |
| A) csoportok | CaCl2-oldat + Na2CO3-oldat (mosószóda) |  | CaCl2 + Na2CO3 = |
| B) csoportok | CaCl2-oldat + Na3PO4-oldat (trisó) |  | CaCl2 + Na3PO4 = |
| C) csoportok | MgCl2-oldat + Na2CO3-oldat (mosószóda) |  | MgCl2 + Na2CO3 = |
| D) csoportok | MgCl2-oldat + Na3PO4-oldat (trisó) |  | MgCl2 + Na3PO4 = |

b) Tölcsér és szűrőpapír segítségével szűrjétek át a **3. kémcső tartalmát a 4. kémcsőbe** (amiben eredetileg a mosószóda vagy a trisó volt). A szűrletből mérjetek 5 cm3-t az 5. kémcsőbe, adjatok hozzá 1 cm3 szappanoldatot. Dugaszoljátok be és erőteljesen rázzátok össze tízszer. Mérjétek meg vonalzóval a képződött hab magasságát, és írjátok be az alábbi táblázatba. Vessétek össze ezeket az 1. Kísérlet tapasztalataival, és vonjátok le a következtetéseket.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Csoportok | Összeöntött oldatok szűrlete + szappanoldat | **Tapasztalatok:**  A hab magassága (cm) | **Következtetések/magyarázatok:** |
| A) csoportok | CaCl2-oldat + Na2CO3-oldat szűrlete + szappanoldat |  | A Na2CO3 (mosószóda) vízlágyításra **alkalmas/nem alkalmas**. |
| B) csoportok | CaCl2-oldat + Na3PO4-oldat szűrlete + szappanoldat |  | A Na3PO4 (trisó) vízlágyításra **alkalmas/nem alkalmas**. |
| C) csoportok | MgCl2-oldat + Na2CO3-oldat szűrlete + szappanoldat |  | A Na2CO3 (mosószóda) vízlágyításra **alkalmas/nem alkalmas**. |
| D) csoportok | MgCl2-oldat + Na3PO4-oldat szűrlete + szappanoldat |  | A Na3PO4 (trisó) vízlágyításra **alkalmas/nem alkalmas**. |

A mosószóda és a trisó közül vajon melyiknek nagyobb a környezetszennyező hatása és miért?

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

A **foszfátmentes mosószerek** részben olyan hatóanyagokat is tartalmaznak, amelyek nem érzékenyek a víz keménységére. Másrészt vannak bennük a víz keménységét csökkentő anyagok is (pl. zeolit, ami a vízkeménységet okozó kationokat más kationokra cseréli).

**Az „ősi ellenség”** (2. típus: receptszerű változat + a kísérlettervezés elmélete)

Gyakran láthatunk a reklámokban a **vízkő** hatásai ellen küzdő háziasszonyokat és vízvezeték-szerelőket. A **kemény vízből** lerakódó vízkő nemcsak **csúnya**, hanem **káros** és **veszélyes** is. **Hőszigetelő** hatása miatt megnöveli a víz felforralásához szükséges energiát, és még kazánrobbanást is okozhat. A **kemény vízben a szappan rosszul habzik**, tisztító hatása csökken, sőt szürkés lepedék is képződik. A **vízlágyítás** tehát fontos a háztartások és az ipar számára. Ezt használják ki az „elektromos vízkő mentesítőt” áruló **áltudományos csalók**, akik a vízkövet „ősi ellenség”-nek nevezik. Pedig éppen ők maguk a tudatlan emberek pénztárcáján élősködő „ősi ellenség”...

Most azt vizsgáljuk meg, hogyan lehet **tényleg eredményesen végezni a vízlágyítást**.

Először azt kell kiderítenünk, hogy **mely kationok okozzák a víz keménységét**. A természetes vizekben legnagyobb mennyiségben a következő 4 kation fordul elő, általában a csökkenő koncentráció szerinti ilyen sorrendben: Ca2+> Mg2+> Na+> K+. Az 1. Kísérletben négy csoportban fogjátok vizsgálni a négyféle kation hatását. (Az anionok nem okoznak vízkeménységet.)

**1. Kísérlet:** A tálcátokon lévő 1. kémcsőben 5 cm3 desztillált víz van. A 2. kémcsőben pedig azon kation vegyületének (kloridjának) 5 cm3 oldata, amelyet a csoportotok vizsgál. Adagoljatok mindkét kémcsőbe 1 cm3 szappanoldatot. Dugaszoljátok be a kémcsöveket és mindkettőt egyformán erőteljesen rázzátok össze tízszer. Mérjétek meg vonalzóval a képződött hab magasságát, és írjátok be azt az alábbi táblázatba. Utána a többi csoport adatait is írjátok be a táblázatba, és vonjátok le a következtetéseket.

**A feladatlap kitöltése során húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy húzd át a hibás szövegrészt.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Csoportok | **Tapasztalatok:** A hab magassága (cm) | | **Következtetések/magyarázatok:** |
| desztillált vízben | sóoldatban |
| A) csoportok |  | CaCl2-oldatban: | A Ca2+ vízkeménységet **okoz/nem okoz**. |
| B) csoportok |  | MgCl2-oldatban: | A Mg2+ vízkeménységet **okoz/nem okoz**. |
| C) csoportok |  | NaCl-oldatban: | A Na+ vízkeménységet **okoz/nem okoz**. |
| D) csoportok |  | KCl-oldatban: | A K+ vízkeménységet **okoz/nem okoz**. |

A **vízlágyítás** során tehát a vízből **el kell távolítani** a keménységet okozó …………………………………………………ionokat.

Ez **fizikai** és **kémiai** módszerekkel történhet. **Fizikai** módszerrel tisztított víz a **desztillált víz**. Ilyet lehet készen is vásárolni, de ahhoz **drága**, hogy pl. mosásra ezt használjuk.

A víz és a benne oldott anyagok (sók) melyik **fizikai tulajdonságának különbözőségét** használják ki a **desztilláció**

során? ………………………………………………………………………………………………………………

Vajon miért drága a desztillált víz?

