

► Ethanol drogen met zeoliet ◀

Thema	Biobrandstoffen					
Werken aan competenties	<p>Je bent <i>procesoperator in opleiding</i> bij een bedrijf dat <i>bioethanol</i> maakt uit verschillende grondstoffen. Als onderdeel van je opleiding ga je kennis verzamelen over het verhogen van het ethanolgehalte boven 95% met zeoliet.</p> <p>Je wordt beoordeeld op de volgende rubrieken:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Technische vaardigheden ▶ Exact ▶ Kwaliteit en zorgvuldigheid ▶ Verantwoordelijkheid ▶ Zelfstandigheid ▶ Transfer vaardigheid 					
Taak	Volgens richtlijnen het destillaat van het practicum “Ethanol uit suiker” drogen met zeoliet en de resultaten beoordelen.					
Resultaat	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Volledig uitgevoerde voorbereiding <input type="checkbox"/> Volledig uitgevoerde test <input type="checkbox"/> Schoon opgeleverde werkplek <input type="checkbox"/> Schoon opgeleverde apparatuur en materialen <input type="checkbox"/> Veilig opgeborgen chemicaliën <input type="checkbox"/> Volledig uitgewerkt meetrapport, inclusief verduidelijkende foto's <input type="checkbox"/> Gelabeld product in archief 					
Oplevering	<p>Jij bepaalt wanneer je deze taak gaat vervullen. Met de praktijkbegeleider spreek je het plan van aanpak eerst door. Globaal gesproken neemt deze taak 2 uur in beslag, maar is vanwege trage processtappen verdeeld over meerdere dagen.</p>	<table border="1"> <tr> <td>Startdatum:</td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> <tr> <td>Einddatum:</td> </tr> <tr> <td> </td> </tr> </table>	Startdatum:		Einddatum:	
Startdatum:						
Einddatum:						

Portfolio

In je portfolio komt het door de praktijkbegeleider geaccordeerde meetrapport, bestaande uit:

- Doelstelling
- Proefbeschrijving
- Metingen en verduidelijkende foto's
- Volledig uitgerekende resultaten
- Conclusie

► Voorbereiding ◀

1

De aanpak van dit practicum

In dit practicum ga je een kleine hoeveelheid bioethanol “drogen” met zeoliet. Handelingen die je in eerdere practica hebt gedaan zijn beknopt beschreven. Weet je het niet meer, zoek dan de beschrijving op in het eerdere practicum.

Doorloop de volgende stappen (vink gedane stappen aan):

- Lees de practicum handleiding goed door
- Maak een meetrapport document aan
- Schrijf in het document de doelstelling van dit practicum
- Schrijf in het document een korte proefbeschrijving
- Stel de benodigde tabellen op voor je meetgegevens

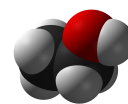
Bespreek je document met de practicumbegeleider. Als je een GO hebt gekregen ga je verder met de uitvoering.

2

Informatie over zeoliet

Zeoliet is een synthetische “klei” met *adsorberende én zevende* eigenschappen. Zeoliet is beschikbaar in korrels van verschillende afmetingen en met poriën van verschillende diameter. De adsorptie capaciteit is vooral bepaald door de poriën in de korrels. De zeoliet die je gaat gebruiken om ethanol van water te scheiden, heeft poriën waar wel water moleculen doorheen kunnen maar niet de grotere ethanol moleculen.

zeoliet type	3A
korrelgrootte	1,6 – 2,5 mm
soortelijke massa	0,68 g/mL
water opname capaciteit	20%
regeneratie temperatuur	175 – 260 °C



ethanol



water

Met de *water opname capaciteit* bereken je de hoeveelheid zeoliet die nodig is om water uit ethanol te verwijderen.

Bijv. je hebt 150 g ethanol die 85 massa% ethanol bevat, dus 15% water.

De massa water in de ethanol is $150 \times 15/100 = 22,5$ g.

