

Aik scoop

15	13		38			11		14
	19			29			15	
		4	11		15	10		
11						20		
22	16		15	9	23	7		19
	9	19		18	9		14	

Dit is een sudoku-puzzel. De som van de getallen in het aangegeven vak moet gelijk zijn aan het gegeven getal in hetzelfde vak.

Redactioneel

Lieve lezer,

Jullie zullen ondertussen wel denken: de eerste Scoop van dit jaar, dat wordt tijd! De vorige redactie wilde graag zijn stokje overdragen en een nieuwe redactie vinden bleek niet zo gemakkelijk als gedacht. Maar nu zijn wij er!

Wie zijn wij? Pablo Kebees, Vincent de Mol en Ilja van Voorst. Pablo is een eerstejaars natuurkunde student. Vanaf dit jaar betekent dat studeren aan de UvA, maar hij komt Aik toch versterken. Vincent en Ilja studeren nog wel aan de VU en zullen regelmatig langskomen voor kopij voor de Scoop!

Uiteraard willen wij Cyriana Roelofs en Mick Mulder bedanken voor de tijd die ze in de Scoop hebben gestoken.

Deze Scoop is een nogal kortdag-Scoop voor ons, sinds deze redactie nog geen dag bestond voordat we ons over deze Scoop moesten ontfermen. Dus wie weet zien jullie volgende Scoop wel een aantal nieuwe dingen....

In dit nummer zal het nieuwe bestuur (al zijn ze eigenlijk niet zo nieuw meer) zich eindelijk kunnen voorstellen. Natuurlijk is er ook weer een boekenrubriek en zullen alle grappige uitspraken van Aik-leden te lezen zijn. Allebei gedaan door Koen van Kruining.

Ook heeft Koen van Kruining het taalprobleem opgelost met het natuurkundig spellingsalfabet. Er is een stuk te lezen over het master-project van Yarah Bot.

Ook mogen jullie je hoofd breken over de moeilijke sudoku die op de voorkant staat en het raadsel dat te vinden is op bladzijde 8. De antwoorden hierop zijn te vinden in de volgende Scoop.

Veel leesplezier!

Namens de redactie,
Ilja van Voorst

Inhoud

Het 32 ^e bestuur stelt zich voor	3
Het natuurkundig spellingsalfabet	5
Rapport master-project Yarah Bot	6
Raadsel	8
Citaten	9
Boekenrubriek: Minkowski en Vonnegut	11

OPROEP

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

Maak de Scoop-lezers weer blij met nieuwe

KOPIJ

voor de komende Scoop december 2014.
In te leveren bij de redactieleden of per e-mail:
aik.scoop@gmail.com

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

Redactie:

Ilja van Voorst
Pablo Kebees
Vincent de Mol

Met dank aan:

Koen van Kruining, Yarah Bot, Monika Mazur en het 32^e bestuur

Het 32^e bestuur stelt zich voor

Fiona Wurms

Hallo Aik! Ik ben Fiona, ook wel Sumi; vooral als ik mensen met Marth aan het slopen ben, en ik had niet verwacht dat ik op een universiteit zou belanden, laat staan in een bestuur zou gaan.

Mijn enorme middelbare schoolcarrière begon op het VMBO. Ik keek altijd enorm op tegen de HAVO en helemaal het VWO, maar er was altijd de hoop/het plan daar terecht te komen.

Drie middelbareschooldiploma's later heeft het toch nog een tijdje geduurd voor ik me thuis ben gaan voelen op een universiteit. Voor een groot deel dankzij Aik is dit op de VU helemaal goed gekomen. Het huiselijke sfeertje van deze kleine gezellige vereniging is precies wat ik nodig had om een universiteit toch te kunnen zien als een plek waar ook ik thuishoor.

Ik hoop als secretaris van deze mooie studievereniging al de hyperintelligente, maar toch vriendelijke, universiteitsmensen van Aik tot dienst te kunnen zijn het komende jaar!

