

Cosmologie - întrebări și răspunsuri

- 1. Dumnezeu este în Univers sau Universul este în Dumnezeu? Argumentați răspunsul cu un citat din Sfânta Scriptură.**

R: Universul este în Dumnezeu în sens cauzal (nu spațio-temporal) "caci în EL (Dumnezeu) trăim și ne mișcăm și suntem (ființăm, existăm)" (Faptele Apostolilor 17,28)

- 2. Ce este cerul conform învățăturii Sfinților Părinți (Sfântul Ioan Damaschin):**

R: „cerul este totalitatea zidurilor văzute și nevăzute” (Sf. Ioan Damaschin - Dogmatica, Cartea a II-a, cap 6).

- 3. Este cerul făcut înaintea Universului, sau după Univers sau atât cerul cât și Universul sunt făcute simultan? Argumentați răspunsul cu citate scripturistice și patristice (Sf. Ioan Damaschin).**

R: "spunem că la facerea universului am primit și facerea cerului" (Sf. Ioan Damaschin - Dogmatica, Cartea a II-a, cap 6).

"La început a făcut Dumnezeu cerul și pământul." Facerea 1,1

- 4. Ce ne învață atât Sfânta Scriptură cât și știința (prin teoria Big-Bang-ului) despre originea materiei (din Univers), spațiului, timpului și legile fizicii (care guvernează universul)? Apare toată materia într-un singur moment? Ulterior acestui moment cineva din univers poate crea sau distruge materie (energie)? Ce afirmă legea conservării energiei?**

R: "La început a făcut Dumnezeu cerul și pământul." (Facerea 1,1) deci toată materia a fost creată atunci, în acel moment, din nimic, caci Dumnezeu "a zidit lumea din nimic" (Solomon 11,17) și trebuie să "înțelegem că s-au întemeiat veacurile prin cuvântul lui Dumnezeu, de s-au făcut din nimic cele ce se văd" (Evrei 11,3). Spațiul și timpul au fost create tot atunci, ca și materia, la începutul Universului (și implicit a cerului). Dumnezeu a creat legi care să guverneze universul "El a zis și s-au făcut, El a poruncit și s-au zidit. [...] lege le-a pus și nu o vor trece." (Psalmul 148,5-6).

Știința nu poate spune nimic despre cauza legilor fizicii (care guvernează universului), ci doar afirmă că au un început la Big-Bang.

Teoria Științifică a Big-bang-ului este modelul care explică apariția materiei, energiei, spațiului și timpului, altfel spus la existența Universului dintr-o singularitate inițială, ce reprezintă "nimic" (din punct de vedere matematic) caci nu are dimensiuni spațio-temporale dar are o energie extrem de mare. La momentul "zero" această singularitate inițială a ieșit din starea ei de singularitate (încă nu se știe din ce cauză) și și-a manifestat uriașa energie printr-o inimaginabilă explozie, Big Bang-ul, care mai continuă și în ziua de azi.

Pe scurt legea conservării energiei spune ca energia sau masa echivalenta nu poate fi creata si nici distrusa.

Legea conservării energiei afirmă că energia totală al unui sistem fizic izolat rămâne nemodificată în timp, indiferent de natura proceselor interne ce au loc în sistem. Cu alte cuvinte, diversele forme de energie ale unui sistem se pot transforma reciproc, dar suma cantităților tuturor formelor de energie rămâne constantă, ea nu poate fi creată sau distrusă. Potrivit concepțiilor fizicii moderne, orice cantitate de energie exprimă în același timp o masă, și reciproc oricărei mase îi corespunde o energie. Conservarea energiei, în fizica modernă, este echivalentă cu principiul conservării masei.

- 5. Ce ne învață Sfântul Ioan Damaschin despre forma Universului (și implicit a cerului)? Forma este închisă sau deschisă (argumentați răspunsul)? Aceasta forma a fost preluata de filosofii păgâni din învățătura Sfintei Scripturi sau Biserica Ortodoxa a preluat aceasta forma de la filosofii păgâni?**

R: *“spunem că la facerea universului am primit și facerea cerului, despre care filosofii păgâni, însușindu-și învățătura lui Moise, spun că este o sferă”* (Sf. Ioan Damaschin - Dogmatica, Cartea a II-a, cap 6). Forma universului trebuie sa fie închisă, pentru ca nu putem “ieși” din Univers, căci Universul este în Dumnezeu (Faptele Apostolilor 17,28).

- 6. Conform învățăturii Sfinților Părinți, Universul este static sau dinamic (în mișcare)? Există stare de repaus absolut (în Univers)? Argumentați răspunsul cu citate patristice (Sfântul Ioan Damaschin). Referitor la starea de repaus absolut, argumentați daca este posibil și cu referințe științifice din fizica (prima lege a mecanicii newtoniene, teoria relativității).**

R: *“toți care au spus că cerul este sferic susțin că el se depărtează în chip egal de la Pământ și în sus și în lături și în jos”* (Sf. Ioan Damaschin - Dogmatica, Cartea a II-a, cap 6), *căci “numai Dumnezeirea este nemișcată, mișcând toate”* prin lucrarea Sa (Sf. Ioan Damaschin - Dogmatica, Cartea I-a, cap IV) deci nu exista stare de repaus absolut.

În antichitate, marele filosof grec Aristotel, susținea că starea naturală a unui corp este de repaus și că el se mișcă numai acționat de o forță sau de un impuls. El credea că Pământul era în repaus. Pe baza acestor idei s-a dezvoltat modelul geocentric pentru univers ce apare ca model potențial și în scrierile Sfinților Părinți.

Toate corpurile din Univers sunt în mișcare rectilie uniformă (datorată Big Bang-ului). Galilei a fost primul care a introdus conceptul de accelerație (variația vitezei raportată la unitatea de timp). Studiind căderea corpurilor, el a observat că toate corpurile în cădere și-au mărit viteza cu aceeași valoare (ceea ce implică o accelerație constantă) indiferent de greutatea lor, ajungând la concluzia că ipoteza prin care orice mișcare este legată de acțiunea unei forțe, este falsă. Aceasta l-a condus pe Galilei la formularea legii inerției. Măsura tendinței unui corp cu masă de a se opune schimbării stării sale de repaus sau de mișcare rectilie și uniformă definește conceptul de inerție a corpului.

Isaac Newton a fost cel care a formulat legile mișcării. Atunci când un corp se afla în cădere, el era acționat întotdeauna de aceeași forță (greutatea sa) și efectul era că viteza sa creștea constant. Aceasta arată că efectul real al unei forțe este întotdeauna de modificare a vitezei unui corp, nu acela de a-l pune în mișcare, așa cum se credea anterior de la Aristotel. Cu alte cuvinte, *dacă asupra unui corp nu acționează nici o forță el își va menține mișcarea în linie dreaptă cu aceeași viteză. Aceasta este Legea întâi a mecanicii (clasice sau newtoniene)* și a fost enunțată explicit de Newton în lucrarea sa Principia Mathematica publicată în 1687.

7. Cine a propus ideile pe baza cărora știința a formulat teoria Big-bang-ului? Învățătura Sfintei Scripturi, literatura și gândirea patristică au avut vreun rol în formarea celui care a propus această teorie, dar asupra teoriei însăși?

Georges Henri Lemaître (n. 17 iulie 1894, Charleroi - d. 20 iunie 1966, Geneva) a fost un preot romano-catolic și fizician belgian, întemeietor al teoriei Big-Bang. Preotul romano-catolic născut la Charleroi a fost primul cercetător care a prezis prin calcule matematice pe baza teoriei relativității generalizate a lui Albert Einstein, teoria ca universul nu este static ci este în continua expansiune. Confirmarea acestei teorii a venit 2 decenii mai târziu în anul 1965 când Penzias și Wilson descopereau prin telescoape performante ecourile exploziei primordiale, adică a conceptului de Big Bang în forma pe care o știm astăzi. În timpul vieții sale, Lemaître a avut numeroase întâlniri cu Einstein. În 1933, Lemaître a prezentat în fața lui Einstein teoria sa despre începutul Universului într-o mare explozie Big-Bang. Einstein a apreciat această teorie, deși nu a fost la început de acord întru totul cu ea, iar cu trecerea timpului, dovezile experimentale au confirmat validitatea teoriei Big Bang-ului, iar astăzi ea este acceptată de toate comunitățile științifice.

Această teorie este în concordanță cu modelul scripturistic și patristic pentru Univers, întrucât Universul are un început din nimic, este dinamic și nu static, cantitatea de materie (energie) a fost creată toată într-un singur moment și este constantă în timp (doar formele ei de prezentare sunt variabile în timp, însă suma acestora este constantă).

8. Exista concordanța între cosmogonia Sfintei Scripturi și cosmologia științifică conform teoriei Big Bang-ului? Enumerați câteva concordante în caz afirmativ, sau neconcordanțe în caz contrar.

Concordanța între cosmogonia Sfintei Scripturi, în viziunea patristică (Sfântul Ioan Damaschin) și cea științifică conform teoriei Big-Bang-ului este fără echivoc, întrucât se afirmă următoarele adevăruri:

- a) Universul acesta, are un început al existenței din nimic, în etape și va avea un sfârșit.
- b) Spațiul și timpul au un început al existenței din nimic.
- c) Modul de funcționare al Universului (descrie de legile științei conform diverselor paradigme științifice) are un început.
- d) Nu există timp absolut. Timpul este relativ.
- e) Universul este dinamic, nu static. Nu există spațiu absolut. Spațiul este relativ. Nu există stare de repaus absolut.
- f) Lumina se propaga cu viteza finită (constantă), putând exista astfel alternanța zi-noapte, fiind posibilă percepția (și definirea) spațiului și a timpului. (Dacă lumina nu s-ar propaga cu viteza finită ci infinită, atunci cerul nopții ar fi luminos ca și ziua datorită luminii care ar veni instantaneu de la alte stele într-o cantitate foarte mare).
- g) Materia (sub ambele forme de manifestare a existenței: substanță caracterizată prin masă și câmp caracterizat prin energie) are un început al existenței din nimic și apare toată în același moment, ulterior ea nu poate fi creată și nici distrusă în Univers.
- h) Universul are un singur mod de funcționare valabil peste tot, și nu pot fi schimbat sau modificat de nici o ființă inteligentă din Univers.
- i) Universul este închis (nu se poate ieși din el).
- j) Universul este finit dar fără limite spatio-temporale.
- k) Materia precum și organismele (viața biologică) de pe Terra, apar treptat, de la simplu la complex. Există un singur principiu funcțional al vieții biologice.

- l) Creierul (mintea) este cel care coordonează omul.
- m) Nu este diferența între om și animale din punct de vedere fiziologic (trupește), ci diferența este de natură cognitivă (mentală, intelectuală, rațională).

9. Universul (și implicit cerul) sunt finite sau infinite? Au limite spațiale? Dar limite temporale? Argumentați cu citate scripturistice dacă Universul (și implicit cerul și pământul acesta) are sfârșit sau nu?

R: Atât în cosmogonia patristică cât și în cea științifică conform teoriei Big-bang-ului, Universul (și implicit cerul) sunt finite dar fără limite spațio-temporale și vor avea un sfârșit. Se cunoaște limita de început a Universului. Conform Teoriei Big-Bang-ului Universul are un sfârșit.

Despre sfârșitul printr-o contracție (în știința numită Big Crunch) a acestui Univers (inclusiv a cerului), Sfântul Apostol Pavel ne amintește că psalmistul adresându-se Creatorului spune **“Dintru început Tu, Doamne, Pământul l-ai întemeiat, și lucrul mâinilor Tale sunt Cerurile. Acelea vor pieri, iar Tu rămâi și toate ca o haină se vor învechi; și ca pe un veșmânt le vei strânge și ca o haină vor fi schimbate. Dar Tu același ești și anii Tai nu se vor sfârși”** (Evrei 1,10-12; Psalmul 101,26-28).

Proorocul Isaia întărește aceasta spunând că **“toată oștirea cerului se va topi, cerurile se vor strânge ca un sul de hârtie și toată oștirea lor va cădea cum cad frunzele de viță și cele de smochin”** (Isaia 34,4), **“cerurile vor trece ca un fum”** (Isaia 51,6), iar **„oștirea cerului”** (Facerea 2,1) reprezintă galaxiile din Univers în limbajul Sfintei Scripturi.

Sfântul Apostol Petru vorbind despre cum va fi sfârșitul acestui Univers, spune că **“Cerurile vor pieri cu vuiet mare, stihiiile, arzând, se vor desface, și Pământul și lucrurile de pe el se vor mistui. ...Cerurile, luând foc, se vor nimici, iar stihiiile, aprinse, se vor topi!”** (II Petru 3,10-13). Astfel, **“cerul și Pământul vor trece”** (Matei 24,35; 5,18; Marcu 13,31; Luca 21,33.) căci **„soarele se va întuneca și luna nu va mai da lumina ei, iar stelele vor cădea din cer și puterile cerurilor se vor zgudui”** (Matei 24,29; Marcu 13,24-25; Luca 21,26.) urmând apoi **“înnoirea lumii”** (Matei 19,28), iar **„noi așteptăm, ...ceruri noi și Pământ nou”** (II Petru 3,10-13).

Sfântului Apostol și Evanghelist Ioan Teologul i-au fost revelate în vedenie cele viitoare și a **“văzut cer nou și pământ nou. Căci cerul cel dintâi și pământul cel dintâi au trecut; și marea nu mai este”** (Apocalipsa 21,1), deoarece Dumnezeu a spus: **“Eu voi face ceruri noi și pământ nou. Nimeni nu-și va mai aduce aminte de vremurile trecute și nimănui nu-i vor mai veni în minte”** (Isaia 65,17).

10. Ce spune teologia ortodoxă despre cauza existenței universului? Dar știința (contemporană)? Argumentați răspunsul teologic ortodox cu citate scripturistice și patristice.

R: **“La început a făcut Dumnezeu cerul și pământul.”** (Facerea 1,1) **„Și a privit Dumnezeu toate câte a făcut și iată erau bune foarte.”** (Facerea 1,31).

Sfântul Ioan Damaschin afirmă că Dumnezeirea **„este mai presus de toate, este în afară de orice ființă, pentru că este supraființială, mai presus de cele ce sunt”** (Sf. Ioan Damaschin - Dogmatica, Cartea I, cap 8.), amintindu-ne că **“în aceste învățături am fost instruiți din cuvintele sfinte, după cum a zis dumnezeiescul Dionisie Areopagitul: Dumnezeu este cauza și principiul tuturor, este ființa existențelor, viața viețuitoarelor, rațiunea existențelor raționale, spiritualitatea existențelor spirituale”** (Sf. Ioan Damaschin - Dogmatica, Cartea I, cap 12.)

Știința nu poate spune nimic despre cauza universului (și implicit a legilor care îl guvernează). Teoria Big-bang-ului și toate teoriile științifice explică fenomenele care au loc după momentul Big-

Bang (nu pot trece de limita temporală a momentului 10^{-43} s, care este denumit „Zidul lui Plank”. Dincolo de această limită însăși legile științei nu mai există).

11. Care este centrul universului din punct de vedere al scopului? Argumentați răspunsul teologic ortodox cu citate scripturistice. Ce afirmă „Principiul antropic” și unde apare el?

R: Omul este cununa creației. Universul este antropocentric, mai precis este Hristocentric. *“Pentru că întru El au fost făcute toate, cele din ceruri și cele de pe pământ, cele văzute, și cele nevăzute, fie tronuri, fie domnii, fie începătorii, fie stăpânii. Toate s-au făcut prin El și pentru El. El este mai înainte decât toate și toate prin El sunt așezate. Și El este capul trupului, al Bisericii; El este începutul, întâiul născut din morți, ca să fie El cel dintâi întru toate.”* (Coloseni 1,16-18)

În fizică și cosmologie, principiul antropic (din greacă *anthropos* - om) este un argument filosofic cum că observațiile din Universul fizic trebuie să fie compatibile cu viața conștientă care le observă. Susținătorii argumentului motivează că astfel se explică de ce Universul are exact vârsta și constantele fizice fundamentale care fac posibilă apariția și găzduirea vieții conștiente. Principiul a fost formulat în 1961 de către astronomul Robert Dicke (1916-1997), care s-a bazat pe unele lucrări ale fizicianului englez Paul Dirac:

“Universul are proprietățile pe care le are și pe care omul le poate observa, deoarece, dacă ar fi avut alte proprietăți, omul nu ar fi existat.”

12. Ce este timpul? Precizați dacă este posibil, definiții de dicționar ale timpului?

R: Definirea timpului este una dintre cele mai dificile sarcini, nu numai din punct de vedere filozofic sau psihologic, dar și fizic. Timpul este una dintre dimensiunile din Univers, diferită de dimensiunile spațiale prin aceea că el ordonează evenimentele într-o succesiune ireversibilă. *Timpul e o noțiune primară (care nu se definește, ci este percepută prin simțuri) și corelată cu cea de eveniment.* Percepția umană sesizează ordinea în timp a evenimentelor.

Dintotdeauna timpul a fost un subiect important al filozofiei, artei, poeziei și științei. Există multe divergențe în legătură cu însemnătatea lui, din acest motiv este dificil de oferit o definiție a timpului care să nu ducă la controverse. Multe domenii folosesc o definiție operativă în care unitățile timpului sunt definite. Academicienii au o opinie diferită în ceea ce privește posibilitatea timpului de a fi măsurat sau încadrat într-un sistem de măsurare.

Dicționarul Oxford definește timpul ca fiind *„procesul indefinit și continuu al existenței evenimentelor în trecut, prezent și viitor, privit ca o unitate”*. O altă definiție de dicționar standard este *„Un continuum nonspațial linear în care evenimentele apar într-o ordine aparent ireversibilă”*.

Măsurarea timpului a ocupat de asemenea un loc important pentru savanți și tehnicieni, și a fost o primă motivație în astronomie.

13. Ce este timpul propriu?

R: Nu există un timp absolut, ci fiecare observator are propria măsură a timpului. Einstein a demonstrat că timpul care se scurge pentru un observator aflat pe un corp în mișcare este mai scurt decât timpul scurs pentru un corp considerat în repaus.

14. Care este definiția timpului în fizică? De ce doar această definiție este potrivită pentru cosmologie (și cosmogonie)?

R: Timpul este una dintre puținele mărimi fizice fundamentale (șapte în Sistemul Internațional), care conform cunoștințelor actuale nu se pot defini prin intermediul altor mărimi, la fel ca de exemplu lungimea și masa.

Durata de timp scursă între două evenimente poate fi definită pe baza unei mișcări uniforme (de exemplu deplasarea luminii între două oglinzi paralele, rotirea Pământului), sau și pe baza unui fenomen repetitiv (cum ar fi oscilația unui pendul gravitațional, a unui pendul elastic, a unui circuit LC, etc.). *Prin această metodă se poate defini doar timpul pentru punctul din spațiu în care este plasat instrumentul de măsură (ceasul). Pentru alte puncte din spațiu este necesar să se stabilească mai întâi noțiunea de „simultaneitate la distanță” — un criteriu după care să se poată declara dacă două evenimente ce au loc în puncte diferite din spațiu sunt simultane sau nu.*

Timpul în mecanica clasică

În mecanica clasică se consideră „de la sine înțeles” că simultaneitatea a două evenimente este o proprietate independentă de observator și că ordinea cronologică și duratele fenomenelor sunt independente de observator sau experimentator. În acest fel, mulțimea momentelor de timp este izomorfă cu mulțimea punctelor de pe o dreaptă: fiecărui eveniment îi corespunde un punct unic de pe axa timpului, pentru a asocia un număr fiecărui moment de timp este necesar să fixăm o origine a timpului (un moment pe care să-l notăm convențional cu „0”) și să măsurăm durata dintre momentul respectiv și momentul „0”.

Timpul în mecanica clasică este omogen (se scurge permanent la fel de repede), nu este influențat de obiectele sau fenomenele ce au loc, și este independent de spațiu.

Timpul în mecanica relativistă

În teoria relativității, simultaneitatea, duratele și ordinea cronologică a evenimentelor depind de observator. Transformările Lorentz stabilesc (în teoria relativității restrânse) relația dintre duratele fenomenelor așa cum sunt percepute de observatori diferiți, în funcție de viteza cu care se deplasează aceștia față de fenomenele studiate.

