

NICU GOGA

# ELEMENTE DE ASTRONOMIE

Lucrare științifică



**SITECH**

## CUPRINS

<b>REFERAT</b> .....	3
<b>CUVÂNT ÎNAINTE</b> .....	4
<b>INTRODUCERE</b> .....	5
<b>CAP.1.SFERA CEREASCĂ</b> .....	6
1.1.BOLTA CEREASCĂ.....	6
12.CONSTELAȚIILE ZODIACALE.....	8
<b>CAP.2.TIMPUL ȘI MĂSURAREA LUI</b> .....	21
2.1.TIMPUL LEGAL.....	21
2.2.CALENDARUL.....	22
<b>CAP.3.NOȚIUNINI ELEMENTARE DE MECANICĂ CEREASCĂ</b> .....	24
3.1.MIȘCAREA APARENTĂ A PLANETELOR.....	24
3.2.MIȘCAREA REALĂ A PLANETELOR.....	25
3.3.LEGEA ATRACȚIEI UNIVERSALE.....	26
3.4.PROBLEME DE MECANICĂ CEREASCĂ.....	27
<b>CAP.4.METODE ȘI INSTRUMENTE DE STUDIU ÎN ASTRONOMIE</b> .....	28
4.1.INSTRUMENTE OPTICE.....	28
4.2.RADIOASTRONOMIA.....	28
4.3.OBSERVATOARE ASTRONOMICE.....	29
<b>CAP.5.SISTEMUL SOLAR</b> .....	30
5.1.FORMAREA SISTEMULUI SOLAR.....	30
5.2.COMPOZIȚIA SISTEMULUI SOLAR.....	30
5.2.1.SOARELE.....	31
5.2.1.1.DATE FIZICE GENERALE.....	31
5.2.1.2.STRUCTURA SOARELUI.....	31
5.2.1.2.1.ATMOSFERA SOARELUI.....	31
5.2.1.2.2.INTERIORUL SOARELUI.....	32
5.3.PLANETELE.....	34
5.3.1.PLANETELE INTERIOARE.....	34
5.3.1.1.MERCUR.....	34
5.3.1.2.VENUS.....	35
5.3.2.PĂMÂNTUL.....	36
5.3.3.LUNA.....	42
5.3.4.ECLIPSELE.....	43
5.3.5.PLANETELE EXTERIOARE.....	44
5.3.5.1.MARTE.....	44
5.3.5.2.CENTURA DE ASTEROIZI.....	45
5.3.5.3.JUPITER.....	46
5.3.5.4.SATURN.....	47
5.3.5.5.URANUS.....	48
5.3.5.6.NEPTUN.....	49
5.4.HOTARELE IMPERIULUI SOLAR.....	50
<b>CAP.6.UNIVERSUL</b> .....	53
6.1.GENEZA UNIVERSULUI.....	53
6.2.STELELE.....	54
6.2.1.STELE.DATE FIZICE.....	54
6.2.2.STELE VARIABILE , NOVE ȘI SUPERNOVE.....	56
6.2.2.1.STELE PULSANTE (CEFEIDE ).....	56
6.2.2.2.STELE CU EXPLOZII.....	56
6.2.3.SISTEME STELARE.....	56

6.2.3.1. STELE DUBLE ȘI MULTIPLE.....	57
6.2.3.2. ROIURI STELARE.....	57
6.2.3.3. ASOCIAȚII DE STELE.....	58
6.2.4. MATERIA INTERSTELARĂ.....	58
6.2.5. MODELE STELARE .....	59
6.2.6. PROBLEME DE EVOLUȚIE STELARĂ.....	59
6.3. GALAXIILE.....	60
6.3.1. CALEA LACTEE-GALAXIA NOASTRĂ.....	60
6.3.1.1. STRUCTURA GALAXIEI.....	60
6.3.1.2. COMPOZIȚIA GALAXIEI.....	61
6.3.1.3. POPULAȚII STELARE.....	61
6.3.2. GALAXIILE „INSULE DE UNIVERS”.....	62
6.4. CERCETAREA SPAȚIULUI COSMIC.....	63
6.4.1. NECESITATEA CERCETĂRII SPAȚIULUI COSMIC.....	63
6.4.2. ASTRONOMIA INVIZIBILULUI.....	63
6.4.3. QUASARII ȘI PULSARII.....	64
<b>CAP.7. PROBLEMA VIEȚII ÎN UNIVERS.....</b>	<b>66</b>
<b>BIBLIOGRAFIE.....</b>	<b>68</b>

**REFERAT**  
asupra cărții  
"Elemente de astronomie"

Cartea propusă de dl profesor Nicu Goga, profesor de Fizica la Școala nr.30 „Mihai Viteazul” Craiova, reprezintă un valoros material care combină aspectele didactice cu cele monografice, de informare asupra structurii și legilor care guvernează Universul.


Lucrarea, concepută în 7 capitole, are ca principal obiectiv prezentarea unor teme fundamentale de astronomie, utile atât profesorilor și elevilor care studiază această disciplină, cât și publicului larg, doritor să afle date esențiale asupra sistemului solar. Primele capitole conțin informații generale despre bolta cerească, precum și date legate de legile mecanicii cerești, de măsurarea unor mărimi fizice fundamentale pentru astronomie, cum sunt timpul și spațiul.

Capitolul al 5-lea conține descrieri ale unor metode de măsurare și instrumente specifice Astronomiei. În capitolul al 6-lea se trece la prezentarea detaliată a sistemului solar, trecând în revistă unele teorii legate de geneza sistemului solar, cât și date obținute prin măsurători recente asupra planetelor care compun sistemul nostru solar. Ultimul capitol, cel de-al 7-lea, conține date legate de universul îndepărtat, de dincolo de limitele sistemului solar. Sunt prezentate teorii cosmologice generale, cu accent pe teoria „Big-Bang”-ului, sunt de asemenea prezentate informații despre stele și galaxii.

Abordarea din lucrarea analizată se înscrie pe linia unor preocupări similare și a unor cursuri de referință aparute în edituri de prestigiu din lume. Autorul a reușit să sintetizeze în această carte informații captivante, prezentate într-un stil deosebit de atractiv, pe o temă de mare actualitate, având în vedere apropiata lansare a „Anului Internațional al Astronomiei”.

În ansamblu, cartea „Elemente de astronomie” reprezintă un material valoros și deosebit de util, atât elevilor sau profesorilor, precum și tuturor celor interesați de clarificarea problematicei vaste implicate de cunoașterea Universului.

Ca urmare, recomand cu căldură publicarea lucrării în forma ei actuală.

  
Prof.univ.dr. Rada CONSTANTINESCU  
Universitatea din Craiova

## CUVÂNT ÎNAINTE

Fiecare dintre noi, încă din copilărie, am fost curioși să aflăm cât mai multe lucruri despre lumea care ne înconjoară. Am fost cu toții fascinați de eclipse de Soare, de apariția unei comete, de ploile de meteoriți, etc. Ne-am pus întrebări în legătură cu acestea, am căutat răspunsuri, într-un cuvânt am încercat să ne îmbogățim cunoștințele de astronomie.

**Astronomia**, alături de alte științe, ne dă posibilitatea de a cunoaște natura, manifestările ei, legile ei, ne ajută în formarea unei concepții corecte despre lume, deoarece știința și credința sunt complementare.

Prezenta lucrare vine în sprijinul celor curioși, în special al tinerilor de vârstă școlară, printr-o abordare unitară, dar elementară, a vastului domeniu al astronomiei.

Lucrarea își propune prin conținutul său să-i inițieze pe tineri, să-i familiarizeze cu conceptele de bază din astronomie, pentru a le da posibilitatea să-și dezvolte abilități și deprinderi, să-și însușească criteriile valorice necesare cercetării sau pentru a-și putea răspunde la întrebări despre **Univers**.

În acest sens în capitolul „**Sfera cerească**” lucrarea face o prezentare generală a **bolții cerești** și a **constelațiilor zodiacale**. Pentru că **timpul** este o noțiune foarte importantă pentru noi toți, în capitolul „**Timpul și măsurarea lui**” lucrarea explică necesitatea folosirii **timpului legal** și criteriile ce stau la baza elaborării unui **calendar**. Lucrarea mai prezintă și câteva **noțiuni de mecanică cerească** și **metode de studiu în astronomie**.

Un capitol relativ consistent a fost dedicat **Imperiului solar**, deoarece, în lumina ultimelor descoperiri, la **Reuniunea din 24 august 2006 a Uniunii Astronomice Internaționale** s-a adoptat o rezoluție care a propus un nou tablou al sistemului solar prin redefinirea noțiunii de planetă. Din acest motiv, Pluto nu mai este considerată cea de-a noua planetă, ea fiind inclusă în populația obiectelor cerești din **Centura Kuiper**.

Lucrarea nu se putea încheia fără a aborda câteva noțiuni de cosmologie în capitolul dedicat Universului privind geneza sa, noțiuni despre stele, materia interstelară, galaxii și **problema vieții în Univers**.

**AUTORUL**

**Craiova 2008**

## INTRODUCERE

De când au pornit în cucerirea planetei, oamenii au fost fascinați de bolta înstelată, au observat mișcările stelelor, Lunii și a planetelor învecinate. Au învățat să prevadă fazele Lunii pentru a putea măsura timpul, după cum reiese din gravurile de pe niște oase, descoperite de arheologi și datate din anul 35.000 înainte de Hristos (**i.Hr.**). Această perioadă corespunde momentului când **neanthropul**, alias **Omul de Cro Magnon**, venea să-l înlocuiască pe **Omul din Neanderthal**.

Oamenii au observat că stelele pe cer nu sunt uniform răspândite, ci sunt grupate în diferite configurații, pe care le-au numit **constelații**. Apariția și dispariția succesivă a constelațiilor le dădea indicații despre succesiunea anotimpurilor. Aceste indicații erau extrem de prețioase și utile pentru muncile și nevoile lor.

Corpurile cerești au devenit puncte de reper referitoare la timp și spațiu, iar observarea lor sistematică o necesitate.

Date sigure despre aceste observații sistematice, bazate pe documente scrise, avem din epoca marilor civilizații indo-europene, dar în special al civilizației antice grecești. Aici se pot aminti numele lui **Pitagora** (circa 560-500 î.Hr.) care denumește cerul **cosmos** și afirmă că Pământul are formă sferică. Tot în acel secol un alt învățat, **Philolaus** din Tarent, a emis ipoteza că în centrul Universului nu se află Pământul ci **Hestia** (inima), un foc central, iar în jurul acestuia se mișcă Pământul. El mai considera că cel mai apropiat corp de Hestia, situat întodeauna de partea cealaltă și astfel mereu invizibil, este **Antiterra** (antipământul).

Nu este de mirare că numele științei care studiază mișcările, structura, evoluția corpurilor cerești și a sistemelor formate de ele, este **astronomie**, cuvânt derivat din cuvintele grecești **astron**-astru și **nomos**-lege.

Cunoștințele despre Univers și aștrii care-l populează s-au acumulat și îmbogățit timp de 2.000 de ani și prin eforturile unor astronomi remarcabili ca: **Tycho Brahe**, **Nicolaus Copernicus**, **Galileo Galilei**, **Johan Kepler**, **Isaac Newton**, **William Herschell**, **Edwin Hubble** și alții până în prezent.

Pe teritoriul țării noastre astronomia a apărut, ca și în alte locuri, din cele mai vechi timpuri. O dovadă, în acest sens, este **sanctuarul-calendar** al geto-dacilor de la Grădiștea Muncelului care, chiar dacă nu este de amploarea celui de la Stonehenge, este foarte precis. „**Soarele de andezit**” de la Sarmisegetusa, cu un diametru de 7.1 m, lucrat în plăci de andezit care are în centru un disc cu un diametru de 1,5 m, poate rivaliza cu orice construcție similară ce este închinată Cultului Soarelui.

Astăzi dăm crezare anticilor pentru cultul lor pentru steaua noastră, Soarele, deoarece necesitatea monitorizării activității astrului, a devenit evidentă din momentul când s-a observat că viața terestră depinde într-o măsură mult mai mare decât ne așteptam de Soare. Totodată studiul activității Soarelui a dat naștere la meteorologia Soarelui.

Activitățile economice moderne se bazează pe radiocomunicații, iar acestea pot fi perturbate de furtunile solare.

Astronomia spațială a adus Universul mult mai aproape de noi, iar observațiile făcute cu ajutorul telescoapelor spațiale au făcut să **vedem** Universul până în momentul apariției sale.

# CAPITOLUL 1

## SFERA CEREASCĂ

### 1.1 BOLTA CEREASCĂ

Oricare ar fi locul în care ne aflăm pe Pământ, într-o noapte senină, atunci când privim bolta înstelată impresia generală pe care o avem este aceea că ne aflăm în interiorul unei calote sferice spre a cărei suprafață interioară privim. Această suprafață interioară a calotei o numim **boltă cerească** sau mai simplu **cer**. Ea „se sprijină” pe sol de-a lungul unui cerc imaginar numit **orizont** și al cărei vârf se află întotdeauna pe verticala locului de observare.

Prima impresie este aceea că numărul de stele observate este foarte mare, dar la o analiză mai atentă se pot distinge circa 3.000 de stele, deoarece imaginea cerului înstelat este o imagine aparentă datorită faptului că stelele se află la distanțe foarte mari între ele, și privite în perspectivă, ne creează impresia că se află pe aceeași calotă concavă.

Între stele nu există, în general, nicio legătură fizică, dar nouă ne apar în diverse grupări, numite **constelații**, ale căror denumiri au fost sugerate oamenilor fie de asemănările acestor grupuri cu imaginile unor obiecte sau animale terestre, fie de numele unor personaje mitologice. Interesant este faptul că denumirile constelațiilor au fost date după obiecte sau animale terestre întâlnite numai în emisfera nordică.

După o observare de câteva ore a bolții cerești se remarcă faptul că aștrii se rotesc în jurul unei axe fixe imaginare care trece prin punctul de observare, mișcarea acestora fiind denumită **mișcare diurnă aparentă**.

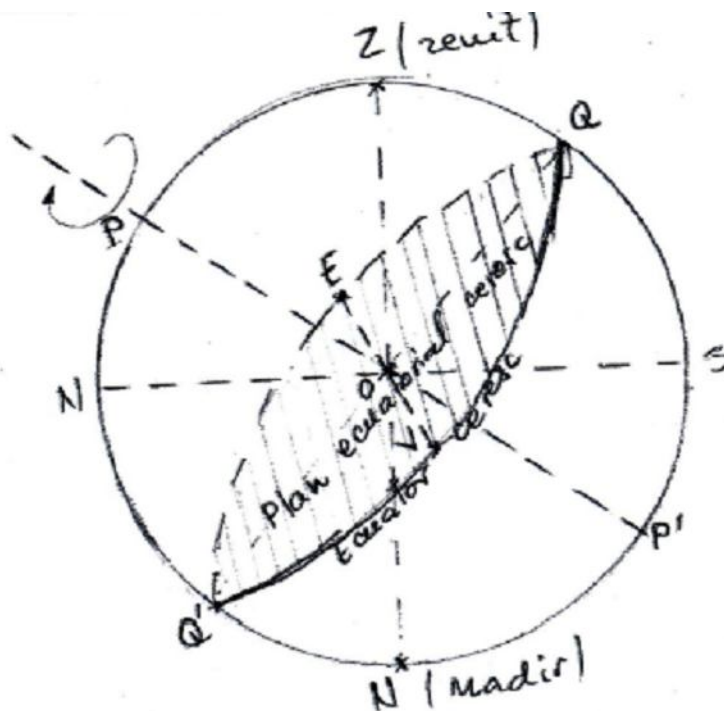


Fig.1.

Mișcarea diurnă aparentă a bolții cerești (vezi fig.1), se regăsește ca mișcare aparentă diurnă a sferei cerești geocentrice, ca fiind o mișcare de rotație a acesteia în jurul axei lumii, PP', efectuată în sensul invers al acelor de ceasornic, de la E spre V.

Planul perpendicular pe axa lumii, trecând prin centrul O al sferei cerești geocentrice se numește **plan ecuatorial ceresc**, iar cercul mare care reprezintă intersecție acestui plan cu sfera cerească se numește **ecuator ceresc**.

Cuvintele **zenit** și **nadir**, care provin din limba arabă, înseamnă **răsărit** și respectiv **apus**, dar aici au căpătat sensul de **sus** și **jos**.

Astfel, dacă observatorul bolții cerești se află în emisfera nordică a Pământului, orientat cu fața spre polul Sud geografic, va vedea stelele care răsar de la Est, urcă apoi pe cer unde ating deasupra orizontului o înălțime maximă în dreptul polului S și care apun la Vest, ceea ce înseamnă că față de observator au avut o mișcare aparentă în sensul de rotație al acelor de ceasornic. Fiecare dintre aceste stele răsare zilnic dintr-un același punct, situat la V, iar înălțimea maximă a sa deasupra orizontului, pentru fiecare loc de observare, este în fiecare zi aceeași.

Polii cerești Nord și Sud de pe bolta cerească sunt proiecții ale polilor geografici Nord și Sud definind direcția unei axe imaginare, axa lumii PP'. Pe suprafața sferei cerești se vor regăsi aceleași constelații ca și pe bolta cerească, toți aștrii de pe sfera cerească aflându-se la distanțe egale față de observatorul imaginar din centrul sferei cerești geocentrice.

Datorită rotației aparente a sferei cerești, adică mai precis a rotației Pământului în jurul axei proprii, unghiul orar al fiecărui astru crește de la  $0^\circ$  la  $360^\circ$  în timpul perioadei de rotație, de aproximativ 24 de ore. Mișcarea fiind presupusă uniformă, unghiul orar devine egal cu timpul, adică:

$$360^\circ = 24 \text{ h}$$

$$15^\circ = 1 \text{ h}$$

$$15' = 1 \text{ min}$$

$$15'' = 1 \text{ s.}$$



## 1.2 CONSTELAȚIILE ZODIACALE

Constelațiile zodiacale au fost observate și denumite încă din antichitate, care deși nu sunt, în ansamblu guvernate de legi fizice precise, fiind considerate neschimbătoare au fost luate drept reper.

Bolta cerească este împărțită în 88 de constelații, care la rândul lor pot fi împărțite în trei categorii:

**a) Constelații circumpolare**, constelații care nu apun niciodată. În țara noastră sunt vizibile numai trei: Ursa Mare (Carul Mare), Steaua Polară și Cassiopeea.

**b) Constelații care răsar și apun:** Taur, Leu, Hidra, Orion și altele.

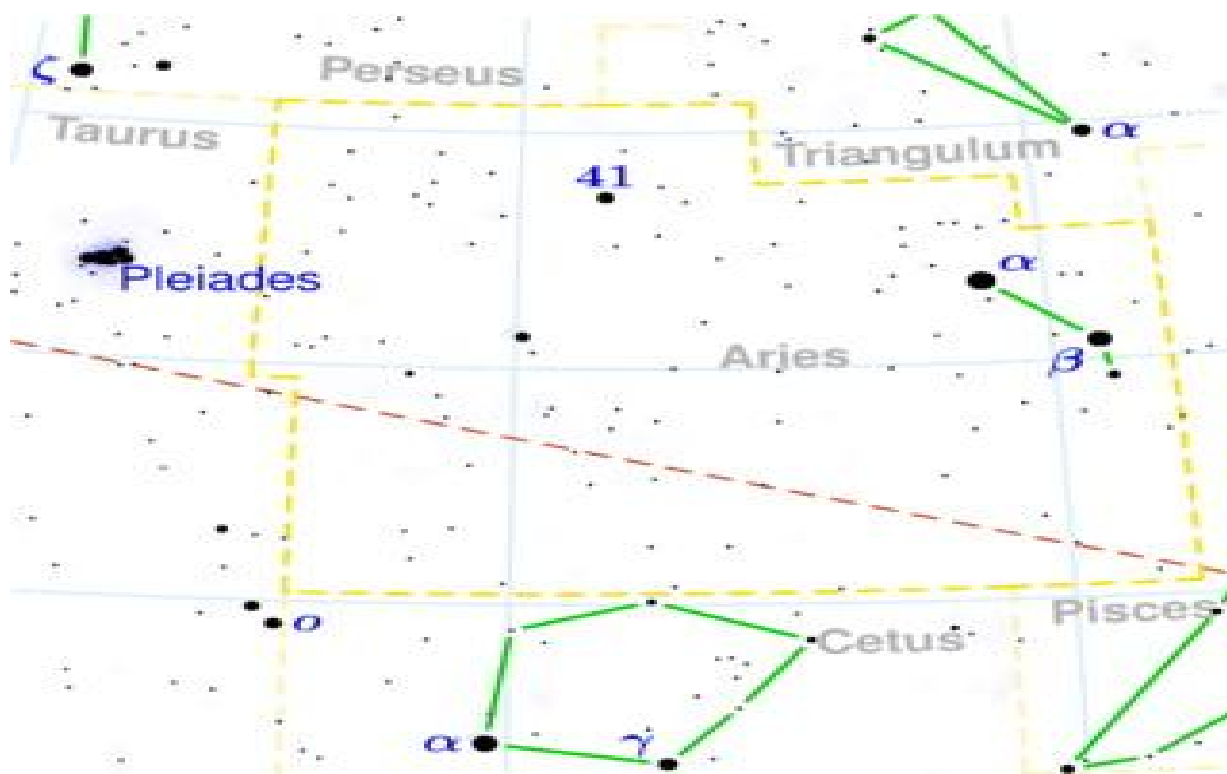
**c) Constelații care nu răsar niciodată**, adică nu sunt vizibile din România: Crucea Sudului, Musca, Octantul și altele, ele rămânând tot timpul sub orizont.

În emisfera nordică cea mai importantă stea pentru orientare este Steaua Polară ( $\alpha$  din Constelația Ursa Mică sau Carul Mic). Se poate observa destul de simplu dacă măsurăm circa cinci lungimi egale cu oiștea Carului Mare în sus observăm o constelație, asemănătoare cu cea a Carului Mare, numită Carul Mic dar așezată în ordine inversă, cu stele mai puțin strălucitoare, cea mai strălucitoare fiind chiar Steaua Polară.

Constelațiile zodiacale au fost denumite astfel, deoarece sunt în concordanță cu numărul de luni ale unui an calendaristic iar astrologii le folosesc pentru a prezice destinul unui om în funcție de așezarea astrilor și poziția Soarelui care străbate aceste constelații. Munca astrologilor a fost importantă prin faptul că urmărind în permanență cerul au făcut observații prețioase care ulterior au fost folosite de astronomi în descifrarea tainelor cerului.

Să trecem în revistă cele douăsprezece constelații zodiacale.

### 1. Constelația BERBECUL (ARIES)



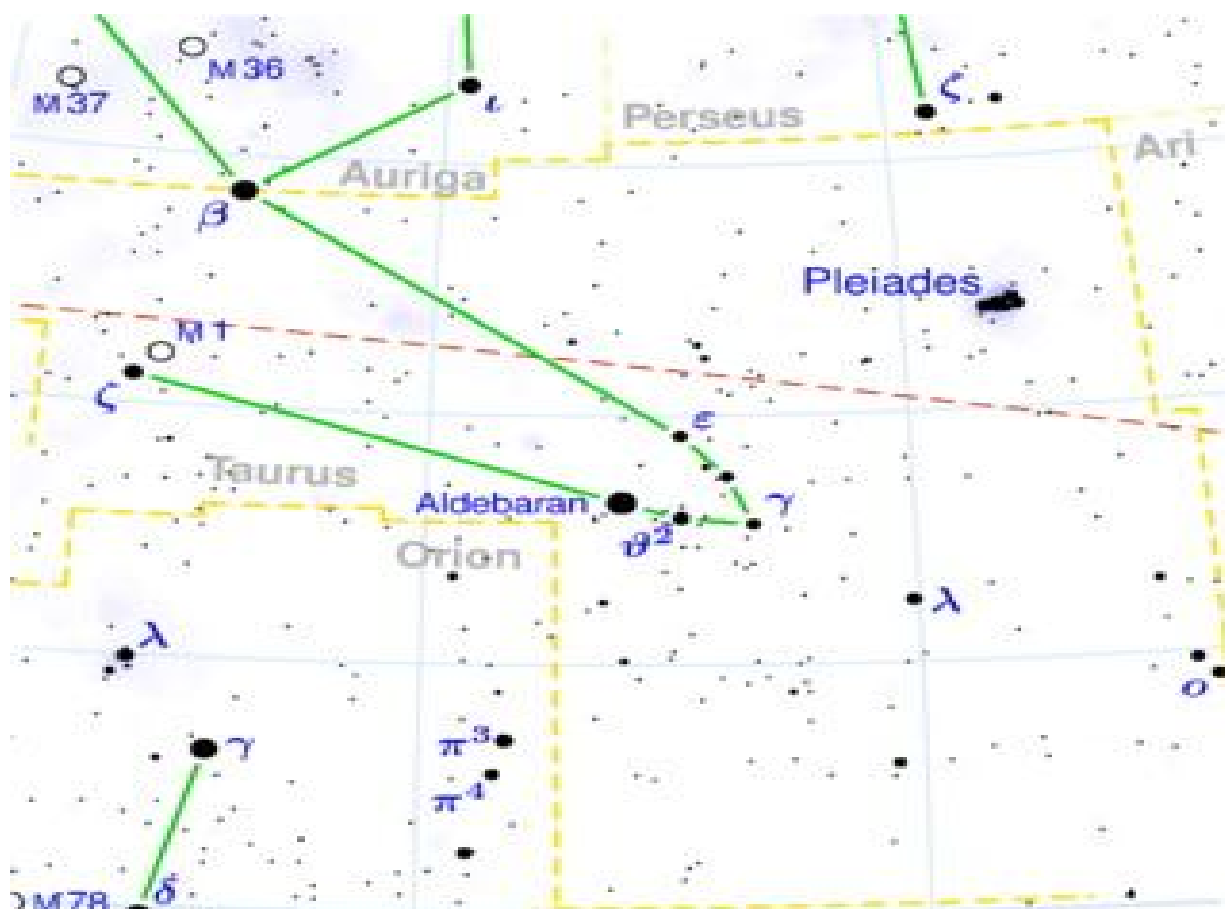
Este o constelație traversată de Soare în perioada 21 martie-20 aprilie, fiind vizibilă și din țara noastră. Este o constelație formată din stele de mărimi mici, câteva de magnitudinea a doua și una de a treia, situată în emisfera nordică.

Legenda ne spune că regele Ataman a avut o relație extraconjugală cu o nimfă (o entitate din mitologia greacă echivalentul zânelor de la noi) pe nume Nefele, în urma căreia au rezultat un băiat, Frixus și o fată, Helle. Ino, soția regelui, vrând să scape de copiii bastarzi și-a pus în gând să-i omoare. Nefele, aflând de intenția lui Ino, s-a arătat în visul copiilor, îndemnându-i să fugă cu ajutorul unui berbec cu lâna de aur pe care î-l trimisese în acest scop. Copiii au ascultat de nimfa din vis, s-au așezat pe spinarea berbecului, care și-a luat zborul cu iuțea vântului peste munți. Fetița nu s-a ținut bine de lâna berbecului, s-a dezechilibrat și a căzut în mare, iar locul în care a căzut se numește Hellespont, actuala Dardanele, strâmtoare ce se află între Peninsula Balcanică și Asia Mică.

Frixus a ajuns cu bine în Colhida și a fost primit cu bucurie de regele de acolo. Berbecul a fost jertfit lui Zeus, iar Lâna de Aur a fost atârnată într-un stejar în templul lui Ares, zeul războiului, fiind păzită de un monstru care nu dormea niciodată. Tot legenda spune că după ani de zile, Iason, în fruntea argonauților, a ajuns în Colhida și după ce a învins paznicul Lânii de Aur, a luat-o și s-a întors, împreună cu argonauții săi, înapoi în Grecia pentru a-și elibera mama.

Zei au fost impresionați de cele petrecute pe Pământ și au ridicat la cer spre nemurire: Berbecul și Lâna de Aur.

## 2. Constelația TAURUL (TAURUS)



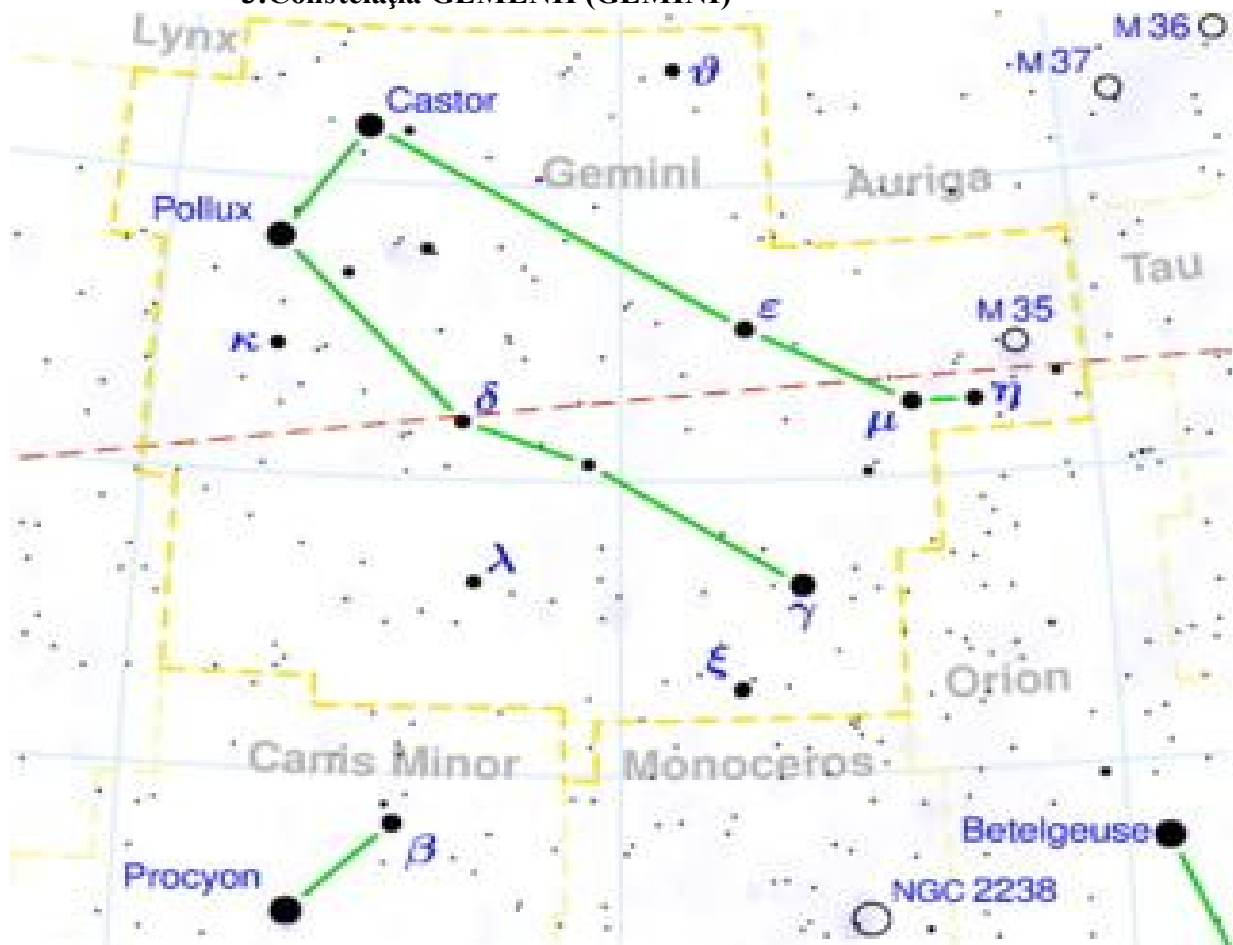
Este vizibilă în emisfera nordică, fiind traversată de Soare în perioada 21 aprilie- 20 mai, iar din țara noastră este vizibilă în timpul iernii. Cea mai strălucitoare stea este Aldebaran, din roiul de stele Hyade.

