

SLNEČNÁ SÚSTAVA, NÁŠ DOMOV V. - METEORY, METEORITY A METEOROIDY

Keďže nielen bežní občania, ale ani amatérski astronómovia nevedia vždy presne, v čom spočíva rozdiel medzi meteormi, meteoritmi a meteoroidmi, najlepšie bude začať túto prednášku ich presným rozlíšením, tak ako ho ponúka slovenská Encyklopédia astronómie z roku 1987. Podľa nej je teda **meteoroid** tuhé teliesko medziplanetárnej hmoty, pohybujúce sa po eliptickej (výnimočne po hyperbolickej) dráhe okolo Slnka. Akonáhle však toto teliesko (či teleso) vnikne do atmosféry, vyvoláva **atmosférický úkaz** zvaný **meteor**, čiže svetelný priamočiary záblesk, ktorý zvyčajne trvá iba niekoľko desiatín sekundy, počas ktorých preletí meteoroid po oblohe niekoľko stupňov. V minulosti sa však názvom meteor označovali aj čiastočky medziplanetárnej hmoty, t. j. samotné meteoroidy. **Meteorit** je nakoniec meteoroid, ktorý prenikol cez atmosféru až na povrch Zeme, a to vďaka svojej dostatočnej hmotnosti, vyššej hustote a menšej rýchlosti, čo v celkovom súhrne zabránilo tomu, aby zhorel ešte pred dopadom na zemský povrch. Opäť sa tu tak vynára starý známy pozorovací výberový efekt, na základe ktorého, ak budeme vychádzať len z meteoritov, môžeme mylne usudzovať na pomerné zastúpenie jednotlivých druhov meteoroidov vo vesmíre, pretože až na zemský povrch sa tie menšie, menej husté a príliš rýchle nedostanú, čo musíme zohľadniť pri výpočte ich percentuálneho zastúpenia.

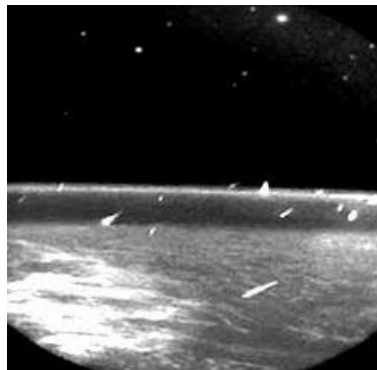
A teraz, ako vždy, **základné údaje z Wikipédie**: Meteor je pomenovanie pre viditeľný jav v atmosfére, ktorý vzniká **preletom meteoroidu** zemskou atmosférou (alebo atmosférou iného telesa). Na nočnej oblohe sa prejavuje ako rýchly prelet svietiaceho objektu, preto je tiež známy **ako padajúca hviezda**. Jasná svietivosť meteoru je dôsledkom **teploty** vyprodukovanej vstupom do atmosféry. Priemerne jasný meteor má jasnosť približne **0 až 3 magnitúdy**. Tá zodpovedá **veľkosti špendlíkovej hlavičky** (pre **najrýchlejšie** meteoroidy kometárneho pôvodu) až po veľkosť **malej lopty** (najpomalšie meteoroidy zložené **zo železa**). Veľmi jasné meteory, jasnejšie ako zdanlivá magnitúda Venuše, sú označované ako **boldy**. Meteory sa často združujú do meteorických rojov. Rýchlosť, ktorou preletí meteor atmosférou, je niekde medzi **10 až 70 kilometrov za sekundu**. Kinetická energia čiastočky s hmotnosťou 1 gram (gulôčka priemeru 1-2 milimetre) je rovnaká ako energia Trabantu drviaceho objekt (napríklad stena), do ktorého vrazil rýchlosťou okolo 100 kilometrov za hodinu. Väčšina meteoroidov sa preto v atmosfére vyparí, teplota samotného

telieska dosahuje tisíce až desaťtisícstupňov Celzia. Proces zániku meteoroidov sa nazýva **ablácia**. Ak sa nejaká časť meteoroidu nerozpadne pri prelete cez atmosféru a dopadne na povrch, nazýva sa **meteorit**. Pri dopade meteoroidu (alebo iného objektu) na Zem, vzniká často v mieste dopadu kráter. Roztavený terestriálny materiál, vymrštený pri vytvorení krátera, môže vychladnúť a stuhnúť na objekt **známy ako tektit**. *Poznámka:* Slovo meteor označuje v meteorológii **akýkoľvek jav v atmosfére**. Napríklad pre dážď alebo sneh sa používa slovo hydrometeor. **Prečo väčšina meteoroidov zhorí v atmosfére:** Väčšina meteorov pochádza z kometárnych častí, ktoré sú pre ich (z veľkej časti ľadový) obsah veľmi krehké. Ich priemerná hustota je menšia než hustota vody. Kometárny materiál je teda tak krehký, že by ho bolo možné mrviť v rukách.



