

Vízkeménység, vízlágyítás, karszt jelenségek

Előkészítés

A következő anyagok és eszközök szükségesek minden csoport számára:

- desztillált vagy ioncserélt víz
- kemény csapvíz vagy egyéb természetes, nagy vízkeménységű vízminta
- 5 tömeg%-os kalcium-klorid-oldat
- 5 tömeg%-os magnézium-klorid-oldat
- 5 tömeg%-os nátrium-klorid-oldat
- 5 tömeg%-os kálium-klorid-oldat
- szappanforgács
- desztillált vagy ioncserélt vízből készített szénsavoldat (főzőpohárban)
- mészkőpor
- kémcsőállvány kémcsövekkel és dugókkal
- alkoholos filctoll
- kémcsőfogó
- borszesz-égő
- gyufa
- tölcsér
- szűrőpapír
- olló
- főzőpohár
- üvegbot
- vegyszeres kanál
- törülőkendő vagy papírtörölő
- tálca

A tanári asztalon, de a diákok előtt eltakarva kell lennie a következő oldatoknak (pl. főzőpoharakban előre kimérve az egy-egy csoport számára elegendő mennyiséget):

- szódaoldat (kb. 10 tömeg%-os Na_2CO_3 oldat)
- trisó-oldat (kb. 15 tömeg%-os Na_3PO_4 oldat)

Vízkeménység, vízlágyítás, karszt jelenségek

Helyszín:

Időpont:

A vizsgálatot végzi:

.....

I. rész: Mi okozza a természetes vizek keménységét?

A természetes vizekben sokféle kation fordul elő, de a legnagyobb mennyiségben a következő négy ion, általában ilyen csökkenő koncentráció szerinti sorrendben: $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{K}^+$. Az első feladat annak meghatározása, hogy ezek közül melyik okozza (vagy melyek okozzák) a víz keménységét. Ezt az alapján fogjátok eldönteni, hogy összehasonlítjátok a szappan viselkedését a lágy desztillált vízben, a kemény csapvízben és a fenti ionokat tartalmazó oldatokban.

Kísérlet: Számozzatok meg alkoholos filctollal 8 kémcsövet 1-től 8-ig! Töltsetek ezekbe a kémcsövekbe kb. 2-2 cm magasságban a következő anyagokból:

- 1. kémcsőbe desztillált vizet
- 2. kémcsőbe kemény csapvizet
- 3. kémcsőbe kalcium-klorid-oldatot
- 4. kémcsőbe magnézium-klorid-oldatot
- 5. kémcsőbe nátrium-klorid-oldatot
- 6. kémcsőbe kálium-klorid-oldatot!
- 7. kémcsőbe vizet a Tohonya-patakból
- 8. kémcsőbe vizet a Jósva-patakból

Ezután mind a nyolc kémcsőbe szórjatok egy-egy vegyszereskanál-hegynyi szappanforgácsot, majd dugóval zárjátok le a kémcsöveket, és jól rázzátok össze a kémcsövek tartalmát! Figyeljétek meg, mi történik az egyes kémcsövekben! Írjátok le a tapasztalataitokat!

Tapasztalat:

.....

.....

.....

Magyarázat: Hasonló jelenséget figyeltünk meg a kemény csapvízben és a-oldatban, valamint a-oldatban. Tehát a-t és a-t tartalmazó oldatok viselkednek a kemény csapvízhez hasonlóan, vagyis ezek az ionok okozzák a víz keménységét.

A szappanokat alkotó Na-sztearát és Na-palmitát anionjai a kemény vizekben a.....- és-tartalommal **oldhatatlan csapadékot képeznek**, ezáltal az oldat nem

habzik. A Na-sztearát és a között lejátszódó reakció egyenlete például a következő:



A felhasznált szappannak a-t és a-t tartalmazó oldatokban a tisztító hatása, mint desztillált vízben. Tehát a sok-t és-t tartalmazó kemény víz mosásra való felhasználása sem előnyös. A mosás vízben (pl. a desztillált vízhez hasonlító esővízben) hatékony.

