

SLNEČNÁ SÚSTAVA, NÁŠ DOMOV IV. – KOMÉTY A ASTEROIDY

1. Kométy a ich hlavné vlastnosti: Podľa Wikipédie: Kométa je malý astronomický objekt podobný asteroidu, ale zložený **predovšetkým z ľadu**. Kométy sa typicky pohybujú po veľmi **eliptických obežných dráhach**, ktorých odslnie (afélium) môže byť oveľa vzdialenejšie ako obežná dráha Pluta. Veľmi často sú opisované ako „špinavé snehové gule“, hoci podľa najnovších výskumom sa toto vzťahuje **len na povrch jadra kométy**, a z veľkej časti ich tvorí **zmrznutý oxid uhličitý, metán a voda s prímiesou prachu** a rôznymi **minerálnymi agregátmi**. Tieto agregáty držia spolu len vďaka vlastnej gravitácii. Kométa sa pritom skladá z jadra, komy a chvosta. Koma a chvost sú síce najcharakteristickejšie vlastnosti kométy, vďaka ktorým ju možno takmer určite rozoznať od iných telies, ale väčšina komét na väčšine svojej dráhy tieto zložky nemá. Kóma a chvost sa totiž utvárajú **len v blízkosti Slnka pod vplyvom jeho žiarenia**. Ďaleko od Slnka tvorí kométu **len jadro**, niekoľkokilometrové teleso tvorené čiastočne ľadom. V posledných rokoch sa objavilo množstvo telies, ktoré majú **hraničné postavenie** medzi kométami a inými útvarmi, najčastejšie asteroidmi, či už svojou dráhou (nezvyčajnou na kométu – to sú napríklad kométy hlavného pásu), veľkosťou, alebo zložením (kentauri). Donedávna sa všeobecne predpokladalo, že kométy vznikajú v oblaku (Oortov oblak) vo veľkých vzdialenostiach od Slnka skladajúcom sa z trosiek, ktoré zostali po kondenzácii slnečnej hmloviny; vonkajšie okraje takýchto hmlovín sú dosť chladné na to, aby voda mohla existovať v pevnom (a nie plynnom) skupenstve. Asteroidy vznikajú iným procesom, no veľmi staré kométy, ktoré stratili všetku svoju prchavú hmotu, sa môžu podobat' na asteroidy.



Hale-Boppova kométa s bielym prachovým chvostom a modrým plynným chvostom (Február 1997)

2. Vznik komét: Predpokladá sa, že kométy vznikli vo vzdialenom oblaku známom ako Oortov oblak, pomenovanom podľa holandského astronóma Jana Hendrika Oorta, ktorý vyslovil hypotézu o jeho existencii. Oortov oblak mal podľa starších teórií pôvod v protoplanetárnom disku, z ktorého sa sformovala celá Slnčná sústava. Podľa novej teórie, ktorú vypracovali astronómovia pod vedením vedcov zo Southwest Research Institute v roku 2010 sa však mohli niektoré kométy utvoriť na obežnej dráhe iných hviezd, ako je Slnko. Zachytenie týchto telies Slnkom sa mohlo odohrať v čase, kedy bolo Slnko ešte členom svojej rodnej hviezdokopy (pretože hviezdy vznikajú v skupinách) pomerne blízko susedných hviezd. Tento nový pohľad na vznik Oortovho mraku komét vznikol potom, čo podrobnejší prieskum ukázal, že Oortov oblak utvorený len ako pozostatok protoplanetárneho disku by mal byť oveľa redší. Podľa Hala Levisona **až 90 % komét Oortovho mraku môže mať pôvod mimo Slnčnej sústavy.**

