

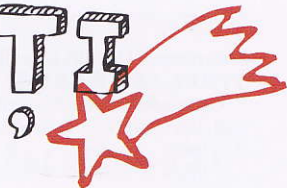


ASTROFIZICA

PENTRU

COPII

GRĂBITI



NEIL DE GRASSE TYSON

împreună cu Gregory Mone

Traducere din engleză de
Smaranda Nistor

CUPRINS

Prolog: cu câinii la plimbare, ca să văd stelele 7

1

cea mai mare și mai importantă poveste
spusă vreodată 13

2

cum comunicăm cu extraterestrii 31

3

Să fie lumină! 42

4

între galaxii 55

5

Materia întunecată 68

6

Energia întunecată 82



7

Elementele mele preferate 93

8

De ce lumea e rotundă 104

9

universul invizibil 115

10

Prin cartierul nostru solar 126

11

**cum ar arăta Pământul în ochii
unui extraterestru 135**

12

Să te uiți în sus și să ai gânduri mari 147

glosar 157

sursele ilustrațiilor 165



1.

Cea mai mare și mai importantă poveste spusă vreodată



La început, acum aproape 14 miliarde de ani, întregul univers era mai mic decât punctul cu care se termină această frază.

De câte ori mai mic? Imaginează-ți că acest punct ar fi o pizza. Acum împarte această pizza într-un bilion de bucăți. Totul, inclusiv particulele din care este alcătuit corpul tău, copacii sau clădirile pe care le vezi când te uiți pe fereastră, ciorapii celui mai bun prieten al tău, petuniile, școala ta, munții impunători și oceanele adânci de pe planeta noastră, sistemul solar, galaxiile îndepărtate — tot spațiul, toată energia și toată materia din cosmos erau înghesuite în acel punctuleț.

Și era fierbinte.

Totul era atât de fierbinte, cu atât de multe înghesuite într-un spațiu atât de mic, încât universul nu putea să facă decât un singur lucru.

Să intre în expansiune.

Rapidă.

Astăzi, numim acest eveniment Big Bang; într-o minusculă fracțiune de secundă (mai precis, o zecime de milionime de bilionime de bilionime de bilionime de secundă), universul a crescut enorm.

Ce știm despre acest prim moment din viața cosmosului nostru? Foarte puține, din păcate. Astăzi, am descoperit că există patru forțe care controlează totul, de la orbitele planetelor și până la micuțele particule care alcătuiesc trupurile noastre. Dar, în acel moment de după Big Bang, toate aceste forțe erau îngrămădite într-una singură.

Pe măsură ce s-a dilatat și s-a extins, universul s-a răcit.

Către sfârșitul acestei fărâmițe de timp, cunoscută printre oamenii de știință sub denumirea de „perioada Planck“, după numele fizicianului german Max Planck, una dintre forțe s-a desprins de celelalte. Această forță, gravitația, ține laolaltă stelele și planetele care alcătuiesc galaxiile, nu lasă Pământul să cadă de pe orbita lui din jurul Soarelui și îi împiedică pe copiii de 10 ani să arunce la coș de sus la panoul de baschet. Printre altele. Pentru o demonstrație simplă a atracției gravitaționale constante, închide această carte, ridic-o la câțiva centimetri deasupra celei mai apropiate mese, după care dă-i drumul să cadă. Așa arată gravitația în acțiune.

(Dacă totuși cartea n-a căzut, te rog să identifici cel mai apropiat astrofizician și să declari stare de urgență cosmică.)

Totuși, în acele prime câteva clipe ale universului nou-născut, nu existau nici planete, nici cărți și nici copii de 10 ani care să

Poți să arunci la coș de sus pe Marte?

Hai să presupunem că ai putea să te duci de-adevăratelea pe Marte, chestie deloc ușoară, și ai avea un costum de astronaut care îți asigură suficientă libertate de mișcare ca să poți sări în sus. Intensitatea atracției gravitaționale de pe orice planetă sau lună depinde de masa acesteia. Pentru că planeta Marte nu e atât de masivă ca Pământul, gravitația ei e un pic mai mare de o treime din gravitația terestră. Deci există o șansă să poți sări destul de sus. Dar sper că, dacă vei reuși să ajungi pe Marte într-o bună zi, n-o să-ți pierzi vremea jucând baschet. Vor fi multe alte lucruri interesante de văzut și de făcut.

joace baschet și asupra cărora să acționeze gravitația. Aceasta își face cel mai bine treaba cu obiecte de mari dimensiuni, iar în universul timpuriu totul era încă inimaginabil de mic.

Dar acesta a fost doar începutul.

Cosmosul a continuat să crească.

În continuare, celelalte trei forțe principale ale naturii s-au desprins unele de altele*. Principala sarcină a acestor forțe este să controleze particulele minuscule sau masele de materie care umplu cosmosul.

După ce acele patru forțe s-au despărțit, aveam ce ne trebuia ca să construim un univers.

* Cele patru forțe sunt gravitația, forța nucleară tare, forța nucleară slabă și electro-magnetismul. Vom discuta mai multe despre ele ceva mai târziu.



