

Meer over muonen

Op 11 januari - de sterfdag van twee van de hoofdrolspelers in de anekdote rond de ontdekking van het muon - plaatsten we een [artikel over dat bijzondere deeltje](#). De titel, "Who ordered that?" was gebaseerd op de uitroep van Isidor Rabi destijds, die zich afvroeg wat muonen in hemelsnaam aan de natuurkunde hadden toe te voegen. Henry Reich, van het YouTubekanaal [Minutephysics](#), vroeg zich recent kennelijk hetzelfde af, en kwam met maar liefst drie instructieve korte animatiefilmpjes over muonen.

Een eerste vraag is natuurlijk: hoe maak je eigenlijk muonen? De zware broertjes van de elektronen komen op aarde van nature niet voor, en dus zijn er twee mogelijkheden: ze opvangen uit het heelal (daarover later meer), of ze maken in een deeltjesversneller. Hoewel dat laatste min of meer vanzelf gebeurt in botsingsprocessen in deeltjesversnellers, is de fysica erachter nog niet zo vanzelfsprekend. Muonen ontstaan namelijk niet onmiddellijk als je een proces genoeg energie meegeeft, maar worden gevormd uit een tussenproduct: pionen. In zijn filmpje "How to make MUONS" legt Reich dit in detail uit:

Daarmee is de vraag "Who ordered that?" - oftewel: wat hebben we eigenlijk aan die muonen? - echter nog niet beantwoord. Een leuke toepassing van deze deeltjes noemt Reich in een tweede filmpje: omdat muonen zo sprekend op elektronen lijken, kun je ze gebruiken om atomen en zelfs moleculen te bouwen. Een waterstofmolecuul met muonen in plaats van elektronen lijkt bijvoorbeeld sprekend op een gewoon waterstofmolecuul, maar het is instabiel en, interessanter, een heel stuk kleiner. Dat laatste maakt een proces mogelijk dat voor gewone waterstofmoleculen nog altijd niet in het laboratorium gerealiseerd is: koude kernfusie. Helaas niet op een manier waarmee we ook netto energie kunnen winnen, maar interessant is het wel, zoals blijkt uit het filmpje "Legitimate Cold Fusion Exists".

Tot slot het verschijnsel waardoor muonen misschien wel het meest bekend zijn: we kunnen ze hier op aarde opvangen als gevolg van [kosmische straling](#) uit het heelal. Het bijzondere

daaraan is dat dat volgens de klassieke fysica helemaal niet zou moeten kunnen: muonen leven veel te kort (maar zo'n 2 microseconden) om volgens Newtons wetten op het aardoppervlak aan te komen. Dat we de muonen hier toch meten, komt door effecten uit de speciale relativiteitstheorie: hun "te lange" levensduur kan ofwel gezien worden als een voorbeeld van lorentzcontractie (als we het proces vanuit de aardse waarnemer bekijken), ofwel als een voorbeeld van tijddilatatie (als we het proces vanuit het muon zelf bekijken). In een derde filmpje, "Impossible Muons", legt Reich deze processen nog eens uit.

We zien: ondanks de kreet "Who ordered that?" valt er met muonen voldoende interessants te beleven!