

# Astronomie

## Cursul 9 - Mișcarea în sistemul solar

### Problema celor două corpuri

Cristina Blaga

23 noiembrie 2021

# Mișcarea geocentrică a planetelor

## Definiție

Mișcarea planetelor observată de pe Pământ este numită **mișcare geocentrică**.

- ▶ Pentru a explica mai ușor mișcarea planetelor văzută de pe Pământ presupunem că planete și Pământul se mișcă pe cercuri situate în planul eclipticii.
- ▶ În funcție de poziția orbitei planetei față de cea terestră planetele se împart în planete *interioare* și *exterioare*. Planetele interioare se mișcă între Soare și Pământ, iar cele exterioare în afara orbitei terestre.

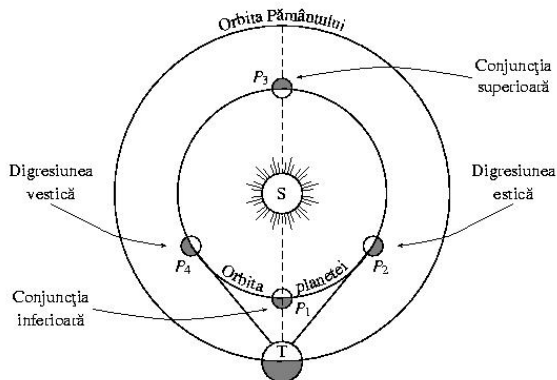
# Planete interioare ( $a < 1\text{u.a.}$ )

## Definiție

Unghiul Soare-Pământ-planetă se numește elongația planetei.

- ▶ Observate de pe Pământ, Mercur și Venus se văd mereu în vecinătatea Soarelui.
- ▶ Valoarea maximă a elongației planetelor interioare se atinge când direcția Pământ-planetă este tangentă orbitei descrise de planetă, *i.e.* este unghiul sub care se vede raza orbitei planetei de pe Pământ.

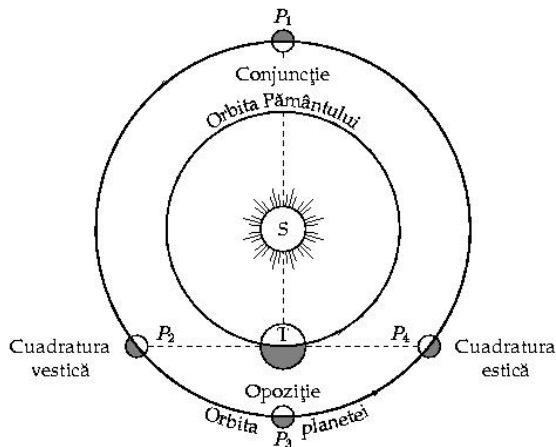
# Configurații ale planetelor interioare



# Planetele exterioare ( $a > 1\text{u.a.}$ )

- ▶ Planetele Marte, Jupiter, Saturn, Uranus și Neptun au orbitele în afara orbitei terestre.
- ▶ Elongația planetelor exterioare variază între  $0^\circ$  și  $360^\circ$ , *i.e.* că, în anumite perioade ale anului, aceste planete pot fi văzute la orice oră din noapte.

# Configurații ale planetelor exterioare



# Perioada sinodică

## Definiție

Timpul scurs între două configurații consecutive de același tip ale unei planete în raport cu Soarele, observate de pe Pământ se numește **perioada sinodică** a planetei.

## Observație

*Presupunem că planeta și Pământul descriu orbite circulare situate în planul eclipticii.*

Fie  $T_1$  și  $T_2$ ,  $T_1 < T_2$ , perioadele orbitale ale planetelor. Cunoscându-le exprimăm timpul scurs între două alinieri succesive ale planetelor.

