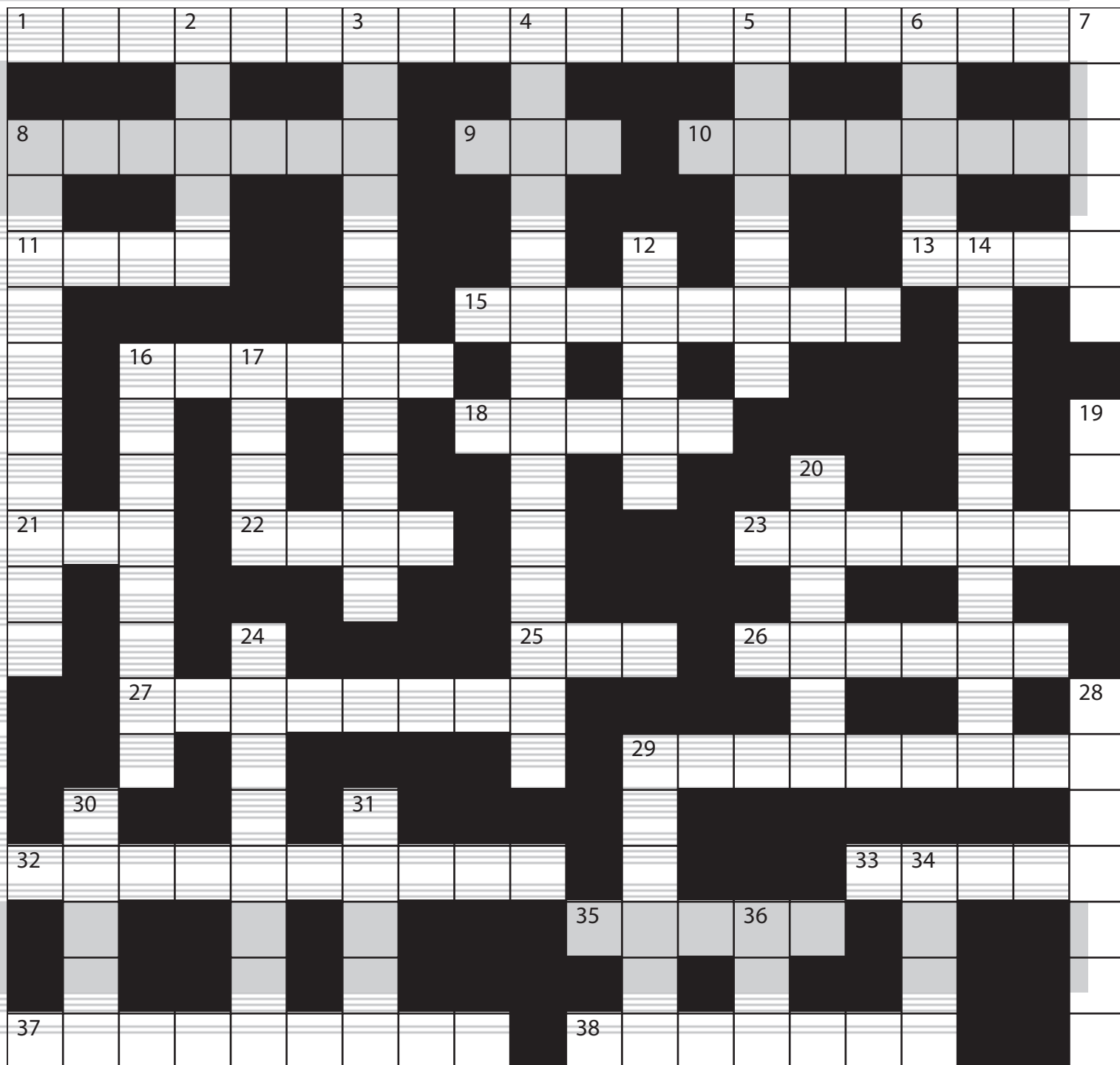


Aik SCOOP



Een cryptogram! Op pagina 11 kun je de aanwijzingen vinden.

IN houd

Redactioneel

Lieve lezer,

Tja, 't is weer wat anders, geen flauwe comic op de voorkant van de Scoop (die ik anders zo professioneel ergens van het internet pluk), maar een puzzel. Het is effe wennen, maar 't is niet anders. Al die input moest toch maar weer in 12 pagina's worden gepropt. Nu hoor ik je al zeggen, je kunt toch gewoon een langere Scoop maken, maar helaas, er was ook weer niet zo veel input dat er nog 4 extra pagina's gevuld konden worden.

Hoewel dat wel had gekund met het complete gedicht 'The Hunting of the Squark' (naar Carroll's 'The Hunting of the Snark' en het vak 'Particles and Fields'), waarvan in deze Scoop hoofdstuk 1 is te lezen. Verder kun je lezen op het bachelorproject van Mick, is er uiteraard weer een boekbespreking, over de autobiografie van Heisenberg en is er weer een gezellige prijspuzzel. Overigens heeft jammer genoeg niemand de vorige prijspuzzel opgelost. Het antwoord op die prijspuzzel kun je op de pagina hiernaast vinden.

Tot slot blijkt na deskundig onderzoek dat het voor Gotham maar goed is dat "er niet alleen superhelden, maar ook supertouwen bestaan".

Heel veel leesplezier!

Cyriana Roelofs
Hoofdredacte

OPROEP

Voor alle schrijvers, tekenaars, columnisten, interviewers, journalisten en andere natuurkundestudenten:

Maak de Scoop-lezers weer blij met nieuwe

KOPIJ

voor de komende Scoop in het jaar 2013.
In te leveren bij de redactieleden of per e-mail:
aik.scoop@gmail.com

Van het bestuur	3
Prijspuzzel	3
Boekenrubriek: 'der Teil und das Ganze'	4
Eerstejaarsweekend 2013	6
The Hunting of the Squark, Part One	7
Bachelorproject Mick Mulder	8
Aanwijzingen cryptogram	11
Fysica in Films: Batman	12

Marco [over een flauwe grap van Koen]: Als je hem maar één keer per jaar maakt is het niet zo erg.
Francien: Dan horen we hem maar drie of vier keer.

Elmar [over de uitspraak van het woord quark]: Het is gewoon quark, zoals uit een koe komt.

Claudio [over het tentamen particles & fields]: ik ben zo blij dat het voorbij is.

Koen: ik ben pas blij als ik m'n cijfer heb.

Claudio: Dan ben ik niet meer blij. Ik ben blij totdat ik mijn cijfer krijg.

Kurt Wiederspahn: We hebben glazen. We hebben dorst. We hebben alleen nog geen bier.

