

ȘTIINȚE - CLASA a XI-a**SEMESTRUL I****I. REPREZENTĂRI ALE UNIVERSULUI****1. Teoria heliocentrică a lui Copernic**

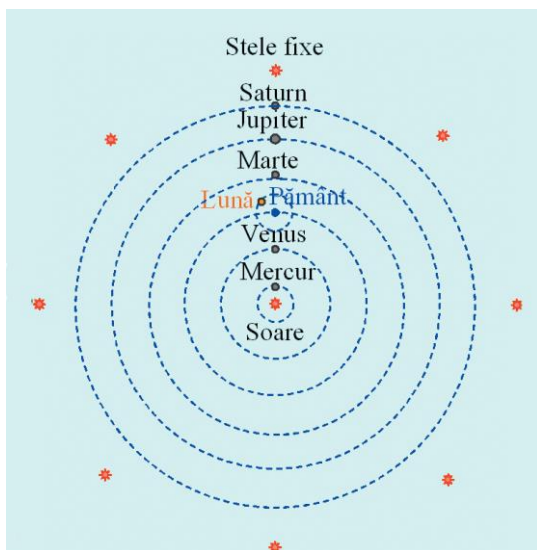
Omul a privit dintotdeauna bolta cerească și a observat cum, ziua, Soarele „aleargă” parcă tras de cai, iar noaptea, Luna trece printre stele și luceferi.

Încă din Antichitate, s-a impus un model capabil să explice satisfăcător observațiile astronomilor legate de mișcarea planetelor pe bolta cerească, de succesiunea zodiilor, de eclipsele de Lună sau de Soare.

Acesta a fost **modelul geocentric** (introdus de astronomul și geograful grec **Claudius Ptolemeu**, care a trăit în Egipt, între anii 85 și 165): *Pământul este în centrul Universului și toate celelalte corpuri cerești se mișcă sau sunt fixate pe sfere celeste succesive.*

Deoarece reușea să explice multe fenomene bazându-se pe ideea de perfectiune (unica mișcare acceptată era mișcarea circulară uniformă) și punea omul în centrul Universului, modelul geocentric a fost larg acceptat, susținut de Aristotel și adoptat de către conducătorii bisericii catolice.

Actualul **model heliocentric** nu s-a putut impune, pentru că astronomii nu reușeau să explice cum s-ar putea ca Pământul să se rotească în jurul Soarelui fără ca oamenii să cadă, fără ca păsările aflate în zbor să rămână în urmă.



Acum 500 de ani, modul de a gândi al oamenilor a cunoscut o uimitoare schimbare. Europeanii au început să pună sub semnul întrebării ideile lor religioase și superstițiile despre lume. Astfel, mulți au încercat să demonstreze teoriile făcând experimente.

Nicolaus Copernic, astronom și cosmolog, matematician și economist, preot și prelat catolic s-a născut în anul 1473, în localitatea Torun, din Polonia și este *autorul teoriei heliocentrice, cea care afirmă că Soarele este centrul sistemului nostru solar*, în locul Pământului, după cum se credea anterior.

Nicolaus Copernic a observat că era mult mai ușor de prezis mișcarea planetelor dacă se considera că Soarele ar fi în centru și Pământul s-ar roti în jurul acestuia. Oamenii religioși dezaprobau ideea lui Copernic, deoarece ei credeau că Dumnezeu a creat Universul punând Pământul în centru.

Copernic și-a expus teoria în lucrarea *De Revolutionibus Orbium Coelestium (Despre mișcările de revoluție ale corpurilor cerești)*, dar abia pe patul de moarte a îndrăznit să o publice, neuitând să adauge o dedicație măgulitoare pentru papă.

Mai există un motiv pentru care ideea lui Copernic era greu de acceptat. Dacă ea era adevărată, înseamnă că mișcarea Soarelui pe cer era doar o iluzie cauzată de rotirea Pământului cu mare viteză. Lumea credea că acest lucru ar fi imposibil, deoarece rotirea ar fi făcut ca norii și păsările să rămână în urmă, iar clădirile să se dărâme.