Meteorický roj Leonidy z roku 1833

Meteorický roj: je zvýšený výskyt meteorov pohybujúcich sa priestorom po rovnobežných dráhach. Veľmi hustý meteorický roj (keď možno voľným okom pozorovať tisíce - až stotísíc - meteorov za hodinu) sa volá **meteorický dážď**. Od najstarších časov si ľudstvo všímalo príval meteorov, ktoré zdanlivo prúdili z jedného konkrétneho bodu oblohy v určitom čase roka. Tieto prívaly, teraz nazývané **meteorické roje**, sú produktmi malých kozmických úlomkov vnikajúcich do atmosféry vo veľmi vysokých rýchlostiach. Bežne, keď sa hovorí o meteorických rojoch, tak sa myslia tie, ktoré sú pozorovateľné zo Zeme, vo všeobecnosti sú ale možné na každom telese s dostatočne hustou atmosférou. Zakaždým, keď kométa preletí popri Slnku, uvoľní z povrchu pôsobením slnečného vetra veľké množstvo malých čiastočiek, ktoré sa časom rozplynú okolo celej obežnej dráhy kométy, vytvorí „prúd“ meteoroidov. V prípade, že sa obežné dráhy týchto častíc a Zeme prekrížia v nejakom bode, Zem prejde týmto prúdom. Trvá to niekoľko dní až týždňov, každý rok v tom istom čase, čo spôsobuje meteorický roj. Veľmi hustý roj sa označuje **meteorický dážď**, vtedy je možné vidieť voľným okom až niekoľko stoviek až tisíc meteorov za hodinu. Niektoré roje nie sú viditeľné v noci ale počas dňa, označujú sa **denné roje**. Tie sa dajú pozorovať **jedine metódami rádiovkej astronómie**. Pretože čiastočky meteorického roja sa všetky pohybujú v paralelných dráhach a tou istou rýchlosťou, pre pozorovateľa pod nimi vyzerajú, že sa šíria z jedného bodu na oblohe tzv. radiantu. Tento jeden vyžarujúci bod je spôsobený **efektom perspektívy**, podobným železničným koľajám zbíhajúcim sa v jednom bode strácajúcom sa za horizontom, ak sa človek pozerá z miesta uprostred koľají. Meteorický roj nesie meno podľa súhvezdia, v ktorom leží jeho radiant, tak napr. Leonidy majú radiant v súhvezdí Leva, Orionidy v súhvezdí Orión a pod. Výnimkou je len roj Kvadrantidy, ktorého radiant je v súhvezdí Pastier. Tento roj bol totiž pomenovaný v čase, keď existovalo súhvezdie Quadrans Muralis.



