

DE CE ESTE ÎNTUNERIC ÎN UNIVERS?

Ana-Maria BOTEZATU*

Key words: darkness, universe, dark matter, dark energy, ordinary matter.

Dacă Universul este infinit de bătrân și este static, atunci de ce este cerul nopții întunecat? Această întrebare se numește Paradoxul lui Olbers (1823) sau paradoxul fotometric. În Universul infinit, uniform umplut cu surse de lumină, cerul nocturn ar trebui să fie scăldat într-o lumină orbitoare; în orice direcție am privi, strălucirea cerului ar trebui să fie egală cu cea a discului solar.

În realitate, cerul nocturn este obscur sau aproape obscur. Acest paradox primește o explicație numai în cadrul cosmologiei relativiste (einsteiniene). Esențial în această explicație este faptul de a considera Universul nestaționar - în evoluție. În secolul al XIX-lea, Universul era reprezentat printr-un model cosmologic infinit în timp și spațiu, distribuția materiei caracterizându-se prin omogenitate și izotropie. Spațiul fizic tridimensional era considerat euclidian, iar Universul - invariabil în timp (staționar). În 1905, Albert Einstein a formulat teoria specială a relativității prin care spunea că radiația vizibilă (de fapt, întregul spectru electromagnetic) este cel mai rapid lucru din Univers. În 1917, Einstein a căutat mai întâi un model static de Univers, dar abia în 1922-1924 Friedmann a demonstrat că din ecuațiile lui Einstein rezultă modele nestatice, evolutive, de descriere a Universului. Pentru a obține acest model static, el a modificat ecuațiile câmpului gravitațional, introducând un termen suplimentar, numit termen cosmologic (constantă cosmologică), având semnificația unei forțe repulsive care ar putea acționa la distanțe mari. Mai apoi, ipoteza de la care plecase a fost infirmată prin observațiile lui Edwin Hubble, care demonstrau expansiunea Universului. Legea lui Hubble arătase că Universul este într-un proces de expansiune, iar din modelele teoretice de Univers rezulta că raza de curbură a Universului este o funcție continuă, crescătoare de timpul universal (cosmic) - numit și vârsta Universului la momentul considerat - și că putem măsura cât de repede se îndepărtează sau se apropie de noi obiectele cosmice analizând modul în care s-a modificat lungimea de undă a radiației pe care o primim. Acest fenomen este cunoscut sub numele de deplasarea spre roșu. Cu cât o galaxie este mai îndepărtată, cu atât mai mare este deplasarea ei spre roșu și aceasta ar putea însemna că, în cazul stelelor și galaxiilor foarte îndepărtate de noi, spectrul radiației acestora este deplasat spre roșu mult prea mult pentru ca acesta să ne apară pe timp de noapte sub formă de radiație vizibilă.

Descoperirea radiației termice relict (domeniul microundelor) și măsurarea abundențelor relative ale elementelor chimice ușoare în diferite zone ale Universului au impus, treptat, concepția cosmologică potrivit căreia Universul, actualmente în expansiune, s-a aflat cândva în trecutul său într-o stare fizică deosebită, caracterizată printr-o mare densitate și o temperatură ridicată. Această stare a Universului este cunoscută ca teoria Universului fierbinte sau teoria Big Bang. Se crede că Universul are o vârstă de 13,7 miliarde de ani și că, în consecință, nu putem vedea nici un obiect aflat la mai mult de 13,7 miliarde de ani-lumină distanță, deoarece lumina celor mai îndepărtate stele nu a avut timp să ajungă până la noi. Rezultă de aici că universul nostru observabil este limitat.

Comunitatea științifică, privind către viitorul Universului, era în bună măsură de acord cu ipoteza conform căreia, sub acțiunea gravitației, această expansiune va încetini în timp, după care va începe un proces de contracție a Universului.