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

A **kémiai** módszerekkel való vízlágyításhoz **vízlágyítószereket** használhatunk. Ezek a keménységet okozó ionokat **vízben rosszul oldódó vegyület (csapadék)** formájában távolítják el. A 2. Kísérletben azt vizsgáljuk, hogy a vízlágyításra ajánlott **mosószódának** (Na2CO3) és **trisónak** (Na3PO4) tényleg van-e **vízlágyító** hatása. A kemény vizet CaCl2-oldattal és MgCl2-oldattal, a vízlágyítószereket pedig nátrium-karbonáttal (Na2CO3) és nátrium-foszfáttal (Na3PO4) fogjuk **modellezni**. A négyféle csoport a 4 lehetséges kombinációt próbálja ki.

**2. Kísérlet:**

a) A tálcátokon a 3. és a 4. kémcsőben is 5-5 cm3 oldat van előkészítve. A 3. kémcsőben az A) és B) csoportoknak CaCl2-oldat, a C) és D) csoportoknak MgCl2-oldat van. A 4. kémcsőben az A) és C) csoportok a mosószóda, a B) és D) csoportok pedig a trisó olyan oldatait találják, amelyek elég tömények az összes kalciumionnal, illetve magnéziumionnal való csapadékképzéshez. Öntsétek a **4. kémcsőből az összes folyadékot a 3. kémcsőbe.**

Mind a négy csoport **tapasztalatait** írjátok be a következő táblázatba, és közösen egészítsétek ki az **egyenleteket**.

**A reakcióegyenletekben húzzátok alá** a keletkezett **csapadékok képletét**.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Csoportok | Összeöntött oldatok: | **Tapasztalatok:** | **Magyarázatok (reakcióegyenletek):** |
| A) csoportok | CaCl2-oldat + Na2CO3-oldat (mosószóda) |  | CaCl2 + Na2CO3 = |
| B) csoportok | CaCl2-oldat + Na3PO4-oldat (trisó) |  | CaCl2 + Na3PO4 = |
| C) csoportok | MgCl2-oldat + Na2CO3-oldat (mosószóda) |  | MgCl2 + Na2CO3 = |
| D) csoportok | MgCl2-oldat + Na3PO4-oldat (trisó) |  | MgCl2 + Na3PO4 = |

b) Tölcsér és szűrőpapír segítségével szűrjétek át a **3. kémcső tartalmát a 4. kémcsőbe** (amiben eredetileg a mosószóda vagy a trisó volt). A szűrletből mérjetek 5 cm3-t az 5. kémcsőbe, adjatok hozzá 1 cm3 szappanoldatot. Dugaszoljátok be és erőteljesen rázzátok össze tízszer. Mérjétek meg vonalzóval a képződött hab magasságát, és írjátok be az alábbi táblázatba. Vessétek össze ezeket az 1. Kísérlet tapasztalataival, és vonjátok le a következtetéseket.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Csoportok | Összeöntött oldatok szűrlete + szappanoldat | **Tapasztalatok:**  A hab magassága (cm) | **Következtetések/magyarázatok:** |
| A) csoportok | CaCl2-oldat + Na2CO3-oldat szűrlete + szappanoldat |  | A Na2CO3 (mosószóda) vízlágyításra **alkalmas/nem alkalmas**. |
| B) csoportok | CaCl2-oldat + Na3PO4-oldat szűrlete + szappanoldat |  | A Na3PO4 (trisó) vízlágyításra **alkalmas/nem alkalmas**. |
| C) csoportok | MgCl2-oldat + Na2CO3-oldat szűrlete + szappanoldat |  | A Na2CO3 (mosószóda) vízlágyításra **alkalmas/nem alkalmas**. |
| D) csoportok | MgCl2-oldat + Na3PO4-oldat szűrlete + szappanoldat |  | A Na3PO4 (trisó) vízlágyításra **alkalmas/nem alkalmas**. |

Most nézzük meg, hogyan lehetett volna a **sók oldhatóságát** tartalmazó **alábbi táblázat** ismeretében rájönni arra, hogy **milyen vegyületek alkalmasak vízlágyításra,** és hogy hogyan kellett **megtervezni** a kísérleteket.

**Ezzel a táblázattal mások kísérleteinek a közzétett eredményeit, azaz „irodalmi adatokat” használunk föl.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kationok** | **Anionok** | | | | | | |
| OH− | Cl− | S2− |  |  |  |  |
| Na+ | Jól | Jól | Jól | Jól | **Jól** | **Jól** | Jól |
| K+ | Jól | Jól | Jól | Jól | **Jól** | **Jól** | Jól |
| Mg2+ | Nem | Jól | Jól | Jól | **Nem** | **Nem** | Jól |
| Ca2+ | Kissé | Jól | Kissé | Kissé | **Nem** | **Nem** | Jól |
| Ba2+ | Jól | Jól | Jól | Nem | Nem | Nem | Jól |
| Al3+ | Nem | Jól | − | Jól | Nem | − | Jól |
| Zn2+ | Nem | Jól | Nem | Jól | Nem | Nem | Jól |
| Ag+ | − | Nem | Nem | Kissé | Nem | Nem | Jól |
| Cu2+ | Nem | Jól | Nem | Jól | Nem | Nem | Jól |
| Pb2+ | Nem | Kissé | Nem | Nem | Nem | Nem | Jól |
| Fe2+ | Nem | Jól | Nem | Jól | Nem | Nem | Jól |
| Fe3+ | Nem | Jól | − | Jól | Nem | Nem | Jól |

1. A táblázatban a „**Jól**” azt jelenti, hogy a kation és az anion vegyülete **jó vízoldhatóságú**, a „**Nem**” a **csapadék**.

2. Olyan **anionokat** kell keresni, amelyek a **Ca2+**-nal és a **Mg2+**-nal is **csapadékot** képeznek. Ezek aés a **.**

3. A illetve a -ionok csak **vízoldható** vegyület formájában használhatók **vízlágyítószerkén**t. Ezek a **Na2CO**3, a **Na3PO4**, a **K2CO3**, és a **K3PO4**.