Leonidy pri pohľade z vesmíru

Leonidy: sú meteorický roj spôsobený **kométou Tempel-Tuttle**. Je to jeden z najvýdatnejších a najobľúbenejších meteorických rojov. Maximum má okolo 17. až 18. novembra. Jeho radiant je v hrive súhvezdia Lev. **Dráhu prúdu meteoroidov**, ktoré tento roj spôsobujú, vypočítal **v roku 1866** taliansky astronóm Giovanni **Schiaparelli**. Francúz Le Verrier a Nemeč Teodor von Oppolzer nezávisle prišli k záveru, že meteory tohoto roja sa pohybujú po rovnakej dráhe ako vtedy objavená Tempelova–Tuttleova kométa (dnes označovaná P55/Tempel – Tuttle). Neskoršie boli aj k iným meteorickým rojom nájdené ich materské kométy. Prúd meteoroidov, ktorý spôsobuje meteorický roj, je rozprestretý pozdĺž dráhy kométy Tempel–Tuttle, ale nemá všade rovnakú hustotu. Najhustejší je neďaleko kométy a kedykoľvek Zem prechádza takým zhustením, pozorujeme dážd meteorov. Najpozoruhodnejší bol dážd Leoníd v novembri roku 1833, keď bolo pozorovaných cez **46 000** meteorov za hodinu. Yaleský matematik Denison Olmsted vtedy vysvetlil, že vyletovanie meteorov z jedného bodu je dôsledok perspektívy. Státisíce meteorov, ktoré tej noci zažiarili, sa pohybovali pozdĺž rovnobežných dráh. Preto zdanlivo vyletovali z jedného bodu (úbežníku dráh), ktorý bol nazvaný radiant („vyžarujúci“). Podľa polohy radiantu (rektascenzia = 153° , deklinácia = $+22^\circ$) v súhvezdí Leva (latinsky *Leo*) bol meteorický roj nazvaný Leonidy. Zistenie, že meteory majú kozmický pôvod (a nie sú atmosférickým javom, ako napovedá význam gréckeho slova „meteoros“ = vznášajúci sa v ovzduší), bolo nemenej prekvapivé než nezvyklý pohľad na „dážd padajúcich hviezd“. Tento poznatok vzbudil záujem o štúdium meteorov a vznikol nový odbor meteorická astronómia. Dážd Leoníd sa v minulosti vyskytol aj v rokoch 902, 934, 1037, 1202, 1366, 1533, 1799 atď. Tieto údaje dokazujú, že veľmi hustý oblak prachu z materskej Templeovej–Tuttleovej kométy sa po jej dráhe vracia po 33 rokoch (presne za 33,25 roku). Keď ním Zem prechádzala v noci 17. novembra 1966, za 20 minút bolo vtedy pozorovaných **až 100 000 meteorov**. Vtedy sa taktiež pomocou radarových meteorov zistilo, že priemer prúdu Leoníd je zhruba **35 000 km**. Ich činnosť je od 14. do 21. novembra a priemerná rýchlosť meteorov asi 71 km/s.



Geminidy: sú meteorický roj spôsobený telesom **3200 Phaethon**. Radiant roja sa nachádza **v súhvezdí Blíženci** pri hviezde Castor. Geminidy patria k najaktívnejším a najpravidelnejším meteorickým rojom. Zaujímavé sú nielen kvôli svojej vysokej aktivite, ale z dynamického hľadiska i stále nie celkom preskúmanému pôvodu. Materské telesá väčšiny meteorických rojov sú kométy, ale u Geminíd **tomu tak možno nie je**. Predpokladá sa, že pochádzajú z asteroidu 3200 Phaethon. Je dosť pravdepodobné, že ani Phaethon nie je obyčajným asteroidom, ale je to jadro vyhasnutej kométy. Geminidy môžeme každoročne pozorovať medzi 7. až 17. decembrom, pričom maximum sa vyskytuje okolo 13.-14. decembra. Geminidy sú meteory **strednej rýchlosti** (so Zemou sa stretávajú pri rýchlosti 34,6 km/s); slabšie meteory sú aktívnejšie skôr, než sú najpočetnejšie jasnejšie. Očakávaná najvyššia zenitová hodinová frekvencia je až 130+/-20 meteorov. Zaujímavosťou Geminíd bývajú **zelenkavé meteory**, bežné sú biele, modré a žlté. Zo všetkých meteorických rojov Geminidy prenikajú **najhlbšie do zemskej atmosféry**. Maximum je 40 km nad zemským povrchom. Ich hustota je najvyššia zo všetkých známych meteorických rojov – 2 až 3 g/cm² a bola zistená z ablácie. Dráha meteoroidov, z ktorých vznikajú, je ovplyvňovaná Zemou, ale predovšetkým Jupiterom. Priesečník meteoroidového prúdu s ekliptikou sa vzdiaľuje od Slnka. V roku 1700 bol vzdialený 0,1337 AU od zemskej dráhy. V roku 1900 sa vzdialenosť zmenšila už len na 0,0178 AU a v roku 2100 bude z vonkajšej strany zemskej dráhy vo vzdialenosti 0,1066 AU (Podľa M. Plavca).