II. rész: Hogyan kerülhetnek a keménységet okozó ionok a természetes vizekbe és hogyan keletkezik a vízkő?

A keménységét okozó ionok a kőzetekből és a talajból oldódnak be a természetes vizekbe. A víz keménysége két részből áll: a forralással megszüntethető **változó keménységből** és a felforralás után megmaradó **állandó keménységből**. (Az állandó keménységből csak a víz bepárlásakor lesz vízkő.) Az alábbi kísérlettel azt **modellezzitek**, hogy hogyan **jön létre a víz változó keménysége és milyen módon lesz ebből vízkő**.

a) Kísérlet:

Az 1. számú főzőpohárban desztillált vízből és szén-dioxidból készült „szódavíz” (vagyis szénsav oldata) található. Szórjatok bele egy vegyszeres kanál mézskőport, üvegbottal keverjétek el. A mézskőporos szódavizet szűrjétek le tölcsérbe helyezett finom szerkezetű szűrőpapíron. Figyeljétek meg és jegyezzétek föl, hogy milyen a papíron keresztül megszűrt oldat, azaz a szűrt!

Tapasztalat:

.....

.....

.....

b) Kísérlet: Hogyan tudnátok bizonyítani, hogy a desztillált vízből és szén-dioxidból készült „szódavíz” tényleg feloldotta a mézskőpor egy részét, és hogy ebből az oldatból bizonyos körülmények között vízkő vagy cseppkő keletkezhet? Tervezzetek egy egyszerű kísérletet, amellyel ezt a folyamatot modellezzitek!

A kísérlet terve:

.....

.....

.....

Tapasztalat:

.....

.....

.....

Magyarázat:

a) A szén-dioxid tartalmú víz, ill. a szénsav oldja a mészkövet, vízben jól oldódó
..... keletkezik. A folyamat egyenlete:

.....

Miért kellett desztillált vízből készítenünk a kísérlethez használt szénsavas vizet?

.....

b) Amelegítés hatásáracsapadék képződése
közben bomlik, amiből vízkő lesz. A folyamat egyenlete:

.....

III. rész: Hogyan szüntethető meg kémiai úton a víz keménysége?

A víz keménységét okozó ionok kémiai úton is eltávolíthatók. Tanulmányozzátok az alábbi táblázatot és beszéljétek meg, milyen vegyszerek hozzáadásával végezhető szerintetek ez alapján vízlágyítás. **Tervezzetek egy kísérletsorozatot** annak ellenőrzésére, hogy helyesek-e az elképzeléseitek! Ennek során a gyűjtött vízmintából el kell távolítanotok a keménységet okozó ionokat. Válasszátok ki a tanári asztalon lévő vegyszerek közül az ehhez szükséges oldatokat és végezzétek is el a kísérleteket. Rögzítsétek a tapasztalataitokat és vonjátok le belőle a **kémiai vízlágyítási módszerekre** vonatkozó következtetéseiteket.

Ionos vegyületek vízoldhatósága

Kationok	Anionok						
	OH ⁻	Cl ⁻	S ²⁻	SO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻	CO ₃ ²⁻	NO ₃ ⁻
Na ⁺	Jól	Jól	Jól	Jól	Jól	Jól	Jól
K ⁺	Jól	Jól	Jól	Jól	Jól	Jól	Jól
Mg ²⁺	Nem	Jól	Jól	Jól	Nem	Nem	Jól
Ca ²⁺	Kissé	Jól	Kissé	Kissé	Nem	Nem	Jól
Ba ²⁺	Kissé	Jól	Jól	Nem	Nem	Nem	Jól
Al ³⁺	Nem	Jól	–	Jól	Nem	–	Jól
Zn ²⁺	Nem	Jól	Nem	Jól	Nem	Nem	Jól
Ag ⁺	–	Nem	Nem	Kissé	Nem	Nem	Jól
Cu ²⁺	Nem	Jól	Nem	Jól	Nem	Nem	Jól
Pb ²⁺	Nem	Kissé	Nem	Nem	Nem	Nem	Jól
Fe ²⁺	Nem	Jól	Nem	Jól	Nem	Nem	Jól
Fe ³⁺	Nem	Jól	–	Jól	Nem	Nem	Jól

Gondolatmenet:

.....

.....

.....

.....

.....

A kísérlet terve:

.....

.....

.....

.....

.....

Tapasztalatok:

.....

