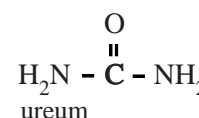


Friedrich Wöhler en ureum

Aan het begin van de 19e eeuw dachten chemici dat het onmogelijk was om organische stoffen (stoffen die door levende organismen worden gemaakt) te maken uit anorganische stoffen. Er zou een zogenoemde 'levenskracht' nodig zijn om organische stoffen te maken. Deze 'vitaliteitstheorie' werd omvergeworpen door de Duitse chemicus Friedrich Wöhler. Hij maakte in 1824 voor het eerst een organische stof (ureum) uit anorganische stoffen. Het reageerbuisje met ureum van Wöhler is nog steeds te bezichtigen in een museum in Duitsland.



Wöhler leidde dicyaangas (C_2N_2) door een oplossing van ammoniak. Uit het ontstane mengsel isoleerde Wöhler in verschillende stappen een witte vaste stof, die later ureum zou blijken te zijn. Ook bleek de stof blauwzuur (HCN) te zijn gevormd.

- 2p 1 Geef de vergelijking voor de reactie waarbij ureum en HCN ontstaan uit dicyaangas en een oplossing van ammoniak. Bij deze reactie ontstaan geen andere stoffen.

Wöhler herkende de witte vaste stof die hij had geïsoleerd op dat moment niet als ureum. Hij noemde de stof "een opmerkelijke gekristalliseerde materie". Vier jaar later probeerde hij erachter te komen welke stof hij toentertijd had geïsoleerd. Hij ontdekte dat hij dezelfde stof zuiver kon bereiden door aan zilbercyanaat (AgCNO) een oplossing van ammoniumchloride toe te voegen.

Op grond van deze bereidingswijze dacht hij dat "de opmerkelijke gekristalliseerde materie" ammoniumcyanaat (NH_4CNO) zou zijn. Hij voerde een proef uit om ammoniumionen aan te tonen. Hij loste de stof op in water en voegde wat natronloog toe. Vervolgens verwarmde hij de oplossing en hield hij een vochtig stukje rood lakmoespapier boven de warme oplossing.

- 2p 2 Geef de vergelijking van de reactie die verloopt als een oplossing die ammoniumionen bevat met natronloog wordt gemengd.
- 2p 3 Geef aan welke waarneming Wöhler verwachtte te doen indien ammoniumionen aanwezig waren in "de opmerkelijke gekristalliseerde materie" en verklaar deze waarneming.
Gebruik Binastabel 52A.

Wöhler kon in de stof echter geen ammoniumionen aantonen. Omdat uit andere experimenten bleek dat de “opmerkelijke gekristalliseerde materie” vergelijkbare stofeigenschappen had als ureum, vergeleek Wöhler de door hem bepaalde massapercentages met resultaten van William Prout. Prout had de samenstelling van ureum al in 1818 onderzocht met de volgende proef. Hij liet 0,26 g ureum reageren met een overmaat koperoxide. Hierbij ontstond 0,16 g water, 0,10 dm³ koolstofdioxide en 0,10 dm³ stikstof. Er ontstond ook koper.

- 3p 4 Geef de vergelijking voor deze reactie van ureum met koperoxide.

Toen Wöhler de massapercentages H, C, N en O in de “opmerkelijke gekristalliseerde materie” bepaalde, kwam hij op 6,7% H, 20% C, 47% N en 27% O.

De door Wöhler berekende massapercentages in de stof kwamen vrijwel overeen met de door Prout gevonden massapercentages H, C, N en O in ureum.

- 4p 5 Laat dit zien met een berekening aan de hand van de experimentele resultaten van Prout.

Neem aan dat het volume van een mol gas 24 dm³ bedraagt.

Op grond van de resultaten concludeerde Wöhler dat de stof waarvan hij dacht dat het ammoniumcyanaat was, ureum moest zijn. Om te bewijzen dat ureum inderdaad uit ammoniumcyanaat kan ontstaan, deed Wöhler nog een aantal experimenten. In 1830 lukte het Wöhler om ammoniumcyanaat te maken uit zuiver cyaanzuur (HCNO) en ammoniakgas. Hij ontdekte dat ammoniumcyanaat bewaard kon worden in een afgesloten vat zonder lucht. Bij contact met lucht werd het in enkele dagen spontaan omgezet tot ureum. Bij verwarmen aan de lucht werd ammoniumcyanaat al in enkele minuten omgezet tot ureum.

- 2p 6 Leg uit wat de rol van lucht is bij de omzetting van ammoniumcyanaat tot ureum.