

Sterrenkundige waarnemingen in het vrije veld en verder

David Fokkema Niek Schultheiss

Kaj Munk College / Nikhef

Zaanlands Lyceum / Nikhef

11 december 2015 / Woudschoten 2015

Outline

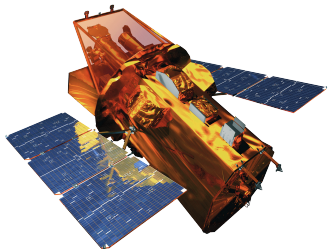
- 1 **Sterrenkunde**
 - Elektromagnetisch spectrum
 - Geladen deeltjes
 - Ongeladen deeltjes

- 2 **Kosmische straling**
 - Onderzoek
 - Waarnemingen in de klas

Waarnemen

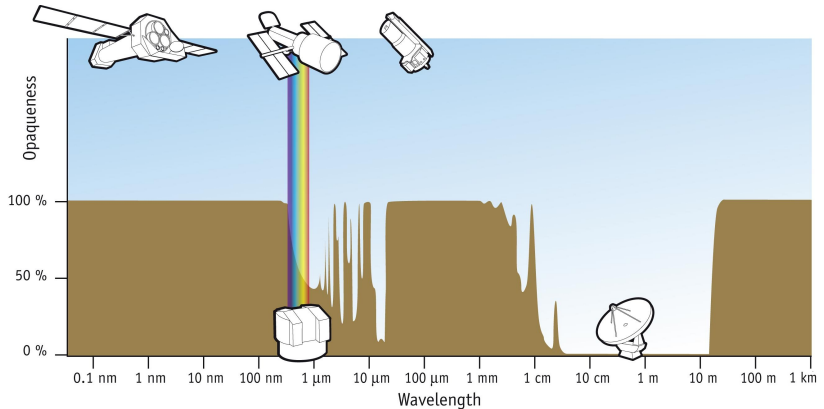


- Met het het ongewapende oog is bij een heldere nacht veel waar te nemen.
- De intensiteit van ver afgelegen lichtbronnen beperkt onze waarnemingshorizon. Willen we verder kijken, dan hebben we een telescoop nodig.



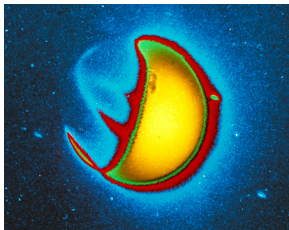
De NASA Swift gamma
telescoop

- Een waarnemer op Aarde neemt alleen straling waar die door de atmosfeer gaat. De ontwikkeling van raketten maakt het mogelijk om satellieten in een baan om de aarde te brengen.
- Met een satelliet kunnen we ook niet zichtbare straling waarnemen.



Het spectrum van elektromagnetische straling van gamma- tot radio-straling.

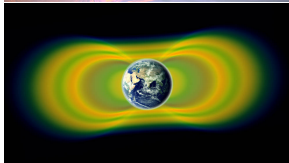
Geschiedenis van waarnemingen van EM-straling:



De Aarde in UV
gezien vanaf de maan

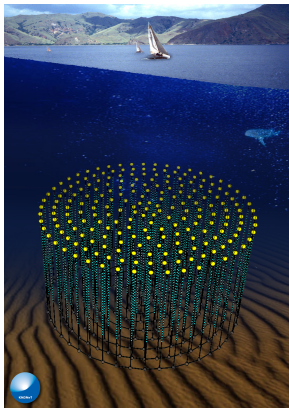
- Infra rood: Waarnemingen vanaf 1873: Maan
- Eerste hemelkaart voor radiostraling door Jansky in 1930
- Gamma: Begint in 1961, serieus onderzoek vanaf 1972
- Röntgen: In 1962 wordt Scorpius X-1 als eerste bron gevonden
- UV: 1972 Far UV Spectrograph (Apollo 16)

Geschiedenis van waarnemingen met geladen deeltjes



- Zonnewind, van Allengordels (1960), poollicht
- Hoge-energie bronnen: neutronensterren, zwarte gaten, SNR, quasars
- Astronomie is moeilijk: deeltjes worden afgebogen door de Lorentzkracht