3. Zloženie komét, jadro a koma kométy: Kométy obiehajú v Oortovom mraku po veľmi vzdialených obežných dráhach blízkyh kružnici. Niekedy sa však stáva, že kométu „vyrušia“ (perturbujú) z jej vzdialenej obežnej dráhy gravitačné interakcie, a potom nabehne na extrémne eliptickú obežnú dráhu, ktorá ju dostane veľmi blízko k Slnku. Kométa sa dá rozdeliť na **hlavu**, tvorenú pevným telesom (nazývané **jadro**) a **komou** (žiariacou plazmou) a na **kometárny chvost**, presnejšie **chvosty**. Kým jadro má vo všeobecnosti priemer menší ako 50 km, koma môže byť väčšia ako Slnko a chvosty môžu dosiahnuť **dĺžku 150 miliónov km (1 AU) alebo viac.**

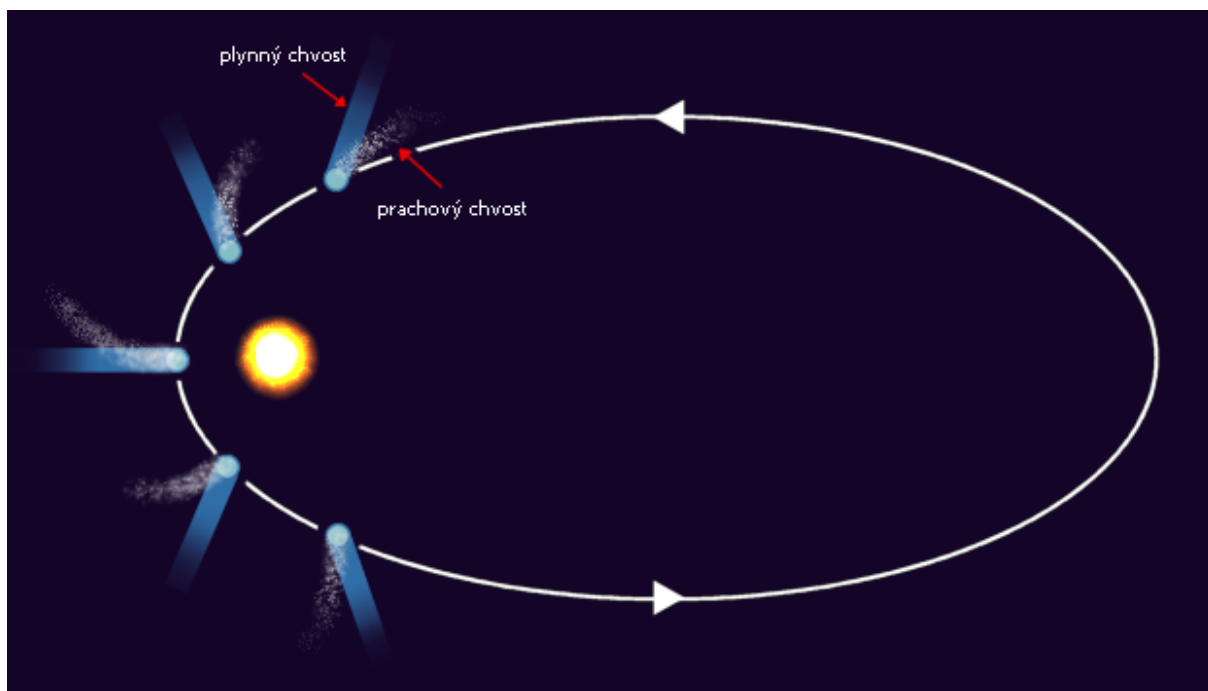
Jadro: Vo veľkých vzdialenostiach od Slnka kométy existujú iba v podobe kometárneho jadra, ktoré je zložené zo zmrznutej vody, metánu a amoniaku s čiastočkami meteoritického prachu a minerálov (napr. silikáty, niklové minerály). Prekvapením je, že kometárne jadrá patria **medzi najčernejšie známe objekty**, o ktorých vieme, že existujú v Slnčnej sústave. Sonda Giotto zistila, že jadro Halleyho kométy odráža približne 4% svetla, ktoré naňho dopadá, a Deep Space 1 objavila, že povrch Borrellyho kométy odráža iba od 2,4 % do 3 % svetla, ktoré naň dopadne; pre porovnanie, asfalt odráža 7 % naň dopadajúceho svetla. Všeobecne sa zastáva názor, že touto tmavou povrchovou látkou sú komplexné organické zlúčeniny. Teplo zo Slnka odháňa prchavé zložky, pričom zanecháva ťažké organické zlúčeniny s dlhým reťazcom, ktoré zvyknú byť veľmi tmavé, ako napríklad