Această constelație era cunoscută încă din antichitate, iar oamenii sărbătoreau venirea primăverii odată cu intrarea Soarelui în semnul constelației. Descoperirile arheologice au scos la iveală faptul că această constelație a fost prima dintre constelații care a avut nume de animale.

Numele constelației provine tot din mitologia greacă, iar legenda spune că Zeus s-a îndrăgostit de Europa, frumoasa fiică a lui Agenor, regele Feniciei. Pentru a intra în grațiile ei și pentru a-și ascunde adevărata identitate, s-a prefăcut într-un taur alb ca zăpada și a intrat în turma regală. Într-o zi frumoasă, pe când Europa și însoțitoarele ei culegeau flori, a remarcat frumosul și blândul taur pe care l-a încălecat pentru o scurtă plimbare. Zeus atât a așteptat, a părăsit turma alergând spre mare, a sărit valuri având în spinare pe frumoasa Europa și a înotat până în insula Creta. Pe insulă el o seduce pe frumoasa prințesă și împreună au avut doi fii: Minos, care va ajunge regele Cretei și Eac, care va deveni judecător al lumii umbrelor. Când a aflat adevărata identitate a iubitului ei, Europa s-a aruncat în mare. Zeus a sărit să o salveze, dar Afrodita i-a luat-o înainte, a salvat-o ducând-o pe un tărâm necunoscut. Zeus era aproape să piară în valuri, dar a reușit să salveze numai capul și gâtul taurului, care astfel au ajuns pe cer sub forma pe care o observăm, iar tărâmul pe care a fost dusă Europa a căpătat numele ei.

Dar tot în semn de omagiu, Galileo Galilei a denumit unul dintre cei patru sateliți naturali ai lui Jupiter, descoperiți de el, tot Europa.

### 3. Constelația GEMENII (GEMINI)



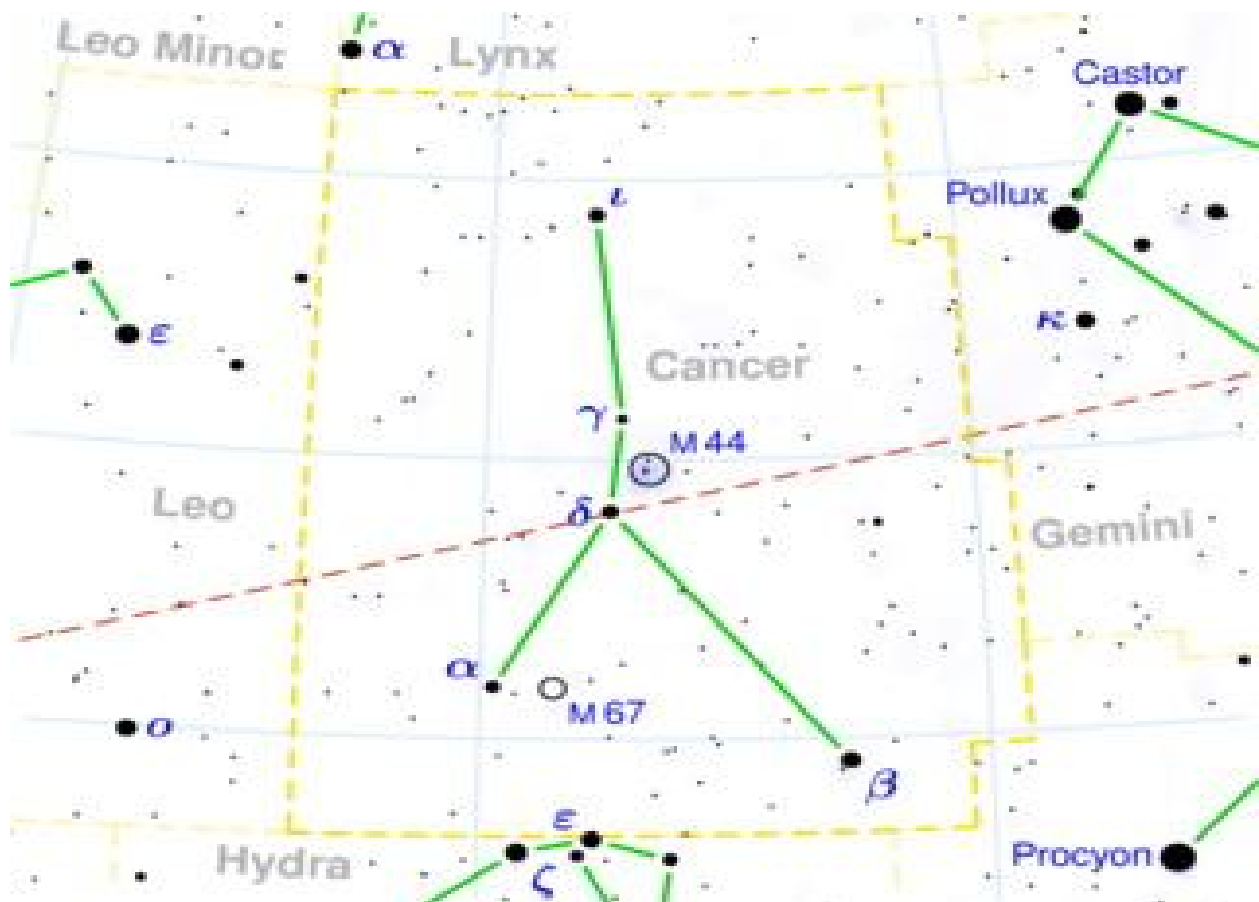
Este situată în emisfera nordică a cerului, fiind traversată de Soare în perioada 21 mai – 21 iunie și străbătută de Calea Lactee. Ea conține două stele vizibile cu ochiul liber: Castor și Pollux și peste o sută de stele vizibile cu luneta. De fapt prin lunetă se văd două stele albastre, Castor A și Castor B, aproape de ele aflându-se o stea pitică roșie, Castor C. Stelele A și B au un centru comun de gravitație, cu o rotație completă o dată la 340 de ani, pe când Castor C, mai îndepărtată, are nevoie de câteva mii de ani să înconjoare stelele A și B.

Denumirea constelației provine tot din mitologia greacă. Cei doi gemeni, Castor și Pollux, au fost fiii lui Zeus, rezultați din relația sa cu Leda, regina Spartei, frați cu Elena, prințesa cea frumoasă, din cauza căreia a izbucnit mai târziu celebrul Război Troian.

Cei doi băieți nu și-au dezmințit statutul de semizeii, dând dovadă încă din tinerețe de curaj și spirit întreprinzător, Castor fiind un excelent arcaș și călăreț, îmblânzind cai sălbatici, iar Pollux un luptător de excepție. Cei doi au făcut parte din echipajul corabiei Argos condus de Iason în expediția spre Colhida pentru obținerea Lânii de Aur. Legenda spune că în timp ce navigau pe Marea Neagră s-a deslănțuit o furtună atât de cumplită încât navigatorii și-au pierdut orice speranță de salvare, în afară de Orfeu, care cu lira-i fermecată a început să cânte și să cheme zeii în ajutor. Furtuna a încetat la fel de brusc, iar cei doi gemeni au observat pe cer în același timp două stele luminoase. Când unul dintre frați a murit, celălalt nu a mai vrut să mai trăiască. Zeus, impresionat de iubirea nețărmurită a fiilor săi, unul față de celălalt, i-a transformat în constelația Gemenii pentru a fi veșnic împreună și a străluci pe cer unul lângă celălalt.

De atunci navigatorii consideră cele două stele protectoarele lor.

#### 4. Constelația RACUL (CANCER)



Este aflată în emisfera nordică , fiind traversată de Soare în perioada 22 iunie-22 iulie. Cel mai interesant obiect cosmic din Rac, în reprezentarea asterismică de mai sus, este un roi deschis de stele M44 (Praesepe), vizibil și cu ochiul liber. Constelația se află la numai 500 de ani-lumină de Pământ, fiind vizibilă și din România.

Racul a fost cândva cea mai avansată constelație spre Nord. Din acest motiv, cea mai avansată paralelă a Pământului din emisfera nordică acolo unde Soarele, o dată pe an, în ziua solstițiului de vară, se află la zenit se numește **Tropicul Racului**.

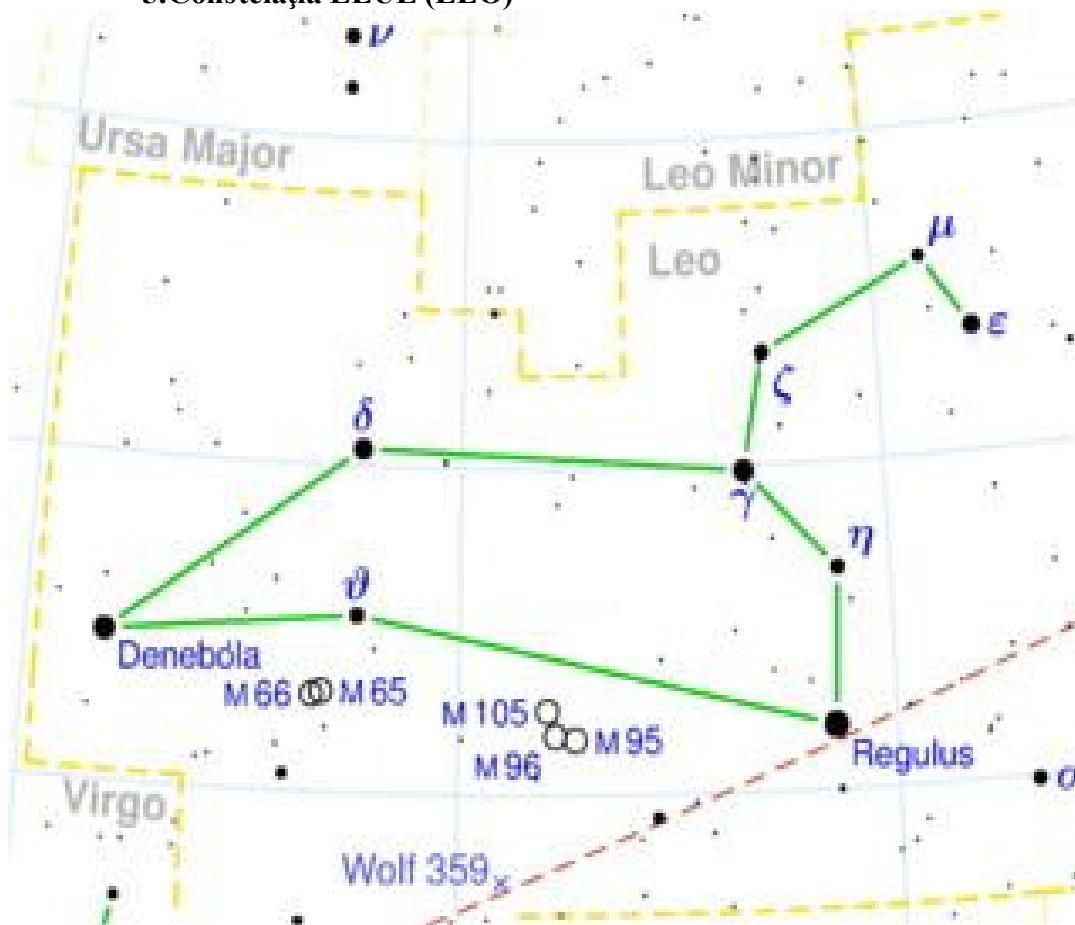
Constelația Racul a fost cunoscută și de caldeeni. În mitologia lor era numită **Poarta oamenilor**, ei considerând că pe acolo coborau sufletele pe Pământ pentru a se reîncarna în oameni.

În mitologia mayașă în momentul când Soarele se află în această constelație considerau că ia forma unei păsări de foc ce coboară pe Pământ pentru a primi jertfe, de multe ori jertfe umane.

Din mitologia greacă aflăm că Heracles a fost chemat de locuitorii orașului Lerna din Argos pentru a-i scăpa de Hidra cea cu șapte capete, care sălășuia în mlaștinile din apropierea orașului și care le pricinuia numai neajunsuri. În timpul luptei Hidra a fost ajutată de un crab uriaș cu cleștii ascuțiți care s-a agățat de picioarele lui Heracles împiedicându-l astfel să lupte eficient. Heracles a încercat să-l omoare lovindu-i capetele cu un lemn înroșit în foc, retezându-le, dar acestea creșteau la loc. Credinciosul său vizitiu, observând că singura porțiune care nu mai crește era coada, a lovit mortal crabul.

Impresionată de această izbândă a lui Heracles, Hera, soția lui Zeus a ridicat crabul la cer transformându-l în constelație.

## 5. Constelația LEUL (LEO)



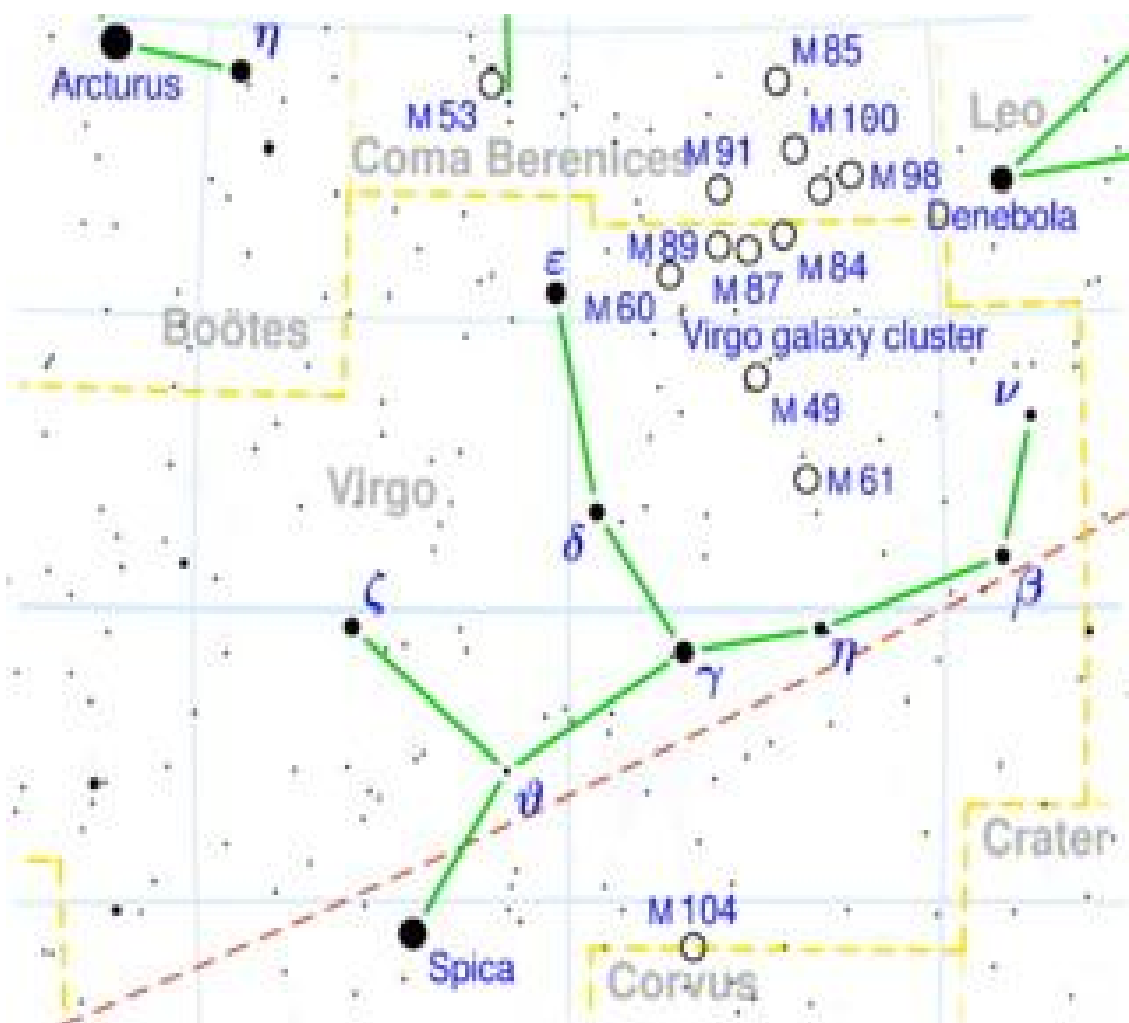
Constelația se află situată la sudul Ursei Mari fiind străbătută în perioada 23 iulie-22 august. Aștrii care alcătuiesc constelația au o formă ce sugerează poziția unui leu culcat, iar cea mai importantă și totodată strălucitoare stea este Regulus, care marca, de altfel și solstițiul de vară.

Constelația este vizibilă și din România. Leul este o constelație ce poartă numele regelui junglei în cinstea Leului din Nemea care a fost învins de Heracles.

Legenda spune că Heracles, pe când consulta Oracolul din Delphi (Grecia antică), a fost sfătuit de Pitia să intre în slujba regelui Euristeu, din Micene. Ascultând de sfatul Pitiei, el a plecat la Micene, un oraș din anticul Argos, din care au mai rămas, în zilele noastre, numai ruinele palatului regal. Ajuns aici, regele i-a încredințat sarcina de a omorî un leu uriaș care teroriza locuitorii din Nemea și care sălășuia într-o grotă din munții din apropiere. Heracles l-a găsit în grotă sa, iar legenda spune că l-a năucit cu o lovitură de măciucă și apoi l-a sugrumat. Trofeul, astfel obținut, l-a dus regelui. Acesta n-a prea fost încântat de izbânda lui Heracles și de aceea i-a mai dat și alte munci, douăsprezece în total, pe care Heracles le-a îndeplinit cu succes.

Zeii cei nemuritori au ridicat la cer leul sub forma unei constelații împreună cu Heracles și celelalte trofee: Hidra, Racul, ș.a.

## 6. Constelația FECIOAREI (VIRGO)



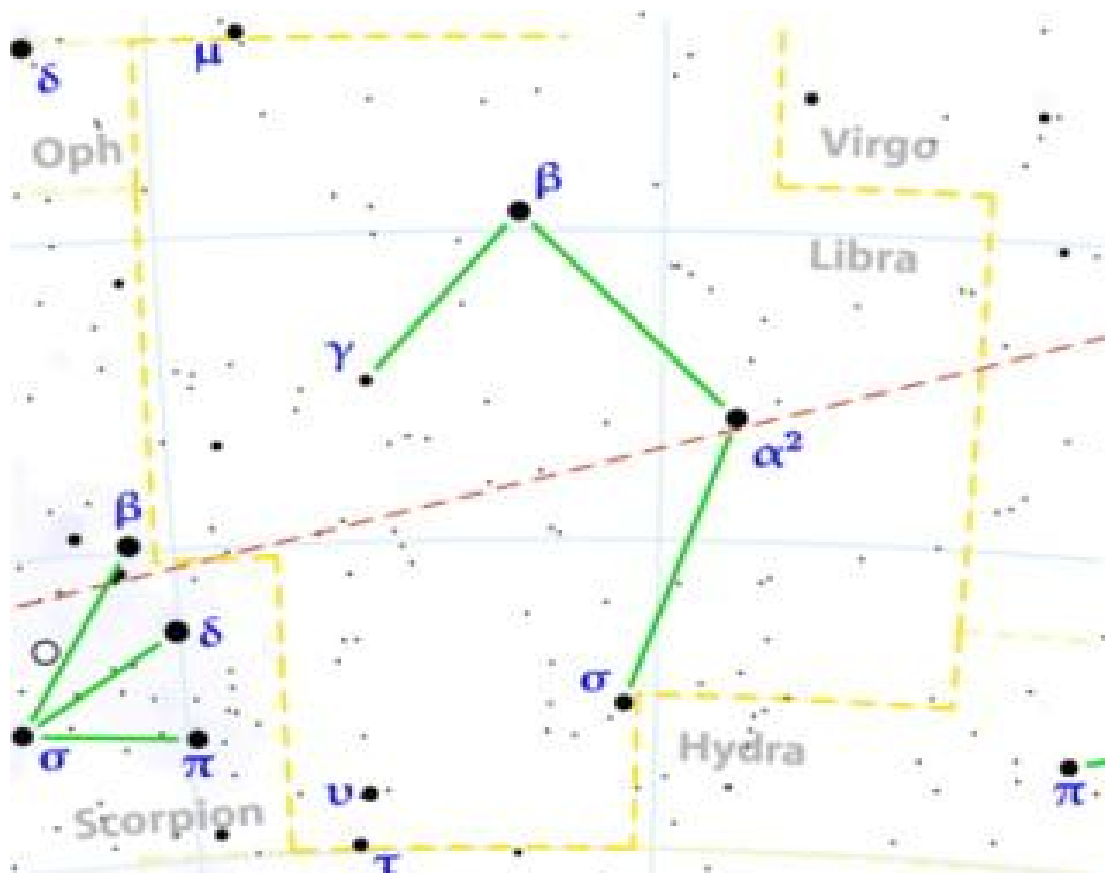
Constelația se află situată în regiunea ecuatorială a cerului, fiind străbătută de Soare în perioada 23 august-22 septembrie. Cea mai strălucitoare stea este Spica, iar constelația mai conține și un număr mare de nebuloase extragalactice. Din România constelația este vizibilă pe cerul de primăvară.

Pentru locuitorii Văii Eufratului această constelație era adulată ca fiind reprezentarea zeiței Iștar, fiică a cerului și regină a stelelor, iar pentru egipteni constelația se numea Izda, fiind reprezentarea zeiței mame a Soarelui și soția zeului adâncurilor.

Legenda ne spune că la început zeii locuiau pe Pământ cu oamenii. Oamenii în acele timpuri respectau toate legile, apreciau fidelitatea, omenia, bunătatea, curajul, cinstea, și de aceea nu știau ce sunt pedepsele. Cu timpul au devenit răi, egoiști, lacomi, au început să jefuiască, să necinstească și săucidă. În aceste condiții, Zeus a hotărât ca toți ca toți zeii să părăsească Pământul. Singura care a vrut să mai dea o șansă omenirii a fost Asteria, fiica lui Temis (zeița grecească a justiției), care încercat astfel să-i reînvețe pe oameni ordinea, dreptatea și respectul față de lege. Zeus nici nu a vrut să audă de așa ceva, dar Asteria, nedorind să se supună s-a aruncat în mare. Gestul său de fidelitate față de oameni a îmbunătățit mânia lui Zeus, care a ridicat-o la cer în constelația Fecioarei.

Din punct de vedere astronomic atunci când Soarele trece prin echinocliul de toamnă, din constelația Fecioarei în constelația Balanței se termină vara astronomică și începe toamna astronomică.

## 7. Constelația BALANȚEI (LIBRA)



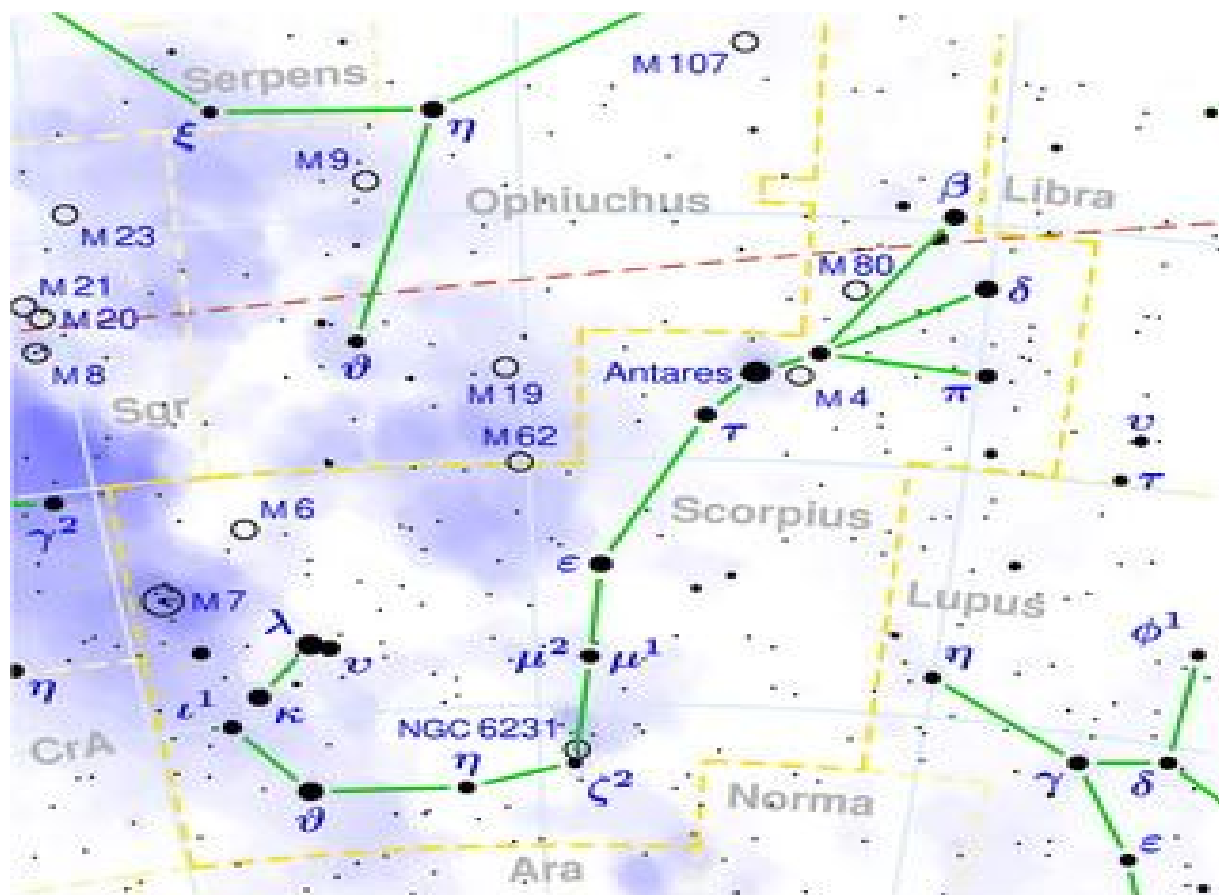
Este traversată de Soare în perioada 23 septembrie – 22 octombrie, fiind situată în emisfera australă. Nu este o constelație prea mare, fiind vizibilă și din țara noastră.

Probabil ea reprezenta simbolul comparației dintre zi și noapte și indica primilor agricultori timpul când trebuiau să semene.

Aceeași reprezentare de balanță o aveau, în afară de greci și romani, indienii, chinezii, egiptenii din vremea faraonilor care cu toții considerau balanța ca un important instrument din viața de zi cu zi.

Această constelație este mică, clară și singura care nu poartă nume de animale.

## 8. Constelația SCORPIONULUI (SCORPIUS)



Este formată dintr-un grup de stele situat între Săgetător și Balanță sugerând imaginea unui scorpion gata de atac. Soarele traversează această constelație între 23 octombrie și 21 noiembrie. Din țara noastră această constelație este vizibilă din luna mai până în luna septembrie, dar se află mereu aproape de orizont observându-se doar parțial, ea răsărind atunci când Orion apune.

Constelația conține un roi de stele fierbinți (NGC 6231) a căror vârstă este în jur de 10-12 milioane de ani, deci stele tinere.

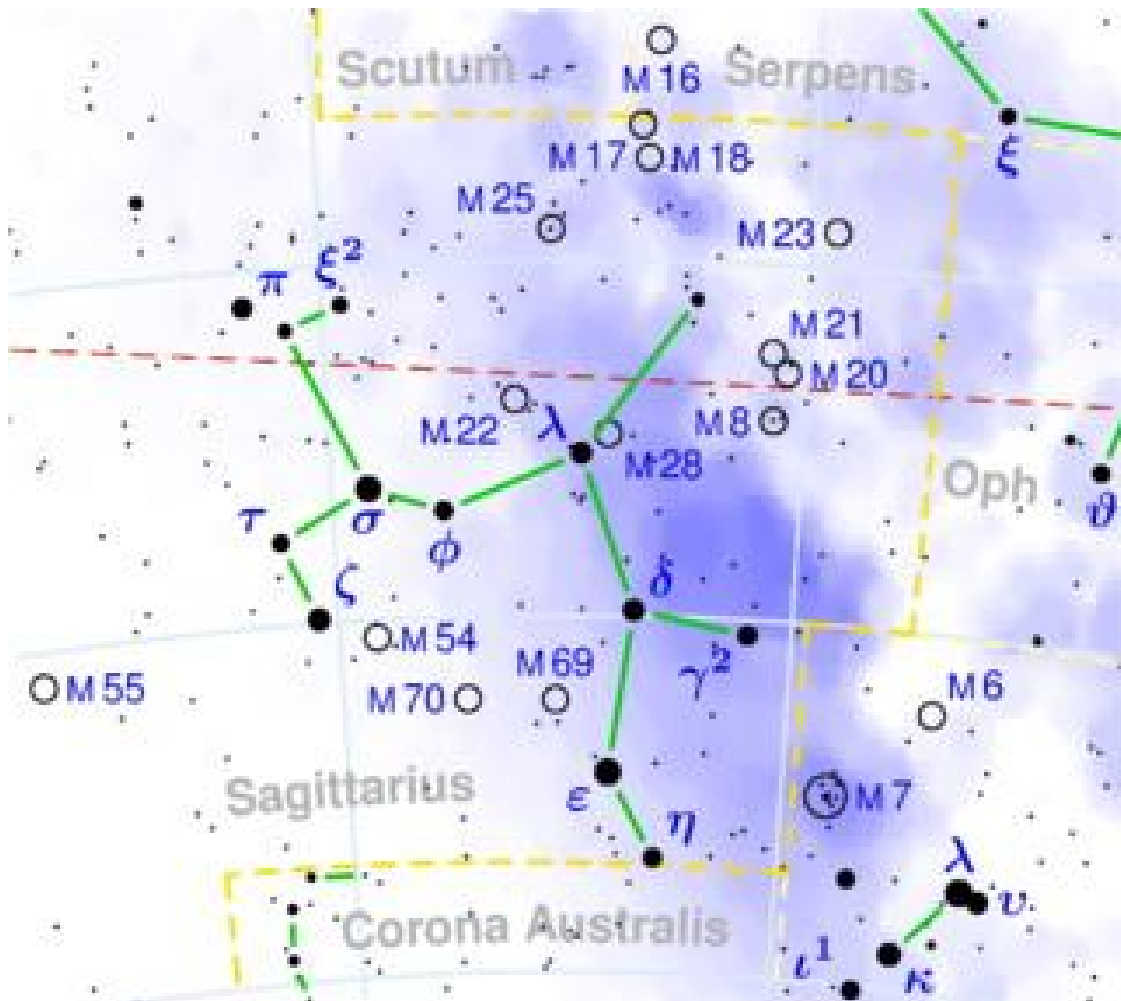
Din mitologia greacă aflăm că Artemis, zeița vânătorii, s-a speriat la un moment dat că Orion, vestitul vânător, ar putea vâna toate animalele de pe Pământ. Din acest motiv, și pentru a proteja animalele, a eliberat de sub Pământ un scorpion uriaș cu scopul de a-l ucide pe Orion cu celebra-i înțepătură. Tot din aceste legende aflăm că Faeton, fiul lui Helios (zeul Soarelui), pe când conducea carul Soarelui s-a apropiat prea mult de Pământ, iar



caii s-au speriat de Scorpion răsturnând carul, care a căzut pe Pământ pârjolindu-l. Zeus pentru a feri Pământul de distrugere totală l-a trăznit pe Faeton și l-a scufundat în apele Eridanului, fluviul Pad de astăzi. Din acest motiv unii oameni au pielea neagră, ei fiind urmașii celor scăpați de pârjol.

