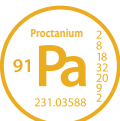
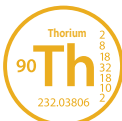
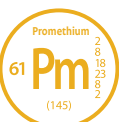
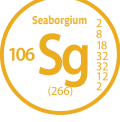
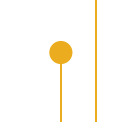
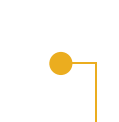


TABEL VAN MENDELEJEV

Op weg naar

Atlantis



1

2

3

4

5

6

7

8

9

t was de dag voor oudjaar. De champagne stond al koud om het nieuwe jaar feestelijk in te knallen toen ik overstelpt werd met mails. Een persbericht was zopas verscheebsite van de International Union for Pure Chemistry - IUPAC voor de vrienden. Zou , vroeg ik me af. Ik klikte snel verder en kleine vreugdesprong.

Het was officieel! Het bestaansrecht van de chemische elementen 113, 115, 117 en 118 was eindelijk erkend door de strenge IUPAC-jury. Daarmee hebben de nieuwe elementen definitief hun intrek genomen in de befaamde tabel van Mendelejev, icoon van de moderne scheikunde. Welkom ununtrium, ununpentium, ununseptium en ununoctium! Haal die rode balpen maar boven, want alle handboeken, wandtabellen en tatoeages zijn vanaf 2016 gedateerd.

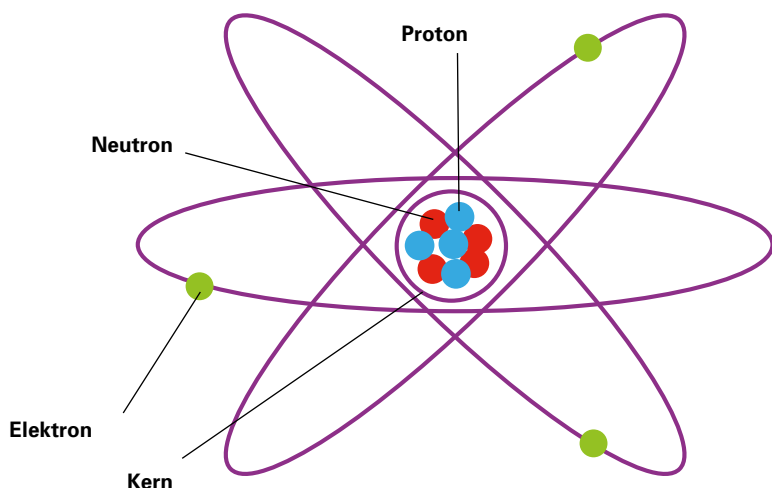
Ieder van ons is uniek. We onderscheiden ons van elkaar op basis van onze DNA-code, de genetische blauwdruk van het leven. Ook de chemische elementen onderscheiden zich van elkaar, maar dan op basis van het unieke aantal protonen in hun kern. Dat aantal wordt ook wel het atoomnummer genoemd.

Onstabiele zwaargewichten

Waterstof met atoomnummer 1 is het eerste en ook het lichtste element in de tabel. De nieuw ontdekte elementen, daarentegen, zijn heuse zwaargewichten. Met 113, 115, 117 en 118 protonen in de kern bevinden deze elementen zich aan het andere uiterste van de tabel. Protonen, herinner je, zijn positief geladen deeltjes, en positieve ladingen stoten elkaar af. Doordat de protonen als sardienen bij elkaar



