

A ZECEA PLANETĂ ?

Cuvântul „planetă” provine din greacă și înseamnă „stea rătăcitoare”, adică astru ce se deplasează printre stelele care par nemișcate pe bolta cerească. Astăzi prin noțiunea de planetă se înțelege un corp masiv de formă sferică care orbitează în jurul Soarelui și are vârsta în jur de 4,5 miliarde ani.

În sistemul geocentric elaborat de Claudiu Ptolemeu (sec. II e.n.), Pământul era plasat în centrul lumii și în jurul lui se roteau șapte “planete” (cinci planete plus Soarele și Luna). La noi, ca și la multe alte popoare, zilele săptămânii poartă numele acestor corpuri cerești: luni - Luna, marți - Marte, miercuri - Mercur, joi - Jupiter, vineri - Venus, sâmbătă (engl. Saturday) - Saturn și duminică (engl. Sunday) - Dumnezeu sau Soare (Soarele fiind zeificat de antici). Acest sistem geocentric, cu toate că permitea prezicerea eclipselor de Soare și de Lună, precum și determinarea pozițiilor planetelor printre stele, intra în conflict cu realitatea.

În anul 1543 Nicolai Copernic a propus un alt sistem al lumii - sistemul heliocentric, în care Soarele este în centrul lumii, iar Pământul este o simplă planetă ce se rotește în jurul Soarelui împreună cu cele cinci planete ce pot fi observate pe cer cu ochiul liber: Mercur, Venus, Marte, Jupiter și Saturn. Ideea că Pământul se rotește în jurul Soarelui și nu Soarele în jurul Pământului îi aparține filosofului grec Aristarh din Samos, spre deosebire de Aristotel care considera că Pământul este centrul Universului.

Distanțele de la Soare la aceste șase planete par a nu fi întâmplătoare. Ele formează un șir de numere care ar reprezenta aproximativ o progresie geometrică. Pentru prima dată acest șir a fost propus de matematicianul Titius (1766) și apoi expus de astronomul german J. E. Bode (1772) sub forma unei expresii empirice, numită relația Titius-Bode. Această relație permite calculul aproximativ al distanței medii de la planetă la Soare, exprimată în unități astronomice (u.a.). (O unitate astronomică este distanța medie de la Pământ la Soare egală cu 149 600 000 km).

În diverse manuale relația Titius-Bode este dată sub forme diferite. Astfel, în [5] fiecărei planete i se atribuie cifra 4 la care, în ordinea îndepărtării de la Soare, se adaugă 0, 3, 6, 12, ... Numărul astfel obținut se împarte la 10, rezultatul fiind distanța exprimată în u.a. Planetei Neptun nu i se atribuie nici un număr.

Tabelul 1

Planeta	Mercur	Venus	Pământul	Marte	Planete mici (asteroizi)	Jupiter	Saturn	Uranus	Neptun	Pluton
Se atribuie	4	4	4	4	4	4	4	4	-	4
Se adaugă	0	3	6	12	24	48	96	192	-	384
Distanța în u.a. obținută prin împărțirea la 10	0,4	0,7	1,0	1,6	2,8	5,2	10,0	19,8	-	38,8
Distanța reală	0,39	0,72	1,00	1,52	diferite	5,20	9,54	19,18	30,07	39,67

În [4] relația Titius-Bode este prezentată sub forma: $a=0,3 \cdot 2^n + 0,4$ (u. a.), iar pozițiile planetelor Neptun și Pluton nu sunt calculate. În [2] relația Titius-Bode este $a=0,3 \cdot 2^{n-1} + 0,4$ (u. a.), unde $n \geq 1$ este numărul de ordine al planetei. În tabelul prezentat în acest manual planetei Mercur i se atribuie $n=0$ (?).

Planeta a șaptea, Uranus, a fost descoperită la 13 martie 1781 de astronomul englez William Herschel, ea fiind unica planetă descoperită direct cu ajutorul telescopului. După cum se vede, Uranus se înscrie în relația Titius-Bode. În anumite perioade, la opoziție Uranus poate fi văzut și cu ochiul liber.

Tabelul 2

Planeta	n	Distanța de la Soare		Data descoperirii
		calculată	reală	
Mercur	$-\infty$	0,4	0,387	
Venus	0	0,7	0,723	
Pământul	1	1,0	1,000	
Marte	2	1,6	1,524	
Asteroizii	3	2,8	2,770	1.01.1801
Jupiter	4	5,2	5,203	
Saturn	5	10,0	9,539	
Uranus	6	19,6	19,182	13.03.1781

După 1789, a început căutarea unei planete care, potrivit relației Titius-Bode, ar trebui să existe între Marte și Jupiter la distanța medie de 2,8 u. a. de la Soare. La 1 ianuarie 1801 astronomul italian G. Piazzi a descoperit o mică planetă numită Ceres, după care a urmat Pallas descoperită la 28 martie 1802 de astronomul german Olbers, apoi Juno, Vesta, Astreea și altele, toate la distanța medie de 2,8 u. a. de la Soare. Astăzi se cunosc peste 3000 de planete mici la această distanță, numite asteroizi ele formând așa numitul brâu de asteroizi. De menționat că asteroizii nu au formă sferică, nu au atmosferă proprie, iar cea mai mare planetă mică, Ceres, nu depășește 1003 km în diametru. Cei mai mici asteroizi care pot fi observați au diametrul de circa 0,5 km. Corpurile cu diametrul mai mic de 0,5 km poartă denumirea de meteoroidi.

Orbitele unor asteroizi întretaie orbitele planetelor mari, chiar și pe cea a Pământului, prezentând un pericol real pentru noi. Printre aceștia se numără Icarus, Amur, Apollo, Adonis, Hermes, Erot și altele. Masa totală a tuturor asteroizilor constituie doar 1/20000 din masa Pământului. Cu toate acestea, unii astronomi, inclusiv B. B. Voronțov-Veliaminov, autorul manualului de astronomie, înaintează ipoteza că acești asteroizi cândva ar fi format o planetă, cu numele de Phaeton. După datele științei contemporane, existența în trecut a unei astfel de planete e prea puțin probabilă.

În 1845 s-au observat abateri serioase ale planetei Uranus de la legile lui Kepler. Tânărul astronom francez Le Verrier, la îndemnul directorului Observatorului din Paris, Arago, încearcă să determine prin calcule matematice poziția unei presupuse planete transuranice și la 18 septembrie 1846 el indică locul pe cer al acestei planete. La 23 septembrie 1846, tânărul astronom german Galle găsește pe cer această a opta planetă, numită apoi Neptun. Este interesant faptul că cu 8 luni mai înainte, un student englez de la facultatea de matematică, Adams, obține aceleași rezultate independent de Le Verrier, folosind o altă metodă, însă astronomul englez Airy de la Observatorul Greenwich a neglijat aceste calcule.

Același Le Verrier, după perturbațiile planetei Mercur și folosind aceeași metodă, prezice existența unei planete între Mercur și Soare, denumind-o Vulcan. Ea ar fi trebuit să treacă pe discul Soarelui la 22 martie 1877, însă nimeni nu a observat-o. Astăzi se poate afirma că asemenea planetă nu există, perturbațiile planetei Mercur găsindu-și explicația în cadrul teoriei relativității.

La începutul sec. XX s-a observat că în mișcarea planetei Uranus intervin și alte perturbații care nu ar putea fi explicate decât prin existența unei planete dincolo de Neptun. Astronomul american Lovell începe căutarea „planetei X” transneptunice încă din 1905, deși coordonatele planetei au fost publicate abia în anul 1914. Noua planetă denumită Pluton a fost descoperită la 12 martie 1930 de astronomul american Tombaugh de la Observatorul Mount Palomar (California). În 1976 a fost descoperit și satelitul ei natural Charon, destul de masiv în comparație cu planeta, astfel încât sistemul Pluton - Charon ar putea fi considerat mai degrabă un sistem planetar dublu. Distanța până la Pluton este de 39 - 40 u. a., iar orbita lui intersectează orbita planetei Neptun. Pluton nu se încadrează în nici una din clasificările cunoscute. Deși se află în spațiul planetelor gigante, el e mai mic decât Luna și are densitatea mare.