decht či ropa. Veľmi tmavý povrch komét im dovoľuje absorbovať teplo potrebné na pohon ich odplyňovania. Keďže sa pri pozorovaniach komy zistilo, že len malá časť jadra je odplyňovaná, podľa nových predstáv je povrch kometárneho jadra tvorený kamennou sutinou, ktorá je zložená z úlomkov príliš ťažkých na prekonanie gravitačnej príťažlivosti jadra. Sonda Giotto objavila tiež maličké čiastočky, ktoré sú bohaté na prvky uhlík (C), vodík (H), kyslík (O) a dusík (N), a sú preto nazývané tiež ako **CHON čiastočky**. Tieto čiastočky by mohli pochádzať z **tenkej vrstvy sadzí**, ktorá pokrýva jadro a to by tiež vysvetľovalo kometárne albedo.

Koma: V momente, keď sa kométa priblíži k Slnku a vo vzdialenosti asi 5 AU prekročí dráhu Jupitera, **vytvorí sa koma**, ktorá má v blízkosti jadra radiačné vlastnosti. Je vytváraná sublimáciou ľahko vyprchávajúcich látok na strane privrátenej k Slnku a vychádza z ľadom obalených prachových čiastočiek. Pozorovania sondou Giotto zistili, že vyparovanie sa dotýka približne **10 až 15% povrchu kométy** a že vyprchávajúca hmota uniká z krehkých miest čiernej kôry. Z týchto miest unikajúce molekuly tvoria vnútornú komu. Tá sa pri ďalšom zahrievaní vďaka ionizácii a disociácii zväčšuje a nakoniec sa koma stane uvoľňovanými iónmi a radikálmi viditeľnou. Toto sa deje v obklopení **ultrafialového žiarenia** atomárneho vodíka, a táto koma je známa tiež ako **UV koma** a bola pozorovaná pri kométe Hale-Bopp v roku 1997, kde dosiahla priemer **150 miliónov kilometrov**. Pretože ozónová vrstva atmosféry je **neprechodná pre UV žiarenie**, môže byť UV koma pozorovaná **iba cez satelity**.

Chvost: Približne pri prekročení obežnej dráhy Marsu začnú čiastočky komy pôsobením radiačného tlaku a slnečného vetra formovať kometárny chvost, presnejšie dva chvosty: **Úzky dlhý chvost (typu I)**, ktorý pozostáva z molekulárnych iónov a je tiež nazývaný **plynný**. Pre vysvetlenie javu tohto chvosta nestačí radiačný tlak, a preto v roku 1951 Ludwig Biermann navrhol ako vysvetlenie zo Slnka vychádzajúci prúd častíc, ktoré dnes nazývame ako slnečný vietor. V dnešnej dobe sa vychádza z toho, že kometárne ióny sa vzájomnou interakciou miešajú so slnečným magnetickým poľom a potom sú odnášané nabitými časticami slnečného vetra. **Difúzny zatočený chvost (typu II)**, ktorý sa často nazýva tiež **prachový**. Malé častice prachu, ktoré vytvárajú tento chvost, sú ovplyvnené radiačným tlakom Slnka, ktorý sa dá vysvetliť rozdelením **na dve zložky: Radiálna zložka**, ktorá smeruje proti gravitácii a znižuje sa so štvorcem vzdialenosti od Slnka. Funguje to ako

