

Separacija čestica u meteorskim rojevima

Analizirani su svi raspoloživi podaci za devet najviše posmatranih meteorskih rojeva iz vizuelne baze Međunarodne meteorske organizacije da bi se ispitalo prisustvo i intenzitet separacije čestica po masi unutar roja. Utvrđeno je da za većinu analiziranih rojeva longituda maksimuma aktivnosti monotono raste ili opada kako se magnituda meteora povećava, što znači da do separacije dolazi. Separacija uglavnom nije značajno izražena, pošto su razlike u longitudama maksimuma aktivnosti susednih klasa često manje od standardne greške određenih vrednosti longitude za te klase.

Uvod

Na svojoj putanji oko Sunca meteorske čestice su izložene uticajima gravitacionih efekata planeta pored kojih rojevi prolaze i efektima elektromagnetne prirode: pritisak svetlosti, efekat Jarkovskog (Yarkovsky) i, za meteorske čestice posebno značajan, Pointing-Robertsonov efekat (Poynting-Robertson). Suština Pointing-Robertsonovog efekta je u tome da čestica nakon upijanja i ponovnog isijavanja zračenja gubi određeni deo kinetičke energije što, u zavisnosti od njenih dimenzija, tj. mase, vodi smanjenju velike poluose orbite (Lovell 1954). Efekt je posebno izražen za čestice manje 300 μm (Vujnović 1990). Dejstvo efekta se manifestuje na strukturu meteorskih rojeva, tako što dolazi do separacije, odnosno sortiranja čestica po preseku roja, koje je po pravilu izraženije kod starijih rojeva usled duže vremenske izloženosti čestica efektu.

Inače separacija je najizraženija je kod Geminda, gde je najpre primećena i objašnjena (Fox *et al.*

1983). Numeričke simulacije ovog roja su pokazale, da osim gravitacionih perturbacija orbite, separaciji čestica kod ovog roja najviše doprinosi dejstvo upravo Pointing-Robertsonovog efekta. Mada je efekat teško konstatovati u "čistom" obliku, kako zbog istovremene izloženosti čestica i perturbacijama druge prirode, tako i zbog nedovoljno poznatog mehanizma ejekcije materijala sa jezgra komete, činjenica je da se jedino kod ovog efekta čestice manje mase sistematski približavaju Suncu. Otuda postoji mogućnost, da u nekim slučajevima sa specifičnom geometrijom preseka roja sa Zemljinom putanjom na ovo dejstvo može ukazati separacija čestica po masi. Cilj ovog rada je da se ispita da li je i u kojoj meri takva separacija čestica prisutna kod devet najpoznatijih i najviše posmatranih meteorskih rojeva.

Materijal i metod

Za analizu su korišćeni podaci baze vizuelnih posmatranja meteora Međunarodne meteorske organizacije, za period od 16 godina – od 1984. do 1999. godine. U analizu su uključeni vrednosti solarne longitude (koja ukazuje na položaj preseka orbite meteora sa Zemljinom putanjom), frekvencije meteora i njihove prividne magnituda za devet većih rojeva: Perseide (PER), Severne ι -Akvaride (NIA), Leonide (LEO), Severne δ -Akvaride (NDA), Liride (LYR), Orionide (ORI), Kvadrantide (QUA), Južne δ -Akvaride (SDA) i η -Akvaride (ETA). Meteoriti su po sjaju razvrstani u tri klase: sjajne (magnituda -3 , -2 , -1), srednjeg sjaja (magnituda 0, 1, 2) i slabe (magnituda 3, 4, 5), tj. od krupnijih čestica ka sitnijim. Formirane su i analizirane raspodele po longitudi. Fitovanjem dobijenih raspodela gausijanom, određeni su položaji maksimuma aktivnosti za svaku klasu unutar roja. Svakoj klasi je pridružena i prosečna magnituda, tj. ona magnituda za koju je učestanost najveća.