Ca urmare, timpul nu mai există independent de observator. În schimb, se poate construi un model matematic de spațiu cvadridimensional, numit „spațiu-timp”, astfel că fiecărui eveniment i se poate asocia un punct din spațiu-timp. Pentru un observator dat, fiecare punct din spațiu-timp este văzut ca un punct având o anumită poziție în spațiu față de sistemul de referință al observatorului și un anumit moment în timpul observatorului. În teoria relativității restrânse, spațiu-timpul este modelat ca spațiu Minkowski.

Noțiunea absolută (independentă de observator) de ordine cronologică se păstrează doar în anumite limite. Anume, fiecărui eveniment (fiecărui punct din spațiu-timp) i se pot asocia:

a) un con de lumină viitor, constituit din punctele aflate la distanță (în spațiu) mai mică sau egală cu timpul scurs de la evenimentul considerat la acel punct înmulțit cu viteza luminii în vid; cu alte cuvinte, mulțimea de puncte în care poate ajunge lumina emisă în punctul din spațiu-timp corespunzător evenimentului sau mai târziu;

b) un con de lumină trecut, constituit din punctele aflate la distanță mai mică sau egală cu timpul scurs de la ele la evenimentul considerat înmulțit cu viteza luminii în vid.

Conurile de lumină trecut și viitor ale unui punct din spațiu-timp sunt independente de observator.

Punctele din conul de lumină viitor apar oricărui observator ca fiind ulterioare (în timp) evenimentului considerat. Punctele din conul de lumină trecut apar oricărui observator ca fiind anterioare evenimentului considerat. Orice punct aflat în afara conului viitor și a conului trecut apare față de unii observatori ca fiind anterior evenimentului considerat, față de alții ca fiind ulterior evenimentului și iarăși față de alții ca fiind simultan cu evenimentul considerat. Deoarece viteza luminii în vid este cea mai mare viteză de deplasare a unei acțiuni, rezultă că evenimentele din afara

conurilor de lumină ale unui eveniment nu pot influența (cauzal) și nu pot fi influențate de acel eveniment.

În teoria relativității generalizate, forma spațiu-timpului este influențată de prezența materiei; ca urmare spațiu-timpul nu este o simplă „scenă” în care se desfășoară fenomenele fizice, ci este influențat de acestea.

15. Ce este dilatarea temporală? Ce teorie științifică o explică? Precizați dovezile practice care arată fără echivoc dilatarea temporală (conform relativității restrânse și relativității generalizate).

R: Reamintim ca nu există un timp absolut ci fiecare observator are propria măsură a timpului. Dilatarea temporală, demonstrată de teoria relativității, este fenomenul prin care un observator A vede că ceasul altui observator B care este identic cu ceasul său, înregistrează timpul mai încet, în raport cu ceasul său (A). Aceasta înseamnă că timpul a "încetinit" pentru celălalt ceas (B), dar aceasta este adevărată doar în contextul sistemului de referință al observatorului A. Local în cazul observatorului B (adică din perspectiva oricărui observator din același sistem de referință cu observatorul B, fără legătură cu alt sistem de referință), timpul trece mereu în același ritm. În Teoria relativității a lui Albert Einstein, dilatarea temporală se manifestă în două circumstanțe: în relativitatea restrânsă, ceasurile care sunt în mișcare în raport cu un sistem de referință inerțial se mișcă mai încet (și acest efect este descris exact de transformările Lorentz), iar în relativitatea generală, ceasurile aflate la un potențial inferior într-un câmp gravitațional (cum ar fi cazul în apropierea unui corp masiv precum o planetă sau o gaură neagră) merg mai încet.

În relativitatea restrânsă, efectul dilatării temporale este reciproc, astfel observând din punctul de vedere al oricărui două ceasuri aflate în mișcare unul în raport cu celălalt, mereu ceasul celălalt suferă dilatare temporală (se presupune că mișcarea reciprocă a celor doi observatori este uniformă, adică aceștia nu accelerează pe parcursul observațiilor.) În contrast, dilatarea temporală gravitațională (tratată în teoria relativității generale) nu este reciprocă, astfel un observator aflat în vârful unui turn va observa că ceasurile de la nivelul solului bat mai lent, iar observatorii de la nivelul solului vor fi de acord. În acest mod, dilatarea temporală gravitațională este observată de toți observatorii staționari, independent de altitudinea lor.

Dovada practică a dilatării temporale în teoria relativității generalizată

Conform teoriei generale a relativității timpul trebuie să treacă mai încet lângă un corp masiv, ca planeta Pământ spre exemplu. Pentru un observator aflat la înălțime ar părea că tot ceea ce se întâmplă jos necesită un timp mai lung. Cu cât câmpul gravitațional este mai puternic, cu atât este mai mare efectul. Spre exemplu, un ceas de pe suprafața Soarelui ar câștiga doar aproximativ un minut pe an comparativ cu un ceas de pe suprafața Pământului. Această diferență a timpului la diferite înălțimi deasupra Pământului are astăzi o importanță practică foarte importantă, o dată cu apariția sistemelor de navigație foarte precise bazate pe semnale emise de sateliți. Astfel, sistemul de poziționare globală prin semnale radio de la sateliți (GPS) trebuie să corecteze zilnic diferența temporală de ordinul nanosecundelor (o nanosecondă este 10^{-9} secunde, adică o miliardime dintr-o secundă) ce apare la ceasurile de pe sateliții artificiali care orbitează în jurul Pământului, întrucât, dacă nu s-ar efectua această corecție, erorile de poziționare ar fi foarte mari, de ordinul kilometrilor.

Dovada practică a dilatării temporale în teoria relativității restrânse

Dezintegrarea spontană a unui mezon π a permis măsurarea timpului de viață al mezonilor în referențialul propriu ca fiind $t=2,2 \cdot 10^{-6}$ s. Acești mezoni se deplasează cu o viteză egală cu 0,998 din viteza luminii. Astfel, în sistemul de referință propriu mezonii pot parcurge o distanță maximă de 600 metri ($d=v \cdot t$), însă mezonii produși la câțiva kilometri altitudine sunt totuși înregistrați pe suprafața Pământului. Acest lucru se explică numai prin existența dilatării temporale dintre cele două sisteme de referință (cel atașat mezonului și cel atașat observatorului de pe pământ) datorită

vitezei relativiste cu care se deplasează mezonii (conform teoriei relativității restrânse), care arată că timpul de viață al mezonului măsurat de către observatorul aflat pe Pământ este de $32 \cdot 10^{-6}$ s (adică de aproximativ 15 ori mai mare decât cel măsurat din sistemul de referință al mezonilor) și astfel distanța parcursă de mezon măsurată de pe Pământ este de aproximativ 10 kilometri.

Mii de experimente au fost efectuate de când Einstein a formulat postulatele relativității speciale și fiecare dintre acestea au scos în evidență faptul că dilatarea timpului și contracția lungimii sunt efecte reale, observabile, măsurabile, fiind consecințe a faptului că viteza luminii este constantă fiind viteza maximă în univers.

Chiar fără a lua în calcul cauzalitatea, sunt alte motive puternice pentru care călătoria cu viteză peste cea a luminii este interzisă de relativitatea restrânsă. De exemplu, dacă se aplică o forță constantă asupra unui obiect pentru o perioadă nelimitată de timp, atunci rezultă un impuls care crește nelimitat (fiind infinit atunci când obiectul ar atinge viteza luminii). Pentru un observator care nu accelerează, pare că inerția că obiectului crește, producând o accelerație mai mică pentru aceeași forță aplicată. Acest comportament este observat în acceleratoarele de particule.

Astfel, Teoria Restrânsă a Relativității ne demonstrează că timpul se scurge diferit pentru observatorii aflați în mișcare relativă, iar Teoria Generală a Relativității ne demonstrează că timpul se scurge diferit pentru observatori aflați la diferite înălțimi într-un câmp gravitațional.

16. Precizați cu aproximație care este timpul necesar pentru ca lumina emisă de Soare să ajungă la planeta Pământ?

R: Aproximativ 8,3 minute. ($t=d/v$; distanța medie între Pământ și Soare este de aproximativ 149.600.000km, iar viteza luminii este de 300.000.000m/s)

17. Precizați cu aproximație durata temporală a zilei terestre. Care sunt factorii care determina această durată?

R: Ziua terestră pare un concept extrem de simplu. Știm cu toți că o zi, care durează 24 de ore, reprezintă timpul de care Pământul are nevoie pentru a efectua o rotație de 360 de grade în jurul axei sale.

Pământul se rotește în jurul Soarelui pe o traiectorie eliptică, cu Soarele dispus într-unul din focarele elipsei. Într-o zi la momentul amiezii, Soarele se găsește într-un anumit punct pe care îl vom considera ca referință. Privind dintr-o poziție foarte avantajoasă, putem vedea cum Pământul execută o rotație cu 360 de grade.

Însă, în timp ce se rotește în jurul axei sale, Pământul se deplasează puțin și pe orbita circumsolară. Astfel că, după o rotație de 360 de grade, Soarele nu mai este exact deasupra aceluiași punct de pe Pământ deasupra căruia se afla la începutul rotației, deci nu este chiar miezul zilei următoare. Punctul considerat ca referință trebuie să se rotească ceva mai mult de 360 de grade până se ajunge din nou la amiază.

Rotația de 360 de grade poartă numele de zi siderală, în timp ce rotația între două amiezi consecutive (două momente consecutive de înălțare maximă a Soarelui deasupra orizontului, pe bolta cerească) se numește zi solară.

Trebuie adăugat și că viteza de rotație a Pământului scade gradat, iar lungimea zilei solare crește în consecință, datorită mareelor cauzate de forțele gravitaționale dintre Pământ și Lună. Lungimea medie a unei zile solare crește cu aproximativ 1.4 milisecunde într-un secol. Acum două miliarde de ani, anul avea cam 750 de zile!

Să vorbim și despre ziua-lumină, perioada din cadrul celor 24 de ore în care afară este lumină. Din cauza refracției și difuziei luminii solare în atmosfera terestră, cerul este luminat chiar și atunci când Soarele este puțin sub linia orizontului, dar durata zilei-lumină se referă la intervalul de

timp în care discul solar se găsește la orizont sau deasupra liniei acestuia. Astfel că ziua începe în momentul în care discul solar apare în timpul răsăritului și se termină atunci când discul solar dispare, la asfințit.

La ecuator duratele zilei și nopții diferă cu doar câteva minute, dar la diferite distanțe înspre nord sau sud de ecuator, lungimea zilei variază în funcție de anotimp, cu cele mai lungi, respectiv cele mai scurte, zile fiind la solstiții.

La poli, odată ce Soarele răsare, acesta rămâne pe bolta cerească pentru șase luni înainte de a apune. Pe parcursul fiecărei zile el descrie un cerc complet pe bolta cerească.

Deoarece viteza Pământului pe orbita circumsolară variază, Soarele este la nord de ecuator pentru o perioadă cu aproape 4 zile mai mare decât o jumătate de an, iar durata medie a zilei în emisfera nordică o depășește pe cea din emisfera sudică cu câteva minute.

În emisfera nordică, Cercul Polar de Nord reprezintă cea mai sudică latitudine unde avem 24 de ore consecutive de lumină naturală măcar o dată pe an. În emisfera sudică, Cercul Polar de Sud reprezintă cea mai nordică latitudine unde măcar o dată pe an avem lumină naturală pentru cel puțin 24 de ore, încontinuu.

18. Precizați cu aproximație durata temporală a anului terestru (în funcție de zile). Care sunt factorii care determina această durată?

R: Anul terestru este dat de o rotație completă a Pământului în jurul Soarelui. Pare destul de simplu, dar există o problemă. Pământul nu revine în punctul de plecare după efectuarea unei rotații complete. Așa că ne putem întreba, și pe bună dreptate, cum de știm când începe sau se termină anul?

Știm cu toți că anul are 365 de zile, că la fiecare 4 ani avem de-a face cu un an bisect, de 366 de zile sau că durata unui an este legată de mișcarea de revoluție a Pământului în jurul Soarelui.

Mișcarea stelelor și a Soarelui pe bolta cerească sunt folosite pentru a determina durata anului terestru.

Perioada de revoluție a Pământului în jurul Soarelui ce determină durata anului, cuprinde aproximativ 366.26 zile siderale, respectiv în jur de 365.26 zile solare.

Anul sidereal

Una dintre variantele de răspuns este anul sidereal ce raportează orbita circumsolară la stelele îndepărtate. Percepută de pe Terra, mișcarea circumsolară creează impresia că Soarele se mișcă printre constelațiile zodiacale pe o traiectorie numită ecliptică. Când Soarele revine la punctul inițial, a trecut un an sidereal. Această mișcare este dificil de observat în mod direct, deoarece nu putem vedea stelele ziua, atunci când Soarele se află pe bolta cerească.

Totuși, dacă privim cerul înaintea fiecărui răsărit de Soare, mișcarea anuală este foarte ușor perceptibilă. Ultimele stele care răsar nu sunt mereu aceleași, iar după una-două săptămâni se observă o deplasare către în sus a acestora.

Anul tropical

O altă posibilitate este măsurarea lungimii anului în conformitate cu trecerea anotimpurilor. Din cauza înclinației axei de rotație a Pământului, poziția Soarelui pe bolta cerească se schimbă de la o zi la alta pe parcursul unui an. Dacă fotografiem Soarele la prânz pe parcursul zilelor unui an, putem observa că acesta urmează pe bolta cerească o traiectorie aparentă, numită analemă (ce este o diagramă care dă declinația Soarelui și ecuația timpului pentru orice zi a anului).

În zilele în care înclinația față de Soare (spre sau dinspre acesta) este maximă, durata zilei-lumină atinge la rândul ei un maxim, respectiv un minim. Aceste zile se numesc solstiții, iar Soarele va fi pe analemă în stânga sus, respectiv în dreapta jos. În zilele când înclinația planetei este perfect laterală față de Soare, ziua și noaptea au durate egale. Acestea sunt echinocțiile, iar Soarele va fi la acest punct de intersecție pe analemă:

Timpul în care Soarele parcurge distanța între două echinocții de primăvară reprezintă un an tropical. Astfel măsurat, anul durează 365 de zile solare, 5 ore, 48 de minute și 46 de secunde.

Orbită

Orbita unui corp ceresc este traiectoria urmată de acel corp prin spațiul cosmic. De regulă, termenul orbită se utilizează pentru cazul în care corpul se rotește în jurul unui corp mai masiv datorită gravitației, traiectoria sa fiind o curbă închisă.

Prin aproximație, traiectoria unui corp într-un sistem de mai multe corpuri dintre care unul îl influențează mult mai puternic decât celelalte, este similară cu cazul unui sistem de două corpuri. Astfel, traiectoria unei planete în jurul Soarelui sau a unui satelit în jurul planetei poate fi un cerc, o elipsă, o parabolă sau o hiperbolă.

Întrucât termenul de orbită se utilizează de regulă doar pentru traiectorii închise și deoarece orbita circulară este un caz particular de orbită eliptică, în mod uzual prin orbită se înțelege orbita eliptică.

Distanța dintre Pământ și Soare. Unitate astronomică (UA).

Conceptul de "an-lumină" este folosit îndeosebi în astronomie ori cosmologie. Anul-lumină reprezintă distanța pe care lumina o străbate într-un an (9,46 de trilioane de kilometri) iar secunda-lumină este distanța pe care lumina o parcurge într-o secundă (300.000 de kilometri). Astfel putem spune că viteza luminii este o secundă-lumină (o distanță) pe secundă (o unitate de măsură a timpului), întrucât viteza = distanța/timp.

Distanța medie între Pământ și Soare este de aproximativ 150 milioane km. Aceasta distanță de 149.597.870,7 km este definită ca o unitate astronomică (1 UA), și este egală cu aproximativ 8,3 minute-lumină (conform dualismului undă-particulă, unui foton emis de Soare ce se deplasează cu 300.000 km/s ii trebuie aproximativ 500 secunde, adică aproximativ 8,3 minute, pentru a parcurge distanța până la Pământ).

Orbita Pământului nu este circulară ci eliptică, astfel încât distanța dintre Pământ și Soare variază ușor de-a lungul anului. (Segmentul de dreaptă care trece prin focarele elipsei și are capetele pe elipsă se numește axa majoră. Segmentul perpendicular pe mijlocul axei majore și având capetele pe elipsă se numește axă minoră.) Astfel, axa semi-majoră a orbitei Pământului este 149.597.887,5 kilometri. Când este cel mai apropiată de Soare (sau la periheliu), planeta Pământ este la o distanță de 147.098.074 km, sau 0,98 UA. Când este la cel mai îndepărtat punct față de Soare (sau afeliu), este la o distanță de 152.097.701 km sau 1,02 UA.

Caracteristici ale orbitei Pământului:

Afeliu:	152.097.701 km	(1,0167 UA)
Periheliu:	147.098.074 km	(0,9832 UA)
Axa semi-majoră:	149.597.887,5 km	(1,0000001 UA)
Axa semi-minoră:	149.576.100 km	(0,9998 UA)
Circumferința (lungimea) orbitei:	924.375.700 km	(6,1791 UA)
Anul sideral (perioada mișcării de revoluție):	365,2563 zile	
Viteza medie a deplasării pe orbită (mișcare de revoluție):	29,783 km/s	(107.218 km/h)
Prima viteză cosmică (necesară pentru lansarea și plasarea pe orbită a unui satelit):	7,9 km/s	
A Doua viteză cosmică (necesară unui corp pentru a părăsi definitiv Pământul):	11,2 km/s	
A Treia viteză cosmică (necesară unui corp pornit de pe Pământ pentru a părăsi sistemul solar):	13,6 km/s	

19. Precizați cu ce viteză se deplasează planeta Pământ în Univers.

R: Pentru a putea vorbi despre viteza de deplasare a Pământului în Univers trebuie să precizăm sistemul de referință la care ne raportăm. Fără a stabili un element de raportare, o astfel de întrebare nu are sens.

Putem calcula viteza de rotație a Pământului în jurul axei sale pentru un observator aflat pe suprafața Pământului la ecuator. Întrucât o rotație completă în jurul axei durează aproximativ 24 de ore, iar circumferința Pământului la ecuator (lungimea ecuatorului) este de aproximativ 40.000 kilometri, rezultă că observatorul considerat parcurge cei patruzeci de mii de kilometri cu o viteză de aproximativ 0,5 km/s (460 m/s).

Pentru a parcurge o rotație completă în jurul Soarelui (un an), Pământul se deplasează pe orbita sa cu viteza de aproximativ 30 km/s.

Sistemul nostru solar se rotește și el, la rândul său, în jurul centrului galaxiei Calea Lactee, cu o viteză de aproximativ 220 km/s.

20. Precizați care este argumentul Sfântului Ioan Damaschin pentru faptul că nu se poate măsura durata temporală a primelor trei zile ale creației.

R: Sfântul Ioan Damaschin spune că *“înainte de întemeierea lumii, când nu era soare care să despartă ziua de noapte, nu era un veac care să se poată măsura.”* (Sf. Ioan Damaschin - Dogmatica, Cartea a II-a, cap 1.)

21. Pentru a putea vorbi de timp în general, precum și despre durata temporală a zilelor creației așa cum apar ele descrise în Sfânta Scriptura în Facere cap 1, ce trebuie să precizăm mai întâi?

R: Întrucât timpul în univers nu este absolut ci relativ, pentru a putea vorbi despre timp este necesar să precizăm observatorul, întrucât din sistemul de referință atașat acestuia se face măsurarea timpului.

Din nefericire, o greșeală des întâlnită la oameni este aceea de a considera timpul ca fiind absolut (invariabil, constant, fix) și independent de creație, însă teoria relativității demonstrează că în realitate timpul este relativ (variabil) și în strânsă legătură cu creația (depinzând de aceasta).

Astfel, *nu creația depinde de timp (orbita Pământului, mișcarea de revoluție a planetei Pământ în jurul Soarelui ce determină durata anului și mișcarea de rotație a planetei Pământ în jurul propriei axe ce determină durata zilei, nu sunt făcute de Creator să depindă de o durată temporală prestabilită), ci timpul (durata zilei și a anului) e făcut de Dumnezeu să depindă de creație, fiind în strânsă legătură cu aceasta.* Ziua este considerată perioada de rotație a Pământului în jurul axei sale și are aproximativ 24 de ore. (În cultul creștin, ziua liturgică nu începe cu miezul nopții, ca în măsurătoarea laică a timpului, ci cu seara. Ziua liturgică este intervalul de timp de 24 de ore dintre două apusuri consecutive și este moștenită din tradiția iudaică de măsurare a timpului). Pe toate planetele sistemului nostru solar există zile, însă doar pe planeta Pământ ziua are o durată de 24 de ore. Pe alte planete durata zilei este diferită. Spre exemplu pe planeta Venus o zi are 5832 ore, adică 243 de zile pământene, iar pe planeta Saturn ziua are 10,65 ore adică 0,44 zile pământene.