La sfârșitul anului 1977, la periferia Sistemului Solar a mai fost observat un corp planetar destul de mic numit Hiron, care seamănă mai mult cu un asteroid. Se știe însă că brăul de asteroizi nu ajunge decât până la Jupiter. Mai târziu în această zonă au fost observate și alte corpuri cum ar fi 28978 Ixion, 20000 Varuna și 2002AW197. Un nou brău de asteroizi? Această zonă, această nouă lume înghețată și rece a fost numită Centura Kuiper.

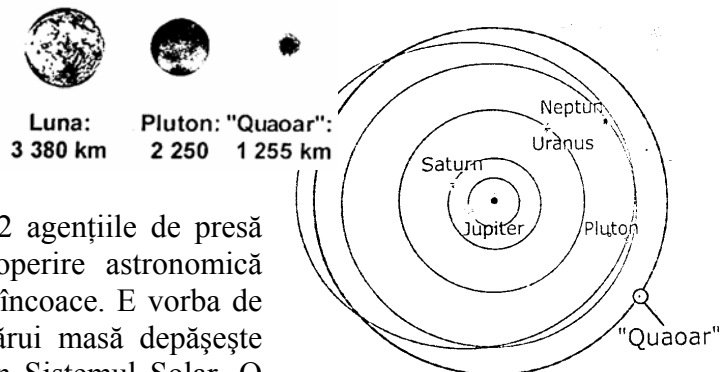
Și iată că la 7 octombrie 2002 agențiile de presă anunță cea mai senzațională descoperire astronomică făcută în Sistemul Solar de la 1930 încoace. E vorba de descoperirea unui corp ceresc, a cărui masă depășește masa totală a tuturor asteroizilor din Sistemul Solar. O nouă planetă mare, a zecea, ori un nou obiect Kuiper?

Noul corp ceresc a fost descoperit la 2 iulie 2002 de către Michael E. Brown și Chad Trujillo de la Observatorul Mount Palomar cu ajutorul unui telescop de 1,2 m. Este mai mic decât Luna, dar mai mare ca Charon. Se află la distanța de 44,5 u. a. (aproximativ 6,7 miliarde km), are perioada de revoluție de 288 ani și diametrul de circa 1255 km. Existența obiectului a fost confirmată și de telescopul spațial Hubble care i-a măsurat diametrul (1255 ± 190 km). Obiectul are numele de cod 2002LM60, dar astronomii l-au numit „Quaoar”, acest nume nefiind încă omologat de Uniunea Astronomică Internațională. Quaoar era Zeul Creației la un popor băștinaș care a locuit în regiunea Los Angeles înainte de sosirea coloniștilor spanioli.

„Planeta a 10-a” are magnitudinea de $+18,6^m$ și un albedo extrem de scăzut, sub 10%, din care cauză ea nu este accesibilă pentru telescopul de la Observatorul astrofizic al Liceului Real din Chișinău. Se prea poate ca planeta a 9-a, Pluton, și planeta a 10-a, Quaoar, să facă parte din Centura de asteroizi Kuiper.

Nici poziția planetei „Quaoar” nu putea fi obținută cu ajutorul relației Titius-Bode. Poate că e cazul ca relația Titius-Bode să fie modificată? La timpul său, fizicianul englez Ernest Rutherford a folosit analogia cu Sistemul Solar pentru a prezenta modelul său planetar de structură a atomului. Ulterior s-a constatat că orbitele electronilor sunt staționare, ele fiind descrise de patru numere cuantice [3]. Poate că și orbitele planetelor ar putea fi descrise de mai multe numere, nu numai de numărul de ordine n ?

