

Fosfatåtervinning

Senast uppdaterad: 2023-01-03

Inledning

För att kunna odla på samma plats år efter år måste jorden tillföras näring, lika mycket som går bort med grödan. Förr i tiden användes stallgödsel, men numera tillverkas gödsel industriellt. En viktig ingrediens i gödsel är fosfor och vid tillverkning av handelsgödsel används fosforhaltiga mineral, som det börjar bli ont om.

Precis som i djurgödsel finns fosfor i den avföring som vi spolar ner i toaletten och i annat avloppsvatten. I Sverige tar vi vara på fosfor från ungefär en tredjedel av slammet från vattenreningsverk, eftersom resten innehåller för mycket föroreningar för att kunna användas i jordbruket. Nu finns miljövänlig teknik där fosfor återvinns ur askan från avloppsslam så kallad *slamaska*.

Den här laborationen handlar om att utvinna fosfat från slamaska.

Material

Slamaska, kalciumkloridlösning, 3 små burkar (cirka 100 ml, gärna plast), 2 bägare (cirka 250 ml), 4 kaffefilter och 1 neodym-magnet.

Utförande

Titta på slamaskan och fundera gemensamt kring hur de olika delarna kan separeras.

1. Håll magneten under plastburkens botten och dra runt magneten lite.
2. Håll kvar magneten och håll över det som inte hålls fast av magneten till en annan burk.
3. Försök få bort så mycket som möjligt av den svarta föroreningen, genom att upprepa proceduren med magneten 5–8 gånger. Samla det svarta pulvret för återvinning. Häll 1 dl varmt vatten i plastburken, som nu innehåller den renade slamaskan. Sätt på locket och skaka runt innehållet.
4. Filtrera blandningen på följande sätt: Trä ett kaffefilter över en bägare. Vik 3–4 cm av kaffefiltret över burkens kant. Se bilden på nästa sida! Häll därefter blandningen i kaffefiltret.

5. När all lösning runnit igenom filtret upprepas detta steg två gånger genom att filtrera lösningen med två nya kaffefilter.
6. Tillsätt 1 dl kalciumkloridlösning till den slutfiltrerade lösningen och rör om. Observera vad som händer.
7. Använd ett nytt kaffefilter och filtrera lösningen en sista gång.



Övrigt

Varför är det viktigt att upprepa proceduren i början flera gånger? Vad betyder det för den slamaska som ska spridas på våra åkrar?

Vad händer i det sista steget när kalciumkloridlösningen hälls ner i den filtrerade lösningen? Kan du beskriva det med en reaktionsformel?

Till läraren

Målgrupp: [4–6, 7–9, Gy]

Förberedelser

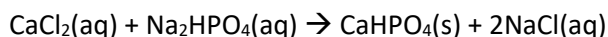
Förslag på "slamaska" är 2 tsk sand (kornstorlek 0,5–1 mm), 1 tsk Na_2HPO_4 och 1 krm järnoxid (*magnetit*), $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s})$ eller järnpulver, $\text{Fe}(\text{s})$. Till experimentet blandas 22 g kalciumklorid med 2,5 dl vatten, vilket ger en $0,8 \text{ mol/dm}^3$ kalciumkloridlösning.

Teori

Första steget handlar om att separera ut den svarta magnetiska föreningen, av magnetit eller järnpulver, som får representera de miljöfarliga metaller vi inte vill sprida ut i naturen.

I steg 2 filtreras sanden bort.

När kalciumkloridlösningen tillsätts sker följande reaktion:



Den vita fällningen består av kalciumvätefosfat, $\text{CaHPO}_4(\text{s})$.

Bakgrund om gödsling

Människan blev bofast för cirka 12 000 år sedan och de började odla och hålla boskap. Befolkningen ökade snabbt i jordbruksområdena. Före övergången till jordbruk levde mellan 5–8 miljoner jägare-samlare på jorden. 10 000 år senare, fanns 250 miljoner jordbrukare.

För att kunna odla på samma plats år efter år måste jorden tillföras näring, lika mycket som går bort med grödan och som lakas ut med nederbörden. Att använda någon form av gödsel är därför en förutsättning för människans möjlighet att vara bofast. Under lång tid var stallgödsel den viktigaste näringskällan. Tidigt lärde man sig också att använda *gröngödsling*, att odla baljväxter som fixerar luftens kväve, och plöja ner dem i jorden.

På 1800-talet blev Chinhaöarna, en rad småöar utanför Perus kust, plötsligt intressanta för europeiska affärsmän. På grund av speciella klimatförhållanden (det regnar aldrig), var öarna täckta av tjocka lager med fågelspillning, så kallad guano, som innehåller kväve, fosfor och kalium, förkortat NPK. När vi i Europa började gödsla med guano på 1800-talet kunde vi odla mycket mer mat, vilket lade grunden för en snabb folkökning.

Under andra halvan av 1900-talet ökade användningen av handelsgödsel. Vanligast är NPK-gödsel, som innehåller kväve, N, fosfor, P och kalium, K.

