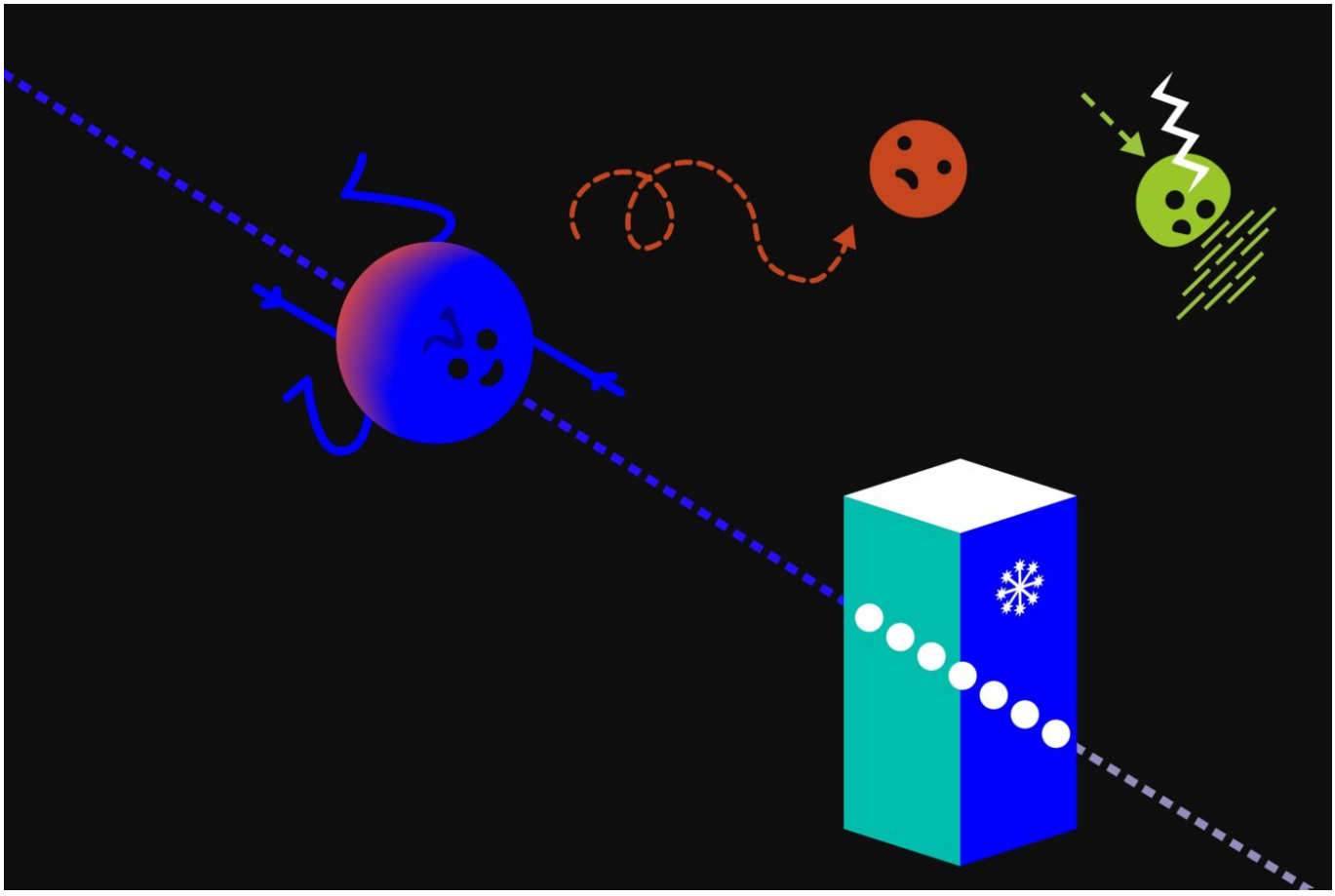
Nobelprijs Natuurkunde voor neutrino-onderzoek

De Nobelprijs voor de Natuurkunde valt dit jaar dicht bij huis: de prijs gaat naar de van oorsprong Belgische natuurkundige Francis Halzen, de initiator en hoofdonderzoeker van het IceCube-experiment waarmee onder het ijs van de Zuidpool onderzoek wordt gedaan naar neutrino's.