Aleksandra Marjanović (1986), Valjevo, Marka Kraljevića 44, učenica 1. razreda Valjevske gimnazije

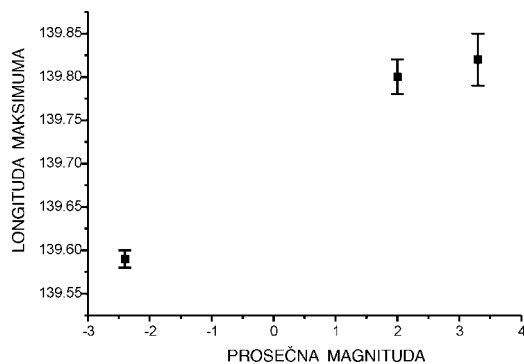
Nevena Đoković (1985), Zaječar, Omladinska 59, učenica 2. razreda Gimnazije u Zaječaru

Tabela 1. Brojnost uzorka, vrednosti longitude maksimuma i vrednost za prosečne magnitute unutar klase sjaja za razmatrane meteorske rojeva

Roj	Veličina uzorka	Longitude maksimuma			Prosečna magnituda klase		
		I	II	III	I	II	III
ETA	5570	46.5(5)	46.5(4)	47.2(7)	-2.9	1.1	4.0
LEO	120895	234.64(2)	235.2893(4)	235.2898(4)	-2.3	2.0	3.3
NDA	6094	134(3)	130(1)	135(1)	-2.2	1.8	3.5
NIA	1170	145(5)	152(2)	169(30)	-2.6	1.7	3.2
ORI	18044	207.9(3)	208.6(2)	208.8(4)	-0.8	1.6	3.2
SDA	9684	127.1(9)	127.3(3)	128.9(6)	-0.3	1.2	3.4
LYR	7880	32.2(3)	32.4(3)	32.6(4)	-1.4	1.7	3.1
QUA	30159	283.19(1)	283.19 (2)	283.21(1)	-0.9	0.3	3.4
PER	298988	139.59(1)	139.80(2)	139.82(3)	-2.4	2.0	3.4

Rezultati

U tabeli 1 je po klasama sjaja data brojnost uzorka, longitude maksimuma aktivnosti i vrednosti prosečne magnitute sa procenom standardne greške za svaki od devet razmatranih rojeva.

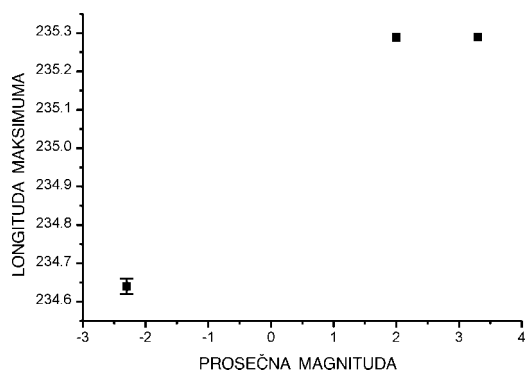


Slika 1. Srednje longitude maksimuma za sjajne, srednje i slabe meteore iz vizuelnog domena roja Perseida (PER)

Figure 1. Average maximum longitude of faint, medium and bright meteors from Perseids in visual domain

Na graficima zavisnosti longitude maksimuma aktivnosti od prosečne magnitute za pojedinačne rojeve uočena je tendencija promene longitude u odnosu na magnitudu. Iz ovoga sledi da do separacije po masi dolazi u svim rojevima. Kod rojeva Perseidi (slika 1) i Orionidi je najizraženija. Može uočiti da magnituda raste sa longitudom što znači da masa čestica opada sa longitudom. Dobijeni rezultat za

Perseide u saglasnosti je sa onim što je dobio Yoshida sa saradnicima (1999), analizirajući uporedo rezultate vizuelnih i teleskopskih posmatranja: rektascenzija radijanta za meteore u vizuelnom domenu manja je od rektascenzije radijanta određenog na osnovu teleskopskih posmatranja



Perseida.