Două echipe de cercetători au încercat să determine această încetinire a vitezei de expansiune a Universului (1990). Cele două echipe - Supernova Cosmology Project, condusă de Saul Perlmutter, de la Lawrence Berkeley National Laboratory, - și High-Z Supernova Search, condusă de Brian Schmidt, de la Australian National University și de Adam Riess, de la Space Telescope Science Institute, și-au îndreptat atenția către un anumit tip de supernove de tip Ia. Luminozitatea lor este foarte bine determinată și aceste supernove pot fi luate ca surse etalon de

* Muzeograf, Observatorul Astronomic „Victor Anestin”, Bacău

lumină. Din momentul în care cunoaștem luminozitatea absolută a unui obiect este ușor să determinăm distanța până la el. Cu ajutorul acestor date se pot măsura cu precizie distanțele în Univers. Dacă vom cupla aceste date cu viteza de îndepărtare de noi, măsurată pe baza deplasării spre roșu, putem evalua evoluția în timp a vitezei de expansiune a Universului. Cele două echipe au anunțat în anul 1998 că, în urma măsurătorilor asupra supernovelor de tip Ia, au ajuns la concluzii similare, și anume că asistăm la o expansiune accelerată a Universului.

Putem interpreta constanta cosmologică ca fiind o proprietate a spațiu-timpului. Este ceea ce se numește „energia vidului”, care se manifestă, la scara foarte mare a Universului, ca o forță antigravitațională. Avem de-a face cu o proprietate intrinsecă a spațiu-timpului, densitatea de energie a vidului este constantă în timp și spațiu. Datorită expansiunii Universului, datorită „diluării” materiei și energiei din Univers, forța gravitațională tinde să scadă. Nu s-a găsit o explicație pentru constanta cosmologică și nimeni nu a putut explica de ce aceasta are valoarea pe care o putem determina pe baza observațiilor. Această energie a vidului este tocmai „energia întunecată”.

Pe lângă explicarea accelerării expansiunii Universului cu ajutorul constantei cosmologice, există și alte ipoteze, publicate prin lucrările științifice, printre care: chintesența (quintessence); după filozofii Greciei antice, chintesența ar fi cel de-al cincelea și cel mai subtil element din care este alcătuită lumea, alături de pământ, aer, apă și foc. Din chintesență ar fi alcătuite corpurile cerești. În ipoteza prin care chintesența explică expansiunea accelerată a Universului, aceasta ar fi reprezentată de un câmp cuantic ipotetic, care are o evoluție dinamică în timp, câmpul produs de chintesență nu este constant, ci variază pe măsură ce ne îndepărtăm de Big Bang. O cale pentru a decide dacă ipoteza chintesenței este corectă ar fi determinarea vitezei de expansiune a Universului la diferite momente de timp după Big Bang, deoarece cele două ipoteze prezentate până acum oferă rezultate diferite; o altă ipoteză pentru expansiunea accelerată a Universului pleacă de la ideea conform căreia teoria gravitației propusă de Einstein nu ar fi chiar una corectă. Această ipoteză nu ar afecta numai expansiunea Universului, ci și structura sa. Din acest motiv, ipoteza poate fi testată.

În anul 1933, astronomul elvețian Fritz Zwicky, studiind dinamica roiului de galaxii Coma, a estimat mai întâi masa galaxiilor din roi, pe baza luminozității lor, și apoi a efectuat o evaluare a masei totale a roiului, de data aceasta pe baza mișcărilor galaxiilor aflate în vecinătatea sa; comparând cele două rezultate, a avut o mare surpriză. Masa determinată pe baza luminozității galaxiilor din roi era de circa 400 de ori mai mică decât cea determinată pe baza mișcărilor galaxiilor din vecinătatea roiului. Diferența dintre cele două rezultate era mult prea mare pentru a putea fi atribuită unor simple erori de măsurare, spunea Zwicky. El a presupus că există o formă invizibilă de materie, „dunkle Materie” – materia întunecată. Astăzi, pe baza observațiilor realizate de către telescopul spațial Planck, se estimează că materia întunecată reprezintă circa 26,8% din Univers, în timp ce materia obișnuită reprezintă numai 4,9%.