efektívny odber gravitačnej sily Slnka, a preto sa prachové častice sa pohybujú po pseudokeplerovských dráhach, ktoré sa líšia pre čiastočky rôznych veľkostí, pretože radiačný tlak je závislý na veľkosti častíc. Toto vedie k relatívne silnému prúdeniu prachového chvosta v porovnaní s plynovým. Druhá zložka, **radiačný tlak**, je protichodná pohybu prachových zložiek a vedie k spomaľovaniu častíc, ktoré sú väčšie ako vlnová dĺžka svetla, t. j. väčšie ako $0,5 \mu\text{m}$. Tieto čiastočky sa pohybujú v dlhšom časovom horizonte rovnako ako ostatný medziplanetárny prach, po špirálovitých dráhach od Slnka (Poyntingov-Robertsonov efekt). Veľmi málo, a len pri špeciálnych závislostiach dráhy, je viditeľný tiež **protichodný chvost (typu III)**. Tu však nejde o nezávislý chvost, ale iba o **geometrický projekčný efekt**: v prípade, že sa Zem dostane medzi Slnko a kométu, časť prachového chvosta, vďaka svojmu zakriveniu, presiahne za hlavu (jadro +koma) kométy. Úbytok kometárneho materiálu je pre „nové“ kométy, ktoré sa k Slnku priblížia prvýkrát, približne 10 až 50 ton za sekundu, pri opakovaných preletoch sa úbytok hmoty zmenší na menej než 0,1 t/s. Tieto malé množstvá od maximálne 0,03 do 0,2 percent kometárnej hmoty na jeden prechod okolo Slnka znamenajú, že chvost je **veľmi riedky**. Ohromná jasnosť chvostov sa vysvetľuje práve v prípade prachového chvostu veľkým povrchom mikroskopických prachových častí a v prípade plynového chvostu príspevkom dokonca každého atómu a molekuly k svetelnosti. Toto priamo vedie k porovnávaniu veľkostí kometárnych jadier so zväčšovaním svetelnosti a zaradovaním do rôznych stupníc.



Kométy majú značne eliptické obežné dráhy. Všimnite si dva samostatné chvosty.

4. Obehové vlastnosti komét: Kométy sú klasifikované podľa ich obežných dôb (periód). **Krátkoperiodické kométy** majú obežné doby dlhé menej ako 200 rokov, kým dlhoperiodické kométy majú dlhšie obežné doby, pričom ale stále zostávajú gravitačne viazané k Slnku. **Jednonávratové kométy** majú parabolické a hyperbolické obežné dráhy, ktoré ich vynesú **navždy mimo Slnčnú sústavu** po jednom prechode popri Slnku. Opačným extrémom je krátkoperiodická kométa Encke, ktorá má obežnú dráhu, ktorá jej nedovolí vzdialiť sa od Slnka ďalej ako planéta Jupiter. Za miesto vzniku **krátkoperiodických** komét sa považuje **Kuiperov pás**, zatiaľ čo zdrojom **dlhoperiodických** je zrejme **Oortov oblak**. Množstvo rôznych modelov bolo navrhnutých na vysvetlenie, prečo sú kométy „vyrušené“ do veľmi eliptických dráh. Patria medzi ne priblíženie sa k iným hviezdám pri tom, ako sa Slnko pohybuje po svojej obežnej dráhe Galaxiou; pôsobenie Nemesis – **hypotetického** sprievodca Slnka; alebo pôsobenie neznámej Planéty **X**. Pre svoju malú hmotnosť a eliptické obežné dráhy, ktoré ich privádzajú do blízkosti veľkých planét, sú obežné dráhy komét často rušené (perturované). Pri krátkoperiodických kométach badať veľkú tendenciu k zhode ich afélie s polomerom obežnej dráhy obrých planét, pričom **Jupiterova** skupina komét je **zo všetkých najväčšia**. Je zrejmé, že obežné dráhy komét prichádzajúcich z Oortovho oblaku často ovplyvňuje gravitácia obrých planét v dôsledku blízkych preletov okolo týchto planét. Jupiter je **najväčším zdrojom takýchto perturbácií**, pretože je planétou s najväčšou hmotnosťou v Slnčnej sústave. Pre gravitačné interakcie sa **stratilo** veľa periodických komét objavených v minulých desaťročiach alebo v minulých storočiach, pretože ich obežné dráhy nikdy neboli dostatočne známe na to, aby sme vedeli, kde a kedy hľadať ich budúce priblíženie. Vďaka tomu sa niekedy stáva, že je novoobjavená kométa po vypočítaní jej dráhy v skutočnosti starou „stratenou“ kométou. Príkladom je kométa 11P/Tempel-Swift-LINEAR, ktorá bola objavená v roku 1869, ale po roku 1908 sa stala v dôsledku perturbácií Jupitera nepozorovateľnou, a **náhodou** bola znovu objavená až pozorovaniami v programe LINEAR v roku 2001.

