

# HOGERE DIMENSIES

*voorbij de vertrouwde knoop*

Veel tweedimensionale, geometrische vormen kunnen worden uitgebreid naar drie dimensies via een proces van analogie. Cirkels en bollen zijn een goed voorbeeld (zie blz. 66). We kunnen dit proces best voortzetten naar vier, vijf of meer dimensies (zie onder). In het algemeen wordt een  $n$ -dimensionale ruimte bepaald door een verzameling punten met coördinaten  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ . Afstanden, hoeken en andere kwantiteiten van hogere dimensies kunnen analoog worden gedefinieerd.

Einstein gebruikte vier dimensies om de natuurkunde van ruimtetijd te modelleren en moderne kosmologen gebruiken tien of meer dimensies in de snaartheorie. We moeten wel bedenken dat een  $n$ -dimensionale ruimte kan worden gedefinieerd en bestudeerd zonder noodzakelijke interpretatie in termen van fysieke verschijnselen als ruimte of tijd.

Bepaalde gehele getallen  $n$  onderscheiden zich doordat de bijbehorende  $n$ -dimensionale ruimte een unieke geometrische eigenschap heeft. Een eenvoudig voorbeeld is dat alleen een driedimensionale ruimte knopen kan ondersteunen ('inbeddingen' van een cirkel). In elke andere dimensie kunnen zulke inbeddingen worden 'ontknoopt'. En alleen vierdimensionale ruimte staat wiskundige curiosa toe als *exotische differentieerbare structuren*. Maar dat is een ander verhaal.



4D-simplex



4D-orthoplex



tesseract (4D-kubus)



24-cel

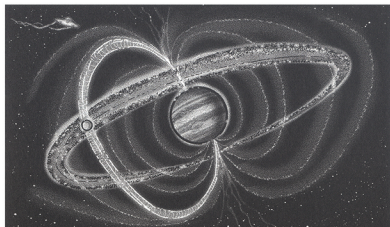
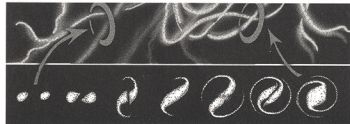


## EEN PLASMAHEELAL

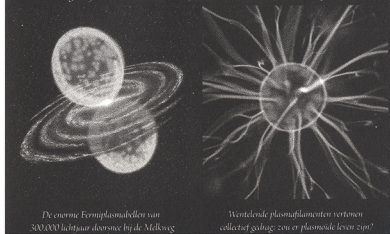
*de draaikolk in*

99 procent van alle bekende materie in het heelal heeft de vorm van plasma, een gasachtige hoge-energiestoestand waarin elektronen vrijkomen van atomen. Plasma's geleiden elektriciteit zeer goed; ze laten elektronen door magneetvelden kringelen en produceren zo dynamische Birkelandstromen, die in gepaarde filamenten kronkelen. Serpentinestromen verbinden Jupiter en zijn manen (*rechtsboven*) en in ons galactisch centrum zijn filamenten van meer dan 100 lichtjaar lang en 3 lichtjaar breed gezien. Enorme plasmakwabben liggen boven en onder de Melkweg (*rechts, links onder*).

Plasmalinten reiken tot diep in de ruimte en stralen schieten met bijna de lichtsnelheid uit de kern van actieve stelsels. Het theoretische maximum dat filamenten kunnen bereiken voor ze instabiel worden, is dat van de grootste waargenomen structuren, de Grote Muren. In het laboratorium is galactische evolutie nagebootst (*onder*) en omdat plasma zich op elke schaal hetzelfde gedraagt, kan dit de sleutel vormen voor veel kosmische raadsels. Volgens sommigen maken plasmawebben op kosmische schaal de aanname van donkere materie overbodig.



*Vulkaanvleedties van Jupiters maan Io ioniseren tot een plasmatorus, met grote invloed op de magnetosfeer. Een stroom van twee triljoen watt veroorzaakt auroras aan de polen.*



*De enorme Fermi-plasmabellen van 300.000 lichtjaar doorsnee bij de Melkweg*

*Wentelende plasmafilamenten vertonen collectief gedrag: zou er plasmoiden leven zijn?*

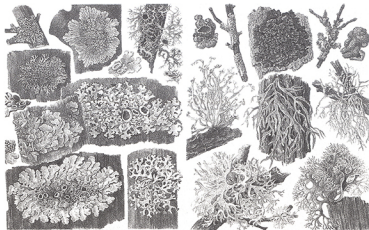
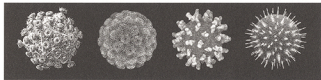
## PARASITISME EN SYMBIOSE

*de kwestie mens*

Veel organismen ontwikkelen *parasitaire* of *symbiotische* relaties met andere. Bij parasitaire relaties profiteert slechts één soort van de situatie; bij symbiotische relaties hebben beide of alle partijen baat. Luizen, vlooien en wormen bieden hun gastheer bijvoorbeeld geen voordeel, maar boren zelf wel bronnen aan; de bacteriën in onze maag daarentegen helpen ons met verteren en voeden daarbij zichzelf. Dodelijke bacteriën en virussen (*onder*) lijken zelf ook ten dode opgeschreven, maar proberen nieuwe slachtoffers te infecteren voor beide sterven.

Sommige symbiotische relaties zijn zo intensief van aard dat er een soort samengestelde organismen uit voortkomen. Een goed voorbeeld daarvan is het Portugese oorlogsschip, dat oogt als een kwal. De verschillende delen van zijn lichaam zijn feitelijk aparte soorten organismen binnen een coöperatieve kolonie. Korstmoss is een plantaardig voorbeeld, deels alg, deels schimmel. Er bestaan ook dier-plantcomposieten, zoals de omgekeerde neteldieren (*bladzijde 211, linksboven*): kwallen die kolonies algen bevatten.

De mens kan steeds meer vergeleken worden met een parasiet ten opzichte van het meeste leven op aarde, al hebben we een symbiotische relatie met narcissen, appelbomen, honden, koeien, kippen, grassen en een paar andere soorten die gedijen ten koste van de meerderheid.



Boven en rechtsboven blz. 211: diverse soorten korstmoss. Korstmossen zijn samengestelde organismen, een symbiose tussen schimmels en fotosynthetische algen die voedsel uit zonlicht leveren aan het korstmoss.

Links: een Portugees oorlogsschip. Dit dier lijkt op een kwal, maar is een kolonie van gespecialiseerde poliepen.

Onder: de vio is een goed voorbeeld van een parasiet, die de gastheer geen voordeel biedt, maar zich er louter mee voedt.

