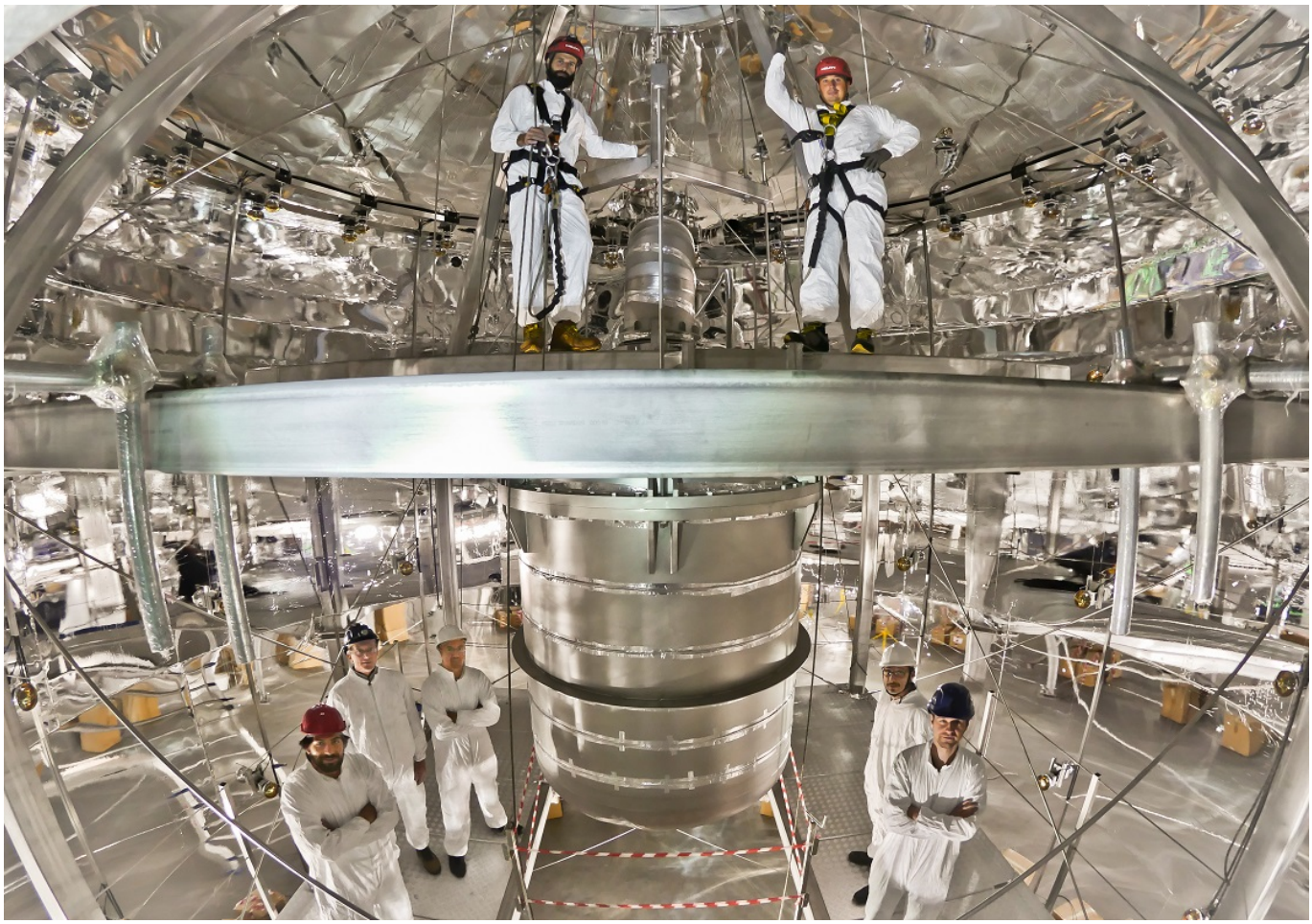
Het traagste radioactieve verval ooit

Onderzoekers hebben in Italië in het ondergrondse Gran Sasso-laboratorium het traagste radioactieve verval ooit gemeten. Het resultaat is een spin-off van de speurtocht met het XENON-experiment naar donkere materie, waarbij een paar ton vloeibaar xenon wordt gebruikt.

Bron: persbericht Nikhef/UvA.



