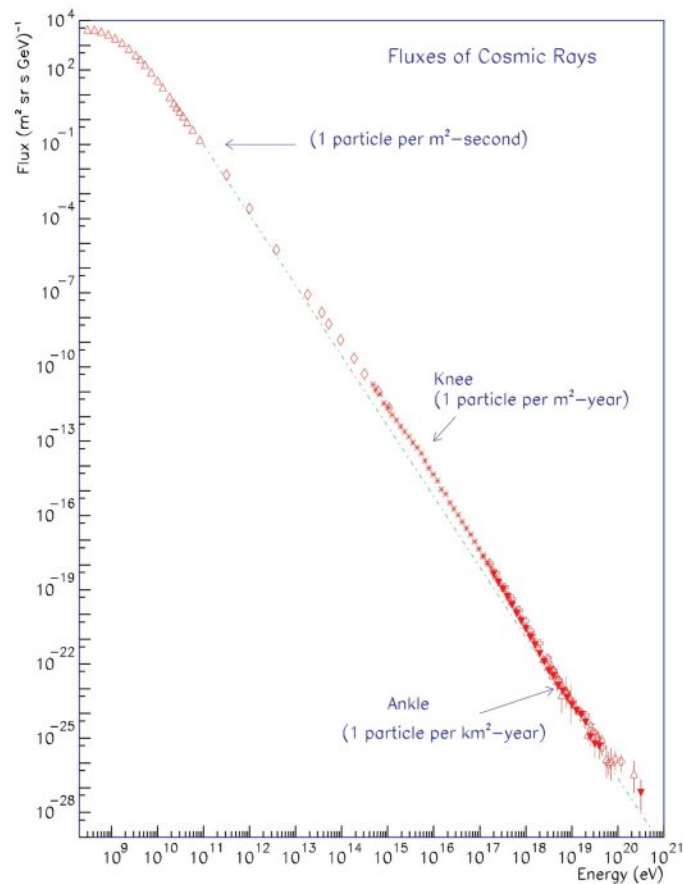


Deeltjes uit de ruimte

De aarde wordt voortdurend gebombardeerd door energetische deeltjes en straling uit de ruimte; in het elektromagnetische spectrum bereiken ons b.v. licht, microgolven en gammastraling. Daarnaast ontvangen we grote aantallen neutrino's van de zon en andere sterren, hoewel die in een aardse detector slechts uiterst zwakke effecten veroorzaken en dus moeilijk waar te nemen zijn.

Een derde component van de kosmische straling bestaat uit geladen deeltjes, vooral protonen en zwaardere atoomkernen. De herkomst van deze straling is divers, en niet in alle gevallen bekend. Waterstof en helium zijn in het vroege heelal gemaakt, en vormen samen meer dan 99% van de gewone materie in het heelal. Atoomkernen zwaarder dan helium worden alleen in sterren gemaakt; ze kunnen de interstellaire ruimte ingeslingerd worden tijdens intens energetische gebeurtenissen zoals de implosie van een massieve ster, zichtbaar als een supernova. De mechanismen waardoor geladen deeltjes in de ruimte versneld worden zijn slechts ten dele bekend. Schokgolven, die bij sterimplosies ontstaan, of in jetstromen gemaakt door actieve melkwegkernen kunnen als deeltjesversneller werken. Ook bij het uiteenvallen van een instabiel zwaar deeltje in lichtere kunnen de brokstukken een grote energie meekrijgen.



De aantallen geladen deeltjes van verschillende energie die ons bereiken zijn weergegeven in figuur 1. De energie is daar uitgedrukt in aantallen elektronvolt, de energie die een elektron krijgt als het een potentiaalverschil van 1 volt doorloopt. Het is duidelijk dat het aantal

deeltjes uit de ruimte bij toenemende energie zeer snel afneemt; dit geldt in het bijzonder voor de deeltjes met de hoogste energie, meer dan 10^{15} elektronvolt per kerndeeltje. Een reden waarom de aantallen deeltjes in dit energiebereik sneller afneemt kan zijn, dat deze deeltjes in staat zijn uit ons melkwegstelsel te ontsnappen. Deeltjes met minder energie worden gevangen gehouden door het magnetisch veld van ons melkwegstelsel, ook al is dit zeer zwak (~ 3 microgauss). Door het rondcirkelen van deze deeltjes in het galactisch magneetveld is het niet mogelijk vast te stellen waar deze deeltjes vandaan komen en waar ze gemaakt worden.

De deeltjes met de hoogste energie (meer dan 10^{15} elektronvolt) kunnen wel naar de intergalactische ruimte ontsnappen. Omgekeerd komen sommige hoog-energetische deeltjes vanuit andere sterrenstelsels door de intergalactische ruimte tot ons. Van deze deeltjes, waarvan de baan niet sterk wordt afgebogen, kunnen we misschien wel iets ontdekken over hun oorsprong. De flux van deze deeltjes boven in de atmosfeer is echter minder dan 1 deeltje per vierkante meter per jaar. In principe worden er geen deeltjes verwacht met een energie van meer dan 10^{19} elektronvolt, omdat protonen in dat geval hun energie snel verliezen door wisselwerkingen met de kosmische microgolfachtergrond.

Het effect van een hoog-energetisch deeltje dat onze atmosfeer binnendringt is het maken van een lawine van secundaire deeltjes: fotonen, elektronen en hun zwaardere verwanten, de muonen. Deze verspreiden zich over een groot oppervlak, en kunnen worden waargenomen door een netwerk van detectoren op aarde. Zo'n waarneming is natuurlijk indirect, maar uit het dichtheidsprofiel en de aankomsttijden van de lawine van secundaire deeltjes kan men de energie en richting van het oorspronkelijke (primaire) deeltje reconstrueren.