

Manapság igen népszerűek azok a bűnügyi filmsorozatok, amelyekben a bűntényekre tudományos – elsősorban kémiai – vizsgálatok alapján derítenek fényt. Ezek azonban néha nagyon elrugaszzkodnak a valóságtól. Az alábbi részlet alapján mi is „bizonyítékokat” találhatunk erre.

A) Habzó csontok

Az epizód „fülszövege” Egy tengerparti szirten különös halottra bukkannak: az Intézetbe szállított maradványok csontjai ugyanis rejtélyes módon habzani kezdenek. A nyomozóknak az idővel kell versenyt futniuk, hogy megdönthetetlen bizonyítékot szolgáltatassanak a gyilkos ellen, mielőtt a maradványok teljesen megsemmisülnek... A csontok habzanak, és mikor egy nagyítón keresztül megvilágítják azokat, kékes láng csap fel. Az alábbi párbeszéd zajlik ezt követően:

- Mi történt? Ha a lámpa hatására történt a gyulladás, a csontok nyilván kibocsátottak valamilyen gázt.
- A kétatomos gázok oxidáció során ultraibolya árnyalatban látszanak.
- A csontok hidrogént bocsátottak ki.
- Már abba hagyta. A gáz elégett.
- A csontokat pusztító rejtélyes folyamat egyik mellékterméke a hidrogénfejlődés.
- A bomlás üteme egyre gyorsul.
- A csontok felbomlanak. Meg kell találnunk a módját, hogy meggátoljuk a folyamatokat.
- Tudjuk, hogy a csontok gyorsabban bomlanak le, mint a többi szövet. Mi ennek az oka?
- Mi van bennük, ami a többi szövetben nincs?
- Kalcium. A kalcium az ötödik leggyakoribb elem a földkéregben és a tengerekben is.
- Olyan korrodáló anyagot kell keresnünk, ami a kalcium lebontásakor hidrogént termel.
- A fluoridionok átrághatják magukat a lágyszöveten a kalciumréteget.
- A hidrogén minden savban jelen van.
- Hát persze, a folyópát sav!
- Ezt többféle gyomirtószer és rozsdamentesítő gyártásánál, valamint a fémtisztítás folyamatában is használják.
- Aha, savlekötő! Az egyik szereplő elővesz egy flakont, és ráönti a flakonban levő folyadékot a csontokra.
- Ebben magnézium-hidroxid is van. Ha juttatunk belőle a folyópát sávrá, akkor az nem támadja meg a csontot.
- Ez igaz. Remélem!
- Ez bevált!
- Most mi történik? Pillanatszerű reakció, egy szilárd réteg képződik a felületen.
- A jó hír az az, hogy a csontok már nem bomlanak, de a rossz hír az, hogy a hevesen habzó részek a szemünk láttára kővültek meg.
- Atyavilág!

B) Kiegészítés

A folyópát savat magyarul inkább folyósavnak nevezik és a tömény hidrogén-fluoridoldatnak a mindennapi elnevezése. Folyópátnak a kalcium-fluoridot nevezzük, ami a magnézium-fluoridhoz hasonlóan vízben rosszul oldódó vegyület.

C) Részletek egy doktori értekezésből A csontszövet kémiai összetétele, biokémiája

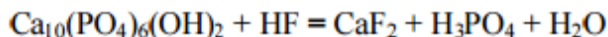
Szerves összetevők

A csontszövetet csakúgy, mint egyéb szöveteinket szervetlen és szerves anyagok alkotják. A csontszövet alapállománya egy szerves anyagokból (főként kollagénből) felépülő mátrixból és az abba beépült ásványi anyagokból áll, amelyet többnyire kalcium-, karbonát- és foszfátionok alkotnak karbonátos hidroxipapatit formájában. A csontszövet mintegy 12-35%-át alkotja szerves molekula. A kollagén felépítésében jelentős mennyiségben alanin, glicin (39%) és prolin (25%), valamint 4-hidroxi-prolin, 5-hidroxi-lizin és rövid oldallánc-reziduumok vesznek részt. A csontszövet 0,02-0,40 m/m%-a proteín-poliszacharid komplex. A foszfolipidek és a szteránvázis vegyületek csak nyomokban, egyéb lipidfeleségek egyáltalán nem lelhetők fel a csontszövetben. A csontok citromsav-tartalma a csontok szerkezeti felépítésétől, továbbá az egyén életkorától és nemétől függően változik, általában 1 m/m% körüli értéken mozog.