4. A fönti 4 vegyület közül a (mosó)szóda (**Na2CO**3), illetve a trisó (**Na3PO4**) az **olcsó** megoldások.

5. Az „**egyszerre csak egy tényezőt változtatunk**” elv szerint mindkét vízlágyítószert kipróbáltuk mindkét vízkeménységet okozó ionnal. **Azonos töménységű és térfogatú** Ca2+- és a Mg2+-tartalmú oldatokhoz a szóda és a trisó oldataiból **azonos térfogatúakat** öntöttünk és **ugyanúgy szűrtük** őket. Majd a szűrletek **ugyanolyan térfogatú részleteit ugyanolyan térfogatú szappanoldattal ugyanannyiszor, ugyanolyan intenzitással ráztuk**, és **ugyanúgy mértük** a **hab magasságát**, mint az 1. Kísérletben.

A mosószóda és a trisó közül vajon melyiknek nagyobb a környezetszennyező hatása és miért?

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

A **foszfátmentes mosószerek** részben olyan hatóanyagokat is tartalmaznak, amelyek nem érzékenyek a víz keménységére. Másrészt vannak bennük a víz keménységét csökkentő anyagok is (pl. zeolit, ami a vízkeménységet okozó kationokat más kationokra cseréli).

**Az „ősi ellenség”** (3. típus: kísérlettervező változat)

Gyakran láthatunk a reklámokban a **vízkő** hatásai ellen küzdő háziasszonyokat és vízvezeték-szerelőket. A **kemény vízből** lerakódó vízkő nemcsak **csúnya**, hanem **káros** és **veszélyes** is. **Hőszigetelő** hatása miatt megnöveli a víz felforralásához szükséges energiát, és még kazánrobbanást is okozhat. A **kemény vízben a szappan rosszul habzik**, tisztító hatása csökken, sőt szürkés lepedék is képződik. A **vízlágyítás** tehát fontos a háztartások és az ipar számára. Ezt használják ki az „elektromos vízkő mentesítőt” áruló **áltudományos csalók**, akik a vízkövet „ősi ellenség”-nek nevezik. Pedig éppen ők maguk a tudatlan emberek pénztárcáján élősködő „ősi ellenség”...

Most azt vizsgáljuk meg, hogyan lehet **tényleg eredményesen végezni a vízlágyítást**.

Először azt kell kiderítenünk, hogy **mely kationok okozzák a víz keménységét**. A természetes vizekben legnagyobb mennyiségben a következő 4 kation fordul elő, általában a csökkenő koncentráció szerinti ilyen sorrendben: Ca2+> Mg2+> Na+> K+. Az 1. Kísérletben négy csoportban fogjátok vizsgálni a négyféle kation hatását. (Az anionok nem okoznak vízkeménységet.)

**1. Kísérlet:** A tálcátokon lévő 1. kémcsőben 5 cm3 desztillált víz van. A 2. kémcsőben pedig azon kation vegyületének (kloridjának) 5 cm3 oldata, amelyet a csoportotok vizsgál. Adagoljatok mindkét kémcsőbe 1 cm3 szappanoldatot. Dugaszoljátok be a kémcsöveket és mindkettőt egyformán erőteljesen rázzátok össze tízszer. Mérjétek meg vonalzóval a képződött hab magasságát, és írjátok be azt az alábbi táblázatba. Utána a többi csoport adatait is írjátok be a táblázatba, és vonjátok le a következtetéseket.

**A feladatlap kitöltése során húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy húzd át a hibás szövegrészt.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Csoportok | **Tapasztalatok:** A hab magassága (cm) | | **Következtetések/magyarázatok:** |
| desztillált vízben | sóoldatban |
| A) csoportok |  | CaCl2-oldatban: | A Ca2+ vízkeménységet **okoz/nem okoz**. |
| B) csoportok |  | MgCl2-oldatban: | A Mg2+ vízkeménységet **okoz/nem okoz**. |
| C) csoportok |  | NaCl-oldatban: | A Na+ vízkeménységet **okoz/nem okoz**. |
| D) csoportok |  | KCl-oldatban: | A K+ vízkeménységet **okoz/nem okoz**. |

A **vízlágyítás** során tehát a vízből **el kell távolítani** a keménységet okozó …………………………………………………ionokat.

Ez **fizikai** és **kémiai** módszerekkel történhet. **Fizikai** módszerrel tisztított víz a **desztillált víz**. Ilyet lehet készen is vásárolni, de ahhoz **drága**, hogy pl. mosásra ezt használjuk.

A víz és a benne oldott anyagok (sók) melyik **fizikai tulajdonságának különbözőségét** használják ki a **desztilláció**

során? ………………………………………………………………………………………………………………

Vajon miért drága a desztillált víz?

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

A **kémiai** módszerekkel való vízlágyításhoz **vízlágyítószereket** használhatunk. Ezek a keménységet okozó ionokat **vízben rosszul oldódó vegyület (csapadék)** formájában távolítják el. A 2. Kísérletben azt vizsgáljuk, hogy milyen vegyületek lehetnek alkalmasak **vízlágyításra**. A kemény vizet CaCl2-oldattal és MgCl2-oldattal fogjuk **modellezni**. A **vízlágyítószereket modellező** anyagokat pedig **nektek kell kiválasztani** az alábbi gondolatmenet alapján.

**2. Kísérlet:**

a) Nézzük, hogyan lehet a **szükséges tények és adatok** ismeretében, **logikus gondolkodással** rájönni, hogy mely vegyületekkel érdemes próbálkozni a vízlágyítószernek alkalmas anyagok keresésekor.

A túloldalon lévő táblázat a **sók oldhatóságára vonatkozó tényeket tartalmazza.**

**Ezzel a táblázattal mások kísérleteinek a közzétett eredményeit, azaz „irodalmi adatokat” használunk föl.**

1. A táblázatban a „**Jól**” azt jelenti, hogy a kation és az anion vegyülete **jó vízoldhatóságú**, a „**Nem**” a **csapadék**.

2. Olyan **anionokat** kell keresni a túloldali táblázatban, amelyek a **Ca2+**-nal és a **Mg2+**-nal is **csapadékot** képeznek.