Zeița, drept mulțumire pentru serviciul adus, a înălțat Scorpionul la cer sub forma unei constelații, dar locația a fost neinspirată, deoarece se află în fața Săgetătorului care-l țintește drept în inimă.

### 9. Constelația SĂGETĂTORUL (SAGITARIUS)



Este o constelație frumoasă fiind străbătută de Soare în perioada 22 noiembrie și 20 octombrie. Constelația conține multe stele duble și variabile, nebuloase. Din țara noastră majoritatea stelilor pot fi observate vara pentru o scurtă perioadă de timp, deoarece se află la limita orizontului pe de o parte, iar pe de altă parte constelația se află în aceeași direcție cu centrul galaxiei noastre, adică în cea mai luminoasă porțiune.

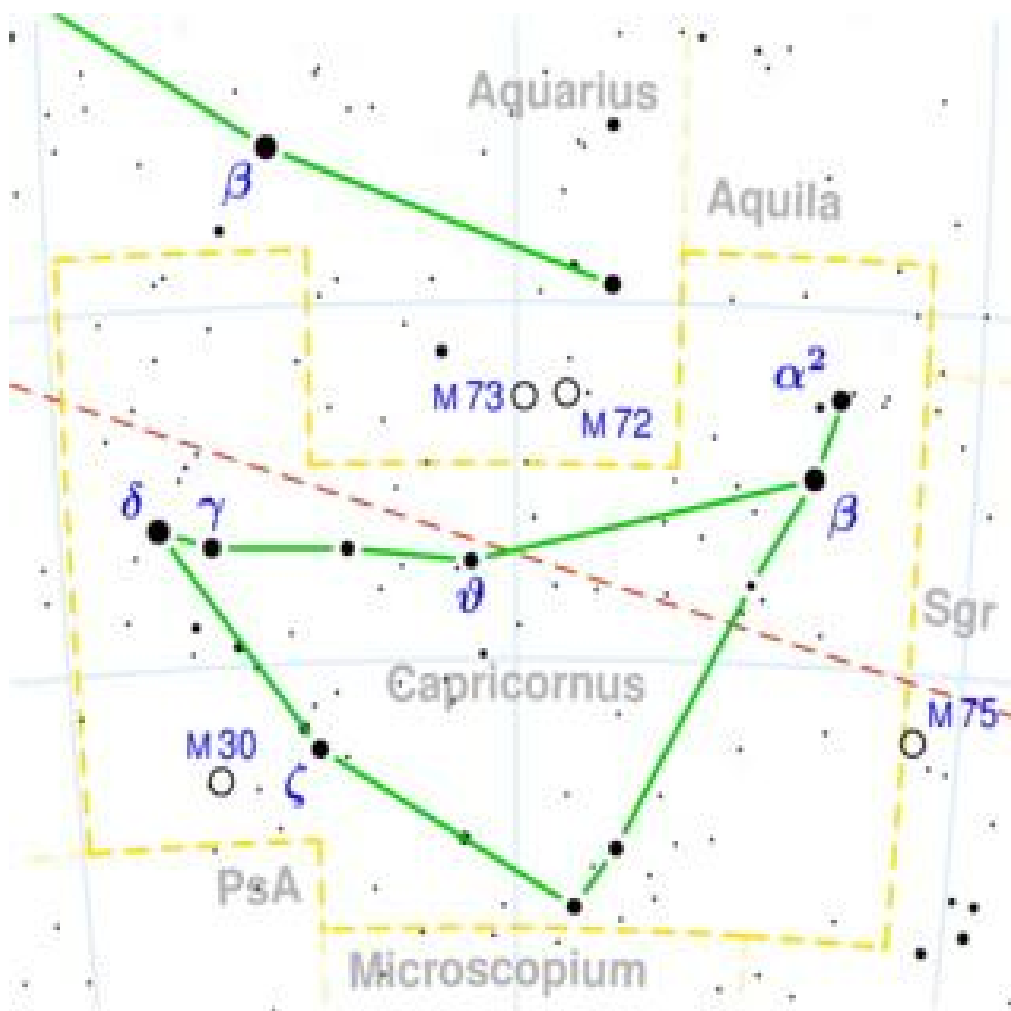
Lumina din centrul Căii Lactee nu ajunge niciodată la noi datorită faptului că este absorbită de nori uriași de gaz și praf interstelar care ne privează de o priveliște mirifică. Dacă am primi lumina din centrul Galaxiei atunci nopțile ar fi luminate ca în timpul nopților cu Lună plină.

Din mitologia greacă aflăm că a fost un centaur, Chiron, care a fost extrem de binevoitor cu oamenii. Chiron, fiul lui Cronos, zeul timpului, a fost de altfel și cel mai bun și cel mai înțelept dintre centauri, creaturi fabuloase jumătate oameni și jumătate cai, adică acele

creaturi care pe un trup de cal aveau un bust de om. El l-a învățat pe tânărul Asclepos tainele medicinei, i-a instruit pe Ahile și Teseu și a fost maestrul lui Castor și Pollux.

Legenda spune că în timpul războiului cu centaurii Heracles l-a rănit de moarte pe Chiron, cu o săgeată otrăvită. Zeus înduișat de cumplita suferință a lui Chiron l-a ridicat la cer într-o constelație, cea a Săgetătorului.

## 10. Constelația CAPRICORNUL (CAPRICORNUS)



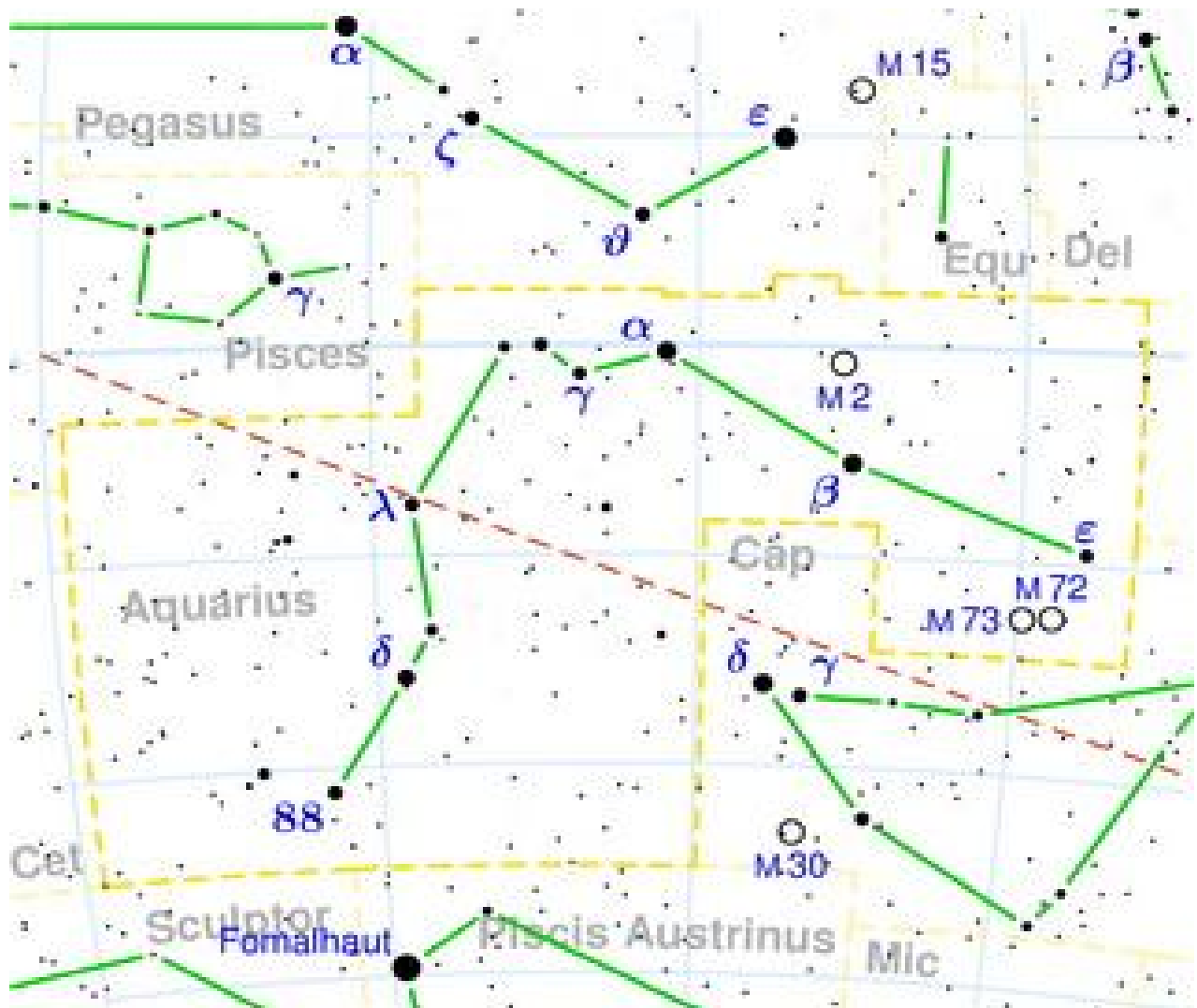
Este o constelație zodiacală din emisfera australă fiind traversată de Soare în perioada 21 decembrie – 19 ianuarie. Constelația este vizibilă și din România, având denumirea de Cornul Caprei. Este formată dintr-o stea dublă și aproximativ 60 de stele mai slabe și mai multe nebuloase.

Din mitologia greacă aflăm că zeul pădurilor, al turmelor și al păstorilor era Pan, fiul lui Zeus și al Penelopei. Pan, sau Faun la romani ca zeu al grădinilor, era o făptură pe jumătate om pe jumătate țap, îi plăcea muzica și dansul fiind o prezență nelipsită de la petrecerile păstorilor și țăranilor.

Dar pe cât era de bun cu oamenii, pe atât de rău era cu nimfele, cântându-le în noapțile senine, senine, sperindu-le și fugărindu-le. Se spune că o nimfă, Siringa, a fost atât de înfricoșată de apariția sa neașteptată încât s-a aruncat în râul din apropiere prefăcându-se în trestie. Pan auzind sunetul trestiei în bătaia vântului, a fost convins că plânsul e al nimfei, așa că a tăiat trestia în bucăți construindu-și naiul cu care a cântat de atunci.

O altă reprezentare alui Pan a fost aceea a unui Capricorn cu coadă de pește. Această înfățișare a luat-o pentru scăpa de urmărirea uriașului Tifon. Reprezentarea Capricornului a ajuns pe cer și ca un simbol al Soarelui ce se înalță anunțând zilele lungi, devenind astfel simbolul timpului frumos. Cu toate acestea Pan a rămas în credința oamenilor ca paznic al pădurilor, gonind musafirii nepoftiți noaptea din pădure.

### 11. Constelația VĂRSĂTORUL (AQUARIUS)



Este o constelație traversată de Soare în perioada 20 ianuarie -18 februarie fiind vizibilă și din țara noastră pe înserat, toamna. Constelația are o stea cu magnitudinea aparentă  $2,9^m$  Sadalsuud ( $\beta$  Aqr).

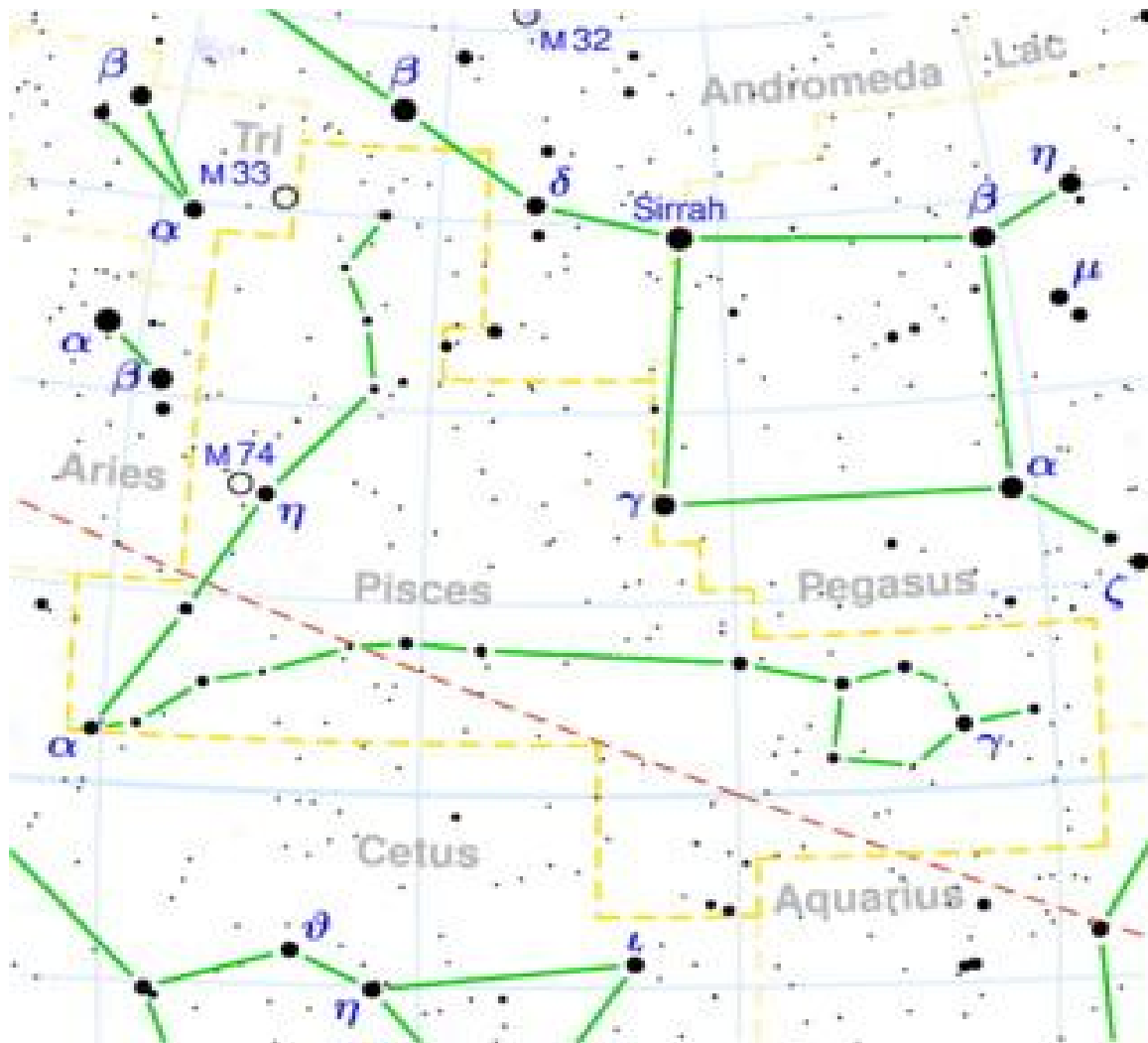
Constelația era cunoscută încă din antichitate. Babilonienii au reprezentat-o sub chipul unui bărbat îngenunchiat care varsă apă dintr-o cofă ținută pe umăr, egiptenii considerau Vărsătorul ca fiind cel ce varsă cu vadra apă la izvoarele Nilului, astfel era simbolul revărsării Nilului și a perioadei de belșug.

În mitologia greacă, Vărsătorul îl simbolizează pe însuși Zeus care varsă torenți de apă pe Pământ pentru a-i pedepsi în acest fel pe oamenii păcătoși. Noi cunoaștem varianta biblică a potopului, în care Noe și-a construit o arcă, pe care a îmbarcat perechi din toate viețuitoarele Pământului, la îndemnul lui Dumnezeu, pentru ca după potop Pământul să poată fi repopulat.

În versiunea grecească se spune că la început oamenii erau foarte buni și fericiți și pe Pământ domnea primăvara veșnică. Apoi Zeus a împărțit anul în patru anotimpuri iar oamenii au fost siliți să suporte schimbările climatice. În acest mod oamenii neputându-se adapta au devenit răi, egoiști și lacomi, iar adevărul și virtutea aproape au dispărut. Zeus a fost atât de mâniat de comportamentul oamenilor încât a revărsat pe Pământ o cantitate imensă de apă, înecând toți oamenii. Întâmplarea a făcut ca Deucalion, fiul lui Prometeu și soția sa Pirra, doi oameni modești, dreți și buni, să facă o corabie cu care au ajuns după nouă zile și nouă nopți pe singura bucățică de pământ de pe Muntele Parnas. După retragerea apelor, tot legenda ne spune că au consultat un oracol, care i-a sfătuit să se arunce în mare: el, soția lui și oasele mamei lor.

Înțelegând din spusele oracolului că este vorba despre oasele Mamei Pământului, ei au aruncat în urmă pietre, astfel din ele ieșind tot atâția bărbați și femei, iar Pământul a fost repopulat.

## 12. Constelația PEȘTII (PISCES)



Este o constelație zodiacală din regiunea ecuatorială a cerului având stele numeroase, dar mai puțin strălucitoare, traversată de Soare în perioada 19 februarie-20 martie, în România fiind vizibilă în timpul toamnei.

Denumirea acestei constelații a fost dată de fiecare civilizație în funcție de cultura și nivelul de dezvoltare la care au ajuns, dar cu toate acestea numele s-a păstrat din

perioada babilonenilor, perșilor și sirienilor, care ,având cunoștințe de astronomie foarte avansate pentru acea perioadă și probabil datorită configurației constelației de atunci, au văzut o asemănare cu doi pești.

Mitologia greacă ne spune că odată pe când Afrodita, zeița frumuseții, se plimba cu o altă zeitate celebră Eros, zeul iubirii, pe malul unei ape, în fața lor a apărut Tifon, monstrul uriaș care în loc de degete avea o sută de capete de balaur plasate pe un corp cu formă omenească ce în loc de picioare avea o împletitură de șerpi, aceasta a pus stăpânire pe Zeus. Speriați, cei doi zei au sărit în râu, transformându-se în pești pentru a-l salva pe șeful lor. După ce l-a învins pe Tifon, Zeus supărat, că a fost singurul care i s-a opus, l-a închis în insula Sicilia pentru totdeauna. Tot legenda spune că, ori de câte ori, Tifon încerca să se elibereze din închisoarea sa, Pământul se cutremura, iar prin craterul Etnei uriașul urla, scupând foc și lavă fierbinte ce distrugea totul în jur. În amintirea celor doi pești care l-au ajutat, Zeus i-a înălțat la cer sub forma unei constelații Afrodita și Eros. Romanii i-au spus Venus (zeița frumuseții) și Cupidon (zeul iubirii).

## CAPITOLUL 2 TIMPUL ȘI MĂSURAREA LUI

### 2.1. TIMPUL LEGAL

Timpul legal este singura formă de măsurare a timpului care este adecvată pentru legăturile externe și interne ale unei țări.

Oamenii au observat că globul poate fi împărțit în 24 de fuse orare (un fus orar fiind suprafața cuprinsă între două meridiane care diferă cu  $15^\circ$ ).

Avantajele timpului legal sunt :

- a) pe o regiune întinsă toate localitățile au același timp ;
- b) la trecerea de la un fus orar la altul, timpul se schimbă cu un număr întreg de ore, minutele și secunde fiind aceleași pentru toate localitățile globului.

Meridianul origine, meridianul zero, a fost ales după dezbateri îndelungate meridianul pe care este situat Observatorul de la Greenwich din Anglia, iar timpul corespunzător acestui meridian se numește **timp universal**.

**Timpul universal** este un timp de referință folosit atât în astronomie cât și în viața de zi cu zi. În astronomie timpul universal se calculează prin relația:

$$T_{\text{universal}} = T_{\text{mijlociu}} \pm \text{longitudinea},$$

unde semnul „+” se ia pentru longitudinea vestică, iar „-“ pentru longitudinea estică.

**Timpul mijlociu** reprezintă timpul în care un Soare fictiv parcurge ecuatorul cu o mișcare uniformă ce trece prin **punctul vernal** odată cu Soarele adevărat, adică intervalul de timp dintre două culminații inferioare consecutive ale Soarelui mijlociu la meridianul locului. S-a ales culminația inferioară pentru ca începutul zilei să aibă loc noaptea.

Prin **punct vernal** se înțelege punctul prin care Soarele trece din emisfera australă în cea boreală, iar determinarea lui se face prin calcule matematice riguroase.

În practică relația dintre timpul legal și cel universal este:

$$T_{\text{legal}} = T_{\text{universal}} \pm n(\text{ore}),$$

unde **n** reprezintă numărul de ordine al fusului orar, iar semnul „+” se aplică la est, iar semnul „-” la vest.

Pentru țara noastră timpul legal este dat de relația:

$$T_{\text{legal România}} = \text{G.M.T} + 2\text{h},$$

unde G.M.T. înseamnă timpul măsurat la meridianul Greenwich.

Datorită faptului că în perioada primăverii și verii Soarele luminează mai mult, în unele țări s-a adoptat ora oficială de vară, care are un avans de o oră față de fusul orar.

În România ora de vară a fost introdusă din 1932 până în 1943 și reintrodusă din nou în 1979. Ora de vară se introduce din ultima duminică a lunii martie până în ultima duminică din luna octombrie, adică este folosită aproape șapte luni din anul calendaristic.

Datorită sistemului de fuse orare, la meridianul  $180^\circ$  există o decalare de 24 de ore între două puncte vecine de o parte și de alta a acestui meridian, anume la est de meridian avem o dată, iar la vest avem aceeași oră dar cu o zi în urmă. Cu alte cuvinte, este necesară o schimbare de dată, ori de câte ori, se traversează acest meridian. Practic, pentru evitarea confuziilor, această linie a fost convențional deviată în așa fel încât să se evite orice regiune locuită. Atunci când se traversează acest meridian  $180^\circ$  mergând spre est, se scade o zi din dată, iar când se traversează mergând spre vest, se adaugă o zi la dată.

În 1967 în Sistemul Internațional de Unități de Măsură s-a introdus ca unitate de timp **secunda de timp atomic** cu durata de **9192631770 perioade** ale radiației care

corespunde tranziției între cele două nivele de energie hiperfine ale stării fundamentale ale atomului de cesiu 133.

Menținerea orei exacte se face cu ajutorul unor ceasuri atomice păstrate în condiții speciale. În România, la Observatorul Astronomic de la București, păstrarea orei exacte se face cu ajutorul a două orologii: unul cu cuarț și unul atomic, putându-se măsura timpul cu o precizie de o miliardime de secundă.

## 2.2.CALENDARUL

În limbajul curent cuvântul calendar înseamnă un indicator sistematic (de exemplu în formă de carte, agendă sau tablou) al succesiunii zilelor, săptămânilor, lunilor și anotimpurilor unui an.

Popoarele mari, încă din antichitate au folosit calendare bazate pe modelul de **calendar solar**. Astfel egiptenii au avut primul calendar al unui an de 360 zile împărțit în 12 luni. Mai târziu tot ei au adoptat un alt calendar în care se atribuia anului calendaristic durata de 365 de zile. Cele cinci zile suplimentare erau adăugate la finele celei de-a douăsprezecea luni. Consecința a fost că lunile acestui an rătăceau cu timpul, trecând de la un anotimp la altul. Acești ani erau numiți **vagi** sau **rătăcitori**.

Romanii aveau un calendar și mai incomod. Anul avea la ei 355 de zile, astfel încât, după 2-3 ani, începutul anotimpurilor trecea în alte luni decât cele prevăzute pe cale astronomică. Pentru rectificare, un an aorecare se lungea cu încă o lună, a treisprezecea lună a calendarului, numită **mercedonius** care avea 22 de zile și se intercala între 23 și 24 februarie.

În anul **45 î.Hr. împăratul Iulius Cezar** a adoptat un calendar elaborat de astronomul egiptean **Sosigene**. Acest calendar numit și **calendar iulian** avea trei ani consecutivi de 365 de zile (ani comuni), iar al patrulea de 366 de zile (an bisect). Totodată anul începea la **1 ianuarie** în loc de 1 martie (anul astronomic).

Inconvenientul major al acestui calendar era acela că anul iulian era mai lung decât anul astronomic, iar la 400 de ani rămânea în urmă cu aproximativ 3 zile.

În anul **1582 Papa Gregoriu al XIII lea** a constatat că întârzierea calendarului iulian era deja de 10 zile. Din acest motiv a făcut o reformă pentru eliminarea neajunsurilor calendarului iulian, decretând:

- a) după 4 octombrie 1582 să urmeze ziua de 15 octombrie, recuperând astfel întârzierea de 10 zile;
- b) ca anii seculari să fie bisecți numai anii la care numărul secolelor este divizibil cu 4: adică 1600, 2000, 2400, etc.

Noul calendar se numește **calendarul gregorian** și este în uz și în zilele noastre, iar în **țara noastră** a fost introdus de la **14 octombrie 1924**, când întârzierea calendarului iulian era de 14 zile.

Marele neajuns al calendarului gregorian este că rămâne în urmă cu 1,2 zile la 4000 de ani, diferență care în zilele noastre este neglijabilă.

Calendarele considerate au ca unitate de bază anul bazat pe perioada mișcării anuale aparente a Soarelui, motiv pentru care se numesc **calendare solare**.

Există și calendare care au la bază perioada fazelor lunare, numită **periodă sinodică** egală cu 29,5306 zile. Acestea sunt **calendare lunare** și sunt folosite de unele țări musulmane.

Observăm că, oricare ar fi tipul de calendar, el are ca unități: anul, luna, ziua. La acestea se mai adaugă o altă unitate, săptămâna, care, spre deosebire de unitățile anterioare este o grupare de șapte zile, fiecare dintre ele fiind închinată încă din vechime câte uneia din cele șapte planete, deoarece atât Soarele cât și Luna erau considerate tot planete în antichitate.

Problema fundamentală a oricărui calendar este data de la care se începe numărătoarea anilor, numită și **eră calendaristică**.

Romanii numărau anii începând cu întemeierea Romei (ab Urbe condita).

Lumea creștină numără anii de la data nașterii lui Hristos. Aici Dionisius, cel care a calculat data nașterii lui Hristos, a făcut două erori de calcul ale anului și anume: Isus s-a născut în timpul domniei lui Augustus, dar în primii 4 ani, acesta a domnit sub numele de Octavian, deci 4 ani la care se adaugă și anul 0. Din Biblie știm că cei trei magi au fost călăuziți spre locul de naștere al pruncului Isus de o stea. Ei aveau cunoștințe solide de astronomie, iar steaua, pe care o urmăreau, era defapt chiar **Jupiter**, considerat **steaua regilor**. De aici , s-a dedus că, defapt **Isus** s-a născut pe data de **17 aprilie anul 6 î.Hr.** Cu toate acestea noi vom sărbători **Nașterea Domnului** tot pe data de **25 decembrie**.



## CAPITOLUL 3

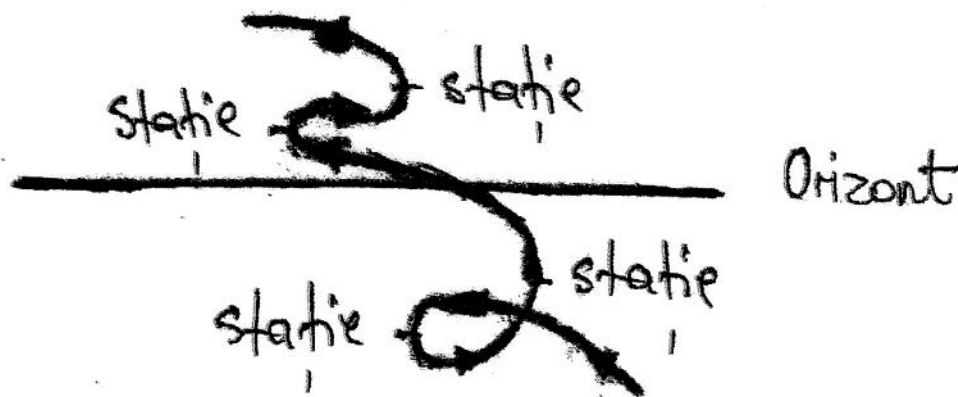
### NOȚIUNI ELEMENTARE DE MECANICĂ CEREASCĂ

#### 3.1.MIȘCAREA APARENTĂ A PLANETELOR

Din cele mai vechi timpuri oamenii au observat că marea majoritate a astrilor nu-și schimbă poziția unii în raport cu alții, dar unii aștri rătăcesc printre stele prin diferite constelații zodiacale. Aceștia au fost numiți **planete** (**planetos** în limba greacă înseamnă **rătăcitor**). În același timp au observat că planetele nu scânteiază la fel ca stelele (a căror luminozitate și culoare variază continuu datorită perturbațiilor induse de atmosfera terestră), iar dacă sunt privite prin lunetă diametrul lor crește în funcție de puterea de mărire a lunetei.

În antichitate Soarele și Luna erau considerate planete deoarece își schimbau poziția față de stele care erau fixe. Numărul de planete era șapte și de aici și denumirea zilelor săptămânii. Totodată au observat că unele se deplasau când în sens direct, când în sens retrograd, trecând de la un sens la altul printr-o oprire aparentă numită **stație**.

Din acest motiv planetele Mercur și Venus au fost numite **inferioare**, deoarece erau considerate ca „mai jos” decât Soarele. Azi știm că cele două planete descriu orbite eliptice în jurul Soarelui, dar fiind situate între Soare și Pământ traiectoria lor observată este una sinuoasă exact ca în figura următoare:



Astfel ele pot fi văzute fie seara după apusul Soarelui, fie dimineața înainte de răsăritul Soarelui. Celelalte planete Marte, Jupiter și Saturn au fost numite **superioare** fiind considerate „mai sus” decât Soarele. O planetă superioară se îndepărtează de Soare, descrie o buclă, apoi ajunge din urmă Soarele.

