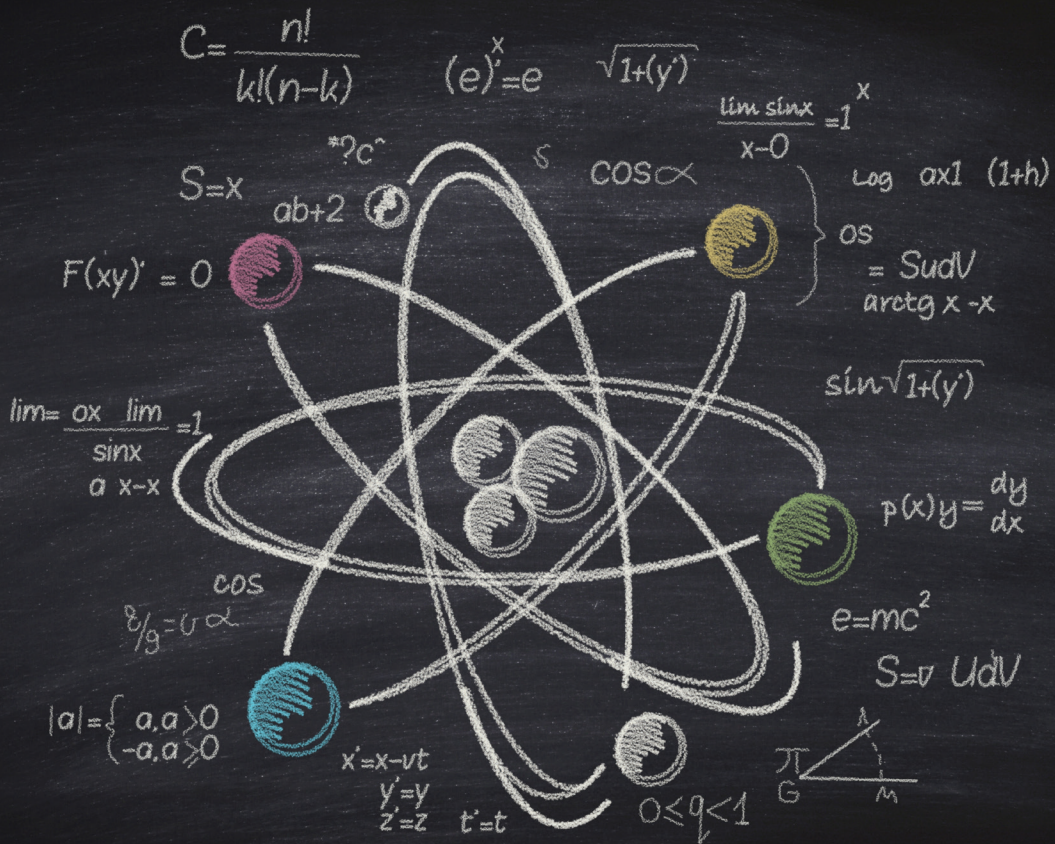


# anThropos

Verenigingsblad der Studievereniging Medische Natuurwetenschappen

N° 5 | Juni 2021



- PAGINA -  
8

“Kijk hier als je benieuwd bent naar het gastverhaal van Juan Rojo!”



- PAGINA -  
10

“Doe de quiz en kom erachter wat deeltjes over jou zeggen!”



## Inhoudsopgave

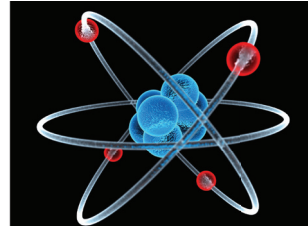
- |  |  |
|--|--|
| <b>3</b> Woord van RedacCie                            | <b>14</b> Puzzel   |
| <b>4</b> Woord van Bestuur                             | <b>16</b> Atomaire ontdekkingen                            |
| <b>5</b> Het atoommodel door de jaren heen             | <b>18</b> Column: genieten alsof mijn leven er vanaf hangt |
| <b>8</b> Anomaly! Charting the inner life of particles | <b>20</b> Atoom en maatschappij                            |
| <b>10</b> Quiz: wat deeltjes zeggen over jou!          | <b>22</b> RedacCie's Choices: vakantieactiviteiten         |
| <b>12</b> Snaartheorie                                 | <b>24</b> Mensen van Mens                                  |
|  | <b>27</b> Pleinvraag                                       |

# Woord van RedacCie

Tekst door: Jeroen Meijer

Lieve leden,

Ik denk dat ik voor iedereen spreek als ik zeg dat het licht aan het einde van de tunnel steeds feller begint te schijnen. Waar ons geduld de laatste maanden tot het uiterste werd gedreven, staat de beloning nu toch echt op de deur te kloppen. Zelf kan ik niet wachten om een mooie, versoepelde zomervakantie in te gaan. Maar voor die tijd staat de laatste Anthropos van dit academische jaar nog op het menu!



In deze editie gaan we ons verdiepen in de basis van alles om ons heen: de atoomwereld. Van proton tot neutron, van kern tot elektron, van kwantum tot molecuul (knipoog). We zoomen in op de ontwikkelingen op dit gebied de laatste jaren, maar ook de eeuwen daarvoor worden belicht. Daarnaast heeft Mr Kwantum, Juan Rojo, zijn kennis en schrijfkunst voor de RedacCie ingezet, en dus voor jullie! Blader snel door naar pagina 8 om zijn verhaal te lezen. Omdat de zomer ook voor de deur staat, hebben we ook wat zomerse content voor jullie geregeld. We hebben bijvoorbeeld wat tips voor je op een rijtje gezet om eens wat anders te doen deze zomer, dus kijk op pagina 22 als je wat inspiratie kan gebruiken!

Deze editie zal hopelijk ook het einde betekenen voor de AnthroPost: de thuisbezorgservice van de Anthropos. We hopen dat jullie na de zomer de Anthropos weer in de Mens-kamer kunnen lezen en ophalen, zodat de postbode er niet meer aan te pas hoeft te komen.

Dan rest mij alleen nog jullie een hele fijne, welverdiende vakantie toe te wensen. Verban Zoom even tot de periferie van je geheugen, en gooi de beentjes even goed omhoog. Of je nou op vakantie gaat of niet: geniet van je vrije weken!

Veel leesplezier!

Jeroen Meijer  
Voorzitter RedacCie

PS: Ja, helaas schrijf je 'kwantum' echt zonder q.

## Colofon

### Anthropos

Jaargang 22  
Nummer 5  
Juni 2021

### Oplage

200 exemplaren  
1e druk

### Drukker

BladNL

### Contact

redaccie@mens-vu.nl

### RedacCie

Jeroen Meijer  
Charlotte van den Brink  
Anouk Nijman  
Merel Kouwenhoven  
Isabel Schrijvers  
Rens Ursem  
Naomi Duits

### EindredacCie

Isabel Schrijvers  
Jeroen Meijer

De Anthropos is het verenigingsblad van Mens, de Medisch Natuurwetenschappelijke Studievereniging, en is in volle glorie te bewonderen op [www.svmens.nl](http://www.svmens.nl)!





# Woord van Bestuur

Tekst door: Anna Prins

Lieve leden,

De tijd vliegt; de dagen worden langer, het kwik schiet omhoog en inmiddels staat de vakantie alweer bijna voor de deur. We kijken als bestuur terug op een bevlogen half jaar. Ondanks dat corona misschien iets te vaak om het hoekje kwam kijken, hebben we er met zijn allen toch iets heel leuks van gemaakt!

Het deed ons goed elkaar de afgelopen tijd weer in het echt te kunnen zien. Smullend tijdens de Tasty Walk, sportend tijdens de SportCie activiteiten, of aandachtig luisterend naar een lezing of workshop. En we zullen het collegejaar afsluiten met nog twee gezellige activiteiten van de SportCie en AC!

Als bestuur zijn we bezig geweest met de Commissieleden Activiteit, het uitbrengen van merchandise, en zijn we alle zaken aan het afronden voor het eind van het collegejaar. We zijn ook druk bezig met de voorbereidingen voor het nieuwe collegejaar: een jaar waar we hopelijk weer terug naar het oude normaal kunnen. Maar dat is een zorg voor later. Het is nu eerst tijd voor vakantie! Geniet van het weer, rust uit, en neem de tijd om lekker niks te doen. Jullie hebben het verdiend. Zo komen we jullie volgend jaar dan weer fris, fruitig, uitgerust, en vol goede moed tegemoet.

Fijne vakantie en hopelijk tot snel!

Namens Bestuur '21,

Anna Prins

*Voorzitter der XXIe Bestuur*





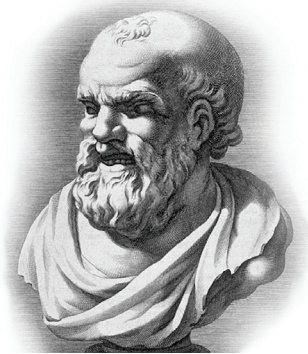
# Het atoommodel door de jaren heen

Tekst door: Jeroen Meijer

**D**e mensheid is al sinds haar bestaan geïnteresseerd in de opbouw van... eigenlijk alles. Hoe is mijn huis gebouwd? Hoe zit mijn koe in elkaar? Hoe zit ik in elkaar? Veel van die vragen zijn vrij makkelijk te beantwoorden; sloop het, en je hebt je antwoord. Toch kom je ooit op een punt dat slopen niet meer gaat, terwijl je dat nog wel graag zou willen. Dan blijf je met de vraag zitten: hoe ver kan ik doorgaan met slopen? In andere woorden: wat is de kleinste bouwsteen van materie? Deze vraag houdt de mensheid al eeuwenlang bezig; tijd voor een tijdlijn.

