



Tiri planetov

Uvod

Razdalje kroženja teles okoli osrednje mase zaradi medsebojnega gravitacijskega vpliva ne morejo biti poljubne. Obstajajo tirnice, ki so prepovedane. To se vidi pri Saturnovih obročih. Med obroči so prazna območja. Med temi je najbolj znana Cassinijeva ločnica (glej levo sliko).

Kaj vpliva na porazdelitev tirnic planetov okoli osrednje zvezde? Najbolj znana spekulacija je Keplerjeva, ta je poskušal določiti razdalje z vrčtanimi platonskimi poliedri (glej desno sliko).



Naslednji takšen poizkus je empirični zakon, znan pod imenom Titius-Bodejev zakon. Merkur je oddaljen od Sonca 0.4 astronomske enote, za ostale planete pa velja formula $0.4 + 0.3 \cdot 2^n$, kjer je $n = 0, 1, \dots, 7$. Svoje mesto ima tudi asteroidni pas med Marsom in Jupitrom ($n = 3$).

V glasbi imajo toni, ki zvenijo v frekvencah, katerih razmerje so majhna cela števila, ušesom prijeten zvok. Na tem slonijo glasbene lestvice.

Pitagora se je med drugim tudi ukvarjal z glasbenimi lestvicami. Rekel je, da so ta razmerja ključ za razumevanje sveta. Med drugim je imel v mislih tudi gibanje planetov, ki ga je poimenoval s harmonijo sfer. Pitagora je bil še najbližje resnici.

Resonančne tirnice

Planeti v starih planetnih sistemih se postavijo v tako imenovane resonančne tirnice, to so tirnice, ki so blizu krožnih in za katere valja, da je razmerje obhodnih dob dveh sosednjih planetov enako razmerju malih celih števil. Tako planeti izvajajo redne, periodične gravitacijske vplive drug na drugega,

Fizikalni princip je podoben potiskanju otroka na gugalnici, pri čemer je lastna frekvenca tirnice oziroma gugalnice majhen mnogokratnik frekvence interakcije. V tem primeru bo interakcija imela kumulativni učinek.

Orbitalne resonance močno povečajo medsebojni gravitacijski vpliv teles, to pomeni, da spreminjajo ali omejujejo tirnice drug drugemu.

To lahko povzroči nestabilno interakcijo, v kateri se telesu z veliko manjšo maso spremeni gibalna količina in s tem se spreminja tirnica, dokler se resonanca ne poruši.

Tak primer so Saturnovi obroči. Tu posegajo v interakcijo z delci, ki tvorijo obroč, Saturnove lune.

V drugih primerih lahko medsebojni učinek stabilizira tirnice in sistem postane stabilen, kot je to pri planetarnih sistemih.

Analiza

Tretji Keplerjev zakon pravi, da je $a^3/T^2 = k$, kjer je a velika polos tirnice planeta, T je obhodni čas in k je konstanta. Od tod lahko izrazimo zvezo med razdaljama dveh sosednjih planetov od Sonca z razmerjem med obhodnima dobama: $a_{n+1} = a_n(T_{n+1}/T_n)^{2/3}$.

Poglejmo razmerja obhodnih dob (T_{n+1}, T_n) v Sončevem sistemu.

$$(5, 2), (13, 8), (2, 1), (12, 5), (8, 3), (5, 2), (3, 1), (2, 1)$$

Začne se z razmerjem med obhodnima dobama Venere in Merkurja in konča z razmerjem pri Neptunu in Uranu.

Razmerja obhodnih dob sosednjih planetov smo zaokrožili tako, da smo jih razvili v verižni ulomek. Nato smo zaporedje koeficientov verižnega ulomka prekinili na mestu pred členom z veliko vrednostjo. Vrednost tako skrajšanega ulomka se razlikuje od prvotne tem manj, čim večji je koeficient, kjer smo prekinili zaporedje koeficientov.

Primer:

$$(1, 2, 1, 13, 28) = 1 + 1/(2 + 1/(1 + 1/(13 + 1/28))) = 1544/1151$$

$$(1, 2, 1) = 1 + 1/(2 + 1/1) = 4/3$$

$$1544/1151 - 4/3 = 0.0081$$

Razvoji razmerij v Sončevem sistemu v verižni ulomek:

[2, 1, 1, , 4, 9, 2, 5, 9] -> (5, 2)	5.0%
[1, 1, 1, 1, 1, 1, , 28, 3, 2] -> (13, 8)	0.05%
[1, 1, , 7, 2, 1, 1, 5, 19, 4] -> (2, 1)	10.0%
[2, 2, 1, 1, , 3, 1, 3, 5] -> (12, 5)	0.9%
[2, 1, 1, 1, , 3, 17, 3, 2, 2] -> (8, 3)	2.9%
[2, 1, 1, , 12, 1, 19, 8] -> (5, 2)	1.8%
[2, 1, , 5, 1, 1, 45, 2, 1, 1, 3] -> (3, 1)	15.0%
[1, 1, , 21, 5, 21] -> (2, 1)	4.5%

Z | smo označili mesto, kjer smo prekinili zaporedje koeficientov verižnega ulomka. V zadnjem stolpcu so zapisane napake. Vidimo, da se vzorca [1, 1, ..., 1], [2, 1, ..., 1] ponavljata. Aritmetična sredina razmerij je enaka $b = 2.3$. Oddaljenost planetov od Sonca se približno izraža s formulo

$$a_{n+1} = a_n b^n, \text{ kjer je } a_0 = 0.4$$

Oddaljenost Merkurja od Sonca je a_0 , izraženo v astronomskih enotah. Na sliki je v logaritemski skali primerjava dejanskih vrednosti z gornjo aproksimacijo (oranžna črta).