Sfinții Părinți, ne învață că noi nu putem calcula timpul decât după ieșirea omului din Rai (primul an în Hronografele bisericii, este anul ieșirii lui Adam din Rai). Argumentele lor pentru faptul că “nu putem calcula” timpul înainte de ieșirea lui Adam din Rai erau în principal două. Primul argument, era că noi nu știm cât erau de lungi “zilele” creației, întrucât scriptura afirmă că Soarele și Luna au fost făcute de Creator doar în a patra zi de la începutul creației, iar o zi reprezintă pentru noi un interval de douăzeci și patru de ore, când Pământul efectuează o mișcare de rotație în jurul axei sale (și în același timp se mișcă și pe orbită în jurul Soarelui), deci în primele trei zile când nu era creat încă Soarele, o zi nu avea douăzeci și patru de ore (privit din sistemul de referință al omului). Al doilea argument era că omul, în Rai, nemuritor fiind prin har înainte de căderea în păcat, percepea timpul altfel și, deci, toată perioada de timp petrecută de om în nemurire e considerată în Geneză ca o singură zi.

Iată deci cum cele șase zile ale creației nu aveau același interval de timp și nicidecum nu aveau o durată de douăzeci și patru de ore (privit din sistemul de referință al omului).

Reamintim că timpul este relativ, așa cum reiese clar și din Sfânta Scriptura (în Psalmul 89 o mie de ani este comparată fie cu o zi de 24 ore, fie cu o strajă din noapte, adică 3 ore). Contează sistemul de referință la care le raportăm. Spre exemplu zilele creației din Sfânta Scriptură, pot fi de câteva secunde, privit dintr-un sistem de referință, sau pot fi de miliarde și miliarde de ani privit din alt sistem de referință. Întocmai ca în filmele documentare de la televizor, când este filmată o floare cum înflorește, iar mai apoi se vizionează filmul la o viteză mult mai mare, astfel încât noi vedem în câteva secunde ceea ce în "timp real" a fost filmat în săptămâni. Însă filmul se poate viziona și la viteză foarte mică și, astfel, putem vedea acest proces în miliarde de ani. Teoria Relativității demonstrează că nu există sistem de referință privilegiat, nu există un timp absolut, ci fiecare observator are propria sa măsură a timpului. Toate măsurătorile, din orice sistem de referință sunt corecte.

Prin an se înțelege o perioadă de timp necesară Pământului pentru a efectua o rotație completă (datorată mișcării de revoluție a Pământului) în jurul Soarelui. Pe toate planetele sistemului nostru solar există ani (întrucât se rotesc în jurul Soarelui), însă doar pe planeta Pământ anul are (o durată temporală de) aproximativ 365 de zile. Spre exemplu pe planeta Venus un an are 224,7 zile pământene iar pe planeta Saturn un an are 29,4 ani pământeni. În sistemul nostru solar, Soarele este cel care determină durata zilelor și a anilor pe toate planetele. (Nu Soarele creează timpul - Doamne ferește! – căci timpul este creat de Dumnezeu, ci soarele doar determină durata temporală a zilei și a anului, așa cum Soarele nu este nicidecum creatorul luminii, lumina fiind creată de Dumnezeu, ci este doar un luminător, *"căci luminătorul nu este însăși lumina, ci cel care conține lumina"* Sf. Ioan Damaschin - Dogmatica, Cartea a II-a, cap 7.)

22. Explicați ce este calendarul și cum funcționează. Precizați de ce a fost necesară revizuirea calendarului iulian precum și cum se face sincronizarea anului calendaristic cu anul tropical atât în calendarul gregorian cât și în calendarul iulian revizuit.

R: Anul calendaristic trebuie să fie sincron cu ciclul anotimpurilor, deci el trebuie să fie o aproximare cu o precizie cât mai mare a anului tropic.

Introducerea calendarului gregorian și a calendarului iulian revizuit a fost necesară deoarece, în cazul calendarului iulian, anul calendaristic era ceva mai lung decât anul astronomic, făcând ca echinocțiul de primăvară să se mute ușor înapoi în anul calendaristic. Însă cum se întâmplă aceasta și mai ales de ce vom vedea în continuare.

Calendarul

Calendarul este un sistem de măsurare a timpului fizic iar "calende" provine de la „caleo” care înseamnă a chema, căci în prima zi a fiecărei luni cetățenii romani erau chemați în forum la adunarea publică pentru a li se aduce la cunoștință lucruri de interes public. Urmărind trecerea timpului fizic, omul a ajuns să delimiteze perioadele ciclice ale acestor și astfel s-a ajuns la delimitarea zilelor, săptămânilor, anilor, orelor, minutelor, ș.a.m.d.

Anul

Termenul de an este folosit pentru a indica perioada orbitală de parcurgere a unei rotații în jurul Soarelui de către fiecare planetă.

Anul terestru

Anul terestru este dat de o rotație completă a Pământului în jurul Soarelui. Pare destul de simplu, dar există o problemă. Pământul nu revine în punctul de plecare după efectuarea unei rotații complete. Așa că ne putem întreba, și pe bună dreptate, cum de știm când începe sau se termină anul?

În astronomie, durata unui an este definită ca durata unei revoluții a Pământului în jurul Soarelui. În funcție de punctele de referință alese în determinarea acestei mișcări, există:

1. Anul sideral este durata revoluției sidérale, raportând orbita circumsolară la stelele îndepărtate. Percepută de pe Terra, mișcarea circumsolară creează impresia că Soarele se mișcă printre constelațiile zodiacale pe o traiectorie numită ecliptică. Când Soarele revine la punctul inițial, a trecut un an sideral. Această mișcare este dificil de observat în mod direct, deoarece nu putem vedea stelele ziua, atunci când Soarele se află pe bolta cerească.

Totuși, dacă privim cerul înaintea fiecărui răsărit de Soare, mișcarea anuală este foarte ușor perceptibilă. Ultimele stele care răsar nu sunt mereu aceleași, iar după una-două săptămâni se observă o deplasare către în sus a acestora. De exemplu, în iulie, în emisfera nordică, steaua Orion nu este vizibilă înaintea răsăritului, dar în august aceasta este foarte ușor de observat pe cer. Folosind această metodă de măsurare a duratei unui an, se ajunge la o perioadă de 365 de zile 6 ore, 9 minute și 10 secunde.

2. Anul tropical reprezintă o altă posibilitate este măsurarea lungimii anului în conformitate cu trecerea anotimpurilor. Din cauza înclinației axei de rotație a Pământului, poziția Soarelui pe bolta cerească se schimbă de la o zi la alta pe parcursul unui an. Dacă fotografiem Soarele la prânz pe parcursul zilelor unui an, putem observa că acesta urmează pe bolta cerească o traiectorie aparentă, numită analemă.

În zilele în care înclinația față de Soare (spre sau dinspre acesta) este maximă, durata zilei-lumină atinge la rândul ei un maxim, respectiv un minim. Aceste zile se numesc solstiții, iar Soarele va fi pe analemă în stânga sus, respectiv în dreapta jos. În zilele când înclinația planetei este perfect laterală față de Soare, ziua și noaptea au durate egale. Acestea sunt echinocțiile, iar Soarele va fi la acest punct de intersecție pe analemă.

Timpu în care Soarele parcurge distanța între două echinocții de primăvară reprezintă un an tropical. Astfel măsurat, anul durează 365 de zile, 5 ore, 48 de minute și 46 de secunde.

Anul ca unitate de timp. Ca unitate de măsură pentru timp, **anul poate fi una din mai multe variante, fiind necesar să se precizeze care dintre ele este folosită:**

1. anul iulian: 365,25 zile.
2. anul gregorian: 365,2425 zile.
3. anul "obișnuit" (calendaristic, secular, civil): de 365 zile.
4. anul sideral: 365 de zile 6 ore, 9 minute și 10 secunde. (365,2563 zile)
5. anul tropical: 365 de zile, 5 ore, 48 de minute și 46 de secunde. (365,2421 zile)

Anul calendaristic

Anul calendaristic trebuie să fie sincron cu ciclul anotimpurilor și prin urmare trebuie să fie o aproximare cât mai bună a anului tropic. Din rațiuni practice, anul calendaristic are un număr întreg de zile. Unii ani au 365 de zile (anii obișnuiți), alții au 366 de zile (anii bisecți), astfel încât durata medie a anului calendaristic să fie aproximativ egală cu durata anului tropic.

Calendarul iulian

După cum am precizat anterior, în astronomie anul tropic reprezintă intervalul de timp în care Pământul face o rotație completă în jurul soarelui. Timpul necesar este de 365 zile, 5 ore, 48 minute, 46 secunde. Primul care a oferit o metoda de sincronizare a anului tropic cu cel calendaristic a fost Sosigene, în anul 46 î.d.Hr, în timpul Împăratului Iulius Caesar. Sosigene a stabilit că pentru a elimina diferența de 5 ore, 48 min și 46 secunde dintre anul tropic și cel calendaristic; la fiecare 4 ani trebuie adăugată adăuga o nouă zi la anul calendaristic. Astfel a stabilit ca luna februarie la fiecare 4 ani să aibă 29 de zile și așa au început să apară anii bisecți. În vremea lui Sosigene, echinocțiul de primăvară era la 24 martie, iar anul începea la 1 ianuarie. Acesta a fost numit calendarul iulian.

Calendarul iulian însă avea o problemă, pentru că el a aproximat cele 5 ore, 48 min și 46 secunde ca fiind 6 ore. Rămânea astfel o diferență de 11 minute și 14 secunde cu care anul calendaristic era mai lung decât anul tropic. Pare nesemnificativa această diferență însă ea face ca la fiecare 128 de ani să apară o diferență (desincronizare) de o zi între anul tropic și cel calendaristic (adică echinocțiul de primăvara se mută înapoi în anul calendaristic). Astfel, datorită acestei

diferențe, în vremea Primului Sinod Ecumenic (Niceea în anul 325 d.Hr.) echinocțiul de primăvară s-a serbat la 21 martie.

Calendarul gregorian

În secolul al XVI-lea diferența între echinocțiul real, astronomic și cel ipotetic (calendaristic) ajunsese la 10 zile. Astfel, în anul 1582 papa Grigore al XIII-lea a reformat calendarul iulian cu ajutorul astronomului Luigi suprimând mai întâi cele 10 zile cu care anul astronomic (tropic) a rămasa în urma anului calendaristic (readucând astfel în 1582 echinocțiul de primăvară la 21 martie) și apoi stabilind că anii bisecți calendaristici să rămână bisecți doar cei care se împart exact la 4, iar ceilalți să rămână comuni. (Regula stabilită: anii divizibili prin 100 vor fi ani bisecți numai dacă sunt divizibili și prin 400.) Astfel, prin suprimarea celei de-a 366 zi din unii ani bisecți se asigura pentru o perioadă de 3400 de ani, o coincidență a anului civil cu cel astronomic.

Calendarul îndreptat (calendarul iulian revizuit)

Bisericile ortodoxe au acceptat calendarul îndreptat (calendarul iulian revizuit) în 1923 după congresul de la Constantinopol când s-a hotărât îndreptarea calendarului. (Atunci a fost adoptată regula anului bisect care diferă de cea a Calendarului gregorian: anii care se divid cu 4 sunt ani bisecți, cu excepția anilor care se divid cu 100 care nu sunt bisecți, doar dacă nu dau un rest de 200 sau 600 când se divid cu 900, caz în care ei nu sunt bisecți. Acest lucru înseamnă că cele două calendare vor fi diferite în 2800, care va fi un an bisect în Calendarul gregorian dar un an obișnuit în Calendarul iulian revizuit.) Calendarul iulian revizuit (care asigură o sincronizare pe o perioadă mai îndelungată între anul calendaristic și cel tropical, decât calendarul gregorian) a fost adoptat de Patriarhia Ecumenică, Bisericele din Grecia, Albania, Cipru, Polonia, România, Cehoslovacia, Finlanda, Patriarhia Antiohiei și a Alexandriei. Au rămas pe vechiul calendar patriarhia Ierusalimului, Biserica Rusă, cea Sârbă și Muntele Athos. S-a găsit o cale de compromis așa încât Paștele să fie serbat de toată B.O după pascalia veche.

23. Precizați care sunt cele două postulate ale Teoriei Relativității Restrânse. Cum au fost revizuite conceptele fundamentale ale fizicii teoretice, cum sunt timpul, distanța, masa, energia, cantitatea de mișcare?

R: Postulatul fundamental al teoriei relativității este că *legile științei trebuie să fie aceleași pentru orice observator care se mișcă liber, indiferent de viteza lui*. Acest lucru era adevărat pentru legile mișcării lui Newton, dar acum ideea a fost extinsă cuprinzând și teoria lui Maxwell referitoare la viteza luminii, astfel *toți observatorii trebuie să măsoare aceeași viteză a luminii, indiferent de cât de repede se mișcă ei*. Cele mai cunoscute două legi din teoria relativității sunt *echivalența masei și energiei*, exprimată de faimoasa ecuație a lui Einstein $E=mc^2$ (unde E este energia, m este masa, iar c este viteza luminii în vid și anume trei sute de milioane de metri pe secundă) și legea că *nici un corp (cu masă) nu se poate deplasa mai repede decât viteza luminii și nici nu poate atinge această viteză*.

Pentru a putea împăca mecanica clasică (newtoniană) cu electromagnetismul, Einstein a postulat faptul că viteza luminii, măsurată de doi observatori situați în sisteme referențiale inerțiale diferite, este totdeauna constantă. Aceasta l-a condus la revizuirea conceptelor fundamentale ale fizicii teoretice, cum sunt timpul, distanța, masa, energia, cantitatea de mișcare, cu toate consecințele care derivă. Astfel:

- 1.) orice obiect aflat în mișcare devine mai scurt (contractat) pe direcția sa de deplasare. (Acest efect poartă numele de contracție a lungimii).
- 2.) timpul se scurge mai lent la ceasurile aflate în mișcare (dilatarea temporală).
- 3.) dispare simultaneitatea evenimentelor (două evenimente care par simultane unui observator, apar în momente diferite altui observator care se deplasează în raport cu primul).
- 4.) viteza luminii în vid devine viteză limită atât pentru obiecte, cât și pentru informații.
- 5.) masa și energia unui corp (material) devin echivalente.

Relativitatea restrânsă nu ține cont însă de efectele gravitației.

24. Ce este gravitația? (Ofериți răspunsul la întrebarea “De ce Luna nu cade pe Pământ, iar merele cad?” atât conform mecanicii clasice cât și conform fizicii relativiste). Precizați ce este o orbită geostaționară și ce mărimi fizice trebuie să cunoaștem pentru a plasa un satelit pe orbită? Ce sunt forțele fictive (numite și pseudo forțe, forte d’Alembert sau forțe inerțiale)

R: Pe lângă legile mișcării, Newton a descoperit și o lege care descrie forța de gravitație. Aceasta afirmă că fiecare corp atrage oricare alt corp cu o forță proporțională cu masa fiecărui corp și invers proporțională cu pătratul distanței dintre cele două corpuri (deci cu cât corpurile sunt mai îndepărtate, cu atât forța este mai mică).

$$F_{12} = F_{21} = G \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

(m_1 = masa corpului 1 [Kg]; m_2 = masa corpului 2 [Kg]; d = distanța dintre cele două corpuri [m]; G = constanta gravitațională universală (constantă fizică empirică, a cărei valoare este $6,674 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$).

La începutul secolului al XX-lea, Einstein, în teoria relativității generale, a prezis cu succes eșecul modelului lui Newton pentru gravitație (ca fiind cauzată de o forță), lansând conceptul de continuum spațiu-timp. Relativitatea generală a devenit recunoscută drept teoria ce explică cel mai bine gravitația. În această teorie, gravitația nu este văzută ca forță, ci ca mișcarea liberă a obiectelor în câmpuri gravitaționale în virtutea inerției lor pe linii drepte într-un spațiu-timp curbat (definite ca cea mai scurtă cale prin spațiu-timp între două evenimente din spațiu-timp). Din perspectiva obiectului, toată mișcarea are loc ca și cum nu ar exista gravitație. Doar observând mișcarea în sens global, se poate observa curbura spațiu-timpului și forța apare din calea curbă a corpului. Astfel, linia dreaptă prin spațiu-timp este văzută ca o linie curbă în spațiu, și este denumită traiectorie balistică a obiectului.

Astfel, în 1916, Einstein face sugestia revoluționară că gravitația nu este o forță ca celelalte forțe, ci este o consecință a faptului că spațiul-timpul nu este plan, ci el este curbat (înfășurat) de distribuția masei și energiei din el. Aceasta este ceea ce noi numim acum Teoria generală a relativității. Corpuri masive precum Pământul, nu sunt determinate să se miște pe orbite curbe de o forță numită gravitație, ci ele urmează corpul cel mai apropiat pe o traiectorie dreaptă într-un spațiu-timp curbat, care se numește linie geodezică.

Unul dintre principalele scopuri pe care și le-a propus Einstein în explicarea relativității generale a fost formularea unei teorii în care legile naturii să fie identice pentru toți observatorii. Așadar, legile trebuiau să fie simetrice față de orice schimbare din punctul nostru de vedere, din spațiu și timp (în fizică, acest lucru este cunoscut ca și “covarianță generală”). Noi știm însă că de fiecare dată când un avion intră într-un gol de aer, simțim cum stomacul “ne sare în gât”, acest lucru demonstrând o diferență evidentă între mișcarea uniformă și cea accelerată. Astfel suntem tentați să ne întrebăm cum ar putea fi identice legile naturii pentru observatorii aflați în mișcare accelerată, când se pare că acești observatori experimentează forțe suplimentare? Pentru a înțelege acest lucru să considerăm următorul exemplu. Dacă stăm pe un cântar în interiorul unui lift care accelerează în sus, picioarele noastre exercită o presiune mai mare asupra cântarului și astfel va indica o greutate mai mare. Același lucru se va întâmpla și în situația în care gravitația devine mai puternică într-un lift în repaus. Într-un lift care accelerează în jos vom avea aceeași senzație ca și când gravitația ar scădea

și, astfel, cântarul va indica o greutate mai mică. Dacă ar ceda cablul de susținere al liftului, atât noi cât și cântarul ne-am afla în cădere liberă la unison ceea ce ar determina cântarul să indice greutate zero. Astfel, căderea liberă este echivalentă din această cauză cu situația în care cineva a întrerupt gravitația în mod miraculos. Acest fapt l-a condus pe Albert Einstein în 1907 la o concluzie uimitoare anume că gravitația este de fapt o accelerație. Această puternică unificare a întărit "principiul echivalenței", care este într-adevăr o formulare a simetriei universale.

Legile naturii, așa cum sunt exprimate de ecuațiile lui Einstein ale relativității generale, sunt identice în toate sistemele de referință, inclusiv în cele aflate în mișcare accelerată. Legile naturii nu au direcții preferate (în spațiu-timp), adică nu fac distincție între sus, jos, stânga dreapta etc. Forțele centrifuge sunt de fapt manifestări ale accelerației unui sistem de referință în rotație. Observatorii dintr-un carusel aflat în mișcare de rotație, potrivit relativității generale, simt o accelerație, adică gravitația. Concluzia este că simetria legilor față de orice schimbare de coordonate spațio-temporale necesită existența gravitației! Necesitatea existenței simetriei nu dă universului nici o altă posibilitate decât aceea că gravitația trebuie să existe.

"De ce Luna nu cade pe Pământ, iar merele cad?"

Răspunsul complet la întrebarea "De ce Luna nu cade pe Pământ, iar merele cad?", s-a lăsat așteptat până la începutul secolului trecut, când Einstein a elaborat teoria generală a relativității. Un răspuns elementar provine de la legea gravitației din mecanica clasică.