## Oudheid

De oude Grieken waren al veel bezig met wetenschap, al werd dat toentertijd wat anders vormgegeven dan nu. Wetenschap kwam namelijk grotendeels overeen met filosofie. De theorieën die toen heersten waren dan niet gebaseerd op empirische data. De Grieken gingen graag tegen elkaar in, en dat was in dit vraagstuk niet anders. Vooral Aristoteles en Democritus vlogen elkaar in de haren. Laatstgenoemde dacht dat je materie niet oneindig kon blijven opdelen, maar dat je uiteindelijk op een 'ondeelbaar' (a-tomos) deeltje uit zou komen. Aristoteles kon zich hier dan weer niet in vinden; hij dacht dat alles uit de vier elementen was opgebouwd: water, vuur, aarde en lucht. Omdat hier nog enigszins bewijs voor geleverd kon worden met simpele experimenten, had deze theorie de meeste aanhangers. Eeuwenlang hoorde je dan ook niet zo veel meer over atomen, niet allerminst omdat Democritus en zijn theorie in het hokje 'goddeloos' werden geplaatst. Maar alles veranderde toen de vuurnatie aanviel... En als ik vuurnatie zeg, bedoel ik natuurlijk de Verlichting.



## Verlichting

Een nieuwe uitdager voor Aristoteles kwam in de vorm van de Ierse Robert Boyle. Waar Democritus vooral uit een filosofisch perspectief dacht, had Boyle ook een empirische zaag om aan de poten van de elementenstoel van Aristoteles te zagen. Hij onderzocht voornamelijk gassen, wat resulteerde in de Wet van Boyle: het product van het volume en de druk van een (ideaal) gas blijft constant bij samenpersing van dit gas (goed onthouden voor thermodynamica, kinders). Nu er ook experimenteel bewijs voor atomen en tegen de elemententheorie begon te komen, begon deze toch echt te wankelen.



SOLVAY CONFERENCE 1927

copyrighted by posthous.com

A. PICARD E. HENRIOT P. EHRENFEST ES. HERSHEL TH. DE DONDER E. SCHRÖDINGER E. VERSCHAFFELT W. PAULI W. HEISENBERG R.H. FOWLER L. BELLOVIN  
 P. DEBYE AL. EINSTEIN W.L. BRADG H.A. KRANERS P.A.M. DIRAC A.H. COMPTON E. W. BRODIE M. BORN N. BOHR  
 I. LANGMUIR M. PLANCK MIRA CURIE H.A. LORENTZ A. EINSTEIN P. LANGÉVIN CH. GLAUZ C.E.L. WILSON G.W. RICHARDSON  
 Assists: St. W.H. BRADG, H. DESLANDRES et F. VAN AUWER

De knock-out voor Aristoteles werd in het begin van de negentiende eeuw gegeven door de Engelse scheikundige John Dalton. Hij stelde een theorie op die stelde dat materie bestond uit kleine deeltjes (atomen), en dat er verschillende elementen zijn die in atoommassa van elkaar verschillen. Daarnaast beweerde hij dat chemische reacties in essentie een herschikking van de atoomsamenstelling van substanties zijn. Deze theorie komt nog steeds grotendeels overeen met de huidige scheikundige opvattingen, daarom wordt Dalton als een van de grondleggers van de moderne scheikunde gezien. Waar hij alleen nog niet helemaal uit was, was wat de eigenschappen van zo'n atoom nou eigenlijk zijn. Hiervoor gaan we door naar de gouden generatie van de twintigste eeuw.

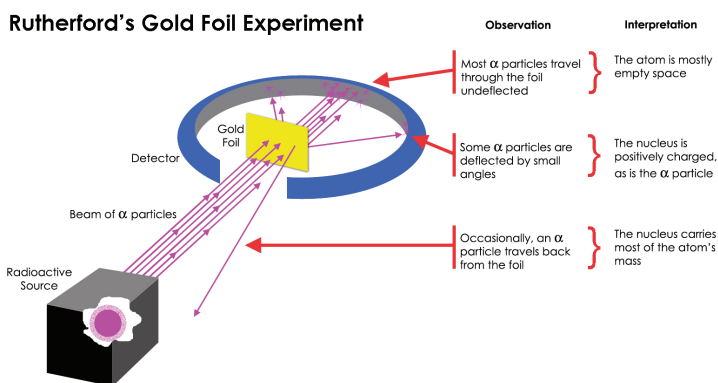
## De twintigste eeuw

Rond de eeuwwisseling van de negentiende naar de twintigste eeuw en de decennia daarna volgden ontdekkingen op atoomniveau elkaar in rap tempo op, dus fasten your seat belts. Veel ontdekkingen betekent ook veel ontdekkers; tijd om een recordpoging te doen voor zo veel mogelijk bollebozen op één foto. Op de Solvay-conferentie van 1927 hebben ze er een aardige gooi naar gedaan. Dit artikel is zeker te kort om ze allemaal de eer te geven die ze verdienen, maar de kans is groot dat jullie van de meesten op de foto wel van naam kennen. Dat geeft wel aan hoe snel alles toen achter elkaar ontdekt werd.

Niet aanwezig op de beroemde foto, maar wel het benoemen waard: in 1904 had Joseph John Thomson al een einde gemaakt aan het idee dat het atoom, zoals zijn naam doet vermoeden, een ondeelbaar deeltje was. Hij had namelijk het bestaan van elektronen bewezen, en steunde daarom een nieuw atoommodel: een positief geladen bolletje, met elektronen aan het oppervlak geplakt (het plum pudding- of krentenbolmodel). Het was namelijk al bekend dat het atoom in zijn geheel neutraal is; door het ontdekken van elektronen werd dus ook meteen het bestaan van een positief geladen tegenhanger aangedragen. Merkwaaardig is overigens wel dat onderzoek naar elektriciteit al veel langer gaande was, maar nu was er dus ook een link naar het atoom.

Veel van het onderzoek naar de atomaire structuur hing samen met het onderzoek naar radioactiviteit. Henri Becquerel had ook al bewijs gevonden dat het atoom wel degelijk deelbaar is, omdat hij radioactiviteit had waargenomen. Wilhelm Röntgen en het echtpaar Pierre en Marie Curie (de Bonnie en Clyde van de radioactiviteit, met een even tragische dood die jullie zelf mogen Googelen) hadden al baanbrekende ontdekkingen gedaan, maar Ernest Rutherford deed er nog een schepje bovenop. Hij ontdekte dat er vele varianten waren van straling, met elk verschillende eigenschappen. Hij maakte het onderscheid tussen alfastraling en bètastraling. Hij gebruikte de eigenschappen van deze stralingssoorten om zijn beroemde goudfolie-experiment uit te voeren, en zo tot een nieuw atoommodel te komen. Hij stelde voor dat een atoom bestaat uit een kleine, positieve kern, en dat de negatieve elektronen hier in banen omheen cirkelen.

Het model van Rutherford werd een paar jaar later aangepast door Niels Bohr; hij stelde dat elektronen verdeeld waren over meerdere schillen, met elk een ander energieniveau. Het verschil in energie tussen deze verschillende elektronenschillen is de basis van de gekwantificeerde aard van energie; deze is niet continu, maar bestaat uit discrete stapjes. Met een beetje hulp van Max Planck en Albert Einstein kwam de theorie tot stand dat elektronen een schil kunnen opschuiven door een specifieke hoeveelheid energie te absorberen of los te laten.



Het model van Bohr komt grotendeels overeen met het atoommodel zoals we het vandaag de dag hanteren. Tegenwoordig denken we echter in orbitalen en niet in schillen, maar dat zal ik voor jullie eigen bestwil even links laten liggen. Hoewel er al veel is ontdekt op het gebied van het atoom, zijn we waarschijnlijk nog lang niet klaar. Er worden nog steeds nieuwe deeltjes ontdekt en nieuwe theorieën bedacht (zie de artikelen over nieuwe ontdekkingen en snaartheorie in deze Anthropolos als je er geen genoeg van krijgt). Er is dus nog hoop als je een nieuwe ontdekking wil doen! Of niet, als je liever een krentenbol eet dan er een model van maakt.

Referenties:

- Berryman, S. (2016). Democritus. Geraadpleegd op 30 mei 2021 van <https://plato.stanford.edu/entries/democritus/>.
- Bertsch G.F. (2021). Atom. Geraadpleegd op 30 mei 2021 van <https://www.britannica.com/science/atom>.
- Khan Academy. (z.d.). Dalton's atomic theory. Geraadpleegd op 30 mei 2021 van <https://www.khanacademy.org/science/ap-chemistry/atoms-compounds-ions-ap/compounds-and-ions-ap/a/daltons-atomic-theory-version-2>.
- Storyboard That. (z.d.). Geschiedenis van The Atomic Model. Geraadpleegd op 30 mei 2021, van <https://www.storyboardthat.com/nl/lesson-plans/teaching-atomen/geschiedenis-van-atomaire-modellen>.
- Wikipedia. (2020). Internationaal Instituut voor Fysica en Chemie. Geraadpleegd op 30 mei 2021 van [https://nl.wikipedia.org/wiki/Internationaal\\_Instituut\\_voor\\_Fysica\\_en\\_Chemie](https://nl.wikipedia.org/wiki/Internationaal_Instituut_voor_Fysica_en_Chemie).



