

Mișcările Pământului

Științe ale naturii - Geografie fizică

www.enciclopul.ro

Toate corpurile din Univers sunt în continuă mișcare, inclusiv Pământul. Cele mai importante mișcări ale planetei noastre sunt cea de revoluție în jurul Soarelui și cea de rotație în jurul propriei axe, care unește Polul Nord cu Polul Sud, înclinată în prezent la $23^{\circ}30'$. Aceste două mișcări sunt responsabile pentru evoluția principalelor cicluri naturale, respectiv alternanța zi-noapte și evoluția anotimpurilor. Un set complementar de mișcări, care influențează, de asemenea, evoluția ciclurilor naturale, se numește **ciclul Milanković**, în onoarea savantului sârb Milutin Milanković, care a studiat variații în constantele care definesc cele două mișcări fundamentale ale Pământului și efectele lor climatologice.

1 Mișcarea de revoluție

Mișcarea Pământului în jurul Soarelui este o mișcare în câmp gravitațional, sub acțiunea unei forțe Newtoniene, care se supune mai multor legi fundamentale care îi definesc comportamentul pe orbită și care au consecințe importante asupra Pământului.

1.1 Considerente fizice

Johannes Kepler a fost primul savant care a confirmat modelul heliocentric al lui Nicolaus Copernicus, îmbunătățindu-l și caracterizând mișcarea orbitală a tuturor corpurilor cerești sub forma a trei legi, cunoscute, în general, ca **Legile lui Kepler**. Acestea se exprimă astfel:

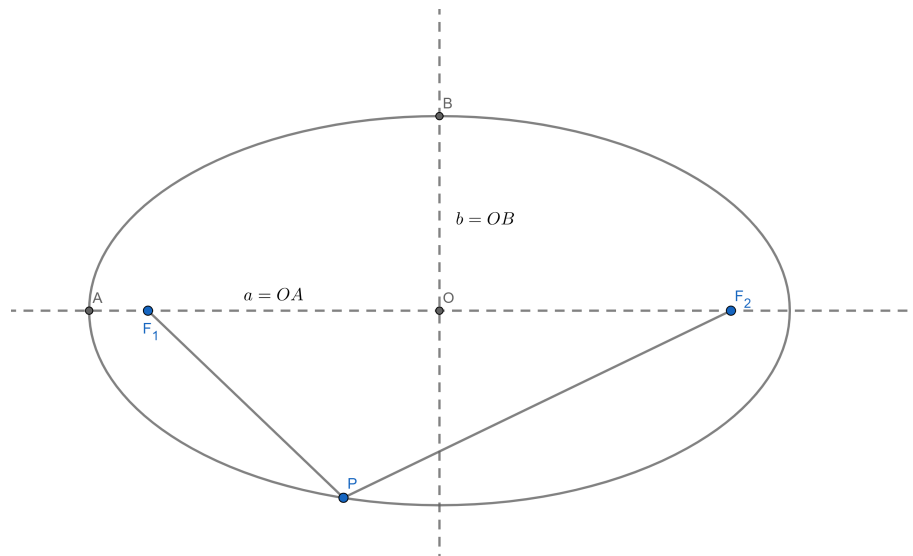
1. *Orbita unei planete este o elipsă, având într-unul dintre focare steaua în jurul căreia gravitează planeta studiată.* Cu alte vorbe, locul geometric al punctelor în care se găsește o planetă în timpul mișcării sale în jurul unei stele este o elipsă, iar într-unul dintre focare se găsește steaua.
2. *Viteza areolară a planetei pe orbita eliptică este constantă în orice moment.* Viteza areolară este mărimea fizică \dot{A} , care exprimă rata de variație a ariei descrise de un segment orientat cu originea în focarul-stea al elipsei și cu vârful în centrul de masă al planetei. Kepler a exprimat legea înainte de Newton (cel care a formulat pentru prima dată ramura matematicii

numită calcul diferențial, fără de care este imposibilă definirea formală a vitezei areolare, ca fiind derivata ariei în timp), folosind următoarea formulare: Fie ε o elipsă, având unul din focare fixat S și P un punct pe contrurul acesteia (S este steaua, considerată fixă, iar P este planeta). Aria determinată de segmentul vectorial \overrightarrow{SP} în intervalul $[t, t + \Delta t]$ este constantă, nu depinde de momentul t la care a fost efectuată măsurătoarea.