Slika 2. Srednje longitude maksimuma za sjajne, manje sjajne i slabe meteore iz vizuelnog domena roja Leonida (LEO)

Figure 2. Average maximum longitude of faint, medium and bright meteors from Leonids in visual domain

Zanimljiv je i slučaj Leonida (slika 2), gde do izražaja dolazi mala vrednost populacionog indeksa, tj. dominacija podataka o sjajnijim meteorima. Dalje sa istog grafika se vidi da u oblasti manje sjajnih meteora (II i III klasa) do separacije ne dolazi, jer se

uglavnom radi o mladim meteorskim strujama. Prva klasa odgovara sjajnim meteorima, starijeg porekla. Upravo takvi meteori su i viđeni prilikom "preuranjenog" meteorskog pljuska Leonida 1998. godine (Vucelja 2001).

Zaključak

Iz tabele 1 se vidi da se maksimumi aktivnosti meteorida, kod većine analiziranih rojeva, monotono pomeraju po longitudi kako srednja magnituda klase raste, što ukazuje na separaciju čestica. Segragacija jedino nije konstatovana kod NDA (Sevenih Delta Akvarida). Međutim, u većini slučajeva razlike longituda maksimuma između susednih klasa manje su od standardnih grešaka tih longituda. Kada bi se ovi podaci uporedili sa položajem putanje meteorskog roja u odnosu na putanju Zemlje oko Sunca, videlo bi se da li razlog za separaciju treba tražiti samo u Pointing-Robertsonovom efektu. Konačan zaključak bi se mogao doneti tek nakon simulacije u koju bi, osim Pointing-Robertsonovog efekta, bile uključene i gravitacione perturbacije. Pošto je u ranijim istraživanjima kod Kvadrantida (Hughes et al. 1981) primećena "manja" longituda uzlaznog čvora orbita čestica koje se ne mogu zapaziti u vizuelnom domenu, već uz pomoć radio posmatranja, bilo bi interesantno proveriti važi li to i za ostale rojeve. U analizu bi, osim baze vizuelnih posmatranja, trebalo uključiti i baze radio posmatranja meteora, čime bi se raspon u veličinama čestica znatno povećao. Osim toga, zanimljivo bi bilo uključiti i podatke video posmatranja meteora, jer bi se tako pomeranje radijanta u zavisnosti od klase moglo ravnomernije pratiti na široj skali masa meteorskih čestica.

Literatura

Fox K., Williams I.P. and Hughes D.W. 1983. The rate profile of the Geminid meteor shower. *Monthly Notices of Royal Astronomical Society*, **205**: 1155

Hughes D.W., Williams I.P., Fox K. 1981. The mass segregation and nodal retrogression of the Quadrantid meteor stream. *Monthly Notices of Royal Astronomical Society*, **195**: 625

Lovell A.C.B. 1954. *Meteor Astronomy*. Oxford: Clarendon press

Vucelja M. 2001. *Vatromet u Bronzanom kotlu*. Perseidi, **4**: 81

Vujnović V. 1990. *Astronomija*. Zagreb: Školska knjiga

Yoshida T., Suzuki S., Suzuki K., Akebo T. 1999. New radiant areas of the Perseid meteor shower. In *Meteoroids 1998*, (ed. W.J. Baggelay, V. Porubčan). Tatranska Lomnica, pp. 247-50

Aleksandra Marjanović and Nevena Đoković

Mass Segregation within Meteor Showers

Data from the Visual Database of the International Meteor Organisation of nine most frequently observed meteor showers were analysed in order to determine the presence and intensity of particle segregation by mass inside the shower. It was found that longitude of maximum activity for most analysed showers either monotonously increases or decreases, by increasment of meteor magnitude, which implies the segregation. This segregation is mostly not significant, since the differences in longitude of maximum activity of neighbouring classes are usually less than standard errors of determined longitudes for the classes ☺