# Perioada sinodică

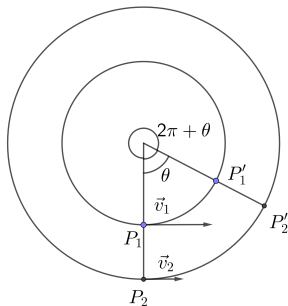


Figura: Perioada sinodică a planetei

- ▶ Presupunem că planetele pleacă din  $P_1$ ,  $P_2$ . Ele vor fi din nou aliniată după o perioadă sinodică  $S$ , în  $P'_1$ ,  $P'_2$ .
- ▶ Planetele se mișcă cu vitezele unghiulare

$$n_i = 2\pi / T_i, i = \overline{1, 2}.$$

- ▶ În intervalul de timp  $S$ , prima planetă a parcurs unghiul  $2\pi + \theta$ , iar a doua unghiul  $\theta$ .



Așadar pentru prima planetă are loc

$$2\pi + \theta = n_1 \cdot S$$

iar pentru a doua

$$\theta = n_2 \cdot S$$

relații din care, după înlocuirea vitezelor unghiulare ale planetelor, obținem

$$2\pi + \frac{2\pi}{T_2} \cdot S = \frac{2\pi}{T_1} \cdot S \quad | : (2\pi S)$$

După efectuarea împărțirii și simplificarea expresiei găsim

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} . \tag{1}$$

Pentru o *planetă interioară*  $T_1$  este perioada orbitală a planetei ( $T_{pl}$ ),  $T_2$  este perioada orbitală terestră ( $T_{\oplus}$ ), iar perioada sinodică a planetei se calculează cu ajutorul formulei

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{pl}} - \frac{1}{T_{\oplus}} . \quad (2)$$

Înlocuind în formula de mai sus perioada orbitală a planetei Venus, 224,701 zile, obținem perioada sinodică a lui Venus egală cu 583,96 de zile.

În cazul *planetelor exterioare*  $T_1 = T_{\oplus}$ ,  $T_2 = T_{pl}$ , iar perioada sinodică  $S$  este dată de formula

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{T_{\oplus}} - \frac{1}{T_{pl}} . \quad (3)$$

În cazul planetei Marte perioada siderală este 686,98 de zile iar cea sinodică de 779,87 zile.

# Orbitele sateliților artificiali ai Pământului și a sondelor spațiale

Problema celor două corpuri poate fi folosită pentru a descrie mișcarea sateliților artificiali ai Pământului. Dacă Pământul și satelitul sunt corpuri cu distribuție uniformă de masă le putem înlocui cu puncte materiale situate în centrele lor de masă. În timpul mișcării lor sunt îndeplinite legile lui Kepler. Masa sateliților care se mișcă în câmpul gravitațional terestru este mult mai mică decât masa Pământului, de aceea centrul de masă al sistemului alcătuit din Pământ și satelit este aproape de centrul de masă terestru și Pământul joacă în acest caz rolul jucat de Soare la mișcarea planetelor din sistemul solar.

Considerăm un satelit de masă  $m_s$  care se mișcă pe o *orbită circulară*, de rază  $r$ , în jurul Pământului. Masa Pământului se notează cu  $M_{\oplus}$ , iar raza lui cu  $R_{\oplus}$ . Masa satelitului este mult mai mică decât masa Pământului, de aceea suma dintre masa Pământului și masa satelitului este aproximativ egală cu masa Pământului. În acest caz, din legea a treia a lui Kepler, perioada orbitală a satelitului devine