# Anomaly!

## Charting the inner life of elementary particles!

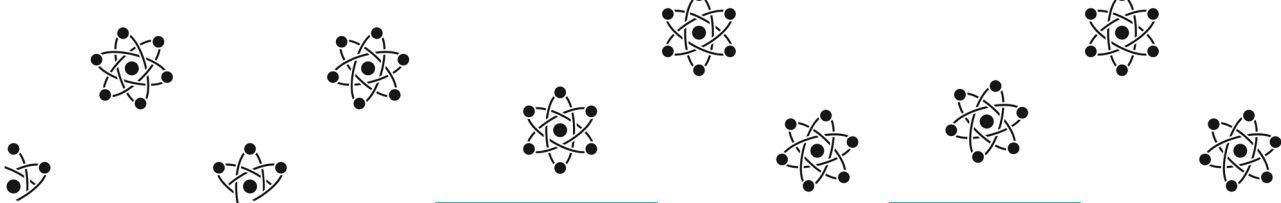
Text by: Juan Rojo

**M**any technologies at the core of modern medical treatments, from magnetic resonance imaging to proton therapy and positron emission tomography, are only possible thanks to the unique properties of quantum particles. However, this potential for life-saving applications was only realized much later than their original discovery. As is often the case, at the beginning we often fail to appreciate the true reach of the world-changing impact of breakthroughs in fundamental science, which (eventually) translate into novel technologies. Examples abound, from electricity and quantum physics to the internet and the GPS. The take-home message is that, while research in curiosity-driven fundamental science is fully justified as its own, it often leads to applications with direct impact in our everyday lives, such as those in the context of medical science enumerated above. Hence, it is not inconceivable to expect that ongoing cutting-edge research in particle physics, which may at first appear rather esoteric, might also be impactful within our lifetimes. So, what is going on in the world of elementary particles these days? Sometime worth writing home about?

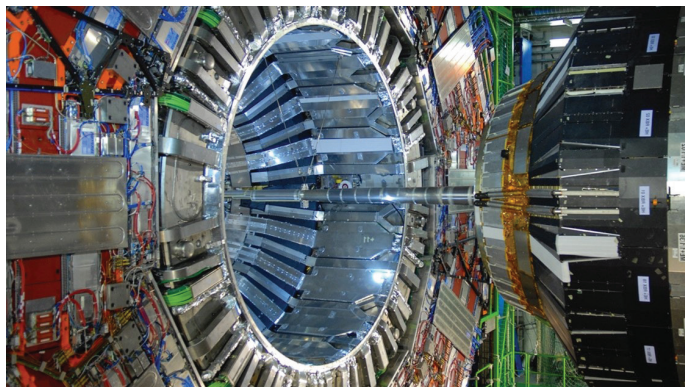
The most powerful microscope available at our disposal nowadays is the Large Hadron Collider (LHC), a humongous experiment located underneath Geneva in Switzerland. The LHC is part of CERN, the European laboratory of particle physics and a successful example of international collaboration at the highest level. Within its 27 km long tunnel, protons are accelerated to almost the speed of light and then made to collide. By analyzing the outcome of these dramatic collisions, using gigantic detectors as high as buildings, one tries to reconstruct how particles behave at the smallest possible distances and at the largest possible energies.

And why do we need to collide protons at these unprecedentedly large energies? Because the higher the energy, the better the chance to produce, via quantum processes, heavy particles that are not stable in Nature and hence that would otherwise remain hidden. This is for example how the Higgs Boson was discovered in 2012, 50 years later than its original prediction. The Higgs particle is a key ingredient of the modern understanding of elementary particles, providing a mechanism to explain why particles acquire their mass. And this is not some arcane, irrelevant property about which we could not care less: if the masses of elementary particles were just slightly different to their current values, atoms would become unstable and the universe as we know it would, simply put, not exist. So much for such an “irrelevant” piece of knowledge!

We learn in high school that all matter around us can be described with basically three particles: protons, neutrons, and electrons. In turn, protons and neutrons are composed of two types of elementary particles, called up and down quarks. But this is far from the whole story. We know from experiments such as the LHC that each of these elementary particles has two “copies” with larger mass and identical properties, as if they were triplets that somehow were born in different years. For instance, the electron has two heavier siblings, the muon and the tauon, which are unstable and hence do not form part of the building blocks of matter. We can only access their properties by means of dedicated high energy experiments.



Now, what is hot nowadays in the exciting and lively world of elementary particles? Precisely the growing suspicion that, despite a deep conviction held for almost a hundred years, electrons, muons, and taons might not be siblings at all, at most maybe second cousins. The reason for this change of perspective has been a series of measurements from the LHCb experiment at CERN, which study the decay of heavy particles known as beauty mesons.



These measurements appear to reveal that, after all, electrons, muons and tauons are affected by different forces. If confirmed, the discovery that the interactions of leptons (collective name for electron-like particles) are not “universal” would represent a dramatic paradigm shift in our understanding of elementary particles, with potentially far-reaching consequences in other areas of science such as nuclear physics and early-universe cosmology. Perhaps the most exciting aspect of this whole situation is that this is a completely unexpected “anomaly”. While many popular and more or less exotic models of new particles that could be found at the LHC have been proposed, from supersymmetric quarks to black holes and remnants of extra dimensions, none of these hypotheses have resisted the scrutiny of data. It could very well be that the legacy of the LHC, together with the Higgs, ends up being a portal to a new world of particles!

Now, a word of caution. As usual in frontier research, nothing is black or white, and nuances are at the order of the day. In particular, particle physicists are (or should) be very skeptical of making outlandish claims of discoveries, and apply stringent statistical requirements before they can safely uncork (and drink) the celebratory champagne bottle. In our jargon we say that there is evidence of some new phenomena when the probability of what we observe is being caused by some random noise is less than 0.13%, and of discovery when it is about one in three and a half million! Being “conservative” is essential: false positives are immensely harmful for the credibility of science, and in the same way that in our legal system someone is innocent until explicitly proven otherwise, also in particle physics new discoveries remain mere hypotheses until the weight of statistics leaves no other option available.

To conclude, I'd like to come back to the beginning. Shall we expect soon new applications or medical technologies to be developed thanks to the eventual discovery of lepton non-universality at the LHC? As it is well known, making predictions is difficult, especially about the future. But while direct applications of such exotic particle properties might be partly the realm of science fiction, those of the technologies developed to discover them are very real. From high-performance and distributed computing to machine learning and artificial intelligence, from ultra-sensitive detectors to novel particle accelerator technologies, we are today assembling the building blocks of tomorrow's “normal”. Maybe in a couple decades we will find ourselves in a hospital, and realise that the technologies used now to heal us were originally developed for “useless” research such as the discovery of novel fundamental forces at the smallest distances ever explored by humankind!

# Wat deeltjes zeggen over jou!

Quiz door: Rens Ursem

**W**aar voel jij je in je element? Voor sommigen is het in de buitenlucht, voor de meesten op de bank. Wij, Medische Natuurwetenschappers, zijn fundamenteeler van aard. Hoewel het curriculum beperkte verdieping biedt, mogen we niet klagen. MNW'ers moeten nu eenmaal links- én rechtshandig zijn, maar diepgaande deeltjeskennis mag niet missen. Maak tenminste deze leuke quiz voor fundamentele zelfkennis! Laten we detecteren welk partikel past bij jouw particuliere persoonlijkheid!

## 1. Deeltje in een trein, scenariovraag:

Op een plek van vier in de intercity zit je met je favoriete studiegenoot tegenover je de Anthropos te lezen. Wolfgang Pauli vraagt of hij erbij mag zitten. De trein is druk. What do you do?

- A. Er kan niemand meer bij
- B. Je schuift opzij

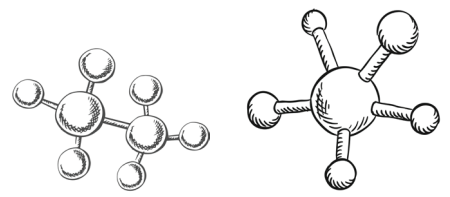
Met deze vraag testen we mooi of je innerlijke fermion/boson eigenschappen. Fermionen hebben een spin van veelvoud van  $\frac{1}{2}$  en kunnen elkaar uitsluiten als ze zich bevinden in eenzelfde staat. Dit wordt Pauli's exclusion principle genoemd. Mijnheer Pauli ziet dus gelijk jouw fermionische kwaliteiten. Anderzijds is het typisch boson van je dat er nog iemand bij past. Het is voor jou zelfs een fysische mogelijkheid door die specifieke spineigenschappen van je. Prrrr....

## 2. Je hebt nu les op de veertiende verdieping van het Hoofdgebouw. In de sprint van je leven ren je naar de lift en je ziet de deuren dichtgaan. Eigenlijk pas je er niet meer door!

- A. Ik wurm me er nog snel tussen door
- B. Dit past echt niet hoor

Echte die-hards tunnelen direct naar de veertiende verdieping, maar de kans dat dat jou lukt is klein. Jij, A, grijpt echter die kansdichtheid zodat je net op tijd bent voor je college. Ben jij B, dan erken je je macroscopische staat. Tunnelen doe je alleen in je gedachtewereld. Je bent een dromer, een visionair en te laat voor je college.





### 3. Insecurity intermezzo: Ben jij zeker van jezelf?

- A. Ja
- B. Waarschijnlijk wel
- C. Waarschijnlijk niet

Je bent prachtig zoals je bent. Weet je dit zelf al? Zo blijkt dat jij je niet laat leiden door statistiek. Het wordt moeilijker als je voor B of C hebt gekozen. Jij lijdt aan de golf-deeltje-dualiteit en bent afhankelijk van anderen voor de bevestiging dat je er als deeltje echt mag zijn. Zonder detectie is je enige zekerheid de statistiek. Niet getreurd. Kijk in de spiegel en dan zie je al snel dat je je in een super positie bevindt.