Neutrino's en het IceCube-experiment. © Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences

Hoewel Halzen van Belgische komaf is en in dat land opgroeide, studeerde en promoveerde, werkt de nu 82-jarige onderzoeker al vrijwel zijn hele leven in Amerika, waar hij sinds 1972 hoogleraar is aan de Universiteit van Madison-Wisconsin. Halzen houdt zich als

deeltjesfysicus met name bezig met de straling die uit de kosmos komt, en is daarbij in het bijzonder geïnteresseerd in neutrino's. Al in 1987 begon hij, geïnspireerd door Russisch onderzoek, na te denken over de mogelijkheid om een grote neutrinodetector onder het ijs van de Zuidpool te bouwen. De reden voor die locatie was als volgt: er komt allerlei straling uit het heelal (en van vele aardse bronnen), maar een groot deel van die straling dringt niet door dikke lagen ijs heen. Neutrino's doen dat wél, en zo kun je onder de Zuidpool dus betrekkelijk "schoon" neutrino's waarnemen.

Na de nodige voorstudies leidden Halzens ideeën in 2005 tot het voorstel van het IceCube-experiment, en in 2010 was de detector gebouwd en klaar voor gebruik. Sindsdien is er met het experiment heel veel nuttig werk gedaan aan allerlei fysica waarbij neutrino's betrokken zijn. In 2023 werd begonnen met een upgrade van het experiment, die eerder dit jaar werd afgerond.

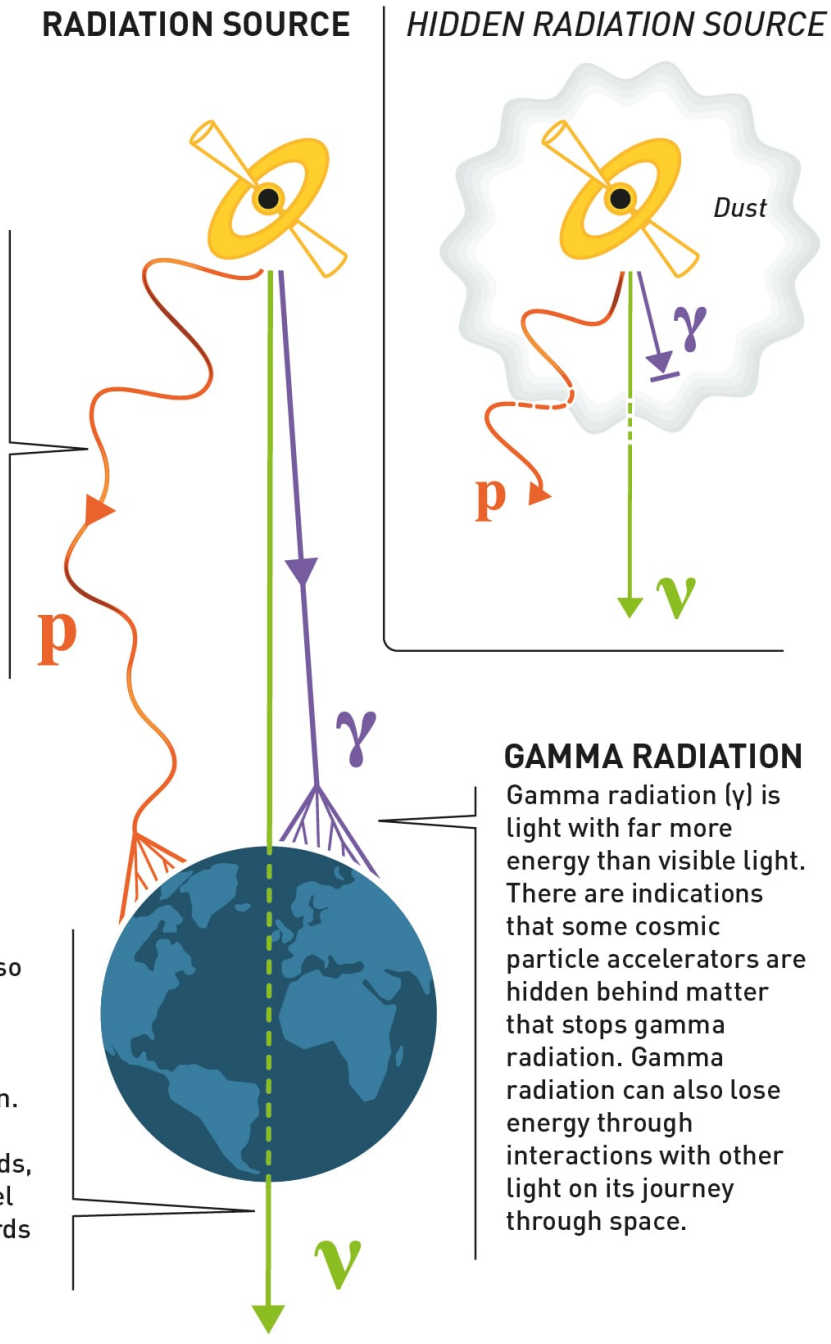
Zoals gebruikelijk komen we op deze website in december, rond de datum waarop de prijs in Stockholm aan Halzen wordt uitgereikt, met een uitgebreider artikel over de fysica achter de Nobelprijs. Wie niet zo lang wil wachten kan de komende dagen ongetwijfeld in de media al het hart ophalen. Ook op de Nobelprijs-website is al heel veel informatie te vinden, waaronder de onderstaande twee infographics.