De la început a trecut o bilionime de secundă.



Universul era încă inimaginabil de mititel și de fierbinte și începea să fie din ce în ce mai aglomerat cu particule. În acest moment, particulele erau de două feluri, respectiv quarcuri — care rimează cu arcuri — și leptoni. Quarcurile sunt niște animăluțe capricioase. Niciodată n-ai să poți prinde un quarc care să stea așa, de unul singur; întotdeauna se va agăța

Multe denumiri ale materiei

Mi s-a atras atenția că n-ar fi deloc indicat să le prezint cititorilor tineri așa de multe denumiri și atât de mulți termeni noi. Deci voi rezista tentației de a detalia diferitele tipuri de quarcuri din univers — sus, jos, ciudate, fermecate. Dar chiar cred că trebuie să știți de quarcuri și leptoni. Întregul univers vizibil e clădit din ei. Inclusiv voi înșivă. În plus, din câte am observat eu, copiii n-au absolut nicio problemă să memoreze denumirile complexe ale variatelor specii de dinozauri. Bineînțeles, unii dinozauri sunt feroce și înspăimântători, ceea ce îi face perfect demni de memorat. Dar, pe de altă parte, noi vorbim aici despre cheștiile alea din care e făcut universul! Și particulele sunt fascinante, chiar dacă mai puțin feroce decât dinozaurii. În fond și la urma urmei, fără ele n-ar fi existat nici dinozaurii.

de altele din apropiere. Sunt sigur că ai și tu cel puțin un prieten sau un coleg de clasă care se poartă la fel. Quarcurile seamănă cu copiii ăia care nu vor niciodată să facă nimic singuri, nici măcar să se ducă la baie.

Forța care ține laolaltă două sau mai multe quarcuri devine de fapt tot mai intensă cu cât încerci să le desparți — ca și cum ar fi prinse împreună cu un fel de elastic invizibil. Dar, dacă tragi de ele îndeajuns de tare, elasticul se rupe și energia stocată dă naștere unui nou quarc la fiecare capăt, dându-i fiecărui quarc din perechea pe care tocmai ai despărțit-o câte un nou prieten. Imaginează-ți cum ar fi dacă s-ar întâmpla la fel și la tine în clasă, când ai încerca să desparți doi copii inseparabili și fiecăruia i-ar crește câte o dublură. Fără îndoială că profesorii voștri ar înlemni de uimire.

Leptonii, pe de altă parte, sunt niște singuratici. Forța care ține quarcurile la un loc nu are niciun efect asupra leptonilor, deci n-ai să-i vezi strânși ciopor. Cel mai cunoscut lepton este electronul.

Pe lângă aceste particule, cosmosul era plin ochi cu energie, iar această energie era înmagazinată în pachețele sau grămăjoare ondulate, din particule de energie luminoasă denumite fotoni.

Aici devine ciudată toată treaba.

Universul era atât de fierbinte, încât fotonii se transformau în mod curent în perechi de particule materie-antimaterie. Iar aceste perechi se ciocneau, transformându-se la loc în fotoni. Dar, din motive cu totul misterioase, una dintr-un miliard de asemenea transformări avea ca rezultat doar o particulă de materie, fără prietena ei antimaterie. Dacă n-ar fi existat aceste supraviețuitoare singuratice, universul n-ar avea pic de materie în el. Ceea ce a fost foarte bine, de fapt. Pentru că toți suntem făcuți din materie.

Antimateria

Toate particulele esențiale din univers, inclusiv quarcurile și leptonii cu care tocmai am făcut cunoștință, au gemeni din antimaterie, care sunt opusurile lor din toate punctele de vedere. Să luăm electronul, cel mai cunoscut membru al familiei leptonilor. Electronul are o sarcină electrică negativă, dar opusul lui din antimaterie, pozitronul, are sarcină electrică pozitivă. Însă nu prea vedem multă antimaterie în jur, fiindcă, din clipa în care se naște o particulă de antimaterie, ea își caută imediat geamăna făcută din materie, iar întâlnirile acestea nu merg niciodată bine. Gemenele se distrug reciproc, transformându-se într-un impuls de energie. (Vezi povestea despre domnul Tompkins a fizicianului George Gamow, în Capitolul 3.) În ziua de azi, oamenii de știință creează particule de antimaterie în cadrul unor experimente-gigant, în care atomii se ciocnesc violent unii de alții. Putem să le observăm urmărind coliziunile care eliberează cantități mari de energie din spațiul cosmic. Însă antimateria este probabil cel mai ușor de găsit în poveștile științifico-fantastice. Ea este combustibilul care alimentează motoarele faimoasei nave spațiale *Enterprise* din filmele și serialul de televiziune *Star Trek* și apare mereu în benzile desenate.