Melyek ezek?………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kationok** | **Anionok** | | | | | | |
| OH− | Cl− | S2− |  |  |  |  |
| Na+ | Jól | Jól | Jól | Jól | Jól | Jól | Jól |
| K+ | Jól | Jól | Jól | Jól | Jól | Jól | Jól |
| Mg2+ | Nem | Jól | Jól | Jól | Nem | Nem | Jól |
| Ca2+ | Kissé | Jól | Kissé | Kissé | Nem | Nem | Jól |
| Ba2+ | Jól | Jól | Jól | Nem | Nem | Nem | Jól |
| Al3+ | Nem | Jól | − | Jól | Nem | − | Jól |
| Zn2+ | Nem | Jól | Nem | Jól | Nem | Nem | Jól |
| Ag+ | − | Nem | Nem | Kissé | Nem | Nem | Jól |
| Cu2+ | Nem | Jól | Nem | Jól | Nem | Nem | Jól |
| Pb2+ | Nem | Kissé | Nem | Nem | Nem | Nem | Jól |
| Fe2+ | Nem | Jól | Nem | Jól | Nem | Nem | Jól |
| Fe3+ | Nem | Jól | − | Jól | Nem | Nem | Jól |

3. A kiválasztott anionok csak **vízoldható** vegyület formájában használhatók **vízlágyítószerkén**t.

Milyen kationokkal képeznek a kiválasztott anionok vízben **jól oldódó** sókat?..........................................................

4. Melyik 4 vegyület tűnik eszerint alkalmasnak a vízlágyításra?................................................................................

5.A 4 vegyület közül a nátriumionokat tartalmazó „mosószóda” és a „trisó” az **olcsó** megoldások. A „trisó”-ban a „**tri**” azt jelenti, **3** kation van a képletében. Írjátok ide a **szabályos nevüket** és a **képletüket**!

A trisó képlete: …………………………………………………… neve: …………………………………………………………………………………

A mosószóda képlete: ………………………………………….. neve: …………………………………………………………………………………

6. Az „**egyszerre csak egy tényezőt változtatunk**” elv szerint mindkét fönti vegyületet ki kell próbálni mindkét vízkeménységet okozó ionnal. Ez négyféle kombinációt jelent. A különböző betűjelű csoportotok 3. kémcsövében **azonos töménységű** Ca2+- vagy Mg2+-tartalmú oldatok vannak. A 4. kémcsőben pedig a mosószóda vagy a trisó olyan oldata, amelyek elég tömények az összes kalciumionnal, ill. magnéziumionnal való csapadékképzéshez.

Végezzétek el a kísérleteket, töltsétek ki az alábbi táblázatot, és **húzzátok alá** a **csapadékok** képletét!

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Csoportok | Összeöntött oldatok: | **Tapasztalatok:** | **Magyarázatok (reakcióegyenletek):** |
| A) csoportok | CaCl2-oldat + ………..-oldat (mosószóda) |  | CaCl2+ ……………….. = |
| B) csoportok | CaCl2-oldat + ………..-oldat (trisó) |  | CaCl2+ ……………….. = |
| C) csoportok | MgCl2-oldat + ………-oldat (mosószóda) |  | MgCl2+ ………………..= |
| D) csoportok | MgCl2-oldat + ………-oldat (trisó) |  | MgCl2+ ……………….. = |

b) Tölcsér és szűrőpapír segítségével szűrjétek át a **3. kémcső tartalmát a 4. kémcsőbe.** Hogyan tudnátok megvizsgálni, hogy a szűrletből sikerült-e kivonni a vízkeménységet okozó ionokat? Gondoljatok az 1. Kísérletre! M**ind a négyféle csoportnak pontosan ugyanúgy kell végezni próbát!**

……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Csoportok | Összeöntött oldatok szűrletével végzett próba: | **Tapasztalatok:** | **Következtetések/magyarázatok:** |
| A) csoportok | CaCl2-oldat + ………………….-oldat szűrlete +………………………………… |  | A mosószóda (…………) vízlágyításra **alkalmas/nem alkalmas**. |
| B) csoportok | CaCl2-oldat + ………………….-oldat szűrlete +………………………………… |  | A trisó (………………….) vízlágyításra **alkalmas/nem alkalmas**. |
| C) csoportok | MgCl2-oldat + ………………-oldat szűrlete +………………………………… |  | A mosószóda (…………) vízlágyításra **alkalmas/nem alkalmas**. |
| D) csoportok | MgCl2-oldat + ………………-oldat szűrlete +………………………………… |  | A trisó (………………….) vízlágyításra **alkalmas/nem alkalmas**. |

A mosószóda és a trisó közül vajon melyiknek nagyobb a környezetszennyező hatása és miért?

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

A **foszfátmentes mosószerek** részben olyan hatóanyagokat is tartalmaznak, amelyek nem érzékenyek a víz keménységére. Másrészt vannak bennük a víz keménységét csökkentő anyagok is (pl. zeolit, ami a vízkeménységet okozó kationokat más kationokra cseréli).

**Az „ősi ellenség”** (tanári változat)

Gyakran láthatunk a reklámokban a **vízkő** hatásai ellen küzdő háziasszonyokat és vízvezeték-szerelőket. A **kemény vízből** lerakódó vízkő nemcsak **csúnya**, hanem **káros** és **veszélyes** is. **Hőszigetelő** hatása miatt megnöveli a víz felforralásához szükséges energiát, és még kazánrobbanást is okozhat. A **kemény vízben a szappan rosszul habzik**, tisztító hatása csökken, sőt szürkés lepedék is képződik. A **vízlágyítás** tehát fontos a háztartások és az ipar számára. Ezt használják ki az „elektromos vízkő mentesítőt” áruló **áltudományos csalók**, akik a vízkövet „ősi ellenség”-nek nevezik. Pedig éppen ők maguk a tudatlan emberek pénztárcáján élősködő „ősi ellenség”...

Most azt vizsgáljuk meg, hogyan lehet **tényleg eredményesen végezni a vízlágyítást**.

Először azt kell kiderítenünk, hogy **mely kationok okozzák a víz keménységét**. A természetes vizekben legnagyobb mennyiségben a következő 4 kation fordul elő, általában a csökkenő koncentráció szerinti ilyen sorrendben: Ca2+> Mg2+> Na+> K+. Az 1. Kísérletben négy csoportban fogjátok vizsgálni a négyféle kation hatását. (Az anionok nem okoznak vízkeménységet.)