Laura Schleeper

Lieve leden,

Mijn naam is Laura Schleeper. Ik ben een tweedejaars natuurkundige opgegroeid in klein plaatsje iets boven Amsterdam. Één van de redenen dat ik naar de VU ben gegaan is de kleinschaligheid en de gezellige studievereniging. Ik vond het zo gezellig dat ik al vrij snel in de barcommissie zat. Dat was niet genoeg dus besloot ik maar om er nog iets bij te gaan doen. Dit werd activiteitencoördinator in het 32^e bestuur van Aik. Ik hoop op een mooi en gezellig bestuursjaar! Daarnaast wil ik ook nog het oude bestuur bedanken voor de onwijs leuke IDEE-week.

Fabian Reinshagen

Aik is een geweldige vereniging met natuurlijk geweldige mensen. Ik hoop dat ik als nieuwe vicevoorzitter tevens hoofd van de barcommissie dit jaar veel voor Aik kan betekenen en deze geweldige vereniging nog fantastischer kan maken dan zij al was.

Verder nog een korte mededeling tussendoor: de constitutieborrel was leuk en alle leden die hebben geholpen voor, tijdens of na de cobo met opbouwen, ziekenwagen spelen, opruimen of erg gezellig zijn heel erg bedankt.

Het volgende jaar wordt een belangrijk jaar, omdat het de toekomst van Aik toch voor een groot deel zal bepalen, wij als nieuw bestuur zullen er dan ook ten eerste voor inzetten om deze toekomst zo goed mogelijk te laten zijn met zoveel mogelijk bier en plezier, voor sommigen onder ons is er natuurlijk ook frisdrank. Fabi des Fabiheid

Valentijn Pronk

Natuurkunde studeren op een leeftijd van 17 jaar en alleen wonen in een ander land dan mijn ouders is eigenlijk al heel wat.

Omdat ik zo hou van mensen leren kennen en met ze praten was ik toch geïnteresseerd om ook nog eens in mijn eerste jaar bestuur te gaan doen.

Als commissaris in- en extern zal ik jullie dan ook vertegenwoordigen namens Aik in overleggen binnen de faculteit, met zusjes en de UvA, en sommige onderhandelingen met bedrijven.

Gelukkig zijn mijn naam en gezicht al bij velen bekend.

Hoewel ik uitkijk naar dit bestuursjaar vind ik het nog erg spannend.

Ik hoop wij het met z'n allen een leuk en productief jaar zullen maken!

Monika Mazur

De meesten van jullie kennen mij als een eerstejaars natuurkundestudent die uit Polen komt. Maar sommigen weten bijvoorbeeld niet eens dat mijn echte naam Monika is, en noemen mij gewoon Niki. "Here I am". Jullie nieuwe penningmeester. Waarom heb ik voor deze functie gekozen? Het antwoord is simpel: niet te veel erover nagedacht. Dat is vast niet handig, maar het gebeurt niet voor de eerste keer, en vast ook niet voor de laatste.

Mijn natuurkunde-avontuur begon jaren geleden al. Wanneer mijn vriendinnen probeerden de wetten van Newton te begrijpen, zat ik het natuurkundeboek voor mijn plezier te lezen, ook al kende ik elk woord uit mijn hoofd. Je zou zeggen: wat een nerd. En je hebt waarschijnlijk gelijk. Wegens mijn kleine natuurkundefascinatie zou het je misschien verbazen dat ik nooit had gepland om natuurkunde te gaan studeren.

Ik dacht altijd dat een korte impuls zou komen dat ik zou weten wat hetgene is dat ik wil doen. Dat moment kwam niet en ik moest eindelijk kiezen. Onder druk van anderen (hoewel ik overtuigde me dat het niet zo is) koos ik voor wiskunde in Delft waar ik na drie maanden gestopt was. Toen dacht ik dat wiskunde niet mijn ding was en begon ik opnieuw te zoeken naar mijn toekomst. Ik bezocht veel opendagen en meeloopdagen van verschillende studies op verschillende universiteiten. Tijdens elk bezoek vond ik alleen maar één en hetzelfde college leuk. Dat was inderdaad wiskunde. Hoewel ik daar probeerde vanaf te komen lukte dat mij niet. Wiskunde zat gewoon in mij. Ik kreeg eindelijk de impuls waar ik zo lang op wachtte. En dan kwam ik bij VU. Hoewel ik hier eerst niet wilde studeren, is het de eerste universiteit geworden waar ik met thuis voel. Helaas sprak het wiskundevakkenpakket me niet helemaal aan dus om die leuker te maken koos ik dan voor natuurkunde als tweede studie.