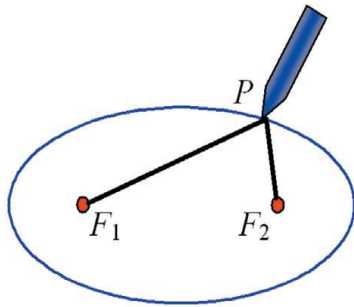
Între 1543 și 1600 puțini au fost adepții sistemului copernician, cei mai renumiți fiind **Galileo Galilei și Johannes Kepler**. După respingerea teoriei lui Copernic de către autoritățile ecleziastice cu ocazia procesului lui Galilei (1633), doar câțiva filosofi iezuiți mai acceptau în ascuns ideea unui univers heliocentric. Abia după sfârșitul secolului al XVII-lea, odată cu apariția lucrărilor lui Isaac Newton asupra mecanicii cerești, sistemul copernician a fost admis de majoritatea gânditorilor europeni.

2. Legile lui Kepler

Johannes Kepler s-a născut la 27 decembrie 1571 în provincia Swabia, în sud-estul Germaniei. Kepler a întreprins numeroase cercetări de optică și fotometrie; într-o lucrare, apărută în 1611, este expusă, printre altele, teoria lunetei astronomice, un instrument inventat de el.

Kepler a crezut sistemul copernician. Motivul pentru care orbita planetei Marte era o problemă, era faptul că, Copernic, a plasat corect Soarele în centrul Sistemului Solar, dar a presupus că orbita planetelor este un cerc; astfel sarcina de a pune piesa lipsă din puzzle i-a revenit lui Kepler: după o lună de "bătălie" concluzia finală a fost că cercul nu era cerc perfect ci unul turtit, după cum spun geometrii o elipsă.

Dacă orbitele planetelor sunt elipse, atunci trebuie să amintim câteva proprietăți ale elipselor:

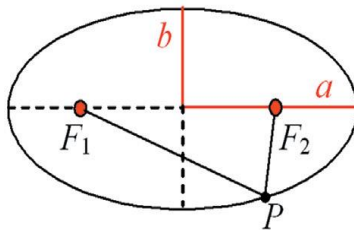


- o elipsă are două puncte numite focare, astfel încât suma distanței de la focare la orice punct de pe elipsă este constantă ($a+b=\text{constant}$).

- există o axă lungă a elipsei, numită axa majoră, și una mică numită axa minoră. Jumătate din axa majoră determină o axă semimajoră.

Vectorul orientat de la un focar spre un punct de pe elipsă se numește **rază vectorie**.

Prima lege: *Traietoriile planetelor sunt elipse, iar Soarele se află într-unul dintre cele două focare.*



A doua lege: *Raza vectorie Soare-planetă acoperă arii egale în intervale de timp egale.*

De aceea, Pământul se mișcă mai repede când este mai aproape de Soare și mai încet, când este mai departe de acesta.

A treia lege: *Perioadele de revoluție T ale planetelor sunt proporționale cu semicuburile axelor mari ale traiectoriilor lor eliptice: $T \sim a^{\frac{3}{2}}$.*

Aceasta înseamnă că o planetă de 4 ori mai îndepărtată de Soare decât alta va avea o perioadă de revoluție de 8 ori mai mare decât aceasta.

Legile lui Kepler nu se aplică numai planetelor ce orbitează în jurul Soarelui; dar în toate cazurile corpurile cerești orbitează sub influența gravitațională.

Vechile doctrine aristoteliene care au dat astronomiei câteva măsuri științifice credibile au fost repede spulberate. Copernic a "scos" Pământul din centrul Universului; telescopul lui Galileo a deschis dimensiuni nevisate de Ptolemeu; Kepler însuși a descoperit (dacă se poate spune așa) legile mișcării planetelor. Deci Kepler a fost fără dubii un mare astrolog, a fost considerat practic fondatorul astronomiei moderne, cu toate că nu a respectat "tradițiile" astrologiei.

OBS. La scara sistemului solar, distanțele se măsoară în **unități astronomice, UA**. O unitate astronomică reprezintă **distanța de la Soare la Pământ, adică 150 de milioane de kilometri**.