Dat komt overeen met 20% van de massa zeoliet.

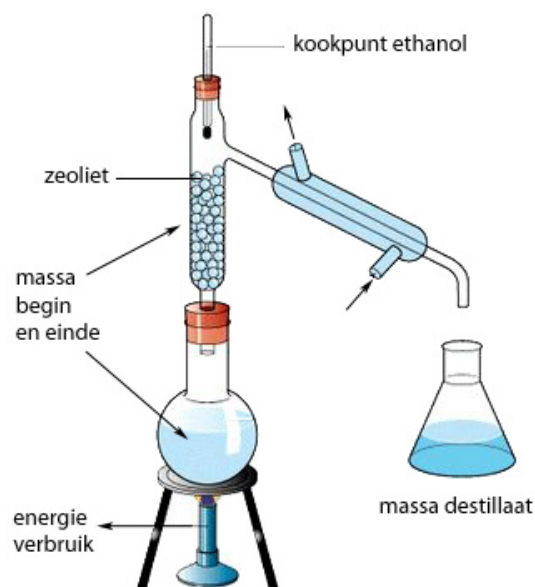
$$\text{De benodigde massa zeoliet is: } 22,5(g) * \frac{100(\%)}{20(\%)} = 112,5(g)$$

Zeoliet scheidt water en ethanol goed als beide stoffen in de dampfase zijn. Het drogen van ethanol wordt daarom in het laboratorium uitgevoerd met een destillatie-opzet.

Voorafgaand aan de destillatie wordt de zeoliet gedroogd, waardoor er zekerheid is over de adsorptie capaciteit van het materiaal.

Om er zeker van te zijn dat het water van de ethanol oplossing volledig wordt geadsorbeerd, moet een overmaat aan zeoliet in de kolom aanwezig zijn.

Zolang de destillatie temperatuur op het kookpunt van ethanol ligt, adsorbeert de zeoliet het water uit de opstijgende damp en bestaat het destillaat uit zuivere ethanol.



Een zeoliet destillatie is volledig goed verlopen als:

- alle vloeistof in de rondbodempkolf is verdampt én
- de destillatie temperatuur op het kookpunt van ethanol is gebleven én
- alle destillaat is opgevangen.

In de zeoliet zal een hoeveelheid ethanol achterblijven, omdat er uit de droog gestookte rondbodempkolf geen damp meer wordt aangevoerd.

Het energieverbruik is de som van het afgenomen elektrisch vermogen van het voordrogen van de zeoliet en van de zeoliet destillatie.

De massabalans van de zeoliet destillatie wordt opgesteld voor de stoffen ethanol, water en zeoliet. Bepaling van het massa% ethanol in de startoplossing m.b.v. dichtheid en calculator is nodig om de hoeveelheden ethanol en water in de startoplossing vast te stellen.

Het destillatie rendement geeft aan, hoeveel van de aangeboden ethanol is opgevangen in het destillaat:

$$\text{destillatie rendement} = \frac{\text{ethanol in destillaat (mL)}}{\text{ethanol in startoplossing (mL)}} * 100\%$$

Het zeoliet rendement geeft aan, hoeveel van de theoretische wateropname capaciteit is gebruikt:

$$\text{zeoliet rendement} = \frac{\text{geadsorbeerd water (g)}}{0,2 \times \text{droge zeoliet (g)}} \times 100\%$$

► Uitvoering ◀

4

Berekenen van benodigde hoeveelheid zeoliet

De hoeveelheid zeoliet is afhankelijk van de hoeveelheid ethanol

Benodigdheden

- je ethanol-oplossing van practicum "Ethanol van suiker"
- maatcilinder 100 mL
- bekeerglas 250 mL
- internet calculator voor ethanol %

Handelingen

- meet van je ethanol-oplossing een geschikt volume (ca. 100 mL) en de bijhorende massa en bereken de dichtheid in g/mL
- bereken het massa percentage (m/m %) met de internet calculator <http://www.sugartech.co.za/alcohol/strength.php>
- heb je meer dan 100 mL ethanol-oplossing, meet de massa ervan in het bekeerglas
- bereken de benodigde massa zeoliet om de ethanol-oplossing te drogen

5

Voordrogen van zeoliet

De conditie van de voorraad zeoliet is onbekend. De benodigde hoeveelheid moet daarom voor de zekerheid eerst worden gedroogd.