Colofon

De Scoop is een uitgave van studievereniging Aik van de afdeling Natuur- en Sterrenkunde aan de Vrije Universiteit Amsterdam. De Scoop is bestemd voor alle studenten en medewerkers van de afdeling.

e-mail: aik@few.vu.nl (bestuur)
aik.scoop@gmail.com (redactie)

Redactie:

Cyriana Roelofs
Mick Mulder

Met dank aan:

Laura Schleeper, Jim Visscher, Vincent de Mol, Matthijs Jansen, Koen van Kruining, Kees Ligtenberg

Van het bestuur

Lieve Aikers,

Mij is weer gevraagd om een aantal woorden vanuit het bestuur te wijden aan deze oplage van de scoop. Bij deze doe ik dat natuurlijk met plezier. Het collegejaar is ondertussen alweer ruim twee maanden op weg, het weer wordt kouder en iedereen is de zomer allang weer vergeten. Een aantal Aikers die al wat langer rondlopen zijn begonnen aan hun master en voor de rest gaan de bachelorvakken gestaag hun gang. Maar een andere, en gelukkig best grote, groep in Aik begint pas te begrijpen in wat voor een poel met intelligentie zij terecht zijn gekomen, en natuurlijk heb ik het dan over onze nieuwe eerstejaars. Deze eerstejaars hebben deze periode te kampen met vakken als Differentiëren en Integreren 2, Practicum, Mechanica en natuurlijk het gevreesde

Leven en Energie. Hetgeen dat mij in mijn eerste jaar erg zwaar viel was het gebrek aan vakantie, de herfstvakantie die alle middelbare- en basisscholen hebben is de eerstejaars opeens afgepakt. Oudejaars zullen zich nu misschien wel afvragen wat het begrip herfstvakantie is waar ik het nu over heb maar dat geeft niet. Met plezier kan ik u melden dat het nog een kleine anderhalve maand duurt voordat de kerstvakantie begint, een periode waar jong en oud naar uit kijkt. Maar eerst nog even hard doorbikkelen met waar iedereen dan ook mee bezig is.

Dan zijn wij aangekomen op het punt dat ik julie allemaal een hart onder de riem wil steken, hou vol! Doe je allerbeste berst en voor je het weet is het kerst!

Jim, voorzitter van Aik

Prijspuzzel

Door Kees Ligtenberg

Oplossing

Het raadsel uit de voorgaande scoop los je als volgt op. Met de eerste vraag vind je een persoon die zeker niet willekeurig antwoordt. Je vraagt eerst aan een van de redactieleden "Zou je 'Aik' antwoorden als ik je zou vragen of dit redactielid willekeurig antwoordt?", waarbij je duidelijk een tweede lid aanwijst. Als dit redactielid de stelling bevestigt met 'Aik' weet je dat ofwel deze persoon, dan wel de persoon die je aanwijst willekeurig antwoordt. Als de fysicus de stelling ontkent met 'Scoop' dan is de tweede persoon die je aanwijst in ieder geval niet willekeurig.

Met de volgende twee vragen ontdek je alle identiteiten. Door aan de de Scoper die in ieder geval niet willekeurig antwoordt de vraag "Zou je 'Aik' antwoorden als ik je zou vragen of die persoon willekeurig antwoordt?" te stellen ontdek je wie er willekeurig antwoordt. Met de derde vraag "Zou je 'Aik' antwoorden als ik je zou vragen of die persoon altijd naar waarheid antwoordt?" kom je erachter wie eerlijk is en wie er jukt.

Nieuw raadsel

De scoopredactie is onder de indruk en gunt je de eer om stukken te schrijven. Daarvoor woon je met 5 andere redactieleden de redactievergadering bij. Op de redactievergadering worden de artikelen verdeeld op een traditionele, rechtvaardigde doch effectieve manier.

Alle aanwezigen zitten in een kringvormige vergaderopstelling. Er is goed voorbereid dus het totaal

aantal woorden van elk stuk staat van te voren vast. Ieder krijgt één voor één de kans om een verdeling voor de woorden van een stuk voor te stellen. In een dergelijk verdeling wordt zeer precies aangegeven wie hoeveel woorden van een artikel mag schrijven. Een woord wordt als elementair beschouwd en kan niet worden opgedeeld. Als de helft of meer van de aanwezigen voor een verdeling is wordt deze aangenomen. In het schandalige geval dat er geen meerderheid is vervalt de beurt voor het voorstellen van een verdeling aan de persoon links van het redactielid dat de beurt had. Het redactielid dat de beurt had wordt vriendelijk verzocht de vergadering te verlaten.

Het belangrijkste voor de aanwezigen is niet weggestuurd te worden. Verder willen ze zo veel mogelijk woorden toebedeeld krijgen. Als dit beiden geen verschil maakt, kiest het lid de verdeling waarbij zo veel mogelijk anderen weggestuurd worden. Ieder lid is een natuurkundige en maakt enkel logische keuzes.

Het is jouw beurt en je mag een stuk van 100 woorden verdelen. Hoeveel woorden kan je maximaal aan jezelf toebedelen?

De redactie vindt je aanwezigheid een welkome toevoeging, omdat nu ook het thema van precies één woord op dezelfde manier gekozen kan worden. Waarom werd de beschreven methode eerder niet voor het thema gebruikt?

Boekenrubriek: der

Door Koen van Kruining

‘der Teil und das Ganze; Gespräche im Umkreis der Atomphysik’ van Werner Heisenberg.

Vertalingen van passages uit het boek door de schrijver dezes.

‘der Teil und das ganze’ is het beste te lezen als een autobiografie in gespreksvorm. Elke autobiografie heeft het paradoxale probleem dat als je iets over een persoon te weten wilt komen, die persoon zelf de rijkste bron van informatie uit de eerste hand is, maar ook één van de onbetrouwbaarste bronnen. In het geval van Werner Heisenberg is dit probleem nog groter dan normaal, omdat hij niet alleen één van de grootste wetenschappers, maar ook één van de omstredenste personen van de 20e eeuw was.

Het eerste wat opvalt aan ‘der Teil und das Ganze’ is dat het voor een autobiografie onvolledig is. Heisenberg pretendeert niet zozeer een volledig overzicht van zijn leven te geven, maar een aantal discussies over onderwerpen die hem interesseren. Deze zijn meestal filosofisch of natuurkundig van aard. Desondanks is er genoeg over de persoon Heisenberg te lezen. Een goede beschrijving van Heisenberg geven is een lastige opgave. De onduidelijkheden over zijn handelen ten tijde van het Derde Rijk kan gemakkelijk andere aspecten van zijn leven overschaduwen, en wanneer men focust op zijn wetenschappelijke prestaties, is het gemakkelijk om omgekeerd Heisenbergs handelen onder het Derde Rijk te veronachtzamen. Daarom heb ik dit artikel in drie stukken onderverdeeld waarin ik Heisenberg vanuit verschillende invalshoeken kan beschouwen zonder dat ze elkaar in de weg zitten: ‘Heisenberg en de quantummechanica’, ‘Natuurkundigen als amateurfilosofen’ en ‘Heisenberg als omstreden persoon’.

