

A woman with blonde hair, wearing a brown coat and a matching beret, stands in the rain. She holds a black umbrella in her right hand and touches her forehead with her left hand. The background is a blurred city street with trees and buildings. The overall mood is somber and contemplative.

NIEUWS

Dipoolmoment draait door

👤 Martijn Boerkamp 📅 10 oktober, 2026

Beeld: Shutterstock



Bij koude botsingen verliest het dipoolmoment de vermeende permanente status, zo laten theoretisch chemici en experimenteel fysici van de Radboud Universiteit zien in *Nature Chemistry*. Dat biedt geheel nieuwe mogelijkheden om een chemisch proces volledig te controleren. Het vroeg wel wat creativiteit om het benodigde ‘onmogelijke’ experiment toch te realiseren.

‘Theorie en experiment gaan hier goed samen’, zegt Tijs Karman. Hij is universitair docent binnen de Theoretical and Computational Chemistry groep van het Institute for Molecules and Materials (IMM) aan de Radboud Universiteit in Nijmegen. Karman verwijst hier naar de samenwerking met collega’s binnen de vakgroep van experimenteel fysicus Bas van de Meerakker, hoogleraar Spectroscopy of Cold Molecules. Karman zegt dat het fijn is om de theorie via een experiment bevestigd te

krijgen, maar dat het natuurlijk ook andersom kan werken. Zoals bij de onverklaarbare resultaten die voortkwamen uit een het experiment door Van de Meerakker en zijn team met botsingen van koude, dus laag-energetische, moleculen.

Chemische processen bij lage energetische botsingen zijn nog grotendeels onontgonnen gebied, mede vanwege de complexiteit van de benodigde experimentele opstellingen. In Nijmegen experimenteren ze vooral met lage temperatuur-botsingen tussen polaire moleculen; deze hebben een asymmetrische lading, ofwel een dipoolmoment. Het experiment liet zien dat stikstofoxide-moleculen bij lage energieën veel minder chemische activiteit vertoonden dan ze via de theorie konden verklaren. Verder experimenteren was helaas onmogelijk, want dat moest voor dit molecuul alleen bij dusdanig lage botsingenergieën gebeuren, die met hun experimentele opstelling nooit bereikt kon worden.

Tunnelend stikstof

‘We veranderden naar het polaire molecuul ammoniak waarmee het experiment wél uitgevoerd kon worden’, aldus Karman. Om uit te leggen waarom, kan je niet langer kijken naar het klassieke beeld van het dipoolmoment, maar moet je het aan de hand van de kwantummechanica uitleggen. Meer specifiek: via een effect dat bekendstaat als ‘inversie splitsing’. Bij ammoniak kan de stikstofkern tussen twee kwantumenergieniveaus springen, maar deze sprong kost eigenlijk te veel energie en zou fysisch niet mogelijk moeten zijn. Via het zogeheten kwantumtunnelingeffect gebeurt het toch. Bij stikstofoxide vindt er ook inversie splitsing plaats, maar is het minder sterk. In het experiment kwam het bij een dusdanig lage energie naar voren, dat het niet gemeten kon worden.

**‘We veranderden naar het polaire molecuul ammoniak
waarmee het experiment wél uitgevoerd kon worden’**

Tijs Karman, Radboud Universiteit

Karman onderzocht hoe sterk de moleculen interactie met elkaar vertonen bij verschillende botsingsnelheden. Daar moet bij worden gezegd dat het niet om een daadwerkelijke chemische reactie gaat, maar dat de botsingen al wel de basis zijn van wat er tijdens een chemisch proces gebeurt. Bij hoge botsingsnelheden komen de moleculen vanwege hun dipoolmoment meer met elkaar in contact, want net zoals twee magneten met hun noord- en zuidpool naar elkaar toe draaien, oriënteren hier de dipoolmomenten van beide polaire moleculen met elkaar, wat de waarschijnlijkheid verhoogt dat ze interactie vertonen.

Bij lage snelheden daarentegen, oriënteren ze zich niet ten opzichte van elkaar vanwege het kwantumtunnelingeffect. Stel de stikstofkern voor als het punt van een paraplu, met de waterstofkernen als tips. De stikstofkern kan ‘tunnelen’ naar een andere locatie, zodat de waterstofkernen relatief gezien niet meer ‘onder’, maar ‘boven’ de stikstofkern staan. Net zoals een paraplu die binnenstebuiten waait door een harde wind. Deze verplaatsing gebeurt continu en dan is er niet meer sprake van een asymmetrische lading. Het dipoolmoment, waarvan men dacht dat deze permanent is, kun je dus uitzetten en daarmee ook de waarschijnlijkheid van de interactie tussen de polaire moleculen laten afnemen. Een speciale ontdekking die ons begrip van polariteit op zijn kop zette.

