

Voorstel voor proefbeschrijving van proef W13 (bewerking van het concept van het auteursteam).

Marieke Hogeboom

W13 Drie keer salmiak met bariet

Inleiding

Bij reacties die duidelijk zichtbaar verlopen, treden nogal eens vuurverschijnselen op, veranderen er kleuren, zie je gas ontwijken. Als vaste stoffen met elkaar reageren wordt vaak verwarmd, maar vaste stoffen alleen maar mengen en dan verwachten dat er iets gebeurt?

Bij de reactie van salmiak met bariet lijkt er in het begin geen reactie waarneembaar. Logisch toch? Echter na enige tijd roeren

De eerste invalshoek voor deze reactie is: reageren twee vaste stoffen met elkaar?

Salmiak is de triviale naam voor ammoniumchloride en bariet die van bariumhydroxide. Ammoniumchloride is een zout, maar heeft zure eigenschappen en bariet is basisch. Voor zover ik weet is deze reactie de enige reactie van een zuur met een base waarbij het reactieproduct water zichtbaar wordt gevormd. Dit is de tweede invalshoek van deze reactie.

Maar er is nog een derde invalshoek, waardoor deze reactie heel speciaal is: als de lucht niet te droog is kun je tijdens de reactie de waterdamp uit de lucht tegen het bekeerglas zien bevriezen, dat proces noemen we rijpen. De reactie is sterk endotherm. Waarom verloopt deze reactie?

Als introductie op het begrip entropie is de reactie van salmiak met bariet goed te gebruiken.

Nodig

Twee bekeerglazen van 100 mL; thermometer -38°C - $+50^{\circ}\text{C}$; een glazen roerstaaf; bariumhydroxide octahydraat ($\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$); ammoniumchloride (NH_4Cl); wit kopersulfaat.

Veiligheid

De reactietemperaturen zijn ruim lager dan lichaamstemperaturen. De bekeerglazen dienen met zorg aangeraakt te worden en langdurig contact dient te worden vermeden. Degene die de proef uitvoert en naaste toeschouwers dragen allen een bril.

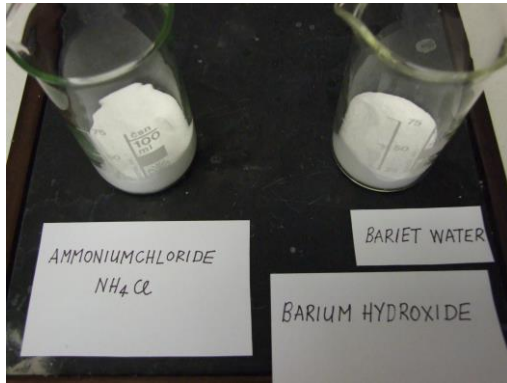
Oplosbare bariumzouten en bariumhydroxide zijn schadelijk bij inademing en opname door de mond. Voorkom huidcontact, draag handschoen. Werk in de zuurkast en voorkom inademing van ammoniakgas.

Uitvoering

Breng ca. 20 gram salmiak (vast ammoniumchloride) in een bekeerglas van 100 mL en dezelfde hoeveelheid bariet (bariumhydroxide) in een ander bekeerglas van 100 mL. Breng de inhoud van het ene bekeerglas bij die van het andere. Meng intensief met de roerstaaf.

Invalshoek 1 - reageren twee vaste stoffen met elkaar?

Plaats vooraf etiketten met bariet en salmiak op de bekeerglazen. Laat de toeschouwers zien dat het mengsel van de vaste witte stoffen smeugig is geworden en laat ze voorzichtig aan het bekeerglas ruiken.



Start.



Smeuig.

Invalshoek 2 – reactie van een vast zuur met een vaste base



Leg de nadruk op het zure karakter van ammoniumchloride en van het basische karakter van bariumhydroxide. Toon met wit kopersulfaat aan dat er water is ontstaan.

In de foto hiernaast is te zien dat wit kopersulfaat blauw wordt door het aanwezige water.

Invalshoek 3 Genoeg kou om water te laten bevriezen!

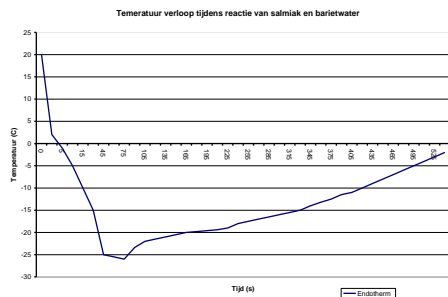
Deze reactie is sterk endotherm. Dit is een chemische reactie die energie opneemt. Er is veel warmte uit de omgeving nodig om de reactie te laten lopen. De temperatuur daalt tot tussen -20°C en -30°C . De bodem van de beker wordt koud genoeg zodat het water bevroert en plakt aan het hout.



Het water is bevroren.



De thermometer wijst $-14,3^{\circ}\text{C}$ aan. Het bekglas is vastgevroren aan het stukje hout met de vochtige doek.



In de tabel is de temperatuur weergegeven als functie van de tijd bij de reactie van salmiak met bariet.

Milieu

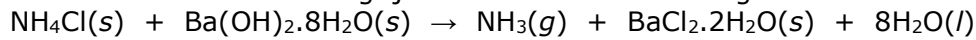
Draag handschoenen en ruim wat gemorst wordt op.

Bariumzouten worden niet weggespoeld maar opgeslagen in het vat zware metalen.

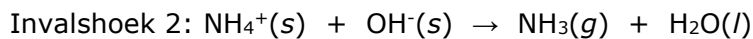
Chemische achtergrond

Invalshoek 1: Reactie van twee vaste stoffen.

Goed waarnemen is belangrijk. Er ontstaat ammoniakgas en water:



Bariumchloride kan ook in ionen worden opgeschreven, maar vanwege de geringe hoeveelheid water die ontstaat, lost lang niet alle bariumchloride op.



Invalshoek 3: Waarom verloopt een reactie als er energie voor nodig is?

Dat is de centrale vraag. Er is een andere factor die bepaalt of een reactie verloopt: de entropie S . Entropie is een maat van wanorde, of de afname van bruikbare energie. Bij onomkeerbare processen zullen systemen proberen een situatie met de laagste energie te bereiken met daarbij een toename van de entropie.

Voor deze reactie geldt: $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$; onder standaardomstandigheden wordt dat:
 $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$

De vrije enthalpie onder standaardomstandigheden: $-\Delta G^\circ (298\text{K}) = -47,7 \text{ kJ/mol}$.

De verandering in enthalpie onder standaardomstandigheden $-\Delta H^\circ (298\text{K}) = +63,6 \text{ kJ/mol}$.

T de absolute temperatuur uitgedrukt in Kelvin.

De verandering in entropie van het systeem $-\Delta S^\circ (298\text{K}) = +368 \text{ J/K}$

De entropie neemt bij deze reactie sterk toe omdat bij de reactie een gas ontstaat (ammoniak).

Deze zorgt ervoor dat de vrije Gibbs-energie een negatieve waarde krijgt. Deze negatieve waarde zorgt ervoor dat deze reactie onder standaardomstandigheden verloopt.

Tip

Voer de reactie met invalshoek 3 uit op een natte plank. Het bekersglas plaatsen op een stukje absorberende doek verzadigd met water werkt ook! Na reactie is het bekersglas aan de plank/doek vastgevroren.

Literatuur

Shakhashiri, B.Z. (1983). *Chemical demonstrations, Vol. 1*, p.10-12. Madison: University of Wisconsin Press.