Newton a răspuns simplu doar la întrebarea „Cum stă Luna suspendată pe cer?” spunând că există o forță gravitațională între Lună și Pământ (ce acționează instantaneu, ca un fel de "sfoară ce leagă" cele două corpuri). Astfel, Pământul prin forța lui gravitațională (ce acționează în acest caz precum forța centripetă), ține Luna în jurul său pe o orbită eliptică. Conform mecanicii clasice (newtoniene), pentru a menține un corp pe o traiectorie circulară, trebuie aplicată asupra acestuia o forță numită forță centripetă (natura forței centripete este diferită în funcție de situație. În cazul unui corp legat cu sfoară și rotit, forța centripetă este o forță elastică dată de sfoară. Pentru Luna, care se rotește în jurul Pământului pe orbită, forța centripeta este forța de atracție gravitațională exercitată de Pământ asupra Lunii.) Conform principiului al treilea din mecanica newtoniană, simultan cu forța centripeta (acțiunea), apare și forța centrifuga (reacțiunea). Forța centrifugă este aplicată în centrul de rotație și tinde să deplaseze acest centru către periferie. Întrucât Luna se deplasează pe orbită eliptică în jurul Pământului datorită forței gravitaționale, apare o forță egală dar de sens contrar, numită forță centrifugă, iar echilibrul dintre aceste două forțe ține Luna suspendată pe orbita eliptică. Newton nu a putut explica însă "de ce" forța gravitațională ce acționează asupra Lunii (care așa cum am spus, în acest caz are rol de forță centripetă) este totdeauna în echilibru cu forța centrifugă (ci doar ne impune să acceptăm existența acestui echilibru prin al treilea principiu al mecanicii sale).

Doar Albert Einstein a oferit răspunsul complet la întrebarea "De ce stă Luna suspendată pe cer?" prin teoria generală a relativității care explică proprietățile spațiului și timpului în Univers. Astfel, continuumul spațiu-timp este neted și plat (întocmai ca o suprafața unei mese) atâta timp cât nu se află în el obiecte cu masă. Prezența masei curbează spațiu-timpul întocmai cum se curbează suprafața elastică a unei trambuline rotunde de joacă pentru copii atunci când un copil sare pe ea, presând-o cu toată masa corpului său. Astfel, masa Pământului creează o pantă în spațiu-timpul din jurul său (în care se află și Luna), iar masa lunii creează la rândul ei o mică pantă în spațiu-timpul din jurul său, apărând astfel o mica curbura în același spațiu-timp. Viteza de deplasare a Lunii (este cauza care) împiedică Luna să cadă pe Pământ.

Diferența dintre cele două răspunsuri, este foarte subtilă. "De ce Luna orbitează în jurul Pământului"? Mecanica clasică, newtoniană spune că trebuie să acceptăm pur și simplu aceasta realitate, fără a oferi o explicație a cauzei, însă ne oferă posibilitatea să înțelegem „cum” orbitează Luna în jurul Pământului. Teoria relativității generalizată explică nu doar "cum", dar și "de ce" Luna orbitează în jurul Pământului.

Plasarea sateliților pe orbită

Dacă dorim să aflăm cum putem pune pe orbită în jurul Pământului un satelit, mai exact ce condiții trebuie îndeplinite ca acesta să nu cadă pe Pământ, mecanica clasică ne oferă răspunsul spunând că masa corpului în jurul căruia se orbitează înmulțită cu constanta gravitațională universală trebuie să fie egală cu pătratul vitezei corpului ce orbitează (se mișcă în jurul Pământului) înmulțit cu raza orbitei (distanța de la Pământ la satelit). Această condiție rezultă din echivalența dintre forța gravitațională și forța centripetă pentru corpul care orbitează ($G \frac{m_1 m_2}{r^2} = m_2 \frac{v^2}{r}$; $G \cdot m_1 = v^2 \cdot r$; unde G = constanta gravitațională universală, m_1 = masa corpului în jurul căruia se orbitează, m_2 = masa satelitului, v = viteza de rotație a corpului ce orbitează și r = raza orbitei). Astfel, întrucât constanta gravitațională universală, masa corpului în jurul căruia se orbitează (Pământul), precum și distanța la care dorim să plasăm satelitul sunt cunoscute, singurul parametru care trebuie calculat cu această relație este viteza ce trebuie să aibă satelitul pentru a sta pe orbita (distanța de Pământ) dorită. Observăm astfel că masa corpului care orbitează (satelitul) nu contează (nu apare în ecuație), iar viteza de rotație a satelitului este invers proporțională cu pătratul distanței (razei orbitei).

Astfel, dacă orbita este mai aproape de Pământ (distanța de la Pământ la satelit este mai mică), atunci viteza (de rotație a) satelitului trebuie să fie mai mare, altfel satelitul va cădea lovind Pământul. Este întocmai ca la o ruleta din cazino. Bilei i se imprimă inițial o viteză pentru a se putea roti pe marginea ruletei în spațiul curbat al acesteia către centru. Cu cât bila este mai aproape de centrul ruletei cu atât viteza ei de rotație trebuie să fie mai mare pentru a continua să se rotească. Întrucât bila nu își poate menține o viteză constantă, viteza ei fiind în continuă scădere, în cele din urmă bila va cădea pe panta spre centrul ruletei (intrând în una din cele 36 de găuri ale ruletei), pe o traiectorie curbă, deoarece direcția "jos" (către centru) se schimbă continuu. Dacă punem bila pe marginea ruletei fără să îi imprimăm nici o viteză, atunci ea nu se va roti ci va cădea pe panta înspre centrul ruletei, pe o traiectorie dreaptă, întrucât direcția "jos" nu se schimbă (intrând direct în gaura ruletei ce se află la capătul traiectoriei). Primul caz când bilei i se imprimă o viteză pentru a se putea roti corespunde plasării satelitului pe orbită, iar al doilea caz când bilei nu i se imprimă nici o viteză corespunde căderii mărului din pom.

Orbita Lunii fiind eliptică, direcția de mișcare a Lunii se schimbă continuu datorită accelerației (acelerația este o schimbare a vitezei, ceea ce înseamnă că accelerația poate modifica fie numai viteza unui obiect, fie numai direcția lui, sau le poate modifica pe amândouă). Luna, ca orice alt satelit, este atrasă spre Pământ de forța gravitațională și are tendința să cadă precum merele. Însă, spre deosebire de mere, care în urma gravitației își modifică doar viteza, dar nu și direcția, Luna și sateliții își modifică doar direcția, nu și viteza. Diferența reală între satelit și mărul care cade din pom este aceea că, pentru satelitul ce se află în mișcare, direcția "jos" este în permanentă schimbare în schimb ce pentru măr nu. Este greu de crezut, însă satelitul chiar cade precum un măr din copac datorită gravitației. Un satelit din apropierea Pământului are aproape aceeași accelerație ca un măr care cade. Dacă acum satelitul este deasupra noastră, atunci în aproximativ 45 minute va cădea atât de jos încât va fi exact în partea opusă a Pământului. Atunci însă, direcția "jos" pentru el se va schimba complet (cu 180°) fiind tocmai în direcția opusă, iar pentru observatorii de pe acea parte a Pământului va continua să cadă, întorcându-se la noi după aproximativ 90 de minute de la momentul când l-am văzut prima dată. Bineînțeles că el nu va lovi niciodată Pământului datorită continuei schimbări a direcției "jos", ca urmare a vitezei sale de deplasare. Luna, care spre deosebire de satelitul din exemplul de mai sus, este la o distanță mult mai mare de Pământ, iar gravitația la acea distanță este mult mai mică (reamintim că gravitația este invers proporțională cu pătratul distanței), are nevoie de două săptămâni să cadă dintr-o parte în alta a Pământului și înapoi (ceea ce corespunde unei rotații complete).

Orbită geostaționară

O orbită geostaționară (GEO) este o orbită geosincronă situată direct deasupra Pământului la Ecuator (0° latitudine), cu o perioadă egală cu perioada de rotație a Pământului și o excentricitate orbitală de aproximativ zero. Un obiect aflat pe o orbită geostaționară apare nemișcat (într-o poziție fixă) pe cer, pentru observatorii de la sol. Sateliți de comunicații și sateliții meteo sunt plasați de obicei pe orbite geostaționare, astfel încât antenele de satelit de la sol care comunica cu aceștia

au o poziție fixă. Datorită latitudinii constante (0°) și a faptului că orbitele geostaționare sunt circulare, poziția sateliților în GEO diferă numai în longitudine.

Forțele fictive (numite și pseudo forțe, forte d'Alembert sau forțe inerțiale)

De reținut că forțele fictive (numite și pseudo forțe, forte d'Alembert sau forțe inerțiale) din mecanica clasică sunt doar niște forțe aparente, inventate pentru a putea explica unele fenomene ce au loc în Univers (întrucât ele nu apar datorită unei interacțiuni fizice directe, conform principiului al doilea al mecanicii clasice, ci ele apar ca urmare a accelerației sistemului de referință neinertial atașat obiectului). Forța gravitațională face parte din această categorie de forțe fictive (ce nu există în realitate).

25. Explicați principiul echivalenței.

R: Principiul echivalenței este principiul de la baza teoriei relativității generale publicate de Albert Einstein în 1915 (la fel cum principiul constanței vitezei luminii a stat la baza relativității speciale, finalizată încă din 1905).

Principiul echivalenței a reunit conceptele de masă inerțială și masa gravitațională, ce păreau a fi diferite, până la apariția teoriei relativității generale. Astfel, cele două mase din relațiile $F=m \cdot a$ (F = forța [N], m =masa de mișcare sau inerțială [Kg], a = accelerația [m/s^2]), respectiv $G=m \cdot g$ (G = greutatea [N], m =masa grea sau gravitațională [Kg], g = accelerația gravitațională [m/s^2]) sunt echivalente.

Experimentul mental relevant în acest context, elaborat de Einstein, a fost cel cu un călător aflat într-un lift fără geamuri, undeva în spațiul interplanetar. Liftul se află în imponderabilitate, adică asupra sistemului om-lift nu acționează nici o forță. Ne putem imagina următoarele două situații:

- A) Liftul intră în câmpul gravitațional al unei planete și atunci călătorul se va simți atras spre podeaua liftului, simțindu-și greutatea proprie $G=m \cdot g$.
- B) Liftului îi atașăm un motor și astfel începe să se miște în spațiul intergalactic (acolo unde nu acționează teoretic nici o forță asupra ansamblului om-lift), accelerând cu o accelerație constantă. Efectul pe care îl va simți călătorul datorită accelerației motorului, va fi o atracție spre peretele opus sensului de mișcare, și anume cu forța $F=m \cdot a$.

Conform principiului echivalenței al lui Einstein, dacă cele două accelerații au aceleași valori, atunci călătorul nu poate discerne din interiorul liftului în care anume situație se află (ori câmp gravitațional, ori în mișcare uniform accelerată), tocmai datorită faptului că există o echivalență totală între cele două mase (inerțială și gravitațională).

26. Ce spune echivalența masei și a energiei din Teoria relativității despre materie? Precizați exemple practice care se bazează pe acest principiu?

R: *Materia este caracterizată prin două mărimi fundamentale: masa și energia. Masa este măsura inerției și a gravitației, iar energia este măsura scalară a mișcării materiei. Astfel, energia și masa nu sunt două lucruri total diferite (precum focul și apa spre exemplu), ci sunt două forme de manifestare (prezentare) ale aceluiași lucru, respectiv materia, așa cum spre exemplu, aburul și gheața sunt stări de agregare (moduri de prezentare) ale aceleiași substanțe, respectiv apa. Conform relației dintre masă și energie a lui Einstein, oricărei forme de energie a unui sistem fizic îi corespunde o masă inertă a sistemului.*

Echivalența masei și energiei, ($E=mc^2$), ne spune că energia înmagazinată de un obiect în repaus cu masa m este egală cu masa respectivă înmulțită cu pătratul vitezei luminii în vid, arătând că un corp are energie chiar și atunci când este staționar, spre deosebire de mecanica newtoniană în care un corp care nu se află în mișcare nu are energie cinetică (însă el poate avea sau nu alte forme

de energie înmagazinate în interior, cum ar fi energie termică sau energie chimică. Poate avea și energia potențială ce poate fi sub diferite forme: de deformare, elastică, gravitațională, electrică, magnetică etc. Energia potențială depinde numai de poziția relativă a corpurilor din sistem și față de sistemele din exterior. În mecanica newtoniană toate aceste energii sunt mult mai mici decât masa obiectului înmulțită cu pătratul vitezei luminii în vid.) În teoria relativității, toate energiile care se mișcă împreună cu un obiect se adună la masa totală a corpului obiectului, care măsoară rezistența acestuia la deviere. Atât energia cinetică, cât și cea potențială au o contribuție directă asupra masei. În teoria relativității scăderea energiei înseamnă scăderea masei. Spre exemplu când apa este încălzită într-un cuptor cu microunde, se adaugă o masă de aproximativ 10^{-17} kilograme pentru fiecare Joule de căldură adăugat apei (Joule este unitatea de măsură pentru energie în Sistemul Internațional).

Cuvântul energie provine din limba greacă veche, $\epsilon\nu\rho\epsilon\iota\alpha$ (energhia) care înseamnă activitate și este format din doi termeni, "εν" având semnificația "în" și "έργον" având semnificația „lucru”. În sensul folosit în fizică, sau, mai general, în știință, „energia” înseamnă „potențialul care determină schimbări”.

Termenul de energie nucleară este folosit în două contexte. Astfel, la nivel microscopic, energia nucleară este energia asociată forțelor de coeziune a nucleonilor dată de interacțiunea tare a protonilor și neutronilor din nucleeele atomice. La nivel macroscopic prin energie nucleară se înțelege energia electromagnetică eliberată (prin radiație) datorită reacțiilor de fuziune nucleară din stele și din bombele cu hidrogen, respectiv cea eliberată prin fisiune nucleară în bombele atomice și în aplicațiile civile (centrale nucleare).

Relația $E=mc^2$ poate fi, deci, folosită pentru a calcula câtă energie s-ar produce dacă o cantitate de materie ar fi convertită în radiație (care transportă energia) electromagnetică. Spre exemplu, masa materiei convertită în energie în cazul bombei de la Hiroșima a fost mai mică decât 30 grame. (Conform relației lui Einstein, energia unui gram de materie este de 10^{14} Joule).

Nu trebuie, însă, să confundăm masa cu materia. *Din punctul de vedere al fizicii, materia este sub formă de substanță (caracterizată prin masă) sau câmp (caracterizat prin energie).* Trăsăturile caracteristice care definesc materia sunt: masa, necesarul de spațiu, structura internă și energia termică internă a materiei. Masa se definește drept acea mărime măsurabilă ce determină cantitatea de substanță conținută într-un corp sau particulă, determinabilă la nivel macroscopic și măsurată, de asemenea, macroscopic.

Spre deosebire de masă, conceptul de „câmp” este cu siguranță unul destul de abstract, întrucât nu are nici măcar masă și poate să nu existe deloc în materie. În ciuda aspectului abstract, putem da un exemplu destul de practic, cu care majoritatea dintre noi suntem familiarizați: magnetii. Deși, aparent nu există nici o legătură directă între două bucăți separate de magnet, există cu siguranță o forță de atracție sau de respingere în funcție de orientarea lor relativă. Această „forță” nu are nici culoare, nici masă, nici miros, iar dacă nu am observa interacțiunile dintre ei, nici nu am ști că există. În cadrul fizicii, interacțiunile ce au loc în spațiul dintre magnetii poartă numele de câmpuri magnetice. Dacă plasăm pilitură de fier în jurul unui magnet, putem observa (re)orientarea acesteia în jurul liniilor de câmp; în acest fel putem avea o indicație vizuală a prezenței câmpului magnetic. Din experiența de zi cu zi suntem familiarizați și cu câmpurile electrice. Un exemplu este electricitatea statică ce explică modul în care materiale precum sticla și mătasea se atrag după ce au fost în prealabil frecate una de cealaltă. Fizicienii includ aceste interacțiuni în domeniul câmpurilor electrice generate de două corpuri ca rezultat al dezechilibrului de electroni dintre ele. Este suficient să spunem că prezența unei diferențe de potențial (tensiuni) între două puncte duce la apariția unui câmp electric în spațiul liber dintre acestea.

Câmpurile au două caracteristici principale: forța și fluxul. Forța reprezintă cantitatea de împingere pe care un câmp îl exercită la o anumită distanță, iar fluxul reprezintă cantitatea totală, sau efectul, câmpului prin spațiu. Forța și fluxul câmpului sunt aproximativ similare tensiunii (împingere) și curentului (curgere) printr-un conductor. Fluxul unui câmp poate întâmpina rezistență în spațiu precum un curent întâmpină rezistență într-un conductor.

27. Care au fost primii atomi ai materiei (ordinare) și din ce sunt ei constituiți? Unde anume și în urma cărui proces s-au sintetizat atomii din sistemul periodic (Mendeleev)?

R: Primii atomi ai materiei (ordinare) au fost cei de hidrogen. Atomul de hidrogen este cel mai simplu atom, el fiind format dintr-un singur proton ce constituie nucleul sau si un singur electron.

În stele, în urma fuziunii atomilor de hidrogen, se formează atomii de heliu (care sunt mai grei și coboară spre centrul stelei) și se eliberează o cantitate de energie (sub formă de radiație electromagnetică). Presiunea cauzată de forța gravitațională este din ce în ce mai mare pe măsură ce ne apropiem de centrul stelei, iar atomii de heliu ce coboară ajung la un nivel la care presiunea este suficientă pentru a fuziona rezultând atomi mai grei. Astfel se sintetizează, prin fuziune atomică, atomi din în ce mai grei (spre exemplu: aluminiu, carbon, titan, fier) pe măsură ce ne apropiem de centrul stelei. Interiorul este format dintr-o succesiune de straturi (precum o ceapă) din ce în ce mai puțin calde și mai puțin dense spre exterior, compuse din diferiți atomi din ce în ce mai grei. Fierul este ultimul element chimic ce se poate sintetiza în stele întrucât este cel mai greu atom ce se sintetizează prin fuziune atomică exotermă (adică, în urma reacției de fuziune se eliberează energie prin radiație electromagnetică). Ceilalți atomi (spre exemplu: argint, platină, aur, mercur) ai căror atomi sunt mai grei decât fierul, se sintetizează doar la sfârșitul ciclului de viață al stelelor în timpul exploziei, numită supernovă. Aceasta deoarece reacțiile de fuziune pentru producerea atomilor mai grei decât fierul sunt endoterme (adică consumă energie) și doar în timpul exploziilor supernove se generează suficientă energie pentru declanșarea acestor reacții de fuziune.

Soarele este steaua sistemului nostru solar și este o sferă având diametrul de aproximativ 1,4 milioane km aflată la o distanță de aproximativ 150 milioane km de Pământ. *În Soare, prin reacțiile termonucleare, atomii de hidrogen fuzionează rezultând atomii de heliu și radiație electromagnetică*, reacție de fuziune care are loc la o temperatură minimă de 3 milioane Kelvin. Viteza de conversie a hidrogenului în heliu este de aproximativ 4,26 milioane tone pe secundă. Energia solară ajunge pe Pământ prin spațiul cosmic în cuante de lumină (energie electromagnetică majoritatea în domeniul vizibil și infraroșu, iar o mică parte în domeniul ultraviolet) în aproximativ 8,3 minute.

28. Ce este cuanta? Explicați principiul de incertitudine (formulat de Heisenberg) și implicațiile acestuia asupra determinismului.

R: *Spre deosebire de Teoria Relativității, care studiază universul la scara mare, unde spațiul-timpul este neted și plat (curbându-se datorită prezentei masei și energiei) fiind bine definit și ordonat geometric, existând astfel noțiunile de înainte, înapoi, sus, jos, stânga, dreapta, direcție, sens etc.; în mecanica cuantică, care studiază universul la scara extrem de mică (atomică și subatomică), spațiul-timpul este extrem de instabil și într-o continuă fluctuație haotică, fiind deci atât de turbulent, răsucit și distorsionat încât sfidează bunul simț, dispărând complet noțiunile de sus, jos, înainte, înapoi, stânga, dreapta, direcție, sens ș.a.. Acesta este motivul pentru care teoria relativității și mecanica cuantică sunt incompatibile.*

Cuantă

Savantul german Max Planck, a sugerat la începutul secolului al XX-lea, că undele electromagnetice nu pot fi emise într-o cantitate arbitrară, ci numai în anumite pachete pe care le-a numit cuante. Fiecare cuantă are o anumită cantitate de energie care este direct proporțională cu frecvența (adică cu cât este mai mare frecvența undelor, cu atât este mai mare energia).

