

University of Groningen

Laser cooling, trapping and spectroscopy of calcium isotopes

Mollema, Albert Kornelis

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

2008

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Mollema, A. K. (2008). *Laser cooling, trapping and spectroscopy of calcium isotopes*. s.n.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Nederlandse samenvatting

Het uiteindelijke doel van het project dat beschreven staat in dit proefschrift (het zogenaamde Al⁴¹Catraz project) is om een apparaat te bouwen dat in staat is de hoeveelheid van een specifiek soort calcium, het ⁴¹Ca isotoop, te meten in een natuurlijk monster van natuurlijk calcium, dat voornamelijk bestaat uit ⁴⁰Ca. Een dergelijke bepalingmethode heeft toepassingen in biomedisch en archeologisch onderzoek. Als biomedische toepassing zou het gebruikt kunnen worden als meetmethode bij het onderzoek naar de precieze rol van calcium in het menselijk lichaam. Slechts één op de 1000 000 000 000 000 calciumatomen is een ⁴¹Ca atoom. Door deze lage concentratie is het mogelijk om deze concentratie kunstmatig met bijvoorbeeld een factor 1000 te verhogen zonder dat er gevaar voor de patiënt ontstaat. Hierdoor is het mogelijk om calcium in het lichaam te “labelen”. Op deze manier is onderzoek te doen naar hoe het lichaam precies met calcium omgaat. Dit is relevant onderzoek voor bijvoorbeeld de bestrijding van osteoporose. De archeologische toepassing van de methode maakt gebruik van het feit dat ⁴¹Ca licht radioactief is. ⁴¹Ca vervalt daardoor langzaam, en als er vanuit gegaan kan worden dat er geen ⁴¹Ca bijgemaakt wordt, kan uiteindelijk uit de gemeten concentratie van ⁴¹Ca afgeleid worden hoe oud een bepaald monster is.

De belangrijkste experimentele techniek die gebruikt wordt bij dit experiment is laserkoeling. Door middel van laserlicht met de juiste frequentie kunnen atomen worden afgeremd en uiteindelijk in een val, de zogenaamde *magneto-optical trap* (MOT), worden opgesloten. De precieze frequentie van het licht dat nodig is om interactie te kunnen hebben tussen het laserlicht en het af te remmen atoom is voor ieder isotoop net een beetje verschillend. Door de frequentie van het laserlicht nauwkeurig af te stemmen kan een specifiek isotoop worden afgeremd en opgesloten. Op deze manier kan onderzoek gedaan worden naar afzonderlijke isotopen van calcium.

De reeds genoemde zeer lage concentratie van ⁴¹Ca geeft de moeilijkheid en de uitdaging van het project aan. In het proefschrift worden twee belangrijke aspecten van dit project beschreven. Allereerst een fundamenteel-wetenschappelijk aspect, waarbij het gedrag van calciumatomen tijdens het laserkoelen en invangen wordt bestudeerd. Deze kennis is nodig om de bepalingmethode succesvol verder te kunnen ontwikkelen. Er is gemeten hoe lang de atomen in de val kunnen blijven bij verschillende omstandigheden. Verder is de temperatuur van de atomen in de val bestudeerd. Afhankelijk van de instellingen van het experiment zijn temperaturen gemeten tussen 2 en 10

mK, een paar duizendste graad boven het absolute 0-punt (ongeveer -273°C). Met deze data zijn een aantal modellen getest die de temperatuur in een door ons gebruikte val voorspellen.

Een tweede aspect dat beschreven wordt in dit proefschrift is van meer technologische aard. Om laserkoelingexperimenten uit te kunnen voeren is het erg belangrijk dat de precieze frequentie van het laserlicht volledig onder controle is. In het proefschrift staat een nieuwe methode beschreven die hiertoe gebruikt kan worden die eenvoudig is toe te passen en minstens zo nauwkeurig is als de meer complexe standaard technieken die hiervoor traditioneel worden toegepast.

Geconcludeerd kan worden dat hiermee twee belangrijke stappen in de richting van het uiteindelijke doel zijn gezet. Er is echter nog een lange weg te gaan voor dat er sprake zal zijn van een werkende opstelling waarmee de ^{41}Ca -bepalingen gedaan kunnen worden. Het verbeteren van de gevoeligheid van de methode lijkt daarbij de grootste uitdaging te vormen.