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM_{\oplus}}}. \quad (4)$$

Viteza liniară a satelitului pe orbita circulară este egală cu

$$v_c = \frac{2\pi r}{T} = \sqrt{\frac{GM_{\oplus}}{r}}. \quad (5)$$

Sateliții artificiali ai Pământului se mișcă la diferite distanțe de suprafața lui. Notăm cu  $H = r - R_{\oplus}$  distanța de la satelit la suprafața Pământului. Un satelit care se mișcă la altitudinea  $H = 100$  km are perioada orbitală egală cu 1 oră 26 minute și viteza liniară de 7,85 km/s. Perioada orbitală a satelitului crește pe măsură ce altitudinea lui crește. Sateliții care se descriu orbite circulare în planul ecuatorului terestru la 35790 km distanță de suprafața Pământului au perioada orbitală egală cu perioada de rotație a Pământului și se numesc *sateliți geostaționari*. Cum perioada lor orbitală este egală cu perioada de rotație a Pământului, sateliții geostaționari se mișcă solidar cu punctul de pe Pământ deasupra căruia se găsesc la un moment dat. Ei sunt folosiți frecvent ca sateliți de telecomunicații sau de telefonie mobilă.

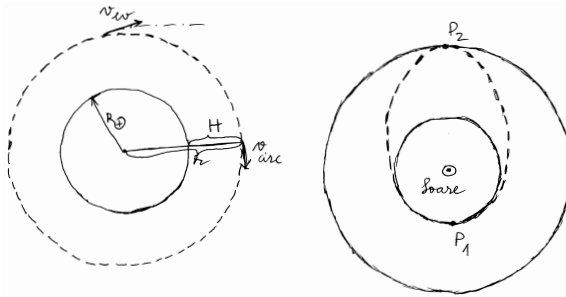
Un satelit artificial al Pământului care se mișcă fără propulsie în câmpul gravitațional terestru poate evada din acest câmp dacă energia lui cinetică este mai mare decât energia lui gravitațională. Energia cinetică a satelitului de masă  $m$  este  $E_c = mv^2/2$ , iar energia gravitațională  $E_g = GMm/r$ , unde  $v$  este viteza satelitului, iar  $r$  distanța dintre centrul de masă al satelitului și centrul Pământului. Dacă cele două energii sunt egale, viteza obținută din conservarea energiei se numește *viteză de evadare* și este egală cu:

$$v_e = \sqrt{\frac{2GM}{r}}. \quad (6)$$

Observăm că  $v_e = \sqrt{2}v_c$ . Dacă înlocuim  $r$  cu raza Pământului obținem viteza de evadare de la suprafața Pământului sau *prima viteză cosmică*, egală cu 11,2 km/s. Satelitul care are această viteză descrie o parabolă cu centrul în centrul Pământului de aceea viteza de evadare se numește și *viteză parabolică*.



Pentru a micșora costurile misiunilor spațiale interplanetare se folosesc orbite *asistate gravitațional*, de exemplu *orbitele Hohmann*. Acestea sunt orbite eliptice cu periheliul pe orbita planetei de pe care pleacă sonda spațială și cu afeliul pe orbita planetei la care trebuie să ajungă. Pe orbita Hohmann sonda nu are nevoie de combustibil pentru propulsie, mișcarea este kepleriană, perioada de mișcare a sondei spațiale fiind determinată din legea a treia a lui Kepler.



**Figura:** Satelit artificial al Pământului pe orbită circulară (linie întreruptă) și parabolică (linie punctată (stânga). Orbită Hohmann între planetele  $P_1$  și  $P_2$  (dreapta)

De exemplu, o sondă spațială trimisă de pe Pământ spre Marte, care se mișcă pe o orbită Hohmann are perioada orbitală de 1,4 ani siderali. Momentul la care sonda spațială este trimisă pe o orbită Hohmann spre Marte trebuie ales astfel încât, după 0,7 ani când ajunge la nivelul orbitei lui Marte să întâlnească planeta.

# Sistemul Soare - Pământ - Lună

Dacă facem abstracție de Pământ, Luna este obiectul ceresc pe care îl cunoaștem cel mai bine. Ea se află la o distanță de Pământ suficient de mică, astfel încât unele trăsături ale ei pot fi observate cu ochiul liber. Studiind mișcarea ei astronomii din antichitate au dedus că Luna se mișcă în jurul Pământului, la o distanță mult mai mică decât distanța Pământ-Soare și că raza Lunii este mult mai mică decât raza Soarelui. Luna este un corp opac, fără surse proprii de lumină, de aceea este vizibilă de pe Pământ dacă îndreaptă spre acesta, partea ce reflectă lumina primită de la Soare.