Heisenberg en de quantummechanica.

Werner Heisenberg is één van de belangrijkste grondleggers van de quantum-mechanica. Veel van de gesprekken gaan daar ook over. Het is interessant om te lezen hoe kwesties waar we nu nauwelijks over nadenken toen onoverkomelijk leken. Een kwestie waar verschillende natuurkundigen (vnl. Bohr en Heisenberg) zich meerdere malen het hoofd over breken is hoe ze het spoor van druppeltjes moeten duiden dat een elektron maakt in een nevelkamer. Volgens Heisenbergs interpretatie van de quantummechanica is de ‘baan van het elektron’ zoals deze in de klassieke mechanica wordt voorgesteld geen fysisch zinnig begrip. In een nevelkamer lijkt het alsof het elektron wel een klassieke baan aflegt. Met het onzekerheidsprincipe, Borns waarschijnlijkheidsinterpretatie van de golf functie en het theorema van Ehrenfest is de schijnbare tegenspraak goed te begrijpen, maar in 1926 waren deze

nog niet bekend. Het probleem van de elektronbaan in de nevelkamer was voor Heisenberg zelfs de aanleiding om het onzekerheidsprincipe te formuleren.

Het is opvallend dat in ‘der Teil und das Ganze’ Max Born nauwelijks voorkomt, terwijl hij en Heisenberg hun werk aan de quantummechanica nauw hebben samengewerkt. Het is vooral opvallend omdat de meeste andere grondleggers van de quantummechanica wel van Heisenberg een belangrijke rol toebedeeld hebben gekregen.

Het is me wel opgevallen dat Heisenberg vrij bewust niet vermeldt dat een aantal van zijn theorieën achteraf fout bleken te zijn. ik moet zeggen dat hij dit op een elegante manier voor elkaar krijgt; leken zouden door de manier waarop hij het opschrijft op het verkeerde been kunnen worden gezet.

Natuurkundigen als amateurfilosofen.

Heisenberg is naast natuurkunde ook geïnteresseerd in filosofie. En een aantal van zijn collega’s ook. De filosofische uiteenzettingen zelf zijn niet het interessantst. Interessanter is het om te zien hoe weinig argumenten er toe doen en hoe sterk de filosofische overtuigingen van diens persoonlijkheid afhangen. Wolfgang Pauli zegt ergens: “Begrijpen’ betekent toch heel algemeen: voorstellingen, begrippen bezitten, waarmee men een breed scala van verschijnselen als gemeenschappelijk samenhangend herkennen, m.a.w. bevatten, kan.”, maar in latere hoofdstukken wordt duidelijk dat de voorstellingen en begrippen waarmee de één prima uit de voeten kan, voor de ander onacceptabel zijn, ongeacht hoe breed het scala van verschijnselen is dat je ermee kunt bevatten.

Illustratief hiervoor is Heisenbergs beschrijving van een bezoek van Schrödinger aan Bohr. Bohr is aanhanger van de Kopenhaagse interpretatie van de quantummechanica. Schrödinger wou met zijn golfvergelijking de klassieke mechanica terugbrengen naar de atoomfysica. Dagenlang discussiëren beide heren met elkaar zonder de geringste toenadering. De discussies zijn af en toe komisch om te lezen (Schrödinger: Als het bij dit verdomde quantumgespring moet blijven, heb ik er spijt van dat ik me überhaupt ooit met de quantumtheorie heb ingelaten.). Als Schrödinger na een paar dagen ziek wordt, blijft Bohr vanaf de rand van het bed op hem inpraten.

Het sterkst komt het stempel dat persoonlijkheid op iemands opvattingen drukt naar voren bij Diracs rabiante antireligiositeit (Pauli: Er is geen god en Dirac is zijn profeet.). Uit de discussies die Dirac erover voert met Heisenberg en Pauli volgt dat Diracs antireligiositeit niet alleen volgt uit zijn overtuiging dat alles dat hem onnodig toeschijnt verworpen moet worden, god inclusief, maar ook uit

Teil und das Ganze

zijn letterlijke opvattingen van religieuze mythen. Heisenberg en Pauli proberen meer de intentie van waaruit religieuze mythen zijn geschreven te doorzien en zijn daarom veel verdraagzamer.

De discussie over religie biedt onbedoeld ook nog een inkijkje in Heisenbergs persoonlijkheid. Hij schrijft: "Ondertussen had Paul Dirac bij ons [Heisenberg en Pauli] plaatsgenomen, die -toen net 25 jaar oud- met tolerantie nog niet veel op had." Heisenberg is zelf maar een paar maanden ouder dan Dirac en Pauli slechts twee jaar.

Het zou kunnen dat Heisenberg, omdat hij Dirac toen nog niet zo lang kende, hem jonger inschatte dan hij eigenlijk was, maar ik vermoed iets anders. De zeer breed geïnteresseerde Heisenberg, hij was naast natuurkunde ook geïnteresseerd in filosofie, hij was een begaafd musicus en hij was redelijk belezen, kon misschien niet beseffen dat iemand die één van de begaafdste natuurkundigen van zijn tijdsgewricht was op andere gebieden zo bekrompen kon zijn. Als dit het geval is, heeft hij ironisch genoeg, door het op Diracs leeftijd te gooien, zelf blijk gegeven van gebrek aan vermogen om zich in andere mensen te verplaatsen.

Heisenberg als omstreden persoon.

Na de machtsgreep van de NSDAP heeft Heisenberg bewust besloten Duitsland niet te verlaten. Hij is tot het einde van de oorlog in Duitsland gebleven. Door deze keuze is hij onvermijdelijk in het Duitse kernwapenprogramma terecht gekomen. Over zijn rol hierin bestaat veel onduidelijkheid. Heisenbergs eigen versie van de geschiedenis, in 'der Teil und das Ganze' uiteengezet, is dat hij zich alleen heeft beziggehouden met vreedzame toepassingen van kernenergie. Deze uitspraak is vaak in twijfel getrokken.