**1. Kísérlet:** A tálcátokon lévő 1. kémcsőben 5 cm3 desztillált víz van. A 2. kémcsőben pedig azon kation vegyületének (kloridjának) 5 cm3 oldata, amelyet a csoportotok vizsgál. Adagoljatok mindkét kémcsőbe 1 cm3 szappanoldatot. Dugaszoljátok be a kémcsöveket és mindkettőt egyformán erőteljesen rázzátok össze tízszer. Mérjétek meg vonalzóval a képződött hab magasságát, és írjátok be azt az alábbi táblázatba. Utána a többi csoport adatait is írjátok be a táblázatba, és vonjátok le a következtetéseket.

**A feladatlap kitöltése során húzd alá vagy keretezd be a helyes vagy húzd át a hibás szövegrészt.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Csoportok | **Tapasztalatok:** A hab magassága (cm) | | **Következtetések/magyarázatok:** |
| desztillált vízben | sóoldatban |
| A) csoportok | ***6-8 cm*** | CaCl2-oldatban: ***0 - 1 cm*** | A Ca2+ vízkeménységet **okoz/nem okoz**. |
| B) csoportok | ***6-8 cm*** | MgCl2-oldatban: ***0 - 1 cm*** | A Mg2+ vízkeménységet **okoz/nem okoz**. |
| C) csoportok | ***6-8 cm*** | NaCl-oldatban***: 6-8 cm*** | A Na+ vízkeménységet **okoz/nem okoz**. |
| D) csoportok | ***6-8 cm*** | KCl-oldatban: ***6 -8 cm*** | A K+ vízkeménységet **okoz/nem okoz**. |

*Megjegyzések:*

* *A következő fényképeken láthatók az 1. Kísérlet eredményei csoportonként.*
* *Az első fényképsorozat a sóoldatokat ábrázolja a szappanoldat hozzáöntése után, de a kémcsövek összerázása előtt. Ezeken a képeken látható, hogy a szappanoldat a Ca2+- és Mg2+-ionokkal csapadékot képez, míg a desztillált vízben, a NaCl- és a KCl-oldatban csak enyhén opalizál. Ennek megfigyeltetésével alátámaszthatjuk a feladatlap bevezetőjében leírtakat.*
* *A* [*https://drive.google.com/file/d/0B9gd9GgBMsnIc1F1eF9CYUZTaE0/view?usp=sharing*](https://drive.google.com/file/d/0B9gd9GgBMsnIc1F1eF9CYUZTaE0/view?usp=sharing) *linken elérhető videón jól látszik, hogy a szappanoldat magnézium-klorid-oldattal összerázás után pelyhes csapadékot képez, a víznél kisebb sűrűségű csapadék az oldat tetejére úszik, a habzás minimális.*

* *

* *

* *A második fényképsorozaton az oldatok összerázás után láthatók. Ezek a képek jól mutatják, hogy a CaCl2- és a MgCl2-oldatban alig habzik a szappan, míg a NaCl- és a KCl-oldatban a szappan habzása jó közelítéssel megegyezik a desztillált vízben tapasztalttal.*

* *

* *

A **vízlágyítás** során tehát a vízből **el kell távolítani** a keménységet okozó ***Ca2+-és Mg2****+-*ionokat.

Ez **fizikai** és **kémiai** módszerekkel történhet. **Fizikai** módszerrel tisztított víz a **desztillált víz**. Ilyet lehet készen is vásárolni, de ahhoz **drága**, hogy pl. mosásra ezt használjuk.

A víz és a benne oldott anyagok (sók) melyik **fizikai tulajdonságának különbözőségét** használják ki a **desztilláció** során? ***A forráspont (illékonyság)***.

Vajon miért drága tehát a desztillált víz?

***A vízdesztillálás energiaigényes folyamat, és az energiának ára van.***

[Csak az 1. és 2.típusú csoportnak!]

A **kémiai** módszerekkel való vízlágyításhoz **vízlágyítószereket** használhatunk. Ezek a keménységet okozó ionokat **vízben rosszul oldódó vegyület (csapadék)** formájában távolítják el. A 2. Kísérletben azt vizsgáljuk, hogy a vízlágyításra ajánlott **mosószódának** (Na2CO3) és **trisónak** (Na3PO4) tényleg van-e **vízlágyító** hatása. A kemény vizet CaCl2-oldattal és MgCl2-oldattal, a vízlágyítószereket pedig nátrium-karbonáttal (Na2CO3) és nátrium-foszfáttal (Na3PO4) fogjuk **modellezni**. A négyféle csoport a 4 lehetséges kombinációt próbálja ki.

**2. Kísérlet:**

a) A tálcátokon a 3. és a 4. kémcsőben is 5-5 cm3 oldat van előkészítve. A 3. kémcsőben az A) és B) csoportoknak CaCl2-oldat, a C) és D) csoportoknak MgCl2-oldat van. A 4. kémcsőben az A) és C) csoportok a mosószóda, a B) és D) csoportok pedig a trisó olyan oldatait találják, amelyek elég tömények az összes kalciumionnal, illetve magnéziumionnal való csapadékképzéshez. Öntsétek a **4. kémcsőből az összes folyadékot a 3. kémcsőbe.**

Mind a négy csoport **tapasztalatait** írjátok be a következő táblázatba, és közösen egészítsétek ki az **egyenleteket**.

**A reakcióegyenletekben húzzátok alá** a keletkezett **csapadékok képletét**.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Csoportok | Összeöntött oldatok: | **Tapasztalatok:** | **Magyarázatok (reakcióegyenletek):** |
| A) csoportok | CaCl2-oldat + Na2CO3-oldat (mosószóda) | ***fehér csapadék képződött*** | CaCl2 + Na2CO3 = ***CaCO3 +2 NaCl*** |
| B) csoportok | CaCl2-oldat + Na3PO4-oldat (trisó) | ***fehér csapadék képződött*** | ***3*** CaCl2 + ***2*** Na3PO4 = ***Ca3(PO4)2 +6 NaCl*** |
| C) csoportok | MgCl2-oldat + Na2CO3-oldat (mosószóda) | ***fehér csapadék képződött*** | MgCl2 + Na2CO3 = ***MgCO3 +2 NaCl*** |
| D) csoportok | MgCl2-oldat + Na3PO4-oldat (trisó) | ***fehér csapadék képződött*** | **3** MgCl2 + ***2*** Na3PO4 = ***Mg3(PO4)2 +6 NaCl*** |