Aceste traiectorii aparente fără nicio logică au constituit tocmai punctul de plecare al astrologiei. Astrologii consideră că pot citi viitorul unui om în funcție de poziția astrilor. Toți marii conducători ai lumii antice aveau câte un astrolog renumit, iar obligația acestora era ca să observe în permanență cerul. Tocmai observațiile independente ale astrologilor au furnizat o serie de date astronomice, care interpretate just mai târziu, au permis descoperirea legilor mecanicii cerești.

Pe baza observațiilor făcute s-a născut ideea sistemului geocentric în care Pământul este fix, aflat în centrul Universului. Acest sistem a fost susținut de Platon (427-347 î.Hr.), dar au fost și idei revoluționare pentru acea vreme care au presupus că Soarele,

fiind mai mare, trebuie așezat în centrul Universului așa cum a propus Aristarh din Samos (sec. 3 î.Hr.), iar Pământul să fie considerat o planetă oarecare ce se rotește în jurul axei proprii și în jurul Soarelui.

Ideea lui Aristarh a fost susținută de Nicolaus Copernic (1473-1543) care a demonstrat că Pământul este o planetă ce se mișcă în jurul Soarelui, orbitele lui Mercur și Venus nu cuprind Pământul spre deosebire de celelalte planete. Sistemul heliocentric al lui Copernic statuează următoarele:

- a) Soarele și stelele sunt fixe.
- b) Planetele: Mercur, Venus, Pământ, Marte, Jupiter și Saturn efectuează mișcări de revoluție în jurul Soarelui.
- c) Pământul pe lângă mișcarea de revoluție în timp de un an în jurul Soarelui mai are o mișcare de rotație diurnă în jurul axei proprii.
- d) Toate mișcările au același sens.

Sistemul copernican a avut atât partizani înflăcărați cât și opozanți pe măsură. Cel care a adus dovezi palpabile pentru susținerea sistemului heliocentric a fost Galileo Galilei (1564-1642) care, după ce a contruit prima lunetă în 1609, a putut vedea mai mult decât toată omenirea până la el. Astfel Galilei a putut să:

- a) vadă suprafața accidentată a Lunii și să ajungă la concluzia că nu există deosebire dintre **ceresc** și **pământesc** așa cum susținea Aristotel;
- b) descopere cei patru mari sateliți ai lui Jupiter: Io, Europa, Genimede și Calipso;
- c) decopere fazele planetei Venus precum și variația diametrului său aparent, de unde a dedus că Venus primește lumina de la Soare și se rotește în jurul acestuia;
- d) descopere petele de pe suprafața Soarelui și cu ajutorul lor rotația Soarelui în jurul axei sale;
- e) vadă Calea Lactee descompunându-se într-o mulțime de stele mici și să ajungă la concluzia că Universul, care este foarte mare, nu se poate roti în jurul Pământului în 24 de ore.

Observațiile sale și descoperirile făcute de el au fost atât de revoluționare pentru acele timpuri, încât inchiziția l-a obligat să reneghe toate afirmațiile sale care susțineau sistemul heliocentric. Galilei, datorită faptului că spre bătrânețe a orbit și nu mai putea cerceta cerul, dar și ținând cont de sfârșitul tragic al lui Giordano Bruno, oficial și-a renegat ideile heliocentrice, dar cu înțelepciunea omului de geniu și-a pus ideile, în lucrarea „Dialog despre cele două sisteme principale ale lumii”, apărută în 1632, în gura a două personaje imaginare. Legenda spune că după ce a ieșit din sala de judecată a murmurat: **E PUR SI MUOVE** adică **ȘI TOTUȘI SE MIȘCĂ**.

A fost obligat să-și petreacă restul zilelor în localitatea Arceti lângă Florența, fiind considerat părintele astronomiei moderne.

### 3.2.MIȘCAREA REALĂ A PLANETELOR

Astronomul danez Tycho Brache (1546-1601), cât timp a lucrat ca astronom imperial la Observatorul din Praga, a adunat un bogat material observațional, cu erori de 2'-3', cu scopul de a confirma teoria lui Ptolemeu. El nu a putut concretiza rezultatele observațiilor sale excepționale, ținând cont de modestia instrumentelor sale, poate și datorită faptului că fiind o fire petrecăreață nu a avut luciditatea necesară de a analiza și concretiza rezultatele observațiilor lui. Un episod tragicomic din viața sa aventuroasă a fost acela când în urma unui duel și-a pierdut nasul, fiind obligat să poarte o mască cu nasul de aur.

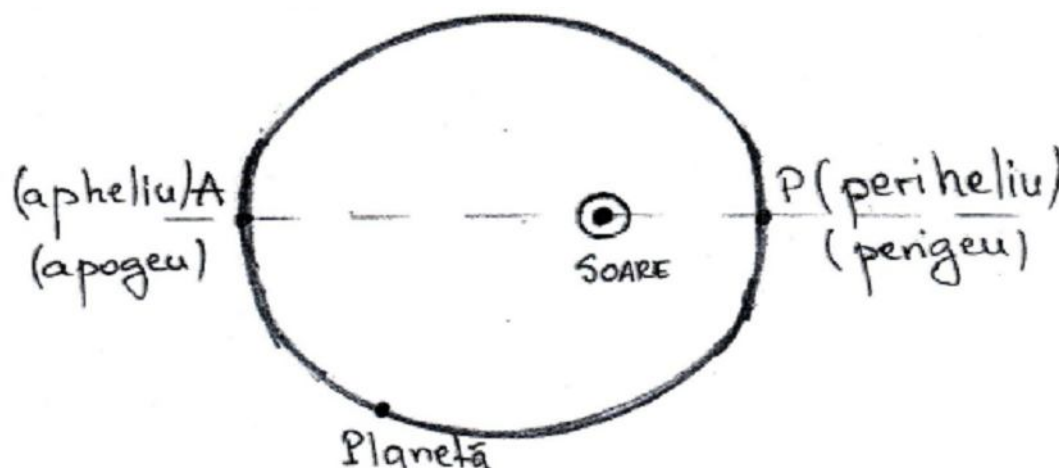
Asistentul său, Johann Kepler (1581-1630), a valorificat observațiile de excepție a lui Tycho Brache făcând o analiză atentă și astfel a stabilit legile după care se mișcă planetele, numite **Legile lui Kepler**.

**Legea întâi** afirmă că fiecare planetă descrie o mișcare pe o orbită eliptică, Soarele aflându-se într-unul din focare.

**Legea a doua** ne spune că raza vectorială pornind de la planetă mătură arii egale în intervale de timp egale.

**Observație:** prin **rază vectorială** a planetei se înțelege segmentul de dreaptă orientat care unește planeta cu centrul Soarelui.

Pe baza acestei legi se deduce că viteza unei planete este mai mare la periheliu și mai mică la afeliu, vezi figura de mai jos:



**Legea a treia** afirmă că pătratele perioadelor de revoluție sunt proporționale cu cuburile semiaxelor mari ale orbitelor.

Cunoscând datele referitoare la Pământ, ca și perioada de revoluție a planetei, se poate calcula semiaxa mare, **a**, a orbitei planetei după relația :

$$\frac{T^2}{T^2_P} = \frac{a^3}{a^3_P}$$

Legilor lui Kepler li se mai pot adăuga următoarele;

- toate orbitele planetare sunt parcurse în același sens;
- planele orbitelor planetare sunt aproape confundate cu planul eclipticii, planul orbitei lui Marte fiind înclinat cu  $7^\circ$  față de planul eclipticii, al planetei Venus cu  $3^\circ 24'$ , iar pentru celelalte planete înclinările sunt mai mici de  $2^\circ$ .

### 3.3.LEGEA ATRACȚIEI GRAVITAȚIONALE

Legile lui Kepler au arătat că Universul se află în armonie dar nu au reușit să explice această armonie și cauza care face ca planetele să descrie orbite eliptice în jurul Soarelui.

Pornind de la legile lui Kepler savantul englez, sir Isaac Newton (1643-1727), a descoperit legea atracției gravitaționale, arătând că, în sistemul solar, Soarele atrage planetele cu o forță direct proporțională cu masele lor și invers proporțională cu pătratul distanței dintre Soare și planetă, iar pe baza principiului acțiunii și reacțiunii, el presupune că și planeta respectivă, care are masa  $m$ , atrage Soarele de masă  $M$  cu aceeași forță, adică:

$$F = f \frac{mM}{d^2},$$

unde:  $m$  este masa planetei,  $M$  masa Soarelui,  $d$  este distanța de la Soare la planetă iar  $f$  reprezintă un factor de proporționalitate, care este o constantă ce nu depinde de corpurile cerești alese, având o valoare determinată experimental:

$$f = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}.$$

### 3.4. PROBLEME DE MECANICĂ CEREASCĂ

Legea atracției universale, descoperită de Newton, ne explică convenabil modul în care se produce mișcarea planetelor și a corpurilor cerești, în general, însă nu ne furnizează și legile de mișcare ale corpurilor. În consecință, problema fundamentală a mecanicii cerești o constituie tocmai determinarea legilor de mișcare ale corpurilor.

Presupunem că avem numai două corpuri, care se mișcă fiecare sub acțiunea forței de atracție a celuilalt. Acest tip de problemă care presupune aflarea legilor de mișcare a celor două corpuri se numește **problema celor două corpuri**. Pentru a simplifica și mai mult lucrurile se consideră unul din corpuri fix și se determină mișcarea celui de-al doilea în raport cu primul. O astfel de mișcare se numește **mișcare relativă**.

Legile mișcării ce rezultă din calcule reprezintă legile generalizate ale lui Kepler:

1) Un corp descrie o mișcare pe o traiectorie elipsoidală, paraboloidală sau hiperboloidală, în jurul primului aflat într-unul din focare.

2) Razele vectoriale descriu în planul orbitei arii proporționale cu timpul.

3) Raportul dintre produsul pătratului perioadei de revoluție a unei planete și suma dintre masa Soarelui și a planetei, și cubul semiaxei mari este constant, ca în relația următoare:

$$\frac{T^2(M + m)}{a^3} = \frac{T^2(M + m_1)}{a_1^3} = \text{constant}.$$

Legile generalizate sunt valabile pentru mișcarea oricărui două corpuri: comete, sateliți artificiali, rachete, stele duble, etc., iar din cea de-a treia se pot determina masele corpurilor cerești.

Dacă avem mai multe corpuri, cazul real, atunci problema celor două corpuri devine **problema celor  $n$  corpuri**. O astfel de problemă este imposibil de rezolvat deoarece numărul de necunoscute depășește numărul de ecuații. Din matematică știm că un sistem de ecuații are soluții exacte dacă numărul de ecuații este cel puțin egal cu numărul de necunoscute. Pentru a ieși din acest impas tot natura ne oferă un ajutor prețios. Știm că forța atractivă variază invers proporțional cu pătratul distanței ori în acest caz acțiunea majorității corpurilor, aflate la distanțe foarte mari, devine neglijabilă. Astfel rămân doar un număr limitat de corpuri care se iau în considerare. Dintre toate acestea unul se consideră fix (de exemplu Soarele pentru că are masa extrem de mare) care imprimă celuilalt o mișcare conformă cu legile lui Kepler. Celelalte corpuri produc doar mici deviații de la orbita astfel calculată, deviații ce poartă numele de **pertubații**. În cursul miliardelor de ani perturbațiile se compensează nemodificând structura sistemului solar. Stabilitatea sistemului solar este dovedită de însăși existența noastră.

## CAPITOLUL 4

### METODE ȘI INSTRUMENTE ÎN ASTRONOMIE

Cea mai simplă metodă de studiu al astrilor este observația directă, cu ochiul liber. Ea a fost singura metodă disponibilă la îndemâna astronomilor până în anul 1609, când Galileo Galilei a inventat luneta astronomică.

În afară de performanța instrumentelor folosite, un observator situat pe Pământ mai are o serie de dificultăți pe care trebuie să le depășească, deoarece însăși existența atmosferei terestre presupune existența fenomenului de refracție a luminii, iar turbulențele atmosferice îngreunează și mai mult cercetarea. Cu toate acestea un observator terestru își dă seama de existența corpurilor cerești prin lumina pe care o primește de la ele.

Din fizică cunoaștem că orice corp emite radiații pe toate lungimile de undă. Atmosfera terestră lasă să treacă radiațiile din domeniul optic (lumina) și cel al undelor radio. Ambele tipuri de radiații sunt de natură electromagnetică și se deplasează cu viteza de 300.000 km/s în vid. Domeniile în care se pot face cele două tipuri de observații se numesc **ferestre**.

Din acest motiv s-au dezvoltat două categorii de metode și respectiv instrumente de observare:

- \* **optice ( astronomice);**
- \* **radioastronomice.**

#### 4.1. INSTRUMENTE OPTICE

Instrumentele optice sunt mijloace de cercetare a astrilor folosite de astronomi în domeniul spectral numit **fereastră optică**.

Cele mai importante sunt:

##### a) **Luneta**

Luneta este un instrument optic care are ca obiectiv un sistem de lentile, dar posibilitățile de construcție limitează la 1m diametrele lentilelor. În România, Observatorul de la București dispune de o lunetă ce are lentilele la obiective cu un diametru de 38 cm și distanțele focale de 6 m.

##### b) **Telescopul**

Telescopul este un instrument optic care are ca obiectiv o oglindă parabolică. Deși sunt mai greu de mănuit, telescoapele sunt mai mari decât lunetele dar oglinzile se construiesc mai ușor, iar puterea de mărire crește simțitor. La noi, Observatoarele din București și Cluj dispun de telescoape cu oglinzi cu un diametru de 50 cm.

Imaginea corpului ceresc formată în focar este privită cu un ocular. Din cauză că ochiul nu este îndeajuns de sensibil și obosește ușor, instrumentele performante au ocularul înlocuit cu o cameră fotografică în care placa fotografică este mai sensibilă și acumulează mai multă lumină de la aștri.

#### 4.2. RADIOASTRONOMIA

A doua fereastră a atmosferei terestre ce permite observarea astrilor folosește instrumente numite **radiotelescoape**, care captează undele radio provenite de la aștri.

Radioastronomia este o ramură relativ tânără a astronomiei. În anul 1932 inginerul american Jansky studia parazitii atmosferici cu ajutorul unei antene mobile. La un moment dat zgomotul de fond a crescut atunci când antena era îndreptată într-o anumită

direcție. După ce se scurgea o zi, revenea. Jansky și-a dat seama că zgomotele captate erau de natură extraterestră, fiind emisii radio ale Căii Lactee.

Tot fizica ne spune că atomii de hidrogen emit unde radio cu lungimea de 21cm. Această descoperire a fost cu atât mai importantă cu cât hidrogenul este cel mai răspândit element din Univers.

Studiindu-se amănunțit cerul cu ajutorul radiotelescoapelor au fost identificate numeroase radiosurse, multe având corespondent optic.

Radioundele pot fi utilizate nu numai pentru a obține informații asupra unor mari îngrămădiri de materie, ci și ca instrument al omului pentru explorarea astrilor, astfel radioastronomia a furnizat observații uimitoare, care au completat pe cele cunoscute din cercetările optice.

### 4.3.OBSERVATOARE ASTRONOMICE

Astronomii profesioniști își desfășoară activitatea în observatoare astronomice dotate cu instrumente și aparatură de de vârf. Azi munca astronomilor din marile observatoare astronomice de la Pulkovo, Mount Palomar, ș.a. este susținută și de astronomii români.

Astfel la Observatorul din București, fondat de prof. N.Coculescu în anul 1908, se lucrează la întocmirea de cataloage stelare, la probleme de mecanică cerească, contribuind la studiul fotosferei și cromosferei solare, la studiul sateliților artificiali ai Pământului. Totodată, efectuează și studii de astrofizică (fizica astrilor): structura internă a stelelor, stelelor variabile și stelele fotometrice duble, precum și studii de astronomie galactică și extragalactică.

Observatoarele din Cluj (fondat de Gh. Bratu și Gh. Demetrescu), Timișoara (fondat de I. Ciurea) și cel din Iași studiază stelele variabile, sateliții artificiali, efectuează cercetări solare, etc.

Amplasarea observatoarelor astronomice trebuie aleasă astfel încât atmosfera terestră să fie rarefiată pentru a nu produce turbulențe și alți factori perturbatori.

Cu toate acestea, datele obținute sunt perturbate. Pentru o precizie mult mai mare a fost lansat în 1990 telescopul Hubble. Ideea a fost aceea că în spațiul cosmic nu există atmosferă și, implicit, observațiile nu vor avea de suferit. **Telescopul Hubble** a revoluționat modul în care percepem Universul și locul nostru în Univers.

În ajutorul său a venit telescopul Spitzer dotat cu senzori în infraroșu, deoarece lungimea de undă a radiației infraroșii este mai mare și nu este perturbată de materia interstelară.

Acum putem spune că cea mai tânără ramură a astronomiei este **astronomia spațială**, iar N.A.S.A. a lansat programul spațial „**Great Observatory**” prin care se încearcă obținerea de informații de bază pentru astronomie, astrofizică, cosmologie, ș. a.

# CAPITOLUL 5

## SISTEMUL SOLAR

### 5.1.FORMAREA SISTEMULUI SOLAR

Dacă, la începuturile omenirii, anticii au clădit monoliți, piramide și temple pentru a slăvi divinitățile și pentru a prevedea venirea anotimpurilor, odată cu inventarea primelor instrumente optice, astronomii acelor vremuri au văzut un altfel de Univers, fără zei, populat doar cu planete, stele și nori imenși de gaz și praf interstelar.

În anul 1755 filozoful german Immanuel Kant (1724-1804) a emis o teorie, revoluționară pentru acea vreme, și anume că Universul s-a format dintr-o nebuloasă. Această teorie, a **nebuloasei originare**, care este defapt una dintre primele teorii moderne asupra formării Universului, susține că la rândul ei a dat naștere la alte nebuloase care prin condensare au dat naștere la alte corpuri: stele, planete, etc.

În acord cu teoria kantiană cercetătorii au stabilit că nebuloasa din care s-a format sistemul nostru solar și-a început colapsul în urmă cu peste 4,6 miliarde de ani în urmă. Probabil s-a rotit în spațiu de la începutul existenței sale, iar odată intrată în colaps a început să se rotească mai repede. În urma contracției, energia s-a concentrat într-un spațiu mai mic în centru formându-se un **bulb**, un nucleu de materie, care după un timp a început să lumineze dând naștere **protostelei** care a devenit mai târziu **Soarele** nostru. Pe măsură ce valoarea temperaturii s-a mărit, ajungând la valoarea critică de zece milioane de grade Celsius, a început să se declanșeze fuziunea nucleară.

Acest lucru se întâmpla acum 4,5 miliarde de ani când a luat naștere Soarele nostru. La **nașterea sa**, se pare că, Soarele a fost **moșit** și de un violent eveniment cosmic și anume moartea explozivă a unei alte stele, o **supernovă**. Undele de șoc rezultate în urma exploziei au comprimat gazul din materia nebuloasei. După ce a fost comprimată suficient a intrat în colaps astfel că în interiorul norului, în jurul Soarelui, au apărut planetele. Cum au reușit particulele de praf să formeze aglomerări masive? Răspunsul la această întrebare este surprinzător de simplu și anume acela că, în imponderabilitate firicelele de praf prin frecare s-au unit electrostatic, astfel că bulgărele de particule și-a mărit masa până la o valoare critică ce a declanșat acțiunea forțelor gravitaționale. Acest proces este cunoscut sub numele de **acrecție**. Prin **efectul bulgărelui de zăpadă**, în circa un milion de ani, aglomerările au devenit tot mai mari, continuând să crească până când au devenit, din protoplanete, planete.

Gravitația a menținut planetele pe orbită în jurul Soarelui, le-a dat o formă sferică, dar compoziția lor chimică se datorează temperaturii la care se afla materia din care s-au format.

La început materia din jurul protostelei era fierbinte, adică în stare gazoasă. Pe măsură ce s-a răcit, materia a început să se condenseze, dar în jurul Soarelui a fost prea fierbinte pentru formarea gazelor sau a gheții. Tot atunci s-au format circa 20 de planete care au avut orbite care se intersectau între ele, astfel au avut loc evenimente cosmice dramatice: ciocniri între planete, devieri ale orbitelor datorită influențelor gravitaționale ale planetelor gigantice: Jupiter și Saturn.

În prezent urme ale trecutului tumultuos al sistemului nostru solar se găsesc în Centura Kuiper și Norul lui Oort.

### 5.2.COMPOZIȚIA SISTEMULUI SOLAR

Imperiul solar are astăzi următoarea structură:

- a) Soarele care este steaua centrală a sistemului.

- b) Planetele mari, în ordinea distanțelor lor dela Soare: Mercur, Venus, Pământ, Marte, Jupiter, Saturn, Uranus și Neptun.
- c) Sateliții naturali ai planetelor, în număr de 162.
- d) Plutoizi, planete de mărimea lui Pluto și a unuia dintre sateliții săi, Charon.
- e) Planetoizi, corpuri de mărimea asteroidului Ceres.
- f) Cometele al căror număr depășește 2000 de comete catalogate.
- g) Materia interplanetară.

### 5.2.1.SOARELE

Soarele a fascinat omenirea din toate timpurile . La babiloneni și persani , Zeul Soare se numea Șarmaș și respectiv Mitra . Egiptenii l-au numit Ra , romanii i-au spus Phoebus Apollo , iar aztecii chiar făceau sacrificii umane în cinstea Zeilor Soarelui Tezcatlipoca și Huitzilopchtli.

#### 5.2.1.1 Date fizice generale

- a) Distanța medie față de Pământ este de 149.600.000 km, fiind străbătută de lumină în circa 8 minute și 20 secunde.
- b) Diametrul Soarelui este de 109 ori mai mare decât al Pământului, având o circumferință de 342 de ori mai mare.
- c) Volumul Soarelui este de 1,3 milioane de ori mai mare decât al Pământului și de 600 de ori mai mare decât suma volumelor planetelor.
- d) Masa Soarelui este de circa 333 de mii de ori mai mare decât masa Pământului concentrând 99,86% din masa întregului sistem solar.
- e) Densitatea medie este de  $1,41 \text{ g/cm}^3$ .
- f) Accelerația gravitațională este de 27,9 ori mai mare decât cea terestră, cu alte cuvinte un om cu masa de 70 kg ar cântări pe Soare cam două tone.

Din observațiile de până acum a reieșit că Soarele are în compoziția sa 74% hidrogen, 25 % heliu și restul este constituit din cantități mici de metale grele. Datorită acestor condiții și a temperaturii mari la suprafața Soarelui de circa 6.000 K, pe suprafața Soarelui nu există scoarță solidă, materie în stare lichidă, totă materia din compoziția sa fiind în întregime în stare de plasmă și gazoasă.

Soarele nostru se află în faza principală a existenței sale de aproximativ 4,57 miliarde de ani și se estimează că va dura în total aproximativ 10 miliarde de ani.

Soarele are vârsta de 20 de ani galactici, dacă ținem cont că el împreună cu sistemul său orbitează în jurul centrului galaxiei cu o viteză de 220 km/s, parcurgând o distanță de o unitate astronomică la fiecare opt zile și se află situat la o distanță de 25-28 de mii de ani-lumină de centrul Galaxiei realizând o revoluție completă în circa 225-250 de milioane de ani.

Soarele este o stea din a treia generație deoarece în sistemul nostru solar sunt din abundență metale grele: aur, uraniu, etc.

#### 5.2.1.2. Structura Soarelui

Ca și celelalte stele, Soarele este format din două părți mari:

- a) Atmosfera solară.
- b) Interiorul Soarelui.

##### 5.2.1.2.1. Atmosfera solară

Atmosfera solară se compune de fapt din trei mari straturi: fotosfera, cromosfera și coroana solară.



### **a . Fotosfera**

Este stratul care delimitează globul solar, care se prezintă sub forma unei sfere luminoase, are o grosime de câteva sute de km și o temperatură de 6.000 K.

Formațiunile fotosferice sunt petele solare și faculele. Petele solare au o culoare mai închisă deoarece temperatura lor este de circa 4.500 de grade, iar faculele sunt percepute de observator ca regiuni mari, fin dantelate și mai strălucitoare. Petele solare nu sunt fixe ci ele se deplasează de la stânga la dreapta, ceea ce arată că, Soarele, are o rotație proprie în jurul axei de simetrie, dar datorită compoziției sale gazoase, rotația nu este uniformă ci diferențială, astfel la ecuator rotația se face în 25 de zile, iar la poli în 35 de zile.

Natura petelor solare și a faculelor s-a stabilit în urma unor cercetări recente că este datorată liniilor de câmp magnetic ale Soarelui. Din acest punct de vedere petele solare și faculele care le mărginesc sunt produsul activității Soarelui, având o durată de viață de circa trei săptămâni petele solare, iar faculele o viață mai lungă dar au aceeași periodicitate de apariție de 11 ani.

### **b . Cromosfera**

Este stratul, care înconjoară fotosfera, cu o structură eterogenă și o grosime de circa 10.000 de km.

În cromosferă s-au observat scânteieri de scurtă durată, între petele unor grupuri, numite **erupții cromosferice**, regiuni de nori de culoare albă (nori de calciu) numiți **foculi** iar spre marginea discului solar apar și unele jeturi de materie ca niște limbi de flăcări ce ies din cromosferă, numite **protuberanțe**.

În funcție de durata lor de viață protuberanțele pot fi **liniștite**, dacă forma lor nu se schimbă timp de săptămâni de zile și **eruptive** dacă se ridică în câteva ore, evoluează și apoi dispar, având aceeași periodicitate ca și petele solare.

Tot aici se formează undele radio care au o lungime de undă scurtă, de ordinul centimetrilor.

### **c . Coroana solară**

Al treilea mare strat al atmosferei solare se întinde în jurul cromosferei, având o grosime de sute de mii de kilometri. Structura sa este destul de complicată poate și datorită temperaturii uriașe de un milion de grade. Coroana solară produce unde radio cu lungimea de undă de ordinul metrilor. În timpul maximului de pete solare ea este bogată și aproape uniform răspândită în jurul discului solar, iar în timpul minimului de pete se reduce alungindu-se în regiunea ecuatorului, la poli rămânând doar fire scurte numite **iarbă polară**.

#### **5.2.1.2.2. Interiorul Soarelui . Energia și temperatura Soarelui**

Observațiile astronomice detaliate au condus la concluzia că masa din interior este puternic concentrată spre centru, aflându-se la o presiune de sute de miliarde de atmosfere și la o temperatură cu o valoare de circa 14 milioane de grade. Din cauza acestor condiții materia este în stare de plasmă, comportându-se ca un gaz perfect .

Aceste condiții au făcut posibilă producerea de energie prin reacțiile de fuziune nucleară. Modelul reacției de fuziune nucleară, conform căruia nucleele de hidrogen se contopesc formând nucleee de heliu, explică în concordanță cu datele observate modul de producere a energiei solare, știut fiind faptul că în urma reacției de fuziune se eliberează o cantitate enormă de energie și căldură. Oamenii nu au reușit să obțină o astfel de reacție nucleară decât pentru o scurtă durată de timp, deoarece atingerea condițiilor necesare producerii reacției sunt extrem de dificil de realizat, dar de cantitatea de energie eliberată și-au dat seama după ce au detonat prima bombă termonucleară.

Pentru a putea estima atât energia radiată de Soare cât și temperatura sa, specialiștii au măsurat ce cantitate de energie primește o suprafață cu aria de  $1 \text{ cm}^2$ , așezată perpendicular pe direcția Soarelui, aflată la limita superioară a atmosferei terestre timp de un minut. Valoarea obținută este de 2 cal și a fost numită **constantă solară**. Dacă ținem cont de constanta solară și dacă ne imaginăm o sferă cu raza de o unitate astronomică atunci, printr-o estimare simplă, se deduce că Pământul primește numai a 2,2 miliarde parte din energia radiată de Soare. Această formidabilă cantitate de energie este emisă în mod constant de Soare în continuu, de peste trei miliarde de ani. În cele mai vechi roci ale scoarței terestre cu o vârstă estimată la circa 2,6 miliarde de ani au fost găsite alge fosile, fapt ce dovedește că încă de atunci, condițiile climatice erau apropiate de cele actuale. Cunoscând energia radiată de Soare s-a calculat că temperatura suprafeței solare are o valoare de circa 6.000 de grade.

Ne punem întrebarea: „Cât timp va dura acest proces ?“. Răspunsul cel mai simplu ar fi acela că atâta timp cât rezerva de hidrogen nu se epuizează. Sigur că ritmul transformării hidrogenului în heliu se accelerează cu timpul, dar există suficientă rezervă de hidrogen pentru miliarde de ani de aici înainte.

Această imensă cantitate de energie care ne vine în mod gratuit de la Soare este foarte puțin fructificată. Se pare că plantele și unele animale cu sânge rece o folosesc mult mai eficient decât noi oamenii. Totuși s-au construit centrale solare care captează lumina și căldura Soarelui și o transformă în electricitate. Marele neajuns al acestei tehnologii, nu este atât factorul de conversie, cât faptul că această tehnologie nu se poate folosi decât atunci când este Soare. De aici apare necesitatea găsirii unor modalități economice de stocare și producere a energiei electrice prin folosirea energiei solare.

### 5.2.1.3. Activitatea Soarelui

Masa Soarelui este puternic concentrată spre centru la presiuni și temperaturi inimaginabile. Materia, în aceste condiții, este în stare de plasmă. Plasma, este a patra stare de agregare a materiei, comportându-se ca un gaz perfect, fiind formată din particule încărcate cu sarcină electrică: electroni, protoni, ioni, etc.

Știm că Soarele se comportă ca orice corp gazos în sensul că mișcarea sa de rotație în jurul axei de simetrie nu este uniformă ci diferențială, rotația de la ecuator fiind mai rapidă decât cea de la poli. Din acest motiv se crează un curent electric, care la rândul său dă naștere la un câmp magnetic. Câmpul magnetic astfel creat, are o valoare mare, întinzându-se în tot sistemul solar, protejându-l de radiațiile galactice.

Tot în interiorul Soarelui materia, aflată la o temperatură de milioane de grade, caută să iasă la suprafață, spre straturi mai reci, producând astfel curenți de convecție, exact ca într-o oală în care fierbe apă. Să ne amintim că acești curenți de convecție au în componența lor sarcini electrice, care atunci când se află în mișcare produc câmp magnetic. Aceste linii de câmp magnetic ies la suprafața Soarelui fiind percepute ca pete solare. Petele solare apar câte două, liniile de câmp magnetic ieșind dintr-o pată, ca din polulul Nord al unui magnet și intrând în cealaltă pată pe la polul Sud. Plasma solară trasează astfel liniile de câmp magnetic dintre poli Nord și Sud.

