

## 13. Cosmologie

Cosmologia este știința care încearcă să descifreze originea și evoluția Universului. Ea se ocupă atât de aspecte privind distanțele stelare cât și aspecte legate de trecutul și de viitorul Universului.

Principala temă a cosmologiei moderne este ideea expansiunii Universului, idee ce presupune ca, în trecut, temperatura să fi fost extrem de ridicată iar densitatea foarte mare. Această explozie inițiată dintr-o stare densă și extrem de caldă este numită *Big Bang*.

O altă problemă a cosmologiei este aceea a înțelegerii modului în care s-au format galaxiile și clusterelor de galaxii precum și determinarea naturii masei din Univers, în prezent cunoscându-se doar 10% din aceasta.

### 13.1. Efectul Doppler

La începutul secolului al XX-lea, astronomii au observat că unele galaxii sunt îndreptate spre anumite părți ale spectrului luminos, în special spre culoarea roșie a acestuia. În 1929, astronomul E. Hubble a comparat culoarea spectrală a galaxiilor cu distanța la care se află față de Terra și a demonstrat că, pe măsură ce se îndepărtează de planeta noastră, culoarea spectrală devine tot mai îndepărtată spre roșu (pentru detalii, a se vedea constanta lui Hubble).

Hubble a realizat că cea mai clară explicație este aceea că galaxiile se distanțează de noi și, în același timp, una față de cealaltă. Concluzia se bazează pe un efect cosmologic asemănător cu efectul Doppler, cu care ne întâlnim în fiecare zi atunci când pe lângă noi trec, de exemplu, mașini. Analogia în spațiu este aceasta: cu cât obiectul se îndepărtează mai mult de noi, cu atât lumina lui este îndreptată spre lungimi de undă mai mari (spre roșu). În schimb, dacă se apropie, atunci spectrul său tinde spre albastru.

În 1948, fizicianul rus George Gamow a stabilit că dacă toate galaxiile se îndepărtează de noi, atunci ele ar trebui să aibă un punct de origine comun. Un alt om de știință a numit fenomenul „Big Bang”. Este important de notat că aceste descoperiri în cosmologie nu au avut loc pentru a răspunde paradoxului lui Olber. Expansiunea Universului și teoria Big Bangului s-au dovedit, însă, a fi răspunsul la această întrebare.

- un Univers static nu poate elimina energia stelară și, în timp, ajunge să se încălzească.

- un Univers în expansiune își mărește volumul în mod continuu și, în consecință, energia stelară nu duce la o creștere a temperaturii în timp. De altfel, expansiunea acestuia determină o scădere a temperaturii lui.

Universul nostru ar putea fi un astfel de Univers în expansiune. Când Garnow a formulat pentru prima dată teoria, a prezis existența unei semnături sub forma unor radiații joase provocată de Big Bang. El a calculat temperatura exploziei, a luat în considerație diminuarea acesteia din cauza expansiunii Universului și a ajuns la o cifră de 5 K.

În 1961, Arno Penzias și Robert Wilson au detectat un zgomot de fundal pe când încercau să amelioreze comunicațiile cu microunde și au concluzionat, după ce au eliminat în prealabil toate sursele terestre, că acesta provine din spațiu. Ce au descoperit cei doi nu este altceva decât radiația primordială rămasă în urma Big Bangului. Penzias și Wilson au fost răsplățiți cu premiul Nobel.

## 13.2. Paradoxul lui Olber

Pe scurt, paradoxul lui Olber poate fi formulat astfel: într-un Univers stabil și infinit, cerul nopții ar trebui să fie invadat de lumina stelelor, chiar și a celor mai îndepărtate.

Dacă vă este greu să vă imaginați un astfel de lucru, gândiți-vă că orice regiune din spațiu este asemănătoare cu celelalte – absorbind și degajând căldura – și, totodată în balanță cu celelalte – ea absoarbe atâta energie câtă degajă.

Prin urmare, în loc să vă închipuiți un spațiu infinit, imaginați-vă o regiune în formă de cub care are oglinzi ca pereți. Oglinzile reflectă totul într-un mod perfect și astfel, în orice direcție ați privi, vi s-ar părea că vă aflați într-un spațiu infinit. Energia emanată de stele într-un asemenea spațiu nu s-ar pierde în timp, ci s-ar acumula și ar avea ca rezultat o creștere a temperaturii (grade Kelvin) ansamblului.

