

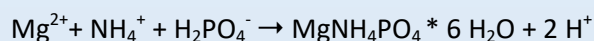
Tanulói kártya 1. Modul Foszfor újrahasznosítása szennyvízből

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 egy olyan bázikus kémhatáson történő kicsapási reakcióval nyerhető, amelyet a reakció magnéziumfüggősége is elősegít. (A reakciót lásd alább).

A struvit kicsapási reakciója:



CÉL

A laboratóriumi tevékenység célja szintetikus vizelet előállítása, majd ebből struvit kivonása.

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

Tanulói kártya 1. Modul 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

Védőkesztyű és védőszemüveg viselése mellett

I. Szintetikus vizelet készítése

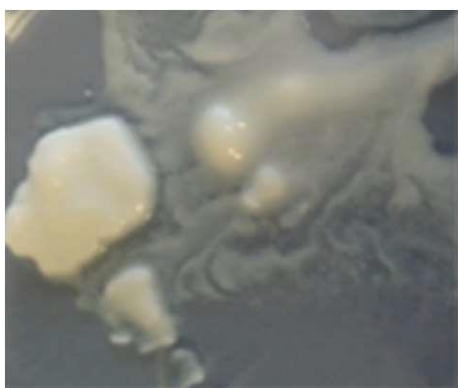
1. Egy 500 ml-es főzőpohárba 10 g karbamidot töltünk és hozzáadunk 100 ml desztillált vagy ionmentesített vizet.
2. A főzőpoharat a mágneses keverőre helyezzük és 100-300 fordulat/perc közötti sebességgel keverjük.
3. Keverés közben a reagenseket a megadott sorrendben és mennyiségben hozzáadjuk.
4. Hozzáadunk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

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

Tanulói kártya 1. Modul 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.

Kérdések

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

Válasz: a struvit fehér szilárd anyagként jelenik meg.

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?

Tanulói kártya 1. Modul Foszfor újrahasznosítása szennyvízből

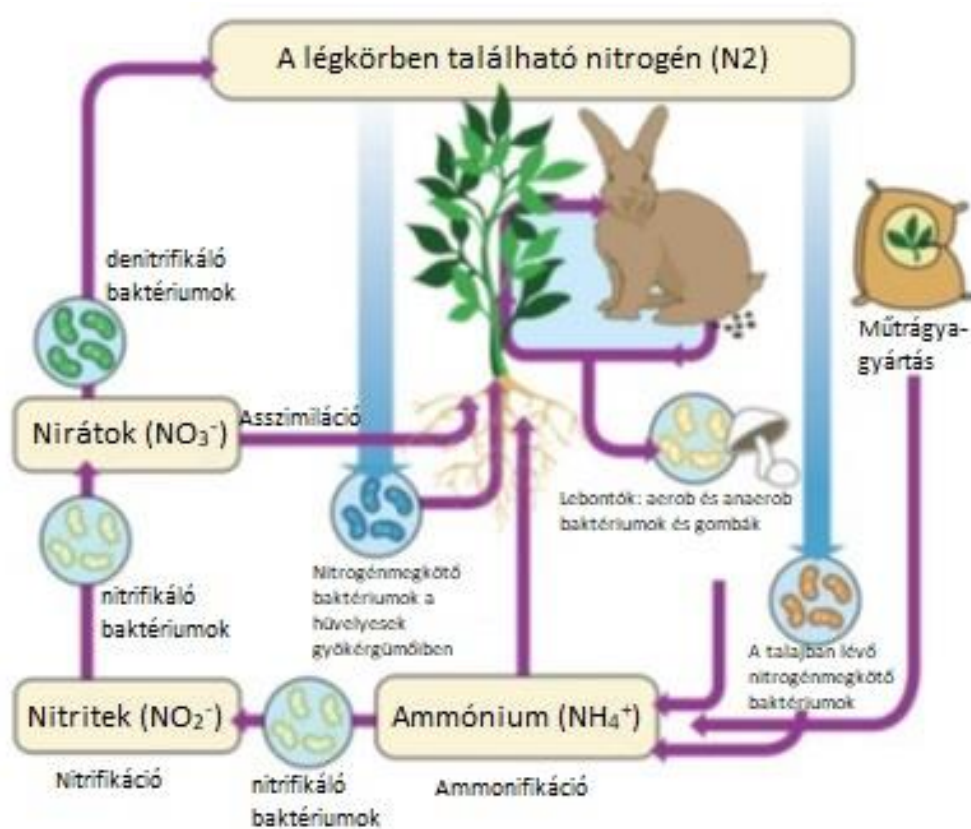
Válasz: nátrium-hidroxid oldatot az oldat pH-értékének szabályozására használják annak érdekében, hogy beállítsák a csapadékképzéshez az ideális pH-értéket.