3. Legile newtoniene ale gravitației

De ce un măr cade spre Pământ dar Luna nu? Sir Isaac Newton (1564-1642), marele om de știință englez, și-a pus această întrebare. Răspunsul său poate părea deconcertant: ca și mărul, Luna cade spre Pământ, deoarece ambele corpuri sunt atrase de acesta cu o forță care se manifestă între toate corpurile din Univers: **atractiva gravitațională**.

Deși mișcarea Lunii este diferită de cea a mărului, traiectoriile ambelor corpuri sunt o consecință a acțiunii atracției gravitaționale. Newton, pornind de la legile lui Kepler și ținând seama de principiile mecanicii (pe care tot el le-a fundamentat), a stabilit o lege care se aplică tuturor corpurilor din Univers.

Legea atracției universale

Oricare două corpuri din Univers (având masele m_1 și m_2) aflate la distanța r (măsurată între centrele lor) se atrag reciproc cu forțe care acționează pe dreapta care unește centrele lor, orientate în sensuri opuse (F și $-F$) și având aceeași mărime F , proportional cu masa fiecărui corp și invers proportională cu pătratul distanței dintre centrele lor:

$$F = k \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

4. Stele. Roiuri de stele. Galaxii. Supernove. Stele neutronice. Quasari.

Stelele

O **stea** este în general un anumit tip de corp ceresc din cosmos, masiv și strălucitor, deseori de formă aproximativ sferică, alcătuit din plasmă în oarecare echilibru hidrostatic, și care a produs în trecut sau încă mai produce și azi energie pe baza reacțiilor de fuziune atomică din interiorul său.

Stelele „împodobesc” cerul nocturn. Pentru un observator terestru ele apar ca puncte de diverse culori, cu un diametru aparent egal dar cu fluctuații de luminozitate. Ochiul uman distinge pe cerul nocturn până la circa 6.000 de stele. Multe stele se pot vedea ca puncte strălucitoare pe cerul nopții. Ele tremură sau scilipesc, aceasta însă numai aparent, datorită turbulențelor din atmosfera terestră.

Cea mai cunoscută stea este desigur Soarele. El este o excepție notabilă, fiind singura stea suficient de aproape de Terra pentru a fi vizibilă ca un disc, și nu ca un punct. Masa totală a unei stele este o caracteristică importantă, care decide asupra evoluției și sorții ei finale.

Cu ochiul liber se pot observa aproape 6.000 de stele.

Folosind **un telescop se pot observa deja sute de mii de stele din Calea Lactee (galaxia noastră).**

Cu un **radiotelescop se pot cerceta chiar milioane de galaxii din univers** (numărul stelelor fiind extrem de mare, circa $7 \cdot 10^{22}$). În galaxia noastră, care poartă numele de Calea Lactee sau Calea Laptelui, există aproximativ 300 de miliarde de stele. Cele mai mari dintre ele sunt atât de mari, încât, dacă ar putea fi poziționate pe locul Soarelui, ar ocupa tot sistemul nostru solar. Printre cele mai mici stele se numără așa-numitele pitice albe, de mărimea planetei noastre.

Stelele sunt compuse din plasmă, compoziția lor fiind formată în mare parte din nuclee de hidrogen și heliu. În plasma stelară se găsesc de asemenea și cantități mici de oxigen, carbon, neon și azot.

Soarele este cea mai apropiată stea de Pământ, aflându-se la "doar" 150 de milioane de km. El este de 250.000 de ori mai aproape de Terra decât cea mai apropiată următoare stea, Proxima Centauri, aflată la aproximativ 37 de mii de miliarde de kilometri de Pământ. Dacă luminii Soarelui îi sunt necesare "doar" 8 minute pentru a ajunge până la noi, lumina celor mai îndepărtate stele din univers călătorește până la Pământ milioane de ani.

Stelele sunt de culori diferite, de la roșu intens cu toate nuanțele de portocaliu și galben până la albastru și alb - aceasta depinzând direct de temperatura lor. Cele mai reci stele au culoarea roșie, iar cele mai fierbinți au culoare albastră, temperatura lor la suprafață depășind uneori chiar 30.000 °C, în timp ce temperatura de suprafață a Soarelui nostru este de "numai" 6.000 °C.