Max Planck, a fost deci cel care a lansat ipoteza că dacă limităm energia radiată la valori discrete (complet diferit de viziunea clasică, în care toate nivelurile energetice posibile sunt permise), atunci observațiile experimentale vor putea fi înglobate într-o nouă teorie. Această limitare a valorilor

posibile, în care energia poate fi emisă, urma să primească numele de cuantizare a energiei. Planck a presupus că substanța care emite energie sub forma radiației termice trece de la o stare energetică la alta printr-un salt, evitând stările intermediare. Șirul stărilor energetice ale substanței este un șir discret, energia unei stări a diferă de energia unei stări $a+1$ printr-o cuantă, despre care Planck a stabilit că are valoarea hf , (f - frecvența radiației emise și h - o constantă fundamentală botezată ulterior în semn de recunoaștere constanta lui Planck). Distribuția spectrală reală a energiei electromagnetice radiate, folosind ipoteza lui Planck, este următoarea: în cadrul unui corp, energia este distribuită între atomii constituenți. Unii atomi posedă un nivel de energie mai ridicat, alții unul mai scăzut, majoritatea dispunând de o valoare de mijloc. Aceste valori cresc pe măsură ce obiectul respectiv este încălzit. Fiecare atom poate emite energie sub forma unor cuante, despre care Planck a stabilit că au energia hf . Pentru valorile mari ale frecvenței, deci pentru a emite radiație electromagnetică în zona ultravioletă a spectrului electromagnetic, e nevoie de o cantitate de energie destul de mare pentru a da naștere unei singure cuante (energia fiind direct proporțională cu frecvența).

Principiul de incertitudine (Heisenberg)

La începutul secolului al XX-lea, un savant german, Werner Heisenberg, a formulat faimosul principiu de incertitudine. El spune că pentru a prezice poziția și viteza viitoare ale unei particule, trebuie să i se poată măsura precis poziția și viteza actuală. Pentru a se efectua această măsurătoare trebuie să se utilizeze principiul radarului, adică să se trimită lumină pe particulă iar unele unde de lumină vor fi împrăștiate de particulă și aceasta va indica poziția sa. Totuși, poziția particulei nu se va putea determina mai precis decât distanța dintre maximele unde de lumină, astfel că pentru a măsura precis poziția particulei, este necesar să se utilizeze o undă electromagnetică cu lungimea de undă mică.

Astfel, conform ipotezei cuantice a lui Plank nu se poate folosi o cantitate oricât de mică și trebuie să se utilizeze cel puțin o cuantă. Această cuantă însă, datorita energiei sale, va perturba particula și îi va modifica viteza într-un mod care nu poate fi prezis. Mai mult, cu cât se măsoară mai precis poziția particulei, cu atât este mai scurtă lungimea de undă a unde electromagnetice necesare (adică frecvența unde electromagnetice crește) și deci, cu atât este mai mare energia unei singure cuante. Însă, cu cât energia cuantei este mai mare, cu atât influența asupra vitezei particulei va fi mai mare. Cu alte cuvinte, cu cât încercăm să măsurăm mai precis poziția particulei, cu atât scade precizia vitezei măsurate pentru particulă și viceversa. Heisenberg a arătat că incertitudinea poziției particulei înmulțită cu incertitudinea vitezei sale și înmulțită apoi cu masa particulei, nu poate fi niciodată mai mică decât o anumită cantitate numită, constanta lui Plank. Mai mult, această limită nu depinde de modul în care se încearcă măsurarea poziției sau vitezei particulei, sau de tipul particulei, ci principiul de incertitudine formulat de Heisenberg este o proprietate fundamentală, inevitabilă, a lumii.

Principiul de incertitudine a însemnat sfârșitul teoriei determinismului (teoria conform căreia ar trebui să existe un anumit set de legi științifice care ne-ar permite să prezicem orice s-ar întâmpla în Univers, numai dacă am cunoaște starea completă a Universului la un moment dat) și a visului oamenilor de a găsi o teorie a științei, un model al Universului complet determinist, deoarece nu putem prezice exact evenimentele viitoare dacă nu putem măsura precis starea actuală a Universului. Principiul de incertitudine a avut deci implicații profunde pentru modul în care vedem lumea și evident originea ei.

O consecință a principiului incertitudinii a fost faptul că electronul nu mai putea fi considerat ca având o poziție exactă pe orbitalul său. Mai degrabă electronul trebuia descris de către toate punctele în care acesta ar fi putut să existe. Calcularea punctelor localizărilor probabile pentru electron aflat pe un orbital cunoscut creează imaginea unui nor de puncte sub formă sferică pentru orbitalii unui atom, de fapt a unor sfere așezate concentric în jurul nucleului. Mecanica cuantică înlătură noțiunile „clasice” de poziție și moment absolut înlocuindu-le pe acestea cu noțiuni ce nu au nici o analogie în viața reală.

Aceasta a condus la următoarea aserțiune a lui Heisenberg: dacă nu s-a efectuat nici o măsurătoare a electronului atunci el nu poate fi descris ca fiind situat într-o anumită locație ci în întreg norul simultan. Cu alte cuvinte, mecanica cuantică nu poate oferi rezultate exacte, ci numai probabilitatea ca o particulă să se afle într-o anumită stare cuantică. Heisenberg a mers mai departe și a spus că o particulă aflată în mișcare începe să existe doar odată cu observarea ei. Oricât de stranie și ne-intuitivă pare această aserțiune, mecanica cuantică ne spune totuși care este locația orbitalului electronului, norul său de probabilități. Heisenberg vorbea despre particula însăși și nu despre orbitalul său care are o distribuție de probabilitate cunoscută.

Constanta lui Planck devine la început de secol AL XX-LEA o prezență obligatorie în matematica folosită de oamenii de știință care descriau pe atunci lumea atomului. Este numărul care impune și întărește ideea că lumea microscopică are un caracter discontinuu, granular, cuantic și nu cum s-a crezut până atunci ca are un caracter continuu, mai ales pe fondul electromagnetismului maxwellian al secolului XIX. Teoriile recente ale unificării vorbesc chiar și despre un caracter granular al timpului și spațiului, extinzând natura cuantică a Universului dincolo de caracteristicile radiației electromagnetice.

29. Ce este mecanica cuantica? Explicați conceptul de dualitate undă-particulă din mecanica cuantică? Ce este inseparabilitatea cuantică?

R: Fizica clasică newtoniană se baza pe observația obiectelor solide din experimentele de zi cu zi, de la căderea merelor la mișcarea pe orbită a planetelor. Legile sale aveau să fie testate în mod repetat, dovedite și extinse peste sute de ani. Erau bine înțelese și au ajutat mult în previziunile comportamentului fizic, așa cum vedem în triumful Revoluției Industriale. Dar la sfârșitul secolului al XIX-lea, când fizicienii au început să dezvolte instrumente de investigare a celor mai mici domenii ale materiei, au descoperit ceva ce i-a încurcat: *fizica newtoniană nu funcționa! Și nici nu putea prezice rezultatele pe care le obțineau cercetătorii.*

Mecanica cuantică

La începutul secolului al XX-lea, Werner Heisenberg, Erwin Schrodinger și Paul Dirac au reformulat mecanica într-o nouă teorie numită mecanica cuantică, bazată pe principiul de incertitudine. Conform acestei teorii, particulele nu mai aveau viteze și poziții clare, bine definite, care puteau fi observate ci, ele aveau o stare cuantică, care era o combinație a poziției și vitezei. Trebuie subliniat că mecanica cuantică nu permite distrugerea informației.

În general, mecanica cuantică nu prezice un singur rezultat precis pentru fiecare observație, ci ea prezice mai multe rezultate diferite posibile și ne spune cât este de probabil fiecare dintre ele. Prin urmare, mecanica cuantică introduce în știință un element inevitabil, de imprevizibil sau întâmplare.

Albert Einstein a avut o contribuție majoră la elaborarea teoriei mecanicii cuantice, dar în același timp a respins ideea că Universul ar fi guvernat de întâmplare, afirmând deschis că "Dumnezeu nu joacă zaruri", susținând astfel existența unui singur principiu, o singură teorie (adică un singur set de ecuații) care guvernează Universul.

Mecanica cuantică este teoria care stă la baza aproape a întregii științe și tehnologii moderne. Ea guvernează comportarea tranzistoarelor și a circuitelor integrate care sunt componente esențiale ale echipamentelor electronice (computere, televizoare etc.) și reprezintă de asemenea, baza chimiei și biologiei moderne. Mecanica cuantică însă, nu ne spune cum acționează gravitația la nivel subatomic.

Dualismul undă-particulă

Deși lumina este formată din unde, ipoteza cuantică a lui Plank ne spune că ea se comportă în unele cazuri ca și când ar fi compusă din particule, adică lumina poate fi emisă sau absorbită numai în cuante (pachete). De asemenea, principiul de incertitudine al lui Heisenberg implică faptul că particulele se comportă în anumite privințe ca niște unde, adică ele nu au o poziție definită dar

sunt „răspândite” cu o anumită probabilitate de distribuție. Teoria mecanicii cuantice se bazează pe un tip de matematică complet nou, care reprezintă numai observații ale lumii ce pot fi descrise în termeni de particule și unde. Astfel, în mecanica cuantică există dualism între unde și particule, adică pentru unele scopuri este util să se considere particulele drept unde iar în unele cazuri este util să se considere undele drept particule.

În mecanica cuantică toate obiectele microscopice au o proprietate de undă și o proprietate de particulă dar nu sunt nici una nici alta. Aceasta dualitate undă-particulă se explica prin faptul că obiectul cuantic respectiv este perceptibil prin proprietățile deținute și nu ca un tot unitar (pentru moment nu exista nici un cuvânt pentru a desemna acest tot unitar). Dificultatea rezida în faptul că noțiunea de undă este antinomică noțiunii de particulă, percepția la nivel macroscopic face să se creadă că o particulă este un obiect "solid" iar unda este o formă de "energie", ceva în mișcare deci contrara principiului material, solid, fix. Acest sens etimologic ne face să admitem cu dificultate că un corp poate să aibă aceste două proprietăți "undă-particulă" în același timp. Astfel, această dualitate trebuie interpretată în modul următor: atâta timp cât obiectul cuantic nu este măsurat este considerat ca o probabilitate de undă, după ce a fost măsurat este considerat ca o particulă cu o valoare fixă. Aceasta dualitate «undă-particulă» rămâne o problemă de actualitate întrucât fenomenele de măsură la nivel cuantic se lovesc pe deplin de modul de percepție al realității la nivel macroscopic. Pentru a ieși din impas, au fost propuse câteva soluții precum, «Interpretarea de la Copenhaga» prin care se susține că fizica cuantică nu descrie realitatea în ea însăși ci tot ce se poate cunoaște despre realitate».

Inseparabilitatea cuantică

Odată familiarizat cu dualitatea, particulele virtuale, excluziunea și incertitudinea, majoritatea ciudățeniilor din lumea cuantică vin din zona unui fenomen cunoscut drept inseparabilitate cuantică (quantum entanglement) și din colapsul funcției de undă asociat cu acest fenomen. Atunci când două (sau mai multe) particule interacționează, funcțiile lor de undă se combină de o asemenea manieră că anumite proprietăți ale fiecăreia depind de ceea ce se petrece cu cealaltă. Dacă ulterior particulele sunt separate cu atenție și ținute izolat în locații îndepărtate, ele continuă să existe ca o pereche atâta vreme cât nu sunt deranjate, cu proprietățile uneia depinzând de ale celeilalte. Când asupra uneia dintre particule intervine un observator uman în vederea măsurării anumitor proprietăți ale sale, funcția de undă "se prăbușește" instantaneu. Fizicienii numesc acest fenomen "colapsul funcției de undă". Instantaneu, proprietățile interdependente ale celeilalte particule iau și ele valorile corespunzătoare.

30. Ce este modelul standard (al particulelor elementare)? Ce este spinul unei particule? Ce sunt quarcii? Enunțați principiul de excluziune (Pauli).

R: Modelul Standard al particulelor elementare este o teorie a trei dintre cele patru forțe fundamentale (și anume: interacțiunea electromagnetică, interacțiunea nucleară slabă și interacțiunea nucleară tare) precum și a particulelor elementare care iau parte la aceste interacțiuni. Aceste particule organizează toată materia din univers.

Utilizând dualismul undă-particulă despre care am vorbit în capitolul anterior, totul în Univers, inclusiv lumina și gravitația se poate descrie în funcție de particule. Aceste particule au o proprietate numită spin. Ceea ce ne spune spinul unei particule este cum arată aceasta privită din diferite direcții.

Astfel o particulă de spin 0 este ca un punct, ea arătând la fel din orice direcție. Pe de altă parte, o particulă de spin 1 arată diferit privită din direcții diferite, ea fiind ca o săgeată care arată la fel numai dacă se efectuează o rotație completă (360 grade). (Rotație este impropriu spus deoarece mecanica cuantică ne spune că particulele nu au o axă bine determinată.) O particulă de spin 2 este ca o săgeată dublă, care arată la fel dacă se efectuează o jumătate de rotație (180 grade). În același mod, particulele de spin mai mare arată la fel dacă se rotesc cu fracțiuni mai mici dintr-o rotație

completă. Toate acestea par destul de simple, dar este remarcabil că există particule care nu arată la fel dacă se efectuează doar o rotație completă, ci trebuie să se efectueze două rotații complete (adică 720 grade)! Particulele de acest fel au spin $1/2$.

Experimentele în care protonii se ciocneau cu alți protoni sau electroni cu viteză mare, arătau că și aceștia trebuie să fie formați din particule și mai mici numite **quarci** (quark). Există mai multe varietăți de quarci și se presupune că există cel puțin șase „arome” pe care fizicienii americani care le-au descoperit le-au numit: sus (up), jos (down), straniu (strange), fermecător (charmed), bază (bottom) și vârf (top). Un proton sau un neutron este format din trei quarci, anume protonul constă din doi quarci „sus” și un quarc „jos”, iar neutronul conține doi quarci „jos” și un quarc „sus”. Putem crea particule formate și din ceilalți quarci (straniu, fermecător, bază și vârf), dar aceste particule ar avea o masă mult mai mare și s-ar dezintegra foarte rapid în protoni și neutroni.

Toate particulele cunoscute din Univers pot fi împărțite în două grupe și anume particulele cu spin $1/2$ (sau spin mai mic) numite **fermioni**, care formează materia Universului și particulele de spin întreg 0, spin 1 și spin 2, numite **bosoni**. Fermionii nu pot ocupa mai mulți aceeași stare cuantică („ascultă” de Principiul de excludere Pauli). Spre deosebire de fermioni, bosonii pot ocupa mai mulți aceeași stare cuantică deoarece ei nu respectă principiul de excluziune al lui Pauli și ei sunt particulele purtătoare de forță. Fermionii au energia stării lor fundamentale negativă, iar bosonii au energia stării lor fundamentale pozitivă.

Hadronii sunt particule de materie formate din **quarci** ținute împreună de forța interacțiunii nucleare tari (similar modului în care atomii și moleculele sunt ținute împreună de forța electromagnetică). Hadronii se împart în două categorii și anume: **barionii** (care sunt formați din trei quarci) și **mezonii** (alcătuiți dintr-un quarc și antiquarc-ul corespunzător). Cei mai cunoscuți hadroni sunt **protonii** și **neutronii** (amândoi sunt barioni), care intră în compoziția nucleelor atomilor. Toți hadronii cu excepția protonilor sunt instabili, totuși neutronii sunt stabili atunci când se află în interiorul nucleelor atomilor. Pot exista numeroase alte tipuri de hadroni, unii au fost deja descoperiți alții continuă să fie descoperiți.

Leptonii fac parte din familia particulelor elementare, alături de quarci și bosoni. Leptonul este o particulă cu spin $1/2$ (deci un fermion). Spre deosebire de quarci asupra cărora pot acționa toate cele patru forțe fundamentale ale Universului, asupra leptonilor nu poate acționa forța nucleară tare, ci doar celelalte trei forțe fundamentale, anume forța electromagnetică, gravitația și forța nucleară slabă. Există șase arome de leptoni, formând trei generații. Prima generație sunt leptonii electronici: electronii și electronii neutrii; a doua generație sunt leptonii muonici: muonii și muonii neutrii; iar ultima generație o reprezintă leptonii tauonici: tauonii și tauonii neutrii. Fiecare lepton are antiparticula sa corespondentă, aceste particule fiind cunoscute ca antileptoni. Leptonii sunt o importantă categorie a modelului standard (al particulelor fundamentale), în mod special electronii care intră în compoziția atomilor alături de protoni și neutroni (care sunt formați din quarci). Atomi exotici, cu tauoni și muoni în loc de electroni pot fi sintetizați artificial în laborator.

Până în prezent, cea mai mică particulă de materie confirmată de experimente practice este quarkul.

Principiul de excluziune (Pauli)

Particulele materiei (fermionii) ascultă de ceea ce numim principiul de excluziune al lui Pauli, care a fost descoperit în 1925 de un fizician austriac, Wolfgang Pauli. Principiul de excluziune al lui Pauli spune că două particule similare nu pot exista în aceeași stare, adică ele nu pot avea aceeași poziție și aceeași viteză, în limitele date de principiul de incertitudine (formulat de Heisenberg).

Principiul de excluziune al lui Pauli este crucial deoarece explică de ce particulele de materie nu suferă un colaps spre o stare cu densitate foarte mare sub influența forțelor produse de particulele de spin 0, 1 și 2 (bosoni). Astfel, el spune că dacă particulele de materie au aproape aceleași poziții, ele trebuie să aibă viteze diferite, ceea ce înseamnă că ele nu vor sta multă vreme în aceeași poziție. Dacă Universul ar fi fost creat de Creator fără principiul de excluziune, quarcii nu ar forma protoni și neutroni separați, bine definiți și nici aceștia la rândul lor nu ar putea forma împreună cu electronii atomi bine definiți.

Teoria electronului elaborată la începutul secolului al XX-lea de către Paul Dirac a fost prima teorie care era în acord atât cu mecanica cuantică, cât și cu teoria specială a relativității, ea explicând matematic de ce electronul are spinul $1/2$, adică de ce nu arată la fel atunci când se efectuează o rotație completă, dar arată la fel dacă se efectuează două rotații. Ea a prezis, de asemenea, că electronul trebuie să aibă un partener, adică un antielectron sau pozitron. Acum știm că fiecare particulă elementară de materie are o antiparticulă cu care poate fi anihilată, iar în cazul particulelor purtătoare de forță, adică particulele de spin 0, 1 și 2, antiparticulele sunt la fel ca particulele însele.

31. Precizați care sunt cele patru interacțiuni fundamentale ale universului?

R: Conform mecanicii cuantice interacțiunile (forțele) dintre particulele de materie sunt purtate de particulele cu spin întreg (0, 1 sau 2). O particulă de materie de spin $1/2$, cum este un electron sau un quarc, emite o particulă purtătoare de forță care nu are masă. Reculul datorat acestei emisii, modifică viteza particulei de materie, iar apoi particula purtătoare de forță se ciocnește cu o altă particulă de materie și este absorbită. Această ciocnire modifică viteza celei de-a doua particule, exact ca și cum ar fi existat o ciocnire directă între cele două particule de materie.

O proprietate importantă a particulelor purtătoare de forță (bosoni), este că ele nu ascultă de principiul de excluziune al lui Pauli. Aceasta înseamnă că numărul particulelor care pot fi schimbate este nelimitat și astfel ele pot da naștere unei interacțiuni tari. Totuși, dacă particulele purtătoare de forță au masă mare, va fi dificilă producerea și schimbul acestora pe o distanță mare și astfel forțele pe care le poartă vor avea numai o rază scurtă de acțiune. Pe de altă parte, dacă particulele care poartă forța nu au masă proprie, atunci forțele vor fi de rază lungă. Se spune că particulele purtătoare de forță schimbate între particulele de materie sunt particule virtuale, deoarece, spre deosebire de particulele reale, ele nu pot fi detectate direct de către un detector de particule. Totuși, știm că aceste particule virtuale există deoarece au un efect măsurabil, ele dând naștere interacțiunilor dintre particulele de materie. De asemenea, savantul Stephen Hawking ne spune că particulele virtuale de spin 0, 1 sau 2, există și ca particule reale în anumite condiții, când ele pot fi detectate direct și atunci ele ne apar sub forma a ceea ce un fizician clasic ar numi unde, cum sunt undele luminoase sau undele gravitaționale. Aceste particule pot fi emise uneori, atunci când particulele de materie interacționează între ele prin schimbul de particule virtuale purtătoare de forță. Spre exemplu, forța de respingere electrică dintre doi electroni se datorează schimbului de fotoni virtuali, care însă nu pot fi niciodată detectați în mod direct, dar atunci când un electron trece pe lângă altul, pot fi emiși fotoni reali pe care îi detectăm direct sub formă de unde de lumină.

