

De roodverschuiving die waargenomen wordt in de astronomie kan gemeten worden aangezien de emissie en absorptie spectra voor atomen distinctief en wel gekend zijn, gekalibreerd uit spectroscopische laboratoria op Aarde. Wanneer roodverschuiving van verschillende absorptie- en emissielijnen van één enkel astronomisch object gemeten wordt zal z opmerkelijk constant zijn. De verre objecten kunnen wat vertroebeld zijn en de lijnen wat breder, dit wordt veroorzaakt door thermische of mechanische beweging van de bron. Voor deze redenen en andere is de consensus onder astronomen dat de roodverschuiving die ze waarnemen te wijten zijn aan een combinatie van de drie vormen van Doppler-achtige roodverschuivingen. Alternatieve hypothesen worden niet echt mogelijk geacht.

Spectroscopie als een meting is aanzienlijk moeilijker dan eenvoudige fotometrie die de helderheid van astronomische objecten doorheen bepaalde filters meet. Wanneer fotometrische gegevens alles is dat beschikbaar is (zoals het Hubble Deep Field en het Hubble Ultra Deep Feeld), vertrouwen astronomen op een techniek voor de fotometrische roodverschuiving te meten. Aangezien de filters gevoelig zijn aan een bepaalde golflengtebereik en de techniek die zich bij het maken van vele veronderstellingen over de oorsprong van het spectrum aan de lichtbron kunnen er zich meetfouten optreden tot $\delta z = 0.5$ en zijn dus een pak minder betrouwbaar dan spectroscopische metingen. Fotometrie laat wel toe een kwalitatieve karakterisatie van roodverschuiving te zien. Bijvoorbeeld als een zonachtig spectrum een roodverschuiving heeft van $z = 1$ zou deze het helderst zijn in het infrarode in plaats van op de geelgroene kleur die verbonden is met de piek van het zwarte lichaam spectrum en de lichtintensiteit zal gereduceerd worden in de filter met een factor van twee ($1 + z$).

Lokale waarnemingen

In nabijgelegen objecten (binnen onze melkweg) zijn ge waargenomen roodverschuivingen meestal gerelateerd aan zichtlijn snelheden die verbonden zijn met de objecten die waargenomen worden. Waarnemingen van zulke roodverschuivingen en blauwverschuivingen gaven astronomen de mogelijkheid hun snelheid te meten en de eigenschappen van de massa van de ster in spectroscopische dubbelsterren te bepalen, een methode die in 1868 het licht zag door de Britse astronoom William Huggins. Kleine roodverschuivingen en blauwverschuivingen die gedetecteerd werden in de spectroscopische metingen van individuele sterren zijn één weg die de astronomen konden gebruiken om diagnoses en metingen te kunnen doen over de aanwezigheid en eigenschappen van planetaire systemen rond andere sterren. Metingen tot in de fijne details van roodverschuiving worden gebruikt in de

helioseismologie om de precieze beweging van de fotosfeer van de zon te bepalen. Roodverschuiving kan ook gebruikt worden voor de eerste metingen te doen van de rotatieverhouding van planeten, snelheden van interstellaire wolken, de draaiing van sterrenstelsels en de dynamica van accretie bij neutronensterren en zwarte gaten die zowel Doppler en gravitationele roodverschuiving vertonen. De temperatuur van de diverse uitstralende en absorberende objecten kan verkregen worden door de Doppler verbreding te meten, effectieve roodverschuiving en blauwverschuivingen over één enkele emissie of absorptielijn. Door het meten van de verbreding en verschuiving van de 21cm waterstoflijn in verschillende richtingen kunnen astronomen de recessionele snelheden van interstellair gas meten welke een rotatiecurve onthult van onze melkweg. Gelijkaardige metingen werden uitgevoerd op andere sterrenstelsels zoals Andromeda. Roodverschuivingen zijn in de astronomie, diagnostisch dan, één van de meest belangrijkste spectroscopische metingen die gedaan worden.

Extragalactische waarnemingen

De meest verafgelegen objecten vertonen een grotere roodverschuiving die overeenkomt met de Hubble flow van het heelal. De grootste waargenomen roodverschuiving, dat overeen komt met de grootste afstand en het verst terug in de tijd, is dat van de kosmische achtergrondstraling, de numerieke waarde van de roodverschuiving is ongeveer $z = 1089$ ($z = 0$ komt overeen met de huidige tijd), en toont dat ons heelal ongeveer 13,7 miljard jaar oud is en zo'n 379.000 jaar na de initiële gebeurtenissen van de Big Bang.

De lichtgevende puntachtige kernen van quasars waar de eerste "hoge-roodverschuiving" ($z > 0.1$) objecten ontdekt zijn voor de verbetering van de telescopen stonden toe voor de ontdekking van andere hoge-roodverschuiving sterrenstelsels. Op dit ogenblik is de hoogste gemeten quasar roodverschuiving

$z = 6.4$, met de hoogste bevestigde sterrenstelsel roodverschuiving van

$z = 7.0$, terwijl onbevestigde berichten van een zwaartekracht lens die in verafgelegen clusters kan waargenomen worden een sterrenstelsel kan aangeven met een roodverschuiving van

$z = 10$.