Geschiedenis van waarnemingen met ongeladen deeltjes



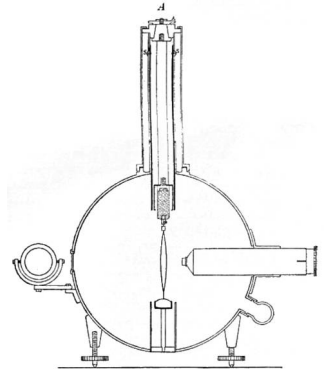
- 1956: Neutrino's worden gedetecteerd in de omgeving van kern reactors
- Neutrino telescopen: Antares, IceCube, KM3NeT
- Astronomie is moeilijk: lage detectiekans. De Lorentzkracht werkt echter niet op ongeladen deeltjes

Outline

- 1 Sterrenkunde
 - Elektromagnetisch spectrum
 - Geladen deeltjes
 - Ongeladen deeltjes
- 2 Kosmische straling
 - Onderzoek
 - Waarnemingen in de klas

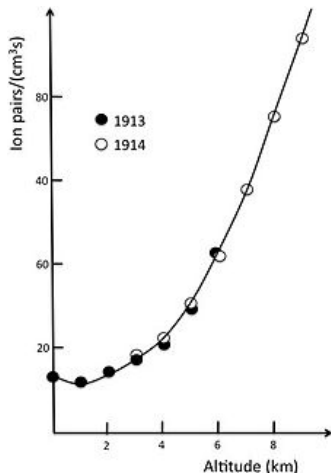
Kort: ontdekking

- Een elektroscop ontladst langzaam
- Ioniserende achtergrondstraling
- Waar is de bron?
- 1909: Kurz
 - buitenaards
 - aardkorst
 - atmosfeer



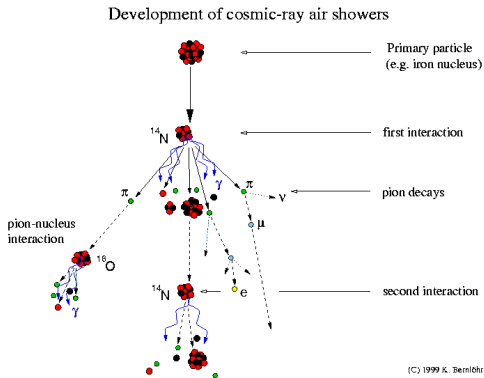
Kort: ontdekking

- 1907–1912: Pacini bij Genua
- 1909: Wulf in Parijs
- 1911–1912: Hess (5200 m)
- 1913–1914: Kolhörster (9200 m)
- *kosmische straling*



Extensive Air Showers (EAS)

- Primaire energie heel groot
- $E = mc^2$
- Nieuwe deeltjes ontstaan tijdens botsingen
- ± 1930 Rossi, Auger

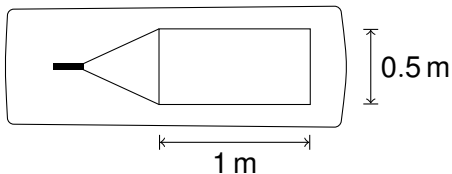


Pierre Auger Observatorium

- 1600 water Cherenkov detectoren
- 3000 km² in Argentinië



Detectie: HiSPARC



- organische scintillator
- fishtail lightguide (zelfde brekingsindex)
- photomultiplier tube
- ingepakt in aluminium- en plastic folie
- in een skibox

Nederland



- 7 clusters (Amsterdam, Eindhoven, Enschede, Groningen, Leiden, Nijmegen en Utrecht)
- 100 (!) stations

Leerlingactiviteiten

Voorbeelden:

- Hands-on:
 - Bouw een elektroscop
 - Bouw een nevelkamer
- Gebruik van computer:
 - Meet de levensduur of snelheid van muonen (Masterclass, PWS)
 - Analyseer gegevens van HiSPARC
 - Event display (<http://data.hisparc.nl/media/jsparc/event-display/index.html>)

Veel meer activiteiten zijn te vinden in het *infopakket*:

<http://docs.hisparc.nl/infopakket/>