# Fazele Lunii

Aspectul Lunii se schimbă de la o zi la alta spunem că Luna are *faze*. Forma sa se modifică treptat de la o seceră luminoasă subțire, care amintește de conturul literei *D* din care lipsește linia verticală, la un disc luminos, ca apoi, treptat, din discul luminos al Lunii să rămână o seceră luminoasă subțire care are conturul literei *C*. Pentru a explica fazele Lunii folosim figura următoare în care, pentru a simplifica lucrurile, presupunem că Luna are o mișcare circulară, pe un cerc cu centrul în centrul Pământului, situat în planul eclipticii, iar Soarele este la distanță suficient de mare de Pământ și de Lună, astfel încât razele lui să cadă sub forma unui fascicul paralelel care se reflectă pe emisferele lor îndreptate spre Soare.

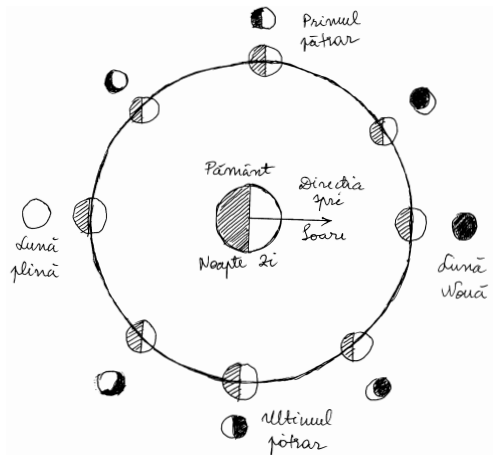


Figura: Fazele Lunii

# Lună nouă

- ▶ Când Luna se află între Soare și Pământ, Luna nu se vede de pe Pământ pentru că ea îndreaptă spre noi partea opusă celei pe care cad razele Soarelui.
- ▶ Spunem că Luna este în faza de *Lună nouă*.
- ▶ Luna și Soarele se mișcă printre stele spre răsărit, Soarele descrie în medie  $1^\circ$  pe zi, iar Luna aproximativ  $13^\circ$  pe zi. Datorită mișcării sale spre răsărit, Luna răsare în fiecare zi cu aproximativ 50 de minute mai târziu decât în ziua precedentă.
- ▶ Când Luna este în faza de Lună nouă ea se află pe direcția Soarelui, de aceea cele două corpuri cerești răsar aproape simultan.

# Primul pătrar

- ▶ În fiecare zi, Luna se mișcă spre răsărit mai mult decât Soarele, de aceea a doua zi după Luna nouă, ea răsare după ce Soarele a răsărit.
- ▶ La una-două zile după faza de Luna nouă, Luna începe să se vadă pe cer sub forma unei seceri luminoase foarte subțiri, numită popular *Crai nou*.
- ▶ Când jumătate din partea iluminată a Lunii este îndreptată spre noi, ea are forma unui semidisc luminos, și spunem că Luna este la *primul pătrar*<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>Denumirea acestei faze a Lunii este dată de timpul scurs de la Luna nouă până la această fază și anume o *pătrime* din intervalul de timp ce trece între două faze consecutive de Lună nouă.



# Lună plină

- ▶ La aproximativ două săptămâni de la Luna nouă, Luna este în faza de *Lună plină* sau *al doilea pătrar*.
- ▶ Atunci, Luna îndreaptă spre noi jumătatea pe care se reflectă razele Soarelui.
- ▶ Între faza de Lună nouă și cea de Lună plină, Luna este *în creștere*, pentru că o fracțiune din ce în ce mai mare din jumătatea Lunii iluminată de Soare este îndreptată spre Pământ.
- ▶ După ce a trecut de faza de Lună plină, Luna *descrește*, pentru că din ce în ce mai puțin din partea Lunii orientată spre Soare este îndreptată spre Pământ.