Voor sterrenstelsels die veel verder liggen dan de lokale groep en nabij de Virgo cluster, maar binnen enkele duizend megaparsecs is de roodverschuiving ongeveer in vergelijking met de afstand van het sterrenstelsel. Deze correlatie werd voor het eerst waargenomen door Edwin

Hubble en werd gekend als de wet van Hubble. Vesto Slipher was de eerste die galactische roodverschuiving ontdekte in het jaar 1912, terwijl Hubble de metingen van Slipher correleerde met de afstanden die hij mat om zijn wet te formuleren. In het algemeen aanvaarde kosmologische model gebaseerd op de algemene relativiteit is roodverschuiving voornamelijk een gevolg van uitzetting van de ruimte, dit betekend dat hoe verder een sterrenstelsel zich van ons af begeeft, hoe meer de ruimte is uitgezet in tijd sinds het licht het sterrenstelsel verliet zodat meer licht uitgerekt wordt, hoe meer roodverschuiving het licht heeft, hoe sneller het zich van ons af lijkt te bewegen. Hubble's wet volgt voor een deel het Copernicaanse principe aangezien het meestal niet gekend is hoe lichtgevend objecten zijn, het meten van de roodverschuiving is eenvoudiger dan meer directe metingen, zo wordt roodverschuiving in de praktijk soms omgezet als ruwe afstandsmeting door Hubble's wet te gebruiken.

Zwaartekracht interacties van sterrenstelsels met elkaar en clusters vormen een aanzienlijke versplintering in de normale weergave in het Hubble diagram. De eigenaardige snelheden die gepaard gaan met sterrenstelsels voegen een ruw spoor van massa toe aan Virial objecten in het heelal. Het effect leidt naar zo'n fenomeen van nabijgelegen sterrenstelsels (zoals het Andromeda sterrenstelsel) die blauwverschuiving verspreid wanneer we naar een gemeenschappelijk massamiddelpunt toevallen en roodverschuivingkaarten van clusters tonen een "Vinger van God" effect door de verspreiding van verschillende snelheden in een ruwe sferische verspreiding. Dit toegevoegd deel geeft kosmologen een kans om de massa's van objecten te bepalen onafhankelijk van "massa naar licht" verhouding, dit is een belangrijk middel voor de donkere materie te meten.

Voor meer verafgelegen sterrenstelsels is de relatie tussen de huidige afstand en de waargenomen roodverschuiving meer complex. Wanneer iemand een verafgelegen sterrenstelsel ziet, ziet iemand het zoals het was in het verleden, wanneer de expansieverhouding van het heelal verschillend was dan wat het nu is. In deze vroege tijden verwachten we verschillen in de expansieverhouding voor op zijn minst twee redenen:

1. De zwaartekracht aantrekking tussen sterrenstelsels gedraagt zich erg traag door de uitzetting van het heelal sinds dan.
2. Het mogelijke bestaan van een kosmologische constante of Quintessens kan de expansieverhouding veranderen van het heelal

Recente waarnemingen tonen aan dat de uitzetting van het heelal niet vertraagd zoals eerst verwacht werd maar nog steeds versnelt. Het wordt sterk geloofd dat dit komt door een vorm van donkere energie die de evolutie van het universum domineert. Zulke kosmologische constanten tonen aan dat het uiteindelijke einde van het heelal niet een Big Crunch is maar voor altijd zal blijven bestaan, toch zullen de meeste fysische processen binnen het heelal

uiteindelijk toch tot een einde komen.

Het uitzettend heelal is een centrale voorspelling van de Big Bang theorie. Wanneer we terug in de tijd gaan, voorspelt de theorie een "bijzonderheid", een punt in de tijd waar het heelal een oneindige toekomst zou hebben. De algemene relativiteitstheorie waarop de algemene relativiteitstheorie op gebaseerd is gaat vanaf dit punt verkeerd. Men neemt aan dat een nog onbekende theorie van kwantumzwaartekracht het overneemt vooraleer de dichtheid oneindig wordt.

Onderzoeken naar roodverschuiving

Met de komst van geautomatiseerde telescopen en verbeteringen in spectroscopen zijn een aantal collaboraties gemaakt om het heelal in kaart te brengen in roodverschuiving. Dit door de roodverschuiving te combineren met positionele gegevens, een roodverschuiving onderzoek brengt een 3D verspreiding van materie van een deel in de lucht in kaart. Deze waarnemingen worden gebruikt om eigenschappen te meten van de grootschalige structuur van het heelal. De grote muur, een grote supercluster van sterrenstelsels van 500 miljoen lichtjaar breedte geeft een dramatisch voorbeeld van grootschalige structuur dat roodverschuiving onderzoeken kunnen detecteren.

Het eerste roodverschuiving onderzoek was de CfA roodverschuiving onderzoek die startte in 1977 met initiële collectie gegevens die voltooid werd in 1982. Meer recentelijk de 2dF sterrenstelsel roodverschuiving onderzoek bepaalde de grootschalige structuur van een deel van het heelal, en met de z -waarden van meer dan 220.000 sterrenstelsels, de verzameling gegevens werd voltooid in 2002 en de uiteindelijke data werd vrijgegeven op 30 juni 2003. Een ander opmerkelijk onderzoek was de Sloan Digital Sky Survey (SDSS) die sinds 2005 actief is en meer dan 100 miljoen objecten wil meten. SDSS heeft roodverschuiving van sterrenstelsels opgemeten tot 0.4 en detecteerde ook quasars met een waarde hoger dan

z

= 6. De DEEP2 roodverschuiving onderzoek gebruikt de Keck telescoop samen met de nieuwe DEIMOS spectrograaf, een opvolger van het pilootprogramma Deep1.