Particulele purtătoare de forță, adică bosonii, pot fi grupate în patru categorii, conform cu mărimea forței pe care o poartă și particulele cu care interacționează. Majoritatea fizicienilor, speră să găsească în cele din urmă o teorie unificată, care va explica toate cele patru interacțiuni fundamentale ale universului printr-un singur set de ecuații.

Prima forță este **interacțiunea gravitațională**. Această forță este universală, adică orice particulă de materie simte forța de gravitație, corespunzător cu masa sau energia sa. Gravitația este de departe cea mai slabă dintre cele patru categorii de forțe, ea fiind atât de slabă încât nu am observa-o deloc dacă nu ar avea două proprietăți speciale și anume că acționează întotdeauna pe distanță mare și este întotdeauna o forță de atracție. Aceasta înseamnă că forțele gravitaționale foarte slabe dintre particulele individuale din două corpuri mari, cum sunt Pământul și Soarele, se pot cumula producând o forță semnificativă. Celelalte trei forțe, sunt ori de domeniu scurt de acțiune, ori sunt uneori de atracție și alteori de respingere, astfel că ele tind să se anuleze. În modul mecanicii cuantice de a privi câmpul gravitațional, forța dintre două particule de materie este reprezentată ca fiind purtată de o particulă de spin 2, numită **graviton**. Gravitonul nu are masă proprie, astfel că forța pe care o poartă este de rază lungă. Forța gravitațională dintre Soare și Pământ este atribuită schimbului de gravitoni între particulele care formează aceste două corpuri.

Deși particulele schimbate sunt virtuale, ele produc în mod sigur un efect măsurabil: fac Pământul să se rotească pe orbită în jurul Soarelui.

Următoarea este **interacțiunea electromagnetică**, care interacționează între particulele de materie încărcate electric, cum sunt electronii și quarcii, dar nu interacționează, cu particulele neîncărcate electric. Forța electromagnetică este mult mai puternică decât forța gravitațională. Forța electromagnetică dintre doi electroni este de circa 10^{42} de ori mai puternică decât forța gravitațională. Totuși, există două feluri de sarcini electrice, pozitive și negative, iar forța dintre două sarcini electrice de același fel, pozitive sau negative, este o forță de respingere, dar forța între o sarcină pozitivă și una negativă, este de atracție. Un corp mare, cum este planeta Pământ sau Soarele, conține sarcini pozitive și negative aproape în aceleași proporții și astfel forțele de atracție și de respingere dintre particulele individuale aproape că se anulează reciproc, deci forța electromagnetică existentă este foarte mică. Însă la scara mică a atomilor și moleculelor, forțele electromagnetice sunt dominante. Atracția electromagnetică dintre electronii încărcăți negativ și protonii din nucleu încărcăți pozitiv, determină mișcarea pe orbite a electronilor în jurul nucleului atomului, la fel cum forța gravitațională (care așa cum am spus este întotdeauna de atracție), determină mișcarea Pământului pe orbită în jurul Soarelui. Atracția electromagnetică este produsă de schimbul unui număr mare de particule virtuale, fără masă, cu spin 1, numite **fotoni**. Reținem că fotonii sunt particule virtuale, însă atunci când un electron trece de pe o orbită permisă pe o altă orbită permisă mai aproape de nucleu, se eliberează energie și este emis astfel un foton real, care poate fi observat fie de ochiul uman ca lumină vizibilă dacă are lungimea de undă corespunzătoare în spectrul vizibil, fie de un detector de fotoni, cum este filmul fotografic, dacă lungimea de undă a fotonului nu este în spectrul vizibil. În același mod, dacă un foton real se ciocnește cu un atom, el poate deplasa un electron de pe o orbită apropiată de nucleu pe o orbită mai îndepărtată de nucleul atomului, electronul utilizând energia fotonului, care este astfel absorbit.

A treia este **interacțiune nucleară slabă**, care este responsabilă pentru radioactivitate și care acționează asupra particulelor de materie (fermionii), cum sunt electronii și quarcii, dar nu acționează asupra particulelor purtătoare de forță (bosonii cu spin 0, 1 sau 2), cum sunt fotonii și gravitonii. La transformarea neutronilor în protoni rezultă și radiații beta. Aceasta transformare se face concomitent cu o emisiune de electroni (pentru că sarcina electrică să rămână constantă). Un neutron liber este radioactiv (cu o perioadă de aproximativ 13 minute). Din această cauză nu există neutroni liberi în natură. În interiorul nucleului, prezența protonilor frânează și în general împiedică aceasta transformare. Acest fenomen nu poate fi explicat decât cu ajutorul mecanicii cuantice, el datorându-se existenței (forței) interacțiunii nucleare slabe. Interacțiunea nucleară slabă nu a fost bine înțeleasă până în 1967, când Abdus Salam și Steve Weinberg au propus o teorie care unifică interacțiunea nucleară slabă cu forța electromagnetică, la fel cum Maxwell a unificat electricitatea și magnetismul cu o sută de ani înainte. Ei afirmău că în afară de fotoni mai există alte trei particule cu spin 1, niște vectori masivi, care purtau interacțiunea slabă. Aceștia au fost numiți **W^+ (W plus), W^- (W minus) și Z^0 (Z zero)** și fiecare dintre ei are o masă de aproximativ 100 GeV (giga electron-volți adică un miliard de electron-volți). Teoria Weinberg-Salam prezintă o proprietate numită distrugerea spontană a simetriei. Aceasta înseamnă că la energii joase, ceea ce pare a fi mai multe particule complet diferite, deoarece se afla în stări diferite, sunt de fapt același tip de particule. La energii mari însă, toate aceste particule se comportă în același mod. La mijlocul anilor '80 la Centrul European de Cercetări Nucleare (CERN), au fost descoperiți cei trei parteneri masivi ai fotonului, care aveau masele și proprietățile prezise de teoria Weinberg-Salam, confirmându-se astfel teoria.

Cea de-a patra forță este reprezentată de **interacțiunea nucleară tare**, care ține quarcii împreună în proton și neutron și ține protonii și neutronii împreună în nucleul atomului. Această interacțiune este purtată de o altă particulă cu spin 1, numită gluon, care interacționează numai cu ea însăși și cu quarcii.

32. Precizați care sunt particulele purtătoare ale celor patru interacțiuni fundamentale?

R: Particulele purtătoare ale interacțiunilor fundamentale sunt: fotonul, gluonul, gravitonul și bosonii W^+ , W^- și Z^0 .

Fotonii sunt particulele-forță (bosoni „gauge”) asociate electromagnetismului. De fiecare dată când particulele încărcate electric interacționează, are loc și un schimb de fotoni. Fotonii nu au masă proprie, nu posedă sarcină electrică, nici sarcină "slabă" ori sarcină "culoare" - deci ar putea fi priviți ca simboluri ale ideii de "nimic". Și totuși ei sunt ceva! Fiind responsabili pentru toate interacțiunile dintre protoni și electroni, tot ceea ce observăm și facem în viața de zi cu zi, de la mișcarea unui automobil până la activitățile sportive, are la bază un schimb de fotoni. Fotonii sunt energie, conținută în câmpuri magnetice și electrice variabile în timp și spațiu. Asemenea tuturor particulelor care nu au masă de repaus, fotonii călătoresc cu viteza luminii. Nu pot încetini nicicum, pot doar fi absorbiți sau emiși. Fotonii din zona vizibilă a spectrului electromagnetic posedă exact energia necesară excitării unei singure molecule dintr-o celulă fotoreceptoare umană.

Gluonii mediază interacțiunea nucleară tare. Nu au masă proprie, nici sarcină electrică sau sarcină "slabă". Astfel că reprezentarea lor grafică este o adevărată provocare. Pentru început, trebuie spus că există opt tipuri de gluoni, fiecare dintre ele posedând o combinație specifică de sarcină "culoare". În al doilea rând, nu există gluoni liberi, aceștia existând doar sub forma unor particule virtuale care apar la interacțiunea dintre doi quarci. În al treilea rând, din moment ce gluonii posedă ei înșiși sarcină "culoare", generează la rândul lor gluoni virtuali secundari, iar aceștia generează alți gluoni, într-un proces care se repetă la nesfârșit. Astfel că avem de-a face cu un fenomen extrem de complicat și dificil de descris în detaliu. Se știe că atunci când gluonii intermediază o interacțiune între doi quarci, quarcii își inversează sarcina "culoare" și, din moment ce legile de conservare se aplică și pentru sarcina „culoare”, gluonul trebuie să aibă el însuși măcar două "culori". Apoi, știm că forța tare, care este mediată de gluoni, crește ca tărie pe măsură ce quarcii se îndepărtează unul de altul. Acest fenomen se traduce la nivelul "câmpului" asociat gluonului sub forma unui așa-zis "tub flux", ajungându-se astfel la forma de fir a gluonului.

Bosonii slabi W^+ , W^- și Z^0 , denumiți și bosoni-vector intermediari, sunt particulele-forță responsabile cu intermedierea interacțiunilor nucleare slabe. Bosonii din această categorie, W^+ , W^- , și Z^0 , sunt particule foarte masive, fiecare dintre ele fiind de 80-90 de ori mai grele decât un proton. Fiind extrem de masivi, principiul incertitudinii impune ca acțiunea lor ca particule-forță să fie resimțită pe distanțe extrem de mici. Astfel că forța nucleară slabă acționează pe distanțe de ordinul a 1/100 din diametrul protonului. Bosonul W are rol în schimbarea "aromei" quarcilor, în timp ce bosonul Z^0 își face simțită prezența într-un tip mai puțin înțeles de interacțiune cunoscută sub numele de "curenți neutri".

Gravitonii sunt particule ipotetice, particulele-forță asociate gravitației. Datorită imensului succes al Modelului Standard în descrierea celorlalte trei forțe fundamentale, care se manifestă prin intermediul schimbului de bosoni, se presupune că și în cazul gravitației avem de-a face cu un boson „gauge”. Proprietățile sale au fost extrapolate astfel: este o particulă fără masă, stabilă, de spin doi și care călătorește cu viteza luminii. Gravitonii nu sunt constrânși în interiorul celor patru dimensiuni spațio-temporale pe care noi, oamenii, le experimentăm.

33. Precizați ce este "bosonul Higgs" (numit metaforic „Particula lui Dumnezeu")?

Multe experimente de la acceleratoare de particule caută să investigheze mecanismul care dă masă materiei. Atât cercetătorii de la CERN (Geneva, Elveția), cât și cei de la Fermilab (lângă Chicago, SUA), speră să descopere ceea ce ei numesc "bosonul Higgs" (numită metaforic „Particula lui Dumnezeu”). Aceștia numesc "Higgs" particula sau particulele care oferă masă celorlalte particule.

Ipoteza că o particulă dă masă altor particule este un pic contra-intuitivă. Nu este masa o caracteristică intrinsecă materiei? Dacă nu este, atunci cum poate o particulă să ofere masă altor particule doar plutind pe lângă ele și apoi ciocnindu-se cu ele?

Putem descrie foarte bine această situație printr-o analogie foarte cunoscută. Să ne imaginăm că suntem la o petrecere, iar mulțimea foarte numeroasă, este răspândită uniform în cameră, discutând. Atunci când la petrecere sosește o persoană foarte celebră, oamenii de lângă ușă se adună în jurul ei. Pe măsură ce ea parcurge încăperea, ea atrage spre ea persoanele cele mai apropiate. În același timp, cele lăsate în urmă se întorc la discuțiile lor. Având mereu persoane în jurul ei, ea are un impuls, o indicație a masei. Acum este mai greu ca persoana să fie încetinită decât ar fi fost dacă nu ar fi avut mulțimea în jurul ei. Pe de altă parte, odată ce se oprește, este mai greu să pus iarăși în mișcare.

Același lucru se întâmplă chiar și atunci când nu o celebritate, ci un zvon traversează încăperea. Când cei prezenți în sală se adună în jurul zvonului, se creează același tip de aglomerare. În această analogie, aceste grupuri de oameni reprezintă particulele Higgs.

34. Definiți materia din punctul de vedere al fizicii?

R: *Materia este caracterizată prin două mărimi fundamentale: masa și energia. Masa este măsura inerției și a gravitației, iar energia este măsura scalară a mișcării materiei. Astfel, energia și masa nu sunt două lucruri total diferite (precum focul și apa spre exemplu), ci sunt două forme de manifestare (prezentare) ale aceluiași lucru, respectiv materia, așa cum spre exemplu, aburul și gheața sunt stări de agregare (moduri de prezentare) ale aceleiași substanțe, respectiv apa. Materia este compusă din particule divizibile, atomi care se grupează formând molecule. Atomii la rândul lor sunt alcătuiți din protoni, neutroni și electroni numite și particule elementare care sunt frecvent numite (particule de) materie. Cele mai cunoscute exemple de stări de agregare sunt: solidă, lichidă, gazoasă, plasmă (gaz ionizat cu o hidrodinamică magnetică).*

Cantitate imensă de energie eliberată prin explozia Big Bang, ce a determinat și apariția spațiu-timpului, a dus la formarea într-o stare foarte densă în cantități mari a particulelor elementare, (protoni și neutroni) în așa numită eră Hadron (interval de timp între 10^{-32} și 10^{-4} dintr-o secundă). În era Lepton care a atins perioada de o secundă după explozia Big Bang s-au format electronii, până la formarea acestora materia și antimateria s-au anihilat reciproc. În următoarea eră a radiațiilor se formează hidrogen, deuteriu și tritium.

La aproximativ un milion de ani după explozia inițială începe era de azi era materiei, din norii de hidrogen formându-se galaxii, stele etc. În stele, prin fuzionarea atomilor de hidrogen se formează heliu precum și elemente chimice până la carbon și fier. În supernove s-au format elementele chimice grele ca aur, plumb, uraniu etc.

Conform teoriilor actuale¹ materia universului este format din:

- a) energie întunecată: aproximativ 72 %
- b) materie întunecată: aproximativ 23 %
- b) atomi: aproximativ 4,6 % - aceștia constituie lumea materială obișnuită pe care o percepem direct, inclusiv stelele, planetele, galaxiile etc.
- c) neutrini: aproximativ 0,1 %;
- d) radiația de fond: echivalează cu aproximativ 0,01 % din materia universului.

Oamenii de știință consideră că materia întunecată trebuie să fie constituită dintr-un tip de paricule numite „neutralino”.

35. Precizați ce este neutrinul?

¹ Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP)
<http://map.gsfc.nasa.gov/>

Neutrino (sau Neutrino) este o particulă elementară neutră cu spinul $1/2$, extrem de ușoară, totuși cu masa mai mare ca 0, ce participă doar în procesele intermediare de interacțiuni slabe și gravitaționale. Neutrino este un lepton. Simbolul său este litera greacă ν (niu).

Sunt cunoscute trei tipuri de neutrini: electronic, miuonic (numit și neutrino μ) și tauonic (numit și neutrino τ). Fiecare neutrino, la interacțiunea cu alte particule, se poate transforma numai în leptonul asociat.

Neutrino sunt la fel de răspândiți în Univers ca și fotonii și sunt creați în: dezintegrarea beta, captura electronilor și cea a miuonilor, dezintegrarea particulelor elementare. Totuși, proprietatea specifică a neutrino este interacțiunea sa deosebit de slabă cu materia: este cea mai slabă interacțiune din toate interacțiunile cunoscute ale fizicii nucleare. De aceea, deși este foarte răspândit, detectarea neutrino este extrem de dificilă, el putând să străbată prin toate corpurile „normale” (cum ar fi o macromoleculă, un obiect metalic, corpul omenesc, soarele, norii cosmici intergalactici), dar fără a interacționa cu acestea și fără a întâmpina vreo piedică.

Proprietatea aceasta a făcut ca în ultimii ani particulele neutrino să câștige enorm în importanță pentru astronomie și astrofizică, devenind posibilă detectarea exactă a sursei lor cosmice (spre exemplu miezul soarelui, regiunea din spatele unor nori cosmici opaci pentru lumină etc.).

36. Precizați ce este materia întunecată?

R: Materia întunecată un tip materie a cărei existență a fost stabilită doar teoretic, datorită efectelor gravitaționale. Proporția de materie întunecată din univers este foarte mare: circa 23 % din totalul materiei sale. Existența ei încă nu a putut fi dovedită pe cale experimentală deoarece ea nu emite radiații.

Oamenii de știință consideră că materia întunecată trebuie să fie constituită dintr-un tip de particule numite „neutralino”.

Neutralino

Fizicienii din întreaga lume lucrează la experimente ce caută particule de materie întunecată, în laboratoare și cu ajutorul sateliților. Particulele „neutralino” pot să ia naștere în urma ciocnirilor de înaltă energie, la acceleratorul Large Hadron Collider (LHC) în Europa sau la acceleratorul Tevatron din Statele Unite.

Teoriile supersimetriei prezic faptul că particulele „neutralino” sunt în strânsă legătură cu binecunoscuții purtători ai interacțiunii electrolabe – fotonii și bosonii W și Z, precum și cu bosonii Higgs. Dacă LHC va produce într-adevăr particule „neutralino” și cum ar arăta urmele experimentale ale acestora, depinde de modul în care „neutralino” interacționează cu materia obișnuită.

În cazul în care, în urma experimentelor de la LHC, se vor descoperi particule „neutralino”, unul dintre principalele obiective va fi acela de a se măsura relația dintre acestea și purtătorii de forță electrolabă. Acest lucru va permite teoreticienilor să determine cantitatea de materie întunecată produsă în timpul Big Bang-ului și modul în care este legată de materia neagră observată în întregul Univers în zilele noastre.

37. Precizați ce este energia întunecată?

R: În cosmologie, energia întunecată este teoretic o formă de materie, prezentă în tot universul, care generează o interacțiune (forță) ce se comportă ca o gravitație negativă (repulsivă), fiind cauza expansiunii accelerate a universului. Scopul cercetărilor astrofizice actuale în domeniu este măsurarea precisă a vitezei de expansiune a universului, pentru a determina modul în care această expansiune variază în timp. Astfel, conform ultimelor calcule (2008) universul ar fi constituit în proporție de 72 % din această formă de materie.

38. Precizați care sunt cele 3 stadii finale corespunzătoare sfârșitului ciclului de viață al unei stele?

R: Principiul de excluziune, descoperit de fizicianul austriac Wolfgang Pauli, spune ca particulele de materie nu pot ocupa simultan aceeași poziție în spațiu-timp. Particulele purtătoare de forță nu ascultă de principiul de excluziune.

Stadiile finale pentru o stea:

1. „pitică albă” (o stea mică, de mărime comparabilă cu Pământul; dar unde o cantitate de materie de mărimea unui ou cântărește câteva tone). Această stea se răcește, strălucirea ei scade încetul cu încetul, până se stinge. Nu mai rămâne din ea decât o "pitică neagră", prea rece ca să mai strălucească. Steaua pitica albă este ținută în echilibru de gravitație pe de o parte și de principiul de excluziune între atomii materiei pe de altă parte.

2. După explozia denumită supernovă, nu mai rămâne din stea decât miezul și în funcție de masa pe care o are acesta devine stea de neutroni (diametrul de aproximativ numai 20 de kilometri, cântărind până la 500 de milioane de tone pe centimetru cub). Pulsarii sunt stele neutronice care se învârtesc foarte repede în jurul propriilor lor axe, emițând un fascicul de unde radio sau alte radiații. Steaua neutronică este ținută în echilibru de gravitație pe de o parte și de principiul de excluziune între neutronii materiei pe de altă parte.

3. "gaură neagră". O gaură neagră este o singularitate de densitate infinită și curbura infinită a spațiu-timpului. Acest obiect are o asemenea forță de atracție (gravitație), încât "înghite" tot ceea ce trece pe lângă el, reținând chiar și propria sa lumină. Găurile negre reprezintă unul din foarte puținele cazuri din istoria științei, în care teoria a fost elaborată foarte detaliat ca model matematic, înainte de a exista vreo dovadă experimentală a corectitudinii sale. În prezent astronomii au descoperit numeroase găuri negre.