*Megjegyzés:*

* *Az alábbi fényképen láthatók a keletkező fehér csapadékos rendszerek. A kalcium-karbonát és a kalcium-foszfát jól láthatóan fehér csapadékot ad. A magnézium-karbonát válik le a legkevésbé. Ez érthető is, hiszen a magnézium-karbonát oldhatósága a legnagyobb a négy só közül (oldhatóság 20 °C-on 3,25∙10-2 mol/dm3), másrészt az egyensúlyi rendszerben a karbonátionok hidrolízise miatt jelenlévő hidrogén-karbonát-ionok is befolyásolhatják az oldhatóságot.*



b) Tölcsér és szűrőpapír segítségével szűrjétek át a **3. kémcső tartalmát a 4. kémcsőbe** (amiben eredetileg a mosószóda vagy a trisó volt). A szűrletből mérjetek 5 cm3-t az 5. kémcsőbe, adjatok hozzá 1 cm3 szappanoldatot. Dugaszoljátok be és erőteljesen rázzátok össze tízszer. Mérjétek meg vonalzóval a képződött hab magasságát, és írjátok be az alábbi táblázatba. Vessétek össze ezeket az 1. Kísérlet tapasztalataival és vonjátok le a következtetéseket.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Csoportok | Összeöntött oldatok szűrlete + szappanoldat | **Tapasztalatok:**  A hab magassága (cm) | **Következtetések/magyarázatok:** |
| A) csoportok | CaCl2-oldat + Na2CO3-oldat szűrlete + szappanoldat | ***4-5 cm*** | A Na2CO3 (mosószóda) vízlágyításra **alkalmas/nem alkalmas**. |
| B) csoportok | CaCl2-oldat + Na3PO4-oldat szűrlete + szappanoldat | ***6-8 cm*** | A Na3PO4 (trisó) vízlágyításra **alkalmas/nem alkalmas**. |
| C) csoportok | MgCl2-oldat + Na2CO3-oldat szűrlete + szappanoldat | **2-3 cm** | A Na2CO3 (mosószóda) vízlágyításra **alkalmas/nem alkalmas**. |
| D) csoportok | MgCl2-oldat + Na3PO4-oldat szűrlete + szappanoldat | ***6-8 cm*** | A Na3PO4 (trisó) vízlágyításra **alkalmas/nem alkalmas**. |

*Megjegyzés:*

* *Az alábbi fénykép mutatja a szappanhab képződését a szűrletekben. Azt tapasztaljuk, hogy a szűrletek mindegyikében jobban habzik a szappan, mint az 1. Kísérletben a CaCl2- és MgCl2-oldatban. Feltűnő, hogy a szódaoldattal reagáltatott oldatok esetén – az* ***A)*** *és* ***C)*** *csoportok esetében – a hab magasságának növekedése csekély. A habzás az eredetileg Mg2+-ionokat tartalmazó oldat szűrletében a legkisebb mértékű. (A magnézium-karbonát oldhatósági szorzata L = 1,0 ∙ 10-5). Ez arra utal, hogy a szóda vízlágyításra kevésbé alkalmas, mint a trisó. Ez összecseng a gyakorlatban alkalmazott módszerekkel: a szódát az iparban Ca(OH)2-dal együtt használják vízlágyításra.[[5]](#footnote-5)*



[Csak a 2.típusú csoportnak!]

Most nézzük meg, hogyan lehetett volna a **sók oldhatóságát** tartalmazó **alábbi táblázat** ismeretében rájönni arra, hogy **milyen vegyületek alkalmasak vízlágyításra,** és hogy hogyan kellett **megtervezni** a kísérleteket.

**Ezzel a táblázattal mások kísérleteinek a közzétett eredményeit, azaz „irodalmi adatokat” használunk föl.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kationok** | **Anionok** | | | | | | |
| OH− | Cl− | S2− |  |  |  |  |
| Na+ | Jól | Jól | Jól | Jól | **Jól** | **Jól** | Jól |
| K+ | Jól | Jól | Jól | Jól | **Jól** | **Jól** | Jól |
| Mg2+ | Nem | Jól | Jól | Jól | **Nem** | **Nem** | Jól |
| Ca2+ | Kissé | Jól | Kissé | Kissé | **Nem** | **Nem** | Jól |
| Ba2+ | Jól | Jól | Jól | Nem | Nem | Nem | Jól |
| Al3+ | Nem | Jól | − | Jól | Nem | − | Jól |
| Zn2+ | Nem | Jól | Nem | Jól | Nem | Nem | Jól |
| Ag+ | − | Nem | Nem | Kissé | Nem | Nem | Jól |
| Cu2+ | Nem | Jól | Nem | Jól | Nem | Nem | Jól |
| Pb2+ | Nem | Kissé | Nem | Nem | Nem | Nem | Jól |
| Fe2+ | Nem | Jól | Nem | Jól | Nem | Nem | Jól |
| Fe3+ | Nem | Jól | − | Jól | Nem | Nem | Jól |

1. A táblázatban a „**Jól**” azt jelenti, hogy a kation és az anion vegyülete **jó vízoldhatóságú**, a „**Nem**” a **csapadék**.

2. Olyan **anionokat** kell keresni, amelyek a **Ca2+**-nal és a **Mg2+**-nal is **csapadékot** képeznek. Ezek aés a **.**

3. A illetve a -ionok csak **vízoldható** vegyület formájában használhatók **vízlágyítószerkén**t. Ezek a **Na2CO**3, a **Na3PO4**, a **K2CO3**, és a **K3PO4**.

4. A fönti 4 vegyület közül a (mosó)szóda (**Na2CO**3), illetve a trisó (**Na3PO4**) az **olcsó** megoldások.

5. Az „**egyszerre csak egy tényezőt változtatunk**” elv szerint mindkét vízlágyítószert kipróbáltuk mindkét vízkeménységet okozó ionnal. **Azonos töménységű és térfogatú** Ca2+- és a Mg2+-tartalmú oldatokhoz a szóda és a trisó oldataiból **azonos térfogatúakat** öntöttünk és **ugyanúgy szűrtük** őket. Majd a szűrletek **ugyanolyan térfogatú részleteit ugyanolyan térfogatú szappanoldattal ugyanannyiszor, ugyanolyan intenzitással ráztuk**, és **ugyanúgy mértük** a **hab magasságát**, mint az 1. Kísérletben.