Na lezing van 'der Teil und das Ganze' ben ik tot de conclusie gekomen dat slechts weinig over Heisenbergs werkelijke intenties op te maken is. Veel hoofdstukken zijn te interpreteren als een rookgordijn om een 'fout' verleden te verbergen, maar er is genoeg wat voor hem pleit. Zo is zijn halfslachtige optreden ook goed te verklaren vanuit het feit dat hij zich niet ondubbelzinnig tegen de ontwikkeling van kernwapens kon opstellen.

Veel van de onduidelijkheid over Heisenbergs rol tijdens de Oorlog komt van een gesprek dat hij in 1941 met Bohr heeft gevoerd in (be-

zet) Kopenhagen. Heisenberg wou met Bohr overleggen of het mogelijk was om met alle natuurkundigen ter wereld overeen te komen af te zien van onderzoek naar kernwapens. Bohr vermoedde een manoeuvre om het Britse en Amerikaanse kernwapenprogramma te vertragen en waarschuwde de Amerikanen. Niemand weet wat er werkelijk is gezegd.

Heisenberg beschrijft dit gesprek ook in 'der Teil und das Ganze' en hij geeft er ook een verhelderend inzicht over (of op zijn minst theorie nummer zoveel), maar dan in een ander hoofdstuk. In 1936 bespreken Bohr, Rutherford en Heisenberg de vraag of het kernfysische onderzoek ook praktische toepassingen heeft. Ze concluderen stellig dat die er niet zijn en dat het onderzoek naar atoomkernen van louter wetenschappelijk belang is. Stel je eens vanuit dit uitgangspunt voor hoe Bohr zich kapot geschrokken moet zijn toen Heisenberg vijf jaar later zei "...dat men in principe atombommen kan maken, dat dit een enorme technische inspanning vergt..." (In het Duits gebruikt Heisenberg "machen könne" in plaats van "machen kann" vert.). Vergelijken bij de eerdere overtuigingen van Heisenberg en Bohr klinkt het alsof de Duitse atoombom praktisch gereed is, terwijl Heisenberg Bohr ervan wou overtuigen dat de Duitsers niet van plan waren een atoombom te maken. Als dit werkelijk is wat heeft plaatsgevonden, verdient dit gesprek het nog een keer op de planken te worden gebracht, dit keer als absurde komedie. Vooral omdat Heisenberg tot en met het eind van de oorlog niet heeft geloofd dat de Amerikanen er wel in waren geslaagd om een atoombom te maken en hij niet wist met hoe veel overtuiging Bohr zich heeft ingezet voor het Manhattanproject.



Foto: Werner Heisenberg (midden) in gesprek met Niels Bohr en Wolfgang Pauli.

Eerstejaarsweekend

Door Laura Schleeper



Dit jaar was het eerstejaarsweekend in de mooie weilanden van het Utrechtse Voorthuizen. Op vrijdag na het college 'Mechanica' begon het avontuur. Met alle eerstejaars zijn we de trein ingestapt richting Amersfoort waar we vervolgens met de bus richting Voorthuizen zijn gegaan. Vanaf het busstation hebben we nog een geweldige wandeling gehad van een half uur naar de slaapboerderij.

Gelukkig was de beloning groot en stond het bier al koud toen we aankwamen. Al snel werden alle slaapplekken verdeeld en kon er gekookt worden. Het deed Fabian, Alexander en mij genoeg om de 10 pakjes kipfilet in kleine stukjes te snijden en de nasi te maken. Toen al het kipfilet was gesneden kon de welkomst- toespraak beginnen. Ook werden de woorden voor het traditiegetrouwe woordenmoordspel uitgedeeld.

Toen het donker begon te worden werden de teams voor levend stratego gekozen en een goed potje gespeeld. De teams waren zelfs zo goed in het verstoppen van de vlaggen dat die helemaal niet werd gevonden. Uiteindelijk heeft het team van de oudste

Laura de meeste kaartjes afgepakt en hadden zij gewonnen. Na levend stratego werden de avond nog gevuld met het spelen van bordspelletjes en weewolven. De ochtend verliep rustig tot opeens alle ouderejaars buiten gingen vergaderen en wij Jorick als oppasser kregen. Kevin kon deze spanning niet aan en ging de wespenplaag in de woonkamer te lijf met het rummikubdeksel.

Uiteindelijk mochten we de woonkamer uit en gingen we naar buiten waar Nick op ons stond te wachten en ons naar de duivel en de engel begeleidde. We moesten bij allemaal slechte en goede mensen langs en ze dingen geven om aanwijzingen te vinden en zo uiteindelijk de poort naar de hemel te kunnen openen. Onderweg naar de hemel kwam er nog een flinke regenbui op ons terecht, maar dat mocht de pret niet drukken. Het ging de hele tijd gelijk op tussen de groepjes, maar uiteindelijk was het groepje met Mees, Patrick en Alexander als eerste in de hemel gearriveerd. Deze mensen en de anderen die als snelste hun pad hadden afgelegd, werden beloond met een Zalando-bon. Evenals winnaar Kees van het moordspel werd beloond.

Die avond werd er gebarbecued en nadat alle buikjesolgegeten waren werd de avond ingevuld met weewolven en spelletjes spelen. De volgende morgen was het alweer tijd om terug te gaan naar huis. Na een heerlijk ontbijt met een eitje hebben er nog een paar bikkels een duik genomen in het ijskoude meertje. Toen iedereen weer was opgewarmd, begonnen we aan de terugreis naar het mooie Amsterdam en hebben wij de weilanden van Voorthuizen achter ons gelaten.

Liefs,

Laura Schleeper



The Hunting of the Squark

Door Koen van Kruining

An analysis of the project in seven fits.

“I don’t see how you can work on physics and write poetry at the same time. In science, you want to say something nobody knew before in words everybody can understand. In poetry you are bound to say something everybody knows already in words that nobody can understand.”

Paul Dirac (volgens Oppenheimer)

Fit the first: The landing.

“Just the place for a squark!” the cernman cried,
though he had uttered these words before
whenever they landed, or did collide,
upon a foreign shore.

Then he said again “Just the place for a squark!”
Now the crew got agitated
unitedly discussing if they should disembark
or if it was better if they waited

“Just the place for a squark!” the cernman cried
he said it again with a sigma.
they ran down the gangplanks, then fled back to their
bunks
once more poring over their data

“Just the place for a squark!” the cernman repeated
for the fourth time to his crew.
“Just the place for a squark!” that was all that they needed
What we know with five sigma is true.

They bustled upon the promised lands
all hands of deck went a-searching.
A counter stood there to count their events
He was also proficient with the violin.

By his side stood a clerk
writing down his music and tally
while a coroner sifted through their work
looking for an anomaly.