Afbeelding 1. Het XENON1T-experiment.Afbeelding: XENON1T collaboration.

De halfwaardetijd voor het effect dat de XENON-onderzoekers vorige week in Nature publiceerden is een wereldrecord: 18 miljard biljoen jaar – 18 gevolgd door 21 nullen, dus. Dat is meer dan een biljoen maal (1.000.000.000.000 maal) langer dan de leeftijd van het

universum.

Bijna stabiel

‘Voor menselijke maatstaven noem je zoiets gewoon stabiel, maar er is echt een meetbaar verval’, zegt onderzoeker prof. Patrick Decowski (Nikhef/UvA). ‘Dat we een betrouwbare waarde vinden, geeft vooral ook aan hoe precies we dit soort effecten kunnen meten.’

De metingen zijn gedaan aan een zeldzame vorm van het element xenon: het isotoop Xe-124. In het experiment zat tijdens de metingen 3,2 ton ijskoud vloeibaar xenon, waarvan van nature een deel Xe-124 is. Onderzoekers van de universiteit van Münster hadden het voortouw in de metingen.

In een halfjaar meettijd werd in dat volume xenon welgeteld 126 keer een verval gezien. Dat was voldoende voor een goede schatting van de halfwaardetijd van het verval: de tijd waarin het aantal radioactieve kernen is gehalveerd.

Zeldzaam verval

In Xe-124 komt zogeheten *double electron capture* voor, een zeldzaam radioactief verval waarbij twee protonen in de atoomkern tegelijk een elektron uit de binnenste schil van het atoom invangen. Daarbij worden de protonen in de kern omgezet in neutronen, zodat een heel nieuw chemisch element ontstaat: tellurium. Bij het proces komen ook twee neutrino’s vrij.

Het proces veroorzaakt bovendien veranderingen in de elektronenwolk rond de kern. Als elektronen uit een hoger gelegen baan de gaten in de binnenste schil opvullen, komt straling met een heel bepaalde energie vrij. Die blijkt met de detectoren van XENON te meten, vooral omdat het een proces met weinig energie is, terwijl veel hinderlijke achtergrondstraling juist meer energie heeft.

Meer dan een record

De metingen hebben behalve het meetrecord ook wetenschappelijk belang, zegt Decowski. ‘Het atoomkernmodel voor een groot atoom als xenon is nogal ad hoc beschreven. Met meer meetgegevens is dat model te verbeteren.’

Een beter begrip van xenon heeft daarmee waarde voor het XENON-experiment zelf. Daarin wordt gezocht naar dubbele lichtflitsen die ontstaan als een donkere-materiedeeltje een xenon-kern vol raakt. Door de versnelling ontstaat licht, en kort erna kan ook van losgeslagen elektronen nog licht worden waargenomen.

De tweevoudige lichtflits is de signatuur voor de gezochte donkere materie. XENON hangt vol met lichtdetectoren om zulke effecten te zien.

Donkere materie

Donkere materie is een van de raadsels in de hedendaagse natuurkunde. In het heelal is met name in sterrenstelsels duidelijk meer massa aanwezig dan de massa van de sterren die we zien. Wat die donkere materie vormt is onbekend. In theorie kunnen het onbekende deeltjes zijn, die niet in het standaard deeltjesmodel voorkomen.

Tot nog toe heeft XENON nog geen donkere materie gevonden. Momenteel wordt het experiment uitgebreid naar ruim 8 ton xenon. Nikhef en UvA zijn nauw betrokken bij de uitbouw, die het experiment tienmaal gevoeliger zou moeten maken.

Onderzoeker prof. Auke-Pieter Colijn (Nikhef/UvA) is technisch coördinator van die upgrades. ‘Dit resultaat geeft aan dat we zeer zeldzame gebeurtenissen kunnen waarnemen. Met onze XENONnT-detector kan dat alleen maar beter worden’, zegt hij.

Referenties

Observation of two-neutrino double electron capture in ^{124}Xe with XENON1T, E. Aprile et al., Nature, april 2019.

Meer over het XENON-experiment op de Quantum Universe-website:

- *Kijkje in de wetenschap: Patrick Decowski*
- *Op zoek naar donkere materie*
- *De zoektocht naar donkere materie (1)*
- *De zoektocht naar donkere materie (2)*