Over neutrino's uit de ruimte:

Messengers from space

Space contains objects that release vast amounts of energy. There are processes that accelerate particles and which can sometimes provide particles with a million times more energy than can be achieved in experiments on Earth.

These violent events create different types of radiation, which reach us as messengers carrying information about the processes in which they originated. The neutrinos' properties mean that they can reveal information about cosmic particle accelerators that other forms of radiation cannot.



COSMIC RAYS

Cosmic rays are atomic nuclei that reach us from space. The most common ones are hydrogen nuclei, which consist of one proton (p). Because they have an electric charge, the paths are affected by space's magnetic fields, so we cannot see where they come from.

GAMMA RADIATION

Gamma radiation (γ) is light with far more energy than visible light. There are indications that some cosmic particle accelerators are hidden behind matter that stops gamma radiation. Gamma radiation can also lose energy through interactions with other light on its journey through space.

NEUTRINOS

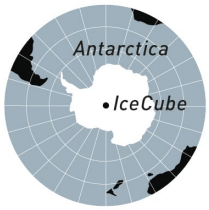
The processes that give protons high energies also create neutrinos (ν) with high energies. The same particle reactions also produce gamma radiation. The neutrinos are not affected by magnetic fields, so their direction of travel can be traced back towards the source. Nor are they stopped by cosmic dust or radiation.

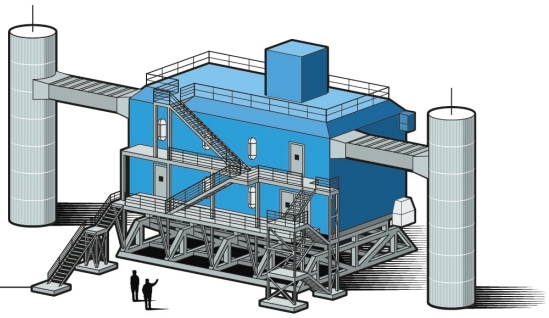
©Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences

Over het IceCube-experiment:

An observatory in the ice

IceCube is a cubic kilometre of ice equipped with light sensors on long cables, as well as a building on the surface where the signals from the ice are collected. Data are then forwarded via satellite for analysis.





