

Två synteser av kalciumhydroxid – utvärdera med principer för grön kemi

Senast uppdaterad: 2025-08-26

Inledning

Grön kemi handlar om att designa kemiska produkter och processer för att undvika användning eller bildning av farliga ämnen så mycket som möjligt. Grön kemi har som mål att öka hållbarheten genom att förbättra befintliga kemiska processer och utveckla nya och mer miljövänliga processer. *Paul Anastas* och *James Warner* introducerade tolv principer för grön kemi i sin bok *Green Chemistry: Theory and practice* (1998). Principerna är tänkta som verktyg för att nå målen för *Grön kemi*. De kan även användas för att jämföra två processer med varandra.

I den här uppgiften utvärderas två synteser av kalciumhydroxid. Fem av principerna för grön kemi används.

Grön kemi – 12 principer

De fem principerna förklaras kortfattat nedan. Du hittar en fullständig översikt över alla tolv principer på svenska här: <https://chesse.org/sv/gron-kemi/vad-ar-gron-kemi> och på engelska här: <https://www.acs.org/content/acs/en/greenchemistry/principles/12-principles-of-green-chemistry.html>

Princip 1: Undvik avfall

Det är bättre att minimera mängden avfall, än att behöva återanvända och återvinna det avfall som bildats.

För att få en uppfattning om mängden avfall som bildas i en reaktion kan man använda den så kallade e-faktorn. Då räknar man ut hur många kg avfall som bildas för varje kg produkt i en reaktion, ju högre e-faktorn är, desto större är mängden avfall.

$$e - \text{faktor} = \frac{\text{massa reaktanter inkl. lösningsmedel} - \text{massa produkter}}{\text{massa produkter}}$$

Exempel

I en syntes av ammoniumklorid användes 0,7 g ammoniak, NH_3 och 3,5 g väteklorid, HCl . I reaktionen bildades och 1,8 g ammoniumklorid.

$$e - \text{faktor} = \frac{\text{massa reaktanter} - \text{massa önskad produkt}}{\text{massa önskad produkt}} = \frac{0,7 \text{ g} + 3,5 \text{ g} - 1,8 \text{ g}}{1,8 \text{ g}} = 1,3$$

Det bildas 1,3 kg avfall per kg produkt (ammoniumklorid).

Princip 2: Maximera atomekonomin

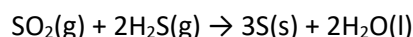
Kemisk syntes bör utformas så att atomer som ingår i utgångsmaterialen i största möjliga utsträckning även ingår i slutprodukten.

Atomekonomin visar hur stor andel av atomerna i reaktanterna som hamnar i produkterna. Det är inte detsamma som utbyte.

$$AE(\%) = \frac{\text{Molmassa produkt}}{\text{Molmassa reaktanter}} \cdot 100 \%$$

Exempel

Bestäm atomekonomin (AE %), för produktionen av svavel från svaveldioxid och vätesulfid?



$$AE(\%) = \frac{3 \cdot M_{\text{svavel}}}{M_{\text{svaveldioxid}} + 2 \cdot M_{\text{vätesulfid}}} \cdot 100 \% = \frac{3 \cdot 32,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{64,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 2 \cdot 34,076 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \cdot 100 \% = 72,7 \%$$

Det betyder då att 72,7 % av reaktanternas massa används i produkten.

Princip 3: Designa mindre riskfyllda kemiska synteser

För att förebygga olyckor ska man använda kemikalier som har så få risker för människor och miljö som möjligt. Alla kemikalier har ett säkerhetsdatablad där du hittar faropiktogram, varningsord och faroangivelser, som ger en snabb överblick av riskerna.

Princip 6: Öka energieffektiviteten

Att minska energianvändningen i kemiska processer är både en miljömässig och en ekonomisk fördel. Det är mest hållbart om reaktionerna kan utföras vid rumstemperatur och normalt tryck, och att så lite energi som möjligt används i processen.

Princip 12: Minimera risken för olyckor

För att minimera risken för olyckor, utsläpp, explosioner eller bränder är det bäst att använda så säkra processer som möjligt.

Utvärdering av de två synteserna

Vilken av de två metoderna är mest hållbar, eller grönast? Använd dina slutsatser från tabellen för att motivera vilken syntes är grönast enligt de fem principerna för grön kemi som du använde.

Syntesmetod Princip	Syntes av kalciumhydroxid från kalcium, Ca(s)	Syntes av kalciumhydroxid från kalciumklorid och natriumhydroxid
1 – Undvik avfall		
2 – Maximera atomekonomin		
3 – Designa mindre riskfyllda kemiska synteser		
6 – Öka energieffektiviteten		
12 – Minimera risken för olyckor		

Till läraren

Målgrupp: 7–9, Gy

Teori

Använd denna utvärdering tillsammans med laborationerna *Syntes av kalciumhydroxid från kalcium* samt *Syntes av kalciumhydroxid från kalciumklorid*.

Det finns inget entydigt svar på vilken syntes som är grönast. De olika principerna kan ställas mot varandra men det ger eleverna en bra möjlighet att få diskutera och reflektera.

Tips

- Låt hälften av eleverna göra den ena syntesen och hälften får göra den andra. Vid nästa lektionstillfälle utvärderar labbgrupperna först sin egen syntes. Därefter får två grupper som utfört varsin syntes diskutera utvärderingarna tillsammans. Vilken syntes var grönast?

Länkar

- Läs mer om grön kemi på <https://chesse.org/sv/gron-kemi/vad-ar-gron-kemi/>
- *Syntes av kalciumhydroxid från kalcium*
- *Syntes av kalciumhydroxid från kalciumklorid*

Övrigt

Upphovsperson till utvärderingen och laborationerna är Svein Tveit, Kjemisk institutt, Oslo universitet (Naturfagkonferens i Oslo 2024)