There was a cat too, whom the cernman took
along when he went on a quest.
He claimed (here the crew gave him a frowned look)
she feels perturbations the best.

Their cook was a Scotsman with a Mexican hat
who used to fondly cherish his traditional dish
with which the sailors were discontent
so after long scrutiny they threatened with mutiny.
What woe had befallen, if not the cernman called all and
declared it an issue of portentous mass
that the Scottish haggis should be put up with
by all he had gathered here to address.

A construction worker had all the heavy work as his job,
though he admitted, while he was at it,
that he could only place one thing, with another on top
and hit them really hard with a mallet.

“that’s the way! that’s the way!” so the cernman would
say

“that’s the way! that’s the way! you can make something
new”

Saying “that’s the way!” the cernman took the weights
of each chip which from the stricken blocks flew.

These weights were then all added up by the counter
who exclaimed in a jittery tone
“These chips together are many times stouter
than the blocks from which they were blown.”

There was some confusion about the inclusion
of a clergyman to the expedition
who said that this search required the church
to send an envoy along with the mission

To which the construction worker took offence
and said he’s gonna shatter this preposterous chatter.
But the cernman said “We have enough work on our
hands.

Why waste our efforts on things that don’t matter?

“And besides, I know he’s a most decent fellow
who searched for the squark all his life.
Though his motives may look to you shallow,
don’t make his presence a reason for strife.”

Still the construction worker resented his zeal,
he taught ‘thou shalt not sting’ to the bees,
whenever he heard him spreading the word,
saying ‘bless you’ when the devil sneezes.

These squabbles went unnoticed past the rest of the crew
whom one for such a hunt must recruit:
six hundred co-authors, that will about do,
from every leading and following institute

But one they all noticed, he couldn’t be missed
when he stood there solitarily staring.
to the success of the voyage he did not assist
for the squark he seemed not to be caring.

The cernman had really confounded them all
in recruiting this singular person
and insisting that he was essential
to anyone who would question.

This man was a couturier, who when they sailed for a day
said that he had specialised solely
in making a line of bra’s whose design
was fit for wearing by cats only.

About these the cat came to make a complaint.
She said all of them made her look bad.
For projecting out all her good features she claimed
she had to wear the full set.

IMPROVING THE

Door Mick Mulder

In the last ten weeks of the previous year, I have been working on my Bachelor Project at Nikhef. Nikhef is the National Institute for Subatomic Physics, here in Amsterdam at Science Park. To give you an idea what a bachelor project for a group like the ATLAS collaboration can be, I will give a brief overview of what I have done those ten weeks. ATLAS is an experiment at the Large Hadron Collider (LHC), and the collaboration of all people working on the experiment is 3000 persons big. At Nikhef, a total of around 40 people work in the ATLAS group, and every year there will be three or four possible bachelor projects. For my project, I worked with Ingrid Deigaard, a PhD student from Denmark, as daily supervisor, and Paul de Jong, deputy program leader of the ATLAS group, as supervisor.

Supersymmetry, also abbreviated as SUSY, is a theory which postulates a symmetry on top of the symmetries as used by the current model, called the Standard Model (SM). This symmetry leads to new particles (called sparticles): each boson (fermion) gets a fermionic (bosonic) superpartner called a bosino (sfermion). Sparticles will always be produced in pairs, due to conservation of a quantum number called R-parity. This also means that the lightest supersymmetric particle (LSP) will not decay, as there

will not be a lighter sparticle to decay to.

If SUSY would be an exact symmetry, sparticle masses would be equal to masses of SM particles (so an electron would have the same mass as a selectron). However, we have not detected sparticles yet, which means their masses lie between 100 GeV and 1 TeV, for them to solve three problems (naturalness, hierarchy and dark matter; see [1] for more information) in the SM. No SUSY particle has been detected yet; current limits can be found in [2]. For this project, the decay of a squark (which will first be produced in pairs) to a quark and a neutralino was investigated.

The LHC is the largest particle accelerator in the world, designed to accelerate beams of protons to centre-of-mass energies 14 TeV. Currently it has been shut down for upgrades, with reopening planned for early 2015. ATLAS is one of the four main detectors which are located at the LHC. One of the four goals of ATLAS is to search for supersymmetric particles or other forms of new physics. This was the goal of ATLAS which was part of my research. The ATLAS detector (as seen in Figure 1) is built like an onion: it consists of coaxial layers of different detectors. As it does not cover the beam axis, only transverse components of vector quantities (such as

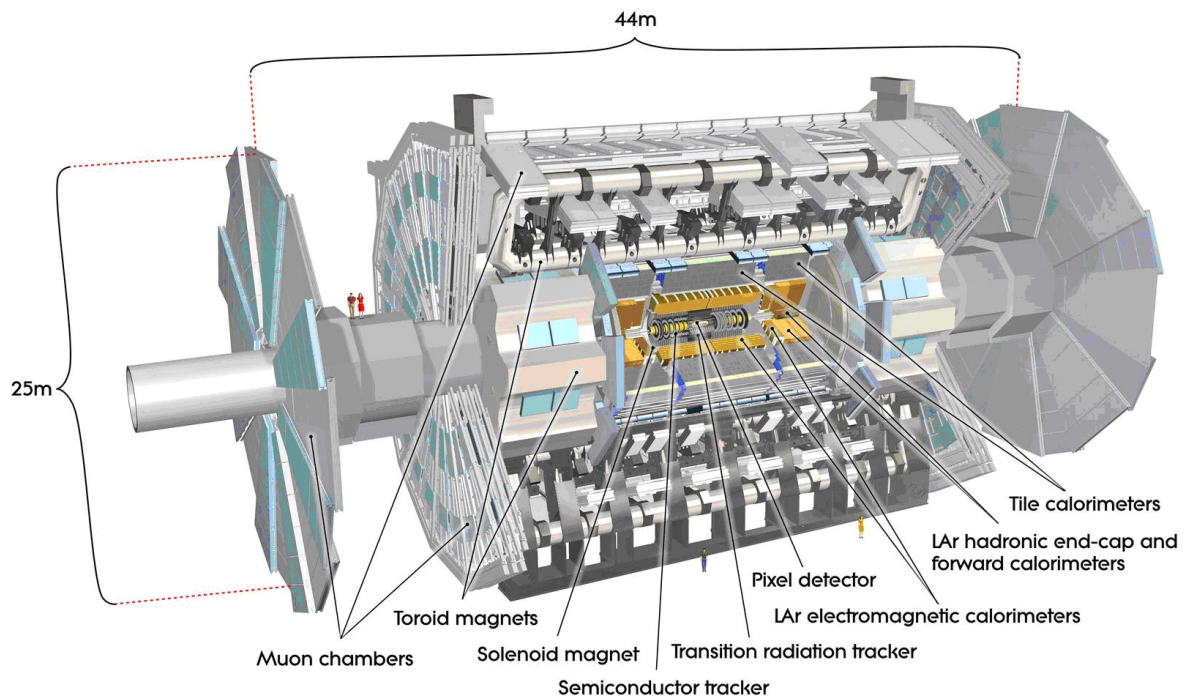


Figure 1: A view of the ATLAS detector. All the different detector parts are labeled here.