Mecanismul producerii magnetismului solar descris aici este unul simplist, dar sigur că magnetismul solar este mult mai complex, iar atunci când Soarele este mai activ, suprafața sa se transformă într-o furtună magnetică ce dă naștere la și mai multe pete solare.

Această formă de activitate, noi o percepem vizual sub forma unor proeminențe, care nu sunt altceva decât materializarea liniilor de forță ce acționează trăgând plasma spre exteriorul Soarelui din interiorul său. Ele pot pluti deasupra Soarelui săptămâni întregi, constituind dovada câmpului magnetic invizibil, având forma liniilor de câmp magnetic pe care le vedem în jurul unui magnet. Proeminențele se pot observa pe suprafața

Soarelui ca niște fâșii înguste sub forma unor limbi de foc, cunoscute sub denumirea de **filamente**.

Pe lângă cele două tipuri de activitate solară, erupțiile solare sunt, de departe, cele mai spectaculoase, dar și cele mai periculoase pentru activitatea terestră. Erupțiile solare sunt asemănătoare unei proeminențe sau pete solare, dar energia astfel eliberată din interiorul Soarelui, este fantastică, de scurtă durată și cu o luminozitate foarte intensă.

Atât erupțiile cât și proeminențele când se desprind de Soare se alătură vântului solar, care este un flux de particule încărcate cu sarcină electrică. Existența vântului solar s-a pus în evidență cu ajutorul cometelor. În anul 1996 Cometa Hale- Bopp a fost observată ca având două cozi, una de culoare galbenă, iar cea de-a doua, de culoare albăstruie, fiind alcătuită din particule încărcate cu sarcină electrică a fost deviată de vântul solar.

În 1989 s-a produs o puternică erupție solară care a dat naștere la o furtună magnetică. Efectele acesteia au fost resimțite pe Pământ în special de cei șase milioane de oameni din regiunea Quebec, care au rămas în beznă în urma defectării centralelor electrice.

Activitatea Soarelui crește și scade odată la 11 ani, numărul de pete solare înregistrând un minim și un maxim. Următorul maxim de pete solare se așteaptă în jurul anului 2011.

Studii recente au demonstrat că există o legătură între activitatea Soarelui și clima terestră. Astfel s-a observat o perioadă caldă în secolele al X –lea și al XI –lea, atunci când vikingii au descoperit **Groenlanda**, adică „**Țara verde**“, ceea ce dovedește că temperatura era mai ridicată, numărul de pete solare fiind mai mare, iar lipsa petelor solare din a doua jumătate a secolului al XVII – lea a coincis cu o perioadă foarte friguroasă numită **mica eră glaciară**.

În concluzie totalitatea acestor fenomene de variație a maximului și minimului de pete solare constituie activitatea Soarelui, iar studiul acesteia, după cum am văzut, este extrem de importantă pentru noi, atât din punct de vedere teoretic cât și practic.

### **5.3. PLANETELE**

#### **5.3.1. PLANETELE INTERIOARE**

Aceste planete: Mercur și Venus, în ordinea lor de la Soare, se află între Soare și Pământ, fiind cunoscute și observate din vechime.

##### **5.3.1.1. MERCUR**

Planeta Mercur era cunoscută încă din mileniul 3 î.Hr. de către sumerieni, care au denumit-o **steaua de dimineață** sau **de seară**, în funcție de apariția sa. Astronomii greci știau că cele două denumiri se referă la unul și același corp ceresc. Datorită mișcării sale „sinuoase” l-au botezat Hermes, adică mesagerul zeilor, iar romanii, au făcut analogie cu negoțul, botezând corpul ceresc Mercur, zeul comerțului.

Fiind aproape de Soare, la 0,38 unități astronomice, adică 57,91 milioane de km, cu un diametru de 4.880 km și cu o masă de  $3,3 \cdot 10^{23}$  kg, Mercur a fost mult timp greu de observat și analizat.

Astronomii din veacul al XIX – lea, în urma observațiilor atente ale planetei, au calculat că orbita este foarte excentrică, la periheliu are 46 de milioane de km față de Soare, iar la afeliu 70 de milioane de km. Încercând să pună în concordanță parametrii orbitali, calculați în urma observațiilor în acord cu legile mecanicii newtoniene, au găsit diferențe care nu puteau fi explicate, decât admitând că perturbația este produsă de o nouă planetă, mult mai apropiată de Soare pe care au numit-o Vulcan. Încercările astronomilor de a găsi noua planetă au eșuat. Adevărata explicație a fost obținută prin aplicarea Teoriei Relativității a lui Einstein.

Sonda spațială Mariner 10 a survolat planeta în 1974 și 1975 cartografiind numai 45% din suprafața planetei. Datele transmise pe Pământ au arătat că la suprafața planetei variația de temperatură este extrem de mare, de la  $-183^{\circ}\text{C}$  la aproximativ  $427^{\circ}\text{C}$ . Suprafața planetei este foarte asemănătoare cu a Lunii fiind brăzdată de cratere, având densitatea de  $5,43\text{ g/cm}^3$ . Fiind situată în apropierea Soarelui, Mercur s-a format din elemente grele, iar miezul planetei pare să fie mai mare decât al Pământului, având raza cuprinsă între  $1800 \div 1900\text{ km}$ , mantaua de silicați având grosimea de circa  $500 \div 600\text{ km}$ . Se pare că cel puțin mijlocul miezului planetei este topit.

Atmosfera sa este foarte rarefiată datorită temperaturilor extreme. Un observator plasat pe o anumită longitudine ar observa: cum Soarele răsare gradual până într-un anumit punct de zenit, apoi stă pe loc după care apune, stelele se mișcă de trei ori mai repede și alte mișcări bizare. Aceste lucruri bizare se datorează marii excentricități a orbitei planetei.

Mercur nu are sateliți naturali, dar în anul 2004 s-a lansat o sondă spațială care va deveni satelitul artificial al planetei în 2011. Cercetarea și cartografierea completă a planetei este justificată și prin prisma faptului că în urma observațiilor asupra polului Nord s-a pus în evidență existența gheții, în umbra unor cratere. Un alt motiv, în afară de faptul că este bine să ne cunoaștem vecinii, îl constituie faptul că scoarța planetei prezintă semnificativ de concentrații de metale prețioase destul de mari.

Anul 2011, când sonda spațială Messenger va orbita planeta, coincide și cu anul de maximă activitate a Soarelui.

#### 5.3.1.2. VENUS

Este a doua planetă de la Soare fiind la 0,72 unități astronomice de acesta și a șasea ca mărime.

La fel ca Mercur, Venus ca planetă interioară pentru un observator din afară are două puncte, de maxim și minim, când apare fie dimineața fie seara.

Acest **comportament** al lui Venus a fost observat încă din timpuri preistorice, deoarece este, în afară de Soare și Lună, cel mai strălucitor obiect de pe cer. La noi este denumit **Luceafărul de dimineață** sau **Luceafărul de seară**. Astronomii greci din antichitate, exact ca în cazul lui Hermes (Mercur), și-au dat seama că steaua de dimineață, **Eosphorus** și cea de seară, **Hesperus**, sunt unul și același corp.

Venus a fascinat și a stimulat imaginația oamenilor care sperau să găsească pe planetă elementele necesare vieții. Galilei, prin observațiile sale, a descoperit că Venus prezintă faze la fel ca Luna îmbogățind astfel argumentele în favoarea teoriei heliocentrice a sistemului solar.

Măsurătorile de mai târziu, bazate pe date observaționale, o recomandau ca **soră geamănă** a Pământului cu o masă de 80 % din masa Pământului și cu un diametru cu numai 5 % mai mic decât al Pământului.

Prima sondă spațială care a survolat planeta în anul 1962 a fost sonda americană Mariner 2. Datele primite cu această ocazie au arătat că Venus are o atmosferă densă cu o presiune de 7÷8 ori mai mare decât cea terestră și o temperatură de circa 400 grade Celsius, iar la solul venusian o presiune de 15 atmosfere și o temperatură de  $280^{\circ}\text{C}$ .

Programul spațial sovietic Venera a îmbogățit cunoștințele noastre despre Venus realizând și o premieră la 15 decembrie 1970, atunci când sonda sovietică Venera 7 a ajuns pe altă planetă. Datele primite de la toate misiunile spațiale ce au vizat planeta au arătat o lume de infern cu vânturi mai puternice decât uraganele, temperaturi ce pot topi plumbul, neexistând condiții propice vieții datorită efectului de seră, care a facilitat evaporarea apei și a dus la aplatizarea reliefului.

Interiorul planetei se bănuiește că ar avea o structură similară cu a Pământului, adică un miez din fier cu o rază de 3000 km, o manta din rocă topită și o scoarță de grosime mică.

Perioada de rotație a planetei este de 243,5 zile având sens retrograd de rotație, motiv pentru care Venus trece cam de două ori într-un secol prin fața Soarelui. În secolul nostru a trecut prin fața Soarelui pe data de 8 iunie 2004 atunci când am avut ocazia să vedem vârful unui ac de gămălie ce traversa suprafața Soarelui în plină zi. Cei care au pierdut acest fenomen mai pot să-l vadă în 2012 sau, dacă îl vor rata, vor trebui să mai aștepte până în 2117.

Acest fenomen de tranzitare nu este atât de spectaculos ca o eclipsă totală de Soare, dar pentru astronomii amatori și nu numai, rămâne un fascinant moment când Venus poate fi observată ziua.

### 5.3.2. PĂMÂNTUL

A treia planetă de la Soare, Pământul, este unic în Universul cunoscut deoarece reprezintă casa noastră, fiind aflat în interiorul ecosferei, adică locul în care se poate dezvolta viața în jurul unei stele, în cazul nostru Soarele.

#### a . Formarea Pământului și a continentelor

În urmă cu circa 5 miliarde de ani, la periferia Căii Lactee se afla un nor imens de gaz și praf stelar. Acest nor avea dimensiuni gigantice și reprezenta rămășițele unei stele moarte.

Marele nor molecular avea o mișcare de rotație, iar pe măsură ce se micșora, sub acțiunea gravitației, viteza sa de rotație a început creșterea producând și creșterea energiei și implicit creșterea temperaturii în centrul norului care a devenit un glob rotitor ce s-a transformat în Soarele nostru. Restul norului se învârtea așa de repede încât s-a extins devenind un disc imens de praf și gaze constituind astfel materia primă din care s-a format Pământul și celelalte planete.

La început s-au format aproximativ 20 de **aglomerări** care au devenit în timp de câteva milioane de ani planete. Sistemul solar timpuriu, timp de aproximativ 30 de milioane de ani, a fost într-o eferescență continuă deoarece orbitele planetelor nou create se intersectau, erau mai aproape de Soare și din acest motiv coliziunile dintre ele au fost inevitabile. În urma coliziunilor unele s-au unit, altele s-au dezintegrat dar s-a redus numărul lor la mai puțin de jumătate din numărul inițial.

Energia generată de aceste coliziuni a făcut ca Pământul să aibă o temperatură de 4700 °C, adică un ocean de lavă incandescentă. Materialele ușoare s-au ridicat la suprafață iar cele grele s-au scufundat spre centru formând un miez de materie topită.

După alte 20 de milioane de ani, când temperatura la suprafața sa a devenit **mai rece** ajungând la circa 1000 °C, o planetă de mărimea lui Marte, formată din fier și alte materiale grele, a ciocnit Pământul sub un unghi de 45°. În urma acestui cataclism, atât Pământul cât și Theia aproape că s-au dezintegrat pentru moment, dar Pământul având masa mai mare a reușit să atragă materia expulzată din jurul său, înghițind nucleul planetei Theia, dar nu a mai reușit să adune materialele ușoare, care s-au aglomerat într-un disc ce gravita în jurul Pământului. Din acel disc de materiale ușoare, care au rezultat în urma impactului, s-a format Luna, satelitul nostru natural.

În acest stadiu materia a rămas topită mai multe mii de ani, iar Luna era de 15 ori mai aproape de Pământ decât este astăzi.

Această coliziune a cauzat înclinația axei rotație a Pământului iar consecința o reprezintă anotimpurile. În acele vremuri agitate Pământul a mai suferit și alte coliziuni cu asteroizi, meteoriți, comete, etc. Toate acestea au dus la **răcirea** Pământului și formarea apei, care s-a format surprinzător de repede, după unele estimări acum 4,4 miliarde de ani.

Oceanele aveau un bogat conținut de fier, având o culoare verzuie, atmosfera era mult mai densă având o culoare roșiatică fiind formată din azot, dioxid de carbon, metan iar temperatura s-a apropiat de de aproximativ 93 °C.

Din analiza compoziției celor mai vechi structuri primitive create de bacterii, **stromatolitele**, s-a constatat că la aproximativ un miliard de ani de la formarea Pământului a apărut viața favorizând astfel producerea oxigenului din atmosferă. A fost un proces îndelungat ajungând la nivel optim pentru viața terestră după miliarde de ani.

Dacă s-ar condensa timpul, de la ora 12 noaptea până la ora 12 ziua, despre viață am putea spune următoarele: au apărut cu o oră înainte de ora 12 condițiile propice vieții, la 37 de minute au apărut dinozaurii care au dispărut cu 10 minute înainte de ora 12, iar cu 19 secunde înainte de ora 12 au apărut primii oameni.

În paralel cu evoluția descrisă mai sus, Pământul, în urma coliziunii cu planeta Theia, era un glob de lavă fierbinte, fiind ușor de imaginat că elementele grele **au căzut** în interiorul Pământului **ridicând** la suprafață elemente ușoare ca oxigenul și silicații. Odată cu răcirea Pământului, lava topită s-a solidificat formând plăci de crustă uscată, care au fost **germenii** noilor continente la circa 150 de milioane de ani de la formarea Pământului. Mineralul format în acea perioadă, granitul, a fost elementul cheie care a ajutat Pământul să-și formeze primul uscat. Magma granitică s-a ridicat la suprafață dând naștere astfel la un protocontinent.

Protocontinentul s-a transformat în primul uscat continental, supercontinentul Vaalbara. Rămășițele acestui supercontinent se găsesc azi într-un craton din Africa de Sud. Analizarea probelor luate din craton au arătat că acesta are o vârstă de 3,5 miliarde de ani.

După circa un miliard de ani, Vaalbara s-a fărâmițat în continente mai mici, ca rezultat al dinamicii plăcilor tectonice. Acestea s-au unificat formând un alt supercontinent, Rodinia, care conținea aproape tot uscatul, centrul său fiind situat în America de Nord de astăzi.

Ciclul creației și distrugerii a durat peste 350 de milioane de ani, timp în care Rodinia a fost **ruptă în bucăți** formându-se astfel continente mai mici, care în urma derivei continentale s-au îndepărtat unele de altele sfârșind prin a se unifica, formând un alt supercontinent, situat în emisfera sudică, Gondwana. Gondwana, la rândul său, în câteva sute de milioane de ani a urmat același ciclu al distrugerii și creației dând naștere ultimului supercontinent, Pangeea.

Pangeea conținea toate continentele de azi unificate într-o masă uriașă de uscat, iar acum 250 de milioane de ani a început să se rupă lăsând astfel să se formeze continentele pe care le știm astăzi: Africa, America de Nord, America de Sud, Antartica, Asia, Australia și Europa.

## **b . Forma Pământului și dimensiunile lui**

Forma Pământului a fost mult timp subiect de contradicție, atribuindu-i-se când formă plată, când formă rotundă.

Forma rotundă a fost remarcată și de **Aristotel** (384 – 322 î. Hr.) în urma observațiilor pe care le-a făcut în timpul eclipselor de Lună, dar cel care a determinat primul circumferința Pământului, prin măsurători și calcule, a fost **Eratostene** (276-194 î.Hr.). El a citit într-un papirus vechi din Alexandria că în momentul solstițiului, într-o localitate, Syena (Assuanul de azi) se văd fundurile puțurilor, adică Soarele se află la zenit. Acest fapt l-a intrigat, deoarece atunci când a determinat distanța zenitală a Soarelui, în același moment la

Alexandria, a găsit o valoare de  $7,2^\circ$ . Această măsurătoare, deși făcută cu ajutorul unui instrument rudimentar, **gnomonul** (un băț înfipt în pământ, cu ajutorul căruia se poate determina meridianul locului), contrazice teoria, conform căreia Pământul are formă plată. Pentru a lămurii această problemă a presupus că Pământul are formă rotundă și a măsurat distanța pe sol neted, de la Syena la Alexandria, găsind astfel valoarea de 5.000 de stadii, adică o distanță de 787,5 km (1 stadiu  $\approx$  0,1575 km).

Aplicând proporționalitate arcelor cu unghiurile la centru corespunzătoare:

$$\frac{2\pi R}{360^\circ} = \frac{l}{n^\circ} \text{ sau } 2\pi R = \frac{l}{n^\circ} \cdot 360^\circ ,$$

Eratostene a găsit următoarea valoare:

$$2\pi R = 252.000 \text{ stadii} \approx 39.690 \text{ km} ,$$

adică :

$$R = 40.126,9 \text{ stadii} \approx 6.320 \text{ km} .$$

Valoarea găsită de Eratostene pentru raza medie a Pământului are o diferență de 50 km față de valoarea de azi, 6370 km, măsurată prin tehnici moderne.

În prezent s-a convenit că forma Pământului este de geoid de rotație.

Forma rotundă a Pământului a permis stabilirea poziției unui punct de pe suprafața terestră prin analogie cu stabilirea punctelor de pe sfera cerească, cu ajutorul coordonatelor geografice: **latitudinea**, care se măsoară de la ecuator spre cei doi poli, de la  $0^\circ$  la  $90^\circ$ , distingându-se în funcție de emisferă, latitudini nordice și sudice; **longitudinea**, care se măsoară de la meridianul  $0^\circ$  la  $180^\circ$ , în ambele sensuri, distingându-se longitudini estice și vestice.

Coordonatele geografice sunt esențiale în multe domenii, fiind folosite pentru alcătuirea hărților geografice, topografice, în navigație, etc.

### c. Date fizice . Structură

După cum am văzut, studierea Pământului s-a început demult, dar dezvoltarea aeronauticii din secolul trecut a făcut posibilă cunoașterea Pământului și din exteriorul său.

Pământul se află la o distanță de o unitate astronomică față de Soare, adică la 149.600.000 km, are un diametru de 12.756,3 km și o masă de  $5,9742 \cdot 10^{24}$  kg, orbitând pe o traiectorie eliptică, având la periheliu 147.098.074 km și la afeliu 152.097.701 km, cu o viteză medie de 29.783 km/s, parcurgând o circumferință a orbitei de 924.375.701 km în 365,256366 zile.

Din raportul masă-volum s-a calculat o densitate medie de  $5,5153 \text{ g/cm}^3$  ceea ce corespunde unei accelerații gravitaționale medii de  $9,7801 \text{ m/s}^2$ . Aceste date fizice ne arată că pentru lansarea în spațiu a unui satelit artificial, nava care-l transportă are nevoie de o viteză de 7,9 km/s, pentru a scăpa de atracția gravitațională și de a-l lansa pe orbită. Pentru a părăsi definitiv Pământul este nevoie de o viteză de 11,2 km/s, iar pentru a putea călători în spațiul galactic, adică pentru a părăsi sistemul nostru solar, nava ar trebui să aibă o viteză cel puțin egală cu valoarea de 13,6 km/s.

Am văzut că Pământul are o formă de geoid, adică mai bombat la ecuator și mai turtit la cei doi poli, astfel că raza sa variază ca valoare de la 6357 km la 6378 km.

Atmosfera care înconjoară Pământul are următoarea compoziție: azot (N) 77%, oxigen (O) 21%, argon (Ar) 1%, bioxid de carbon ( $CO_2$ ) 0,038% și apă ( $H_2O$ ) sub formă de vapori ce variază în funcție de zona climatică.

Cu toate că știm destul de multe despre suprafața Pământului, călătoria spre centrul său rămâne o pură fantezie.

Peste 99 % din planeta de sub noi a rămas neexplorată. Cea mai îndrăzneată expediție abia dacă a ajuns la 1,5 km. Cele mai adânci mine, sunt minele de aur din Africa de Sud, aflate la o adâncime de aproape 4 km sub pământ, iar condițiile de lucru impun echipamente speciale, datorită temperaturii de aproximativ 54 de grade Celsius cauzată de rocile fierbinți de dedesubt.

Cel mai adânc puț de foraj din lume se află în localitatea Kola din Rusia și are o adâncime de 12 km, dar raportat la raza Pământului seamănă cu o înțepătură de ac de albină pe spinarea unui elefant.

Ne-am dat seama cu ușurință că nu putem face observații **la fața locului** în legătură cu structura Pământului. Din analiza unor observații asupra activității geologice la suprafața Pământului: cutremure, erupții vulcanice, oamenii de știință au conceput un model de structură a Pământului pe straturi:

**1. Scoarța sau crusta Pământului** este stratul de la suprafață. Crusta este în stare solidă, cu o grosime ce oscilează între 30 și 60 de km, media fiind de 35 km. Scoarța este compusă în special din roci cristaline: cuarț, feldspat, oxizi metalici, etc.

**2. Mantaua** este stratul următor cu o grosime de 2.900 km fiind alcătuită din roci în stare topită (magma) în care predomină silicații și oxizii. Mantaua reprezintă o treime din masa Pământului cu o densitate cuprinsă între 3,25 g/cm<sup>3</sup> și 5 g/cm<sup>3</sup> în funcție de straturile sale.

**3. Nucleul Pământului** este format din două straturi distincte: nucleul extern și nucleul intern.

*i. Stratul nucleului extern* este situat între adâncimile de 2900 și 5100 de km, aflându-se într-o stare de agregare fluidă, constituită din topitură metalică, ce mai conține probabil și concentrații mici de sulf și oxigen care se rotește, iar sarcinile electrice din componența sa, în mișcare, reprezintă un curent electric care generează la rândul său magnetismul terestru.

*i. Stratul nucleului intern sau miezul Pământului* este stratul cuprins între 5100 și 6371 km, fiind constituit dintr-un amestec de fier și nichel, aflat în stare solidă. Starea solidă se explică prin presiunea enormă exercitată de straturile superioare a cărei valoare este de 3,6 de milioane de ori mai mare decât cea de la suprafață, deși temperatura miezului are o valoare ce oscilează între 5.000 și 6.500 de grade Celsius, comparabilă cu temperatura de la suprafața Soarelui.

Nucleul Pământului are masa egală cu 31,5 % din masa totală a Pământului, dar un volum de numai 16,2 % din volumul Pământului, ceea ce ne sugerează că densitatea medie a nucleului este de 10 g/cm<sup>3</sup>.

#### **d . Magnetismul terestru**

Pământul se află la 150 milioane de km depărtare de forțele distructive ale Soarelui. Este apărat de un scut magnetic fragil, în comparație cu intensitatea radiațiilor solare, având în vedere că Soarele bombardează zilnic Pământul cu unde magnetice și radiații ce echivalează cu o explozie de 4 milioane de ori mai mare decât cea de la Hiroșima.

Furtunile solare, generate de activitatea Soarelui, cauzează mari fluctuații în forța câmpului magnetic al Pământului, interferând cu telecomunicațiile, transportul energiei electrice, sistemele de navigație, etc.

Activitatea Soarelui are un ciclu de 11 ani, atunci când polii magnetici ai câmpului al Soarelui se schimbă. Dar și polii Pământului se pot schimba. Am aflat că geomagnetismul pornește din inima Pământului spre spațiu și din când în când se descompune schimbându-și polii, cauzând numeroase efecte.



Încă din secolul al XVI – lea , atunci când s-au început primele măsurători ale câmpului magnetic, s-a constatat că polii magnetici nu coincid cu cei geografici, fiind cu  $6^\circ \div 7^\circ$  mai la est.

În jurul anului 1.666 busola arăta că polii se suprapuneau, iar la începutul secolului al XIX – lea se deplasaseră cu  $18^\circ$  spre vest. Astăzi este cam la  $4^\circ \div 5^\circ$  spre vest.

În ultimele 40 de milioane de ani schimbarea de polaritate a întârziat cu peste o jumătate de milion de ani, iar în ultimii 2.000 de ani, câmpul magnetic a slăbit în intensitate. Acest fapt ne sugerează că ne putem aștepta, conform specialiștilor, la o inversare a polilor magnetici în jurul anului 3400.

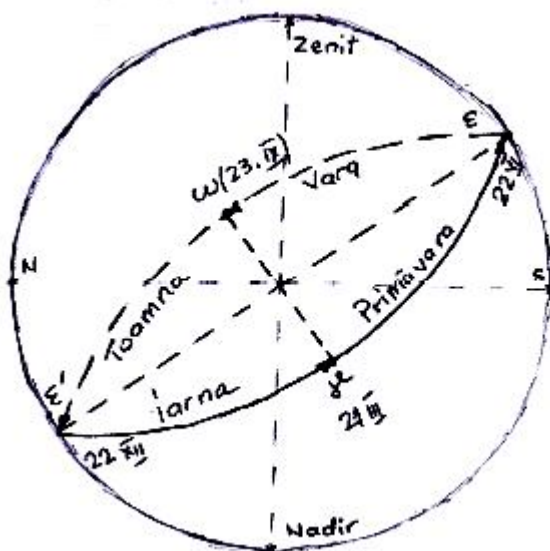
Știm că orice formă de viață este alcătuită din celule, iar acestea din molecule. Orice moleculă plasată în câmp magnetic devine puțin magnetică, fenomen care poartă numele de **diamagnetism**. Acest fenomen ne explică dependența de magnetism, care ne ajută în orientare, emblematic fiind cazul cârțișelor, care trăiesc sub pământ și au îndreptate galeriile întotdeauna dinspre nord spre sud, „locuința” lor fiind situată la capătul nordic.

Dacă perioada de tranziție ar fi scurtă, atunci animalele s-ar adapta la schimbarea polilor într-o generație, dar problema apare în cazul unei perioade de tranziție mai îndelungată. Dacă aceasta va dura 10.000 de ani, animalele vor trebui să-și dezvolte alte mecanisme de adaptare. Pentru oameni, tot ce înseamnă tehnologie de vârf, dar și starea mentală, stabilitatea socială vor fi afectate de haosul magnetic.

În concluzie următoarea schimbare a polilor magnetici ai Pământului va afecta evoluția rasei umane deoarece, ca orice formă de viață terestră, este bazată pe gravitație și geomagnetism.

#### e. Consecințe ale mișcării de revoluție și rotație a Pământului

Genialul astronom polonez Copernic a reușit să demonstreze că Pământul se mișcă în jurul Soarelui, dar și Soarele descrie o mică elipsă, numită **mișcarea anuală aparentă**, adică mișcarea Soarelui printre constelațiile zodiacale. Ea se desfășoară pe o ecliptică care taie ecuatorul în două puncte, **numite puncte echinoctiale**, ca în figura de mai jos :



Punctele echinoctiale sunt:

\* **punctul vernal** ( $\gamma$ ), prin care Soarele trece din emisfera australă în cea boreală, este un punct fictiv determinat prin calcule;

\* **punctul autumnal** ( $\omega$ ), prin care Soarele trece din emisfera boreală în cea australă.

Observăm că  $\gamma \omega$  reprezintă linia echinocțiilor, iar  $\varepsilon\varepsilon'$  linia solstițiilor, unde:

\*  $\varepsilon$  este punctul solstițiului de vară;

\*  $\varepsilon'$  este punctul solstițiului de iarnă.

O primă consecință o reprezintă **anotimpurile**, adică intervalul de timp necesar Soarelui să descrie arcul dintre două puncte fundamentale consecutive ale eclipticii.

Anotimpurile sunt:

\* primăvara – de la 21 martie la 22 iunie;

\* vara – de la 22 iunie la 23 septembrie;

\* toamna – de la 23 septembrie la 22 decembrie;

\* iarna – de la 22 decembrie la 21 martie.

Timpul în care Soarele parcurge cele patru arce nu este uniform, astfel că durata anotimpurilor astronomice este următoarea:

\* primăvara – 92 zile și 20 ore;

\* vara – 93 de zile și 15 ore;

\* toamna – 89 de zile și 19 ore;

\* iarna – 89 de zile.

Altă consecință importantă este **inegalitatea zilelor și nopților**. Prin **zi** înțelegem timpul în care Soarele este vizibil pe cer, adică timpul în care Soarele se află deasupra orizontului locului în opoziție cu noaptea, atunci când Soarele nu este vizibil.

Mișcarea Soarelui pe ecliptică timp de o zi este mică și de aceea putem presupune că, în fiecare zi, Soarele, descrie câte un paralel care se deplasează în fiecare zi cu câte un grad, adică atâtea paralele diurne câte zile are anul. Paralelii tereștri ai echinocțiilor coincid cu ecuatorul, iar paralelii solstițiilor coincid cu tropicele: la solstițiul de vară cu tropicul Racului și la cel de iarnă cu tropicul Capricornului.

La poli Soarele rămâne fie deasupra orizontului, fie dedesubtul orizontului timp de mai multe rotații, determinând **zilele și nopțile polare**.

În România zilele și nopțile sunt normale, fiind cuprinse ca durată între 8 ore 50 de minute și 15 ore 32 de minute.

O altă consecință o reprezintă **zonele climatice ale Pământului**, deoarece Pământul nu primește aceeași cantitate de căldură de la Soare, uniform repartizată pe suprafața sa.

Pe Pământ avem următoarele zone climatice:

\* **zona caldă**, cuprinsă între cele două tropice, în care Soarele se află la zenit de două ori pe an;

\* **două zone reci (polare)**, formate din cele două calote polare, delimitate de cercurile polare, fiind zonele care au zilele și nopțile polare;

\* **două zone temperate** situate între tropice și cercurile polare.

România este mărginită de pe paralela de  $43^{\circ}37'$  și  $48^{\circ}15'$  fiind situată în întregime în zona de nord.

### 5.3.3. LUNA

Este singurul satelit natural al Pământului, fiind cunoscut încă din timpuri preistorice, deoarece este al doilea corp ceresc ca strălucire după Soare. Fiecare civilizație a numit Luna în funcție de de cultură și nivelul de dezvoltare, grecii i-au spus Artemis și Selena, romanii Luna, etc.

Abia în secolul trecut, primul pas în cunoașterea de aproape a Lunii, s-a făcut prin lansarea sondei spațiale sovietice Luna 2, în anul 1959, iar zece ani mai târziu, în 20 iulie, Luna a fost vizitată de un echipaj uman.

Satelitul nostru natural este un bulgăre de rocă și praf de 81 de milioane de miliarde de tone cu un diametru de 3476 km, ce orbitează la aproape 400.000 de km deasupra noastră. Are munți de până la 4.800 m înălțime și milioane de cratere ce-i brăzdează solul uscat, pentru că nu a fost găsită apă în stare lichidă. Temperatura variază între - 250 °C și 380 °C, iar gravitația sa este de șase ori mai mică decât cea terestră.