.....

.....

.....

.....

Magyarázat:

.....

.....

.....

.....

.....

IV. Karszt jelenségek (külön lapon)

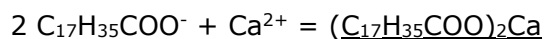
A feladatlap megoldásai

I. rész: Mi okozza a természetes vizek keménységét?

Tapasztalat: A szappan a desztillált vízben, a nátrium-klorid-oldatban és a kálium-klorid-oldatban erősen habzik, a kemény csapvízben alig, a kalcium-klorid-oldatban és a magnézium-klorid-oldatban pedig egyáltalán nem (ez utóbbi oldatokban fehér, pelyhes csapadék képződik, ami ülepszik). Hasonlók a tapasztalatok a Tohonya- és a Jósua-patakból vett vízminták esetében is.

Magyarázat: Hasonló jelenséget figyeltünk meg a kemény csapvízben és a kalcium-klorid-oldatban, valamint a magnézium-klorid-oldatban. Tehát a kalciumiont és a magnéziumiont tartalmazó oldatok viselkednek a kemény csapvízhez hasonlóan, vagyis ezek az ionok okozzák a víz keménységét.

A szappanokat alkotó Na-sztearát és Na-palmitát anionjai a kemény vizekben a kalciumion- és magnéziumion-tartalommal **oldhatatlan csapadékot képeznek**, ezáltal az oldat nem habzik. A Na-sztearát és a kalciumion között lejátszódó reakció egyenlete például a következő:



A felhasznált szappannak a kalciumiont és a magnéziumiont tartalmazó oldatokban *kisebb* a tisztító hatása, mint desztillált vízben. Tehát a sok kalciumiont és magnéziumiont tartalmazó kemény víz mosásra való felhasználása sem előnyös. A mosás *lágy* vízben (pl. a desztillált vízhez hasonló esővízben) hatékony.

II. rész: Hogyan kerülhetnek a keménységet okozó ionok a természetes vizekbe és hogyan keletkezik a vízkő?

A keménységét okozó ionok a kőzetekből és a talajból oldódnak be a természetes vizekbe. A víz keménysége két részből áll: a forralással megszüntethető **változó keménységből** és a felforralás után megmaradó **állandó keménységből**. (Az állandó keménységből csak a víz bepárlásakor lesz vízkő.) Az alábbi kísérlettel azt **modellezzitek**, hogy hogyan **jön létre a víz változó keménysége és milyen módon lesz ebből vízkő**.

a) Kísérlet: Az 1. számú főzőpohárban desztillált vízből és szén-dioxidból készült „szódavíz” (vagyis szénsav oldata) található. Szórjatok bele egy vegyszeres kanál mészkőport, üvegbottal keverjétek el. A mészkőporos szódavizet szűrjétek le tölcsérbe helyezett finom szerkezetű szűrőpapíron. Figyeljétek meg és jegyezzétek föl, hogy milyen a papíron keresztül megsűrűt oldat, azaz a szűrlet!

Tapasztalat: A szűrlet *színtelen és átlátszó*.

b) Kísérlet: Hogyan tudnátok bizonyítani, hogy a desztillált vízből és szén-dioxidból készült „szódavíz” tényleg feloldotta a mészkőpor egy részét, és hogy ebből az oldatból bizonyos körülmények között vízkő vagy cseppkő keletkezhet? Tervezzetek egy egyszerű kísérletet, amellyel ezt a folyamatot modellezzitek!

A kísérlet terve: A tiszta szűrlet egy részét kémcsőben megmelegítjük. Kontrollkísérletként tiszta desztillált vagy ioncserélt víz kb. ugyanakkora mennyiségét is melegítjük egy másik kémcsőben, azonos körülmények között.

Tapasztalat: Melegítés hatására szűrletből fehér csapadék válik ki, a desztillált vízben viszont nem tapasztalunk változást.

Magyarázat:

a) A szén-dioxid tartalmú víz, ill. a szénsav oldja a mészkövet, vízben jól oldódó *kalcium-hidrogénkarbonát* keletkezik. A folyamat egyenlete:



Miért kellett desztillált vízből készítenünk a kísérlethez használt szénsavas vizet?