Supernovele

- au masa foarte mare (de patru până la opt ori masa Soarelui);
- pot fi văzute de pe Pământ la lumina zilei, cu ochiul liber, deoarece împrăstie materie stelară în spațiu ca urmare a exploziei violente ce se produce când presiunea în interiorul stelei devine uriașă;
- explozia foarte puternică a supernovelor duce la scindarea nucleelor în fragmente care pot fuziona formând nuclee mai grele decât fierul (argint, aur, uraniu).

Stele neutronice

- sunt sfere cu diametrul de 10 - 20 km și masa \approx cu masa Soarelui, alcătuite numai din neutroni;
- apar după explozia supernovei, când partea ei centrală suferă o comprimare enormă;
- au densitate foarte mare – 10^{18} kg/m³;
- are un câmp magnetic foarte intens în care se pot genera radiații electromagnetice

Quasarii

- Sunt surse radio cvasistelare, ce au început să fie descoperite din 1959; sunt resturi de supernove, foarte departe de noi, situate undeva în centrul unor galaxii depărtate care au o imensă energie datorită prezenței în apropiere a unei găuri negre supermasive;
- se pot manifesta în centrul unei galaxii doar în stadiile timpurii ale existenței ei; au viața de ordinul miliardelor de ani; nu toți emit unde radio deoarece s-au format la începuturile Universului.
- nu a fost stabilită cu precizie originea lor.

Gaura neagră

Este un loc din spațiu în care câmpul gravitațional este atât de puternic încât nimic nu poate scăpa după ce a trecut de orizontul evenimentului. Radiația electromagnetică (lumina de ex.) nu poate scăpa dintr-o gaură neagră, așa încât interiorul unei găuri negre nu este vizibil, de aici provenind și numele. Mai este cunoscută și ca „singularitate” Pe măsură ce se rotesc, găurile negre lasă o gaură în spațiu-timp asemeni locului care se formează pe canapea acolo unde te așezi cel mai des.

Regiunile din preajma găurilor negre sunt notoriu de haotice, generând lumina pe o gamă largă de frecvențe.

Galaxiile

Sunt roiuri fascinante de stele, de diverse forme și culori impresionante, mai ales atunci când le putem observa în fotografii. Un fenomen prea puțin vizibil ochiului liber și mult prea important pentru devenirea noastră ca și ființe, galaxiile reprezintă imensități de viață stelară. După cum cu toții știm, galaxia noastră poartă denumirea de **Calea Lactee** iar ea reprezintă o grupare de peste 200 de miliarde de stele, nefiind nici singura și nici cea mai mică sau cea mai mare grupare de stele din Univers. Putem estima în prezent că numărul galaxiilor ajunge la peste câteva miliarde. Cum sunt distribuite galaxiile în spațiu și de ce, ce formă au ele și cum evoluează, încă se studiază, reprezentând un punct de interes actual și foarte acut, acest domeniu purtând denumirea de cosmologie.

Studiile care vizează expansiunea Universului cât și formarea acestuia sau evoluția și structura sa încă nu au fost definitive și cel mai probabil că vor dura câteva veacuri, având în vedere dinamica spațiului.

Galaxia cea mai apropiată de noi și desigur cea mai „citită” este **galaxia Andromeda**, numită și M31, o galaxie care are tot forma de spirală, cu brate întinse. Culmea este că după această galaxie cercetătorii și-au dat seama că galaxia noastră ar avea aceeași formă de spirală. Andromeda se află însă la o distanță foarte mare de mai bine de 25.000.000 de ani lumină iar diametrul său este estimat că fiind de 120.000 de ani lumină.

Galaxiile au trei forme: **eliptica, spirala și neregulate**.

Roiuri stelare

Toate asociațiile de stele din Univers sunt rezultatul unor agregate de natură stelară care o complexitate imensă, ele o sumă de până la mii de stele care interacționează din punct de vedere dinamic, una cu cealaltă. Avem până acum descoperite două feluri de roiuri stelare, acestea fiind roiurile stelare globulare și roiurile stelare deschise.