39. Explicați teologia ortodoxa cu privire la natura omului, pornind de la următoarele citate ale Sfântului Pavel:

“duhul minții voastre” (Efeseni 4,23);

“despărțitura sufletului și duhului” (Evrei 4,12);

“întreg duhul vostru și sufletul vostru și trupul vostru să se păzească” (I Tesaloniceni 5,23).

“Sunt și trupuri cerești și trupuri pământești; dar alta este slava celor cerești și alta a celor pământești. [...] Se seamănă trup firesc, înviază trup duhovnicesc. Dacă este trup firesc, este și trup duhovnicesc. Precum și este scris: "Făcutu-s-a omul cel dintâi, Adam, cu suflet viu; iar Adam cel de pe urmă cu duh dătător de viață" " (I Corinteni 15,40-45.)

R: Omul nu are doar un suflet simplu (cu activitate psihică, emoții sufletești: bucurie, tristețe, iubire, ură etc.) precum au animalele, ci a primit un suflet spiritual (cugetător, gânditor, rațional, deci cu conștiința existenței ființiale și nemuritor, cu posibilitatea unei vieți duhovnicești) direct de la Dumnezeu, fiind astfel o creatura directă a Lui.

Astfel ,doar minte face diferența între om și animale căci *“omul în cinste fiind n-a priceput; alăturatu-s-a dobitoacelor celor fără de minte și s-a asemănat lor”*. (Psalmul 48,12,21.)

Astfel, pentru om, duhul și sufletul nu sunt nicidecum două entități deosebite, ci una singură; în timp ce prin suflet se înțelege, în general, sediul emoțiilor, principiul vital (care îl au și animalele), duhul (spiritul) este partea superioară, fină, a sufletului omului, capabilă de a se pune în contact cu Sfântul Duh și de a-l deveni sălaș.

Antropologia Paulină face distincții terminologice între *psychè* = suflet, *pnēuma* = duh (partea superioară a lui *psychè*), și *nóos* (*noūs*) = minte, cugetare, inteligenta, rațiune (partea superioară a lui *pnēuma* și cea mai fină a lui *psychè*), toate în opoziție cu *sárx* = carne (ca materie) și *sōma* = trup (forma organizată a lui *sárx*).

Terminologia Paulină trebuie citită și înțeleasă astfel: "trup carnal" (*sárx*) este carnea ce alcătuiește atât trupurile oamenilor cât și cele ale animalelor, care deși este din aceeași materie, este diferită ca aspect în funcție de specie, carnea fiecărei specii (om, pești, păsări, animale) având particularitățile ei, însă nu este diferită ca structură (atomică, moleculară); "trup" (*sóma*) este forma organizată, cu formă specifică, a materiei carnale; "trup firesc" (*psychikós*) este trupul omului înzestrat cu suflet viu, dar care trăiește doar la nivelul afectelor și pasiunilor, prada labilității psihologice; iar "trup duhovnicesc" (*pneumatikós*) este trupul omului transfigurat prin înviere, asemănător cu trupul înviat al lui Iisus Hristos, liber nu numai de materia coruptibilă, ci și de labilitatea psihologică, dominat de propriul sau duh în comuniune cu Duhul Sfânt, devenit capabil să participe la slava lui Dumnezeu.

Singura caracteristică comună a celor două firi, cea dumnezeiască și cea umană, este rațiunea întrucât omul a fost făcut „după chipul” (Facerea 1,26) lui Dumnezeu, „adică gânditor și liber” (Sf. Ioan Damaschin - Dogmatica, Cartea IV-a, cap 4), și „după asemănarea” (Facerea 1,26) „adică desăvârșit în virtuți atât cât este cu putință firii omenesti” (Sf. Ioan Damaschin - Dogmatica, Cartea IV-a, cap 4), căci formă au doar cele materiale din Univers, iar Dumnezeu fiind mai presus de Univers nu are cum să aibă formă.

Astfel Sfântul Ioan Damaschin, spune: „așadar, Cuvântul lui Dumnezeu s-a unit cu trupul prin intermediul minții, care stă la mijloc între curățenia lui Dumnezeu și grosolănia trupului. Căci mintea este puterea conducătoare a sufletului și a trupului. [...] Mintea s-a făcut lăcaș Dumnezeirii unite cu ea după ipostasă, după cum și trupul” (Sf. Ioan Damaschin - Dogmatica, Cartea VI-a, cap 6.)

Sf. Ioan Damaschin, în „Dogmatica”, în Cartea II-a la cap 12, mărturisește: „Lumea spirituală este înrudită cu El, căci înrudită cu Dumnezeu este firea rațională care se poate sesiza numai cu mintea.” Astfel în om „[...] Sufletul este o substanță vie, simplă, necorporală, prin natura sa invizibilă ochilor trupești, nemuritoare, rațională, spirituală, fără de formă; se servește de un corp organic și îi dă acestuia puterea de viață, de creștere, de simțire și de naștere. Nu are un spirit deosebit de el, ci spiritul său este partea cea mai curată a lui. Căci ceea ce este ochiul în trup, aceea este spiritul în suflet. [...] Trebuie să se știe că facultățile oricărei viețuitoare se împart în facultăți sufletești, facultăți vegetative și facultăți vitale.”

Hristos Domnul spune clar că „Duhul este cel ce dă viață; trupul nu folosește la nimic” (Ioan 6,63) subliniind că măreția omului, „chipul și asemănarea” (Facerea 1,26-27) lui cu Dumnezeu este exclusiv în sufletul său. Trupul omului (ca și cel al animalelor), e făcut din pământ ca „să se întoarcă în pământ cum a fost, iar sufletul să se întoarcă la Dumnezeu, Care l-a dat” (Ecclesiaticul 12,7). Învierea morților (Marcu 12,25) va fi cu trup și suflet la a doua venire a Domnului Iisus Hristos. Tot Domnul ne avertizează „Nu vă temeți de cei ceucid trupul, iar sufletul nu pot să-l ucidă; temeți-vă mai curând de acela care poate și sufletul și trupul să le piardă în gheena.” (Matei 10,28.)

40. Precizați ce este ADN-ul și care este rolul lui?

R: ADN (acidul dezoxiribonucleic). Noțiunea de acid dezoxiribonucleic desemnează una dintre cele mai complexe molecule organice, substanță care se găsește în fiecare celulă a corpului unei ființe vii și care este esențială pentru identitatea oricărui organism. ADN-ul are rol de stocare a informației, conținând instrucțiunile pentru construirea altor componente ale celulelor: moleculele de ARN, proteine...

Segmentele ADN care poartă informația genetică sunt numite gene. Alte secvențe ADN au rol structural sau sunt implicate în reglarea folosirii acestei informații genetice.

Din punct de vedere chimic, ADN-ul este constituit din doi polimeri lungi, constituiți din unități simple numite nucleotide.

Acidul dezoxiribonucleic are o structură de dublu helix -- forma nu influențează funcția, în esență o "scară" dreaptă ar fi identică din punct de vedere funcțional, însă dublul helix economisește spațiu. "Scara" este alcătuită din două lanțuri organice elastice ce sunt conectate prin "trepte".

"Treptele" sunt de fapt doar de patru feluri, unind perechi de baze azotate, ce pot fi patru tipuri diferite de molecule organice, adenină (notată A), citozină (C), guanină (G) și timină (T); Literele (baze) din structura spiralei ADN-ului, luate câte 3, formează structuri codificate care indica ce aminoacizi trebuie combinați pentru a forma o proteină.

ADN-ul se găsește practic în orice celulă (de la organisme unicelulare cum ar fi bacteriile, protozoarele până la organismele pluricelulare (fungi, animale sau vegetale), precum și, în structura internă a unor virusuri. Structura ADN-ului este unică nu numai pentru o specie anume ci și pentru orice individ al oricărei specii animale sau vegetale.

Întrucât trupul tuturor viețuitoarelor, inclusiv al omului, este făcut din pământ (materie, molecule, atomi) având același principiu de viață biologică, toate viețuitoarele ar trebui să fie dotate cu structuri similare care să execute procesele de bază ale vieții. Și într-adevăr sunt astfel dotate. La nivel celular și mai jos, la nivelul moleculelor care susțin și execută procesele elementare ale vieții biologice, toate formele de viață de pe Terra prezintă aceleași molecule care permit funcționarea organismelor vii. Indiferent de specie, polinucleotidele (precum ADN-ul și ARN-ul), polipeptidele (precum proteinele) și polizaharidele (precum amidonul și glucoza) sunt identice. ADN-ul, ARN-ul și proteinele au toate aceleași formule chimice în ciuda faptului că există sute de aranjări posibile ale elementelor structurale (proprietatea numită chiralitate). Toate formele de viață folosesc aceleași patru molecule (adenină, citozină, timină, guanină) în cadrul structurii ADN-ului, deși puteau fi utilizate mai bine de o sută. Toate formele de viață se reproduc prin duplicarea moleculei ADN. Noțiunea de acid dezoxiribonucleic (ADN) desemnează una dintre cele mai complexe molecule organice, substanță care se găsește în fiecare celulă a corpului unei ființe vii și care este esențială pentru identitatea oricărui organism. Are rol de stocare a informației, conținând instrucțiunile pentru construirea altor componente ale celulelor: moleculele de ARN, proteine etc. Segmentele ADN care poartă informația genetică sunt numite gene. Proteinele prezente în cadrul tuturor formelor de viață de pe Terra conțin aceiași 20 de aminoacizi în cadrul structurii proprii, deși există în jur de 400 care ar fi putut fi folosiți.

41. Argumentați de ce numărul speciilor (vietățile biologice vegetale și animale) nu este constant și nici limitat la cel al "zilelor creației", însă omul este cununa creației?

R: Viața biologică apare din pământ (materie) la porunca lui Dumnezeu (Facera 1,11-31) în timpul „zilelor” creației, însă având în vedere că Dumnezeu (Cel ce a făcut timpul) este atemporal și Cuvântul Său este atemporal, această poruncă este atemporală deci nu se limitează doar la perioada de timp a „zilelor” creației. Aceasta înseamnă că speciile de vietăți vegetale și animale apar și dispar în timp, iar numărul speciilor nu este limitat doar la cel din perioada „zilelor” creației și nici nu este constant. Toate sunt conform planului lui Dumnezeu.

Astfel, atâta timp cât va exista, pământul (planeta Pământ) ascultă de porunca lui Dumnezeu și nu susține doar viața biologică cu un număr limitat de specii, ci dă (creează condițiile pentru apariția unor) specii noi, după legea (vieții biologice) pusă de Dumnezeu în natură (căci materia nu are viață în sine și nu poate crea viață de la sine).

Omul este cununa creației și centrul ei datorită modului de existență (ființare) ce implică capacităților sale cognitive ontologice, astfel universul este antropocentric, mai exact Hristocentric (și nu geocentric sau heliocentric. Universul nu are centru spațio-temporal). Omul nu are doar viață biologică și psihologică asemenea vietăților animale (în funcție de complexitatea speciei evident, căci nu toate animalele au emoții sufletești: bucurie, tristețe, depresie etc.), ci este singura ființă (specie) de pe Pământ care are și viața duhovnicească prin sufletul său spiritual și nemuritor, întru Duhul Sfânt. Prin Sfintele Taine ale Bisericii, omul dobândește Duhul Sfânt care se sălășluiește în duhul (mintea, spiritul sufletului) omului.

BIBLIOGRAFIE

IZVOARE SCRIPTURISTICE:

*** *Biblia sau Sfânta Scriptură*. București: IBMBOR, 1997.

*** *Sfânta Scriptură, Ediție Jubiliară a Sfântului Sinod*. București: IBMBOR, 2001

*** *The Eastern - Greek Orthodox Bible: New Testament*. [USA]: Laurent Cleenewerck, 2011.

SCRIERI PATRISTICE:

*** *Filocalia sfintelor nevoițe ale desăvârșirii vol. I-XII*, trad. Pr. Prof. Dumitru Stăniloae. București: Humanitas, 2004.

AMBROZIE AL MILANULUI, Sfântul, *Scrieri partea I - Tâlcuiri la Sfânta Scriptură*. București: IBMBOR, PSB 52, 2007.

CHIRIL AL ALEXANDRIEI, Sfântul, *Scrieri III – Despre Sfânta Treime*. București: IBMBOR, PSB 40, 1992.

CHIRIL AL ALEXANDRIEI, Sfântul, *Glafire, vol. II*. București: IBMBOR, PSB 39, 1992.

CHIRIL al Alexandriei, Sfântul, *Scrieri IV – Comentariu la Evanghelia după Ioan*. București: IBMBOR, PSB 41, 2000.

DIONISIE AREOPAGITUL, Sfântul, *Opere complete*, trad. Pr. Prof. Dumitru Stăniloae. București: Paideia, 1996.

EVAGRIE PONTICUL, *În luptă cu gândurile*. trad. diac. Ioan I. Ica jr, Sibiu: Deisis, 2006.

EVAGRIE PONTICUL, *Tratatul practic. Gnosticul*. trad. Cristian Bădiliță, București: Curtea Veche, 2009.

FILOTEI SINAITUL, *Trezia minții și cerul inimii. Integrala scrierilor*, trad. diac. Ioan I. Ica jr, Sibiu: Deisis 2009

GRIGORE DE NYSSA, Sfântul, *Despre Suflet și Înviere*, trad. Grigore Teodorescu, București: Herald, 2011.

GRIGORIE DE NYSSA, Sfântul, *Scrieri partea a II – a. Scrieri exegetice, Dogmatico-polemice și morale*. București: IBMBOR, PSB 30, 1998.

GRIGORIE PALAMA, Sfântul, *Scrieri I. Tomosuri dogmatice — Viata — Slujba*, trad. diac. Ioan I. Ica jr, Sibiu: Deisis 2009.

GRIGORIE PALAMA, Sfântul, *Scrieri II. Fecioara Maria și Petru Athonitul — prototipuri ale vieții isihaste și alte scrieri duhovnicești*, trad. diac. Ioan I. Ica jr, Sibiu: Deisis 2005.

IOAN DAMASCHIN, Sfântul, *Despre bine și rău*. trad. Walther Alexander prager, București: Herald, 2009.

IOAN DAMASCHIN, Sfântul, *Despre Sfânta Treime. Despre Cântarea Trisaghionului*. București: Sophia, 2009.

IOAN DAMASCHIN, Sfântul, *Dogmatica*, trad. Pr. Prof. Dumitru Fecioru, București: IBMBOR, 2005.

IOAN GURA DE AUR, Sfântul, *Comentariu la Iov*. Iași: Doxologia, 2012.

IOAN GURA DE AUR, Sfântul, *Omilii la Psalmi*. Iași: Doxologia, 2011.

IOAN GURA DE AUR, Sfântul, *Scrieri partea a III-a. Omilii la Matei*. București: IBMBOR, PSB 23, 2005.

ISAAC SIRUL, Sfântul, *Cuvinte către singuratici despre viața duhului, taine dumnezeiești, prorie și judecata. Partea a II-a recent descoperită*, trad. diac. Ioan I. Ica jr, Sibiu: Deisis 2007

ISAAC SIRUL, Sfântul, *Cuvinte către singuratici. Partea a III-a recent regăsită*, trad. diac. Ioan I. Ica jr, Sibiu: Deisis 2007

MAXIM MĂRTURISITORUL, Sfântul, *Ambigua*, trad. Pr. Prof. Dumitru Stăniloae. București: IBMBOR, 2006.

NICHITA SITHATH(UL), Sfântul, *Despre suflet*, trad. Pr. Ion Andrei Tarlescu, București: Andreas, 2011.

NICODIM Aghioritul, Sfântul, și Cuviosul Eftimie Zigabenu, *Psaltirea în tâlcuirile Sfinților Părinți vol. I, II*. Galați: Egumenița, 2009.

SIMEON NOUL TEOLOG, Sfântul, *Cateheze. Scrieri II*, trad. diac. Ioan I. Ica jr, Sibiu: Deisis 2003.

SIMEON NOUL TEOLOG, Sfântul, *Discursuri teologice și etice. Scrieri I*, trad. diac. Ioan I. Ica jr, Sibiu: Deisis 2001.

SIMEON NOUL TEOLOG, Sfântul, *Imne, epistole și capitole. Scrieri III*, trad. diac. Ioan I. Ica jr, Sibiu: Deisis 2001.

SIMEON NOUL TEOLOG, Sfântul, *Viata și epoca. Scrieri IV*, trad. diac. Ioan I. Ica jr, Sibiu: Deisis 2006.

TEODORET Episcopul Cirului, *Tâlcuirea celor 150 de psalmi ai Proorocului împărat David*. Neamț:

- Manastirea Petru Voda, 2003.
- VASILE CEL MARE, Sfântul, *Scrieri partea a IV-a. Scrieri dogmatice si exegetice*. București: Basilica, PSB 4 serie nouă, 2011.
- VASILE CEL MARE, Sfântul, *Scrieri partea I. Omilii la Hexaimeron, Omilii la Psalmi, Omilii și cuvântări*. București: Editura IBMBOR, PSB 17, 1986.
- VASILE DE LA POIANA MARULUI, Sfântul, *Introduceri in rugaciunea lui Iisus si isihasm*, trad. diac. Ioan si Maria-Cornelia Ica jr, Sibiu: Deisis 2009.

TEOLOGIE ȘI SPIRITUALITATE ORTODOXĂ:

- ALFEYEV Ilarion, Episcop, *Sfantul Simeon Noul Teolog si traditiia ortodoxa*, trad. Ioana Stoicescu, Maria-Magdalena Rusen. București: Sophia, 2010.
- CHIALA Sabino, *Isaac Sirianul — asceza singuratica si mila fără sfârșit*, trad. Maria-Cornelia si diac. Ioan I. Ica jr, Sibiu: Deisis 2012.
- COMAN Constantin, Pr. Prof., *Erminia Duhului*. București: Bizantină, 2002.
- CRAINIC Nichifor, *Cursurile de Mistică*. Sibiu: Deisis, 2010.
- HIEROTHEOS Vlachos, mitrop., *Psihoterapia ortodoxa - Continuare si dezbateri*. Trad. prof. Ion Diaconescu și prof. Nicolae Ionescu. București: Sophia, 2001.
- HIEROTHEOS Vlachos, mitrop., *Psihoterapia ortodoxa - Stiinta Sfintilor Parinti*. Trad. Irina Luminița Niculesacu. Timișoara: Arhiepiscopia Timisoarei, 1998.
- ICA jr Ioan I. diac., *Canonul Ortodoxiei I. Canonul apostolic al primelor secole*. Sibiu: Deisis, 2008.
- IOSIF Gheron, *Marturii din viața monahala*, trad. Pr. Prof. Constantin Coman, București: Bizantina, 2003
- LARCHET Jean-Claude, *Acesta este Trupul Meu*, trad. Marinela Bojin. București: Sophia, 2006.
- LARCHET Jean-Claude, *Creștinul în fata bolii, suferinței și morții*, trad. Marinela Bojin. București: Sophia, 2006.
- LARCHET Jean-Claude, *Inconștientul spiritual sau Adâncul neștiut al inimii*, trad. Marinela Bojin. București: Sophia, 2009.
- LARCHET Jean-Claude, *Semnificația trupului în Ortodoxie*, trad. Monahia Antonia. București: Basilica, 2010.
- LARCHET Jean-Claude, *Sfarsit crestinesc vietii noastre, fara durere, neinfruntat, in pace...*, trad. Marinela Bojin. București: Basilica, 2012.
- LARCHET Jean-Claude, *Teologia bolii*. Sibiu: Oastea Domnului, 1997.
- LARCHET Jean-Claude, *Terapeutica bolilor mintale*, trad. Marinela Bojin. București: Sophia, 2008.
- LARCHET Jean-Claude, *Terapeutica bolilor spirituale*, trad. Marinela Bojin. București: Sophia, 2001.
- LARCHET Jean-Claude, *Tradiția ortodoxa despre viața de după moarte*, trad. Marinela Bojin. București: Sophia, 2001.
- LOSSKY Vladimir, *După chipul și asemănarea lui Dumnezeu*, trad. Anca Manolache. București: Humanitas, 2006.
- LOSSKY Vladimir, *Introducere in Teologia Ortodoxă*, trad. Lidia și Remus Rus. București: Editura Sophia, 2006.
- LOSSKY Vladimir, *Teologia mistică a Bisericii de Răsărit*, trad. pr. Vasile Răducă. București: Humanitas, 2010.
- LOUTH Andrew, Pr., *Sfantul Ioan Damaschinul. Traditie si originalitate in teologia bizantina*, trad. pr. prof. Ioan Ica sr si diac. Ioan I. Ica jr, Sibiu: Deisis 2010.
- LUCA AL CRIMEEI, Sfântul, *Am iubit patimirea*, trad. Adrian si Xenia Tanasescu-Vlas, Bucuresti: Sophia, 2012.
- MATSOUKAS Nikolaos, *Introducere în gnoseologia teologică*, trad. Maricel Popa, București: Bizantină, 1997.
- MATSOUKAS Nikolaos, *Teologia Dogmatica si simbolica vol.II, Expunerea credinței Ortodoxe*, trad. Nicușor Deciu. București: Bizantină, 2006.
- MATSOUKAS Nikolaos, *Teologia Dogmatica si simbolica vol.IV, Demonologia*, trad. Pr.Prof. Constantin Coman, Pr.Cristian-Emil Chivu, București: Bizantină, 2006.