Onmogelijk experiment

‘We stonden daarbij wel voor een flinke uitdaging, vertelt Van de Meerakker. Om de theoretische ontdekking van een niet-permanent dipoolmoment ook experimenteel te kunnen bewijzen was eigenlijk een, op papier, onmogelijk experiment nodig. Om moleculen met elkaar te laten reageren moeten ze met elkaar in contact komen. Dit wordt gedaan door twee bundels van moleculen in tegengestelde richting met elkaar te laten botsen. De moleculen worden door elektrische velden afgeremd en naar de botsingslocatie gestuurd. Het probleem met moleculen met een gelijke polariteit, is dat als je met het elektrische veld een molecuul een kant op stuurt, dan zal een molecuul, dat vanuit de tegenovergestelde richting komt, juist de andere kant op gaan. Contact is hierdoor dus onmogelijk.

Met zijn groep ontwierp en bouwde Van de Meerakker een opstelling om deze onmogelijke geachte situatie te omzeilen. Deze combineert een 2,6 meter lange Stark de-accelerator met perfect getunede elektrische velden die ervoor zorgen dat de twee molecuulbundels, op het juiste punt én onder een minimale hoek, bij elkaar komen. Dit maakt het ook mogelijk om spectroscopische metingen te doen en de hoek te bepalen waaronder de moleculen uit de botsing komen. Het voorspelde effect bij lage botsingsenergieën kwam daarbij glashelder voor de dag.

‘Dat we aan de vooravond staan om dit te realiseren, daar durfden we een paar jaar geleden nog niet van te dromen’

Bas van de Meerakker, Radboud Universiteit

Het experiment bewees verder ook nog de theoretische voorspelling dat er een verschil moest zijn tussen botsingen tussen ‘normaal’ ammoniak en ‘zwaar’ ammoniak met deuterium in plaats van waterstof, ofwel ND_3 . Zware moleculen ‘tunnelen’ trager en dus

zal het effect van inversie splitsing, en daarmee de verminderde interactiewaarschijnlijkheid, bij lage botsingsnelheden minder sterk naar voren komen. ‘Het experiment toonde dit perfect aan, vertelt Van de Meerakker trots.

Aan / uit

Ook in toekomstige projecten is er nog genoeg reden voor Karman en Van de Meerakker om samen te werken. Een geweldige vervolgstap is volgens beiden om gericht de dipool-switch aan en uit te zetten. Daarmee krijg je volledige controle over het chemische proces, iets wat tot nu toe onmogelijk is. Volgens Karman is het zelfs op twee manieren wel mogelijk: door de waarschijnlijkheid van een reactie te beïnvloeden of door juist controle te krijgen over de reactieproducten. Dat zal volgens Van de Meerakker experimenteel zeker tot nieuwe uitdagingen leiden. ‘Maar dat we aan de vooravond staan om dit te realiseren, daar durfden we een paar jaar geleden nog niet van te dromen.’

Chang, Y., van Roij, A.J.A., Kuijpers, S. *et al.* *Evolution of dipole–dipole dynamics in cold ammonia collisions*, Nature Chemistry (2026), [doi:10.1038/s41557-026-02270-y](https://doi.org/10.1038/s41557-026-02270-y)

 Theoretische Chemie



Martijn Boerkamp

20 oktober 2026



Nog geen opmerkingen

Alleen geregistreerde gebruikers kunnen opmerkingen bij dit artikel plaatsen.

[Aanmelden](#) of [registreer](#) om te reageren.

GERELATEERDE ARTIKELEN



19 okt 2026 –
[Enith Vlooswijk](#)

Over wasmachines en virusmakers

We vinden het vaak lastig te accepteren dat een machine iets beter kan dan de mens, weet columnist...



17 okt 2026 –
[Johan Sanders](#)

'Kijk bij FOAKs vooral ook naar kapitaalbehoefte'

De discussie over wat er nodig is om First of a Kind-fabrieken van de grond te krijgen spitst...



15 okt 2026 –
[Isabelle Kohler](#)

Your supervisor is not just your boss – and that may be the problem

A Dutch debate about over-supervision and a large international survey telling the same story: the supervisor relationship shapes...

12 okt 2026 –
[Marysa van den Berg](#)

XtRNA Bio bevrijdt 'gekaapt' tRNA en draait zenuwschade terug

Na mRNA en CRISPR-Cas dient de volgende biotech revolutie zich aan: tRNA therapieën. Het Nijmeegse XtRNA Bio ontwikkelt...

LEES MEER ARTIKELEN

NIEUWSTE

MEEST GELEZEN