Ako vypočítať obežnú dráhu kométy: Pri novoobjavených kométach sú známe iba krátke pozorované úseky obežných dráh, preto sa najprv počítajú

možné parabolické kurzy. So zväčšujúcou sa dobou pozorovania je možné rozhodnúť, či je dráha v skutočnosti eliptická, alebo dokonca hyperbolická. Z približne 660 skúmaných komét je známe takéto rozdelenie obežných dráh komét: 43% parabol, 25% dlhoperiodických elíps, 17% krátkoperiodických elíps a 15% hyperbol. Pomerne veľké množstvo parabol je však zrejme skreslené príliš krátkou pozorovacou dobou. Pri pozorovacom období trvajúcim okolo 240 – 500 dní, sa ukazuje, že iba 3% komét má parabolické dráhy. Teda elipsy **pravdepodobne dosť jednoznačne prevládajú**.

5. Pomenovania komét: Pomenovania pre kométy sa menili v ostatných dvoch storočiach podľa viacerých rôznych konvencií. Teda predtým než sa ustálilo systematické pomenovanie, kométy boli pomenované rôznymi spôsobmi. Halleyho kométa nesie názov **po Edmundovi Halley**, ktorý prvý vypočítal jej obežnú dráhu. Podobne aj druhá známa periodická kométa bola pomenovaná **po astronómovi**, ktorý vypočítal jej obežnú dráhu a nie po objaviteľovi kométy. Väčšina jasných komét boli označované ako „Veľká kométa z roku...“, v ktorom sa zjavila. Na začiatku 20. storočia, bolo bežne používanou konvenciou pomenovanie komét podľa **ich objaviteľov** a takto zostalo **aj do dnešných čias**. Kométa je pomenovaná podľa **prvých troch jej nezávislých objaviteľov**. V posledných rokoch bolo mnoho komét objavených prístrojmi ovládanými veľkými tímami astronómov a v takom prípade môžu byť kométy pomenované **podľa prístroja** (napríklad kométa IRAS-Araki-Alcock bola nezávisle objavená IRAS satelitom a amatérskymi astronómami Genichim Arakim a Geom Alcockom). Do roku 1994, systematické pomenovanie komét znamenalo najprv nazvanie kométy provizórnym označením roku jej objavenia nasledovaným malým písmenom vyjadrujúcim jej poradie objavu v danom roku (napr. Kométa Bennet 1969 i bola deviatou objavenou kométou v roku 1969). Keď sa vypočítala obežná dráha, kométa dostala stále označenie roku svojho perihélia, nasledovaným rímskym číslom, a teda z „Kométa Bennet 1969 i“ sa stala „Kométa Bennet 1970 II“. Zvyšujúci počet objavených komét sťažil spracovanie tejto procedúry a v roku **1994** Medzinárodná astronomická únia **schválila nový pomenovací systém**. Kométy sú dnes označované rokom ich objavu nasledovaným písmenom vyjadrujúcim polovicu mesiaca v čase objavu a číslom vyjadrujúcim poradie objavu, takže štvrtá kométa objavená v druhej polovici februára 2006 by mala označenie 2006 D4. Takisto sa (po