# Ultimul pătrar

- ▶ După o săptămână de la Luna plină, Luna are forma unui semidisc luminos, spunem că este în faza de *ultim pătrar*.
- ▶ După încă o săptămână, în care Luna și-a modificat forma spre o secere luminoasă din ce în ce mai subțire, Luna ajunge pe direcția Soarelui, în faza de Lună nouă și se reia ciclul fazelor Lunii.

# Luna e mincinoasă

Observăm că între fazele de Lună plină și Lună nouă, Luna este în creștere, conturul ei are forma literei D, prima literă din descreștere, iar între faza de Lună plină și Luna nouă, când Luna descrește, ea are conturul literei C, literă cu care începe creștere, de aceea spunem că, în limba română<sup>2</sup>, *Luna minte*.

---

<sup>2</sup>În alte limbi, de exemplu în limba germană, când Luna crește are forma literei gotice *z*, de la *zunehmend* care înseamnă crescător, iar când descrește are conturul literei gotice *a*, prima literă din cuvântul *abnehmend*, care înseamnă descrescător. De aceea spunem că, în limba germană, Luna nu minte.

# Luna sinodică

## Definiție

Intervalul de timp scurs între două faze consecutive de același tip ale Lunii se numește *lună* sau *perioadă sinodică*.

O lună sinodică are în medie<sup>3</sup> 29,53059 zile solare medii.

---

<sup>3</sup>Datorită perturbațiilor asupra mișcării Lunii, intervalul de timp după care ea revine într-un punct al orbitei sale, variază periodic în jurul unei valori medii. Aceasta este dată ca perioadă medie a mișcării, pentru că rămâne aproape constantă pe perioade foarte lungi de timp.

# Lumina cenușie a Lunii

Când Luna are forma unei seceri luminoase subțiri, pe lângă partea Lunii ce reflectă lumina Soarelui, vedem și restul globului lunar luminat slab de *lumina cenușie a Lunii*. Sursa luminii cenușii este lumina Soarelui reflectată de Pământ, pentru că atunci când Luna este aproape de faza de Lună nouă, pe fața ei întunecată ajung razele Soarelui care sunt reflectate de păturile superioare ale atmosferei terestre orientate spre Soare.

# Limbul Lunii vs. terminatorul Lunii

## Definiții

Curba care separă discul luminos al Lunii de spațiul interplanetar se numește *limbul Lunii*, iar cea care delimitează partea luminoasă de cea întunecată a Lunii se numește *terminator*.

Limbul Lunii este un arc de cerc, iar terminatorul un arc de elipsă sau o dreaptă.

## Definiție

Punctele de intersecție a celor două curbe se numesc *puncte de întoarcere*.

# Luna siderală

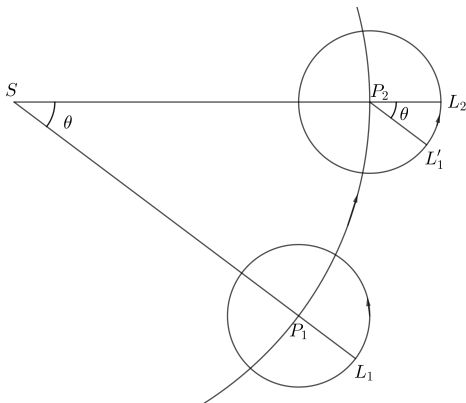
Observată de pe Pământ, Luna se mișcă printre stelele constelațiilor zodiacale, spre răsărit, în același sens ca Soarele, cu aproximativ  $13^\circ$  pe zi.

## Definiție

Intervalul de timp scurs între două treceri succesive ale Lunii prin dreptul aceleiași stele se numește *lună* sau *perioadă siderală*.