Din sumara descriere de mai sus deducem cu ușurință că nu este nici pe departe un loc primitiv, dar cu toate acestea, Luna continuă să ne fascineze și să ne impresioneze.

Luna este partenerul nedespărțit al Pământului în mișcarea sa de revoluție în jurul Soarelui. Cu toate acestea, Luna nu exista acum 4,5 miliarde de ani, atunci când sistemul nostru solar timpuriu avea mai multe planete. Printre acestea se afla o planetă, cam jumătate cât Pământul, Theia, a cărei orbită s-a intersectat cu a Pământului, iar la un moment dat a intrat în coliziune cu Pământul. În urma acestei ciocniri catastrofale, de o putere inimaginabilă, s-au desprins secțiuni cât continentele de pe suprafața Terrei, fiind aruncate în spațiu. Acestea conțineau elemente mai ușoare decât fierul, iar atmosfera din jurul planetei topite era formată din vapori de rocă.

Gravitația Pământului a atras majoritatea vaporilor de rocă, dar restul au ajuns în spațiul cosmic și pentru că nu au reușit să scape definitiv de atracția Pământului au format în jurul acestuia un inel de praf și rocă. Prin procesul numit **concreștere**, particulele s-au ciocnit și au fuzionat între ele formând bulgări mai mari. În timp ce resturile se uneau, forțele de gravitație combinate au atras și mai multe fragmente, până când miliardele de particule au format o minge fierbinte de materie topită, **protoluna**. În mai puțin de 100 de ani s-a răcit, devenind un bulgăre solid de piatră, de cinci ori mai mic decât Pământul, la o distanță de 27.350 de km de acesta. Geneza ei violentă a îndepărtat-o de Pământ într-o călătorie ireversibilă, care va dura până la sfârșitul vieții Soarelui nostru. Anual Luna se îndepărtează cu 3,8 cm de noi.

Acum 4 miliarde de ani, Luna orbita la 138.400 de km afectând profund Pământul prin atracția sa gravitațională. Atracția sa gravitațională a creat marea cu valuri înalte de mii de metri, care năvălind pe uscat au creat **supa primordială** din care a apărut viața. Un alt efect benefic al giganticelor marea a fost acela că au **îmblânzit** atmosfera planetei permițând astfel evoluția diverselor forme de viață spre structuri mai complexe.

În urma coliziunii cu **Theia –Zeia Mamă a Lunii**, axa Pământului s-a înclinat la 23,5 grade și viteza sa de rotație în jurul axei proprii s-a mărit, fiind de patru ori mai mare ca astăzi.

După formarea ei, Luna a menținut această înclinație și datorită permanentei interacțiuni dintre aceste corpuri cerești, Pământul și-a redus viteza de rotație la cea de azi. Astăzi, influența Lunii este mult mai mică, dar nu a dispărut complet, se pare că încă mai are suficientă forță pentru a produce erupții vulcanice și cutremure.

Luna orbitează în jurul Pământului în circa 29 de zile (ciclul lunar) arătându-ne aceeași față, dar deoarece se mișcă permanent în relația cu Soarele și Pământul, ne apare sub înfățișări diferite cunoscute ca **fazele Lunii**.

Acest lucru nu se datorează faptului că Luna și-ar schimba forma, ci pur și simplu datorită poziției sale, sub care este văzută de un observator terestru. Din acest motiv discul lunar de formă circulară, îi apare observatorului, ca având un sector luminat și unul întunecat, separate printr-o linie netă, numită **terminator**, astfel încât formele celor două regiuni, precum și ariile sunt variabile în timp.

Când observatorului îi apare semisfera neluminată spunem că avem **Lună Nouă**, iar în opoziție cu ea, când avem sfera neluminată, avem **Lună Plină**. Între cele două poziții, după Lună Nouă atunci când sectorul luminat este egal ca arie cu cel neluminat, adică în aproximativ 7 zile și trei optimi de la momentul conjuncției, spunem că avem **Primul Pătrar**, iar opusul său se numește **Ultimul Pătrar**.

Când este Lună Nouă, atât Soarele cât și Luna sunt aliniat pe aceeași axă, iar gravitația lor combinată afectează scoarța Pământului mai mult decât de obicei. Când este Lună Plină, Soarele și Luna fiind în opoziție, atracția asupra Pământului se face din direcții opuse, ca într-un imens joc astronomic **care pe care**.

Oamenii din vechime și-au dat seama de influența Lunii în mod intuitiv, dar astăzi, cu ajutorul mijloacelor moderne, s-a constatat că Luna încă mai exercită o influență majoră asupra Pământului și chiar s-au creat teorii empirice pentru prevederea unor catastrofe naturale: erupții vulcanice, cutremure, dar și prevenirea oamenilor, pentru diminuarea pagubelor și a pierderilor de vieți omenești.

#### 5.3.4. ECLIPSELE

Luna, în mișcarea ei de revoluție în jurul Pământului, trece prin fața unui astru, spre care privește un observator terestru, făcându-l invizibil. Un astfel de fenomen se numește **ocultație**. Nici Soarele nu este ferit de aceste ocultații produse de Lună. Ocultațiile de Lună se numesc **eclipse**.

Fâșia de umbră, care apare datorită faptului că discul Lunii se suprapune peste discul solar, are o lățime de circa 160 km pe suprafața Pământului și nu se vede în toate locurile la fel. Dacă observatorul terestru se află în interiorul fâșiei de umbră, atunci vede întreg discul solar acoperit de discul Lunii, adică ceea ce noi numim **o eclipsă totală de Soare**. La noi în România, în secolul trecut, pe data de 11 august 1999 am urmărit o eclipsă totală de Soare.

Dacă observatorul terestru se află în afara fâșiei de umbră, adică în conul de penumbră, el poate vedea numai o parte a discului solar acoperit de discul Lunii, cu alte cuvinte vede **o eclipsă parțială de Soare**. Pe data de 29 martie 2006 s-a produs o eclipsă parțială de Soare, vizibilă din țara noastră într-o proporție de 70 %, iar la 1 august 2008 o eclipsă vizibilă din țara noastră în proporție de 20 % .

În cazul eclipsei totale de Soare, un fenomen interesant este **inelul cu diamante**, care are loc în momentul reapariției discului solar, iar în general eclipsele de Soare au loc numai atunci când Luna, în fază de Lună Nouă, se află cât mai aproape de ecliptică.

Dacă Luna, în drumul ei în jurul Pământului, este în conul de umbră al Pământului, atunci ocultația Pământului asupra Lunii se numește **eclipsă de Lună**, care poate fi totală sau parțială. Orice eclipsă de Lună, parțială sau totală, de umbră, este precedată și urmată de câte o eclipsă de Lună în penumbră. Remarcabil este faptul că în timpul unei eclipse totale de Lună, aceasta nu este complet invizibilă, ci datorită faptului că atmosfera terestră absoarbe mai mult radiația din extremitatea violetă a spectrului, discul Lunii apare de culoare roșiatică. Eclipsele de Lună nu pot avea loc decât atunci când Luna, în faza de Lună Plină, se află foarte aproape de ecliptică.

Datorită faptului că eclipsele nu se văd la fel pe toată suprafața Pământului, astronomii din antichitate s-au văzut obligați să analizeze observațiile existente și să găsească o metodă de calcul pentru prevederea lor. Astfel, caldeenii au dedus că eclipsele se succed

după un timp de 18 ani și 11,3 zile numind această perioadă **ciclul lui Saros**. Ciclul lui Saros cuprinde 70 de eclipse din care: 41 eclipse de Soare și 29 de eclipse de Lună.

Deși eclipsele de Soare sunt mai frecvente decât eclipsele de Lună, sunt puncte pe suprafața globului terestru unde eclipsele de Lună sunt mai frecvente și mai ușor de observat, pe când eclipsele de Soare, deși sunt mai frecvente, ele sunt vizibile într-o bandă îngustă. De exemplu se produc 10 eclipse de Soare, dar rar se observă o eclipsă totală de Soare.

### 5.3.5. PLANETELE EXTERIOARE

Au fost denumite așa deoarece ele orbitează pe traiectorii ce înconjoară orbita Pământului, fiind în ordinea depărtării lor Marte (ultima planetă de tip terestru) Jupiter, Saturn, Uranus și Neptun, giganticele planete gazeoase.

Ne-am fi așteptat ca să mai fie o planetă între Marte și Jupiter, dar aici orbitează un brâu de asteroizi, numit **Centura Principală**, iar Pluto a fost după cum știm decăzut din statutul de planetă considerându-se că face parte din Centura Kuiper.

#### 5.3.5.1. MARTE

Marte este cunoscută din timpuri străvechi. Un observator terestru vede planeta într-o culoare roșiatică. Astronomii din Grecia Antică au numit planeta Ares, zeul războiului. În opoziție romanii i-au spus Marte, zeul agriculturii, iar prima lună de primăvară calendaristică se numește tot Martie.

Cunoștințele despre planetă s-au îmbogățit pe măsură ce s-au dezvoltat instrumentele de observare. Astronomul italian Schiaparelli, cu ajutorul unui telescop, a descoperit pe solul marțian o rețea complexă de șanțuri, pe care le-a numit **canali** (șanț, canion natural). Comunicarea sa a fost tradusă eronat, astfel canali a devenit **canale**, termen care denumește o lucrare făcută după un anumit proiect, cu un scop anume de o ființă superioară. Din acest motiv, dar și din dorința ca să avem ca vecini ființe vii, imaginația scriitorilor de science-fiction a luat-o razna, prezentându-ne planeta ca fiind habitatul unor ființe stranii, care din când în când ne invadează.

Pentru a elucida aceste enigme, dar mai ales din pură curiozitate științifică, au fost trimise sonde spațiale pentru observarea planetei încă din secolul trecut. Prima sondă spațială, Mariner 4, care a survolat planeta în 1965 ne-a arătat o lume lipsită de viață, cu o atmosferă rarefiată, compusă din dioxid de carbon 95,3 %, azot 2,7 %, argon 1,6 %, și urme de oxigen 0,15 % și apă 0,03 % cu o temperatură ce variază de la -133 °C iarna la poli până la 27 °C în timpul zilei de vară.

Observațiile efectuate cu ajutorul roboților, care au amarizat pe Marte și au luat monstre, au scos în relief faptul că Marte a avut într-un trecut îndepărtat activitate vulcanică, iar apă există, dar sub formă solidă în calotele polare.

Tot din aceste observații recente s-a presupus că interiorul planetei este întrucâtva similar cu cel al Pământului, în sensul că miezul planetei este dens, solid, având o rază de 1.700 km, înconjurat de o manta formată din rocă topită, dar foarte vâscoasă și o crustă foarte subțire, cuprinsă între 80 km în emisfera sudică și 35 km grosime în emisfera nordică.

Dacă ținem cont că are un diametru de 6.794 km și o masă de  $6,4219 \cdot 10^{23}$  kg atunci înțelegem de ce nu și-a putut păstra atmosfera, așa cum a făcut-o Pământul, deoarece atracția gravitațională este de trei ori mai mică decât cea terestră.

Datorită atmosferei rarefiate, suprafața planetei nu a fost remodelată foarte mult, dar și din lipsa activității vulcanice, iar Marte ne oferă câteva forme de relief cu adevărat spectaculoase, unice ca dimensiuni pentru o planetă terestrială. Iată câteva din aceste forme:

- \* Muntele Olympus cu o înălțime de 24 km.
- \* Tharsis, un „bulgăre de rocă” înfipt în suprafața marțiană, cu un diametru de 4.000 de km.
- \* Valea Marineris, care este defapt, un sistem de canioane lung de 4.000 de km a căror adâncime oscilează de la 2 km la 7 km.
- \* Hellas Planitia, un crater de impact din emisfera sudică, care are un diametru de 2.000 de km și o adâncime de 6 km.

Aceste forme de relief , absolut spectaculoase, au fost observate numai de sondele spațiale, deoarece deocamdată este imposibilă cercetarea planetei cu ajutorul echipajelor umane.

Marte are doi sateliți naturali Phobos (Lumina), cu o rază de 11 km ce orbitează la o distanță de 9.000 de km de Marte și Deimos ( Întunericul), cu o rază de 6 km ce orbitează la o distanță de 23.000 km. Ambii sateliți au masele aproximativ egale, Phobos are masa de  $1,08 \cdot 10^{16}$  kg, iar Deimos are masa de  $1,8 \cdot 10^{15}$  kg, fiind descoperiți în anul 1877 de către astronomul Hall.

Explorările viitoare ale planetei Marte sunt pline de optimism, deoarece oamenii, odată ajunși pe Marte, speră să facă o terraformare a planetei să o facă locuibilă, să-i schimbe culoarea roșietică, datorată furtunilor de praf, în albastru ca a Terrei.

### 5.3.5.2. CENTURA DE ASTEROIZI

Astronomul italian Giuseppe Piazzi , în timp ce verifica „ Legea lui Bode “, o regulă empirică stabilită în 1772 de Johann Bode, care stabilea estimativ distanța dintre planete și Soare, pentru a găsi planeta lipsă dintre Marte și Jupiter, a avut surpriza ca pe data de întâi ianuarie 1801 să descopere o mică planetă, pe care a numit-o Ceres. Bucuria de a fi descoperit planeta lipsă, din șirul lui Bode, a durat un an, deoarece în 1802 a fost descoperit Pallas, în aceeași regiune. Astronomii au presupus că dacă în acea regiune există două planete mici, atunci pot exista și altele. Continuând cercetările, au descoperit în 1804 pe Juno, în 1807 pe Vesta, în 1837 pe Astrea și până în 1890 când au fost catalogați peste 300 de asteroizi .

Aceste corpuri au fost denumite **asteroizi** de către astronomul William Herschel, ele fiind corpuri cerești reci, mici ca dimensiuni, cu diametre cuprinse între câteva zeci de metri și câțiva kilometri, care se învârt în jurul Soarelui. Fiind mai mici decât planetele sunt numiți uneori **planetoizi**. Cei mai mulți orbitează în jurul Soarelui, între orbitele planetelor Marte și Jupiter, formând așa-numita Centură Principală, cuprinsă între 2 și 3,4 unități astronomice. Astăzi se estimează că numărul asteroizilor este de peste 30.000, cu o masă totală mai mică decât a Lunii.

Asteroizii, la fel ca planetele, orbitează în jurul Soarelui de la vest spre est, pe orbite al căror plan este apropiat de planul orbitei Pământului, iar timpul necesar asteroizilor pentru a efectua o mișcare de revoluție completă în jurul Soarelui oscilează între 3,5 și 6 ani tereștri.

S-au observat destule abateri de la valorile medii ale orbitelor asteroizilor cauzate, fie de atracția enormă exercitată de Jupiter, fie de ciocnirile dintre ei și din acest motiv, orbitele unora dintre ei se intersectează cu cele ale planetelor. Acest lucru poate avea consecințe majore, deoarece o ciocnire a lor cu Pământul poate avea efecte catastrofale pentru viața de pe Terra. O astfel de ciocnire se presupune că a avut loc în urmă cu 65 de milioane de ani, atunci când în urma impactului unui asteroid cu Pământul, în dreptul peninsulei Yukatan din Mexic, au dispărut dinozaurii.

În secolul trecut, pe 30 iunie 1908, a avut loc un incident similar la nord de râul Tunguska, din Siberia, când un corp, cu un diametru de 50 m (un meteorit) a explodat la o înălțime de 6 km, producând o explozie echivalentă cu 15-30 de tone de explozibil convențional. Nu s-au produs pagube umane, deoarece zona era nelocuită, dar undele de șoc au înconjurat Pământul de mai multe ori. Pentru comparație, la data de 29.01.2008 un „cartof” enorm, cu dimensiuni cuprinse între 150 m și 600 m, asteroidul „2007 TU 24” a trecut la „numai” 537.500 km de Pământ, cu o viteză de 9.248 km/s.

Natura asteroizilor este în atenția oamenilor de știință, deoarece cunoscându-le compoziția chimică, putem deduce mult mai multe informații despre sistemul nostru solar. În acest sens, sonda spațială NEAR Shoemaker a orbitat începând cu luna februarie a anului 2000, în jurul asteroidului Eros, iar anul următor, în aceeași lună, a aterizat pe suprafața asteroidului.

Compoziția chimică a asteroizilor îi împarte în trei clase majore:

- \* Tipul C – formați în special din carbonați (75 %);
- \* Tipul S – formați dintr-un amestec de fier-nichel și silicați (17 %);
- \* Tipul M – formați din fier-nichel pur.

După cum am văzut asteroizii ocupă locul unde s-ar fi putut forma o planetă, iar cercetătorea lor directă rămâne o prioritate pentru oamenii de știință.

### 5.3.5.3. JUPITER

A cincea planetă de la Soare și a patra ca strălucire pe cer (după Soare, Lună și Venus), Jupiter este cunoscută încă din vechime ca o **stea călătoare**. Grecii îl asemuiau pe Jupiter cu Zeus, conducătorul zeilor olimpici, iar romanii l-au considerat Protectorul Imperiului Roman fiind considerat „Steaua Regilor”.

Jupiter orbitează la 778.330.000 km față de Soare, adică la peste cinci unități astronomice și are un diametru de 11 ori mai mare decât al Pământului. Cu o masă mai mare de 318 ori decât a Pământului și cu un volum de 1.300 de ori mai mare, Jupiter ar putea „înghiți” cea mai mare parte a tuturor planetelor din sistemul solar.

În anul 1610, Galileo Galilei a descoperit că „Regele planetelor” avea un alai compus din patru companioni mai mici, **lunile galileene**: Io, Europa, Ganymede și Callisto. Descoperirea lui Galilei a fost crucială pentru astronomi, ea venind în sprijinul teoriei copernicane, dar a mai fost folosită la prima măsurătoare a vitezei luminii de către astronomul danez Ole Rømer (1644–1710). În 1676, pe când studia mișcarea lui Io, în jurul lui Jupiter, i-a venit ideea genială de a măsura timpul cât Io era ocultat de Jupiter. Efectuând calculele, cu ajutorul distanțelor astronomice din acea vreme, el a găsit valoarea de 135.000 km/s, adică 45 % din valoarea cunoscută astăzi de 300.000 km/s.

În anul 1973, sonda spațială Pioneer 10 a vizitat planeta Jupiter pentru prima dată, fiind urmată de Pioneer 11, Voyager 1 și Voyager 2 și altele. În urma prelucrării informațiilor, s-a dedus că Jupiter are un miez de material solid, cu o masă ce oscilează între 10 și 15 mase terestre. Acest miez solid este înconjurat de o „manta”, formată din hidrogen metallic în stare lichidă, adică un amestec format din electroni și protoni, aflat la o presiune de peste 4 milioane de ori mai mare decât presiunea atmosferică, dar la o temperatură mai mică decât cea din interiorul Soarelui. Acest strat, care este un bun conductor de electricitate, este angrenat în mișcare, datorită mișcării planetei în jurul axei proprii, generând ca orice curent electric câmp magnetic.

Atmosfera jupiteriană, stratul de la suprafață pe care îl vedem noi, este formată din 86 % hidrogen și 14 % heliu, reprezentând o compoziție apropiată de cea a Nebuloasei primordiale din care s-a format întregul nostru sistem solar. Atmosfera jupiteriană este foarte turbulentă, mișcându-se în benzi la fel ca în cazul Soarelui.

În secolul al XVII-lea a fost observată Marea Pată Roșie, care este o formațiune ovală, destul de mare cât să cuprindă două Pământuri. Din observațiile făcute, în infraroșu, Marea Pată Roșie se prezintă ca o regiune de înaltă presiune, ai cărei nori superiori sunt mult mai înalți și mai reci decât zonele înconjurătoare. Misterul Marii Pete Roșii este cu atât mai mare, cu cât această formă rezistă în timp, în ciuda unor vânturi cu viteze de circa 650 km/h.

Sonda Galileo, care a transmis date de ultimă oră, a confirmat că Jupiter are un câmp magnetic uriaș, cu mult mai puternic decât cel al Pământului, care se întinde pe o distanță de peste 650 milioane de km, dincolo de orbita lui Saturn, iar spre Soare la numai 4,3 milioane de km.

Uriașa magnetosferă jupiteriană, care cuprinde cei 63 de sateliți naturali cunoscuți până în prezent, cei mari purtând numele unor personaje din viața lui Zeus, ceilalți fiind numai catalogați, își pune amprenta pe activitatea unor sateliți galileeni, ca în cazul lui Io, dar prezintă și o radiație mult mai puternică decât cea observată în centurile Van Allen ale Pământului.

Atunci când sonda spațială Voyager 1, în călătoria ei prin sistemul nostru solar pe care îl va părăsi în 2015, survola planeta Jupiter, oamenii de știință au avut surpriza să observe că planeta are inele, dar mult mai palide și mai mici decât inelele lui Saturn, fiind probabil alcătuite din fragmente de material pietros. Mai târziu, sonda Galileo a furnizat informații clare, care arată că inelele sunt alimentate permanent de praful format de impactul micrometeoritilor cu cele patru luni interioare, ce sunt foarte energice, datorită forței de atracție a câmpului gravitațional al lui Jupiter.

Dovada colosalei forțe de atracție gravitațională a lui Jupiter a fost observată de astronomi „pe viu“, în 1994, când cele 21 de fragmente ale cometei Shoemaker-Levy 9 au căzut pe planetă, timp de 6 zile, între 15 iulie și 21 iulie, producând impacturi care, dacă ar fi fost pe Pământ, ar fi fost catastrofale pentru viața terestră.

Probabil rolul de „aspirator“ al cometelor, jucat de Jupiter de-a lungul existenței Pământului a fost esențial pentru apariția, dezvoltarea și perfecționarea sistemelor vii de pe Pământ.

#### 5.3.5.4. SATURN

A șasea planetă de la Soare și a doua ca mărime din sistemul nostru solar, Saturn, a fost cunoscută încă din antichitate. Observată de antici ca o stea o stea de culoare galbenă pe cerul vestic, le-a sugerat astronomilor greci denumirea de Cronos, după numele celui mai tânăr dintre titani, tatăl lui Zeus. Romanii i-au spus Saturn asemuindu-l cu zeul agriculturii, inspirați probabil de culoarea galbenă, aceeași ca a grânelor coapte.

În anul 1610 Galileo Galilei, scrutând mai atent planeta, a observat un glob cețos și gălbui cu dungi paralele cu ecuatorul, înconjurat de niște formațiuni inelare, absolut senzaționale, **celebrele Inele ale lui Saturn**. În 1659 Christiaan Huygens a observat că inelele sunt divizate și au culori diferite.

Informațiile acumulate până în prezent ne prezintă planeta, care se află la 9,54 unități astronomice față de Soare, ca un sferoid aplatizat, diametrul ecuatorial este de 120.7536 km, iar distanța dintre poli de 108.728 km, a cărui masă de  $5,68 \cdot 10^{26}$  kg, ne indică o densitate medie mai mică decât a apei. Atmosfera superioară, cea pe care o putem observa, prezintă benzi paralele, asemănătoare cu cele ale lui Jupiter, dar nu atât de clar conturate și mai late la ecuator.

Ca și Jupiter, Saturn are o compoziție chimică de 75% hidrogen, 25% heliu și urme de apă, metan, amoniac și silicați la fel ca și compoziția Nebuloasei primordiale. Atmosfera saturniană „ascunde“ în interior un miez solid de rocă, înconjurat de o „manta“ formată dintr-un strat superior de hidrogen molecular metalic lichid și un strat superior de



hidrogen molecular. La fel ca și Jupiter, Saturn este înconjurat de un câmp magnetic puternic, dar tot la fel ca și Jupiter radiază mai multă energie decât primește de la Soare. Acest lucru înseamnă că interiorul lui Saturn este foarte fierbinte cu o temperatură de circa 12.000 K.

Privit din spațiu Saturn ne oferă un peisaj de un calm absolut, creându-ne o falsă impresie, deoarece în atmosfera saturniană furtunile sunt de proporții epice. Ca și planeta noastră, Saturn are axa de rotație înclinată la circa 23 de grade față de orbită, ceea ce înseamnă că are anotimpuri distincte în timpul unui an saturnian, circa 30 de ani terestri. Vara saturniană începe cu o furtună care se iscă din adâncul planetei spre suprafață, iar acestea apar ca viscole mari de zăpadă de amoniac, ceea ce înseamnă că gigantul gazos are o compoziție chimică ce face viața imposibilă.

Sondele spațiale Voyager au pus într-o lumină nouă inele lui Saturn, care sunt defapt mii de inele mai mici, care dau impresia unor șanțuri pe un disc de gramofon, formate din particule diferite, ce dau culori diferite: gheața de mărimea bobului de mazăre ne dă culoarea maro, inele apropiate de planetă fiind formate din milioane de particule a căror mărime variază de la dimensiunea unei pietre până la cea a unui automobil. Pe lângă informațiile furnizate despre inelele saturniene au făcut completări asupra sateliților naturali ai planetei, ridicând numărul acestora la 56, din care 34 au primit nume. Cel mai mare satelit Titan, descoperit în 1655 de Christiaan Huygens, este singurul din întregul sistem solar care are o atmosferă densă, similară cu cea de pe Pământ înainte de apariția vieții. Atmosfera lui Titan are o culoare portocalie, fiind formată dintr-un amestec de gaze, unde zăpada de metan cade prin atmosfera de azot. Este aceeași combinație ca ca acum 3,5 miliarde de ani, numai că aici temperatura este de -165 °C, iar pe planeta noastră din acele timpuri temperatura era cu mult mai mare.

#### **5.3.5.5. URANUS**

A șaptea planetă de la Soare este situată la o distanță de 19,218 unități astronomice față de Soare. Din acest motiv nu se poate observa decât cu ajutorul instrumentelor optice. A fost semnalată pentru prima dată, în 1690 de către astronomul englez John Flamsteed dar, probabil, fiind pe direcția constelației Taurus, a fost catalogată ca 34 Tauri. După 91 de ani, pe 13 martie 1781, genialul astronom William Herschel, în urma unei cercetări sistematice a cerului a descoperit planeta, numind-o „Planeta Georgiană” în onoarea regelui său, Regele George al treilea al Angliei. Din 1850 a intrat în uz denumirea, propusă de Bode, Uranus, Uranus fiind tatăl lui Cronos.

Datele furnizate de Voyager 2, care a survolat planeta pe 24 ianuarie 1986, au arătat că Uranus, ca orice planetă gazoasă, are inele și o atmosferă de culoare albastră. Atmosfera planetei este compusă din 83% hidrogen, 15% heliu și restul metan. Probabil culoarea albastră se datorează faptului că atmosfera superioară absoarbe culoarea roșie a metanului. Interiorul planetei este în multe privințe similar cu cel al lui Jupiter și Saturn, mai puțin stratul de hidrogen metalic care-i conferă un câmp magnetic de 48 de ori mai puternic decât cel terestru, aliniat normal la rotația planetei.

Observațiile făcute de Voyager 2 au scos în evidență că axa lui Uranus e aproape paralelă cu elipsa, polul sud al planetei fiind orientat atunci aproape direct spre Soare. Concluzia ce s-ar putea desprinde de aici, că regiunile polare primesc mai multă energie de la Soare, este contrazisă de măsurători, care arată că Uranus este mai caldă la ecuator.

Savanții au explicat această anomalie printr-o ipoteză destul de plauzibilă și anume că într-un trecut îndepărtat, Uranus a suferit o coliziune catastrofală, iar în urma impactului, planeta a fost distrusă aproape complet, dar miezul rămas a avut suficientă forță pentru a reîntregi planeta sub forma pe care o vedem astăzi.

Ca și celelalte planete gazoase atmosfera are grupări de nori care se plimbă cu viteza de circa 576 km/h, menținându-se modelul de centuri latitudinale în ciuda orientării axei sale.

Până acum s-au descoperit 27 de sateliți, din care numai 20 au fost denumiți, dar Voyager 2 a scos în evidență satelitul Miranda, descoperit de Kuiper în 1948, care cu un diametru de numai 480 km prezintă cele mai variate forme de relief (platouri, canioane, vârfuri și cratere) pentru un corp mic. Explicația acestei suprafețe dinamice constă în jocul atracției gravitaționale dintre corpurile ce formează suita planetei, precum și gravitația enormă pe care o exercită planeta.

Sunt cunoscute 11 inele ale planetei, care are o temperatură de -216 grade Celsius, dar numai unul este mai luminos, inelul Epsilon.

### 5.3.5.6. NEPTUN

A opta planetă de la Soare și ultima din sistemul nostru solar, Neptun a fost observată pentru prima dată pe 28 decembrie 1612 și din nou pe 27 ianuarie 1613 de către Galileo Galilei, care a confundat planeta cu o stea fixă.

Perturbațiile care rezultau în urma observațiilor și calculelor asupra traiectoriei lui Uranus arătau că exista „ceva“ dincolo de orbita uraniană care le producea. Au fost mai multe încercări de a descoperi acel „ceva“, dar francezul Urban Le Verrier, calculând traiectoria acelui „ceva“ l-a convins pe Johann Gottfried Galle de la Observatorul din Berlin să cerceteze regiunea de cer corespunzătoare. La 23 septembrie 1846, Galle a descoperit planeta la numai 1° de locul prezis de Le Verrier cu puțin timp în urmă.

A fost denumită Neptun, după numele zeului mărilor din mitologia romană, probabil și datorită faptului că se află la o distanță de peste 30 de unități astronomice față de Soare. Această depărtare face ca anul neptunian să fie cât 165 de ani terestri. Interesant este că la 248 de ani, pentru o perioadă de 20 de ani, Neptun este cea mai îndepărtată planetă față de Soare, datorită faptului că orbita lui Pluto este în acest timp în interiorul orbitei neptuniene.

Datele primite de la sonda spațială Voyager 2, care a survolat planeta la 25 august 1989, au arătat că, spre deosebire de Uranus, Neptun are un diametru mai mic, de numai 49.532 km (la ecuator), dar o masă mai mare de  $1,0247 \cdot 10^{26}$  kg, adică de peste 17 ori mai mare decât masa Pământului.

Atmosfera neptuniană este alcătuită din 80% hidrogen, 19% heliu și restul metan. Tocmai fracțiunea de metan din atmosferă se pare că este responsabilă de culoarea albastră a planetei. Ca orice planetă gazoasă are benzi în latitudine, dar prezintă și ochiuri de furtună cu vânturi ce ajung la 2.000 km/h, fiind de altfel cele mai rapide vânturi înregistrate în sistemul solar. Acest lucru s-a dedus din faptul că Voyager 2 a văzut o Mare Pată Neagră în emisfera sudică, iar în anul 1994 Telescopul Hubble a observat o Mare Pată Neagră în emisfera nordică. Această schimbare rapidă din atmosfera neptuniană se poate datora și diferențelor de temperatură dintre vârful norilor săi și baza norilor săi. Atmosfera neptuniană este adâncă, transformându-se treptat în apă și gheață topită, a altor elemente, ce înconjoară un miez solid de dimensiunea Pământului.