Benodigdheden

- bekeerglas 600 mL
- zeoliet
- droogstoof
- Power Energy meter

Handelingen

- Weeg ca. 230 g zeoliet in het bekeerglas en noteer de waarde
- Sluit de droogstoof aan op een Power Eenergy meter
- Droog de zeoliet ongeveer 1 uur in de droogstoof bij 180 °C
- Noteer het afgenomen energieverbruik

Benodigheden

- bekersglas met gedroogde zeoliet
- ethanol-oplossing
- verwarmingsbank met zeolietkolom
- trechter met wijde opening
- rondbodempkolf 250 mL
- kooksteentjes
- kurkring
- Power Energy meter
- maatcilinder 100 mL
- bekersglas 150 mL
- watten
- lablift
- fles 100 mL of 250 mL

Uitvoering

- Weeg het bekersglas met zeoliet en noteer de waarde
- Plaats de destillatiebank op een werkplek
- Maak de zeolietkolom los, doe onderin de kolom een propje watten, zet de kolom vast in de statiefklem van de bank, plaats er een trechter op en vul de kolom met zeoliet (niet tot aan de rand want het T-stuk moet er in passen)
- Weeg het bekersglas met restant zeoliet en noteer de waarde
- Plaats de rondbodempkolf op de kurkring, doe er een schepje kooksteentjes in en weeg de massa van de kolf
- Schenk de ethanol-oplossing in de kolf, plaats hem in de bank en bevestig met een glasklem aan de zeolietkolom
- Maak de destillatie-opzet in orde (koeler en T-stuk bevestigd met glasklemmen, koelwater, thermokoppel aan multimeter, maatcilinder op lablift onder de uitlaat)
- Sluit de verwarming van de bank aan op de Power Energy meter en start de destillatie
- Destilleer de ethanol-oplossing bij een constante temperatuur van ca. 78 °C. Kook de kolf droog. Als de temperatuur stijgt, vervang de maatcilinder onder de uitlaat door het kleine bekersglas en stop de destillatie
- Lees de Power Energy meter af
- Meet massa en volume van het destillaat
- Meet de massa van de rondbodempkolf + inhoud
- Meet de massa van de zeoliet uit de kolom
- Breng de destillatiebank terug in de beginstaat
- Doe de gebruikte zeoliet terug in de voorraadpot
- Schenk je destillaat in een fles van 100 mL of 250 mL met daarop gegevens van het produkt, je naam en de datum

► Afronding ◀

7

Ordering van meetresultaten en berekeningen

Haal uit je metingen de volgende resultaten.