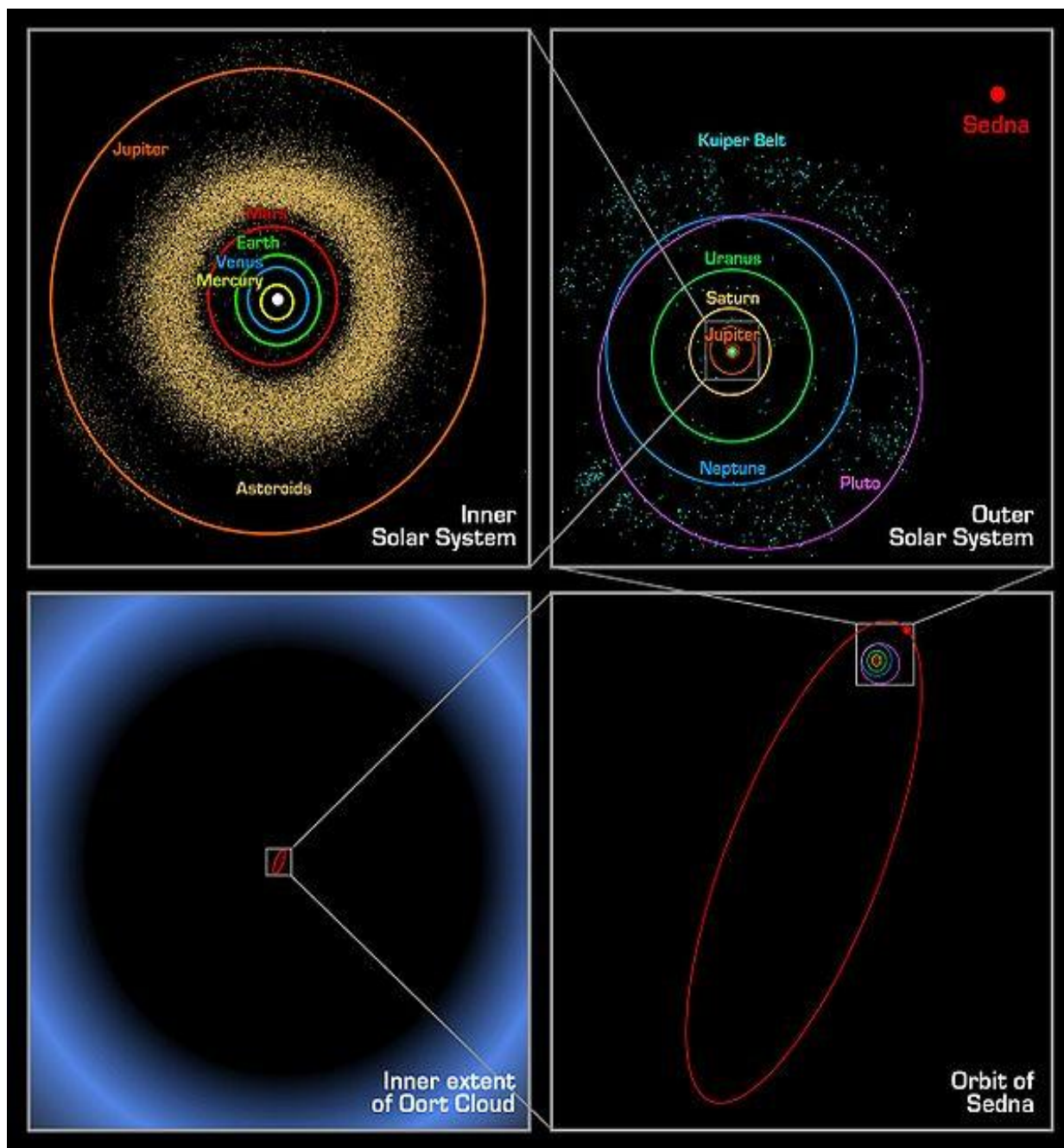
vypočítaní obežnej dráhy, prípadne neskôr) k označeniu pridáva jeden z prefixov:

- P** pre periodické kométy, ktorých obežná doba je kratšia ako 200 rokov
- C** pre periodické, ktorých obežná doba je dlhšia ako 200 rokov a pre neperiodické kométy
- X** pre kométy, ktorých dráhu nie je možné spoľahlivo vypočítať
- D** pre kométy, ktoré boli stratené (neboli viac pozorované), alebo zanikli
- A** v prípade, že sa chce zdôrazniť, že nejde o kométu ale o asteroid

Periodické kométy majú takisto číslo označujúce poradie ich objavu. Teda Halleyho kométa, ako prvá identifikovaná periodická kométa, má systematický názov 1P/1682 Q1. Kométa Hale-Bopp má systematické označenie C/1995 O1 a kométa Hyakutake nesie názov C/1996 B2.

6. Oortov kometárny oblak: je **predpokladaná** sférická oblasť ľadových objektov, ktorá sa pravdepodobne nachádza na okraji Slnčnej sústavy za Kuiperovým pásom, približne **50 000 až 100 000 AU od Slnka**. Je možné, že je to pozostatok prapôvodnej slnečnej hmloviny. Svoj názov nesie po dánskom astronómovi Janovi Oortovi, ktorý hypotézu o jeho existencii prvýkrát zverejnil **v roku 1950**. Existencia Oortovho mraku komét doteraz nie je potvrdená, pretože jeho objekty sú pre veľkú vzdialenosť a z toho vyplývajúcu malú jasnosť súčasnými prístrojmi nepozorovateľné. **Za nepriamy dôkaz jeho existencie** považujú astronómovia **dlhoperiodické kométy**. Oortov mrak je pravdepodobne zdrojom kometárnych jadier, ktoré **vd'aka gravitácii okolitých hviezd** občas zmenia svoju dráhu smerom k Slnku. Vtedy sa začnú zahrievať a vyparovať, vytvorí sa im koma a často aj chvost. Tieto kométy sú väčšinou dlhoperiodické alebo sú neperiodické, čiže preletia okolo Slnka **iba raz**. Ich sklon dráhy k rovine ekliptiky je rôzne veľký. Okrem dráhy sa kométy s pôvodom v Oortovom mraku odlišujú od iných komét zjavne aj tým, že nakoľko sa nikdy predtým ešte nedostali do