Geminidy

Perzeidy: sú kometárny meteorický roj súvisiaci s **kométou Swift-Tuttle**. Sú viditeľné každý rok od polovice júla, maximum majú **12. augusta** a ich najväčšia aktivita je od **8. augusta do 14. augusta**. Počas maxima je bežné vidieť za hodinu sto aj viac meteorov, ich frekvencia je však variabilná. Patria medzi najobľúbenejšie roje jednak pre svoju výdatnosť (až 95 meteorov za hodinu) a jednak preto, že maximum majú okolo 12. až 13. augusta, preto ich vďaka príjemnej teplote možno ľahko sledovať celú noc na rozdiel od výdatnejších Kvadrantíd, ktoré majú maximum vo vrcholiacej zime. Perzeidy patria k najpravidelnejším meteorickým rojom a ľudovo sa nazývajú „slzičky svätého Vavrinca“, pretože sú činné okolo 10. augusta, kedy sa slávil deň svätého Vavrinca. O Perzeidách sa dozvedáme už zo záznamov čínskych historikov, podľa ktorých v roku 36 n. l. zaznamenali viac než 100 meteorov. Početné kórejské, čínske a japonské záznamy sa dochovali z 8. – 11. storočia n. l. a z neskorších dôb. Až v roku 1835 podal správu Belgičan Quételet, že pozoroval v auguste roj meteorov, ktoré vyletovali zo súhvezdia Perzea. V 60. rokoch 19. storočia taliansky astronóm G. V. Schiaparelli vypočítal dráhu prúdu meteoroidov, ktoré meteory spôsobujú a zistil, že sa zhoduje s dráhou kométy Swift-Tuttle (1862 III). To bol prvý zistený prípad genetickej súvislosti meteorického roja s materskou kométou. Mnohonásobné návraty kométy sú zodpovedné za rozdelenie meteoroidov z kométy pozdĺž celej jej dráhy. Prúd meteoroidov uvoľnených kométou počas jej najväčšieho priblíženia ku Slnku by mal byť preto najhustejší. To sa skutočne prejavilo, a nielen u Perzeíd, ale aj u Leoníd a Drakoníd. Prechod materskej kométy Perzeíd v roku 1992 spôsobil silné zvýšenie frekvencie meteorov. V rokoch **1991 a 1992** bola zenitová frekvencia vyše **400 meteorov za hodinu**. Prúd meteoroidov kométy Swift-Tuttle však nie je homogénny. Vedľa hlavného prúdu sú náznaky ďalších niekoľkých vedľajších slabých rojov, ktorých radianty sú pri hviezdach alfa, gama a beta Perzei. Tieto „vetvy“ majú krátke trvanie a ich radianty sa posúvajú rovnobežne s hlavným radiantom. Radiant má súradnice $AR = 47^\circ$ $DEC = +57^\circ$ v dobe maxima. Nachádza sa v hornej časti súhvezdia, takmer na rozhraní medzi Perzeom, Žirafou a Kasiopejou, v blízkosti hviezdy Miram. Denne sa radiant posunie o $1,4^\circ$ v rektascenzii a $0,25^\circ$ v deklinácii. Meteoroidy majú vysoké rýchlosti, až 61 km/s a veľká väčšina jasnejších než 2 magnitúdy zanecháva meteorickú stopu – **desiatky sekúnd viditeľná dymová stopa**. **A na záver – meteorická zóna:** je rozpätie výšok v atmosfére, v ktorých žiaria meteory. Vyše 80 % meteorov žiari vo výškach 80-100 km (s maximom okolo 93 km), pričom mimo m. z. 70-120 km žiari **len nepatrné množstvo meteorov**.



Perzeidy



Meteor z Perzeíd

Kontrolné otázky:

1. Čo je to meteor?
2. Čo je to meteoroid?
3. Čo je to meteorit?
4. Z ktorého druhu vesmírnych telies pochádza väčšina meteorov?
5. Prečo potom nachádzame len málo kovových meteoritov?
6. Aké vlastnosti musí mať meteoroid, aby úspešne prenikol zemskou atmosférou až na zemský povrch a stal sa meteoritom?
7. Možno si nájsť meteorit ponechať a voľne ho predávať?
8. V ktorom nemeckom meste sa koná najslávnejší trh s meteoritmi?
9. Prečo meteor tak krásne a jasne svieti?
10. Akú jasnosť má priemerne jasný meteor?
11. Ako sa nazýva mimoriadne jasný meteor?
12. Akou rýchlosťou zvyčajne letí meteor zemskou atmosférou?
13. Prečo väčšina meteoroidov zhorí v zemskej atmosfére?
14. Čo je to meteorický roj?
15. Uveď najznámejšie meteorické roje!
16. Čo je to meteorický dážď?
17. Čo v prípade meteorov označujeme slovom „radiant“?
18. Ktorou kométou sú spôsobené Leonidy a v ktorej časti roka tento meteorický roj vrcholí?
19. Koľko meteorov bolo pozorovaných v Leonidách za hodinu v roku 1833?
20. V ktorých dvoch dňoch na oblohe vrcholia Geminidy a počas ktorého dňa vrcholia Perzeidy?