### 4. Iemand, één van de velen, verschijnt in je DM's! Jij weet er wel raad mee.

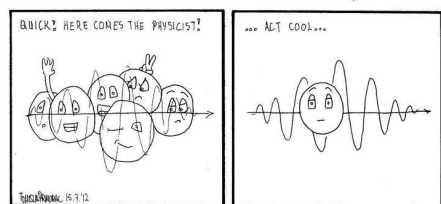
- A. Je botst tegen diegene aan tot die ontploft
- B. Je botst tegen diegene aan
- C. Je laat diegene staan

Het leven van een influencer heeft een grote molaire massa. Je straalt bovendien. Alleen is nu de vraag wat voor straling jij uitzendt én hoe je omgaat met je DM'er. Eén manier is met het gebruik van alfastraling. Deze meest ioniserende stralingssoort laat zien dat jouw persona er geen gras over laat groeien. Iets gematigder is optie B. Jouw aanpak lijkt hier op een bètastraler. Toch is de gammamethode ook uiterst effectief. Door te 'ghosten', zoals dat in vaktaal heet, laat je je innerlijke foton spreken.

### 5. Ben je allergisch voor water?

- A. Ja, ik reageer er heftig op
- B. Ja, maar niet ontzettend
- C. Nee

QUANTUM MECHANICS PARTICLE PRACTICAL JOKE



Niet de minste van ons deeltjesspectrum is de reactiviteit met water. Dit heeft natuurlijk alles te maken met verbinding. Je kunt afhankelijk zijn van je atomaire omgeving. Probeer open te staan voor nieuwe uitdagingen en andere deeltjes. Al ben je een alkalimetaal of een edelgas, oxidatiegevoelig of inert, de echte OG deeltjes gaan nooit weg.

$$x = x_1 + mt, y = y_1 + nt, z = z_1 + pt$$

$$x = x_1 + mt, y = y_1 + nt, z_1 = z + \frac{x - a}{m}$$

$$y^2 = 4a - 4a\sqrt{(x - c)}$$

$$-\frac{1}{e^x - 1} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{e^x}{x}$$

# De snaartheorie: een nieuwe manier van denken

Tekst door: Anouk Nijman

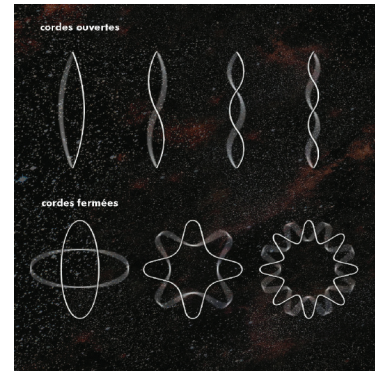
De afgelopen jaren is het nog erg lastig gebleken om de zwaartekracht binnen de huidige, meest gebruikte, kwantummechanische deeltjestheorie te voegen. Naast deze theorie is de afgelopen jaren ook een andere theorie in opkomst: de snaartheorie. Deze is nog niet zo goed onderzocht als de kwantummechanische deeltjestheorie (hierna te noemen huidige theorie), maar wordt door mensen die de groeiende hoeveelheid deeltjes binnen de huidige theorie niet meer aannemelijk vinden steeds vaker bekeken. Deze theorie, die aan het begin van zeventiger jaren echt vorm kreeg, omvat nog veel onzekerheid. Hierover later meer. Ondanks de grote onzekerheid en het vele onderzoek dat nodig is om deze ‘theorie’ realistisch te laten zijn, is de snaartheorie voor veel natuurkundigen veelbelovend genoeg om er onderzoek naar te doen en zijn er de afgelopen jaren vele boeken over gepubliceerd.

## Wat houdt de snaartheorie in?

De theorie stelt de deeltjes van de kleinst mogelijke schaal voor als snaartjes. De manier waarop die snaartje materie trilt zou dan bepalen welk deeltje het is. Elektron, foton, allemaal zouden ze anders trillen. Binnen deze theorie is de zwaartekracht wel te omvatten. Je zou namelijk de uiteinde van het snaartje aan elkaar kunnen knopen waardoor je een soort elastiekje krijgt, een gesloten snaar. Deze snaar zou dan geen massa hebben en een spin van twee. Dit zouden dan precies de eigenschappen van het graviton zijn, het deeltje dat voor de communicatie van zwaartekracht zou zorgen. Deze theorie zorgt voor een unificatie van de kwantummechanica van onder anderen Bohr en de relativiteitstheorie van Einstein. In de afbeelding zie je bovenaan de situatie waarbij de snaar niet gesloten is en op verschillende manieren trilt en onderaan een aantal mogelijke vibraties van de gesloten snaar. Daarnaast beschrijft de vergelijking van de snaartheorie niet één heelal, maar tien tot de macht vijfhonderd heelallen met ieder zijn eigen eigenschappen.

## Supersnaartheorie

Oude versies van de snaartheorie, waarbij supersymmetrie nog niet was opgenomen, beweerden dat er deeltjes zouden bestaan die sneller dan het licht gaan. Deze tachyonen kunnen in verband met de relativiteitstheorie echter niet bestaan. Supersymmetrie biedt hier een oplossing voor; het houdt in dat ieder deeltje een supersymmetrische tegenhanger heeft. Om de



$$\begin{aligned}
 & x + (-u+vy) + (3u+2v)z - 3u = 0 \quad (2u+v)x + (-u+v)y + (3u+2v)z - 3u \\
 & = x_1 + mt, \quad y = y_1 + nt, \quad z_1 = z + pt \quad x = x_1 + mt, \quad y = y_1 + nt, \quad z_1 = z + pt \\
 & = mz + a, \quad y = nz + b \quad \frac{x-a}{m} = \frac{y-b}{n} = \frac{z}{1} \quad x = mz + a, \quad y = nz + b \quad \frac{x-a}{m} \quad mz + a, \quad y = nz + b \quad \frac{x-a}{m} =
 \end{aligned}$$

$$(x+c)^2 + y^2 = 4a - 4a\sqrt{(x-c)^2 + y^2} + (x-c)^2 + y^2 \quad (x+c)^2 + y^2 = 4a - 4a\sqrt{(x-c)^2 + y^2} \quad (x+c)^2 + y^2 = 4a - 4a\sqrt{(x-c)^2 + y^2}$$

$$m \left( \frac{1}{x} - \frac{1}{e^x - 1} \right) = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{e^x - 1 - x}{(e^x - 1)^2} = \frac{1}{2} \quad \lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{1}{x} - \frac{1}{e^x - 1} \right) = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{e^x}{x(e^x - 1)^2} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{e^x}{x^2} = 0$$

fermionen vanuit het principe van een snaar te kunnen bekijken is deze supersymmetrie nodig. Sinds supersymmetrie is opgenomen in de snaartheorie wordt de theorie ook wel supersnaartheorie genoemd.

**Waarom domineert de kwantummechnische deeltjestheorie op dit moment?**

Tot op heden staat de snaartheorie, voor zover we het een theorie kunnen noemen, nog in de kinderschoenen. Het is namelijk tot op dit moment niet mogelijk om op basis van snaren voorspellingen te doen die we kunnen bevestigen of weerleggen met experimenten. Dit komt omdat de snaartjes een honderdduizendste van een miljardste van een miljardste van een miljardste millimeter zijn. Om deze te meten zou een energie nodig zijn die op dit moment deeltjesversnellers nog niet kunnen bereiken. Het bewijs dat er op dit moment geleverd wordt, net zoals bij onder andere supersymmetrie, bestaat voornamelijk uit wiskundige consistentie die met gedachte-experimenten getoetst kan worden. Verder lijkt het er nu op dat deze theorie alleen werkt in een negen ruimtelijke dimensie plus de dimensie tijd. De wereld om ons heen zou er echter maar drie hebben; lengte, breedte en hoogte. Er zijn wel manieren te bedenken waarop de andere dimensies wel aanwezig zijn, maar niet zichtbaar in ons dagelijks leven. Daarnaast hebben drie onderzoekers van de Shizuoka Universiteit en de Osaka Universiteit in 2011 een artikel uitgebracht waarin ze laten zien dat met behulp van een supercomputer de geboorte van ons universum wel te koppelen is aan de negen dimensies van de supersnaartheorie. De berekeningen lieten zien dat bij het ontstaan van het universum er negen spatiële dimensies waren, maar alleen drie van deze dimensie ooit expansie hebben doorgaan. Deze drie dimensies zijn dan ook oneindig groot en duidelijk aanwezig terwijl de andere zes zodanig klein zijn dat ze niet zichtbaar zijn.

*Wil jij meer weten over deze nieuwe manier van denken? Voor meer informatie kan je het boek 'de snaartheorie' van de Nederlandse natuurkundige Marcel Vonk of één van de andere vele boeken over deze theorie raadplegen.*

Referenties:  
 - (States News Service. (December 22, 2011 Thursday). THE MECHANISM THAT EXPLAINS WHY OUR UNIVERSE WAS BORN WITH 3 DIMENSIONS: A 40-YEAR-OLD PUZZLE OF SUPERSTRING THEORY SOLVED BY SUPERCOMPUTER. States News Service. [https://advance-lexis-com.vu-nl.idm.oclc.org/api/document?collection=news&id=urn:contentitem:54j3-pvs1-dyth-g278-00000-00&context=1516831](https://advance.lexis-com.vu-nl.idm.oclc.org/api/document?collection=news&id=urn:contentitem:54j3-pvs1-dyth-g278-00000-00&context=1516831))  
 - Dijkgraaf, R. (2002, juni). Zegetocht van snaren. De Academische Boekengids(33). Opgehaald van <https://www.nederlandseboekengids-com.vu-nl.idm.oclc.org/wp-content/uploads/2017/03/Zegetocht-van-de-Snaren.pdf>  
 - Keulen, J.-P. (2012). De deeltjesdierentuin. Amsterdam: Uitgeverij Unieboek.  
 - Antoniadis, Ignatios. (2005). Physics with Large Extra Dimensions and Non-Newtonian Gravity at Sub-mm Distances. 10.1007/978-3-540-71013-4\_10.