Magnetosfera neptuniană are oscilații serioase la fiecare rotație, dar este de 27 de ori mai puternică decât cea a Pământului. Neptun ca și ceilalți giganti gazoși are inele, primul descoperit în 1968 de Edward Guinan, iar celelalte cinci au fost descoperite de Voyager 2. Natura lor nu este lămurită pe deplin, dar se presupune că sunt relativ recente și au o viață scurtă.

În 1846 Lasell a descoperit că Neptun avea o lună, Triton, ce orbita în jurul planetei în direcție opusă față de direcția obișnuită a majorității lunilor din sistemul solar, ceea ce sugerează că este un „orfân“ capturat și adoptat de Neptun. Gigantul de gaz, de culoare

albastră, și luna sa de gheață, care are o temperatură de -235 grade Celsius, formează un cuplu ciudat. Ciudat este și faptul că acest satelit are gheizere, formate probabil din azot, ce aruncă jeturi de gaz la unghiuri de 90° și transportă praful astfel format la sute de km, după care cade pe suprafața satelitului formând dungii întunecate.

În afară de Triton, Neptun mai are încă 12 sateliți, dintre care ultimul descoperit în 2003 nu are încă un nume.

### 5.3.5.7. HOTARELE IMPERIULUI SOLAR

Din antichitate oamenii au considerat că sistemul solar împreună cu stelele reprezintă tot Universul, iar Pământul este centrul acestui Univers. Când Nicolaus Copernic a presupus că Soarele, și nu Pământul, se află în centrul acestui Univers, s-a produs o adevărată revoluție în cunoaștere, zdruncinând din temelii credințe, obiceiuri și tradiții.

Atunci când Galileo Galilei a descoperit inelele lui Saturn, în anul 1610, astronomii au fost convinși că hotarele imperiului solar se întind mult mai departe decât puterea de observare a instrumentelor astronomice din acea perioadă, iar Universul este nesfârșit, infinit.

Îmbunătățirea performanțelor telescoapelor a făcut ca, în anul 1781 William Herschel să descopere planeta Uranus, iar în anul 1846 Johann Gottfried Galle să descopere planeta Neptun.

Astfel la începutul secolului al XX-lea, sistemul solar avea următoarea structură: Soarele înconjurat de cele opt planete (Mercur, Venus, Pământ, Marte, Jupiter, Saturn, Uranus și Neptun) și lunile lor, care orbitau în jurul Soarelui. Data de 18 februarie 1930 a fost un alt punct de reper în încercarea de a cunoaște granițele sistemului nostru solar, atunci când astronomul american Clyde W. Tombaugh a avut norocul să descopere la o distanță de peste 39,5 unități astronomice o nouă planetă. Datorită distanței mari față de Soare, precum și a faptului că mișcarea sa de revoluție este de aproximativ 249 de ani terestri, a primit numele Pluto, după numele zeului roman al Lumii de dincolo. Astfel structura sistemului nostru solar, în secolul trecut s-a modificat prin adăugarea lui Pluto la numărul planetelor cunoscute și a lui Charon, satelitul său descoperit în 1978 de Jim Christy, adăugat la numărul sateliților naturali ai sistemului.

Începutul nostru de secol a fost bulversat, atunci când, pe 24 august 2006, în urma unei rezoluții a Uniunii Astronomice Internaționale, Pluto a fost retrogradat la statutul de planetă pitică sau **plutoid**. Această reclasificare și reordonare a corpurilor din sistemul nostru solar a fost necesară, deoarece în ultimul deceniu al secolului trecut au fost observate peste 1.000 de obiecte cerești, situate într-o bandă cuprinsă între 30 și 50 de unități astronomice, care a fost numită **Centura Kuiper**. Numele a fost dat în cinstea astronomului american, de origine olandeză, Gerard Peter Kuiper (1905–1973), cel care a prezis și a demonstrat existența acesteia, ca fiind formată din corpuri ce reprezintă rămășițe ale materiei primordiale din care s-a format sistemul nostru solar.

Centura Kuiper este populată din plutoizi, planete mici și comete. Vom trece în revistă cele mai reprezentative corpuri din această regiune.

**Pluto** a fost considerată până de curând a noua planetă de la Soare, deși era mai mică decât cei mai mari sateliți din sistemul solar: Ganimedea, Titan, Callisto, Io, Luna, Europa și Triton. Masa plutoniană nu depășește 0,2 din masa Lunii. Atmosfera sa este formată din azot și monoxid de carbon, aflată în echilibru cu interiorul său solid. Temperatura sa de (-240 °C) se pare că se datorează și efectului de sublimare a gheții de azot.

Pluto are astăzi trei sateliți cunoscuți: Charon, cunoștința noastră mai veche, Nix și Hydra. Pentru a afla mai multe despre acest corp ceresc îndepărtat, NASA a lansat o sondă spațială New Horizons, pe data de 19 ianuarie 2006, care după 9 ani, în 2015, va ajunge la Pluto oferindu-ne noi informații.

Al doilea corp din categoria plutoizilor a fost descoperit în Centura Kuiper în 2002. A fost botezat **Quaoar** de descoperitorii săi, după numele zeului creației din mitologia tribului Tongva. Corpul este mai mare decât Charon, satelitul lui Pluto, având un diametru de 1.250 km și un volum în care ar putea încăpea peste 50.000 de asteroizi. Quaoar mai fusese fotografiat în 1980 de echipa lui M. Brown, dar nu a fost recunoscut decât în 2002, probabil și datorită faptului că ocolește Soarele la fiecare 288 de ani, pe o orbită situată la o distanță de 6,4 de miliarde de kilometri.

Al treilea plutoid ca mărime din Centura Kuiper a fost descoperit în 2005 la Observatorul de pe Mount Palomar din SUA. Corpul a fost botezat **Make Make** de descoperitorii săi, după numele Zeului Creației al tribului Rapa Nui. Fiind situat la circa 7,8 miliarde de km și înconjurând Soarele la aproximativ 306,5 ani odată, a fost puțin cercetat. Observațiile de până acum au arătat că are un diametru de 1.600 km la fel ca Rhea, satelitul lui Saturn.

Cel mai important obiect ceresc din această regiune este, de departe, **plutoidul Eris**. A fost descoperit de Mike Brown și echipa sa de la Caltech-Pasadena din California, în 2005, la circa 15 miliarde de km. Cu un diametru de 3.000 de km, Eris este cea mai importantă descoperire, de la descoperirea satelitului neptunian, Triton, din 1846 până în prezent. Fiind mai mare cu 27 % decât Pluto a fost numit și a zecea planetă.

Numele Eris a fost dat, de descoperitorii săi, după numele zeiței gâlcivei și discordiei din mitologia greacă. Corpul are o suprafață gălbuie, probabil de la metanul care iese din interior și îngheață imediat la suprafața, datorită unei temperaturi mai mici de  $-240^{\circ}\text{C}$ . Eris înconjoară Soarele într-un timp de două ori mai mare decât timpul necesar lui Pluto, fiind însoțit de un satelit, **Dysnomia**, cu diametrul de 150 km, care-l înconjoară la fiecare 16 zile. Satelitul a primit numele fiicei lui Eris, Dysnomia, zeița haosului și fărâdelegii.

În martie 2004 diferite echipe de astronomi au anunțat prezența unui obiect la 86 de unități astronomice, care nu făcea parte din Centura Kuiper. Corpul, aflat în cele mai reci regiuni ale sistemului solar, a fost numit de descoperitorii săi **Sedna**, după numele unui zeu inuit ce sălășuia în adâncul Oceanului Înghețat. Sedna este cu atât mai important cu cât nimeni nu se aștepta să găsească un astfel de corp între Centura Kuiper și Norul lui Oort.

Sedna mai atrage atenția și pentru culoarea sa roșiatică fiind, după Marte, al doilea obiect ceresc de culoare roșie cunoscut din sistemul nostru solar. Este mai mic decât Pluto, având un diametru de 1.700 km și înconjoară Soarele la 10.500 de ani. Temperatura plutoidului la suprafață este de circa  $-240^{\circ}\text{C}$ . Existența acestui corp la o asemenea distanță, care să înconjoare Soarele, a fost explicat de oamenii de știință prin următoarea ipoteză și anume: ori Norul lui Oort se întinde mult mai aproape de Soare, ori Sedna este încă un obiect provenit din materia primordială din care s-a format sistemul solar.

**Norul lui Oort** este defapt o ipoteză propusă de astronomul Jan Oort în 1950. Pentru a explica dimensiunile sistemului nostru solar, el a presupus că influența Soarelui se manifestă într-o regiune sferică ce are Soarele în centru și o rază egală cu jumătate din distanța de la Soare la cea mai apropiată stea, Proxima Centauri, aflată la 4,24 ani-lumină, adică o sferă cu raza de 2,12 ani-lumină. Această sferă extinsă pe aproximativ 30 de mii de miliarde de km este formată din materia primordială din care s-a format sistemul solar, un imens nor molecular și miliarde de corpuri de gheață, comete cu perioadă lungă. Acest tip de comete cu perioadă lungă au fost observate în interiorul sistemului solar numai odată, spre deosebire de cometele din Centura Kuiper a căror perioadă nu depășește 200 de ani.

Armonia sistemului nostru solar este perturbată din când în când de apariția unei stele cu coadă, considerată până nu demult o stea de groază, malefică: **o cometă**. Studiile lui Edmund Halley din secolul al XVII-lea au revoluționat știința cometelor. Cele mai apropiate comete, cele cu perioadă scurtă, sunt cele din Centura Kuiper. Aceste comete sunt și mai accesibile pentru studiu și cercetare.

Cercetările moderne au început prin lansarea sondei spațiale Giotto de către ESA –Agenția Spațială Europeană, care a cercetat cometa Halley în martie 1989. Datele obținute au scos în evidență faptul că nucleul cometei are o lungime de 16 km și un diametru de 6,5 km, prezentând o structură complexă. Activitatea de la suprafață constă din praf și gaze în fierbere, gaze care nu ocupă 10 % din suprafață, iar în rest uriașul „cartof” este negru ca tăciunele.

Când o cometă se apropie de Soare, căldura acestuia „crapă” suprafața cometei și gheața solidă aflată în miezul ei, se transformă în gaz prin procesul fizic numit **sublimare**. Astfel cometa se înconjoară de un nor de gaz, numit **coamă**, care se întinde datorită vântului solar pe o distanță de mai multe milioane de km, dar atât de ușoară încât ar putea încăpea într-o valiză de voiaj. Vântul solar este atât de puternic încât, indiferent de direcția cometei, coada se propagă în partea opusă Soarelui.

Cometele, care au provocat groază de-a lungul timpului, sunt defapt niște „bulgări murdari” compuși din: carbon, hidrogen, minerale și apă înghețată în proporție de 50%. Tocmai această incredibilă cantitate de apă i-a făcut pe savanți să presupună că apa de pe planeta noastră provine din perioada când aceste comete „bombardau” Pământul, perioadă în care Pământul se pregătea să găzduiască viața. Cometele Centurii Kuiper continuă să furnizeze și astăzi materie Pământului sub forma prafului cometar și a bucăților mari, care ard la intrarea în atmosferă, sau a fragmentelor mici ce cad pe suprafața Pământului.

Pentru a putea studia monstre nealterate, dintr-o cometă, a fost lansată o sondă spațială, prin programul STARDUST, spre cometa Wild 2. În ianuarie 2004 sonda, aflată la 240 km de cometă, a prelevat probe de praf și după doi ani a revenit acasă, aducând noi informații despre compoziția și evoluția cometelor, demonstrând că acestea conțin molecule organice.

Norul lui Oort conține miliarde de comete, aflate la distanțe cuprinse între 16 și 160 de milioane de km, una de alta. Existența lor este stranie și datorită faptului că „plutesc de la sine” în spațiu de patru miliarde de ani, pe orbite atât de ample și de lente, încât înconjoară Soarele în aproape 30 de milioane de ani. Orice perturbație, a unui astru din vecinătatea traiectoriei lor, le poate modifica traiectoria, trimițându-le fie spre interiorul sistemului solar cu viteză accelerată, fie în spațiul interstelar.

Norul lui Oort, un gigantic nor molecular, este datorat acumulării de hidrogen provenit de la nașterea Imperiului Solar. Datorită forțelor moleculare de legătură dintre ele, moleculele reacționează foarte rar, cam la 300 ÷ 500 de milioane de ani, dar destul de violent încât să redistribuie configurația cometelor din Nor. Masa totală a cometelor din Norul lui Oort este estimată a fi de circa 40 de ori mai mare decât masa Pământului.

Ca de obicei, cu cât s-au acumulat mai multe informații despre comete, cu atât s-a mărit și numărul de întrebări, iar în consecință, studiul și explorarea cometelor rămâne o prioritate pentru programele spațiale de cercetare.

## CAPITOLUL 6 UNIVERSUL

### 6.1.GENEZA UNIVERSULUI . MODELUL STANDARD AL „MARI EXPLOZII”

Omul a fost fascinat dintotdeauna de bolta înstelată. A văzut că stelele pe cer nu sunt uniform răspândite, ci sunt grupate în diferite configurații pe care le-a numit **contelații**. Pe măsură ce s-au acumulat mai multe cunoștințe și-a pus întrebarea firească: „Cum s-a format Universul ?”.

Până la inventarea instrumentelor astronomice, care au făcut ca astronomii să poată „vedea” mai mult și implicit să afle mai multe despre structura Universului, ei considerau că sistemul nostru solar este centrul Universului.

Odată cu inventarea lunetei și a telescopului, marginea Universului vizibil s-a „lărgit” în mod apreciabil, iar astronomii, și nu numai ei, au găsit răspunsuri din ce în ce mai pertinente la întrebarea de mai sus. Așa s-a născut un nou capitol al fizicii **cosmologia**, care studiază Universul ca întreg, istoria, evoluția și tot ce-i aparține.

Dintre toate modelele cosmologice privind originea Universului a fost acceptat un model, numit **Modelul Marii Explozii**, ca model standard. Acest model ne poate explica suficient de bine numai ce s-a întâmplat după Marea Explozie (în limba engleză **Big Bang**), atunci când, se presupune că toată materia ar fi fost o „supă” de particule elementare fundamentale, iar toate interacțiunile erau unificate.

Dacă s-ar putea derula înapoi un film care să reprezinte istoria Universului, am putea înțelege foarte multe despre starea sa timpurie, imediat după Marea Explozie. Totuși, după un milion de ani începe era recombinației, adică nucleeele și electronii se recombina pentru a forma atomii. Universul devine astfel transparent, iar după un miliard de ani începe era formării galaxiilor.

Prima întrebare a dat naștere la o altă întrebare: „Există dovezi concludente despre nașterea Universului în urma Marii Explozii ?”.

Un prim răspuns la această întrebare ni l-a dat Edwin Hubble. El a descoperit că spectrul galaxiilor îndepărtate are o deplasare spre roșu, adică aceste galaxii se îndepărtează de observator. Acest fenomen este cunoscut sub numele de „fuga galaxiilor”. Atunci când a descoperit acest fenomen a încercat să calculeze viteza cu care se deplasează, cu ajutorul unei relații empirice:

$$v = H \cdot d$$

unde:  $v$  = viteza de deplasare,  $d$  = distanța iar  $H$  reprezintă **parametrul lui Hubble**. Hubble a estimat valoarea lui  $H$  la aproximativ  $20 \text{ (km/s)/}10^6$  ani-lumină, ceea ce l-a condus la o valoare de circa 15 miliarde de ani, a vârstei Universului. Observațiile făcute cu ajutorul telescopului Hubble, care a fost lansat în spațiu tocmai cu acest scop major, au condus la o valoare mai mică și anume de 13,7 miliarde de ani.

Un alt argument, în favoarea acestui model, este acela că în cele mai multe locuri din Univers, unde se poate determina cantitatea de heliu, heliul se află într-o proporție de 10% față de hidrogen, care are o abundență covârșitoare de 90%. Această observație este în acord cu teoria Marii Explozii, deoarece cantitatea de heliu, din Universul Timpuriu, nu este sensibilă la detaliile de calcul.

În anul 1965 Arno Penzias și Robert Wilson, folosind o antenă cu o formă specială de con, au observat pentru prima dată radiația de fond. Calculând temperatura acestei radiații de fond au obținut o valoare de 3 K dovedind astfel că radiația constituie într-adevăr o rămășiță a Marii Explozii. Pentru descoperirea lor, Penzias și Wilson au primit premiul Nobel

pentru fizică în 1978. Cercetări mai recente și mai avansate în acest domeniu, originea Universului, a galaxiilor și a stelelor, au făcut fizicienii John C. Mather de la NASA Goddard Space Flight Center Greenbelt, MD, USA și George F. Smoot de la University of California Berkeley, CA, USA, care pentru rezultatele obținute în urma prelucrării măsurătorilor făcute cu ajutorul satelitelui Cobe, lansat de NASA în 1989, au fost recompensați cu premiul Nobel în 2006.

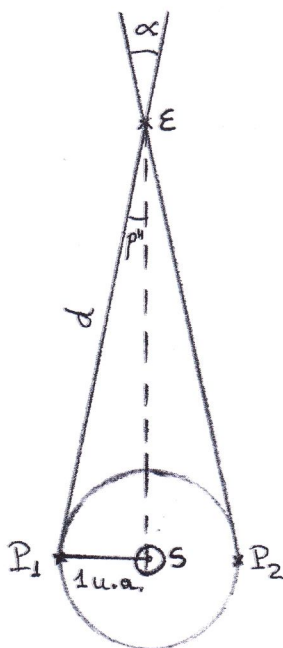
## 6.2. STELELE

### 6.2.1. Stelele . Date fizice

O stea este percepută ca fiind o sferă masivă de gaz incandescent , având forma și mărimea aproximativ constantă . Stabilitatea unei stele depinde de echilibrul care există între forța de gravitație , cu care sunt atrase straturile exterioare de gaz spre centrul stelei și forța exercitată de presiunea internă a stelei care se opune , conform principiului acțiunilor reciproce . Dacă acest echilibru se „rupe” atunci steaua , fie se dilată , dacă forța exercitată de presiunea internă este mai mare decât forța gravitațională , fie se contractă , dacă forța gravitațională este mai mare .

La prima vedere , bolta cerească ne creează impresia că stelele se găsesc în număr infinit , dar cu străluciri diferite . Dacă numărul de stele , care se pot observa , depinde de performanța instrumentelor optice folosite , strălucirea stelelor depinde de lumina emisă de ele și pe care o recepționăm . De aceea , **strălucirile aparente** reprezintă cantitatea de lumină ce cade în unitatea de timp pe unitatea de suprafață receptoare orientată pe direcția stelei respective . În practică se folosește noțiunea de **magnitudine stelară** . Această noțiune a apărut încă din antichitate , atunci când cele mai strălucitoare stele au fost considerate de magnitudinea întâia ,  $1^m$  , iar celelalte , care , în condiții atmosferice optime , abia se văd cu ochiul liber erau considerate de magnitudinea a șasea ,  $6^m$  .

Bolta cerească este un efect aparent , stelele fiind situate , în realitate , în spațiu la distanțe diferite .



În figura de mai sus este reprezentat Pământul P pe orbita sa la o distanță de 1 u.a., adică o unitate astronomică, în jurul Soarelui S. Fie  $P_1$  poziția Pământului la un moment dat. În acest caz, observatorul terestru vede steaua  $\varepsilon$  în direcția  $P_1 \varepsilon$ . După șase luni se deplasează din  $P_1$  în  $P_2$ , astfel că el vede steaua pe direcția  $P_2 \varepsilon$ . Între cele două direcții se formează unghiul  $\alpha$ , iar unghiul  $p'' = \frac{\alpha}{2}$  se numește **paralaxă trigonometrică** (paralaxa anuală) a unei stele, adică reprezintă unghiul sub care un observator, aflat pe stea, ar vedea raza medie a orbitei terestre în momentul în care direcția Soare - stea este perpendiculară pe planul orbitei Pământului.

Paralaxele stelelor sunt unghiuri foarte mici și din acest motiv putem considera distanța până la steaua  $\varepsilon$  ca fiind  $d = S\varepsilon$ . Din triunghiul dreptunghic  $P_1 S\varepsilon$  deducem că:

$$\sin p'' = \frac{1u.a.}{d}.$$

Din trigonometrie știm că pentru unghiuri mici putem aproxima sinusul unui astfel de unghi cu valoarea arcului exprimat în radiani, adică:

$$d = \frac{1u.a.}{p''} \cdot 206.265 = \frac{206.265}{p''} u.a.,$$

unde factorul 206.265 a fost introdus pentru transformarea radianilor în secunde, astfel ca  $d$  să poată fi exprimată în unități astronomice, iar  $p''$  în secunde de arc. De aici deducem că o stea cu paralaxa de o secundă se găsește la distanța 206.265 u.a. Pentru stele mult mai îndepărtate se introduce o unitate mai mare numită **parsec**. Prin urmare:

$$d(\text{parseci}) = \frac{1}{p''},$$

adică unui parsec îi corespunde o paralaxă de o secundă.

Un alt parametru definitoriu pentru o stea îl reprezintă **temperatura** sa. În astronomie nu putem ca să punem în contact un termometru cu o stea pentru a-i măsura temperatura. De aceea în astronomie se ține cont de faptul că lumina primită de la stea conține radiația termică, singura sursă de informație. Din aceste considerente, temperatura unei stele se poate determina în funcție de mai mulți parametri stelari și anume:

- a) căldura;
- b) temperatura de suprafață;
- c) temperatura de culoare.

Din analiza spectrală a unei stele putem deduce **compoziția chimică** ( $\mu$ ) a unei stele, datorită faptului că fiecare element chimic are un spectru bine definit, exact ca o amprentă.

O clasificare bazată pe corelația dintre magnitudine și tipul spectral al stelelor a fost făcută de Hertzsprung și Russell, obținând următoarele categorii de stele:

- \* supergigante (ex: Eta Carinae din Calea Lactee);
- \* gigante;
- \* subgigante;
- \* stele din secvența principală (ex. Soarele face parte din această categorie);
- \* subpitice;
- \* pitice albe.



### 6.2.2. Stele variabile, nove și supernove

Știm că atmosfera terestră induce perturbări în observarea bolții cerești. Dar, cu toate acestea, la unele stele aceste fluctuații de strălucire nu sunt datorate perturbărilor atmosferice și de aceea astfel de stele, a căror strălucire variază datorită stării fizice a stelei respective, se numesc **stele variabile**.

Datele observaționale au scos în evidență o serie mare de stele variabile, care au fost grupate pe categorii ce țin cont de particularitățile comune ale stelelor respective.

#### 6.2.2.1. Stele pulsante (cefeide)

Au fost denumite cefeide deoarece prima stea care a fost descoperită cu asemenea particularități a fost steaua  $\delta$  Cephei. Cefeidele sunt foarte îndepărtate de noi, dar ele radiază suficientă energie pentru a putea fi văzute ca aștri destul de luminoși.

O explicație a acestui tip de comportament a fost dată după numeroase observații. Se pare că echilibrul dintre forța de gravitație și forța datorată presiunii interne este destul de fragil, astfel că steaua se dilată rapid, producând o strălucire maximă, pentru ca apoi să se contracte rapid, producând o strălucire minimă, realizându-se în acest fel o pulsație.

„De ce au început să pulseze cefeidele?”; „Cum sunt întreținute pulsațiile?”; „Cum sau când se vor opri?”. Acestea sunt întrebări care-și vor găsi răspunsul în viitor.

#### 6.2.2.2. Stele cu explozii

Acest tip de stele a fost observat din cele mai vechi timpuri, dar înregistrări scrise ne-au parvenit mai recent, deoarece aceste fenomene astronomice nu se produc decât întâmplător și rar la scară astronomică.

În anul 1054 un astronom chinez consemnează în Constelația Taurus a apărut un astru care, pe neașteptate, a devenit mai strălucitor decât Venus. Cât timp a luminat, steaua „musafir”, noaptea se vedea mai bine decât în nopțile cu Lună Plină.

În anul 1572, Tycho Brahe a observat o stea în Casiopeea care de asemenea, pe neașteptate, a devenit atât de luminoasă încât putea fi văzută și în timpul zilei, dar care mai târziu, cam după un an, a slăbit atât de mult în cât nu se mai putea vedea.

Pentru că apăreau pe neașteptate au fost numite **stele noi** sau **nove**, în limba latină. Azi știm că novele au existat și înainte, dar nu au putut fi observate datorită lipsei instrumentelor astronomice. Prin explozia lor, strălucirea le-a crescut semnificativ și din obiecte abia vizibile au devenit sori giganti. Cauza exploziei unei stele se datorează ruperii echilibrului dintre forța gravitațională și forța datorată presiunii ei interne. Mecanismul prin care se produce acest dezechilibru nu este pe deplin lămurit. Explozia unei nove poate dura între 100 de zile și 250 de zile, aruncând în spațiu o cantitate de masă egală cu o miime din masa stelei inițiale.

Există o serie de stele nove la care strălucirea crește numai cu aproximativ 8 magnitudini față de cele 12 magnitudini observate la novele obișnuite. Acestea, cu toate că au explozii mai mici, au exploziile care se repetă în medie odată la 30 de ani. Din acest motiv au fost numite **nove cu repetiții**.

Cele mai violente explozii, cunoscute în natură, sunt cele produse de supernove. Acestea sunt de câteva mii de ori mai strălucitoare decât o novă obișnuită și de aproximativ 100 de miliarde de ori mai luminoase decât Soarele.

Până acum se cunosc numai trei supernove în Galaxia Noastră observate și consemnate: Supernova din 1054, Nova lui Tycho Brahe din 1572 și Nova lui Kepler din 1604, celelalte supernove, peste 200 cunoscute, aparțin altor galaxii.

Supernova din 1054 este foarte importantă, deoarece gazele ejectate au format Nebuloasa Crabului. Pentru cercetătorii din domeniul astrofizicii aceasta constituie una dintre

cele mai puternice radiosurse, fiind prima de acest fel al cărui corespondent optic a fost identificat.

### 6.2.3. Sisteme stelare

Cercetând bolta cerească cu ajutorul unei lunete, putem observa următoarele categorii de corpuri cerești:

- \* **stele duble și multiple;**
- \* **roiuri stelare;**
- \* **nebuloase;**
- \* **Calea Lactee;**
- \* **Galaxii.**

#### 6.2.3.1. Stele duble și multiple

Unele stele se observă atât de aproape, una de alta, datorită unghiului mic dintre direcțiile sub care se văd, încât au primit denumirea de **stele duble**. Totuși există stele atât de apropiate încât una se află în câmpul gravitațional al celeilalte, numite **stele duble fizic**. Odată cu perfecționarea tehnicilor observaționale, numărul stelelor duble și multiple crește mereu, scăzând astfel numărul stelelor considerate singulare.

După natura instrumentelor observaționale avem următoarele categorii de stele:

- \* **duble vizual**, atunci când observarea se face cu o lunetă sau telescop;
- \* **duble spectroscopic**, atunci când analiza se face cu un spectroscop;
- \* **duble fotometrice**, atunci când măsurătorile se fac cu ajutorul unui fotometru.

Fiecare tip de observare și analiză a adus contribuții semnificative în cunoașterea și catalogarea obiectelor de acest tip, au furnizat informații importante privind teoria formării și evoluției stelelor.

Unele stele, așa-zise singulare, prezentau unele perturbări punând în evidență existența unui alt corp invizibil. Explicația unui astfel de fenomen a venit în anul 1963 când Peter van Kamp, de la Observatorul Sproul, a anunțat că steaua Barnard are pe bolta cerească o mișcare oscilatorie foarte mică. Efectul este atât de mic încât într-un sfert de secol au fost necesare peste 2.000 de înregistrări fotografice. Din prelucrarea datelor s-a ajuns la concluzia că steaua Barnard efectuează o mișcare spațială pe o orbită excentrică într-o perioadă de 26 de ani. Această comportare bizară are o explicație cât se poate de simplă și anume aceea că steaua Barnard este legată fizic, fie de un corp invizibil cu masa de 1,8 ori mai mare decât masa lui Jupiter, fie este însoțită de două corpuri invizibile, cu orbite coplanare și aproape circulare. În acest caz, corpul din interior ar avea masa de 0,8 ori masa lui Jupiter și o perioadă de revoluție de 12 ani, iar al doilea corp, cel exterior ar avea masa de 1,1 ori masa lui Jupiter și perioada de revoluție de 26 de ani. Cu alte cuvinte s-a pus în evidență un sistem planetar.

Deși sunt foarte greu de pus în evidență sistemele planetare, totuși astronomii impulsionați de descoperirea lui Peter van Kamp, dar și datorită perfecționării instrumentelor astronomice de observare și studiu, au mai descoperit și alte sisteme planetare, dar până acum nu s-a putut pune în evidență existența vieții.

#### 6.2.3.2. Roiuri stelare

Roiurile stelare sunt îngrămădiri de stele, grupate în număr foarte mare. Dacă le privim cu ochiul liber, ele ne apar ca niște pete mici difuze, puțin strălucitoare, iar dacă le privim printr-o lunetă, atunci vom distinge un număr mai mare de stele.

Roiurile stelare au un conținut de câteva zeci sau sute, cel mult, de stele. Au o formă neregulată, fără o condensare centrală. Acest tip de roiuri se numesc **deschise**.

Diametrul lor este de câțiva parseci, iar depărtările lor sunt cuprinse între câteva zeci și câteva mii de parseci. Ele sunt concentrate în apropierea Căii Lactee, numindu-se din acest motiv **roiuri galactice**. Azi sunt cunoscute circa 500 de roiuri galactice. Cele mai cunoscute sunt Pleiadele (Cloșca cu pui), formate din circa 350 de stele aflate la 400 de ani-lumină.

În afară de acest tip de roiuri, mai există roiuri care au o concentrare mai pronunțată, ce conțin zeci sau sute de mii de stele. Au o formă sferică, iar diametrele lor sunt cuprinse între 40 și 100 de parseci cu distanțe cuprinse între 6.000 și 20.000 de parseci. Din acest motiv au fost numite **roiuri globulare**. S-a observat că sunt stabile în timp și de aceea, pe scara evoluției stelare, sunt considerate vechi.

### 6.2.3.3. Asociații de stele

Au fost numite astfel acele grupuri de stele în care forțele gravitaționale nu sunt destul de puternice pentru a le menține la un loc pe o perioadă mai mare de timp. Datele observaționale arată că asociațiile de stele nu pot exista pe o perioadă mai mare de 10 milioane de ani, după care se destramă și se răspândesc printre stelele Galaxiei.

Din punct de vedere evolutiv în anumite asociații, s-au observat stele tinere supergigantice reci, în stare de contracție gravitațională. Această observație a condus la ipoteza că stelele se nasc în asociații.

### 6.2.4. Materia interstelară

Din observațiile efectuate până acum, putem întocmi următoarea clasificare a celor mai importante formațiuni care pot fi întâlnite:

**a)Formațiuni de gaz și praf** care au aspect de nebulozitate strălucitoare sau obscură și care au dimensiuni foarte mari. Au fost puse în evidență atât vizual cât și fotografic, fiind cunoscute de peste un secol.