Ik heb nooit spijt van mijn impulsiviteit gehad, ook als deze mij vaak in problemen brengt. Ik kom naar de VU, ondanks het eindeloze huiswerk, muizen op elk verdieping, de kutmuziek die Jim, Kevin en Vito aanzetten en waarvan ik zo misselijk wordt en hoofdpijn krijg, toch elke dag met veel zin.

Het natuurkundig spellingsalfabet

Door: Koen van Kruining (met dank aan Anna Meijering voor de I)

De natuurkunde is een internationaal vakgebied. Dit levert wel eens problemen op, als mensen bijvoorbeeld je naam niet kunnen spellen (Iemand is er in geslaagd om Koen als

Con te spellen), of omgekeerd als uw buitenlandse collega een vreemde naam heeft en hij/zij er niet in slaagt duidelijk te maken hoe die te spellen. Ook kan het voorkomen dat afkortingen tot verwarring leiden omdat de letters in verschillende talen verschillend worden uitgesproken (hier is vnl. een potpourri van oud-Engels, oud-Noors en Frans, met een totale afwezigheid van uitspraakregels, debet aan). Voor dit soort problemen bestaat een oplossing, een alfabet van woorden dat zo is gekozen dat er nauwelijks verwarring kan ontstaan. Het alfa-bravo-charlie is het bekendste voorbeeld. De scoop presenteert hier zo'n alfabet dat ontworpen is om door natuurkundigen overal ter wereld te worden

begrepen. In navolging van het Duitse telefoonalfabet zijn ook de CH en de SCH opgenomen.

Ampère	Newton
Bethe	Ohm
Curie	Pauli
CHandrasekhar (Je mag ook CHandra zeggen)	Quantum
Dirac	Röntgen
Eddington	Stark
Fermi	SCHwarzschild
Gamow	Tesla
Herz	Unitair
Ising	Volta
Joule	Wigner
Kepler	X μ
Landau	Yoekawa
Meitner	Zernike

Een voorbeeld: als je Cyriana wilt spellen, dan is dat Curie, Yoekawa, Röntgen, Ising,

Ampère, Newton, Ampère. Kan niet meer fout gaan.

The role of pH on the aggregation of light-harvesting complexes and its consequences for quenching induction

Yarah Bot

Report Master-project

May 2014

Introduction

Photosynthesis is the process in where light is captured and converted into chemical energy due to a number of steps. It takes place in the chloroplasts which are located in the cells of the leaves. The chloroplasts contain thylakoid membranes in where Photosystem I (PSI) and Photosystem II (PSII) are found. The Photosystems consist of Reaction Centers (RCs) which are surrounded by Light Harvesting Complexes (LHCs), also called antenna complexes. The antenna complexes capture light and transfer it to the Reaction Center. Figure 1 shows the composition of Photosystem II supercomplex C2S2M2 (Caf-farri/Croce), which is the most abundant supercomplex in plant photosynthetic membranes (Puthiyaveetil) and plays a big role in energy transfer. The supercomplex contains a monomeric reaction center consisting of subunits D1 and D2, which are surrounded by antennas CP43, CP42 and LHCII. On the outside are the minor antennas CP24, CP26 and CP29, see figure 1.

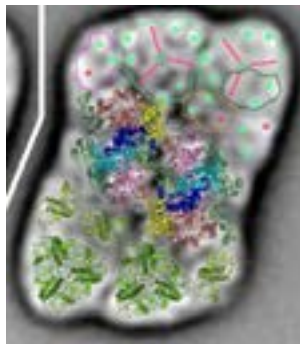


Figure 1: The C2S2M2 supercomplex. Minor antennas CP24, CP26 and CP29 have respectively light blue, magenta and orange contours. Subunits D1, D2, CP43 and CP47 are blue, cyan, salmon and pink, respectively and trimeric LHCII and monomeric Lhcb are dark and light-green, respectively.