A csontszövet szervetlen komponensei

A csontokban található víz összes mennyisége a csontszövet súlyának 6-20%-a. A csontszövet anorganikus komponenseinek 70-80 m/m%-a apatitszerű ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) kristályos rendszerre szerveződött. A kalcium kalcium-foszfát, kalcium-karbonát, kalcium-hidrogén-karbonát és a már említett hidroxipapatit formában van jelen. (Forrás: Márk László, PhD értekezés, Pécsi Tudományegyetem, 2006)

- Adja meg annak a vegyületcsoportnak a nevét, amelybe besorolhatók a csont kollagén-tartalmát nagy részben kitevő vegyületek! Írjon két példát a vegyülettípusra!
- Adja meg a csontokban előforduló szervetlen vegyületek képletét!
- Van(nak) olyan vegyület(ek) a felsorolt kalciumvegyületek között, amely(ek) sósavval történő reakciójában gáz fejlődik. Adja meg a vegyület(ek) képletét! Írja fel egy esetben a reakció egyenletét!
- Gyúlékony-e a c) pontban leírt reakcióban keletkező gáz? Ha igen, írja fel az égés reakcióegyenletét!
- Gyúlékony-e a hidrogéngáz? Ha igen, írja fel az égés reakcióegyenletét!
- A hidrogén-fluorid-oldat hasonlóan reagál a fenti vegyületekkel, mint a sósav. Rendezze az alábbi reakcióegyenletet, és adja meg a keletkező kalciumvegyület nevét!



- Fémkalcium reakciójával keletkezhet hidrogéngáz. Írjon két olyan reagenst, amellyel ha a kalcium reagál, hidrogéngáz keletkezik! Egy esetben írja fel a reakció egyenletét is!
- Reagál-e a filmbeli szereplő által használt savlekötő a foly(pát)savval? Ha igen, akkor írja fel a lejátszódó reakció egyenletét! Adja meg a keletkező vegyület nevét! Adja meg a reakció típusát!
- A fentiek alapján állapítsa meg, hogy a filmbeli párbeszédben elhangzott állítások igazak vagy hamisak! Tegyen X-et a megfelelő cellába!

Állítás	igaz	hamis
1. A csontok reagálnak a foly(pát)savval.		
2. A reakció során megfigyelhetünk habzást.		
3. Kéttomos gáz keletkezhet.		
4. A keletkező gáz meggyulladhat.		
5. A csontokat pusztító rejtélyes folyamat egyik mellékterméke a hidrogéngáz.		
6. A szereplő (forgatókönyvíró) a csontban elemi kalcium jelenlétét feltételezte.		
7. A savlekötővel tudják hatástalanítani a foly(pát)sav hatását.		
8. A 7. folyamat hatására kemény (nem vízdoldható) réteg keletkezhet a csontokon.		

(2014. május II.)

Megoldás: (18 pont)

- a) aminosavak: pl. glicin, alanin, prolin (4-hidroxi-prolin, 5-hidroxi-lizin) **1 pont**
- b) CaCO_3 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, H_2O **2 pont**
- c) CaCO_3 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ **1 pont**
 $\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + 2 \text{HCl} = \text{CaCl}_2 + 2 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
(egy reakcióegyenlet megadása elegendő) **1 pont**
- d) Nem gyúlékony **1 pont**
- e) A hidrogén gyúlékony
 $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 = 2 \text{H}_2\text{O}$ *(csak az egyenlettel együtt jár a pont)* **1 pont**
- f) $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2 + 20 \text{HF} = 10 \text{CaF}_2 + 6 \text{H}_3\text{PO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$ **2 pont**
kalcium-fluorid *(a h) résznél jár érte a pont)*
- g) H_2O , HCl-oldat, HF-oldat *(NaOH-oldat is elfogadható, de reakcióegyenletként ebben az esetben csak a vízzel való reakció fogadható el)* **1 pont**
 $\text{Ca} + 2 \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$
 $\text{Ca} + 2 \text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2$
 $\text{Ca} + 2 \text{HF} = \text{CaF}_2 + \text{H}_2$
(egy reakcióegyenlet megadása elegendő) **1 pont**
- h) Igen **1 pont**
 $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2 \text{HF} = \text{MgF}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ **1 pont**
Magnézium-fluorid *(csak az f) részben szereplő kalcium-fluorid nevének megadásával együtt jár a pont)* **1 pont**
Közömbösítés / sav-bázis reakció **1 pont**
- i) 1. igaz
2. igaz
3. hamis
4. hamis
5. hamis
6. igaz
7. igaz
8. igaz *(bármely két helyes válaszért 1 pont jár)* **4 pont**