# Puzzel

## Sudoku

Puzzel door: Charlotte van den Brink

Bovenstaande sudoku is iets anders dat je gewend bent. Naast de gebruikelijke regels van een sudoku geldt namelijk nog een extra regel: ook de grijze blokken moeten de cijfers 1 t/m 9 elk één keer bevatten.

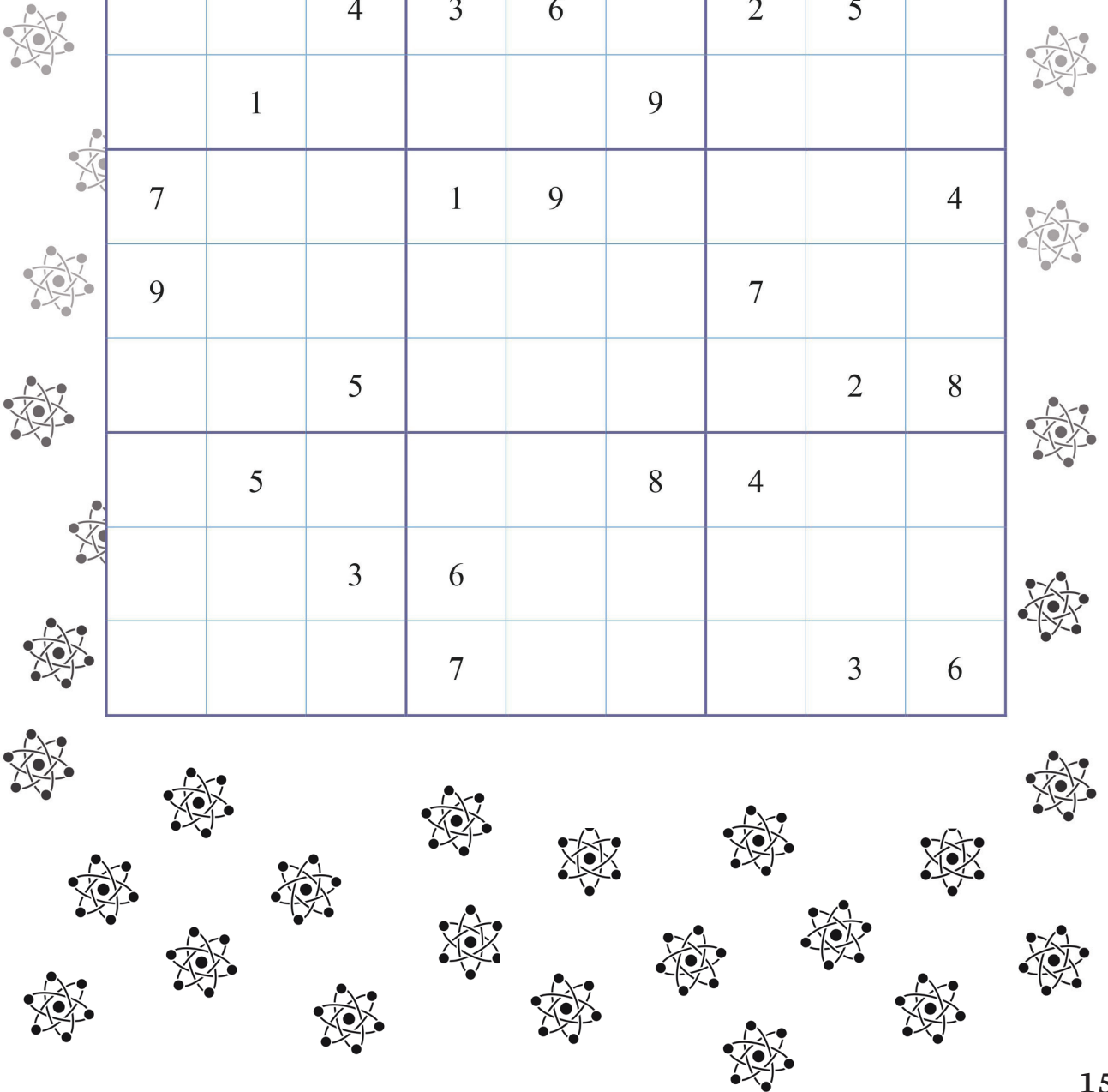
	5			2	9			
7				5	8			
		4						2
				6	2			3
1			8				7	
6	4				1		5	
	3		1	9				
		9	5			8		
		7				6	4	

# Puzzle

## Sudoku



	2				1		8	
		4	3	6		2	5	
	1				9			
7			1	9				4
9						7		
		5					2	8
	5				8	4		
		3	6					
			7				3	6



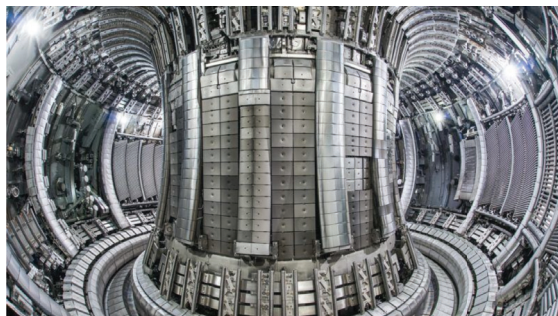
# Atomaire ontdekkingen

Tekst door: Merel Kouwenhoven

**E**r worden constant nieuwe ontdekkingen gedaan over kwantum, atomen en straling. Op bladzijde 5 is alles te lezen over de geschiedenis van het atoom, wat uiteindelijk heeft geleid tot wat wij nu leren bij MNW. Maar we hebben nog lang niet alles ontdekt. Elke dag worden er weer nieuwe ontdekkingen gedaan: kernfusie en tunnelende of pratende deeltjes? Daar moeten we het toch ook eens over gaan hebben.

## Kernfusie

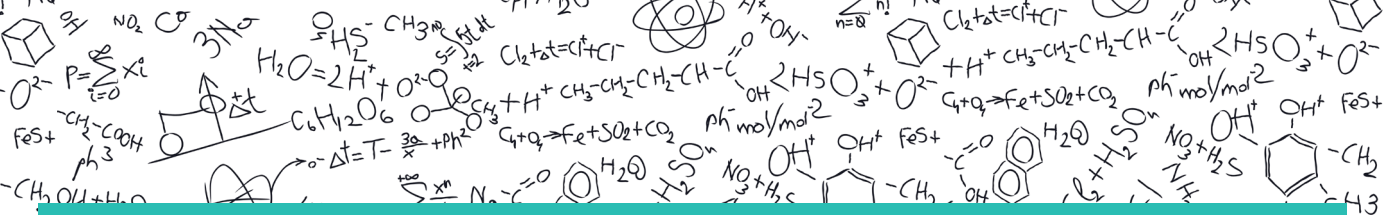
Zoals je misschien wel weet wordt er gebouwd aan een nieuwe kernfusiecentrale in Zuid-Frankrijk, de ITER. Deze moet over vijf jaar klaar zijn, waarna het plasma waar de reacties in gaan plaatsvinden eerst nog zo'n tien jaar moet blijven zitten om te observeren of het plasma zich op zijn gemak voelt in de reactor. Na die tien jaar zullen de kernfusies gaan plaatsvinden; twee waterstofkernen fuseren tot een heliumkern. Deze reactie vindt gewoonlijk plaats in de zon, en om deze omstandigheden na te bootsen moet de reactor opgewarmd worden tot wel honderdvijftig miljoen graden Celsius. Ook zullen er geen 'gewone' waterstofdeeltjes gebruikt worden, maar deuterium en tritium, waterstofkernen met één of twee neutronen in plaats van nul. Deze waterstof isotopen kunnen makkelijker met elkaar samensmelten dan gewoon waterstof.



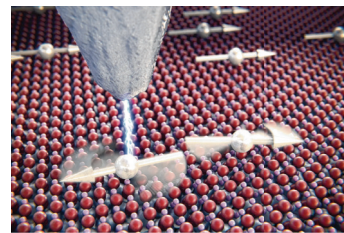
Als de fusies dan ook echt gaan plaatsvinden, zal de ITER volgens experts zo'n tien keer meer energie leveren dan hij gebruikt. De ITER is echter nog maar een experiment, en zal helaas geen stroom aan het elektriciteitsnet kunnen leveren. Ook is deze schatting alleen gebaseerd op hoeveel energie het kost om het plasma op honderdvijftig miljoen graden te houden, alle andere energieverbruiken zijn hier niet in meegenomen. Desalniettemin is de ITER een goed experiment om later grote stappen te kunnen maken in de groene richting. Een groot voordeel van kernfusie is dat het geen meltdown kan krijgen zoals in Tsjernobyl gebeurde, dat was namelijk een kernsplijtingscentrale. Bij kernsplijting heb je te maken met een kettingreactie die, in uitzonderlijke gevallen, uit de hand kan lopen wat catastrofale gevolgen kan hebben. Bij kernfusie heb je alleen te maken met een plasma en als daar iets niet goed gaat, komt alles gewoon tot stilstand.