TRIGGERING ON

momenta) can be investigated. All particles in the Standard Model can be detected at ATLAS, except for the neutrino, which can only be inferred by examining missing transverse energy.

There is a problem, however, with detecting collisions for ATLAS. Every 25 ns bunches of protons collide in the ATLAS detector. Saving all the data from 40 million collisions per second is impossible. Therefore, a trigger is used. At ATLAS, the trigger consists of multiple levels, where events are thrown out (or not) based on for example the transverse momentum of emitted particles. For this project, results in the Level 1 (the first trigger used, abbreviated as L1) trigger were investigated and compared with “offline” results, for which the all collision information is available. As an upgrade is coming, the goal was to investigate the effect of the upgrade on a current SUSY trigger. Till now only simple variables such a transverse momentum could be used, but after the upgrade topological (event wide) variables will be available. To give an example of a topological variable, the variable invariant under pair production (leading to contravariant Lorentz boosts) is:

$$M_{CT}^2 = 2p_{T,1}p_{T,2}(\cos(\phi_{12}) + 1) \quad (1)$$

where $p_{T,1}$ is the transverse momentum of the first jet, $p_{T,2}$ the same for the second jet, and ϕ_{12} is the angle between the two particles. Previously, a trigger could only work on p_T or other variables without combining them with each other.

This project was about comparing topological variables with simple variables for triggering on supersymmetry at ATLAS. This was done by using Monte Carlo simulations of L1 data and offline data. As SUSY masses are not fixed, two cases were examined: a squark mass of 450 GeV with a neutralino mass of 400 GeV, and a squark mass of 850 GeV with a neutralino mass of 100 GeV. These cases will be called the compressed and uncompressed case respectively. Two backgrounds were included: the production of neutrino’s and jets due to the decay of a Z boson, and top + anti-top pair production. These backgrounds were scaled relative to each other using their cross sections. Normalized background and signal were then compared to each other.

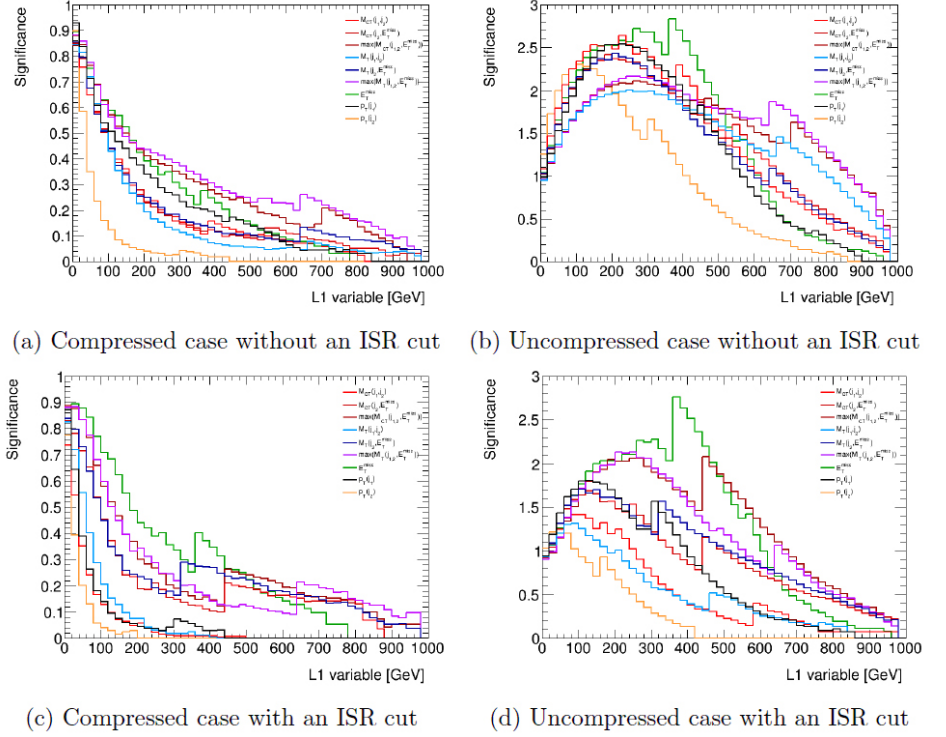


Figure 2: The four significance plots for different datasets and with or without ISR cut.

This comparison was done by using the significance:

$$S = \sqrt{(b+s) \log\left(\frac{b+s}{b}\right)} - s \quad (2)$$

Here, s and b are the amount of accepted signal and background when making a selection. The higher the significance, the better a certain selection will be. There is one problem with this method: we do not know SUSY cross sections for sure, but significance depends on relative cross sections. So we also needed a cross section independent comparison.

For this project receiver operating characteristic (ROC) curves were used as a cross section independent way of comparing variables used for selecting. A point on an ROC curve will show the amount of accepted background versus the amount of accepted signal. Therefore, each ROC curve will go from (0,0) to (1,1). If a variable is random, the curve will be a straight line between these points. If it is a perfect selection, then all signal will remain while all background is gone, leading to the curve reaching (0,1). In general the area under an ROC curve can be used to quantify which variables are better. It will be between 0 and 1, with higher areas being better.

Finally, some cuts had to be done to make sure an

SUPERSYMMETRY

analysis could be done. First detector limitations were taken into account. Then the detection of at least two jets (for both of the quarks) was required. Lastly, there is something called initial state radiation (ISR): before proton bunches collide, they can give off a highly energetic jet, which will interfere with the two jets we want to examine. Therefore, in the case that the most energetic jet had too much energy, it was seen as an ISR jet and three instead of two jets in total were required.

After receiving the simulated data, I wrote a program in PyROOT, an extension of Python to work with ROOT classes. ROOT (originally made for C++) is used to handle and analyse large amounts of data efficiently, and has been designed with applications in High Energy Physics in mind. This program took the data, made cuts which were needed due to detector limitations and due to the process studied, and saved histograms of the different variable distributions. Another program took these histograms and calculated the significance of the distributions, as well as the ROC curves. The results for the significance can be seen in Figure 2.