The minor antennas CP24, CP26 and CP29 are studied in great detail because they are responsible for the primary energy conversion reactions and therefore the delivery of the excitation energy to the reaction center. When the antennas in PSII capture light, three things can happen; the photons can be emitted again in the form of fluorescence,

from which a lot of information can be established by using spectroscopy. Energy can be dissipated into heat, which is called Non-Photochemical Quenching (NPQ), which also means a decrease in fluorescence emission. This happens when the plant is exposed to too much light and the plant has to protect itself from getting damaged. The last thing and most likely thing that will happen in normal light, is photochemical quenching.

The energy of the light is transferred to the RC by antennas in where charge separation takes place. Oxygen is produced and the energy is transferred to PSI with the help of electrons. Due to the electrons, NADPH and ATP are produced to convert CO₂ into sugar which can be used as building material for the plant.

The mechanism of Non-Photochemical Quenching is investigated. Too much light can be damaging for the plant, due to highly reactive radical oxygen species that will be created when the capacity of the RC is exceeded. Plants have developed mechanisms to protect themselves against damage, fast responses of the photosystems that will change the harvesting nature of the plant. When a plant is exposed to a light intensity that is too high, a process will be activated which dissipates light into heat, which is called quenching. This process, called qE, has to be faster than the other processes. It depends on the proton gradient across the thylakoid membrane and relaxes within seconds. According to Zhirong Li 2009 this mechanism is triggered by low pH. However the exact mechanism that will occur in the antennas when there is too much light is not clear yet. Petrou 2013 states that the aggregated state of the antennas plays a big role in NPQ. Here the LHCII complex is investigated and it seems that the aggregated state LHCII is more sensitive for quenching at a low pH value, which means the antenna will quench faster at low pH. The same can be concluded from Pascal 1995, where they find that the value of the pH has influence on the aggregated state of LHCII, which results in the lowering of the fluorescence yield and thus increases quenching. In addition to these results in the article of Liguori 2013 is shown that quenching cannot be caused by only a pH drop, the non-aggregated state of LHCII is not designed to change conformation in response to pH changes. This means quenching can only occur when aggregates are present. The non-aggregated state of LHCII is kept due to the micelles in detergent (figure 2). Micelles 'protect' the antenna and prevent deformation. When there are not enough micelles to keep the antenna from aggregating, the detergent concentration is below CMC.

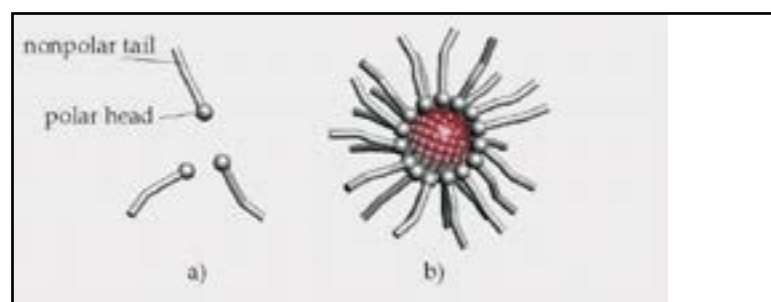


Figure 2: a) Composition of micelle molecules which in b) protect the antennas by forming a sphere.

To investigate the role of pH on the aggregation of the minor-antennas and the consequences for quenching induction, CP24, CP26 and CP29 are exchanged in different pH. Hypothesised is that too much light causes an aggregated state of the antennas, which in-

creases the sensitivity to the pH-drop in the lumen of thylakoids that leads to quenching of the antennas. To show that only a pH-drop does not lead to quenching of the minor-antennas CP24, CP26 and CP29, the proteins are dissolved in buffers with 0.03% α -DM or β -DM, to make sure the minor antennas do not change conformation, and the acidity is varied with pH 4.4, pH 5.5 and pH 7.6. Different techniques are used to investigate the complexes in the samples. With RT absorption and fluorescence spectra the antenna complexes can be characterized. With 77 K fluorescence spectra the effect of pH on the sample is investigated. If there are aggregates, there will be peaks around 700nm in these spectra (the effect of pH on LHCII, Pascal), also free pigments can be identified with these measurements. Finally with time-resolved fluorescence can be studied how the chlorophyll singlet-excited state lifetime of the complexes in the different minor antennae changes under pH drop.

In the second part is tried to show that the aggregated state of an antenna does lead to quenching of the antenna and to show that a low pH environment is more sensitive for creating aggregates and thus for quenching, LHCII trimers are diluted with a buffer to a detergent percentage just below cmc to create aggregates, and the acidity of the environment is varied with pH 4.4 and pH 7.6. Also LHCII trimers are diluted till the detergent percentage is far below cmc to create even more aggregates and check the sensitivity of the pH variation. 24-hour measurements are done to monitor the aggregation process and quenching process. With room temperature fluorescence emission spectra the fluorescence quantum yield can be measured. If the emission is lower it means the antenna is quenching. With fluorescence emission spectra at 77 K the aggregation process of the antennas can be monitored. With TCSPC the lifetime of the aggregates can be measured. Also the same process is done for antennas dissolved in a buffer with detergent above cmc without doing pH-exchange before. Hypothesised is that without pH-exchange aggregates will occur, even if the detergent is above cmc.

Raadsel

Door: Monika Mazur

Kun je deze situatie uitleggen?

Je zit in een auto en rijdt met een constante snelheid.

Aan je linkerkant is een afgrond.

Aan je rechterkant rijdt een brandweerauto met dezelfde snelheid als jij.

Rechts voor jou rent een varken, die net zo groot is als jouw auto.

Achter jou, net boven de grond, vliegt een helikopter.

En de helikopter en het varken hebben dezelfde snelheid als jij.

Wat moet je doen om te stoppen???

Het antwoord is te vinden in de volgende Scoop.

Citaten

Door: Koen van Kruining

Tim Vreeburg [Anne Mieke gaat weg]: Wel thuis.

Anne-Mieke: Ik ga naar college.

Fransje: Slaap lekker.

Lennart: De nobelprijs voor de vrede krijg je ook voor iets dat niet bestaat.

Koen: Maar ik wil de nobelprijs voor de natuurkunde.

Ineke: Niet zo kieskeurig hè!

Jim: Wat is beter 11 of 12?

Tim van Leent: 13.

Jim: Die komt niet voor in de vraagstelling.

Elmar: Maar het is wel het goede antwoord.

Ilse [doet een minor buiten natuurkunde]: Even wat sociale vakken volgen.

Studente: Ik wil graag seks.

Sekscommissie: Studeert u natuurkunde?

Studente: Ja.

Sekscommissie: Bent u een vrouw?

Studente: Ja.

Sekscommissie: Dan is het triviaal.

Anna Sofie [bij een drankspelletje]: Je kunt ook voor spek en bonen meedoen.

Koen: Dat is nóg minder lekker om te atten

Rutger: My beautiful hair, it's all gone. How am I now suppose to attract the ladies?

Koen: Do I look like an expert on that topic.

Rutger: I would say so.

Koen: I consider that a compliment.

Koen: Jullie zijn allemaal gezond van lijf en leden. En die prullenbak zit niet meteen zó overvol.

Phlox: Ik kijk nooit in die prullenbak.

Koen: Dus jij bent degene die altijd haar afval op de grond smijt.

Phlox: Ook niet waar. Ik smijt het naar Mees.

Koen: Ik ben een Nederlander.

Jorick: En?

Koen: Nederlanders klagen.

Ruud Stoof: Is dat een klacht?

Rutger: Koffie is echt het bewijs dat god bestaat en dat hij om de mensheid geeft. En waarschijnlijk ook dat hij zwart is.

Cyriana: Is dat niet meer iets voor superstringtheoretici?

Koen: Ik heb mijn superstring niet aan.



How do you print 20 nm structures using 193 nm light waves?

Join ASML as a Physics Engineer and help push the boundaries of technology.

At ASML we bring together the most creative minds in science and technology to develop lithography machines that are key to producing cheaper, faster, more energy-efficient microchips.

Our machines image billions of structures in a few seconds, all with an accuracy of a few silicon atoms. And we intend to be imaging even more billions - thanks to our lithography. This will create microchip features of just 20 nm using light waves of 193 nm. That's like drawing an extremely fine line using an oversized marker.

That's why we need talented Physics Engineers. People who can design sensors, actuators and control models that manipulate light at nanometer levels. People who know how to measure and model deviations from the ideal world. People who want to achieve something that, at first sight, looks simply impossible.

If you're up for it, you'll be part of a multidisciplinary team with plenty of freedom to experiment and learn new skills. You'll also be rubbing shoulders with some of the brightest minds around.

De Vonnegutinterpretatie van de Minkowskimetriek.

Door: Koen van Kruining

Hermann Minkowski: Raum und Zeit.

Kurt Vonnegut: slaughterhouse five.

“Von stund an sollen Raum für sich und Zeit für sich völlig zu Schatten herabsinken und nur noch eine art Union der beiden soll Selbständigkeit bewahren.” Het is een geweldige zin. Ten eerste omdat je zelden een abstract leest dat een zekere literaire kwaliteit heeft, ten tweede omdat Minkowski hier een verandering in ons denken over tijd inleidt zonder welke het wereldbeeld dat velen (niet alleen wetenschappers) tegenwoordig aanhangen ondenkbaar zou zijn. Het beste voorbeeld van de verrijkende invloed van Minkowski is de roman *slaughterhouse five* van Kurt Vonnegut, over de onafwendbaarheid van oorlog en het zien in vier dimensies.

In ‘Raum und Zeit’ geeft Minkowski een meetkundige interpretatie van de speciale relativiteitstheorie. Werd te tijd voordien beschouwd als een soort zandloper die het heelal bij elk vallend korreltje doet overgaan naar een nieuwe configuratie, in Minkowski’s zijn de tijd en ruimte één geheel, waarvan wij alleen driedimensionale plakken kunnen zien. Door de tijd een speciale meetkundige eigenschap te geven (i.p.v de vierdimensionale stelling van Pythagoras, $t^2 + x^2 + y^2 + z^2 = \tau^2$, voert hij een relatief minteken in: $t^2 - x^2 - y^2 - z^2 = \tau^2$.) garandeert hij causaliteit. De beweging van een object beschrijft hij als een curve door de vierdimensionale ruimtetijd, de wereldlijn. Als je op tijdstip t een doorsnede van de ruimtetijd maakt, evenwijdig aan het x,y,z -vlak, dan is het punt waar de wereldlijn deze doorsnede snijdt, de positie van het object op tijdstip t . Uit dit meetkundige beeld kan hij alle bewegingswetten van de mechanica en de elektrodynamica afleiden.



Minkowski en Vonnegut

In dit meetkundige beeld lijkt het alsof de toekomst nu al bestaat en dus niet meer te veranderen is. Dit in tegenstelling tot het oude beeld, waarin alleen het heden bestaat en de toekomst nog vorm te geven is door beslissingen in het heden. In de roman ‘*slaughterhouse five*’ zet Kurt Vonnegut beide visies tegenover elkaar door de Tralfamadoriërs te introduceren, een buitenaards volk dat in vier dimensies ziet. Toekomst en verleden hebben voor hen geen betekenis. De hoofdpersoon in ‘*slaughterhouse five*’ is Billy Pilgrim, ex-krijgsgevangene en overlevende van het bombardement op Dresden. Later in zijn leven wordt hij ontvoerd door de Tralfamadoriërs en in een dierentuin tentoongesteld (de Tralfamadoriërs zetten hem later weer thuis af.). Billy Pilgrim is losgeraakt van de tijd, dit betekent dat hij zijn leven niet in chronologische volgorde ervaart, zoals wij, maar dat hij steeds in een willekeurige levensfase terecht komt. Tijdens zijn

verblijf op Tralfamadore probeert Billy Pilgrim de visie van de Tralfamadoriërs te begrijpen. Deze visie helpt hem zich te verzoenen met zijn dood (hij heeft gezien dat hij zal omkomen bij een moordaanslag) en met wat hij in Dresden heeft meegemaakt.