## Pratende deeltjes

In je tweede jaar MNW bij het vak 'van quantum tot molecuul' heb je geleerd, of zal je leren, dat deeltjes een spin hebben. Heel simpel gezegd kan je dit zien als een soort kompasnaald die omhoog of omlaag kan wijzen. Als twee atomen met tegengestelde spin dicht bij elkaar komen worden ze als kwantitatief afhankelijk beschouwd. Het gedrag van het ene atoom heeft direct effect op dat van de ander, en zo kunnen ze met elkaar communiceren via hun spin. Als het kompasnaaldje van het ene atoom draait, zal dat van het andere atoom ook gaan draaien, en als ze dan samen draaien zijn ze in gesprek.



Bij het onderzoek heeft men twee titaniumatomen een nanometer uit elkaar geplaatst, waardoor ze elkaars spin konden voelen. Door een kort stroomstootje klapt de spins super snel om en gingen de spins samen oscilleren: de ene wees omhoog en de ander omlaag, en erna omgekeerd. Door een wat zwakker stroompulsje konden de onderzoekers meten welke kant de spins op wezen tijdens het oscilleren. Het resultaat was dus het gesprek.



De onderzoekers hebben ontdekt dat je met een stroomstoot de spin van een atoom kunt omklappen, maar dat je niet het hele systeem ermee verstoort. Het materiaal bepaalt het gesprek, mensen kunnen dit gesprek alleen op gang brengen. De onderzoekers hopen dat we in de toekomst dit gesprek ook kunnen manipuleren om zo het kwantum systeem aan te kunnen passen en meer te weten kunnen komen over kwantummechanica.

### DNA-mutaties door tunnelende deeltjes

Bij kwantum leer je niet alleen over spin, maar ook over tunnelen. Dat is wanneer een deeltje van de ene naar de andere plek gaat, zonder de weg ernaartoe af te leggen. Onderzoekers hebben ontdekt dat tunnelen van een waterstofkern, een proton dus, een rol kan spelen bij DNA-mutaties.

Een DNA-molecuul bestaat uit twee strengen die samen een dubbele helix vormen. De basen in deze strengen zijn verbonden door waterstofatomen. De waterstofatomen trekken de overstaande basen naar zich toe waardoor er een sterke verbinding ontstaat. Zo'n waterstofatoom kan tunnelen naar de overliggende base. Dit duurt meestal maar heel kort en dan springt het atoom weer terug. Als dit echter precies gebeurt voordat er DNA-replicatie plaatsvindt kan dit leiden tot een mutatie. Bij DNA-replicatie worden de strengen van elkaar los gemaakt en wordt er van elke streng weer een nieuw, dubbele helix DNA-molecuul gemaakt. Als het waterstofatoom tijdens de replicatie aan de verkeerde streng zit, ontstaat er een mutatie.

Er kunnen op de klassieke manier ook mutaties ontstaan, wanneer het atoom door thermische trillingen zo veel energie heeft dat het naar de andere streng springt. De onderzoekers hebben ontdekt dat de kwantumsprongen een best grote rol spelen in mutaties dus niet alleen een klassiek verschijnsel zijn, zoals eerst gedacht werd.

#### Referenties:

- Bouwman, H. (2021, 27 mei). Natuurkundigen hebben twee atomen ontdekt die met elkaar 'praten'. Geraadpleegd op 28 mei 2021 van Klazienaveen. <https://klazienaveen.nu/natuurkundigen-hebben-twee-atomen-ontdekt-die-met-elkaar-praten/>
- Inside the JET facility. (2017, 28 juni). [Foto]. Geraadpleegd op 28 mei 2021 van Euractiv. <https://www.euractiv.com/section/energy-environment/news/uk-willing-to-keep-funding-eu-nuclear-fusion-project-after-brexite/>
- Kesseler, A. (2021, 10 mei). Hoe zit het met deuterium-energie? KIJK Magazine. <https://www.kijkmagazine.nl/science/ho-zit-het-met-deuterium-energie/>
- Keulen, J. P. (2021, 30 april). Nog 5 jaar te gaan: wordt het nog wat met die kernfusie? Geraadpleegd op 28 mei 2021 van Het Parool. <https://www.parool.nl/wereld/nog-5-jaar-te-gaan-wordt-het-nog-wat-met-die-kernfusie-b86a43c9/>
- Schenk, D. (2021, mei 27). Afgelusterd gesprekje tussen spinnende atomen. Geraadpleegd op 28 mei 2021 van NRC. <https://www.nrc.nl/nieuws/2021/05/27/afgelusterd-gesprekje-tussen-spinnende-atomen-a4045172>
- Schenk, D. (2021, juni 6). Tunnelende deeltjes kunnen DNA-mutaties veroorzaken. Geraadpleegd op 28 mei 2021 van New Scientist. <https://www.newscientist.nl/nieuws/tunnelende-deeltjes-kunnen-dna-mutaties-veroorzaken/>
- TU Delft & Scixel. (2021, 27 mei). Een titaniumatoom (links) krijgt een pulsje waardoor zijn spin omklapt en vervolgens ook die van het atoom ernaast [Illustratie]. Geraadpleegd op 28 mei 2021 van NRC. <https://www.nrc.nl/nieuws/2021/05/27/afgelusterd-gesprekje-tussen-spinnende-atomen-a4045172>



# Corona column: genieten alsof mijn leven ervan af hangt

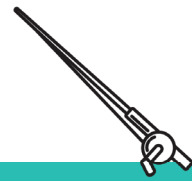
Tekst door: Anouk Nijman

**Vier muren, een plafond, je bureau. Een bureaustoel die net niet de juiste hoogte blijkt te hebben. Vierkante ogen van het licht dat uit je laptop komt. De docent die een vraag stelt precies als jij afgeleid bent door de vogel die langs je raam vliegt. Voor het eerst erger je jezelf aan de strepen op je ramen, die altijd lijken te ontstaan als je de ramen lapt. Twee keer per week je beddengoed wassen, omdat je er minstens vier keer zo vaak in ligt. Wandelen tot je voeten pijn doen. Tussen colleges even snel zuurstof happen op het dichtstbijzijnde grasveld. Een regenbui op je kop was voor het eerst iets minder erg dan binnen zitten. Om 7 uur 's avonds op de bank, want Rutte is op televisie. Persco, Persco, Persco. Wat was het een jaar. Het afgelopen jaar hebben we geleerd hoeveel vlekken er op onze muren zitten en zijn we erachter gekomen hoe goed de accu's van onze laptops echt zijn. Maar het einde is in zicht!**

Aan het begin van deze crisis, maart 2020, was ik bijna blij. Even tijd om te studeren en rustig bij te komen. Minder feestjes en samenkomsten en vooral minder treinreizen. In mei was ik nog zo optimistisch dat ik mijn verjaardagsfeestje besloot te verplaatsen naar juli. Natuurlijk had dat achteraf totaal geen nut. Met de tijd werd het lastiger om binnen te blijven en begon een gevoel van eenzaamheid en doelloosheid langzaam tussen de voegen van mijn muur naar binnen te glippen. Met het afschalen van de maatregelen in de zomer kwam er een lichtpuntje. Misschien even het land uit en ieder geval naar buiten. Het terras op, meerdere mensen op bezoek, genieten van het mooie weer in de achtertuin of in het park. Het was even nodig.

Door het afgelopen jaar ben ik alles meer gaan waarderen. Het klinkt misschien overdreven en zweverig, maar doordat veel niet meer vanzelfsprekend was, was alles zo veel meer waard. Ik ben erachter gekomen welke vrienden voor mij het belangrijkste waren. Wie er tijd voor mij vrij maakte om op 1,5 meter, al was het voor 10 minuutjes, elkaar eventjes te zien. En natuurlijk ook, voor wie wilde ik die tijd vrij maken.

We konden het natuurlijk verwachten, maar met die vrijheid kwam ook een tweede lockdown. Deze viel nog niet iets zwaarder. Genoeg genoten van alle rust en vrijheid. Ik wilde feestjes, ik wilde op elkaar gedrukt en bezweet op een festival staan, ik wilde samen drankjes doen in plaats van alleen. Anders dan sommige had ik geen studentenhuys waar ik nog kon genieten van de gezelligheid die mijn huisgenootjes zouden brengen. Aan de andere kant was ik blij, zou ik 24/7 met huisgenoten in één huis kunnen zitten? Alles had zijn voor- en nadelen. Ondanks dat de nadelen soms zwaarder voelde dan de voordelen wist ik ook, er komt ooit een eind. Ooit als we ons maar een beetje aan die maatregelen hielden. Nieuwsberichten vertelde mij vooral dat besmettingen onder studenten stegen en de studenten zich niet aan de maatregelen hielden. In mijn omgeving leek dat echter anders. Geen huisfeestje te bekennen, geen gek buitensporig gedrag, alleen afstand. Ben ik nou zo



gek of verzinnen ze dit? Tegelijkertijd stegen ook de depressies en de burn-outs onder deze studenten. Dat kan dan toch niet? Wat kan ik doen om mijn vrienden ervan te behoeden en mezelf te beschermen?

Met het genot en gezelligheid van de kerst en het nieuwjaar in mijn achterhoofd begon het volgende drama. Mensen op straat als boze kleine kinderen omdat iemand hen vertelde dat 10 uur bedtijd was. Dat je om 10 uur 's avond niet meer naar buiten mocht. En als dat nou de echte reden was, maar mensen zagen het als een excuus. Een excuus om buurten te teisteren, winkels te vernielen, mensen angst op te jagen en om de reeds overwerkte politie de stuipen op het lijf te jagen. Is door corona ook de menselijkheid verdwenen?