**b)Gazul interstelar** care a fost pus în evidență după 1904, cu ajutorul analizei spectrale, iar cu ajutorul radiotelescoapelor s-a pus în evidență prezența hidrogenului interstelar.

**c)Praful stelar** care este cauza ce produce obturarea unor obiecte luminoase, cum sunt stelele sau roiurile de stele. Prin observațiile făcute în infraroșu s-au putut „vedea” corpurile „ascunse” de praful stelar.

În general, materia interstelară are o răspândire neuniformă în spațiu. Ea are tendința de a se acumula în nori denși, discreți și cu dimensiuni de ordinul a opt parseci în diametru, fenomen numit **acreție**.

Norii astfel formați, din materia stelară, se deplasează în spațiu cu viteza de 7 km/s, având masa de aproximativ 400 de ori mai mare decât masa Soarelui și densitatea de circa 10 atomi/cm<sup>3</sup>. Cea mai mare parte a materiei interstelare este grupată în nori de gaz și praf. Unii sunt foarte mari și pot fi observați atât datorită reflexiei luminii stelare și a emisiei, cât și a emisiei lor proprii. Aceste formațiuni au primit numele de **nebulose difuze**.

Pe bolta cerească se mai întâlnesc și un alt tip de nebulose numite **nebulose obscure**. Acestea sunt formațiuni de materie interstelară care nu se găsesc în vecinătatea unei stele destul de luminoasă. Din acest motiv, nebuloasa respectivă este prea puțin iluminată și în consecință nu este observabilă. Punerea lor în evidență se face prin ecranarea pe care o fac stelelor, care sunt situate dincolo de ea. Din punct de vedere fizic, nebulosele difuze sunt identice cu nebulosele obscure, aspectul lor fiind singura deosebire și acest lucru se datorează poziției lor, de a se afla sau nu, în vecinătatea unei stele luminoase.

În unele cazuri, materialul interstelar apare sub formă globulară de culoare neagră, care apar sub forma unor pete mici cu contururi bine determinate. Diametrul acestora variază între 7.000 și 80.000 de u.a. Unele globule mai mari au fost denumite **saci cu cărbune**, masa lor având valori cuprinse între 0,1 și 650 de mase solare. Din cercetările de

până acum, s-a desprins o ipoteză, care presupune că materia ce alcătuiește aceste globule, prin contracție gravitațională devine ingredientul de bază în prima fază a formării stelelor.

### 6.2.5. Modele stelare

Prin **model stelar** vom înțelege o model care are o anumită configurație, îndeplinește anumite condiții teoretice în concordanță cu datele observaționale. Din cercetările efectuate până acum, s-a constatat că, în funcție de parametrii unei stele (densitatea, presiunea, temperatura, compoziția chimică, etc.), există cel puțin patru categorii de stele: **stele ordinare** (obișnuite ca Soarele nostru), **pitice albe**, **stele de neutroni** și **stele colapsate**. Stelele colapsate nu au putut fi puse încă în evidență pe cale observațională.

Din observațiile făcute și din analiza lor s-a putut deduce, pe baza legilor fizice cunoscute, condițiile fizice care generează fenomenele observate. Astfel **o stea** este considerată ca **o masă gazoasă incandescentă care radiază energie și care se află în stare de echilibru: hidrostatic, termic sau radiativ**.

În anul 1921 Eddington a propus un model stelar numit **modelul standard**, ce se poate aplica la o categorie mare de stele. În acest model se presupune că degajarea de energie pe unitatea de masă este constantă în tot volumul stelei, iar transferul energetic se face prin radiație. În cazul cefeidelor am văzut că echilibrul hidrostatic, adică în orice punct din interiorul unei stele trebuie să avem egalitate între greutatea straturilor de materie care se află deasupra acestuia și forța exercitată de presiunea de la centru spre exterior, era fluctuant având consecințe asupra strălucirii acestora.

În modelul standard, condiția de echilibru radiativ este îndeplinită atunci când energia stelară, care se generează în centrul stelei, este egală cu energia care iese în afară sub formă de radiație.

### 6.2.6. Probleme de evoluție stelară

**În natură nimic nu se pierde, nimic nu se câștigă.** Și în cazul nostru, principiul conservării energiei ne sugerează ideea că stelele se nasc, se maturizează, îmbătrânesc și mor în timp. Cu alte cuvinte, în faza timpurie de formare a unei stele, principala sursă de energie o reprezintă contracția gravitațională. Aceasta se face până când temperatura din interiorul stelei ajunge la o valoare critică, capabilă să pornească reactorul nuclear al stelei. Astfel structura stelei s-a modificat și s-au îndeplinit condițiile de producere a reacțiilor termonucleare, care încep cu ciclul primar în care hidrogenul se transformă în heliu, heliul în carbon, ș.a.m.d. Acum, tocmai energia rezultată în urma reacțiilor termonucleare devine principala sursă de energie a stelei.

Datele observaționale au scos în evidență că asociațiile de stele conțin stele formate din elemente ușoare, cu vârsta de câteva milioane de ani, adică stele tinere, după standardul evolutiv al stelelor. În procesul de formare al stelelor se presupune că la început, fragmentul de nebuloasă se contractă rapid. În urma colapsului, părțile de la periferie „cad” spre centrul stelei, în conformitate cu legile căderii libere. În acest timp, densitatea din centrul stelei crește rapid formându-se un nucleu central, a cărui masă crește prin căderea altei materii din învelișul mai puțin dens. Acest lucru duce la creșterea temperaturii din interiorul stelei, iar formațiunea respectivă începe să lumineze, adică se formează **steaua inițială** sau **protosteaua**. În continuarea evoluției ei, temperatura protosteii devine din ce în ce mai mare până când ajunge la valoarea critică ce inițiază reacțiile termonucleare. În acest punct spunem că steaua are **vârsta 0**.

În concluzie distingem două faze principale în formarea unei stele:

- a) **faza hidrodinamică (colapsul gravitațional)** - care duce la formarea protosteii;
- b) **faza cvasihidrodinamică** – care durează până la atingerea vârstei 0.

După consumarea **combustibilului stelar** stelele îmbătrânesc, adică au o concentrație mai mare de elemente grele și evoluează spre stadiile finale. În stadiile finale, stelele evoluează în mod diferit în funcție de echilibrul dintre forțele gravitaționale și forțele de expansiune ale gazelor din centru. Echilibrul lor determină și dimensiunea stelei, în sensul că, dacă steaua se contractă temperatura sa crește, iar presiunea gazelor din interior crește până ce se oprește condensarea. Dacă presiunea din interior este mai mare decât gravitația, atunci steaua se dilată, temperatura scade și presiunea se micșorează până când dilatarea se oprește. În stadiul final volumul stelei crește enorm, devenind o gigantică roșie, după care din cauza epuizării rezervelor ei de energie se condensează devenind o pitică albă, cu o densitate enorm de mare.

### 6.3. GALAXIILE

#### 6.3.1. Calea Lactee-Galaxia Noastră

Cine nu a admirat pe cerul înstelat, într-o noapte senină și fără Lună, o fâșie albicioasă a cărei lățime diferă din loc în loc ?. Dacă am privi printr-un binoclu sau lunetă am putea vedea că este compusă dintr-o puzderie de stele.

Această fâșie i-a fascinat și pe strămoșii noștri care au numit-o **Calea Laptelui**. Grecii i-au spus **Galaxis**, iar romanii **Via Lactea**. Galaxia, din care face parte sistemul nostru solar, este alcătuită din aproximativ 200 de miliarde de stele împreună cu planetele lor și peste 1.000 de nebuloase. Este o formațiune cosmică gigantică cu masa de circa 750-1.000 de miliarde de ori mai mare decât a Soarelui și cu un diametru de aproximativ 100.000 de ani-lumină, care are o formă discoidală, spiralată ale cărei brațe conțin pe lângă altele: materie interstelară, nebuloase și stele tinere ce iau naștere din această materie.

##### 6.3.1.1. Structura Galaxiei

Centrul galactic se află situat în direcția Constelației Săgetătorului, la o distanță de circa 28.000 de ani-lumină, având planul ecuatorial de simetrie situat mai jos cu 20 de ani-lumină față de planul ecuatorial al sistemului nostru solar.

Marginile Galaxiei nu sunt delimitate cu precizie, exact ca în cazul atmosferei terestre care se pierde în spațiu, dar dacă admitem că Galaxia se întinde până acolo unde există cel puțin o stea într-un volum de un parsec cub, atunci diametrul mare al Galaxiei este de 30.000 de parseci, iar diametrul mic (grosimea de la centrul discului galactic) de numai 2.500 de parseci.

Pentru a ne forma o imagine cât de cât apropiată asupra dimensiunilor cu adevărat galactice ale Căii Lactee, să spunem că lumina străbate sistemul nostru solar într-o jumătate de zi, iar pentru a străbate, de la o margine la alta discul galactic, lumina are nevoie de circa 100.000 de ani.

Centrul galactic este format dintr-un nucleu, cu un diametru de circa 1.300 parseci, iar materia are o structură foarte complexă, aflându-se într-o mișcare violentă și având o temperatură înaltă. Galaxia efectuează o mișcare de rotație în jurul axei de simetrie, dar spre deosebire de corpurile solide, unde viteza de rotație este constantă, are o viteză de rotație ce se micșorează de la centru spre margine.

Sistemul nostru solar efectuează o rotație completă în jurul centrului galactic odată la aproximativ 275 de milioane de ani, cu o viteză de 220 km/s. Această durată se numește **an galactic**. Din punct de vedere al timpului galactic Soarele are o frumoasă vârstă de 20 de ani galactici. Vârsta Galaxiei este estimată la circa 10 miliarde de ani, iar a Soarelui la 5 miliarde de ani.

### 6.3.1.2. Compoziția Galaxiei

Principalele componente ale Galaxiei sunt:

\* **gazul interstelar** – este repartizat neuniform în Galaxie, cu o masă estimată la o valoare cuprinsă între o sutime până la două sutimi din masa totală a tuturor stelelor din Galaxie.

\* **praful interstelar** – este de obicei amestecat cu gazul interstelar, dar în regiuni distincte ale Galaxiei diferă proporțiile în care se află fiecare. Praful interstelar are o masă estimată la o valoare egală cu a suta parte din masa totală a stelelor din Galaxie și din acest motiv este considerat o componentă esențială.

\* **nebuloasele** – sunt distribuite circa 1.000 într-un disc subțire în planul galactic.

Stelele – sunt neuniform distribuite în Galaxie, iar după densitatea lor s-a determinat aspectul în formă de disc al sistemului nostru galactic, astfel că în interiorul discului se află stelele duble și multiple care au o densitate mai mare ce descrește de la centru la periferie.

### 6.3.1.3. Populații stelare

Asociațiile și roiurile de stele care constituie așa-numitele populații de stele au fost împărțite în trei subsisteme mari:

#### a. Populația I

În acest subsistem intră acea categorie de stele care prezintă o puternică concentrare spre planul galactic și mai ales în brațele spirale ale Galaxiei. La această categorie de stele majoritatea este formată din stele duble. Tot în această categorie mai găsim stele supergigantice fierbinți, stele variabile periodice și stele pitice. De asemenea, tot aici pot fi observate stele alb-albastre luminoase și tot în această categorie mai putem include norii de gaz și roiurile deschise.

Stelele din această categorie se caracterizează prin viteze mici, motiv pentru care ele execută oscilații mici în jurul planului galactic, neputându-se astfel îndepărta prea mult.

#### b. Populația II

Aștrii care alcătuiesc această categorie se pot întâlni atât în vecinătatea planului galactic, cât și la mari depărtări de aceasta. Având o distribuție sferică este numită și **componenta sferică** a Galaxiei. Din această categorie fac parte roiuri globulare, stele subpitice galbene și roșii, stele variabile, etc.

Din punct de vedere chimic, stelele din această categorie au un conținut metalic mai mare decât stelele din Populația I. Analiza lor spectrală a arătat că în compoziția lor chimică se mai găsesc molecule CH și CN, în afară de hidrogen, heliu și calciu.

Stelele din această categorie au viteze mari și din acest motiv orbitele lor sunt foarte alungite în jurul centrului galactic. Datorită faptului că stelele nove sunt puternic concentrate spre planul galactic, cele mai multe nedepășind  $10^\circ$  distanță de la ecuatorul galactic, dar și datorită faptului că sunt concentrate mai mult spre centrul galactic, s-a tras concluzia că pot fi catalogate în această categorie de stele.

#### c. Populația mixtă

Corpurile din această categorie se caracterizează prin faptul că sunt concentrate spre planul galactic, dar nu atât de puternic precum obiectele din Populația I. Din această categorie fac parte stele pitice galbene și roșii, stele gigantice galbene și roșii. Tot aici putem întâlni nove și nebuloase planetare.

În concluzie putem spune că nucleul și roiurile globulare conțin stele bătrâne, cunoscute ca stele care aparțin categoriei Populația II ce s-au format din materia cosmică originară. În brațele spiralei se află concentrată categoria Populația I, formată din stele tinere și de vârstă medie, bogate în metale. Tot aici se află creuzetul în care se nasc stele noi din materia stelară reciclată.

Vârsta celor mai vechi stele din Calea Lactee a fost estimată recent, în urma prelucrării observațiilor transmise de telescopul spațial Hubble, la 13,6 miliarde de ani, în concordanță cu vârsta Universului de 13,7 miliarde de ani, și în acord cu modelul standard de formare a Universului.

### 6.3.2. Galaxiile – Insule de Univers

Odată cu îmbunătățirea mijloacelor de observare a bolții cerești, nebuloasele observate ca fiind compuse din stele sunt, de fapt, situate la distanțe mult mai mari decât dimensiunile galaxiei noastre. Aceste obiecte extragalactice a căror structură seamănă cu structura Căii Lactee au fost denumite **galaxii**.

Galaxiile s-au format prin unirea asociațiilor de stele, a roiurilor stelare, a prafului și gazului interstelar sub acțiunea forțelor gravitaționale. Majoritatea galaxiilor conțin un număr mare de sisteme stelare, nebuloase dar și materie întunecată și energie întunecată, care reprezintă peste 90 de procente din masa majorității galaxiilor. Natura acestor componente invizibile nu este pe deplin înțeleasă, dar există dovezi indirecte, conform cărora în centrul galaxiilor și chiar în centrul Galaxiei Noastre se află o **gaură neagră** imensă. Natura acestei entități cosmice este încă în studiu, dar este cert faptul că într-un spațiu extrem de mic se află o concentrație de materie enormă, astfel încât forța de gravitație a unei găuri negre captează lumina, nelăsând-o să treacă mai departe, absorbind-o.

Galaxiile sunt departe unele de altele, la mii și mii de ani-lumină, fiind catalogate în patru categorii:

- \* galaxii eliptice ;
- \* galaxii în spirală ;
- \* galaxii în spirală barată ;
- \* galaxii cu formă neregulată.

Această clasificare s-ar putea modifica datorită faptului că în anul 2003 a fost descoperit un nou tip de galaxii, care au fost botezate de descoperitorul lor, prof. Michael Drinkwater de la Universitatea din Queensland – Australia, **Galaxii Pitice Ultra Compacte**.

Numărul galaxiilor singulare este mic, majoritatea lor fiind legate prin forță gravitațională de alte galaxii. Astfel de structuri, care conțin până la 50 de galaxii, au fost numite **grupuri de galaxii**, iar structurile mai mari, ce conțin mai multe mii de galaxii înghesuite într-o arie de câțiva megaparseci în diametru, alcătuiesc așa-numitele **roiuri de galaxii**.

Printre vecinii noștri galactici se remarcă cei doi **Nori ai lui Magellan (Norul Mare și Norul Mic)**, care sunt situați pe cerul vizibil din emisfera australă, distanța dintre ei fiind de circa 20 kiloparseci, iar față de noi distanța este de circa 46 kiloparseci. Norii lui Magellan sunt formați din stele și roiuri stelare. Astfel sunt cunoscute 35 de roiuri în Norul Mare și 5 în Norul Mic. De asemenea, în acești nori se găsește foarte multă materie difuză, iar hidrogenul neutru este răspândit în tot volumul ocupat de ei.

Un alt vecin este **Constelația Andromeda**, care se poate vedea ca o pată luminoasă cu ochiul liber din emisfera noastră, boreală. Anticii greci au botezat-o Andromeda, după numele prințesei etiopiene care a fost fiica regelui Cepheus și a reginei Cassiopeea. Legenda spune că mama ei, încântată de frumusețea fiicei, a afirmat că aceasta întrece în frumusețe chiar și nereidele. Zeii supărați au apelat la Poseidon care a slobozit un monstru marin pentru a-i ucide și a-i pedepsi astfel în mod exemplar. Pentru a pune capăt acestui prăpăd, Cepheu a consultat un oracol, iar la sfatul oracolului, care prezis că păcatul Cassiopeei poate fi ispășit numai prin sacrificarea Andromedei, a poruncit ca fiica să fie înălțuită de stânci, pe țărmul mării, lăsând-o pradă monstrului. Tot legenda spune că Perseus, la întoarcerea sa după izbânda asupra Meduzei, văzând fata înălțuită s-a îndrăgostit de ea și a salvat-o de monstrul marin arătându-i acestuia chipul Meduzei, lucru care l-a împietrit și l-a

sfârmat în mii de bucăți. Fericiți, cei doi părinți i-au căsătorit, iar Perseus a dus-o cu el în Argos.

Galaxia Andromeda este cunoscută în cataloagele astronomice, mai precis în Catalogul Messier, ca Messier 31 (M 31) sau NGC 224. Este o galaxie spirală situată la circa 2,5 milioane de ani-lumină depărtare.

Andromeda, Calea Lactee, Galaxia Triunghiului și alte 30 de galaxii mai mici alcătuiesc grupul de galaxii numit **Grupul Local**. Din acest grup, Andromeda este cea mai mare, dar studii recente au arătat că Galaxia Noastră conține mai multă materie neagră, deci este cea mai masivă din grup.

Cosmologii de azi consideră că peste circa șapte miliarde de ani Galaxia Andromeda, cu ale ei peste 100 de miliarde de stele, și Calea Lactee cu tot atâtea stele se vor intersecta, astfel încât cele două supergalaxii vor ieși în final deformate datorită gravitației, rămânând unificate într-una singură, cu o formă mult mai globulară decât spirală.

Revenind la timpul prezent, observăm din cele prezentate mai sus că obiectele din această categorie sunt enorme, adevărate Universuri, distanțele dintre ele sunt imense și de aceea le putem spune **Insule de Univers**.

## 6.4. CERCETAREA SPAȚIULUI COSMIC

### 6.4.1. Necesitatea cercetării spațiului cosmic

Cerul cu stelele l-a fascinat întotdeauna pe, aprinzându-i dorința de a cunoaște, de a pătrunde în tainele cerului și de a-și explica fenomenele din jurul său. Totodată a aflat că există legi în natură, izvorâte din proprietățile materiei, legi imuabile, legi care dacă sunt cunoscute pot fi aplicate și folosite pentru nevoile sale. Omul și-a dat seama că Pământul pe care îl locuiește este o parte integrantă a Universului și din acest motiv vrea să-și cunoască locul în Univers.

Odată cu dezvoltarea teoriei mecanicii cerești s-a putut stabili corelația dintre materia exterioară și Pământ pe baza efectului gravific. Mai mult, pe baza câtorva observații de bază, astronomii sunt în măsură să stabilească la un moment dat poziția unui corp ceresc.

Anul 1859 a fost anul când s-a născut un nou capitol al fizicii, **analiza spectrală**, grație lui Kirchhoff și Bunsen. În acest fel a devenit posibilă determinarea compoziției chimice a astrilor, a condițiilor fizice și deplasarea reală în spațiu a acestora prin efect Doppler. Putem spune că odată cu dezvoltarea cunoșterii fenomenelor fizice, cunoștințele omului despre Univers au căpătat o dimensiune superioară, iar astăzi, când se confruntă cu fenomenul de încălzire globală a climei terestre, omul încearcă să găsească factorii interni și externi care generează acest fenomen.

Datorită dezvoltării societății omenești, azi, mai mult ca niciodată, se simte nevoia aprofundării cunoștințelor despre Univers.

### 6.4.2. Astronomia invizibilului

Știm că există două ferestre care permit cercetarea cerului: **domeniul optic** și **domeniul radio**. Radiațiile care nu aparțin domeniului optic nu pot fi reținute de retina ochiului omenesc. Din acest motiv toate radiațiile care nu impresionează ochiul și pot fi detectate cu ajutorul unor aparate speciale se numesc **invizibile**.

S-a observat că aștrii emit și radiații radio. Astfel, în cadrul cercetărilor în acest domeniu, prioritară este problema identificării acestor obiecte cu cele corespunzătoare în domeniul optic. Studiind distribuția radiosurselor pe bolta cerească, astronomii le-au clasificat în două categorii:

a) radiosurse concentrate în planul de simetrie al galaxiei noastre, care sunt formate din nebuloase galactice, rămășițe din exploziile unor nove sau supernove, etc;



b) radiosurse distribuite aleatoriu pe întreaga boltă cerească.

Din acest punct de vedere , astronomii au convenit să se numească **galaxii normale**, galaxiile în care energia radiației radio este mai mică decât energia radiată în domeniul vizibil și **radiogalaxii**, galaxiile care radiază mai multă energie în domeniul radio decât în cel optic.

Odată cu apariția analizei spectrale a apărut un alt domeniu de observare invizibilă și anume **domeniul infraroșu**. Radiația infraroșie face posibilă observarea corpurilor cerești ecranate de praful și gazul interstelar. Astfel , stelele care emit lumină mai mult în infraroșu decât în domeniul optic se numesc **stele infraroșii**. Studiile amănunțite ale stelelor infraroșii au arătat că temperatura lor nu este atât de joasă cum s-ar deduce din culoarea lor. Acest tip de stele are o puternică concentrare spre planul galactic, dar și în interiorul materiei difuze care absoarbe din lumina lor.

Un alt tip de surse în spațiul cosmic îl reprezintă **corpurile care emit raze X**. Fiind o categorie nouă de obiecte cerești, pentru cercetarea lor, în anul 1970, **NASA** a lansat un satelit **Explorer 42** de mici dimensiuni, supranumit **UHURU**, de la cuvântul **pace** din limba swahili. În urma prelucrării rezultatelor observaționale obținute cu ajutorul satelitului s-au desprins concluziile următoare:

\* Toate radiosursele puternic emițătoare de raze X din interiorul Galaxiei au fost identificate.

\* Sursele de raze X, care nu sunt în majoritate situate în planul galactic, sunt considerate ca fiind obiecte extragalactice.

#### 6.4.3. Quasarii și pulsarii

Analizând sursele radio, astronomii au constatat că foarte multe dintre acestea aveau dimensiuni mai de o secundă de arc. Din acest motiv le-au numit **quasari**, prescurtarea de la surse radio cvasistelare (quasi stellar radio source în limba engleză).

Din analiza datelor observaționale, obținute pe această cale, s-au conturat cele mai importante caracteristici ale quasariilor:

- sunt obiecte care emit energie în aproape tot spectrul electromagnetic radio, infraroșu, vizual și ultraviolet;

- au un aspect asemănător stelelor, dar strălucirea și emisia lor radio este variabilă în timp.

Tot în urma prelucrării acestor rezultate observaționale în privința quasariilor s-au mai desprins următoarele concluzii:

\* Există foarte multe asemănări între quasari și anumite sisteme de galaxii, care emit aproape la fel de puternic în ultraviolet și în ultraroșu.

\* Quasarii mai slabi au depărtări mai mari spre roșu la fel ca galaxiile normale.

\* Unii quasari apar în asociații și roiuri, așa cum se prezintă galaxiile normale.

\* Quasarii sunt obiecte cerești de dimensiuni unghiulare mici, având diametre mai mici de 100 de parseci dacă ne raportăm la distanțele la care se situează.

În prezent sunt cunoscuți peste 200 de quasari.

În luna august a anului 1967 studenta Jocelyn Bell, din echipa de studenți condusă de prof. Anthony Hewish de la Universitatea din Cambridge-Anglia, a observat un semnal neobișnuit pe grafometrul racordat la o antenă artizanală, ce se întindea pe o suprafață de 1,6 hectare, care fusese contruită de profesor împreună cu echipa sa tocmai pentru studiul surselor radio. Semnalul era format din pulsuri regulate, la un interval de o secundă sau o treime de secundă. După luni de analize, Hewish și Bell au ajuns la o concluzie uimitoare și anume că numai un obiect foarte mic și foarte dens putea crea un puls atât de rapid. Singura posibilitate era ca acest obiect să fie o stea neutronică, centrul unei foste supernove. După 7

ani de la descoperirea sa prof. A . Hewish a fost recompensat cu premiul Nobel. Aceste radiosurse, care emit impulsuri radio ce se repetă foarte precis, au fost numite **pulsari**.

Unele stele neutronice, cum este cea din centrul Nebuloasei Crabului, emit și în spectrul vizibil. Stelele neutronice nu seamănă cu nimic altceva din Univers pentru că sunt foarte dense, astfel încât dacă ar avea atmosferă atunci aceasta ar avea o grosime de numai 5mm, iar un degetar de materie ar cântări 100 de milioane de tone. Steaua descoperită de cei doi a fost numită CP 1919.

Pulsarii au o puternică concentrare spre planul galactic și au dimensiuni compatibile cu ale Pământului.

## CAPITOLUL 7 VIAȚA ÎN UNIVERS

Omul, după ce a cucerit planeta, și-a pus problema, firească, dacă este singur în Univers. Explorarea sistemului solar i-a arătat nu numai că este singur, dar nu a găsit nicio formă de viață. Abia atunci a înțeles că un corp ceresc, o planetă ce orbitează în jurul unei stele, trebuie să îndeplinească anumite condiții pentru a fi capabilă să găzduiască viața așa cum o percepem noi.

La cercetarea factorilor favorabili pentru apariția și dezvoltarea vieții pe o planetă a unui sistem solar, se ia în considerare noțiunea de **ecosferă**, care definește spațiul din jurul stelei în interiorul căruia sunt condițiile necesare pentru existența organismelor vii. Ecosfera este spațiul cuprins între două sfere considerate. În cazul Soarelui, ecosfera sa este cuprinsă între 0,61 și 1,81 unități astronomice, cu o grosime de 1,2 unități astronomice. Delimitarea ecosferei mai are în vedere atât temperatura stelei cât și distanța de la aceasta la planetele care gravitează în jurul ei.

Ipoteza de lucru, pe care se bazează savanții, este aceea că o planetă, capabilă să ofere condițiile prielnice apariției vieții, trebuie să îndeplinească aproape toate condițiile pe care le îndeplinește Pământul. O posibilă candidată trebuie:

- \* să aibă o masă compatibilă cu a Pământului pentru a putea păstra o atmosferă respirabilă,
- \* să aibă un satelit natural, care să-i mențină constantă rotația în jurul axei proprii,
- \* să fie în ecosfera sistemului solar respectiv.

Din cercetările de până acum s-a ajuns la concluzia că **viața**, în forma ei complexă **omul**, este prezentă numai pe planeta noastră, **Pământul**. Evident că ar fi greșit să afirmăm în mod categoric că omul ar fi singura ființă rațională din Univers, dar din datele observaționale și din cercetările de până acum, nici nu putem afirma categoric că există și alte civilizații în Univers. Până acum s-au descoperit circa 300 de sisteme planetare, dar nici un sistem nu poate fi un candidat serios pentru a putea găzdui viața.

Dacă admitem că, totuși unul dintre sistemele planetare observate ar putea găzdui viața, iar viața ar urma aceeași traiectorie în dezvoltarea sa ca pe Pământ, atunci ar trebui să treacă circa 3 miliarde de ani până la apariția unor ființe inteligente.

S-au avansat ipoteze care dau șanse vieții să apară și în sisteme planetare care au în centru o stea dublă, deși orbita unei astfel de planete, în aceste condiții, ar fi foarte complicată, iar planeta respectivă ar fi luminată tot timpul, adică nu ar mai fi zi și noapte, ci numai zi.

Indiferent de ipotezele savanților, sau de ce nu de numărul exact al civilizațiilor cosmice existente, important este faptul că ele pot exista în mod obiectiv și independent de voința noastră.

Problema principală, care apare, este aceea a modului în care s-ar putea lua legătura cu o astfel de civilizație, dar și a modalității de a face un schimb de informații. Un prim pas în detectarea civilizațiilor extraterestre a fost făcut prin programul **SETI**, care este un program de căutare a vieții extraterestre inteligente.

Tehnologia actuală ne permite să atingem viteza luminii doar cu ajutorul undelor electromagnetice sau a razei laser. Dacă am detecta o civilizație extraterestră în jurul nostru, pe o distanță de până la 50 de ani lumină, poate că am reuși să facem un schimb de informații. Distanța de 50 de ani lumină pare plauzibilă, deoarece acum o sută de ani oamenii au construit primele emițătoare pe frecvențe radio, iar dacă presupunem că există o civilizație tehnologică în această sferă de comunicare, care ar fi recepționat semnalele și ar fi răspuns imediat, atunci am fi primit mesajul lor.

La distanțe mai mari lucrurile se complică și mai mult, iar dacă ținem cont că distanța dintre două stele care ar putea avea societăți comunicative este estimată la cel puțin 300 de ani lumină, atunci este mai mult ca sigur că trebuie să mai așteptăm cam tot atât până să detectăm mesajul unei civilizații extraterestre.

Cu toate aceste probleme, a căror soluție de rezolvare nu se întrevide într-un viitor apropiat, oamenii de știință nu dezarmează și scrutează mereu cerul deoarece într-o zi, cine știe, poate....

## BIBLIOGRAFIE

1. **ASTRONOMIE ELEMENTARĂ , G. Petrescu**  
Editura Științifică – 1972.
2. **ASTRONOMIE , Manual pentru clasa a XII -a**  
Editura Didactică și Pedagogică , R.A – 1993.
3. **ASTRONOMIE , Mihail Sandu**  
Editura Didactică și Pedagogică , R.A – București 2003 .
4. **CARTEA ASTRONOMULUI AMATOR , Ioan Tudoran**  
Editura Albatros – București 1989.
5. **CE ESTE UNIVERSUL ? , Cecil Folescu**  
Editura Albatros – București 1989.
6. **DICȚIONAR DE MITOLOGIE GENERALĂ , Victor Kernbach**  
Editura Științifică și Enciclopedică , 1989.
7. **ELEMENTE DE ASTRONOMIE , Nicu Goga**  
Suport de curs opțional- manuscris , 2006.
8. **EUROTEACHER I , „Curs de perfecționare Didactica și Specialitatea Fizică”**  
Modulul Astronomie - 2006 .
9. **LEGENDELE ȘI MITURILE GRECIEI ANTICE , N.A. Kun**  
Editura Lider , București – 2003.
10. **ÎN CĂUTAREA AȘTRILOR , Virgil V. Scurtu**  
Editura Albatros – 1986 .



ISBN 978-606-530-272-3