Bakgrund om fosfatåtervinning

För att tillverka handelsgödsel används fosfathaltigt mineral. Marocko, Kina och USA har tillsammans 90 % av världens fosforreserver. Kina och USA exporterar ingen fosfor, eftersom de anser att de kommer att behöva den själva. Marocko har därför nästan monopol på export av fosfathaltiga mineraler. EU:s enda fosforgruva ligger i Siilinjärvi i Finland.

Världens fosfortillgångar är alltså väldigt begränsade och det kommer snart att råda brist på detta viktiga ämne. Forskare hävdar att vi redan 2033 når "peak fosfor", alltså den tidpunkt vid vilken produktionen börjar gå ner. EU har satt upp fosfor på sin "critical raw material list".¹

Precis som i djurgödsel finns fosfor i mänsklig avföring. Ett sätt att ta till vara på den är att sprida avloppsslam från reningsverk på åkrarna. I Sverige används ungefär en tredjedel av slammet för sådan spridning. De andra två tredjedelarna innehåller för mycket föroreningar för att få användas i jordbruket.

Därför är det spännande att det nu finns miljövänlig teknik där fosfor återvinns ur askan från avloppsslam. Metoden är framtagen av företaget EasyMining. Genom ett antal processteg avskiljs miljöfarliga metaller som bly, kadmium och kvicksilver.

Förslag på varianter av laborationen

- Laborationen kan utföras som en lärardemonstration.
- För lite äldre elever kan laborationen användas när man undervisar om fällningsreaktioner och stökiometri. Man kan också beräkna utbyte.

Övrigt

Laborationen utvecklades av IKEM – innovations- och kemiindustrierna i samverkan med företaget EasyMining till "Kemins Dag 2020". Den passar bra att koppla till undervisning om hållbar utveckling, materialens kretslopp, separationsmetoder och, för äldre elever, fällningsreaktioner.

En industriell metod för fosfatåtervinning är utvecklad av forskare på EasyMining, som är en del av Ragnsells.

I en Youtube-video demonstreras laborationen av Ulla Nyman från IKEM:

https://youtu.be/nS11_F4x-oA?si=i0o9MN4looxb9tQf


I en annan Youtube-video berättar Hugo Royen om företaget Easy Minings forskning och om hur Kemins Dags-experimentet hänger ihop med företagets forskning:

https://www.youtube.com/watch?v=LvH8-hxQ7Ow&feature=youtu.be&fbclid=IwAR2NIhTvUkxIgeREW7r37WwJ-ShDVbDnRw2GNvp0u4h7_rwcMYyYCH3JkvY

¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0474&from=EN>

Underlag för riskbedömning – Fosfatåtervinning

En anpassning av riskbedömningen görs på arbetsplatsen.

Kemikalie	Faropiktogram och faroangivelser	Om något händer
Dinatriumvätefosfat, $\text{Na}_2\text{HPO}_4(\text{s})$	 H315 Irriterar huden. H319 Orsakar allvarlig ögonirritation	Skölj ögon och hud med ljummet vatten. Vid bestående hud- eller ögonirritation: Sök läkarhjälp.
Kalciumklorid, $\text{CaCl}_2(\text{s})$ 10- 100 % > 1 mol/dm ³	 H319 Orsakar allvarlig ögonirritation.	Skölj ögon med ljummet vatten. Vid bestående ögonirritation: Sök läkarhjälp.
Kalciumklorid, $\text{CaCl}_2(\text{aq})$ 0–10 % < 1 mol/dm ³	Ej märkespliktigt.	
Dinatriumvätefosfat, $\text{Na}_2\text{HPO}_4(\text{aq})$ 0–10 % < 0,8 mol/dm ³	Ej märkespliktigt.	
Järnoxid, $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s})$ (magnetit)	Ej märkespliktigt.	
Järnpulver eller järnfilspån, $\text{Fe}(\text{s})$	 H228 Brandfarligt fast ämne. H251 Självupphettande. Kan börja brinna.	
Stark magnet		Det kan vara farligt att svälja magneten. Sök läkarhjälp om det sker.

Förebyggande åtgärder	Att använda magnetisk järnoxid Fe_3O_4 , är att föredra till slamaskan. Finfördelat järnpulver kan antändas i luft eller ge dammexplosion. Järnfilspån som är lite grövre är brännbart, men under normala omgivningsförhållanden är det inte särskilt reaktivt och spontanantänder inte. Använd skyddsglasögon.
Avfall och andra kommentarer	Avfallet från laborationen är ofarligt. Produkten kalciumvätefosfat kan användas för att gödsla växter. Om möjligt är det lämpligt att återanvända sand och järnoxid. Järnoxid kan också slängas som brännbart avfall. Järnpulver görs mindre reaktivt med en syra till järn(III)joner. Vattenlösning av järn(III)joner kan hållas ut i avloppet.

Datum	240103	Utförd av	KRC	Klass	
--------------	--------	------------------	-----	--------------	--