Roiurile deschise mai sunt numite și **roiuri dispersate**, iar ele poartă această denumire tocmai pentru că nu au o formă aparte, densitatea lor este de cele mai multe ori minimă iar ele au în componență doar câteva mii de stele. Ele practic nu se definesc în sine, par a face parte din fondul unei galaxii.

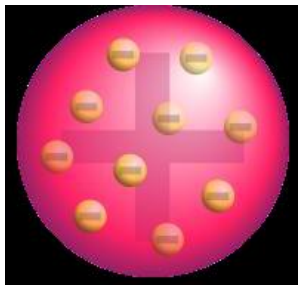
Roiurile de natură globulară au o formă mai impresionantă, ele au peste sute de mii de stele în componență și densitatea pe care o masoară este mult mai mare față de cea a întregului câmp galactic.

II.MATERIA – COMPONENTĂ A UNIVERSULUI

1. Atomul și modele atomice

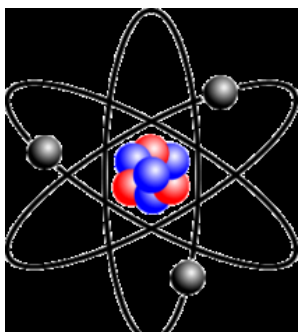
Atomul este cea mai mică particulă ce caracterizează un element chimic, respectiv este cea mai mică particulă dintr-o substanță care prin procedee chimice obișnuite nu poate fi fragmentată în alte particule mai simple. Acesta constă într-un nor de electroni care înconjoară un nucleu atomic dens. Nucleul conține sarcini electrice încărcate pozitiv (protoni) și sarcini electrice neutre (neutroni), fiind înconjurat de norul electronic încărcat negativ.

Modelul atomic Thomson



Modelul "cozonacului cu stafide", elaborat de J.J. Thomson Dezvoltat de J.J. Thomson (1856-1940) în anul 1904 și care spune că: atomul este o masă încărcată pozitiv și distribuită omogen sub o formă de sferă și că în această masă există în unele locuri niște sfere mai mici, care sunt încărcate negativ (aceste sfere mai mici au fost numite electroni). O proprietate de bază a acestui atom este că numărul sarcinilor negative este egal cu numărul masei pozitive, rezultând un atom neutru din punct de vedere electric.

Modelul atomic Rutherford



Exemplu: Modelul Rutherford al unui atom de litiu: punctele negre sunt electronii, cele roșii-protonii iar cele albastre-neutronii.

Acest model a apărut în 1911 și a fost dedus de Rutherford (1871-1937) după experiențele lui: Hertz, Lenard, Geiger. Noul model atomic are următoarele proprietăți:

- aproape toată masa lui este concentrată în nucleu, care este încărcat pozitiv.
 - nucleul este înconjurat de un înveliș de electroni, care sunt încărcăți negativ.
 - electronii sunt menținuți de nucleu prin forțe electrostatice.
- electronii au o mișcare circulară, care îi împiedică să cadă pe nucleu.
 - sarcina învelișului electronic se anulează cu sarcina nucleului, rezultând un atom neutru din punct de vedere electric.

Conceput conform legilor mecanicii clasice, atomul lui Rutherford nu putea să explice de ce electronii nu cad pe nucleu, știindu-se că orice sarcină electrică în mișcare pierde continuu din energia sa prin radiație electromagnetică.

Prin analogie cu Sistemul Solar, nucleul este asemănat Soarelui, iar electronii planetelor ce orbitează în jurul acestuia, de unde și numele de **model atomic planetar** pe care îl mai poartă acest model.

Analogia cu planetele nu este valabilă, deoarece atât nucleul cât și electronul au sarcină electrică și, conform teoriei electrodinamicii clasice, orice sarcină electrică în mișcare pierde energie sub formă de radiații. Astfel electronii, pierzând continuu energie, ar trebui să capete o traiectorie în spirală și ar ajunge să cadă pe nucleu.