Noi chiar existăm, și știm că, odată cu trecerea timpului, cosmosul a continuat să se extindă și să se răcească. După ce a crescut mai mare decât sistemul nostru solar, temperatura a scăzut cu repeziune. Universul era încă extraordinar de fierbinte, dar temperatura scăzuse sub un bilion de kelvini.

cum măsurăm temperatura

Poate că ai aflat deja, dar există mai multe feluri diferite de a descrie temperatura unui sistem. În Statele Unite, noi vorbim despre grade Fahrenheit. În Europa și în mare parte din restul lumii, standardul este dat de gradele Celsius. Astrofizicienii folosesc unitatea de măsură numită kelvin, un standard în care zero chiar înseamnă zero de-adevăratelea. Nu se poate mai rece decât atât. Deci un bilion de kelvini înseamnă că este mult, mult mai cald decât un bilion de grade Fahrenheit sau Celsius. Eu n-am nimic împotriva celorlalte standarde de măsură. În viața mea de zi cu zi, mă descurc cu grade Fahrenheit. Dar când mă gândesc la univers, totul e în kelvini.



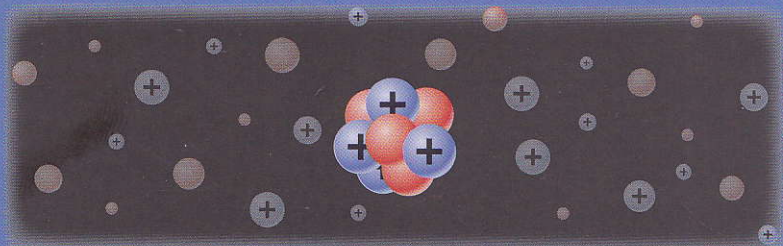
A trecut o milionime de secundă de la începutul începutului.



Universul crescuse de la dimensiunea unei fracțiuni minuscule dintr-un punct cu care se încheie o frază la dimensiunea sistemului nostru solar. Asta înseamnă un diametru de aproape 300 de miliarde de kilometri sau peste 180 de miliarde de mile.

O rețetă simplă de făcut materie în univers

1. Începi cu quarcuri și leptoni.
2. Pui împreună quarcuri, ca să formezi protoni și neutroni.
3. Combini protoni, neutroni și electroni (adică niște leptoni cu sarcină electrică negativă), ca să-ți construiești primii tăi atomi.
4. Amesteci laolaltă atomii, ca să faci molecule.
5. Acumulezi molecule în diferite forme și combinații, ca să faci planete, petunii și oameni.



Un bilion de kelvini înseamnă mult, mult mai fierbinte decât temperatura de la suprafața Soarelui. Dar, în comparație cu acel prim moment de după Big Bangul inițial, însemna mai recișor. Acest univers călduț nu mai era îndeajuns de fierbinte, nici îndeajuns de aglomerat încât să producă quarcuri, drept care aceste particule și-au înhățat fiecare câte un partener

de dans și au creat particule mai grele. Aceste combinații de quarcuri au avut curând ca rezultat niște forme ale materiei mai familiare nouă, cum ar fi protoni și neutroni.



De-acum a trecut o secundă de la începutul începutului.



Universul a crescut până a ajuns la un diametru de câțiva ani-lumină, cam cât distanța de la Soare până la cele mai apropiate stele învecinate. Temperatura a scăzut la un miliard de kelvini. Ceea ce înseamnă în continuare fierbinte cât cuprinde — destul cât să fierbi micuții electroni și opușii lor, pozitronii. Cele două particule diferite iau naștere brusc, ca bulele de aer când fierbe apa, se anihilează reciproc și dispar. Dar ce era valabil pentru alte particule devine valabil și pentru electroni: numai unul dintr-un miliard supraviețuiește.

Restul se distruge reciproc.

Temperatura cosmosului scade sub 100 de milioane de kelvini, dar tot este mai fierbinte decât suprafața Soarelui.

Particulele mai mari încep să se contopească unele cu altele. Ingredientele de bază pentru atomii care alcătuiesc lumea noastră vizibilă de azi — inclusiv stelele și planetele, copacii și clădirile pe care le vezi pe fereastră, ciorapii celui mai bun prieten al tău sau mustața mea — încep în sfârșit să se adune la un loc. Protonii fuzionează cu alți protoni, dar și cu neutroni, formând centrul atomului, care se numește nucleu.

Cele patru forțe fundamentale

ată care sunt cele patru forțe fundamentale care controlează universul nostru:

1. Gravitația, pe care deja o cunoști.
2. Forța nucleară tare, care ține particulele laolaltă în centrul atomilor.
3. Forța nucleară slabă, care face atomii să se rupă și să elibereze energie. De fapt, nu este chiar atât de slabă. Practic, e mult mai puternică decât gravitația. Dar față de forța nucleară tare, nu e chiar atât de puternică.
4. Forța electromagnetică face electronii încărcăți cu sarcină negativă să stea legați în centrul atomilor de protonii încărcăți pozitiv. De asemenea, leagă între ei atomii din care sunt făcute moleculele.

Dar hai să nu complicăm lucrurile: gravitația acționează asupra chestiilor mai mari, pe când celelalte trei forțe leagă între ele chestiile mititele.



Acum au trecut două minute de la începutul începutului.