Azért, hogy a csapvízzel ne vigyünk be keménységet okozó ionokat a rendszerbe.

b) A *kalcium-hidrogénkarbonát* melegítés hatására *kalcium-karbonát* csapadék képződése közben bomlik, amiből vízkő lesz. A folyamat egyenlete a következő:

III. rész: Hogyan szüntethető meg kémiai úton a víz keménysége?

Gondolatmenet:

1. Mivel a víz keménységét a **kalcium- és magnéziumionok** okozzák, a táblázatnak azzal a két sorával kell foglalkozni, amelyek erre a két kationra vonatkoznak.
2. Olyan anionokat kell keresni lecsapószerként, amelyek mind a kalciumionnal, mind a magnéziumionnal rosszul oldódó csapadékot képeznek. Ezek a **PO₄³⁻** és a **CO₃²⁻** ion.
3. A PO₄³⁻, ill. a CO₃²⁻ ionok csak **vízoldható vegyület** formájában használhatók vízlágyítóként. Ilyen vízoldható vegyületek a táblázat szerint a **Na₂CO₃**; és a **Na₃PO₄**, ill. a **K₂CO₃**; és a **K₃PO₄**.
4. Mivel az előbbi 4 vegyület közül a nátriumsók a közönségesen előforduló **szóda**, ill. **trisó**, valószínűleg ezek számítanak **olcsóbb** megoldásnak, tehát ezeket érdemes kipróbálni.

A kísérlet terve:

1. A **lágýtandó víz** egy részletéhez **szóda**, egy másikhoz **trisó oldatát öntjük**, és **kontroll kísérletként desztillált víz** két részletével is elvégezzük ugyanezt.
2. A keletkező oldatok **tisztáját leöntjük** (dekantáljuk) két másik tiszta kémcsőbe és mindkettőhöz külön-külön egy-egy vegyszereskanál-hegynyi **szappanforgácsot adunk**, majd bedugaszoljuk és összerázzuk.
3. **Referenciaanyagként** (az összehasonlítás végett) a lágýtandó víz egy részletét használjuk. Ehhez is adunk szappanforgácsot, és azt is összerázzuk.

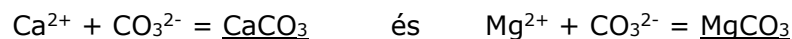
Tapasztalatok:

A szódaoldat és a trisóoldat hatására is fehér csapadék vált ki a kemény csapvízből, míg a desztillált vízben egyik esetben sem volt észlelhető változás.

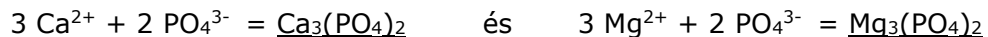
A csapadékok fölül leöntött oldatokhoz külön-külön szappanforgácsot adva és azokat összerázva mindkét esetben erős habzás tapasztalható.

Magyarázat:

A szóda (nátrium-karbonát) hatására csökken a víz keménysége, mivel a karbonátionok a kalcium- és magnéziumionokkal oldhatatlan csapadékot képeznek.



A trisó (trinátrium-foszfát) hatására is csökken a víz keménysége, mivel a foszfátionok a kalcium- és magnézium ionokkal oldhatatlan csapadékot képeznek:



A víz keménységét okozó ionok nagy részének eltávolítása, vagyis a vízlágyítás után jól habzik a szappan a vízben.

Melyik, általatok most kipróbált vízlágyítási módszer okoz környezeti problémákat? Mi ennek az oka? Milyen intézkedéseket tettek az illetékes hatóságok emiatt?

A foszfátionok eutrofizációt okoznak, ezért használatukat igyekeznek visszaszorítani.

IV. Karsztjelenségek (külön lapon)

A feladatlap elkészítéséhez nagyban támaszkodtunk Füzesi István, Matula Ilona, Moravcsik Csabáné, Szalay Luca: Az ősi ellenség (IBST feladatsor – Vízkeménység) című anyagára. Elérhetősége:

<http://www.chem.elte.hu/w/modszertani/fellap.html> oldalon (utolsó megtekintés: 2015.03.08.)

Az ábra forrása: http://www.vilaglex.hu/Lexikon/Html/Karszt_.htm (utolsó megtekintés: 2015.03.08.)