2. Dezintegrarea radioactivă. Fisiunea și fuziunea nucleară.

Dezintegrarea radioactivă este o transformare naturală permanentă a anumitor substanțe care constă în transformarea atomilor și a nucleelor lor instabile, în atomi cu proprietăți fizice și chimice diferite de cele inițiale. În acest fel o substanță inițială se diminuează permanent, în masa care se dezintegrează apărând permanent o nouă substanță.

Se numește „**timp de înjumătățire**” timpul necesar pentru ca substanța inițială să se diminueze până la jumătate. Timpul de înjumătățire al unei substanțe este o caracteristică invariabilă, intrinsecă a acesteia. Ca valoare absolută, timpii de înjumătățire ai diferitelor substanțe sunt extrem de diferiți, începând de la trilionimi de secundă și ajungând până la cuadrilioane de ani și mai mult.

Diminuarea masei acesteia este o mărime ce scade exponențial în timp: $N_t = N_0 e^{-\lambda t}$

Scăderea exponențială este un fenomen tipic radioactivității, tot așa cum creșterea exponențială este tipică în biologie (de ex. la înmulțirea bacteriilor). Astfel cantitatea substanței inițiale tinde cu timpul spre zero și aceasta dispare treptat, transformându-se în altă substanță.

Fisiunea nucleară

Fisiunea nucleară, cunoscută și sub denumirea de fisiune atomică, este un proces în care nucleul unui atom se rupe în două sau mai multe nuclee mai mici, numite produși de fisiune și, în mod uzual, un număr oarecare de particule individuale. Particulele individuale pot fi neutroni, fotoni (uzual sub formă de raze gamma) și alte fragmente nucleare cum ar fi particulele beta și particulele alfa.

Fisiunea nucleară este folosită pentru a produce energie în centrale de putere și pentru explozii în armele nucleare. Combustibilii nucleari pot fi utilizați în reacții nucleare în lanț auto-întreținute, care eliberează energie în cantități controlate într-un reactor nuclear sau în cantități necontrolate, foarte rapid, într-o armă nucleară.

Cantitatea de energie liberă conținută într-un combustibil nuclear este de milioane de ori mai mare decât energia liberă conținută într-o masă similară de combustibil chimic (benzină, de exemplu), acest lucru făcând fisiunea nucleară o sursă foarte tentantă de energie; totuși produsele secundare ale fisiunii nucleare sunt puternic radioactive, putând rămâne așa chiar și pentru mii de ani, având de a face cu importantă problemă a deșeurilor nucleare. Preocupările privind acumularea deșeurilor și imensul potențial distructiv al armelor nucleare contrabalansează calitățile dezirabile ale fisiunii ca sursă de energie, fapt ce dă naștere la intense dezbateri politice asupra problemei puterii nucleare.

Fuziunea nucleară

Fuziunea nucleară este procesul prin care două nuclee atomice reacționează pentru a forma un nou nucleu, mai greu (cu masă mai ridicată) decât nucleele inițiale. Ca urmare a fuziunii se produc și alte particule subatomice, ca de exemplu neutroni sau raze alfa (nuclee de heliu) sau beta (electroni sau pozitroni).

Fuziunea presupune temperaturi extrem de ridicate dacă reacția are loc într-o plasmă, sau accelerarea nucleelor în acceleratoare de particule.

Fuziunea nucleară este sursa principală de energie în stelele active.

Fuziunea nucleară se poate clasifica după condițiile de desfășurare în fuziune termonucleară și fuziune la rece. Cea din urmă are un statut controversat. Fuziunea termonucleară ar putea deveni o sursă de energie practic nelimitată (și ecologică) atunci când reactoarele de fuziune (care în prezent se află în fază experimentală și nu produc încă un surplus net de energie) vor deveni viabile din punct de vedere tehnologic și economic.

III.MEDIUL ȘI VIAȚA

1. Ecosistemul

Ecosistemul reprezintă unitatea constituită între o biocenoză și un biotop, precum și relațiile stabilite între acestea.

Biocenoza este reprezentată de totalitatea *factorilor cu viață (factori biotici)* dintr-un ecosistem: plante, alge, animale vertebrate și nevertebrate, fungi, protozoare, bacterii.