O lună siderală are în medie 27,32166 zile. solare medii.

# Perioada sinodică



**Figura:** Luna sinodică vs. luna siderală

- ▶ Presupunem că Luna și Pământul descriu orbite circulare din planul eclipticii.
- ▶ Fie  $P_1 L_1 \parallel P_2 L'_1 \Rightarrow$  între cele două configurații trece o **lună siderală**,  $P_{sid}$ .
- ▶ Fie  $L_1$  și  $L_2$  două faze de Lună plină  $\Rightarrow$  consecutive între cele două configurații trece o **lună sinodică**,  $P_{sin}$ .



- Atunci dacă notăm cu  $\theta$  unghiul descris de Pământ în acest interval de timp și cu  $T$  durata unui an sideral, atunci

$$\theta = \frac{360^\circ}{T} \cdot P_{sin}. \quad (7)$$

- Într-o lună sinodică, Luna a parcurs  $L_1 L'_1 L_2$ , egal cu  $2\pi + \theta$ . Ea descrie un arc de  $2\pi$  într-o perioadă siderală, de aceea are loc

$$2\pi + \theta = \frac{2\pi}{P_{sid}} \cdot P_{sin},$$

relație în care dacă înlocuim unghiului  $\theta$  cu expresia dată de (7), obținem

$$\frac{1}{P_{sin}} + \frac{1}{T} = \frac{1}{P_{sid}} \quad (8)$$

unde  $T = 1$  an sideral = 365,25636 zile solare medii.

Faza Lunii poate fi calculată dacă se cunoaște *vârsta* ei, *i.e.* timpul care a trecut de când Luna a fost în faza de Lună nouă. Prin definiție, *faza Lunii* sau *a unei planete*, notată  $P$ , este calculată cu ajutorul formulei

$$P = \frac{1}{2}(1 + \cos \phi) \quad (9)$$

în care  $\phi$ , numit *unghi de fază*, este unghiul cu vârful în centrul Lunii sau al planetei considerate, ale cărei laturi trec prin centrul Soarelui, respectiv centrul Pământului.

Distanța medie Pământ-Lună este aproximativ 400 de ori mai mică decât distanța medie Soare-Pământ, de aceea putem scrie că

$$\phi = 180 - \eta \quad (10)$$

unde  $\eta$  este *elongația Lunii*, unghiul dintre centrul Soarelui și centrul Lunii măsurat din centrul Pământului. Atunci, faza Lunii se poate calcula cu ajutorul relației:

$$P = \frac{1}{2}(1 - \cos \eta). \quad (11)$$

Elongația Lunii crește de la  $0^\circ$  la  $360^\circ$  într-o lună sinodică, de aceea dacă vârsta Lunii este  $A$ , atunci elongația ei este

$$\eta = \frac{360^\circ}{P_{sid}} \cdot A.$$

# Orbita Lunii

Pentru a afla distanța medie Pământ-Lună folosim paralaxa orizontală a Lunii. Paralaxa orizontală a Lunii, unghiul sub care se vede din centrul Lunii raza terestră, este egală cu  $57'2,2''$ . Paralaxa orizontală a Lunii este un unghi de măsură mică, de aceea sinusul lui poate fi aproximat cu măsura unghiului exprimată în radiani, relație care ne conduce la

$$r_L = 60,3 \cdot R_{\oplus},$$

unde  $r_L$  este distanța Lună-Pământ, iar  $R_{\oplus}$  raza Pământului.