In Figure 2, the significance plots can be observed. A number of variables, both simple and topological, are compared for the two datasets and with or wi-

thout ISR cut. Integrating was done from left to right, with the endpoint of the bin as lower boundary. For example, the first bin shows the significance after cutting away signal and background below 20 GeV. To have a viable selection, the significance needs to be higher than 0.879 as mentioned before.

Now that we have a bit of intuition for these plots, we can interpret them. In the uncompressed case every variable improves over making no selection, with simple variable E_T^{miss} as the best one. However, in the uncompressed case without ISR cut no increase in significance is to be seen. Therefore an ISR cut is needed to make a selection in the compressed case. As we need to be sensitive to both of these options, the compressed case limits our possibilities for triggering.

A possible lead is the fact that an ISR cut comes down to a cut on both $p_{T,1}$ and E_T^{miss} , meaning that a combination of these variables might help to make a selection. Because of this, 2D significance plots were made. Compared were $p_{T,1}$ and M_{CT} in combination with E_T^{miss} , as seen in Figure 3.

Figure 3 shows again that a selection is certainly possible in the uncompressed case, while the compressed case does not allow a selection at first sight. Also, M_{CT} reaches a higher significance than $p_{T,1}$

in the uncompressed case, while $p_{T,1}$ is better in the compressed case. The best selection seems to be $p_{T,1} > 20$ GeV AND $E_T^{miss} > 20$ GeV, which leaves 80% of the signal while cutting away 40% of the background. Using M_{CT} with E_T^{miss} leads to tighter cuts with the same bounds.

This result can be compared to the previously used $p_{T,1} > 30$ GeV AND $E_T^{miss} > 40$ GeV. As is immediately obvious, the obtained result is less than the previously used result. This means that the knowledge of estimated cross sections would enable us to have a tighter trigger. Also, other combinations might become viable when the cross sections can be used, so topological variables might help in that case after all.

Other elements to examine in later studies could be to including background related to QCD or to increasing the collision energy to 14 TeV. Both of these have to do with the experiment. As protons

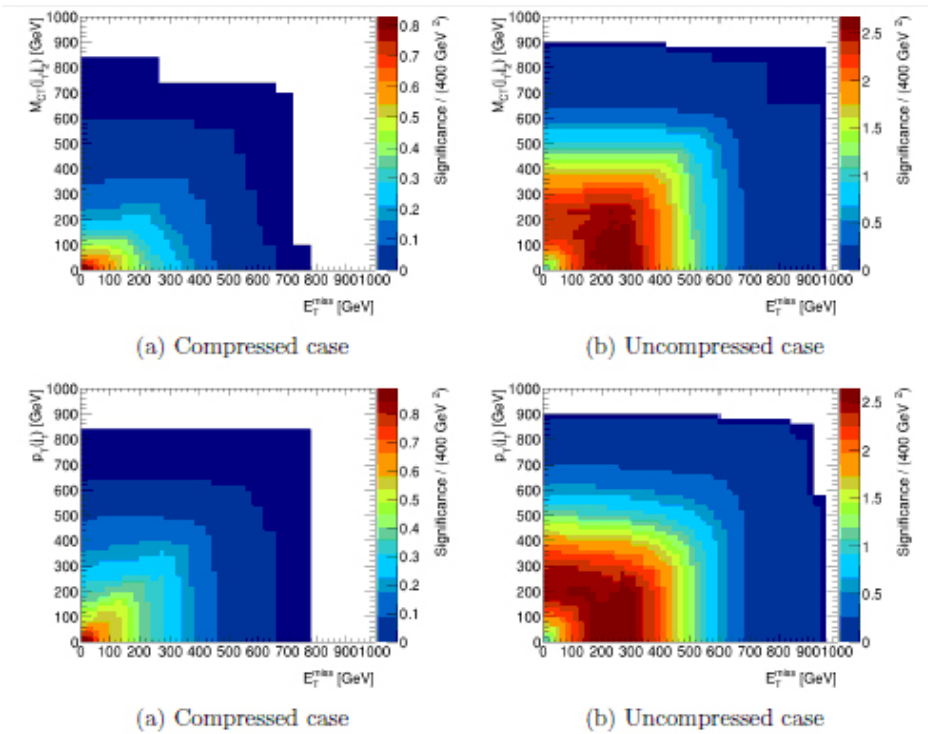


Figure 3: Four 2D significance plots showing the effects of selecting using a combination of E_T^{miss} and M_{CT} ($p_{T,1}$) in the upper (lower) plots in both the compressed and uncompressed case.

ATLAS

are composite objects, lots of QCD backgrounds are involved when colliding them. After the upgrade, the collision energy will be increased, so studies at that energy will have to be done to have a realistic image of the needed trigger.

Concluding, this is just a first look at possible improvements and there are lots of options for further research. It is hard to know yet what the final results will be, but it is very important to have a good trigger, so more research is certainly needed (and ongoing).

Personally, I found working on my bachelor's project at the ATLAS group at the Nikhef to be very interesting. Also, the nice people, also from other groups, working there helped a lot in settling in and having a enjoyable project, not to mention the free coffee. If you are interested in experimental particle physics and are looking for a bachelor's project, I would certainly recommend you to mail Stan Bentvelsen (ATLAS), Marcel Merk (LHCb) or any other department head to see if there is a bachelor project you might be interested in.

[1] <http://pdg.lbl.gov/2013/reviews/rpp2012-rev-susy-1-theory.pdf>

[2] <http://pdg.lbl.gov/2013/reviews/rpp2012-rev-susy-2-experiment.pdf>

Vincent: Eigenlijk moeten er 2,7 moties komen: e-moties.

Koen: Als je die in een exponentiële functie stopt kunnen ze nog hoog oplopen.

Claudio: Met je telefoon spelen of particles and fields?

Koen: Ik zou toch voor particles and fields kiezen.

Claudio: Dat hangt er vanaf wat voor telefoon je hebt.

Koen [neemt de telefoon op]: Studievereniging AIK, met Koen van Kruining.

Vincent: Mag ik Guido even?

Koen [tegen Guido]: Het is Jim.

Guido: Hoi Jim...[hangt op] Dat was Vincent. Die wou kijken of het nummer werkte.

Koen: Alleen de spraakherkenning werkt niet.

Koen: Ik heb gisteren op academisch niveau lopen soggen.

Cyriana: Heb je academisch gesogd? Dat is niet die-hard hoor.

Jan Willem: We zijn alleen met een oneven aantal.

Francien: Ik tel voor -1.

Koen: Dan zijn we nog steeds met een oneven aantal.