3. Pentru toate obiectele care gravitează în jurul aceleiași stele, raportul dintre pătratul perioadei orbitale și cubul lungimii semiaxe mari este constant. Perioada orbitală se notează cu T reprezintă intervalul de timp între care planeta trece de două ori prin aceeași poziție de pe orbită. Lungimea semiaxe mari reprezintă jumătate din lungimea segmentului de dreaptă care are capetele pe elipsă și care trece prin cele două focare. Această mărime se notează cu a .

1.2 Considerente geometrice

Conform primei legi a lui Kepler, orbita oricărei planete în jurul unei stele, prin urmare și a Pământului în jurul Soarelui, este o elipsă. Din punct de vedere geometric, elipsa este *locul geometric al punctelor pentru care suma distanțelor de la acestea la două puncte fixe numite focarele elipsei este o constantă*. În particular cercul este acea elipsă care are focarele suprapuse într-un punct numit centrul cercului.



Pentru o elipsă ε de focare F_1 și F_2 , cu suma distanțelor de la un punct la focare \mathcal{R} definim următoarele puncte și mărimi:

- a) Numim centrul elipsei mijlocul segmentului (F_1F_2) , notat pe figură cu O ;
- b) Numim axa mare a elipsei dreapta care trece prin punctele F_1 și F_2 ;

- c) Numim axa mică a elipsei dreapta perpendiculară în O pe axa mare;
- d) Definim semiaxa mare a jumătate din lungimea segmentului de dreaptă care are capetele pe elipsă și care trece prin cele două focare;
- e) Definim semiaxa mică b jumătate din lungimea segmentului de dreaptă care are capetele pe elipsă și se suprapune axei mici;
- f) Definim excentricitatea orbitală e mărimea care exprimă gradul de depărtare de curba perfect circulară:

$$e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}$$

Din punct de vedere analitic, în coordonate carteziane, orice elipsă are formula:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

unde (x, y) este punctul care aparține elipsei, iar a și b sunt definite ca mai sus.

În coordonate polare avem formula:

$$r = \frac{p}{1 + e \cos \theta}$$

unde r este modulul razei vectoriale, θ este unghiul făcut de raza vectoriale cu axa mare, $p = \frac{b^2}{a}$, iar e este excentricitatea orbitală.

1.3 Considerente cosmografice

Din punct de vedere cosmografic, mișcarea pământului în jurul Soarelui, corelată cu înclinația axei sale, determină împărțirea anului solar în patru anotimpuri. Este important de menționat că ciclul anotimpurilor nu este dat de apropierea/depărtarea de soare, ci de expunerea inegală a celor două emisfere la razele solare. Totuși apropierea și depărtarea de soare contează. Din cauza faptului că vara boreală se petrece în preajma trecerii Pământului pe la afeliu, în timp ce vara boreală se petrece în preajma trecerii Pământului pe la periheliu, vara nordică este mai blândă decât cea sudică. Această particularitate se reflectă și în faptul că etajul climatic temperat este mai întins în emisfera nordică decât în cea sudică. Astfel momentele importante ale unui an orbital întreg sunt surprinse în următorul tabel:

Eveniment	Data	Descriere
Periheliu	3 ianuarie	Pământul se găsește pe axa mare, în punctul cel mai apropiat de Soare din întreaga sa traiectorie.
Echinox de primăvară	21 martie	Ambele emisfere sunt îndreptate în egală măsură spre Soare, ziua este egală cu noaptea. Începe primăvara nordică, care va dura 92 de zile și 11 ore
Solstițiu de vară	22 iunie	Emisfera nordică este maxim îndreptată spre Soare, ziua este cea mai lungă din an. Începe vara nordică, care va dura 93 zile și 14 ore
Afeliu	6 iulie	Pământul se găsește pe axa mare, în punctul cel mai depărtat de Soare din întreaga sa traiectorie.
Echinox de toamnă	23 septembrie	Ambele emisfere sunt îndreptate în egală măsură spre Soare, ziua este egală cu noaptea. Începe toamna nordică, care va dura 89 de zile și 19 ore
Solstițiu de iarnă	22 decembrie	Emisfera sudică este maxim îndreptată spre Soare, ziua este cea mai scurtă din an. Începe iarna nordică, care va dura 89 zile

1.4 Considerente geografice

Mișcarea de revoluție, împreună cu înclinarea Pământului, are următoarele consecințe geografice:

- Inegalitatea zilelor și a nopților, în decursul anului, în diferite puncte de pe glob;
- Încălzirea inegală a suprafeței Terrei și formarea zonelor de climă;
- Formarea și alternarea anotimpurilor, precum și împărțirea globului în zone în care se manifestă unul, două sau patru sezoane.