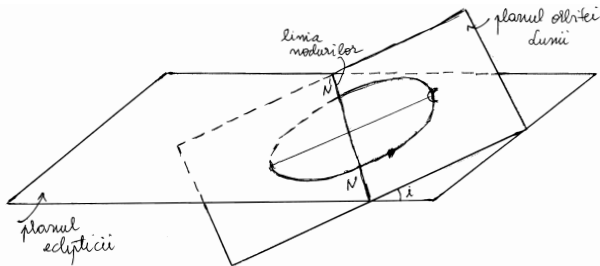
Înlocuind raza medie terestră,  $R_{\oplus} = 6371$  km, putem estima distanța Pământ-Lună  $r_L = 384400$  km. Diametrul unghiular mediu<sup>4</sup> al Lunii este egal cu  $31'5''$ . Cunoscând diametrul unghiular al Lunii și distanța Pământ-Lună, putem obține raza Lunii

$$R_L = 0,272 \cdot R_{\oplus} = 1738 \text{ km.}$$

---

<sup>4</sup>Orbita Lunii diferă puțin de un cerc, de aceea diametrul ei variază între  $29'22''$  și  $33'31''$ . Pentru a afla distanța medie la Lună folosim valoarea medie a diametrului Lunii văzute de pe Pământ.

Orbita Lunii este o elipsă cu Pământul într-unul dintre focare. Semi-axa mare a orbitei lunare este de 384400 km, iar excentricitatea ei este egală cu 0,05490. Punctul de pe orbita lunară cel mai apropiat de Pământ se numește *perigeu*, notat *P*, iar cel mai îndepărtat *apogeu*, notat *A*. Punctele *A* și *P* se mai numesc și apside, de aceea dreapta determinată de ele este *linia apsidelor*. Planul orbitei Lunii este înclinat față de ecliptică cu  $5^{\circ}9'$ . Dreapta de intersecție a planului orbitei Lunii cu planul eclipticii se numește *linia nodurilor*. Punctele în care linia nodurilor taie orbita Lunii se numesc *nodurile orbitei lunare*. Ele se notează cu *N* și *N'*.



**Figura:** Înclinarea planului orbitei Lunii și linia nodurilor.

Punctul  $N$  este *nodul ascendent*, punctul prin care trece Luna din emisfera cerească sudică în cea nordică, iar  $N'$  este *nodul descendent*, punctul prin care trece Luna la traversarea eclipticii din emisfera nordică în cea sudică.

Forța de atracție gravitațională cu care Pământul acționează asupra Lunii este cea care ține Luna pe orbita descrisă mai sus. Acțiunea Soarelui, a planetelor mari și a corpurilor din sistemul solar perturbă mișcarea Lunii. Ca urmare, linia apsidelor se mișcă în planul orbitei Lunii, în sens direct, de la apus spre răsărit, mișcare cunoscută sub numele de *rotația orbitei Lunii* (vezi figura de mai sus). Perioada acestei mișcări este de 8,85 ani. Linia nodurilor se rotește în planul orbitei Lunii, în sens retrograd, cu o perioadă egală 18,6 ani. Perioada acestei mișcări este egală cu perioada nutației, pentru că ea este consecința nutației astronomice.



La apropierea Lunii de nodurile orbitei sale sunt posibile eclipsele de Lună și de Soare. De aceea introducem *luna draconitică*, timpul scurs între două treceri consecutive ale Lunii printr-unul dintre nodurile orbitei sale. Aceasta are în medie 27,21222 zile solare medii. Între două treceri consecutive ale Lunii la perigeul orbitei sale trec, în medie 27,55455 zile, perioadă cunoscută sub numele de *lună anomalistică*.

# Rotația și librațiile Lunii

Pe suprafața Lunii se pot vedea pete întunecate. Studiind mișcarea lor putem afla informații despre rotația Lunii. Considerăm o pată întunecată de pe Lună și studiem mișcarea ei în raport cu un reper solidar legat de Lună. Observăm că poziția petei în raport cu reperul considerat nu se modifică. Acest lucru este posibil dacă în intervalul de timp considerat Luna se rotește în jurul axei sale cu un unghi egal cu cel cu care se deplasează pe orbită în jurul Pământului.