“Iedereen naar buiten, want waar kou is, komt iedere Hollander op af.”

Nee dat niet, want ondanks alle negativiteit begon ik me ook te verbazen over de creativiteit van mensen. Online spelletjesavonden en bierproeverijen, beerpong met eigen beker en eigen balletjes, wandelen langs gezellige eettentjes voor een lekkere warme chocolademelk en een broodje. Soms vergeet ik hoeveel we kunnen doen. Oneindige mogelijkheden. Toen de grond en de lucht wit kleurden en we weer over het water konden lopen en schaatsen, kwam de rust terug. Iedereen naar buiten, want waar kou is, komt iedere Hollander op af. Ondertussen is het einde echt in zicht. Ik kan hem voelen, zien, ruiken. Met de eerste prik in mijn arm, klaar om een plekje op het terras te bemachtigen, zit ik voor het eerst in een jaar tijd onvermoeid achter mijn laptop. Deze zomer weer even op vakantie, ik ga er zo van genieten. Weer gezamenlijk met een grote groep op het strand, in het park, drankjes doen en barbecuen. Mijn eerste festival ticket staat al klaar en ik sta te springen om hem te gebruiken.

Maar misschien nog het allerbelangrijkste, vanaf september waarschijnlijk weer in een bloedhete trein, veels te vroeg in de ochtend, naar de VU om in slaap te vallen in de collegezaal terwijl mijn neus de koffie van de Spar ruikt. In een warme collegezaal hutjemutje met veels te veel mensen. Mijn dag afsluiten in een drukke ledenkamer met een drankje voor mijn neus. Dat ik dit allemaal zo zou missen. Maar daardoor ga ik er ook van genieten alsof mijn leven ervan afhangt.

# Atoom & maatschappij

Tekst door: Jeroen Meijer

**I**k weet zeker dat een aantal van jullie wel eens heeft gedacht: leuk, die colleges over kwantummechanica, maar wat kán ik er nou mee? Het komt terug in meer toepassingen dan je misschien zou verwachten. We hebben vast een aantal concrete toepassingen van fysica op atoomniveau voor je op een rijtje gezet:

## Kernenergie

Nu de wereld bezig is met de overstap van fossiele brandstoffen naar alternatieven, zijn er veel opties die men kan overwegen. Eén daarvan is kernenergie. De meest gangbare methode om kernenergie op te wekken is momenteel kernsplijting; door atomen te beschieten met neutronen kan het atoom instabiel worden en vervallen, waar energie bij vrij komt. Deze energie wordt dan gebruikt om water op te warmen wat vervolgens verdampt en een dynamo aandrijft. Het voordeel van deze methode is dat er amper CO<sub>2</sub> bij vrij komt, ideaal om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen dus. Nadelig is echter dat er radioactief afval ontstaat dat nog jarenlang opgeslagen moet worden, en dat splijtstoffen als uranium vaak uit politiek instabiele regio's gewonnen worden. Bovendien zitten velen nog met kernrampen als Tsjernobyl en Fukushima in hun maag. Deze nadelen zijn voor veel sceptici reden genoeg om kernenergie naar de prullenbak te verwijzen.

Er zijn echter nieuwe varianten van kernenergie in aantocht. Zo zijn er ontwikkelingen rond de thoriumreactor, waarbij het makkelijker te winnen thorium wordt omgezet in uranium met behulp van gesmolten zout. Aangezien een thoriumreactor geen gebruik maakt van hogedrukketels zijn explosies praktisch onmogelijk, wat de veiligheid ten goede komt. Bovendien komt er een stuk minder kernafval bij kijken dan bij een gebruikelijke kerncentrale. De thoriumreactor staat echter nog in de kinderschoenen; er moet nog veel in geïnvesteerd worden om het bruikbaar te krijgen. Een andere, misschien nog wel interessantere ontwikkeling is die van kernfusiereactoren. Op pagina 16 heb je meer kunnen lezen over de ontwikkelingen van dit project.



## Kwantumcomputer

De kwantumcomputer is een revolutionaire toepassing van kwantummechanica die de bekende computerindustrie flink zou kunnen opschudden. ‘Normale’ computers maken bij hun berekeningen gebruik van bits die de waarde 0 of 1 aan kunnen nemen. Bij kwantumcomputers zit dit net iets anders; ze maken gebruik van qubits. Door gebruik te maken van superpositie kan zo'n



qubit niet alleen de waardes 0 en 1 aannemen, maar ook waardes op een spectrum daartussenin. Zonder te diep in te gaan op de details (dat ik quantum heb gehaald maakt me nog geen expert) komt het erop neer dat een kwantumcomputer hierdoor alle mogelijke processen tegelijk kan doorlopen, in tegenstelling tot een normale computer die de processen één voor één moet uitvoeren. Neem bijvoorbeeld een code die gekraakt moet worden; in plaats van alle mogelijke codes één voor één uit te proberen, kan een kwantumcomputer alle codes in één keer proberen.



Kwantumcomputers kunnen voor veel verschillende doeleinden worden gebruikt. De hoge snelheid waarmee ze berekeningen uitvoeren, kan bijvoorbeeld worden gebruikt om nieuwe medicijnen te ontwikkelen. Daarnaast kan de onzekerheid in de superpositie gebruikt worden om berichten te versleutelen op een manier die onmogelijk te ontcijferen is. Als kers op de taart zou kwantumverstrengeling zelfs voor teleportatie van informatie kunnen zorgen! Het klinkt allemaal haast als fantasie, al helemaal omdat begrippen als superpositie en kwantumverstrengeling voor de meeste (zo niet alle) mensen lastig voor te stellen zijn. Toch lijkt dit allemaal mogelijk te kunnen worden.

## Medische beeldvorming



Als we het hebben over de toepassing van onze kennis op atoomniveau, is de medische beeldvorming (zeker voor onze studie) een relevant doeleinde. Meerdere technieken hebben linksom of rechtsom wel iets met de fysica op atoomniveau te maken. Zo is de röntgenstraling die gebruikt wordt in röntgenfotografie, CT-scans en radiotherapie het resultaat van elektronen die op een metalen plaatje worden geschoten. MRI-scanners tappen weer uit een heel ander vaatje; ze maken gebruik van de kernspin van

waterstofatomen in het lichaam om contrast te creëren tussen weefsels met veel en weinig waterstof. Dit komt praktisch neer op een contrast tussen waterrijke en waterarme weefsels. Een minder gangbaar, maar niet minder mooi voorbeeld is fluorescentie. Dit fenomeen kan worden toegepast bij bijvoorbeeld het lokaliseren van tumorweefsel, en vindt haar oorsprong bij elektronen die van het ene energieniveau naar het andere vallen.

### Referenties

- De Jong, J. (2018). Hoe gaat de quantumcomputer jouw leven veranderen? Geraadpleegd op 6 juni 2021 van <https://www.scientias.nl/hoegaatdequantumcomputerjouwlevenveranderen/>.
- Ghose, S. (2018). A beginner's guide to quantum computing. Geraadpleegd op 6 juni 2021 van [https://www.ted.com/talks/shohini\\_ghose\\_a\\_beginner\\_s\\_guide\\_to\\_quantum\\_computing](https://www.ted.com/talks/shohini_ghose_a_beginner_s_guide_to_quantum_computing).
- Leids Universitair Medisch Centrum. (2015). Kankercellen beter in beeld met fluorescentie. Geraadpleegd op 6 juni 2021 van <https://www.lumc.nl/over-het-lumc/nieuws/2015/juni/Kankercellen-beter-in-beeld-met-fluorescentie/>.
- Ouwerkerk, R. (z.d.). Kernsplijting. Geraadpleegd op 6 juni 2021 van <https://www.natuurkunde.nl/opdrachten/1543/kernsplijting>.
- Visser, H. (z.d.). Waar zouden we zijn zonder kwantummechanica? Geraadpleegd op 6 juni 2021 van <https://npokennis.nl/longread/7701/waar-zouden-we-zijn-zonder-quantum-mechanica>.
- Wassink, J. (2019). 'Nederland zal thoriumreactor hard nodig hebben.' Geraadpleegd op 6 juni 2021 van <https://www.tudelft.nl/delft-integraal/articles/nederland-zal-thoriumreactor-hard-nodig-hebben>.



# RedacCie's Choices: zomeractiviteiten

Tekst door: de RedacCie

**M**isschien heb jij je hele zomervakantie al volgepland maar misschien heb je nog een paar gaatjes en kan je deze vullen met onze favorieten zomeractiviteiten. Hieronder zal de RedacCie een paar van haar favoriete activiteiten toelichten. Ze verschillen van tot in je eentje tot met je familie/vrienden en van lekker luieren tot sportief!

## *Jeroen* *BBQ-creativiteit*

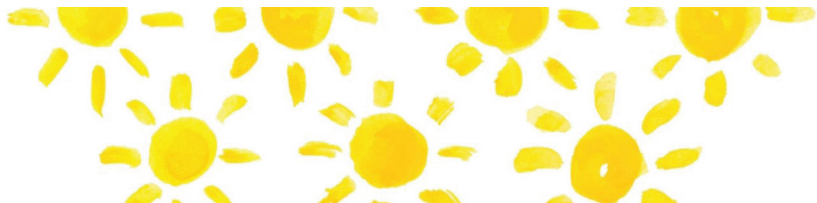
Wees eens creatief met je barbecue! Die speklapjes en hamburgers zijn lekker, maar die kennen we inmiddels wel. Probeer dus eens wat nieuws! Besteed eens een middagje aan uitzoeken wat je nog meer met je barbecue kan doen, en ga dat lekker voorbereiden. Maak bijvoorbeeld eens een salade van gegrilde groenten van de barbecue. Of wat dacht je van een lekker toetje van de barbecue? Nectarines zijn bijvoorbeeld heerlijk van de grill. Recepten zat: met of zonder room(ijs), heel of half, noem maar op. De mogelijkheden zijn eindeloos, dus doe eens wat anders!