*Megjegyzés:*

* *A táblázat tanulmányozása során a tanulókban felmerülhet a OH--ionok alkalmassága is, hiszen a táblázat szerint a Mg(OH)2 „nem”, a Ca(OH)2 pedig csak „kissé” oldható. Ekkor meg kell beszélni, hogy milyen vízoldható anyagok maradnak egy NaOH-dal vagy KOH-dal végzett vízlágyítás során a szűrletben, és milyen következményekkel járhat a víz erősen lúgos kémhatása. Ráadásul a kalcium-hidroxid oldhatósága nem olyan kicsi, mint a kalcium-karbonáté. Ezt a tanulók onnan is tudhatják, hogy a szén-dioxid kimutatása éppen „meszes vízzel” történik, ami a kalcium-hidroxid víztiszta, leszűrt oldata. (A teljesség kedvéért a tanár kollégák számára meg kell jegyezni, hogy a magnézium-hidroxid oldhatósága kisebb, mint a magnézium-karbonáté.)*

[Csak a 3. típusú csoportoknak!]

A **kémiai** módszerekkel való vízlágyításhoz **vízlágyítószereket** használhatunk. Ezek a keménységet okozó ionokat **vízben rosszul oldódó vegyület (csapadék)** formájában távolítják el. A 2. Kísérletben azt vizsgáljuk, hogy milyen vegyületek lehetnek alkalmasak **vízlágyításra**. A kemény vizet CaCl2-oldattal és MgCl2-oldattal fogjuk **modellezni**. A **vízlágyítószereket modellező** anyagokat pedig **nektek kell kiválasztani** az alábbi gondolatmenet alapján.

**2. Kísérlet:**

a) Nézzük, hogyan lehet a **szükséges tények és adatok** ismeretében, **logikus gondolkodással** rájönni, hogy mely vegyületekkel érdemes próbálkozni a vízlágyítószernek alkalmas anyagok keresésekor.

A túloldalon lévő táblázat a **sók oldhatóságára vonatkozó tényeket tartalmazza.**

**Ezzel a táblázattal mások kísérleteinek a közzétett eredményeit, azaz „irodalmi adatokat” használunk föl.**

1. A táblázatban a „**Jól**” azt jelenti, hogy a kation és az anion vegyülete **jó vízoldhatóságú**, a „**Nem**” a **csapadék**.

2. Olyan **anionokat** kell keresni a túloldali táblázatban, amelyek a **Ca2+**-nal és a **Mg2+**-nal is **csapadékot** képeznek.

Melyek ezek? ***A és a .***

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kationok** | **Anionok** | | | | | | |
| OH− | Cl− | S2− |  |  |  |  |
| Na+ | Jól | Jól | Jól | Jól | Jól | Jól | Jól |
| K+ | Jól | Jól | Jól | Jól | Jól | Jól | Jól |
| Mg2+ | Nem | Jól | Jól | Jól | Nem | Nem | Jól |
| Ca2+ | Kissé | Jól | Kissé | Kissé | Nem | Nem | Jól |
| Ba2+ | Jól | Jól | Jól | Nem | Nem | Nem | Jól |
| Al3+ | Nem | Jól | − | Jól | Nem | − | Jól |
| Zn2+ | Nem | Jól | Nem | Jól | Nem | Nem | Jól |
| Ag+ | − | Nem | Nem | Kissé | Nem | Nem | Jól |
| Cu2+ | Nem | Jól | Nem | Jól | Nem | Nem | Jól |
| Pb2+ | Nem | Kissé | Nem | Nem | Nem | Nem | Jól |
| Fe2+ | Nem | Jól | Nem | Jól | Nem | Nem | Jól |
| Fe3+ | Nem | Jól | − | Jól | Nem | Nem | Jól |

3. A kiválasztott anionok csak **vízoldható** vegyület formájában használhatók **vízlágyítószerkén**t.

Milyen kationokkal képeznek a kiválasztott anionok vízben **jól oldódó** sókat? ***A nátriumionnal és a káliumionnal.***

4. Melyik 4 vegyület tűnik eszerint alkalmasnak a vízlágyításra? ***A Na2CO3, a Na3PO4, a K2CO3 és a K3PO4.***

5.A 4 vegyület közül a nátriumionokat tartalmazó „mosószóda” és a „trisó” az **olcsó** megoldások. A „trisó”-ban a „**tri**” azt jelenti, **3** kation van a képletében. Írjátok ide a **szabályos nevüket** és a **képletüket**!

A trisó képlete: ***Na3PO4***  neve: ***nátrium-foszfát****/****trinátrium-foszfát.***

A mosószóda képlete: ***Na2CO3*** neve: ***nátrium-karbonát/dinátrium-karbonát.***

6. Az „**egyszerre csak egy tényezőt változtatunk**” elv szerint mindkét fönti vegyületet ki kell próbálni mindkét vízkeménységet okozó ionnal. Ez négyféle kombinációt jelent. A különböző betűjelű csoportotok 3. kémcsövében **azonos töménységű** Ca2+- vagy Mg2+-tartalmú oldatok vannak. A 4. kémcsőben pedig a mosószóda vagy a trisó olyan oldata, amelyek elég tömények az összes kalciumionnal, ill. magnéziumionnal való csapadékképzéshez.

Végezzétek el a kísérleteket, töltsétek ki az alábbi táblázatot és **húzzátok alá** a **csapadékok** képletét!