V A B I L O

Vabimo vas na redni mesečni sestanek Astronomskega društva Javornik, ki bo v torek 20.12.2022 ob 18^h. Sestanek bo potekal na daljavo preko povezave <https://private.vid.arnes.si/ykak-zn4p-prif>.

Pogledali si bomo prispevek o ideji teleskopa, ki bi deloval na osnovi gravitacijskega lečenja Sonca.

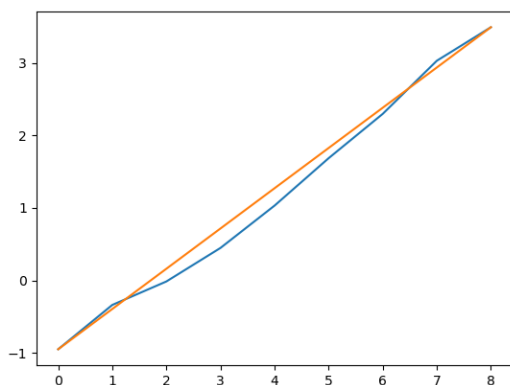
Teleskop na osnovi gravitacijskega lečenja Sonca (angl. solar gravitational lens telescope) bi izkoriščal Sonce kot gravitacijsko lečo in bi lahko dosegal ločljivost, ki bi omogočala zaznavanje podrobnosti na planetih izven Osončja.

Več informacij o ideji najdete na povezavi https://www.nasa.gov/directorates/spacetechniac/2020_Phase_I_Phase_II/Direct_Multipixel_Imaging_and_Spectroscopy_of_an_Exoplanet/, prispevek pa na povezavi <https://www.youtube.com/watch?v=xDocksewkQ0>.

Vabljeni!

Bernard Ženko

Dodatne informacije o tem in preteklih predavanjih najdete na <http://www.adj.si>.



Če pogledamo izven našega Sončevega sistema, vidimo podobno obnašanje planetarnih sistemov. Na primer razmerja pri planetarnem sistemu Trappist₁ so enaka (8, 5), (5, 3), (3, 2), (3, 2), (4, 3), (3, 2).

Fibonaccijevo zaporedje

Fibonaccijevo zaporedje je definirano:

$$F_1 = 1, \quad F_2 = 1, \quad F_{n+1} = F_n + F_{n-1}.$$

Prvih sedem členov tega zaporedja: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13.

Če razvijemo kvocient dveh sosednjih členov Fibonaccijevega zaporedja v verižni ulomek, dobimo

$$\frac{F_{n+1}}{F_n} = [1, 1, \dots, 1, 1], \quad \text{medtem ko je} \quad \frac{F_{n+2}}{F_n} = [2, 1, \dots, 1, 1].$$

To sta ravno vzorca, ki se pojavljata v večini primerov obhodnih dob. Statistično je pokazano, da so razmerja period sosednjih planetov v planetarnih in satelitskih sistemih velikih planetov večinoma blizu razmerja dveh členov Fibonaccijevega zaporedja (med 1 in 8). To se je potrdilo v 60% primerov do sedaj znanih planetarnih in satelitskih sistemov.

Referenca: Vladimir Pletser: Orbital Period Ratios and Fibonacci Numbers in Solar Planetary and Satellite Systems and in Exoplanetary Systems, Article in Astrophysics and Space Science, September 2019.

Borut Jurčič Zlobec

Efemeride december 2022

(Efemeride si lahko ogledate tudi v reviji Življenje in tehnika.)

datum	Sonce		Luna		čas
	vzhod	zahod	vzhod	zahod	
01.12.	07:23	16:18	13:25	--	CET
05.12.	07:28	16:17	14:41	04:30	CET
10.12.	07:33	16:16	17:52	09:50	CET
15.12.	07:37	16:17	23:16	12:15	CET
20.12.	07:40	16:19	04:00	13:52	CET
25.12.	07:43	16:21	10:00	18:38	CET
30.12.	07:44	16:25	12:08	--	CET

Planeti:

- ★ **Merkur** je najlepše viden v drugem delu meseca, ko v ozvezdju Strelca zahaja dobro uro za Soncem.
- ★ **Venera** je decembra Večernica; najlepše je vidna konec meseca, ko v družbi Merkurja zaide dobro uro za Soncem.
- ★ **Mars** je sprva na nebu vso noč, nato pa zahaja vse bolj zgodaj in ga lahko konec meseca opazujemo le še do šestih zjutraj. Nahaja se v ozvezdju Bika.
- ★ **Jupiter** v ozvezdju Rib opazujemo v prvem delu noči, sprva do enih zjutraj, konec meseca pa le še do pol polnoči.
- ★ **Saturn** je v začetku meseca viden do desetih zvečer, nato pa zahaja vse bolj zgodaj in konec meseca v ozvezdju Kozoroga zaide okoli osmih.
- ★ **Uran** je v ozvezdju Ovna sprva na nebu skoraj vso noč – do pol šestih – nato pa zahaja vse bolj zgodaj in ga lahko konec meseca opazujemo le še do pol štirih.

Zima se začne 21. decembra ob 22:48.

Okoli 14. decembra nastopi meteorski roj Geminidov s približno 150 utrinki na uro.

Urška Pajer

Javorniški Mesečnik izdaja Astronomsko društvo Javornik, Ljubljana / ISSN 1581-1379 / urednik Aram Karalič / izhaja v prvi polovici meseca / prejemajo ga brezplačno vsi člani Astronomskega društva Javornik / prispevke pošljite na naslov info@adj.si / **ROK ZA ODDAJO PRISPEVKOV JE 7. DAN V MESECU** / prispevkov praviloma ne lektoriram / stavljeno v L^AT_EXu