

Tanárok részére Foszfor újrahasznosítása szennyvízből

1. Modul

Cél: a struvit kivonása

Az emberi kiválasztás termékeként képződő vizelet a városi szennyvizek egyik összetevője. A vizelet az egyik leggazdagabb és legkönnyebben hozzáférhető foszfor- és nitrogénforrás a struvit (húgykő) előállításához, amely olyan bázikus kémhatáson végzett kicsapási reakcióval nyerhető, amelyet a reakció magnéziumfüggősége is elősegít. (A reakciót lásd alább).

A struvit kicsapási reakciója:



A laboratóriumi kísérlet fejleszti a tudományos kísérleti eszközök megfelelő és biztonságos használatához szükséges, valamint a megfigyelési, valamint a mérések és a tudományos eljárások végrehajtásához szükséges készségeket.

A laboratóriumi tevékenység fejleszti a tanulók azon képességét is, hogy hatékonyan tudjanak együttműködni másokkal összetett feladatok elvégzése során, hogy projektmunkában vegyenek részt, különböző feladatokat lássanak el, valamint, hogy bekapcsolódjanak a gondolatmenetekbe és reagáljanak azokra.

Bevezetés









Szükséges anyagok és eszközök



Anyagok és eszközök listája

- 500 ml-es főzőpohár
- Spatulák
- Tölcsér
- 500 ml-es Erlenmeyer-lombik
- Precíziós mérleg (pontosság: 0,01g)
- Mágneses keverő
- Mágneses horgony
- Univerzális pH indikátor/ pH-mérő
- Szűrőpapír
- Védőszemüveg és védőkesztyű

Tanárok részére Foszfor újrahasznosítása szennyvízből

Reagens	Képlet		Mennyiség (g) vagy koncentráció (M)
Nátrium-hidroxid	NaOH		0.5 M
Karbamid	CH ₄ N ₂ O		10 g
Nátrium-hidrogénkarbonát	NaHCO ₃		1.05 g
Nátrium-szulfát-dekahidrát	Na ₂ SO ₄ * 10 H ₂ O	  	1.06 g
Ammónium-klorid	NH ₄ Cl		0,65 g
Nátrium-klorid	NaCl		2,06 g
Kálium-dihidrogén-foszfát	KH ₂ PO ₄		0,48 g
Kálium-hidrogén-foszfát	K ₂ HPO ₄		0,06 g
Kalcium-klorid-dihidrát	CaCl ₂ * 2 H ₂ O		0,19 g
Desztillált vagy ionmentes víz			
Magnézium-szulfát	MgSO ₄		0,25 g/liter

A laboratóriumi eljárás

I. Szintetikus vizelet készítése

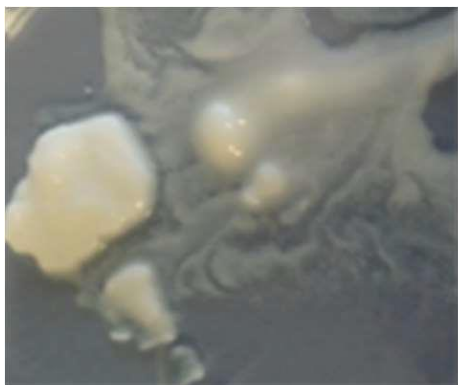
1. Egy 500 ml-es főzőpohárba 10 g karbamidot töltünk és hozzáadunk 100 ml desztillált vagy ionmentesített vizet.
2. A főzőpoharat a mágneses keverőre helyezzük és 100-300 fordulat/perc közötti sebességgel keverjük.
3. Keverés közben a reagenseket a megadott sorrendben és mennyiségben hozzáadjuk.
4. Hozzáadunk közel 400 ml vizet és megvárjuk a teljes oldódást.

*A feltüntetett mennyiségek közel 500 ml szintetikus szennyvíz elkészítéséhez szükségesek.

Tanárok részére Foszfor újrahasznosítása szennyvízből

II. A struvit készítése

5. Mérjük ki a magnézium-szulfátot és adjuk hozzá az oldathoz!
6. Mérjük meg az oldat kémhatását pH-mérővel vagy univerzális pH-indikátorral; majd adjunk hozzá 1-2 csepp 0,5 mólos NaOH-oldatot, amíg a pH-érték el nem éri a 8-as értéket, és folytatjuk a keverést. Az optimális csapadékképződéshez szükséges pH-tartomány pH = 8,0-8,5!
- Hagyjuk az oldatot legalább egy-két órán át a keverőn, hogy elősegítsük a struvit kicsapódását. A csapadékképződés közel 3 óra múlva kezdődik el!
7. Szűrőpapírral szűrjük le az oldatot a csapadék kinyerése érdekében, majd hagyjuk szobahőmérsékleten megszáradni!
8. Gyűjtjük össze a struvitot egy tiszta és száraz edénybe (1. Ábra)!



1.Ábra: a lúgos pH-n és Mg^{2+} jelenlétében elvégzett kicsapási reakció után nyert struvit

Biztonsági figyelmeztetések



A NaOH használata során fokozott gondossággal kell eljárni!

Következtetések

- Ellenőrizzük a pH-értékét a NaOH hozzáadása előtt és után! Az optimális pH 8-8,5 tartományba esik.
- Szűrés előtt ellenőrizzük a csapadék megjelenését! Amorf, fehér, szilárd anyagot kell kapnunk (lásd 1. Ábra).
- Szárítás után ellenőrizzük a csapadék megjelenését! Homogén, fehér pornak kell lennie.

Oktatóvideó

A kísérletről készült oktatóvideó a következő YouTube-linken érhető el: <https://youtu.be/9fOs9uVqx0o>

Kérdések

1. Milyen halmazállapotot vesz fel a csapadék a szárítás után?

Válasz: a struvit fehér szilárd anyagként jelenik meg.

Tanárok részére **Foszfor újrahasznosítása szennyvízből**

2. Mit gondolsz, miért használtak mágneses keverőt?

Válasz: a keverőt a reagensek jobb oldódására és a keveredés hosszú ideig tartó fenntartására használják.

3. Mi a funkciója a NaOH-oldatnak?

Válasz: nátrium-hidroxid oldatot az oldat pH-értékének szabályozására használják annak érdekében, hogy beállítsák a csapadékképzéshez az ideális pH-értéket.