

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy v Praze

posudek vedoucího
X bakalářské práce

X posudek oponenta
 diplomové práce

Autor/ka: Vlastimil Vojáček
Název práce: Planetky v excitovaném stavu rotace
Studijní program a obor: Fyzika, Obecná fyzika
Rok odevzdání: 2007

Jméno a tituly vedoucího/opponenta: Mgr. Miroslav Brož, Ph.D.
Pracoviště: Astronomický ústav MFF UK

Odborná úroveň práce:

vynikající X velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Věcné chyby:

téměř žádné X vzhledem k rozsahu přiměřený počet méně podstatné četné závažné

Výsledky:

originální původní i převzaté X netriviální kompilace citované z literatury opsané

Použité metody:

nestandardní X standardní obojí

Aplikovatelnost:

přínos pro teorii X přínos pro praxi bez přínosu nedovedu posoudit

Rozsah práce:

veliký X standardní dostatečný nedostatečný

Grafická, jazyková a formální úroveň:

vynikající velmi dobrá X průměrná podprůměrná nevyhovující

Tiskové chyby:

téměř žádné; X vzhledem k rozsahu a tématu přiměřený počet četné

Celková úroveň práce:

vynikající X velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Slovní vyjádření, komentáře a připomínky vedoucího/opponenta:

Předložený text splňuje požadavky kladené na bakalářské práce. Podává přehled základních poznatků o planetkách s vybuzeným stavem rotace a teoreticky popisuje dvě metody zpracování světelných křivek - dvoudimenzionální Fourierovu analýzu a Lombův periodogram (tento i s praktickou aplikací na planetku (4179) Toutatis).

Práci lze jí ale vytknout několik faktických chyb, jež podrobně vypisuji níže, pravopisné chyby, a ne zcela ideální členění kapitol. Seznam konkrétních připomínek, které se vztahují k fyzikálním problémům:

strana 7, odstavec 1, řádek 4: věta má být zřejmě "vlivem gravitace ZEMĚ otáčet okolo SVISLÉ osy ve směru ROTACE"

7, 1, 6: "Takovýto precesní pohyb vykonává i naše Země..."

V tomto případě je precese osy opačným směrem než rotace, protože Slunce a Měsíc působí na Zemi "zboku". (Kdežto Země a podložka působí na káču "zhora/dolů".)

7, 1, 11: Dvojice sil není působená Sluncem A Měsícem! Precese by existovala, i kdyby Slunce neexistovalo. Dvojice sil to je proto, že Země má přibližně tvar elipsoidu a Měsíc působí RŮZNOU přitažlivou silou na obě "výdutě" (jsou totiž různé daleko od Měsíce).

Navíc musíme zohlednit skutečnost, že Země vykonává oběžný pohyb okolo těžiště soustavy Země-Měsíc. (Nebo jinými slovy: v neinerciální soustavě, korotující s oběhem Měsíce, vzniká zdánlivá odstředivá síla, kterou skládám s gravitační přitažlivou silou od Měsíce.)

10, rce 4: doporučuji obvyklejší značení energie E_{rot}

10, rce 4: možná bych zmínil, že ω^T je transponovaný vektor

12, rce 8: není zřejmé, co je pevnost μ , jak je definována a jaké má jednotky (J/kg?)

12, rce 9: raději psát $[\tau]_{Gyr} = [P]_h^3 / (C^3 * [D]_{km}^3)$, aby rovnice měla smysluplné jednotky

13, 1: Celý první odstavec nepatří do kapitoly 2, hovoří se v něm o něčem úplně jiném (observační nedostatečnosti).

Mimoходом, pro tuto diskuzi citelně chybí přehledná tabulka asteroidů s potvrzenou NPA rotací a také jejich CELKOVÝ POČET v porovnání s populací všech asteroidů. (V kapitole 5 jsou pouze uvedeny neznámější příklady, ale na obr. 2 jich je evidentně více).

13: Kapitola 2 je špatně strukturovaná - je tam pouze jedna podkapitola "YORP efekt", ale přitom by mělo být podkapitol několik, každá pro jeden scénář vzniku NPA rotace: 2.1 YORP efekt, 2.2 primordiální vznik, 2.3 gravitační slapy při přiblíženích k planetám, 2.4 srážky, 2.5 kometární výtrysky, ...

13, 2: Není vůbec definována veličina $\log \tau_{norm}$! Jedná se o $\log(\tau/4.5 \text{ Gyr})$?

Také závěr odstavce je zřejmě špatně: přece dlouhá doba útlumu NEZNAMENÁ, že se automaticky jedná o planetku s NPA rotací!

(Pouze ty planety, které měly NPA rotaci při vzniku sluneční soustavy, tak si jí tímto způsobem mohly uchovat do dnešních dní. Ale, ty které původně rotovaly jako PA, tak dnes rotují jako PA, a klidně mohou mít τ velké, že.)

To, že na obr. 2 je většina asteroidů s $\log \tau_{norm} > 0$ skutečně ve stavu NPA, je pouze OBSERVAČNÍ FAKT. Dlouhá doba útlumu napomáhá tomu, že asteroidy, které se do NPA stavu dostaly (primordiálně nebo později), můžeme dnes pozorovat.

14, 2, 3: "...vyzařování záření spolu s jeho pohlcováním z nepravidelného povrchu planety"

S pohlcováním záření nemá samotný YORP jev nic společného - ten je plně určen VYZAŘOVÁNÍM tepelného záření z povrchu. (Pohlcování záření povrchem, spolu s vedením tepla v materiálu asteroidu určuje povrchovou teplotu.) Doporučuji také nezmiňovat

Jarkovského jev, když není nikde vysvětlen.

14, 4, 2: "Předpokládáme, že se jedná o důsledek YORP efektu..."

Toto není PŘEDPOKLAD, ale doposud jediná teorie, která vysvětluje POZOROVANÉ rozložení rotačních os asteroidů rodiny Koronis.

14, 1, 4: "Pomaleji rotující planety jsou totiž více citlivé na tyto vnější vlivy."

Bylo by dobré to vysvětlit pomocí vztahů z kap. 1: $L \sim \omega \Rightarrow (dL/dt) / L \sim M / \omega$, tudíž stejný moment síly M způsobí větší RELATIVNÍ změnu momentu hybnosti L , když je ω malé.

14, 2, 7: "YORP efekt tedy může rotaci urychlovat"

Může ji zpomalovat i urychlovat - do věty by se mělo minimálně doplnit "i".

14, 4, 2: "1 cy (den 10^9 let) $^{-1}$ "

Co to je za jednotku?

14, 4, 5: "Přitom asteroid o velikosti přibližně 1 km se vyvíjí asi 1600x rychleji..."

Asi by bylo vhodné zmínit, že doba, za jakou YORP jev podstatně změní rotační stav je úměrná $1/r^2$.

14, 4, 9: "...YORP efekt je dobrým vysvětlením velkého množství pomalu rotujících planetek."

To množství je pouze RELATIVNĚ velké, vzhledem k maxwellovskému rozdělení rotačních frekvencí. Jinak velká většina planetek rotuje zcela normálně (odtud ostatně původ toho slova).

15, odstavec 1: O jaké VÁZANÉ rotaci se zde mluví? Vzhledem k čemu by měla být vázaná? Vůbec to není vysvětleno. Možná se myslí vázaná vzhledem ke Slunci, tzn. rotační perioda rovná orbitální periodě? Anebo se jedná o vztah YORP jevu k binárním planetkám?

16, 1: Kapitulu 3 bych nenazýval "Vnitřní struktura planetek", protože se zde diskutuje pouze rychlost rotace planetek, čili název "Nadkritická a podkritická rotace planetek" by byl asi vhodnější.

16, 1: Hlavní motivací je asi přesné modelování impaktů, ať již mezi planetkami navzájem nebo mezi planetkami a Zemí. Zmiňované aplikace jsou zatím spíše otázkou vzdálené budoucnosti.

16, 2 a 18, 1: Obecně nedoporučuji užívat terminologii rubble-pile a monolit, protože přesnou vnitřní strukturu planetek nezná nikdo. Jediné, co víme, že rotují pomaleji nebo rychleji než je kritická frekvence. Snad by tedy bylo vhodnější užívat "planety rotující nadkriticky/podkriticky"?

Mimoходом Hollsapple (2007) publikoval práci o tělesech se soudržností, v níž tvrdí, že většina těles pod kritickou frekvencí nemusí být hromadami sutí, protože ANI tělesa s určitou soudržností NEMOHOU rotovat rychleji než ona kritická frekvence (počítaná pro nulovou soudržnost).

16, 2: Není zde vysvětleno, že ono odstředivé zrychlení (v neinerciální soustavě korotující s planetkou) a gravitační zrychlení, se týkají hmotného bodu na povrchu kulové planety.