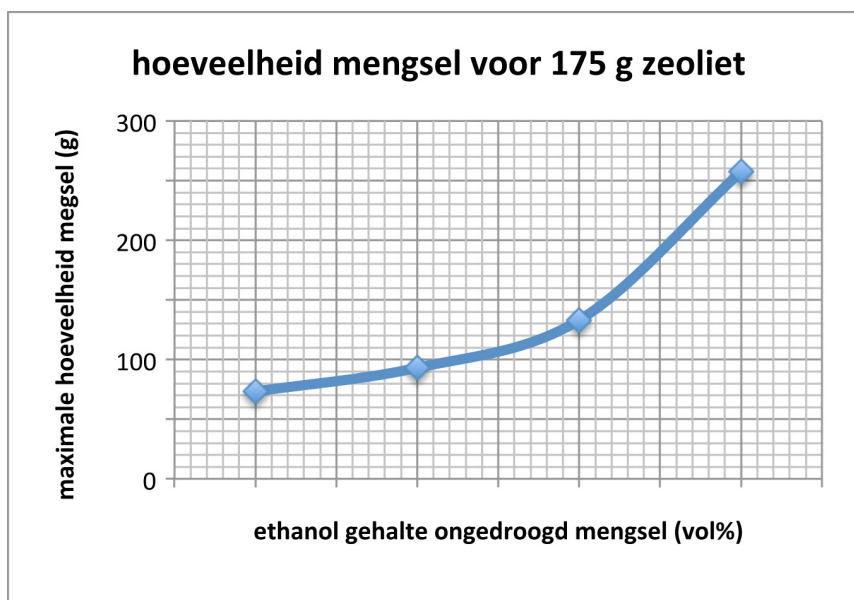
1. Vergelijk de ongedroogde en de gedroogde ethanol:
 - massa
 - volume
 - dichtheid
 - volume% ethanol
2. Zet voor de zeoliet de massa op een rijtje:
 - uit voorraad
 - gedroogd
 - berekening theoretische hoeveelheid voor je ethanol-oplossing
 - gebruikte hoeveelheid zeoliet in destillatie
3. Stel de massabalans van de destillatie op voor de componenten ethanol, water en zeoliet. Beschrijf in de balans of het gaat om de ethanol-oplossing, het destillaat, de zeoliet, achtergebleven in de rondbodemkolf, enz. Maak de algemene post “verlies” zo klein mogelijk door zoveel mogelijk informatie uit je metingen te halen.
4. Bereken het totale energieverbruik.
5. Bereken het destillatie rendement.
6. Bereken het zeoliet rendement.
7. Bereken het ethanol rendement met de formule:

$$\text{ethanolrendement} = \frac{\text{ethanol in destillaat (g)}}{142(\text{g})} * 100\%$$

(als je startoplossing niet van het practicum “ethanol uit suiker” is, heeft deze formule geen betekenis en hoef je het niet uit te rekenen)

8. Stel dat de kolom maximaal wordt gevuld met 175 g gedroogde zeoliet.
 - hoeveel g water kan er mee worden gezeefd?
 - hoeveel g ethanol-water-mengsel kun je met die kolom drogen?
Maak een Excel worksheet met tabel en grafiek, waarin voor ethanol-water-mengsel de relatie tussen ethanol vol% en maximale hoeveelheid mengsel wordt gegeven voor droging met 175 g zeoliet (zie het voorbeeld op de volgende bladzijde).
Gebruik de sugartech calculator voor de omrekening van vol% naar massa%.
Voeg de worksheet als bijlage bij je meetrapport.

ethanol vol%	ethanol massa%	water massa%	maximum mengsel (g)
90			
80			
70			
60			



8

Completering meetrapport

Maak je meetrapport compleet met:

- je metingen (overzichtelijk geordend!)
- je verduidelijkende foto's
- je berekeningen en resultaten
- je Excel worksheet (vraag 8)
- indien van toepassing: een bespreking waarin bijv. afwijkingen in de uitvoering worden beschreven of of verrassende uitkomsten worden toegelicht
- je conclusies

► Beoordeling ◀

Ethanol uit kristalsuiker	Rubrieken ^{*)} :											Resultaat:	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Niet oke OKE
	Feedback:												Datum:
<hr/>													
<hr/>													
<hr/>													

^{*)} Rubrieken: 1. Vakinhoudelijke kennis en vaardigheden; 2. Technische vaardigheden; 3. Exact; 4. Kwaliteit en zorgvuldigheid; 5. Communicatie; 6. Sociale vaardigheid; 7. Initiatief nemen; 8. Plannen en organiseren; 9. Ondernemerschap; 10. Verantwoordelijkheid; 11. Zelfstandigheid; 12. Transfer vaardigheid