Biotopul reprezintă totalitatea *factorilor fără viață (factori abiotici)* dintr-un ecosistem: sol, apă, precipitații, altitudine, poziție pe glob, expunerea la soare, curenții acvatici, marea, valurile, curenții de aer (vânt), concentrația de săruri minerale, concentrația atmosferei, etc.

Ecosistemele naturale, în funcție de componenta dominantă a biotopului, pot fi:

- **Ecosisteme terestre:** pădure de fag, pădure de conifere, pajiște alpină, pajiște de stepă, etc.

Pădurea de fag

–*factori biotici* dintr-o pădure de fag: arbori (fag, tei pucios, paltinul de munte, gorun), arbuști (soc negru, păducel, măceș, liliac, alun, mur), plante ierboase (ghiocei, brândușe, ciuboșica-cucului, leurdă, brustur negru, ferigi, mușchi), animale nevertebrate (insecte, viermi, păianjeni), animale vertebrate (ciocănitore, cuc, mierlă, veveriță, vulpe, bursuc, jder, iepure, șopârle, broaște, urs, cerb, mistreț, râs), ciuperci (sbârciogul, pălăria șarpelui, iasca);

–*factori abiotici:* altitudine (600-1500 m); soluri brun-acide, brune de pădure și podzolice; temperatura medie anuală 6-8 °C; precipitații abundente (600-1000 mm anual); lumina slabă atunci când frunzișul este complet, motiv pentru care plantele erbacee se dezvoltă cu precădere la începutul primăverii

- **Ecosisteme acvatice:** râu, mare, ocean, baltă, lac

Balta

–*factori abiotici:* temperatura înregistrează diferențe între cele două pături de apă (de suprafață și de profunzime), transparența și oxigenarea apei sunt reduse, lumina pătrunde până la fundul apei

–*factori cu viață:* la suprafața apei se pot observa unele insecte (fugarul, buhaiul de baltă), crustacee (dafnii și ciclopi), iar în apă se află scoici, melci, mormoloci de broască; cu cât apa este mai adâncă, cu atât sunt mai mulți pești (crap, caras, roșioară, biban, șalău, somn)

2. RELAȚII INTERSPECIFICE DINTR-UN ECOSISTEM

Într-un ecosistem, speciile întâlnesc alte specii cu care pot stabili diferite relații:

1. **Relații de neutralism** (de indiferență): de exemplu între lebedele și rațele din Delta Dunării
2. **Relații de concurență** (se stabilesc atunci când două specii au aceleași cerințe față de hrană – guguștiucul și stâncuța; pentru locul de cuibărit – rândunele și vrăbii)
3. **Relații de comensalism** (de exemplu, o specie împarte hrana cu cealaltă sau îi oferă adăpost, fără ca cele două specii să-și aducă prejudicii reciproce – lei cu hienele)
4. **Relații de mutualism** (de simbioză) - două specii diferite conviețuiesc împreună și se ajută reciproc: lichenii (ciupercă și algă), crocodilul și pasărea crocodilului
5. **Relații de parazitism** (sunt două specii dintre care una este gazdă și cealaltă este parazit): câinele și purecii
6. **Relații de hrănire** (între speciile dintr-un ecosistem se stabilesc diferite relații de hrănire sau relații trofice rezultând adevărate lanțuri trofice).

Un exemplu de lanț trofic dintr-un ecosistem terestru: semințe de grâu, șoarece, arici, vulpe.

Un exemplu de lanț trofic dintr-un ecosistem acvatic: algă, crap, știucă, barză.

BIBLIOGRAFIE:

- <file:///C:/Users/pc/Desktop/My%20documents%2011%202019/STIINTE%20FR/STIINTE%20XI/m%20anual%20stiinte11ALL.pdf>
- https://ro.wikipedia.org/wiki/Nicolaus_Copernic
- <https://destepti.ro/sistemul-solar-in-viziunea-lui-copernic-teoria-heliocentrica>
- <https://ro.wikipedia.org/wiki/Galaxie>