## *Merel* *Leer jezelf wat nieuws aan*

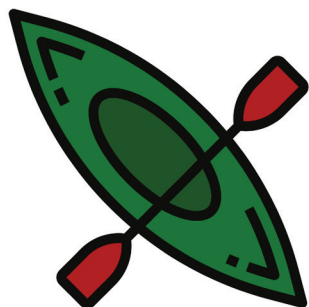
Wil jij al een tijdje een nieuwe taal of instrument leren maar heb je daar door het drukke MNW-leven geen tijd voor? Probeer dan in de vakantie wat kennis op te doen! Het klinkt misschien raar, leren in de vakantie? Ik heb toch juist vakantie zodat ik niet hoeft te leren? Maar nieuwe, leuke dingen leren hoeft niet zwaar of saai te zijn. Zo kan je bijvoorbeeld reizen naar een land waar ze de taal spreken die je graag wil leren, of samen met vrienden een bandje beginnen terwijl nog niemand een instrument bespeelt. Wees creatief!





### *Anouk*

#### *Niet stilzitten in de zon, maar bruin worden in de kano*



Heb jij ook altijd zoveel moeite om stil te zitten op het strand, maar wil je terug een mooi bruin kleurtje krijgen? Smeer je dan goed in en ga kanoën! In heel Nederland zijn er verschillende plekken waar je kan kanoën door prachtige natuur of leuke steden. Terwijl je lekker sportief bezig bent zorgt de reflectie van het water dat je nog sneller bruin wordt. En wie voelt zich nou niet goed na een lekkere workout?! Corona regels of niet, dit kan corona proof met je hele vriendengroep.

### *Charlotte*

#### *Gewoon in eigen land de eilanden bezoeken*

Voor een leuk uitje hoeft het niet ver te zoeken. De schiereilanden van Nederland, zoals Schiermonnikoog, zijn dan ook erg leuk en lekker warm in de zomer. Denk hier aan wandelen door de duinen of lekker fietsen met een windje door je haar.



### *Isabel*

#### *Naar een plas, strand, rivier of meer*



In de zomer als ik niet op vakantie ga vind ik het heerlijk om mijn dagen door te brengen aan en in het water. Dit doe ik natuurlijk niet alleen, maar met familie en vrienden. Ik zorg dan van te voren voor wat toastjes, drinken, kaartspelletjes, een beachball set en het liefste een volleybal. Zo kan je lekker liggen op je handdoek maar kan je daarnaast ook lekker in het water met een bal overspelen. In het Amsterdamse Bos zijn er zelfs meerdere plekken waar gezwommen kan worden. Er is namelijk een kanovijver. Deze is te vinden onder de naam Grote Vijver op Google Maps. Ook is er de Nieuwe Meer. Hier kan je in de zomer heerlijk van een steiger af springen om te verkoelen.



# Mensen van Mens

Tekst door: Isabel Schrijvers

## Mirthe Zandbergen

Stellen

**Leeftijd:** 20 jaar

**Studiejaar:** 2e jaar van MNW

**Commissies:** LustrumCie (penningmeester)

**Huisdieren:** Vissen

**Woonplaats:** Lisse (tussen Haarlem en Leiden)

**Leukste vakken:** Medische Pathofysiologie,  
Fysica en Biochemie

**Hobby's:** Hockey (sinds mijn 7e), creatief bezig  
zijn, gezelschapsspelletjes of leuke dingen doen  
met vrienden

**Muziek:** Voornamelijk pop, maar dan de rustigere liedjes, zoals Niall Horan of Zoe  
Wees



### **Wat wilde je vroeger worden, en is dat nog steeds wat je wil worden?**

Als kind wilde ik brandweervrouw worden. Dit veranderde halverwege de basisschool in binnenhuis-architect, maar sinds het begin van de middelbare school wil ik meer de medische hoek in.

### **Waarom heb je gekozen van deze studie?**

Ik ben altijd al geïnteresseerd geweest in het menselijk lichaam, maar wil niet per se dokter worden. Daarnaast vind ik natuurkunde en wiskunde heel leuk, deze studie is dus de perfecte combinatie.

### **Hoe bevalt het online onderwijs?**

Ik vind het chill dat je wat meer vrijheid hebt om je eigen tijd in te delen, aangezien de meeste hoorcolleges nu ook opgenomen worden. Verder vind ik het wel een stuk minder gezellig via een computerscherm, mijn voorkeur gaat zeker uit naar fysiek onderwijs.

### **Wat zou je het liefst willen veranderen in onze studie?**

Ik zou nog iets meer biologische vakken willen toevoegen die lijken op Medische Pathofysiologie.



# & Wieger Koppers

*zich voor!*

**Leeftijd:** 20 jaar

**Studiejaar:** 3e jaar van MNW

**Commissies:** Geen

**Huisdieren:** Geen

**Woonplaats:** Amsterdam

**Leukste vakken:** De vakken met veel knutsel- en codeerwerk en minder lezen en schrijven

**Hobby's:** Gamen, paardrijden, knutselen

**Muziek:** Verschilt, meestal een combinatie van moderne rap (Eminem), oude liedjes uit de jaren 30 (George Formby) en Indie zangers (The Score, Miracle of Sound)

## **Wat wilde je vroeger worden, en is dat nog steeds wat je wil worden?**

*Toneelschrijver maar dit wil ik nu niet meer worden.*

## **Waarom heb je gekozen van deze studie?**

*Omdat deze studie mij het meest aantrekkelijk leek. Het is een heel brede studie met veel kennis van verschillende vakgebieden.*

## **Hoe bevalt het online onderwijs?**

*Ik kan niet klagen. Ik heb het niet zo zwaar als veel andere studenten. Dit komt voornamelijk omdat ik voor de pandemie al niet zo sociaal was en niet vaak naar evenementen ging dus mijn leven is aanzienlijk minder veranderd dan dat van anderen. Echter, het einde van de pandemie kan voor mij niet vroeg genoeg komen.*

## **Met de vakantie in zicht, heb jij nog leuke tips om te gaan doen?**

*Laat je vooral niet door anderen vertellen wat je moet gaan doen. Als jij ergens zin in hebt doe dat dan. Laat je niet wijsmaken dat je je vakantie verspilt als je de vakantie alleen maar binnen zit en nergens heen gaat. Vakantie is voor plezier en relaxatie. Tijd die je blij hebt doorgebracht is nooit verloren tijd.*



# Mirthe vs. Wieger

## atomaire vragen

**Mirthe**

**Wieger**

**Wat is je favoriete element?**

*Nog nooit over nagedacht eigenlijk, maar ik denk plutonium, omdat het me doet denken aan Disney, wat een van mijn favoriete filmgenres is.*

*IJzer, want het is het meest stabiele element wat er bestaat, het is een van de weinige ferromagnetische materialen (samen met nikkel en kobalt), het is een van de meest veelgebruikte materialen op aarde en het is een van de meest veel voorkomende materialen op aarde.*



**Elektron of proton?**

Proton

Proton



**Scheikunde of natuurkunde?**

Natuurkunde

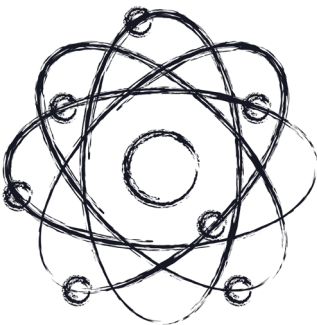
*Hangt af waar het over gaat*

$$E = mc^2$$

**Klassiek of kwantum?**

Klassiek

*Kwantum, want van de klassieke wereld zijn alle wetten en regels zo'n beetje bekend. Dit is het beste naar voren gekomen in Einstein's generale realiteits theorie. Echter, wetenschappers zijn er tot op de dag van vandaag nog niet in geslaagd om de theoriën van Einstein te combineren met de kwantum mechanica. Er bestaat nog geen 'theory of everything'. De wereld van de kwantum mechanica is voor mij simpelweg interessanter omdat deze nog niet zo goed onderzocht is als de klassieke wereld.*



**Schrijf je liever met blauwe pen, zwarte pen of potlood?**

Blauwe pen

*Potlood, makkelijker om fouten te verwijderen en die maak ik nog wel eens.*



# Pleinvraag

Pleinvraag door: Anouk Nijman

Wat wordt het hoogtepunt van jouw zomer?

Eindelijk weer 7 weekjes naar het buitenland

Wat wordt het hoogtepunt van jouw zomer?



sigridmooijman

De lange strandavonden met vrienden



britt

COCKTAILS!



Wat wordt het hoogtepunt van jouw zomer?

Al m'n ongelezen boeken eindelijk openslaan



anna

Lekker vaak op vakantie!





Zeilweekend  
'17-'18



Eerstejaarsboottocht  
'16-'17



Bestuur XVII op de berg  
'18-'19



Taart op de BBQ  
'18



Schaatsen  
'21

Wistje dat?  
De Mens-foto's van het  
zeilweekend, eerstejaars-  
boottocht en Bestuur XVII  
winnaars zijn van Mens-  
foto van het jaar?