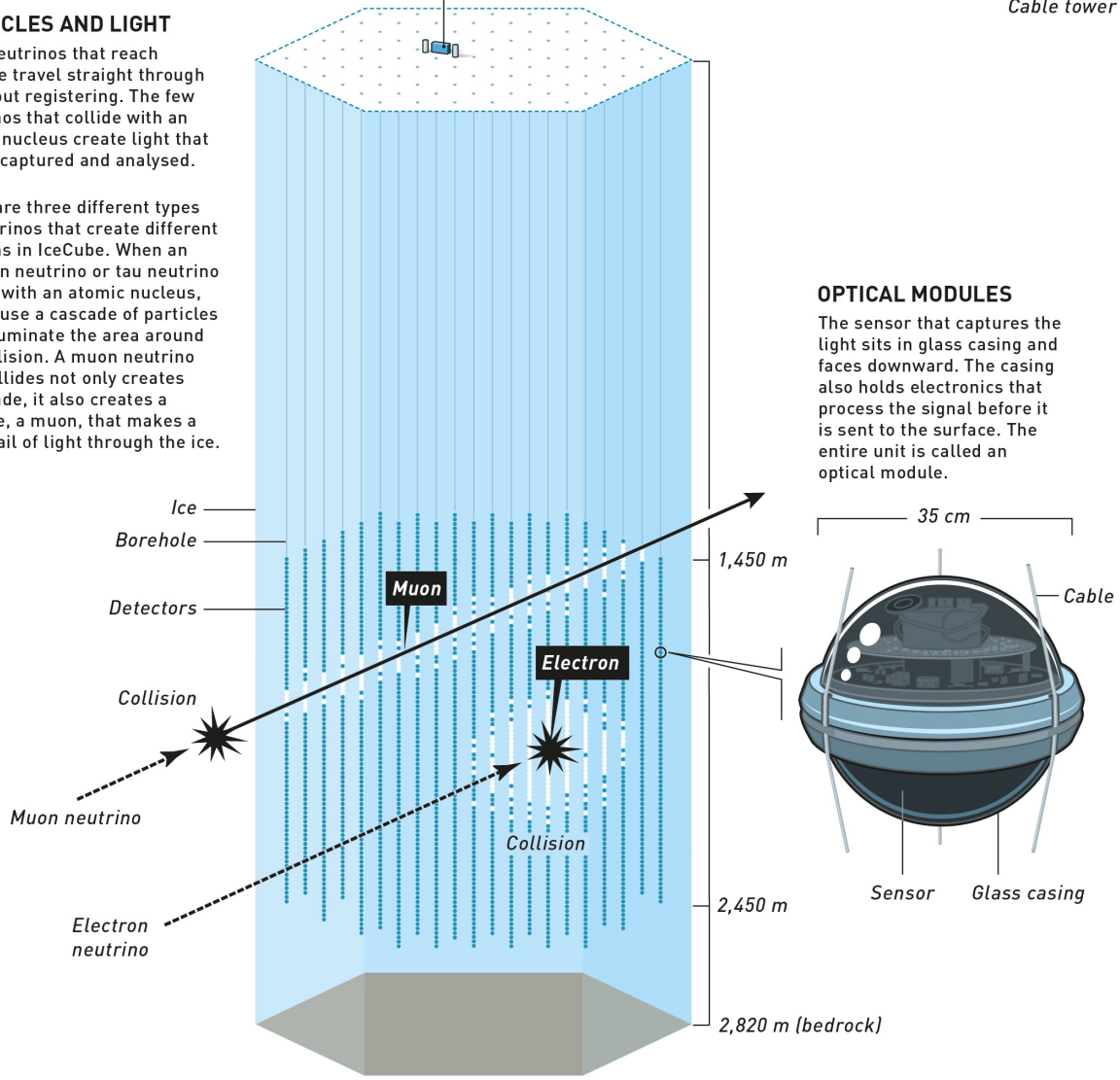
PARTICLES AND LIGHT

Most neutrinos that reach IceCube travel straight through it without registering. The few neutrinos that collide with an atomic nucleus create light that can be captured and analysed.

There are three different types of neutrinos that create different patterns in IceCube. When an electron neutrino or tau neutrino collide with an atomic nucleus, they cause a cascade of particles that illuminate the area around the collision. A muon neutrino that collides not only creates a cascade, it also creates a particle, a muon, that makes a long trail of light through the ice.

OPTICAL MODULES

The sensor that captures the light sits in glass casing and faces downward. The casing also holds electronics that process the signal before it is sent to the surface. The entire unit is called an optical module.



©Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences