

# De “IceCube neutino-telescoop op de Zuidpool”

## Voordracht door Prof. Dirk Ryckbosch, Universiteit Gent

### Samenvatting door Carlos Van Cauwenberghe.

#### Inleiding:

Zie informatie over de lezing van 1/2/2016 in ons tijdschrift of op het internet.

#### Een beetje sterrenkunde vooraf:

In 1608 verbeterde Galileo Galilei (1564-1642) de eerste (optische) telescoop, waarmee hij o.m. de heliocentrische opvatting van het zonnestelsel kon bewijzen; dit laatste viel, zoals historisch bekend, wel NIET in de smaak van de RKKerk...

Sindsdien zijn er uiteraard heel wat ontwikkelingen, inzake de verkenning van de ruimte, gebeurd...

Op de aarde kunnen heftige optische telescopen, radiotelescopen en neutrinotelescopen (zie verder) geïnstalleerd.

De optische telescopen kunnen ofwel lenzenkijkers ofwel spiegelkijkers zijn; bij gebruik moeten de grote toestellen wel liefst op grote hoogte worden opgesteld (e.g. Andesgebergte).

In 1990 heeft de NASA de optische ruimtetelescoop “Hubble” (met infrarood camera) gelanceerd; deze werd pas operationeel in 1993 (na de noodzakelijke vervanging van een verkeerd geslepen spiegel...).

De opvolger van “Hubble” wordt de “James Webb Space Telescope” (JWST), een optische ruimtetelescoop (ook met infrarood camera), die in 2018 wordt gelanceerd.

Dit project ontstond uit een samenwerking tussen NASA, ESA (European Space Agency) en CSA (Canadian Space Agency).

#### De kosmische straling:

Interessante uitleg hierover geeft Wikipedia (3 blz. - laatste bewerking op 26/12/2015); hierbij vindt men ook reeds een figuur van het energiespectrum van kosmische straling.

Kort voor WO I ontdekte men dat, boven een hoogte van 5 km, de “hoogtestraling” toenam.

Hoogtestraling is een verzamelnaam voor deeltjes en fotonen met een hoge energie, die ons, vanuit de kosmos, bereiken. Daarin bevinden zich geladen deeltjes, zoals elektronen en protonen, de kernen van helium, zwaardere elementen, neutrino's en hoog-energetische fotonen ( $\gamma$ -straling).

Zo zijn o.m. E.Waxman en J.Bahcall de pioniers inzake kennis van kosmische straling.

#### IceCube Neutrino Observatory:

Zie artikel met zelfde titel op Wikipedia (4 blz.)

De Amerikaanse “University of Wisconsin-Madison” ontwikkelde en superviseert deze ontwikkeling.

Wereldwijd zijn er evenwel nog andere universiteiten (o.m. UG) bij het project betrokken.

De werken op het terrein (de “Amundsen Scott South Pole Station” van de USA) startten in 2005 en eindigden in december 2010.

Tussen haakjes, één van de bedenkers en drijvende krachten van het project is een Vlaming, nl. de 71-jarige Francis Halzen uit Tienen, die studeerde aan de KUL, en die, in 2015, de “Premio Balzan” (een soort Italiaans-Zwitserse Nobelprijs) won. Deze prijs, hoewel minder bekend, brengt blijkbaar financieel meer op dan de echte Scandinavische...

In een ijsblok van 1 km<sup>3</sup> aan de Zuidpool wordt er, sinds 2010, gespeurd naar neutrino's.

Men focust hier zowel op de “gewone neutrino's”, die afkomstig zijn van de zon of van de atmosfeer van de aarde, als op een variëteit van neutrino's met een extreem hoge energie, namelijk de “kosmische neutrino's”.

Volgens het “Standaardmodel van de deeltjesfysica” zijn de 3 neutrino's de leptonen  $\nu_e$  of “electron-neutrino”,  $\nu_\mu$  of “muon-neutrino” en  $\nu_\tau$  of “tau-neutrino”.

Door hun neutrale lading en hun verwaarloosbare massa zijn dit de meest ongrijpbare deeltjes in het universum.

Elke seconde vliegen er miljarden dwars doorheen onze planeet en doorheen ons lichaam.

Af en toe botst er toch eentje op een atoomkern, wat een lichtflits (Cerenkov licht) in de DOM's (“Digital Optical Modules”) in het ijs van de Zuidpool produceert; deze waarnemingen verraden ook uit welke richting het deeltje is komen aanvliegen.

Voor deze observaties in 3 D moeten er uiteraard een zeker aantal DOM's op de vertikaal (bv. 60, d.i. één string) en een zeker aantal strings (bv. 80) in de meetcubus (1 km<sup>3</sup>) worden ingespoten in het (klare) ijs aan de Zuidpool en dit tot op een zekere diepte (1250 tot 2450 m).

IceCube is in staat om, voor elk miljoen neutrino's dat er invalt, er gemiddeld één te detecteren.

Alle info van de DOM's gaat er naar het "IceCube Lab", dat zich bevindt op loopafstand van de basis zelf.

Slechts heel af en toe is dat één hoogenergetische of kosmische neutrino.

Halzen en co. hebben er, in 4 jaar tijd, iets meer dan 100 kunnen vangen...

De hamvraag hier is evenwel: waar komen die "kosmische neutrino's" vandaan?

Men weet wel dat deze ontstaan onder de meest "gewelddadige omstandigheden" in de kosmos, zegt Halzen.

In het heelal zitten immers gigantische deeltjesversnellers verstopt.

In de LHC van Genève werden er, tot 2015, deeltjes versneld tot 8 Tera-elektronvolt (=8x10<sup>12</sup>eV of de botsingsenergie), maar, voor de waarneming van een kosmische neutrino bij "één event" aan de Zuidpool, kan men wel een versnelling van enkele honderdtallen TeV (bv. 1.040,8 TeV bij "Event 14") vaststellen.

De hoogste waarde, die tot dusver werd waargenomen bedroeg 2000 E(triljoen of 10<sup>18</sup>)eV.

Neutrino-onderzoek is dus handig omdat die deeltjes overal doorheen gaan; ze zijn klein en hebben geen lading.

Halzen zei reeds dat men zo een hemelkaart wil maken van al dat "gewelddadige" in het heelal.

In de film "IceCube Neutrino Observatory-Animated Overview" op Internet krijgt men het project ook op een eenvoudige en overzichtelijke manier uitgelegd.

Verder vindt men op Internet nog tal van andere wetenschappelijke filmen over de neutrino's.

Zo krijgt men o.m. ook, in Part I en II van de film "Neutrino, measuring the unexpected", prof. Francis Halzen, "Principal Investigator" van "IceCube" te zien en te horen...

Tot slot schetst Prof. Ryckbosch nog een beeld van het leven op de basis.

De reis erheen gebeurt met verschillende vliegtuigen (uitgesloten tijdens de winter) en neemt meerdere dagen in beslag.

Sommige onderzoekers blijven op de basis overwinteren.

Stookolie is de basis voor alle brandstof, die er nodig is.

Het gebruik van kernenergie is niet wenselijk, gezien de extreme temperaturen.

De gemiddelde zomer- / wintertemperatuur is er -27°C / -60°C.

Van 21/09 tot 21/03 is het er permanent donker, maar men heeft dan nog wel het poollicht.

De afstand van het station naar het "IceCube Lab", heen en terug, wordt te voet afgelegd, maar de weg moet veiligheidshalve goed worden afgebakend met zichtbare vlaggen, die vastgemaakt zijn op lange stokken...

### **Besluiten:**

Naarmate het aantal kosmische neutrino's toeneemt, kan men de "IceCube detector" van de Zuidpool meer en meer aanzien als een waardevolle telescoop.

Deze ruimtekijker vangt dus NIET het licht van de sterren op, maar enkel de kosmische straling.

Door een betere kennis van de kosmische straling in het algemeen en van de "kosmische neutrino's" in het bijzonder, hoopt men zo ook meer aan de weet te komen over de "gewelddadige" verschijnselen aldaar: o.m. de zwarte gaten in de centra van de galaxiën (vooral de "Active Galactic Nuclei" of AGN's), de "Super Novae" (e.g. SN1987), de "Gamma Ray Bursts" of GBS's), de botsende neutronensterren, enz.

De richting van de "gewone neutrino's" zal over het algemeen meer evenwijdig zijn met het vlak van de Melkweg, terwijl, voor de "kosmische neutrino's", dit (meestal) NIET het geval zal zijn.

Voor deze laatste is het dus zaak om te bepalen waar, in het heelal, al dit "kosmisch geweld" vandaan komt.

Tot dusver is er hierover nog veel speculatie. Wellicht liggen nog vele andere oorzaken aan de basis ervan.

Het leggen van de nodige verbanden is momenteel dus nog een vrij moeilijke opdracht voor de sterrenkundigen...