10	11	12	13	14	15	16	17	18
Boor	Koolstof	Stikstof	Zuurstof	Fluor	Neon			
5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne			
10.811	12.0107	14.0067	15.9994	18.9984032	20.1797			
Aluminium	Silicium	Fosfor	Zwavel	Chloor	Argon			
13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar			
26.9815386	28.0855	30.973762	32.065	35.453	39.948			
Nikkel	Koper	Zink	Galium	Germanium	Arsen	Seleen	Broom	Krypton
28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
58.9334	63.546	65.38	69.723	72.64	74.92160	78.96	79.904	83.798
Palladium	Zilver	Cadmium	Indium	Tin	Antimoon	Telluur	Jood	Xenon
46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
106.42	107.8682	112.411	114.818	118.710	121.760	127.60	126.90447	131.293
Platina	Goud	Kwik	Thallium	Lood	Bismut	Polonium	Astaat	Radon
78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
195.084	196.966569	200.59	204.3833	207.2	208.98040	(208.9824)	(209.9871)	(222.0176)
Darmstadtium	Roentgenium	Copernicium	Ununtrium	Flerovium	Ununseptium	Livermorium	Ununseptium	Ununoctium
110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo
(271)	(272)	(285)	(284)	(289)	(288)	(292)	(292)	(294)
Europium	Gadolinium	Terbium	Dysprosium	Holmium	Erbium	Thulium	Ytterbium	Lutetium
63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
151.964	157.25	158.92535	162.500	164.93032	167.259	168.93421	173.054	174.9668
Americium	Curium	Berkelium	Californium	Einsteinium	Fermium	Mendelevium	Nobelium	Lawrencium
95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr
(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(262)



▲ Elektronen zijn in een atoom gerangschikt over elektroenschillen.

gepakt zitten in de kern, nemen de onderlinge afstotingskrachten enorm toe. Gelukkig wordt deze explosieve cocktail verdund met neutraal geladen neutronen, die als secundair de protonen bij elkaar houden. Maar bij de echte zware jongens haalt dat nog maar weinig uit. Ze zijn dan ook van bij hun geboorte ten dode opgeschreven. In minder dan een fractie van een seconde vallen ze alweer uiteen in kleinere, stabielere fragmenten. Ze zijn, met andere woorden, uiterst radioactief. De halfwaardetijd van element 118 bedraagt bijvoorbeeld minder dan een milliseconde!

Vakjes opvullen

Het nieuws over de ontdekking verspreidde zich als een lopend vuurtje. Eén journaliste merkte op dat de zevende periode (de zevende rij in de tabel) nu volledig was gevuld en dat de tabel na meer dan anderhalve eeuw eindelijk compleet was. Nonsens!, dacht ik. Er is heus nog wel ruimte voor uitbreiding.

Protonen zitten als sardientjes op elkaar gepakt in de kern. Hoe meer protonen, hoe groter de afstotende kracht

Toegegeven, toen Dmitri Ivanovich Mendelejev de tabel in 1869 uittekende, liet hij bewust een paar vakjes open, en maakte hij de gedurfde voorspelling dat ze nog opgevuld zouden worden met nieuwe elementen. Mendelejev had gelijk, en met de vier nieuwste elementen zijn alle gaten voor de eerste keer volledig verdwenen.

De vraag is echter hoe lang de tabel nog kan blijven groeien, en of er ooit een einde komt aan dit (gevaarlijke) spelletje. Sommige kernfysici voorspellen dat we nooit verder zullen geraken dan element 137. Anderen plaatsen de ultieme grens rond element 172 of 173.

De afgelopen jaren zijn er meer en meer scheurtjes verschenen in het periodiek systeem. Wat voor de meesten een vaststaand gegeven is, lijkt hoe langer hoe meer op wankelende poten te staan. De periodieke wet is mogelijk in gevaar. Zou de tabel hier ooit zelf aan ten onder gaan? Ik huiverde bij de gedachte!

Potjeslatijn

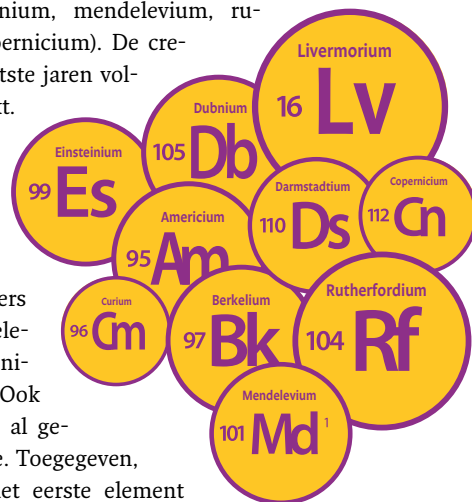
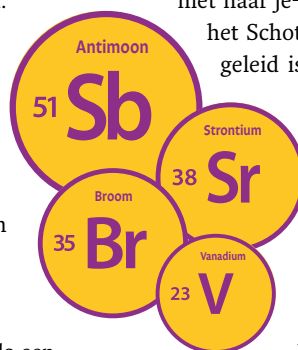
De eerste dagen na nieuwjaar werd druk gespeculeerd op fora allerhande over de mogelijke namen van de nieuwe elementen. Traditiegetrouw mogen de ontdekkers een definitieve naam en een bijpassend tweelettersymbool voorstellen aan IUPAC. Ook Japan hoort tot de ontdekkers, en zal hiermee voor de eerste keer zijn stempel drukken op de tabel.