Také bych doporučil napsat gravitační zrychlení jako $a_g = \kappa * 4/3 \pi r^3 \rho / r^2$, aby to bylo průhlednější.

18, obr. 2: chybí vyznačení kritické frekvence 11 ot./den

20, 1, 1: "Díky nesférickému tvaru planetek můžeme pozorovat změny jejich jasnosti."

To není pravda. I kdyby byla planetka přesně sférická a měla zcela uniformní povrch, tak se díky oběhu Země a planety mění heliocentrická vzdálenost, geocentrická vzdálenost, fáze a tudíž i pozorovaná jasnost. Také albedo může být různé na různých místech povrchu.

Autor má spíše namysli krátkodobé změny jasnosti související s rotací planety okolo osy.

21, rce 15: třetí suma je od -m do m, nikoli do n

22, 3d: "osy elipsoidu (...) mohou být nalezeny z amplitud světelné křivky"

Zde by se zřejmě hodilo uvést Pogsonovu rovnici a výsledný vztah pro poměr a/b.

25, 2d: "složením se jedná o křemičitanový S-typ"

S-typ je taxonomický typ spektra, které se poněkud podobá spektru křemičitých materiálů (ale není to rovnou typ chemického složení povrchu)

41, 5, 3: Při porovnávání hodnot period P_1 a P_2 je VELMI DŮLEŽITÉ uvádět CHYBY měření! Jinak porovnání nemá smysl. Příklad:

(173,0±0,1) h a (176,0±0,1) h jistě NEJSOU stejné výsledky,
ALE (173±3) h a (176±2) h mohou být stejné (kompatibilní);
ovšem při nějakém budoucím měření, až se střední hodnoty
a jejich chyby změní, už stejné být nemusejí.

43, literatura: odkazy na WWW stránky uvádět i s názvem stránky a datumem, jinak z toho v budoucnu nebude nic poznat.

--

Následují už jen drobné chyby pravopisného, jazykového nebo typografického rázu:

6, 2: "A synthesis", "knowledge ABOUT", "about A rise", "and APPLICATION of THESE methods"

7, 1, 12: "c případě" -> "v případě"

7, 1, 7: "tzv. Platónský rok" - VŠUDE VYNECHAT "TZV."!
(tzv. termíny by se neměly používat, pouze termíny)

7, 2, 3: "jakoby se převalovaly v prostoru" -> "jako převalování v prostoru"

8, 1, 2 a dále: "Jak může taková rotace vzniknout, je psáno v kapitole druhé."
"Rotaci planetek ovlivňuje jejich vnitřní struktura, o níž se zmiňuji..."
"Pokud na těleso v bodě r začneme působit silou F, vznikne moment sil..."
atd.

chybí MNOHO čárek v souvětích

9, 2, 1: "Moment síly M vyjadřuje otáčivý účinek síly F."

9, 4, 3: "působí na ně sice MOMENTY Slunce a planet"

13, 1, 9: "sluneční soustava" s malým s (všude v textu)

13, 1, 13: "Toutatis" prosím neskloňovat

13, 1. řádek zdola (1d): "Možná měli..." -> "Možná měly..." (asteroidy jsou dost tvrdé kameny)

16, 2, 1: "rubble-pile asteroid" je anglikanismus (podstatná jména jako přívlastky před podmětem), lépe je použít "asteroid typu rubble-pile (hromada sutí)"

16, 2, 3: "držících" -> "držených"

22, 4, 6: "hlavní" -> "hlavními"

24, 2, 1: "PAR codes" -> "kódy PAR"

24, 3, 1: "-4", "-3", ... rozdělovník není znaménkem mínus

26, 1, 2: "viz." se píše bez tečky, jakožto rozkazovací způsob od vidět

34, 1, 2: "lombův periodogram" s velkým L (i jinde v textu)

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

Kolik různých mechanismů může hrát roli při zpomalování rotace planetek? Které z nich mohou také rotaci urychlovat? Který mechanismus se podle dnešních poznatků zdá nejpodstatnější?

Jaký je pozorovaný a skutečný počet planetek ve vybuzeném stavu v porovnání se všemi známými planetkami (a se skupinou, pro níž máme fotometrická data)?

Jak můžeme z amplitudy světelné křivky (a Pogsonovy rovnice) odvozovat přibližný tvar planetky?

Jaké jsou chyby period asteroidu Toutatis určených v kapitole 6?

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou/bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího/opponenta: v Praze 23. 8. 2007, Miroslav Brož