2 Mișcarea de rotație

Mișcarea Pământului în jurul propriei axe este o mișcare de spin, în jurul propriei sale axe de la Polul Nord la Polul Sud, înclinată la $23^{\circ}30'$.

2.1 Considerente fizice și cosmografice

Pământul având o viteză tangențială la Ecuator de $465 \frac{m}{s}$. În aproximativ 24 de ore, Pământul parcurge 360° , prin urmare, în fiecare oră, acesta parcurge

15°. Viteza unghiulară, în aceste condiții, este $\omega = \frac{2\pi}{86400} = \frac{\pi}{43200}$, de unde se poate calcula raza ecuatorială:

$$R_e = \frac{v}{\omega} \approx 6378km$$

2.2 Considerente geografice

Mișcarea de rotație are mai multe consecințe, printre care remarcăm:

- Succesiunea zilelor și a nopților;
- Modificarea temperaturii aerului în 24 de ore, în timpul zilelor și al nopților;
- Prezența forței de inerție a lui Coriolis, care influențează mișcărilor în câmp gravitațional;
- Prezența forței centrifuge de inerție, care face Pământul să fie mai turtit la cei doi poli și mai bombat la Ecuator.

2.3 Considerente geopolitice

Din punct de vedere geografic, ora 12:00 locală este ora la care Soarele se află fix deasupra unui anumit loc de pe Terra. Prin urmare, fiecare dintre punctele de pe Terra are un sistem propriu de a-și măsura ora, însă această modalitate de a înregistra ora ar fi complet nepractică. De aceea, au fost instituite 24 de fuse orare, cu mărimea de 15° longitudine, fixându-se ca reper "meridianul Greenwich", a cărui oră locală este notată GMT și considerată de referință pentru stabilirea orei la nivel internațional. **Ora de vară** este o măsură impusă pentru a eficientiza folosirea luminii naturale. Diferența față de GMT crește. La noi în țară, în ultima duminică din martie, ora 3:00 devine ora 4:00, iar în ultima duminică din octombrie, ora 4:00 devine ora 3:00. Fusul orar al României este GMT + 2 (ora standard) și GMT + 3 (ora de vară).

3 Ciclurile Milanković

Aceste mișcări secundare se desfășoară în perioade îndelungate (de ordinul zecilor sau sutelor de mii de ani), fiind o explicație pentru evoluția climei de pe Terra. Totuși, un studiu recent al NASA, "Climate Time Machine", o aplicație bazată pe formulele deduse de Milanković, demonstrează că încălzirea globală prin care trecem nu este o consecință a acestor mișcări. Aceasta este o demonstrație a faptului că schimbările prin care trece planeta sunt datorate în primul rând **poluării**.

3.1 Excentricitatea orbitală

Ciclul excentricității durează 100.000 de ani, modificând excentricitatea orbitală a Terrei (de la aproape circulară, la mediu eliptică). Cu cât excentricitatea este mai mare, cu atât anotimpurile devin mai dezechilibrate. În prezent, Pământul se îndreaptă spre minimum excentricității, ceea ce înseamnă că verile boreale vor fi din ce în ce mai scurte în următoarele sute de ani. S-a demonstrat că această mișcare este datorată atracției jupiteriene și saturniene.

3.2 Oblicitatea

Ciclul oblicității durează 41.000 de ani, modificând înclinarea axei terestre față de planul orbital. În prezent, Pământul se află undeva la mijlocul intervalului de oblicitate, $[22,1^\circ; 24,5^\circ]$ și este în scădere. Minimum se va atinge în aproximativ 9.800 de ani. Scăderea oblicității duce la înlănzirea climei și la reducerea diferențelor climatice dintre emisfere. În următorii ani, este posibil să se instaleze o perioadă glaciară nouă, iar până la începutul acesteia, verile vor fi din ce în ce mai răcoroase, iar iernile mai călduroase. Cauzele acestei mișcări nu sunt încă stabilite.

3.3 Precesia axială

Ciclul precesiei durează 25.000 de ani, modificând poziția axei terestre (ea are o mișcare circulară). Precesia are cel mai puternic impact climatic. Orientarea curentă determină veri boreale temperate și veri australe extreme. Însă, în aproximativ 13.000 de ani, aceste date se vor schimba, ca și perioada anului în care se manifestă vara. Precesia este cauzată de rezultanta forțelor mareice ale Soarelui și Lunii.

3.4 Alte tipuri de mișcări

Există și alte cicluri Milanković, cum ar fi înclinarea orbitală sau precesia absidală, însă ale căror cauze și consecințe sunt nedeterminate sau neimportante din punct de vedere geografic și climatic.