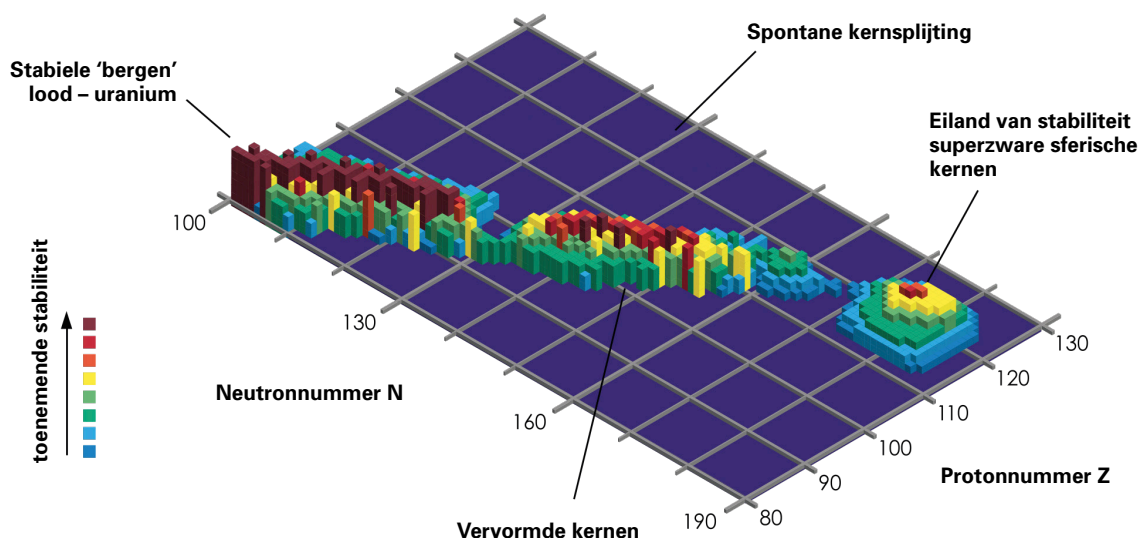
In afwachting van een officiële naam blijven de vier elementen nog even vernoemd naar hun atoomnummer. Zo is ununtrium een samentrekking van de Latijnse telwoorden *un* (één) en *tri* (drie) met de klassieke metaaluitgang *-ium* en dus potjeslatijn voor 113-ium.

De etymologie van de elementen heeft me altijd gefascineerd. Wist je bijvoorbeeld dat strontium helemaal niet naar je-weet-wel-wat is vernoemd, maar naar het Schotse dorpje Strontian? Of dat broom afgeleid is van het Griekse βρομος (stank)? Vanadium is dan weer vernoemd naar Vanadis, de Scandinavische godin van de schoonheid. Antimoon, tot slot, is codetaal voor anti-monnik omdat de 15de-eeuwse Benedictijner monnik Basilius Valentinus er destijds zijn collega's de hemel mee instuurde door hen te vergifigen.

Wie het rijtje der transuranen (de elementen na uranium) afloopt, merkt echter dat ze stuk voor stuk vernoemd zijn naar geografische locaties (americium, berkelium, dubnium, darmstadtium, livermorium) of overleden wetenschappers (curium, einsteinium, mendelevium, rutherfordium, copernicium). De creativiteit is de laatste jaren volledig zoek geraakt.