Astăzi se impune ipoteza că dincolo de Centura Kuiper, la distanța de $150\,000 \pm 50\,000$ u. a. de la Soare, s-ar afla un brău cometar numit norul lui Oort. Acest nor format din nuclee cometare (roci și gheață) înconjoară tot Sistemul Solar. Numai astfel se poate explica faptul că cometele se mișcă pe orbite orientate sub orice unghi față de ecliptică. Ce se află în spațiul dintre Centura Kuiper și norul Oort este deocamdată o enigmă care își așteaptă dezlegarea.



BIBLIOGRAFIE

- [1] B. B. Voronțov-Veliaminov. Astronomie. Manual pentru cl. a XI-a. Chișinău, 1992, p. 77.
- [2] Gheorghe Chiș. Astronomie. Manual pentru cl. a XII-a. București, 1992.
- [3] D. Ciobotaru et. al. Fizica. Manual pentru cl. a XII-a. București, 1993.
- [4] М. М. Дагаев. Астрономия. М., Просвещение, 1983, p. 252.
- [5] Ф. Л. Уипл. Семья Солнца. М., Мир, 1984, p. 298.
- [6] А. А. Гурштейн. Извечные тайны неба. М., Наука, 1991.
- [7] Revista „Știință și tehnică”, București, octombrie 2002.

Ion NACU
Directorul Observatorului astrofizic
al Liceului Real din Chișinău

PROBLEME DE ASTRONOMIE REZOLVATE

Problema 1. Perioada sinodică a unei planete este de 500 zile. Să se determine semiaxa mare a orbitei planetei și perioada ei de revoluție.

Rezolvare

Deoarece în enunțul problemei nu se concretizează dacă planeta este interioară sau exterioară, vom examina ambele cazuri.

a) Planetă interioară.

Din ecuația sinodică

$$1/S = 1/T - 1/T_p$$

avem

$$T = \frac{S T_p}{S + T_p} = \frac{500 * 365,2422}{865,2422} = 211,06 \text{ (zile)} = 0,578 \text{ (ani)}.$$

Din legea a III-a lui Kepler

$$\frac{T^2}{T_p^2} = \frac{a^3}{a_p^3}$$

exprimăm semiaxa mare a orbitei

$$a = a_p \cdot \sqrt[3]{(T/T_p)^2} \text{ u.a.} = \sqrt[3]{(0,578)^2} \text{ u.a.} = \sqrt[3]{0,3341} \text{ u.a.} = 0,69 \text{ u.a.}$$

b) Planetă exterioară.

Ecuția sinodică

$$1/S = 1/T_p - 1/T$$

De aici perioada siderala

$$T = \frac{S T_p}{S - T_p} = \frac{500 * 365,2422}{134,7578} \text{ (zile)} = 1355,18 \text{ (zile)} = 3,71 \text{ (ani)}.$$

Semiaxa mare a orbitei este

$$a = a_p \sqrt[3]{(T/T_p)^2} = \sqrt[3]{(3,71)^2} \text{ u.a.} = \sqrt[3]{(13,7668)} \text{ u.a.} = 2,3967 \text{ u.a.} \approx 2,4 \text{ u.a.}$$

Problema 2. Orbita unei comete are excentricitatea de 0,9. Perioada de revoluție a cometei în jurul Soarelui este de 1000 ani. Să se determine distanța minimă și maximă a cometei de la Soare.

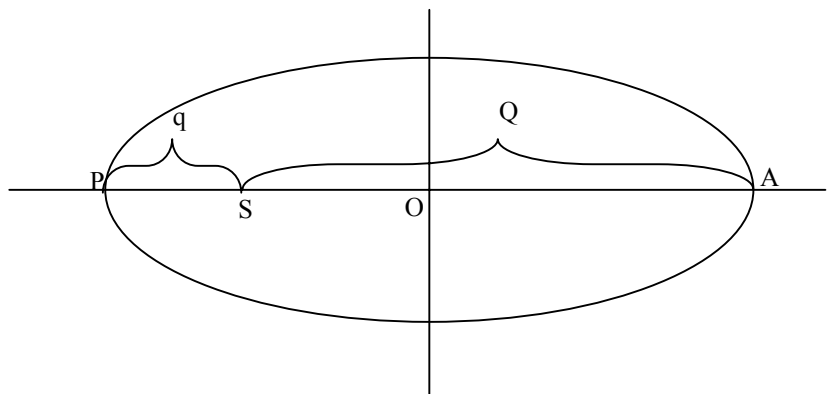
Rezolvare

Conform legii I a lui Kepler, cometa se mișcă pe o orbită eliptică, în unul din focarele căreia se află Soarele. Cometa este la distanța minimă de Soare la periheliu (P) și la distanța maximă la afeliu (A).

Semiaxa mare a orbitei este $OP = OA = a$. Prin definiție, excentricitatea este

$$e = OS / OP = OS / a \quad (1)$$

Conform legii a III-a a lui Kepler putem scrie:



$$\frac{T^2}{T_p^2} = \frac{a^3}{a_p^3} \quad (2)$$

unde T_p și a_p sunt respectiv perioada de revoluție și semiaxa mare a orbitei Pământului:
 $T_p=1\text{an}$; $a_p=1 \text{ u.a.}$

Semiaxa mare a orbitei cometei:

$$a = a_p \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{T}{T_p}\right)^2} = 1 \cdot \sqrt[3]{\frac{10^6}{1}} \text{ u.a.} = \sqrt[3]{10^6} \text{ u.a.} = 10^2 \text{ u.a.} = 100 \text{ u.a.}$$

Din (1) determinăm:

$$\begin{aligned} OS &= e \cdot a = 0,9 \cdot 100 \text{ u.a.} = 90 \text{ u.a.} \\ q &= a - OS = (100 - 90) \text{ u.a.} = 10 \text{ u.a.} \\ Q &= a + OS = (100 + 90) \text{ u.a.} = 190 \text{ u.a.} \end{aligned}$$

Problema 3. În romanul “Hector Servadak” al lui Jules Verne e descrisă o cometă ce are perioada de revoluție de 2 ani și distanța maximă de la Soare de 820 milioane kilometri. Să se determine dacă ar putea exista o astfel de cometă.

Rezolvare:

Cunoscând perioada de revoluție a cometei, putem determina semiaxa mare a orbitei acesteia (din legea a III-a a lui Kepler):

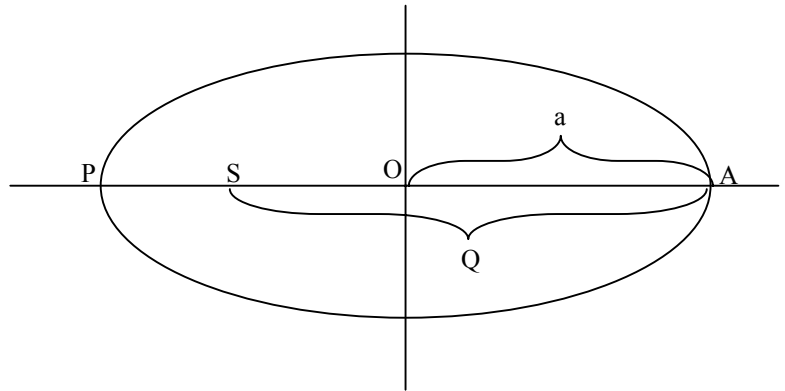
$$a = a_p \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{T}{T_p}\right)^2} = \sqrt[3]{4} \text{ u.a.} = 1,59 \text{ u.a.}$$

Exprimăm distanța cometei de la Soare în unități astronomice (u. a.):

$$Q = 820 \text{ mil km} / 150 \text{ mil km} = 5.4 \text{ u.a.}$$

Axa mare a orbitei cometei $2a = 2 \cdot 1,59 = 3,18 \text{ u.a.}$ Deci $Q > 2a$.

Din figură însă se vede că trebuie să avem $Q < 2a$, de unde rezultă că o astfel de cometă nu poate să existe.



Probleme din: B.A. Voronțov-Veliaminov. Astronomie. Manual pentru clasa a XI-a. Lumina, Chișinău, 1992.