Înseamnă că perioada de rotație a Lunii în jurul axei proprii este egală cu perioada de revoluție în jurul Pământului, adică rotația și revoluția Lunii sunt sincrone. Ca urmare, Luna îndreaptă spre Pământ o jumătate din suprafața ei, numită *fața vizibilă* sau *văzută* a Lunii. Cealaltă jumătate a Lunii se numește *fața invizibilă* sau *nevăzută* a Lunii. Datorită unor oscilații mici în jurul centrului ei, de pe Pământ putem vedea mai mult de o jumătate din suprafața Lunii, și anume, aproximativ 59% din suprafața ei.

Luna se mișcă în câmpul gravitațional terestru. Forma de echilibru a Lunii este un elipsoid triaxial, cu semiaxa mare în planul orbitei Lunii, îndreptată spre centrul Pământului. Mișcarea de rotație a Lunii este uniformă, cea de revoluție nu este uniformă, de aceea semiaxa mare a elipsoidului Lunii nu trece întotdeauna prin centrul Pământului. Când semiaxa mare a elipsoidului lunar nu trece prin centrul Pământului forțele de atracție gravitațională terestră care acționează asupra Lunii tind să modifice direcția semiaxe mari pentru a o aduce la orientarea inițială. Revenirea globului lunar la poziția inițială are loc prin oscilații mici în jurul centrului Lunii. Aceste oscilații, numite *librațiunile Lunii*, ne permit să vedem de pe Pământ mai mult de o jumătate din suprafața globului lunar.

Orbita Lunii este o elipsă cu Pământul aflat într-unul dintre focare. Conform legii a II-a lui Kepler, viteza cu care Luna se mișcă pe orbita sa nu este constantă, ea este maximă la perigeu și minimă la apogeu. Amplitudinea acestei mișcări, numită *librație în longitudine*, este de  $7,6^\circ$ .

Axa de rotație a Lunii este înclinată cu  $6,7^\circ$  față de normala la planul orbitei Lunii. De aceea, planul ecuatorului Lunii este înclinat față de planul orbitei Lunii și Luna îndreaptă spre Pământ o jumătate dintr-o lună siderală, emisfera care conține polul nord al Lunii, iar celaltă jumătate de lună siderală, emisfera polului sud al Lunii, așa cum se poate vedea din figura următoare. Aceasta este *librația în latitudine*. Datorită ei putem vedea regiunile din vecinătatea polilor Lunii. Amplitudinea ei este de  $6,7^\circ$ .

Distanța dintre Pământ și Lună este suficient de mică, astfel încât emisfera îndreptată de Lună către Pământ, să nu fie aceeași pentru toți observatorii de pe Pământ, cum se poate vedea din figura alăturată. Datorită rotației diurne un observator de pe Pământ ocupă poziții diferite în raport cu Luna, la momente diferite din zi. De aceea, fața pe care Luna o îndreaptă spre el când se află la răsărit, de exemplu, diferă de cea îndreptată spre el când Luna se află aproape de apus. Aceasta este *librația diurnă*. Amplitudinea ei este de aproximativ  $1^\circ$ .

Aceste librații sunt determinate de geometria mișcării Lunii în jurul Pământului, de aceea se numesc *librații geometrice*. În afara lor s-au observat oscilații mici ale globului lunar în jurul centrului Lunii, datorate modificării distribuției materiei în interiorul Pământului sau a Lunii. Acestea sunt numite *librații fizice* și sunt greu de modelat. Din observații s-a dedus că amplitudinea lor este mult mai mică decât a celor de natură geometrică.



Pentru a afla faza Lunii la un moment dat accesați pagina:  
<https://moon.nasa.gov/moon-in-motion/moon-phases/>  
La secțiunea dedicată librațiilor Lunii (*Our Wobbly Moon*) urmărind video-ul demonstrativ puteți vedea cum Luna se apropie și se îndepărtează de noi, pentru că diametrul ei unghiular variază și cum la marginea Lunii se văd regiuni diferite la momente diferite, datorită librației în latitudine.