Putem spune că materia întunecată nu interacționează decât gravitațional cu materia obișnuită și că această materie nu este... întunecată, ci, mai degrabă, perfect transparentă. Ea nu interacționează cu radiația electromagnetică. Există mai multe ipoteze prin care se încearcă explicarea ei, cea mai acceptată în rândul fizicienilor se referă la particule masive cu interacțiune slabă. Acestea sunt particule care posedă masă, dar care, cu excepția interacțiunii gravitaționale, nu interacționează decât foarte puțin cu materia obișnuită.

Din ceea ce au aflat până acum, oamenii de știință cred că lucrurile s-au întâmplat astfel: pentru primele câteva miliarde de ani după Big Bang, galaxiile în formare și alte îngrămădiri de materie erau atât de apropiate, încât gravitația lor combinată încetinea expansiunea Universului. Dar acum circa 5 miliarde de ani, galaxiile s-au împrăștiat suficient de mult, astfel încât energia întunecată - care a fost tot timpul o forță repulsivă constantă - a avut mai multă influență asupra atracției gravitaționale și expansiunea a început să se accelereze.

Dacă energia întunecată este constanta cosmologică a lui Einstein și a rămas constantă de-a lungul timpului, atunci raportul presiunii pe densitate - al materiei întunecate însăși - ar trebui să fie aproape de minus 1 (o presiune negativă). Dacă are o valoare diferită, cercetătorii vor ști că energia întunecată este altceva.

Numai circa 5 procente din Univers este materie obișnuită, alcătuită din quarcuri (particule elementare), electroni, neutroni și antiparticulele lor, fotoni etc. Restul este materie întunecată (23 procente) și energie întunecată (72 procente). Energia și materia întunecată sunt două enigme fundamentale ce încă își așteaptă elucidarea. Deși nu știm ce reprezintă materia și energia întunecate, știm că ele există. Avem dovezi clare pentru ele.

Concluzii:

Pe baza a ceea ce cunoaștem în prezent, paradoxul lui Olbers ne confirmă că Universul a avut un început în spațiu și în timp, că acesta se află în expansiune, că trăim într-un Univers ce are o vârstă finită și, deci, nu există dintotdeauna, așa cum omenirea a crezut multă vreme, ci a avut un început: Big Bang-ul. Din moment ce viteza luminii nu este infinită și având în vedere că Universul a avut un început și că stelele au o durată de viață limitată, cu o medie de ordinul a 10 miliarde de ani (unele se nasc abia acum, altele deja s-au stins), pur și simplu lumina de la stele și galaxiile mai îndepărtate nu a avut timp să ajungă la noi. Pe de altă parte, faptul că Universul este în expansiune produce modificări în radiația pe care noi o receptăm de la stele. Deoarece spațiul se dilată, stele se îndepărtează de noi și lumina suferă acest fenomen de deplasare spre roșu, astfel se ajunge ca radiația emisă cândva de stea în domeniul vizibil să fie receptată pe Terra sub formă de radiație infraroșie.

De altfel, cerul nocturn nu este întunecat dacă îl privim într-un alt domeniu al spectrului electromagnetic, în afara celui vizual sau optic. Trebuie menționată aici și radiația cosmică de fond care este uniform repartizată în Univers. Se crede că aceasta constituie o reminiscență a radiației emise în urma evenimentului Big Bang.

Albert Einstein a spus: „De fapt, întunericul nu există. Ceea ce există, de fapt, este doar absența luminii. Lumina poate fi studiată, întunericul nu. Întunericul nici nu poate fi fracționat, lumina da. O simplă rază de lumină alungă întunericul pe suprafața pe care ajunge. Întunericul este un termen inventat de oameni pentru a descrie ce se întâmplă când nu avem lumină”.

Bibliografie:

1. Ureche, V.- Universul. Vol. II, Astrofizică, Editura Dacia, Cluj Napoca, 1978.
2. Einstein, A.- Teoria relativității, Editura Tehnică, București, 1957.
3. Revista Știință&Tehnică, Anul I, X, Nr. 2, Mai 2011.

WHY IS THE UNIVERSE DARK?

As the Universe is infinitely old and static, than why is the night sky dark? Olber's paradox, 1823 - this paradox only receives an explanation in terms of relative cosmology's context (Einstein's theory). This work aims to evidentiate a few of the hypotheses issued about the dark Universe.