### Argumente

Chiar dacă presupunem că ar exista nori de gaze interstelari ce ar ascunde anumite stele, acești nori nu ar stopa căldura stelei ci, conform principiului tranzitivității termice, norul de gaze s-ar încălzi în timp la temperatura stelei. Un alt contraargument este că anumite stele se găsesc prea departe pentru a fi reperate de pe Terra. Cu toate acestea, cu cât distanța crește, cu atât există mai multe stele și aparenta dimensiune mică a lor este depășită de numărul mare al acestora.

### 13.3. Constanta lui Hubble

Constanta lui Hubble este unul dintre cele mai importante numere în cosmologie deoarece este folosită la calcularea vârstei Universului și a dimensiunii acestuia. Ea indică rata de expansiune a acestuia. În realitate, constanta lui Hubble nu este o constantă deoarece, cu timpul, se modifică și, așadar, acest număr ar trebui să se numească mai degrabă „parametrul lui Hubble”.

În 1929, Edwin Hubble a anunțat că aproape toate galaxiile par a se îndepărta de noi. Acest fenomen a fost observat ca urmare a îndepărtării spre roșu a acestora. Constanta lui Hubble este dată de formula  $H=v/d$ , unde  $v$  este viteza radială a galaxiei,  $d$  este distanța acesteia față de Terra iar  $H$  reprezintă valoarea curentă a constantei.

Obținerea unei valori a constantei lui Hubble este complicată. Ea se realizează prin măsurători spectroscopice care precizează deplasarea spre roșu și prin măsurarea distanței față de Terra, distanță ce trebuie determinată cu precizie. Unitatea de măsură a constantei lui Hubble este Kilometru pe Secundă pe MegaParsec (Km/s/Mpc). De-a lungul timpului, valoarea constantei a fost modificată de la 500 km/s/Mpc la cele două valori din prezent: 50 km/s/Mpc (conform lui Allan Sandage de la *Institutul Carnegie* din Washington) și 100 km/s/Mpc (după Gerard De Vaucouleurs de la *Universitatea din Texas*).

### 13.4. Înapoi în timp

Viteza luminii joacă un rol important în astronomie și în fizică. Conform Teoriei Relativității lui Einstein, nimic din Univers nu poate depăși această viteză. Lumina face parte din spectrul electromagnetic, care include radiația infraroșie, undele radio, razele gamma, radiația ultravioletă. Toate acestea sunt forme de lumină cu deosebirea că au energii ce diferă de lumina vizibilă cu ochiul liber. Cu alte cuvinte, toate acestea au o viteză egală cu cea a luminii. Contrar intuiției, Teoria Relativității ne spune că viteza luminii are o viteză constantă, relativ la un observator, indiferent de mișcarea relativă a acestuia din urmă. În consecință, lumina emisă de un obiect în mișcare nu are o viteză egală cu cea a obiectului plus viteza luminii. Atunci când ne referim la viteza luminii, facem trimitere la viteza luminii în vid întrucât, în realitate, viteza ei depinde de materialul pe care-l traversează. Totuși, densitatea de materie din spațiu este destul de mică pentru a considera că viteza luminii este egală, acolo, cu cea a luminii în vid.

Deoarece lumina se deplasează la o viteză mare dar finită, intervalul de timp necesar parcurgerii unor distanțe mari de spațiu este destul de mare. Deci, în momentul în care zărim lumina obiectelor îndepărtate, vedem, de fapt, cum era

obiectul atunci când a fost emisă lumina în trecut. De pildă, să presupunem că privim o supernovă oarecare la o distanță de 100.000 a.l. Ceea ce vom vedea va fi, de fapt, imaginea ei de acum 100.000 ani. Astfel, pentru a o vedea în starea sa actuală, s-ar impune să mai așteptăm încă 100.000 ani. Prin comparație, Soarele se află la 8 minute lumină depărtare, deci lumina pe care o vedem este cea emisă în urmă cu 8 minute.

Cele mai îndepărtate obiecte observate de astronomi, sunt situate la distanțe de 18 miliarde de a.l., deci lumina zărită în prezent este lumina emisă de aceste obiecte acum 18 miliarde de ani. Până de curând, se credea că cele mai îndepărtate obiecte sunt quasarii, însă, telescopul Hubble a detectat galaxii ce ar putea fi localizate la o distanță mult mai mare decât cea a quasariilor. Aceste obiecte ar putea fi atât de îndepărtate, încât am putea vedea Universul așa cum era el la vârsta de doar 1 miliard de ani. Din aceasta, putem deduce că galaxiile s-au format relativ recent după nașterea sa.