Ion NACU

EVENIMENTE ASTRONOMICE

Momentele sunt indicate în timp universal (UT). Ora Chișinăului se obține din formula $T(\text{Chișinău}) = UT + 2h$ (până la 28 martie) sau $T(\text{Chișinău}) = UT + 3h$ (după 28 martie)

MARTIE 2004

- 4 – Jupiter în opoziție cu Soarele
- 4 – Mercur în conjuncție superioară cu Soarele
- 5 – 25 de ani de la trecerea sondei spațiale „Voyager 1” în apropiere de Jupiter
- 6 – Luna la 2° nord de Jupiter (~18h)
- 6 – Luna în faza „lună plină” (23h 14min)
- 12 – Luna la perigeu (3h 58min); distanța de la Pământ 369509,7 km
- 13 – Luna în faza „ultimul pătrar” (21h 01min)

- 14 – 125 de ani de la nașterea lui Albert Einstein (1879)
- 20 – Echinocțiul de primăvară (6h 49min)**
- 20 – Luna în faza „lună nouă” (22h 41min)
- 21 – Mercur și Venus la periheliu
- 23 – 3 ani în urmă și-a încetat activitatea complexul orbital MIR
- 23 – 255 de ani de la nașterea lui Pierre Laplace (1749)
- 24 – Luna la 3° sud de Venus (~22h)
- 27 – Luna la apogeu (7h 01min); distanța de la Pământ 404521,3 km
- 28 – Luna la 4° nord de Saturn (~21h)
- 28 - Luna în faza „primul pătrar” (23h 48min)
- 28 – Trecerea la ora de vară (+ 1h)**
- 29 – Venus la elongație estică maximă (46°)
- 29 – Mercur la elongație estică maximă (19°)

PLANETELE VIZIBILE CU OCHIUL LIBER ÎN MARTIE:

Mercur – vizibil seara timp de circa 0,5 ore după apusul Soarelui, în constelația Vărsătorul (Aquarius)

Venus - vizibil excelent seara timp de circa 4 ore după apusul Soarelui, în constelația Peștii (Pisces)

Marte – vizibil în prima jumătate a nopții în constelația Berbecul (Aries)

Jupiter – vizibil excelent toată noaptea în constelația Leul (Leo)

Saturn - vizibil în prima jumătate a nopții în constelația Gemenii (Gemini)

APRILIE 2004

- 2 – Luna la 3,1° nord de Jupiter (~22h)
- 3–4 – Venus în Pleiade (Pleiades) (magnitudinea -4,3m, elongația estică 45, 9°)
- 5 – Lună plină (11h 03min)
- 8 – Luna la perigeu (2h 23min); distanța de la Pământ 364548, 0 km
- 12 - Luna în ultimul pătrar (3h 46min)
- 12 – Ziua Cosmonauticii
- 17 – Mercur în conjuncție inferioară cu Soarele
- 19 – Lună nouă (13h 21min)
- 19 – Eclipsă de Soare (invizibilă în Moldova)
- 22 – Curentul meteoric Liride la maximum (4h 10min)
- 23 – Luna la 2, 2° nord de Marte (~21h)
- 24 – Ziua Internațională a Astronomiei
- 24 – Luna la apogeu (0h 25min); distanța de la Pământ 405401, 1 km
- 25 - Luna la 4, 2° nord de Saturn (~6h)
- 27 – Luna în primul pătrar (17h 32min)
- 30 – Luna la 3, 3° nord de Jupiter (~3h)

PLANETELE VIZIBILE CU OCHIUL LIBER ÎN APRILIE:

Mercur – invizibil

Venus - vizibil excelent seara timp de circa 4 ore după apusul Soarelui, în constelația Taurul (Taurus)

Marte – vizibil în prima jumătate a nopții (magnitudinea +1,5m) în constelația Berbecul (Aries)

Jupiter – vizibil excelent toată noaptea în constelația Leul (Leo)

Saturn - vizibil în prima jumătate a nopții în constelația Gemenii (Gemini)

Realizat de Ștefan. TIRON