- MEYENDORFF John, *Teologia bizantină*. București: IBMBOR, 1996.
- MOORE Lazarus, *Arhimadrit, Sfântul Serafim de Sarov. O biografie spirituală*, trad. Paul Balan, București: Agapis, 2002.
- MOȘOIU Nicolae, *Taina prezentei lui Dumnezeu în viața umană. Viziunea creatoare a Părintelui Profesor Dumitru Stăniloae*. Pitești: Paralela 45, 2000.
- NELLAS Panayotis, *Hristos, Dreptatea lui Dumnezeu și îndreptarea noastră - pentru o soteriologie ortodoxă*, trad. Pr. prof. Ioan Ica sr. Sibiu: Deisis, 2012.
- NELLAS Panayotis, *Omul - animal îndumnezeit. Perspective pentru o antropologie ortodoxă*, trad. diac. Ioan I. Ica jr. Sibiu: Deisis, 2002.
- PUHALO Lazăr, IPS, *Caile Ortodoxiei Contemporane*, trad. Mihnea Gafita. Cluj-Napoca: Eikon, 2006.
- PUHALO Lazăr, IPS, *Sufletul, trupul și moartea*, trad. Fabia Anton. Cluj-Napoca: Eikon, 2005.
- PUHALO Lazăr, IPS, *Teologia vie în ortodoxie*, trad. Fabia Anton. Cluj-Napoca: Eikon, 2005.
- ROMANIDES Ioannis, *Dogmatica patristică ortodoxă. O expunere concisă*, trad. Dragos Dasca. Sibiu: Ecclesiast, 2011.
- ROMANIDES Ioannis, *Teologia Patristică*, trad. pr. dr. Gabriel Mândrilă. București: Metafrază, 2011.
- SAVIN Ioan Gh., *Mistica și ascetica ortodoxă. Mistica apuseană*. Sibiu: Arhiepiscopia Sibiului, 1996.
- SOPKO Andrew, *Pentru o cultură a iubirii jertfelnice. Teo-antropologia Arhiepiscopului Lazar Puhalo*. Cluj-Napoca: Eikon, 2004.
- SPIDLIK Tomas, *Inima și Duhul în învățătura Sfântului Teofan Zăvorâtul*, trad. Maria-Cornelia Ica jr. Sibiu: Deisis, 2011.
- SPIDLIK Tomas, Michelina Tenace, Richard Cemus, *Spiritualitatea Răsăritului creștin. III. Monahismul*, trad. diac. Ioan I. Ica jr. Sibiu: Deisis, 2000.
- SPIDLIK Tomas, *Spiritualitatea Răsăritului creștin. I. Manual sistematic*, trad. diac. Ioan I. Ica jr. Sibiu: Deisis, 1997.
- SPIDLIK Tomas, *Spiritualitatea Răsăritului creștin. II. Rugăciunea*, trad. diac. Ioan I. Ica jr. Sibiu: Deisis, 1998.
- SPIDLIK Tomas, *Spiritualitatea Răsăritului creștin. IV. Omul și destinul său în filozofia religioasă rusă*, trad. diac. Ioan I. Ica jr. Sibiu: Deisis, 2002.
- STĂNILOAE Dumitru, Pr.Prof., *Ascetica și mistica Bisericii Ortodoxe*. București: IBMBOR, 2002.
- STĂNILOAE Dumitru, Pr.Prof., *Rugăciunea lui Iisus și experiența Duhului Sfânt*. Sibiu: Deisis, 2003.
- STĂNILOAE Dumitru, Pr.Prof., *Sfânta Treime sau La început a fost iubirea*. București: IBMBOR, 2012.
- STĂNILOAE Dumitru, Pr.Prof., *Spiritualitate și comuniune în Liturgia Ortodoxă*. București: Editura IBMBOR, 2008.
- STĂNILOAE Dumitru, Pr.Prof., *Teologia Dogmatică Ortodoxă vol. I, II și III*. București: IBMBOR, 1996.
- STĂNILOAE Dumitru, Pr.Prof., *Viața și învățătura Sfântului Grigorie Palama*. București: IBMBOR, 2006.
- USCA Ioan Sorin, Pr., Ioan Traian, prof., *Vechiul Testament în tâlcuirea Sfinților Părinți. XII. Iov*, București: Christiana, 2008.
- USCA Ioan Sorin, Pr., Ioan Traian, prof., *Vechiul Testament în tâlcuirea Sfinților Părinți. XIII. Psalmii*, București: Christiana, 2009.
- USCA Ioan Sorin, Pr., *Vechiul Testament în tâlcuirea Sfinților Părinți. I. Facerea*, București: Christiana, 2008.
- YANNARAS Christos, *Abecedar al credinței – Introducere în teologia ortodoxă*. București: Bizantina, 2007)
- ZIZIOULAS Ioannis, IPS, *Creația ca Euharistie*. București: Basilica, 2009.
- ZIZIOULAS Ioannis, IPS, *Ființa eclesială*. București: Bizantină, 2007.

FILOZOFIE:

- DESCARTES Rene, *Texte fundamentale*. București: Antet, 2003.
- EPICTET, MARCUS AURELIUS, *Stoicii: Manualul, Cugetări și dialoguri; Meditații către mine însumi*, trad. Mariana Ilie, Al. Diaconovici. București: Antet, 2012.
- HICK John, *Filozofia religiei*, București: Herald, 2010.
- HUSSERL Edmund, *Criza științelor europene și fenomenologia transecundentală*, trad. Cristian Ferencz-

- Flatz. București: Humanitas, 2010.
- HUSSERL Edmund, *Filozofia ca știința riguroasă*, trad. Alexandru Boboc. București: Paideia, 1994.
- LECOURT Dominique, *Dicționar de istoria și filozofia științelor*, trad. (coord) Laurențiu Zoicas, București: Polirom, 2009.
- MATSOUKAS Nikolaos, *Istoria filozofiei bizantine*, trad. Pr.Prof. Constantin Coman, Nicușor Deciu, București: Bizantină, 2011.
- MORESCHINI Claudio, *Istoria filosofiei patristice*. București: Polirom, 2009.
- NEMESIUS DIN EMESSA, *Despre natura omului*, trad. Walter Alexander Prager. București: Univers enciclopedic gold, 2012.
- PHILON din Alexandria, *Comentariu Alegoric al Legilor Sfinte după Lucrarea de Șase Zile*, trad. Zenaida Anamaira Luca. București: Paideia, 2002.
- PHILON din Alexandria, *Viața lui Moise*, trad. Ioan Acsan. București: Hasefer, 2003.
- PLATON, *Dialoguri*, trad. Cezar Papacostea. București: Univers enciclopedic gold, 2010.
- PLATON, *Phaidon sau Despre suflet*, trad. Petru Creția. București: Humanitas, 2011.
- ȚUTEA Petre, *Om – Tratat de antropologie creștină*, Iași: Timpul, 2007.
- XENOFON, *Apologia lui Socrate*, trad. Ștefan Bezdechi. București: Antet, 2010.

ȘTIINȚĂ:

- ATKINS Peter, *Amprenta lui Galileo. Cele 10 mari idei ale științei*. București: All, 2007.
- BARROW John, *Cartea infinitului. Scurta introducere în nemărginit, etern și nesfârșit*. București: Humanitas, 2008.
- BARROW John, *Mic tratat despre nimic*. București: Tehnică, 2006.
- BARROW John, *Originea universului*, trad. Alexandru David. București: Humanitas, 2008.
- CALVIN William, *Cum gândește creierul*, trad. Oana Munteanu. București: Humanitas, 2006.
- CREȚU Traian, *Fizica – Curs Universitar*. București: Tehnică, 1996.
- DAVIES Paul, *Ultimele trei minute*. București: Humanitas, 2008.
- EINSTEIN Albert, *Cum vad eu lumea*. București: Humanitas, 2008.
- EINSTEIN Albert, *Teoria relativității pe înțelesul tuturor*. București: Humanitas, 2008.
- EINSTEIN Albert, *The Meaning of Relativity*. New Jersey: Princenton University Press, 1988.
- FEYNMAN Richard, *Despre caracterul legilor fizicii*. București: Pergament, 2006.
- FEYNMAN Richard, *QED - Strania teorie despre lumina și materie*. București: Pergament, 2006.
- FEYNMAN Richard, *Șase lecții ușoare*, trad. Mihai Gavrila, Oliviu Gherman. București: Humanitas, 2007.
- GALILEO GALILEI, *Scrisori Copernicane*, trad. Smaranda Bratu Elian. București: Humanitas, 2010.
- GREENE Brian, *The Elegant Universe*. New York: Random House, 2000.
- GREENE Brian, *The Fabric of the Cosmos*. New York: Random House, 2005.
- HART-DAVIS Adam, *The Book of Time: The Secrets of Time, How It Works and How We Measure It*, London: Mitchell Beazley, 2011.
- HAWKING Stephen, *A Brief History of Time*. New York: Bantam Books, 1988.
- HAWKING Stephen, *A Briefer History of Time*. New York: Bantam Books, 2008.
- HAWKING Stephen, *The Theory of Everything*. Phoenix: Phoenix Books, 2005.
- HAWKING Stephen, *The Universe in a Nutshell*. New York: Bantam Books, 2002.
- HAWKING Stephen, *Visul lui Einstein și alte eseuri*, trad. Gheorghe Stratan. București: Humanitas, 2005.
- HEISENBERG Werner, *Partea și întregul. Discuții în jurul fizicii atomice*, trad. Maria Titeica. București: Humanitas, 2008.
- KAKU Michio, *Einstein's Cosmos*. London: Weidenfeld & Nicolson, 2004.
- KAKU Michio, *Fizica Viitorului*, trad. Constantin Dumitru-Palcus. București: Trei, 2012.
- KAKU Michio, *Introduction to Superstrings and M-Theory*. New York: Springe, 1999.
- KAKU Michio, Jennifer Trainer Thompson, *Beyond Einstein*. Oxford: Oxford University Press, 1995.
- KAKU Michio, *Physics of the Impossible*. New York: Doubleday, 2008.

- KUHN Thomas, *Structura revoluțiilor științifice*, trad. Radu J. Bogdan. București: Humanitas, 2008.
- LIVIO Mario, *Ecuția care n-a putut fi rezolvată. Matematicienii de geniu rezolva limbajul simetriilor*, trad. Mihnea Moroianu, București: Humanitas, 2008.
- LIVIO Mario, *Este Dumnezeu matematician?*, trad. Anca Florescu-Mitchell, București: Humanitas, 2012.
- LIVIO Mario, *Secțiunea de aur. Povestea lui phi, cel mai uimitor număr*, trad. Mihnea Moroianu, București: Humanitas, 2012.
- LOCKWOOD Michael, *Labirintul timpului*, București: Tehnică, 2008.
- PENROSE Roger, *Mintea noastră... cea de toate zilele*, trad. Cornelia și Mircea Rusu, București: Tehnică, 2006.
- REES Martin, *Doar șase numere*, trad. Irinel Caprini. București: Humanitas, 2008.
- ROBINSON Andrew, *Măsura lucrurilor*, București: Art, 2008.
- SAGAN Carl, *Cosmos*. London: Abacus, 1995.
- SEIFE Charles, *Zero. Biografia unei idei periculoase*, trad. Emilia Eremia. București: Humanitas, 2008.
- SINGH Simon, *Big Bang – The Origin of the Universe*. New York: Harper Collins, 2004.
- SINGH Simon, *Marea teoremă a lui Fermat*, trad. Luiza Gervescu, Mihnea Moroianu. București: Humanitas, 2012.
- SMOLIN Lee, *Three roads to quantum gravity*. New York: Basic Books, 2002.
- STEWART Ian, *De ce frumusețea este adevărul. O istorie a simetriei*, trad. Irinel Caprini. București: Humanitas, 2010.
- STEWART Ian, *Îmblânzirea infinitului. Povestea matematicii*, trad. Narcisa Gutium. București: Humanitas, 2011.
- STEWART Ian, *Numerele naturii. Ireală realitate a imaginației matematice*, trad. Gheorghe Stratan. București: Humanitas, 2011.
- SUSSKIND Leonard, *Peisajul cosmic. Teoria corzilor și iluzia unui plan inteligent*, trad. Irinel Caprini. București: Humanitas, 2012.
- WEINBERG Steven, *Descoperirea particulelor subatomice*, trad. Irinel Caprini. București: Humanitas, 2008.
- WEINBERG Steven, *The first Three Minute.*, New York: Basic Books, 1994.
- WEINBERG Steven, *Visul unei teorii finale*, trad. Bogdan Amuzescu. București: Humanitas, 2008.

TEOLOGIE ORTODOXĂ ȘI ȘTIINȚĂ:

- FIRCA Iova, *Cosmologia biblică și teoriile științifice*. București: Anastasia, 1998.
- ICĂ Ioan, Pr., Alexandros Kalomiros, Andrei Kuraev, Doru Costache, *Sfinții Părinți despre originile și destinul cosmosului și omului*. Sibiu: Deisis, 2003.
- KALOMIROS Alexandros, Dr., *De la Facere la Apocalipsa*, București: Lumea credinței, 2005.
- LEMENI Adrian, *Repere patristice în dialogul dintre teologie și știință*. București: IBMBOR, 2007.
- LEMENI Adrian, *Teologie ortodoxă și știință*. București: IBMBOR, 2007.
- LUCA AL CRIMEEI, Sfântul, *Puterea inimii*, trad. Savga Evdochia, București: Sophia, 2010.
- NESTERUK Alexei, *Light from the East: Theology Science and the Eastern Orthodox Tradition*, Minneapolis: Fortress Press, 2003.
- NESTERUK Alexei, *Universul în comuniune*, trad. Mihai-Silviu Chirilă. București: Curtea Veche, 2009.
- PETCU Lucian-Razvan, Pr., *Cosmologia creștină și teoriile fizicii moderne*, București: Sophia, 2008.
- PUHALO Lazăr, IPS, *Dovada lucrurilor nevăzute. Ortodoxia și fizica modernă*, trad. Corina Stavinschi, Doina Ionescu. București: XXI Eonul Dogmatic, 2005.

RELIGIE ȘI ȘTIINȚĂ:

- ALEXANDER Denis, *Creation and Evolution: Do We Have to Choose?*. Oxford: Monarch, 2008.
- ALEXANDER Denis, Ronald L. Numbers, *Biology and Ideology from Descartes to Dawkins*, Chicago: University of Chicago Press, 2010.
- COLLINS Francis, *DNA and the Revolution in Personalized Medicine*, London: HarperCollins, 2010.

COLLINS Francis, *The Language of God: A Scientist Presents Evidence for Belief*. New York: Free Press, 2006.

HICK John, *Noua frontiera a religiei și științei*, trad. Alexandru Anghel. București: Herald, 2012.

McGRATH Alister, *Dawkins' God: Genes, Memes, and the Meaning of Life*. New Jersey: Wiley-Blackwell, 2004.

McGRATH Alister, *The Dawkins Delusion? Atheist fundamentalism and the denial of the divine*. London: SPCK, 2007.

McGRATH Alister, *Why God Won't Go Away: Engaging with the New Atheism*. London: SPCK, 2011.

ARTICOLE:

CIRA Călin Emilian, „Teoria evoluției și creștinismul. Sunt ele incompatibile?”, *Revista Tabor*, anul V, nr. 8, noiembrie, pg. 34-38, 2011.

STĂNILOAE Dumitru, Pr.Prof., „Cosmosul și sufletul, chipuri ale Bisericii”, *RT*, an. XXXIV nr. 3-4, p. 162-181 și nr. 7-8, 1944, p. 335-356, 1944.

STĂNILOAE Dumitru, Pr.Prof., „Dumnezeiasca Euharistie în cele trei confesiuni”, *Ortodoxia*, an. V, nr.1, pg. 46-115, 1953.

ZIZIOULAS Ioannis, IPS, „Man the priest of creation”, A. Walker & C. Carras (ed.s), *Living Orthodoxy in the Modern World*. SPCK, London, 1996.

ENCICLOPEDII/ATLASE/DICȚIONARE:

*** *Atlas de fiziologie umană*, București: Ed. Didactică și Pedagogică, 2011.

*** *Enciclopedia concisă Britanica* (Litera International, 2009)

ACADEMIA ROMÂNĂ, *Dicționarul explicativ al limbii române*. București: Univers enciclopedic, 2009.

DANITH John, *Dicționar de chimie*. Oxford, București: All, 2010.

DANITH John, *Dicționar de fizică*. Oxford, trad. Simona Preda. București: All, 2010.

Dorling Kindersley, *Animale*, București: RAO, 2007.

Dorling Kindersley, *Terra*, trad. Ioana Costache Done, Dana Ligia Ilin. București: RAO, 2007.

Dorling Kindersley, *Universul*, trad. Ana Maria Negrila. București: RAO, 2008.

MARTIN A. Elizabeth, *Dicționar de medicină*. Oxford, București: All, 2011.

MARTIN A. Elizabeth, Robert S. Hine, *Dicționar de biologie*. Oxford, București: All, 2012.

WEB:

<i>Berkley Lab:</i>	http://www.lbl.gov/
<i>Berkley: Astrophysics and Cosmology – Smoot Group.</i> <i>CMB Astrophysics Research Program.</i>	http://aether.lbl.gov/
<i>Berkley: The Berkeley Center for Cosmological Physics:</i>	http://bccp.lbl.gov/
<i>CERN (European Organization for Nuclear Research)</i>	http://public.web.cern.ch/public/
<i>Cosmology: The Study of the Universe (NASA)</i>	http://wmap.gsfc.nasa.gov/universe/
<i>Encyclopedia Britanica Online:</i>	http://www.britannica.com/
<i>EOB: The Eastern /Greek Orthodox Bible:</i>	http://www.orthodox-church.info/eob
<i>LHC (CERN): The Large Hadron Collider</i>	http://public.web.cern.ch/public/en/lhc/lhc-en.html
<i>NASA (National Aeronautics and Space Administration)</i>	http://www.nasa.gov
<i>Scientia:</i>	www.scientia.ro
<i>Stanford University - Spacetime: From the Greeks to Gravity Probe B</i>	http://einstein.stanford.edu/spacetime/spacetime-index.html
<i>Stephen Hawking web pages:</i>	www.hawking.org.uk
<i>SStephen Hawking's Universe:</i>	www.pbs.org/wnet/hawking
<i>The Christian Classics Ethereal Library – The early Church Fathers:</i>	www.ccel.org/fathers.html
<i>The Elegant Universe – Professor Brian Greene:</i>	www.pbs.org/nova/elegant

<i>The museum of science, art and human perception:</i>	http://www.exploratorium.edu/origins
<i>Towson University - General Physics</i>	http://pages.towson.edu/zverev/
<i>University of Cambridge. Cosmology.</i>	www.damtp.cam.ac.uk/user/gr/public
<i>WMAP (NASA) - Wilkinson Microwave Anisotropy Probe:</i>	http://map.gsfc.nasa.gov

VIDEO:

<i>Discovery Science – Through the wormhole with Morgan Freeman</i>	http://science.discovery.com/tv/through-the-wormhole/
<i>National Geographic – In the Womb Collection</i>	http://shop.nationalgeographic.com/ngs/category/in-the-womb-collection