Cryptogram

De aanwijzingen voor de puzzel op de voorkant. Succes :)

Horizontaal

1. formule van de staat
8. omgekeerd universiteitsverschijnsel
9. gal van een waterplantje
10. beproeving na het bidden op een camping
11. deze prettige straf is verdiend
13. snel metaal
15. laten zien dat je voor bent
16. nootgeld
18. eenheid tussen berg en dal
21. meisjesboom
22. roze lichaamsdeel
23. beslist in goede tijd
25. heeft te veel of te weinig last?
26. karakters in de ruimte
27. een kei
29. aarde zei zij in het Frans
32. meer dan een koning
33. wiskundige sok
35. Henk laat niets van je heel
37. geheel opgeteld
38. winkel in Noord-Holland

Verticaal

2. nieuwsgierig deeltje
3. keurig druk
4. steeds vlugger gestrikt
5. onderdeel dat zich thuis voelt
6. fundamenteel nagerecht
7. een slag toegebracht door een lichaamsdeel
8. woonplaats van vogels
12. gegeten familielid
14. tochtgat
16. nodig voor Deetman's spel
17. klein zoutje
19. erg druk kaf
20. nieuwe zwaargewichten vormen een eenheid
24. niet leuk omdat het niet van deze planeet is?
28. proefrapport
29. tijdverdrijf voor gelovige muziekliefhebbers
30. belicht deeltje
31. moeder van het woud
34. rijk aan delfstoffen en zuurstof
36. gezellige platte boom

Eerder verschenen in Mouth Almighty nr. 1 jaargang 4, maart 1990.

Fysica in films

Door Matthijs Jansen

Nieuwe scoop, nieuwe fysica in films. Dus ging ondergetekende het internet op, zoeken naar interessante scenes en rare fratsen van Hollywood. Zo makkelijk is dat niet, zeker als je niet zo vaak films kijkt, en vooral niet als je de films van een lager budget schuwt!

Vandaar dus, dat ik maar op internet ging zoeken, en dan is er nog best wel wat te vinden! Zo blijkt dus, dat er aan de University of Central Florida een college wordt gegeven dat letterlijk “Physics in Films” heet (zie bron [1]). Reuze leerzaam natuurlijk!*

In dit college wordt de natuurkundige kennis van studenten bijgespijkerd aan de hand van simpele berekeningen en wetenschappelijke schattingen. Het blijkt dat dit ook wel een “Fermi berekening” wordt genoemd. De effectiviteit van het college wordt goed duidelijk gemaakt in het artikel: na een college dacht 80% van de studenten dat er acht fundamentele natuurkundige krachten zijn.

Maar goed, dit artikel gaat over fysica in films, en niet over “Physics in Films”, dus door naar de Fermi berekeningen! Deze keer wil ik graag de aandacht richten op Batman, en dan wel “The Dark Knight Rises” uit 2012. De meeste mensen zullen het met mij eens zijn als ik zeg dat dit een goede film is. Ook natuurkundig zit de film goed in elkaar, maar ik heb toch nog iets weten te vinden.

Batman is, zoals bekend, een superheld. Echter heeft hij wel een menselijke kant. Dit blijkt dan ook wanneer hij behoorlijk in elkaar geramd wordt door de superschurk, Bane. Deze heeft vervolgens genade, en sluit onze geliefde Bruce op in een honderd meter diepe put, die dienst doet als gevangenis.

In deze gevangenis geneest Bruce van zijn verwondingen (hij heeft zijn rug gebroken!) en kan hij filosoferen over life, the universe and everything. Uiteraard bedenkt onze superheld al snel dat hij moet ontsnappen om zijn geliefde stad te redden. Na enige training gaat hij klimmen, met een oud touw als safety-line. Na een lange klim omhoog, als hij er bijna is, valt hij (natuurlijk!). Hij valt ongeveer 10 meter voordat het touw strak komt te staan. Bruce krijgt een klap op zijn rug, en wordt vervolgens bewusteloos naar beneden gehesen. Een paar maanden

den later probeert hij het opnieuw, en dan haalt hij het natuurlijk wel.

Nu vraag je je misschien af: wat is hier mis mee? Dat is heel simpel. Ik denk niet dat hij die val zo makkelijk had kunnen overleven, zelfs als superheld zou dat erg moeilijk zijn. Om te beginnen had hij natuurlijk ongelooflijk veel geluk dat hij niet zijn hoofd gestoten heeft aan de muur, daarnaast is het niet erg waarschijnlijk dat het touw de schok zou overleven. Deze stelling kunnen we onderbouwen met een Fermi berekening.

Ik schat, aan de hand van de film, dat Bruce zo’n 10 meter valt. Door het verschil in hoogte-energie gelijk te stellen aan de kinetische energie, is uit te rekenen dat de snelheid waarmee Batman valt ongeveer 17 m/s is, oftewel 61 km/h.

Het gebruikte touw is van natuurlijke materialen, waarschijnlijk hennep of manilla. Deze touwen zijn niet erg elastisch. Daarom schat ik af dat het touw, dat in totaal zo’n zes meter lang is, slechts 25 centimeter uitrekt tijdens de val. Dat betekent vervolgens dat onze held in slechts 15 milliseconden tot stilstand komt.

Aan de hand van stoot en impuls is nu te berekenen dat de kracht op het touw ongeveer 87 kN is. Hierbij ben ik van een gewicht van 90 kilo uitgegaan, toch heel bescheiden voor een spierbundel van het kaliber Batman.

Dat deze 87 kN gigantische schade aanricht in het menselijk lichaam (ook als het een superheld is), zal ik maar even vergeten. Deze kracht werkt namelijk ook op het touw. De breeksterkte van een nieuw manilla touw met een dikte van een halve inch is ongeveer 10 kN, zoals te vinden op internet [2]. Tel daarbij op dat de sterkte van knopen altijd minder is, en dat het hier overduidelijk niet om een nieuw touw gaat, en je komt al snel tot de conclusie dat het touw zou moeten breken.

In het geval van een gebroken touw zou het er voor Batman wel zwart uitzien! Hij valt dan geen 10 meter, maar minstens 30 meter. Dan is er ook nog niets om hem op te vangen, hij valt dus op de harde stenen.

Al met al kunnen we concluderen dat het voor Gotham maar goed is dat er niet alleen superhelden, maar ook supertouwen bestaan. Zonder dit stukje touw zou de stad nooit gered worden.

*Als je nog niet zo veel (bijna niets) over natuurkunde weet

[1] C. Efthimiou et al, Physics in Films: an assessment. Archiv 0609154

[2] EngineeringToolbox.com, Manila Rope - Strength