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Csoportok | Összeöntött oldatok: | **Tapasztalatok:** | **Magyarázatok (reakcióegyenletek):** |
| A) csoportok | CaCl2-oldat + ***Na2CO3-***oldat (mosószóda) | ***fehér csapadék/ opálos oldat*** | CaCl2 + ***Na2CO3***= ***CaCO3 +2 NaCl*** |
| B) csoportok | CaCl2-oldat + ***Na3PO4-***oldat (trisó) | ***fehér csapadék/ opálos oldat*** | ***3*** CaCl2 + ***2 Na3PO4*** =***Ca3(PO4)2 +6 NaCl*** |
| C) csoportok | MgCl2-oldat + ***Na2CO3***-oldat (mosószóda) | ***fehér csapadék/ opálos oldat*** | MgCl2 + ***Na2CO3*** = ***MgCO3 +2 NaCl*** |
| D) csoportok | MgCl2-oldat +***Na3PO4*** oldat (trisó) | ***fehér csapadék/ opálos oldat*** | ***3*** MgCl2 + ***2 Na3PO4*** = ***Mg3(PO4)2 +6 NaCl*** |

b) Tölcsér és szűrőpapír segítségével szűrjétek át a **3. kémcső tartalmát a 4. kémcsőbe.** Hogyan tudnátok megvizsgálni, hogy a szűrletből sikerült-e kivonni a vízkeménységet okozó ionokat? Gondoljatok az 1. Kísérletre! M**ind a négyféle csoportnak pontosan ugyanúgy kell végezni próbát!**

*Megjegyzés:*

* *A kísérlet elvégzése előtt a tanulók először a csoportokon belül tervezzék meg a kísérletet, majd osztályszinten kell egyeztetni a különböző csoportokban született ötleteket. Utána közösen kell megállapodniuk arról, hogy hogyan kell a kísérleteket elvégezni az egyes csoportoknak.*

**Válasz: *A szűrletből ki kell mérni 5 cm3 térfogatú oldatot az 5. kémcsőbe. 1 cm3 szappanoldatot hozzáadva tízszer össze kell rázni, és vonalzóval megmérni a keletkező szappanhab magasságát.***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Csoportok | Összeöntött oldatok szűrletével végzett próba: | **Tapasztalatok:**  ***A hab magassága (cm)*** | **Következtetések/magyarázatok:** |
| A) csoportok | CaCl2-oldat + ***Na2CO3-***oldat szűrlete + ***szappanoldat és összerázás*** | ***4-5 cm*** | A mosószóda (***Na2CO3***) vízlágyításra **alkalmas/nem alkalmas**. |
| B) csoportok | CaCl2-oldat + ***Na3PO4***-oldat szűrlete + ***szappanoldat és összerázás*** | ***6-8 cm*** | A trisó (***Na3PO4***) vízlágyításra **alkalmas/nem alkalmas**. |
| C) csoportok | MgCl2-oldat + ***Na2CO3***-oldat szűrlete + ***szappanoldat és összerázás*** | **2-3 cm** | A mosószóda(***Na2CO3***) vízlágyításra **alkalmas/nem alkalmas**. |
| D) csoportok | MgCl2-oldat + ***Na3PO4***-oldat szűrlete + ***szappanoldat és összerázás*** | ***6-8 cm*** | A trisó (***Na3PO4***) vízlágyításra **alkalmas/nem alkalmas**. |

* *A tanulóknak a kísérletet úgy kell megtervezniük, hogy az 1. Kísérlet után rögzített tapasztalatokkal összevethetők legyenek az eredmények. Ezért a szűrletekkel végzett próbát az 1. Kísérletben leírtak szerint kell elvégezniük. Mivel a 1. Kísérletben az oldatok térfogata 5 cm3 volt, a keletkezett szűrletből a próbához ekkora térfogatot kell kimérniük a rendelkezésre álló térfogatmérő eszközzel. Utána pedig ugyanakkora térfogatú (1 cm3) szappanoldatot kell bele tenniük, pontosan tízszer kell összerázniuk, és vonalzóval kell megmérniük a hab magasságát.*

[Mindhárom típusú csoportnak!]

A mosószóda és a trisó közül vajon melyiknek nagyobb a környezetszennyező hatása és miért?

***Válasz: A trisónak, mert a benne lévő foszfor miatt a vízi növények elszaporodását okozhatja.***

*Megjegyzés:*

* *A teljesebb válasz, amiből annyit érdemes megbeszélni a tanulókkal, amennyinek a megértésére és a befogadására a tanár szerint képesek: A trisónak, mert foszfátion formájában foszfort tartalmaz, amely a növények számára felvehető, szerves anyagokat felépítő („organogén”) elem. Így a trisó a tavakba kerülve elősegíti a növények elszaporodását, ezzel a tó feltöltődését. (A szóda karbonátion formájában szenet tartalmaz, de ez nem jelent tápanyag-növekedést a környezetben, hiszen a növények számára a levegő szén-dioxid tartalma gyakorlatilag korlátlan szénforrás, ezért a növényekben más mechanizmus alakult ki a szén felvételére, mint a foszforéra.)*

A **foszfátmentes mosószerek** részben olyan hatóanyagokat is tartalmaznak, amelyek nem érzékenyek a víz keménységére. Másrészt vannak bennük a víz keménységét csökkentő anyagok is (pl. zeolit, ami a vízkeménységet okozó kationokat más kationokra cseréli).

1. A jelen feladatlap témájának egyik korábbi földolgozása itt található: Kísérletterveztető feladatlapok a kémia tanításához, in: Szalay L. szerk., (2016), Kémiai kísérletek az általános iskolákban (digitális jegyzet), 3. fejezet, 3.7. „Kemény vizek lágyítása”, 184-189., ISBN 978-963-284-733-7, <http://ttomc.elte.hu/sites/default/files/kiadvany/kemiai_kiserletek_altalanos_iskolakban_0.pdf>

   A másik, azonos témájú feladatlap szerzői és címe: Füzesi István, Matula Ilona, Moravcsik Csabáné, Szalay Luca: Az ősi ellenség (IBST feladatsor – Vízkeménység), elérhetősége: <http://www.chem.elte.hu/w/modszertani/fellap.html> (2017. 08. 17.). Az áltudományos „elektromos vízkőmentesítő”-t pedig ezen a honlapon reklámozzák: <http://www.flodravin.hu/> (2017. 08. 17.). [↑](#footnote-ref-1)
2. Albert Attila, Albert Viktor, Gávris Éva, Hetzl Andrea, Paulovits Ferenc: Kémia 8. tankönyv, Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet, 2016. [↑](#footnote-ref-2)
3. Kecskés Andrásné, Kiss Zsuzsanna, Rozgonyi Jánosné: Kémia a 8. évfolyam számára, Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet, 2016. [↑](#footnote-ref-3)
4. <http://www.maviz.org/fogyasztoi_informaciok/vizkemenyseg_magyarorszagon> (2017.08.21.) [↑](#footnote-ref-4)
5. <http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0028_PatzayGy_Kemiai-technologia/Kemiai_Technologia_vegleges-2_70_70.html> (2017. 09. 07.) [↑](#footnote-ref-5)