Op veel verbetering hoeven we bovendien niet te hopen. In de wetenschappelijke roddelpers las ik dat Japan element 113 'japonium' wil dopen. Ook 'tokyonium' was al gevallen. Ik zuchtte. Toegegeven, japonium zou het eerste element zijn dat met de letter J begint – een leuk vooruitzicht als je naam een J bevat en die dan eindelijk te spellen valt in elementensymbolen. Maar dat vond ik maar een schamele troost. Ook Rus-





◀ 3D-landkaart van het koninkrijk der elementen. Ver boven de zee van instabiliteit torent de landtong uit: een bergketen van vertrouwde elementen. Ergens achter de horizon schuilt het beloofde land van Atlantis.

land lijkt de traditionele toer op te willen gaan. Zo stelden de Russen in een recent persbericht de naam 'moscovium' voor, ter ere van Moskou. Ik zuchtte nog wat dieper. Geen haar op mijn hoofd dat er ooit aan zou denken mijn eigen element lovanium te dopen, ter ere van Leuven. Zoals Philip Ball in een recente column in *Nature* opmerkte: 'Waarom niet van de gelegenheid gebruik maken om de verbeelding aan te wakkeren, eerder dan een vlag te planten?' Aan voorstellen is er alvast geen tekort! (zie *Lemmium of sushium? Whogivesafuckium!*)

Botsautootjes

Door hun radioactieve karakter komen de transuranen niet langer voor in de natuur. Ze worden dus niet met helm en pikhouweel ontdekt, maar kunstmatig aangeemaakt in deeltjesversnellers door 'botsautootjes' te spe-

len met atoomkernen. Ook de elementen 113, 115, 117 en 118 zijn honderd procent synthetisch.

Klinkt eenvoudig, maar dat is het niet. Je moet eerst een lichtere kern versnellen tot een paar miljoen kilometer per uur, om die vervolgens tegen een zwaardere kern te knallen, in de hoop dat de twee kernen versmelten en een nieuw element vormen – een proces dat ook wel fusie wordt genoemd.

Is de snelheid of de oriëntatie niet perfect, dan spatten de kernen uiteen. Slechts één in de zoveel biljoen botsingen leidt tot fusie. Bovendien is de rechtstreekse detectie van deze elementen vaak onmogelijk omdat ze in een oogwenk weer weg zijn. De detectie gebeurt daarom onrechtstreeks door het radioactieve verval en de daarin gevormde vervalproducten te monitoren met gesofisticeerde detectors.

Lemmium of sushium? Whogivesafuckium!

Een online petitie wil element 115 lemmium noemen, ter nagedachtenis van de rocklegende Ian 'Lemmy' Kilmister, die onverwacht stierf op 28 december 2015. Element 115 is immers een *heavy metal*. Er zijn intussen meer dan 150.000 handtekeningen verzameld en er is ook al een ster naar Lemmy genoemd om aan de strenge IUPAC-regelgeving tegemoet te komen. Elk nieuw element moet immers vernoemd worden naar een mythologisch figuur, een astronomisch object, een mineraal, een geografische locatie, een eigenschap of een overleden wetenschapper.

Maar er duiken nog heel wat andere voorstellen op, het ene al ludieker dan het andere. Zo willen sommigen element 117 octarine dopen, naar de imaginaire kleur

van de magie, geïntroduceerd door fantasy-schrijver Terry Pratchett. Andere zijn geïnspireerd door Japan, met namen als godzillium, nipponium, sushium, wasabium, hellokittium, pokemonium, mitsubishium of kamikazium. Zelfs Donald Trump blijkt een bron van inspiratie: trumpium, trumpissium, en anyonebuttrumpium. Ook de korte levensduur van de elementen komt tot uiting, in didyouseethatium, unobtainium, poofium en blinkium. Tot slot lijkt ook tysonium wel aangewezen voor deze onstabiele zwaargewichten. Of wat dacht je van sheldonium, adamantium, valium of imodium? Het regent werkelijk elementennamen (tot ergernis van anderen: whogivesafuckium en peoplegetpaidforwritingthiscrapium).



▲ Aangezien element 115 een *heavy metal* is, willen sommigen het 'lemmium' noemen, ter nagedachtenis aan rocklegende Ian 'Lemmy' Kilmister.

Scheurtjes in de tabel

Maar terug naar de tabel en de scheurtjes waar ik het over had. Niet alles is immers rozengeur en maneschijn. Hoe verder we in het koninkrijk der elementen doordringen, hoe meer de toekomst van onze tabel in het gedrang lijkt te komen.