De Tralfamadoriërs reageren op alles laconiek op het onverschillige af. Ze rouwen niet om iemands dood, omdat die persoon op het ene tijdstip weliswaar dood is, maar op een ander tijdstip nog springlevend. De Tralfamadoriërs verkiezen het om weg te kijken van de dood. Ook een massamoord als het bombardement op Dresden doet ze niets.

Vonnegut presenteert de visie van de Tralfamadoriërs als een verstandige manier om het noodlot te dragen, om hem vervolgens tot het absurde door te voeren. Billy Pilgrim zegt tegen de Tralfamadoriërs dat ze de mensen wel een verschrikkelijk volk moeten vinden, met alle oorlogen die ze uitvechten en dat de mensheid met haar oorlogszuchtigheid nog eens het einde van het universum veroorzaken. Tot zijn verbazing antwoorden de Tralfamadoriërs dat ze even afschuwelijke oorlogen voeren, maar ervoor kiezen weg te kijken. Ze weten ook al hoe het universum eindigt. Een Tralfamadoriër veroorzaakt per ongeluk het einde van het universum bij een test met een nieuw type brandstof voor vliegende schotels. Billy vraagt of ze niet dat ongeluk kunnen voorkomen en de Tralfamadoriërs zeggen dat steeds als ze naar die gebeurtenis kijken, het ongeluk weer plaatsvindt.

Vonnegut

Dat is waar Minkowski's meetkundige interpretatie van de ruimtetijd toe leidt. Kijk maar weg, want je kunt er toch niets aan veranderen. Zelfbeschikking is slechts een illusie van hen die de vierde dimensie niet kunnen zien. Maar Vonnegut zelf kijkt niet weg. Billy Pilgrims krijgsgevangenschap en het bombardement op Dresden nemen een groot deel van het boek in. En hij is ook niet van mening dat het de vierde dimensie is die het bombardement op Dresden onvermijdelijk heeft gemaakt. Bijna alles wat Billy Pilgrim overkomt ligt niet vast in de vierde dimensie, maar wordt ergens in drie dimensies vastgelegd, waar Billy niet bij machte is om het te beïnvloeden (Billy Pilgrim heeft bijv. geen invloed op de keten van beslissingen die hem naar Dresden voert). Dat Billy Pilgrim niet bij machte is om zijn noodlot te veranderen betekent niet dat niemand bij machte is om zijn noodlot te veranderen, alleen mensen kunnen vaak niet overzien wat de uitwerkingen van hun daden zijn of ze hebben hun eigen redenen om geen rekening te houden met een onbeduidend iemand als Billy Pilgrim. Vonnegut laat een paar keer doorschemeren dat mensen, die door hun beperkte blik gedwongen zien hun leven vorm te geven zonder de uitwerkingen van hun handelen te overzien, superieur zijn aan Tralfamadoriërs, met hun vierdimensionale blik en hun telepathische communicatie. Mensen maken hun eigen wereldlijn, Tralfamadoriërs kunnen het maakproces niet zien en zijn machteloos.

En dan nog een fraai staaltje wetenschapspopularisatie. Volgens de Tralfamadoriërs zien mensen eruit als een soort lange duizendpoten met een babyuiteinde aan de ene kant en een bejaarde-uiteinde aan de andere kant. Op deze manier weet Vonnegut het idee van een vierdimensionale ruimtetijd inzichtelijk te maken. Om de beperkingen van deze beeldspraak voor leken aan te strepen vertelt hij ook hoe mensen volgens Tralfamadoriërs tijd ervaren. Ze moeten zich voorstellen dat het hoofd van een mens opgesloten zit in een metalen bol met één kijkgaatje waaraan een twee meter lange pijp zit. Hij zit vastgebonden aan een trein en hij kan de bol niet bewegen of afzetten. Door dit kijkgaatje heeft hij uitzicht op een bergketen, maar hij kan alleen dat stukje zien waar de trein langsrijdt. En dan moeten de Tralfamadoriërs zich ook nog kunnen voorstellen dat hij niet beseft dat hij vastgebonden zit aan een trein etc.