Kiegészítő Információk

A nitrogén-ciklus

A nitrogén az általunk ismert élet elengedhetetlen összetevője. Fehérjék, nukleinsavak és a klorofill összetevője. A N ciklust az alábbi folyamatok alkotják (1. ábra):

- megkötés
- asszimiláció
- ammonifikáció
- nitrifikáció
- denitrifikáció



:
A talaj nitrogén ciklusa

Tanulói kártya 1. Modul Foszfor újrahasznosítása szennyvízből

A nitrogén minden lépésben több oxidációs állapotot is felvesz

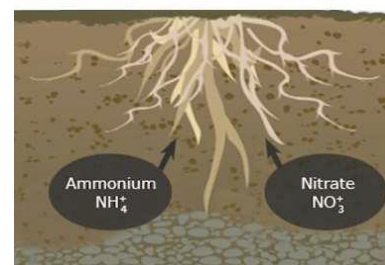
Molekula	Név	Oxidációs állapot
C-NH ₂	Szerves nitrogénszármazék	Redukált
NH ₃ , NH ₄ ⁺	Ammonia, Ammonium	-3
N ₂ H ₄	Hydrazine	-2
NH ₂ OH	Hydroxylamine	-1
N ₂	Dinitrogen	0
N ₂ O	Nitrous oxide	+1
NO	Nitric oxide	+2
HNO ₂ , NO ₂ ⁻	Nitrous acid, Nitrite	+3
NO ₂	Nitrogen dioxide	+4
HNO ₃ , NO ₃ ⁻	Nitric acid, Nitrate	+5

több elektron
kevesebb elektron
Oxidált

Mely N-formák fontosak a növények számára?

A növények a nitrogén ilyen „kombinált” formáit a következőképpen szerzik meg:

- 1) Ásványi műtrágya (ammónia és/vagy nitrát) vagy trágya hozzáadása a talajhoz;
- 2) Ezeknek a vegyületeknek a felszabadulása a szerves anyagok lebontása során;
- 3) Biológiai nitrogénkötés.



2.ábra: A növények különféle ásványi nitrogénformákat vesznek fel

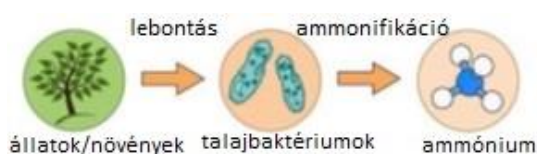
Tanulói kártya 1. Modul Foszfor újrahasznosítása szennyvízből

Van-e más nitrogénforrás a környezetben?

A szennyvizekben található nitrogén nagy része karbamidból és székletből származik. Ezeket a vegyületeket a baktériumok aktivitása ammóniummá alakítja (ammonifikáció). Oxigén jelenlétében az ammónium nitráttá alakul (nitrifikáció) (3. ábra).

Ammonifikáció

Nitrifikáció

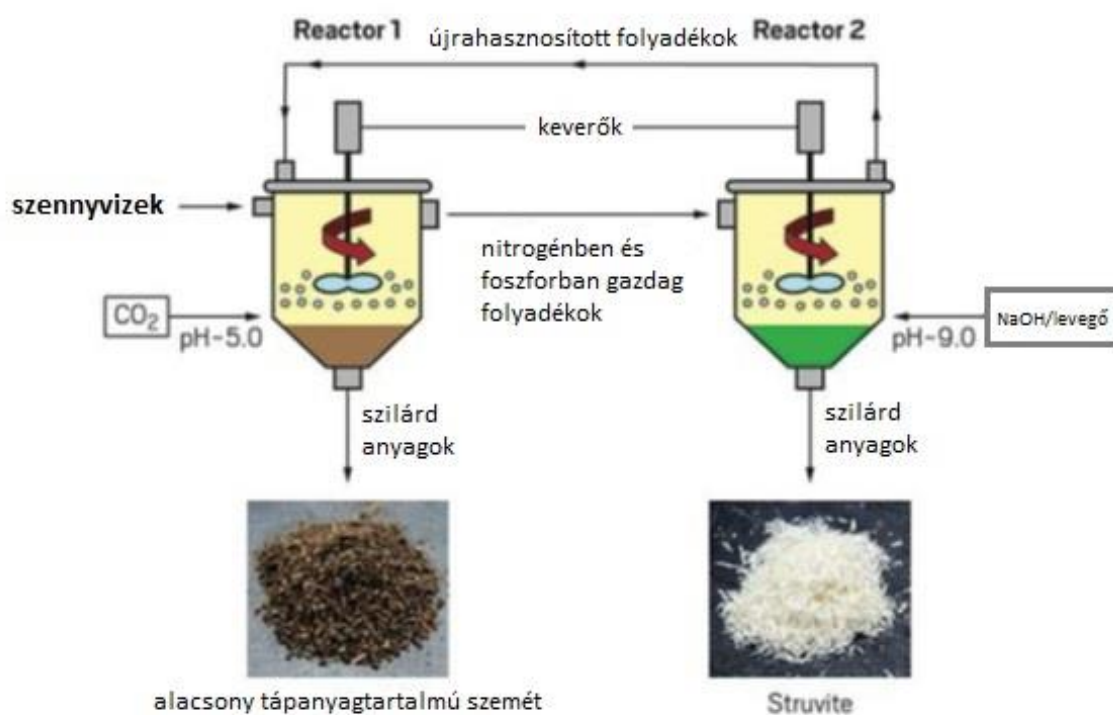


Visszanyerhetjük-e a foszfort a szennyvízkezelésből?

A települési szennyvizek összes foszfortartalma (szervetlen, biológiai és szintetikus mosószerek) 5-20 mg/liter között mozog. A másodlagos tisztítás általában csak 1-2 mg/liternyi mennyiséget képes eltávolítani, így a foszfor nagy feleslege kerül a végleges szennyvízbe, ami eutrofizációt okoz a felszíni vizekben.

Az új jogszabály előírja, hogy a vízbe kibocsátott foszfor maximális koncentrációja 2 mg/liter lehet. A foszfor a szennyvizekből kémiai kicsapással struvit kristály formájában távolítható el és nyerhető vissza (4. ábra).

Tanulói kártya 1. Modul Foszfor újrahasznosítása szennyvízből



4. ábra: A struvit kinyerése a szennyvizekből