Als je alle elementen volgens toenemend atoomnummer ordent, dan valt het op dat bepaalde chemische en fysische eigenschappen periodiek terugkeren. De elementen vallen hierdoor in groepen uiteen, en Mendelejevs tabel is eigenlijk niets anders dan de belichaming van deze periodieke wet.

Het probleem is dat de nieuwste elementen zich niet gedragen zoals het moet: hun eigenschappen komen niet overeen met die van hun broertjes en zusjes in dezelfde kolom. Als je iemand daar de schuld wil geven, dan is het wel Einstein. Hoe meer protonen in de kern, hoe groter de aantrekkingskracht op de elektronenwolk. Elektronen moeten daarom met formidabele snelheden rond de kern cirkelen willen ze er niet op instorten. Bij de superzware elementen komen deze snelheden in de buurt van de lichtsnelheid en steken relativistische effecten de kop op.

Deze effecten zijn verantwoordelijk voor het falen van de periodieke wet. Neem nu element 118. Doordat het zich net onder radon bevindt, zou het zich als een edelgas moeten gedragen. En toch lijkt het meer op een metaal. Dit zal alleen maar erger worden naarmate we verder opklimmen

in de tabel. De tabel zal dus meer en meer aan verklarende kracht verliezen.

Met de intrede van de vier nieuwe elementen is me één ding opnieuw duidelijk geworden. Mendelejevs tabel is geen onveranderlijk gegeven. Integendeel! Met elk nieuw element groeit de tabel. De race voor element 119 is al volop bezig, en zal binnenkort een nieuwe achtste periode inzetten. Maar zelfs de vorm van de tabel staat niet vast. Er bestaan

De tabel zal meer en meer aan verklarende kracht verliezen

vandaag meer dan duizend verschillende voorstellingen van het periodiek systeem: spiraalvormige, circulaire, piramidale, je kan het je zo gek niet bedenken. Mijn persoonlijke favoriet is de tabel met linker treden.

Of we binnenkort voet zullen zetten op de kust van Atlantis weet ik niet. En hoe de periodieke wet zal varen in deze contreien nog minder. Ook naar de ultieme limiet van de tabel blijft het raden. Maar wat de toekomst voor ons ook in petto heeft, de tabel zal hoeksteen blijven van de moderne scheikunde. Oh, en die lemmimpetitie heeft bij deze ook mijn handtekening! ■

Pieter Thyssen (KU Leuven) promoveerde

op de verborgen symmetrieën in de tabel van Mendelejev.

EOS
NODIGT UIT

KOM LUISTEREN, KIJKEN
EN PRAAT MEE



GUSTAAF
VAN TENDELOO



LUC
VAN GOOL



PETER
VANDENABEELE



MARC
LEMAN



GREET
VAN DEN BERGHE



VLAAMSE NOBELPRIJZEN

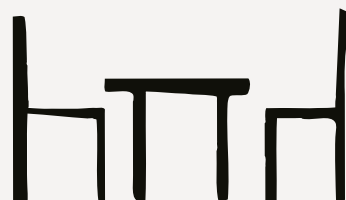
Tijdens deze speciale editie van Grijze Cellen maakt u kennis met de laureaten van de FWO-Excellentieprijs van 2015. Om de vijf jaar bekroont een internationale jury vijf Vlaamse wetenschappers elk met een bedrag van 100.000 euro. De officiële Vlaamse Nobelprijzen van 2015 gaan naar **Gustaaf Van Tendeloo** (UA), **Luc Van Gool** (KU Leuven), **Peter Vandenabeele** (UGent), **Greet Van den Berghe** (KU Leuven) en **Marc Leman** (UGent). Kom kijken en luisteren naar deze talkshow met **Lieven Scheire** als presentator.

PRAKTISCH

De avond bijwonen is gratis, maar reserveren is aanbevolen via www.deburen.eu

Maandag 7 maart • 19.30 uur
Handelsbeurs Concertzaal
Kouter 29, 9000 Gent

Lees nu alvast de interviews met de winnaars
www.eoswetenschap.eu/excellentieprijs



GRIJZE CELLEN

