

Odnos Orbita Planeta Sunčevog Sistema

Branko Zivlak, bzivlak@gmail.com

Ključne reči: Orbite planeta, Ticius-Bode zakon, Mars, Zemlja

1. Uvod

Ticius-Bode zakon [1] je još u 18. veku predložio formulu za udaljenosti planeta u Sunčevom sistemu. Iako ovaj zakon danas ima samo istorijski značaj, zbog nedostatka fizičkog utemeljenja i relativno velikih grešaka u predviđanjima, posebno za spoljašnje planete, njegovo spominjanje je korisno kao uvod u temu odnosa orbitalnih elemenata.

Cilj ovog rada je da jednostavno i što tačnije izrazi odnose poluvelikih osa planeta u Sunčevom sistemu, koristeći Mars i Zemlju kao referentne tačke i matematičke konstante povezane sa π . Metodologija koja se koristi inspirisana je shvatanjima iz **Teorije prirodne filozofije** Ruđera Boškovića [2] i **Teorije jedinstva celine i delova** [3], što dodatno naglašava značaj ovih teorijskih pristupa u savremenom razumevanju prirode.

2. Odnosi

Ticius-Bode zakon [1] je empirijska formula koja opisuje ose planeta u Sunčevom sistemu:

$$a_n = 0.4 + 0.3 * 2^n \quad (1)$$

Gde je:

a_n poluvelika osa planete od Sunca u astronomskim jedinicama (AU), a n je redni broj planete u nizu (prvi član niza odgovara Merkuru sa $n = -\infty$, zatim Venera sa $n = 0$, Zemlja sa $n = 1$, Mars sa $n = 2$, itd.). Ovaj zakon daje približne vrednosti sa greškama često većim od nekoliko procenata [1]. Zbog toga se u ovom radu nudi alternativni pristup sa koeficijentima k , koji predstavljaju odnose poluvelikih osa planeta u odnosu na referentne orbite **Zemlje** i **Marsa**:

Tabela: Orbite spoljnih planeta Sunčevog sistema

Planeta	poluvelika osa $a [m]$	k	$k=$ $k=$	$az=k*a(\text{Zemlja})$ $am=k*a(\text{Mars})$	$Rg\%$ $Rg\%$
Merkur	5,79092270E+10	$(1+(2\pi)^{1/4})^{-1}$	0,38711	5,791115E+10	0,003
Venera	1,08209475E+11				
Zemlja	1,49598023E+11	1	1,0000	1,495980E+11	0,000
Mars	2,27943824E+11	1	1,0000	2,279438E+11	0,000
Jupiter	7,78340821E+11	$2+2^{0.5}$	3,4142	7,782489E+11	-0,012
Saturn	1,43352698E+12	$2\pi=$	6,2832	1,432213E+12	-0,092
Uran	2,87524663E+12	$4\pi=$	12,5664	2,864427E+12	-0,376
Neptun	4,49506083E+12	$2\pi^2=$	19,7392	4,499431E+12	0,097
Pluton	5,90637627E+12	$4\pi^2=$	39,4784	5,905893E+12	-0,008

Analiza i implikacije:

1. **Tačnost za spoljašnje planete:** Za spoljne planete (od Jupitera nadalje), koeficijenti k daju vrednosti sa relativnim greškama (R_g) manjim od 0.1%. Ovo pokazuje konzistentnost odnosa zasnovanih na koeficijentima povezanim sa $\pi|pi$.
2. **Razlika u formulama:** Jasna je razlika između unutrašnjih i spoljašnjih planeta.
3. **Venera:** nije pronađena referentna poluelika osa povezana odnosom sa $\pi|pi$ koja bi dala isti nivo tačnosti, ali postoje naznake o povezanosti sa $lg_2(3)$.
4. **Jupiter:** odnos je povezan sa „2“.
5. **Saturn, Uran i Neptun:** čine uredan sled odnosa vezan za $\pi|pi$.
6. **Pluton:** je takođe uključen u Tabelu jer nastavlja sled prethodnih ali ne prema Marsu nego prema Zemlji.
7. **Dihotomija Sunčevog sistema:** Orbite unutrašnjih planeta su relativno bliske, dok se orbite spoljašnjih planeta progresivno šire sa udaljavanjem od Sunca. Koeficijenti k su uzrok ove dihotomije, dok orbitalne rezonancije predstavljaju posledicu [4].
8. **Fizička interpretacija:** Koeficijenti k ukazuju na orbitalne rezonancije, koje doprinose stabilnosti Sunčevog sistema i oblikuju specifične karakteristike orbita planeta.
9. **Šira primena:** Definisani koeficijenti mogu se koristiti za analizu i poređenje struktura orbita u drugim zvezdanim sistemima, pružajući novi uvid u orbitalne mehanizme.

3. Zaključak

Predloženi empirijski odnosi poluelikih osa planeta Sunčevog sistema pružaju precizniju alternativu klasičnom Ticius-Bode zakonu. Rezultati ovog rada ističu značaj korišćenja matematičkih konstanti, poput $\pi|pi$, i odnosa u jedinicama referentne orbite za bolje razumevanje dinamike Sunčevog sistema. Odnosi nisu idealno tačni i zbog toga što nisu uključeni i drugi parametri značajni za planete. U svakom slučaju ne bi trebalo da $\pi|pi$ nema svoju ulogu u odnosima udaljenosti planeta od Sunca.

Poluelike ose kao virtuelni pokazatelji imaju indikativne matematičke odnose, što nemaju realni Afeli i Periheli. Značajno je da je to opšte pravilo koje važi za sve strukture, na primer i u kvantnoj fizici gde se često upotrebljavaju virtualne tačke.

Posebno se može očekivati značajno poboljšanje uključivanjem nagiba ose rotacije koji na neki način izdvaja retrogradne planete Veneru i Uran a i za ostale planete bi dalo poboljšanje.

Prednost korišćenja poluelikih osa Marsa i Zemlje kao referentnih vrednosti ogleda se u preciznosti dobijenih rezultata za spoljašnje planete.

Dalja istraživanja mogu se usmeriti na:

- Primenu na egzoplanetarne sisteme,
- Proučavanje uticaja gravitacionih rezonancija na stabilnost planetarnih orbita,
- Precizniju analizu efekata koje manja tela, poput satelita i asteroida, imaju na dinamiku orbita planeta.

Novi Sad 10.12.2024.

Literatura

[1] Ticius-Bode zakon: Istorijski pregled. (dostupni podaci su široko dokumentovani na internetu)

[2] Boscovich, R.: 1758, *Philosophiae naturalis theoria redacta ad unicam legem virium in natura existentium*, Beč (prvo izdanje; 1763, Venecija, (drugo izdanje); 1922 i 1966, A Theory of natural philosophy, Open Court, London i The Massachusetts Institute of Technology, M.I.T. Press, Cambridge (redom); 1974, *Teorija prirodne filozofije svedena na jedan jedini zakon sila koje postoje u prirodi*, (dvojezično: latinski i hrvatski), Liber, Zagreb.

[3] The Theory of Unity of the Whole and its Parts, viXra.org e-Print archive, viXra:1703.0152

[4] https://hr.wikipedia.org/wiki/Orbitalna_rezonancija