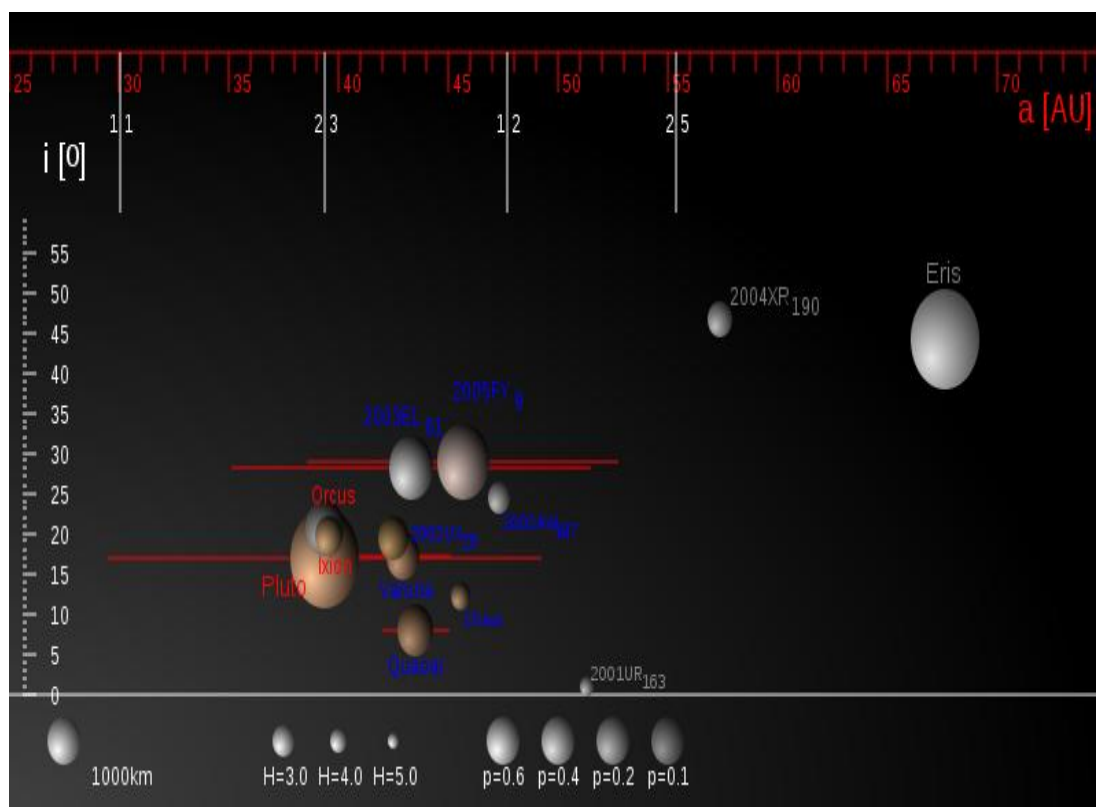
blízkosti Slnka, majú veľké zásoby prchavých látok a sú teda spravidla **jasnejšie** ako periodické kométy. Za hlavné zložky telies Oortovho mračna sa považuje **vodný ľad, amoniak a metán**. Prvá a zatiaľ jediná planétka, pochádzajúca z Oortovho mraku, je zrejme **Sedna**. Jej dráha je menšia než vnútorný polomer Oortovho mraku, ale to môže byť dôsledok gravitačného pôsobenia hviezdy, ktorá kedysi preletela v blízkosti nášho Slnka.



Oortov kometárny oblak v porovnaní s vnútornými časťami Slnčnej sústavy

7. Kuiperov pás: tiež nazývaný **Edgeworthov–Kuiperov pás**, je oblasť v Slnčnej sústave, ktorá sa nachádza za dráhou Neptúna vo vzdialenosti **30 až 50 AU od Slnka**. Je pomenovaný po astronómovi Gerardovi Kuiperovi, ktorý v roku 1951 navrhol teóriu o pôvode niektorých komét v bližšej oblasti ako Oortov oblak. Táto oblasť bola na jeho počesť nazvaná Kuiperov pás. Pretože však podobnú teóriu vyslovil o viac ako desať rokov skôr aj írsky astronóm Kenneth Edgeworth v roku 1940, **niekedy sa do názvu pridáva aj jeho meno**. V roku 2006 bolo známych **viac ako 1000 telies** patriacich do Kuiperovho pásu (20. augusta 2006 to bolo 1007 objektov, z ktorých definitívne označenie dostalo presne 100 telies). Často bývajú označované **skratkou KBO** (z angl. Kuiper Belt Objects). Objekty majú spravidla veľkosť **iba niekoľko desiatok kilometrov**, ale vyskytujú sa tu aj telesá s priemerom **niekoľkých tisíc kilometrov**. Z Kuiperovho pásu pochádzajú tiež **niektoré kométy**, väčšina ich však prilieta zo vzdialenejšieho Oortovho oblaku. Ide o **skoro plochý disk**, ktorý leží približne v rovine s ekliptikou a ktorý je vyplnený planétkami a kométami. Je to **časť transneptúnskych telies**. Počítačové simulácie ukazujú, že je silne ovplyvňovaný najmä gravitačnými silami Neptúna a Jupitera. Počas formovania Slnčnej sústavy sa dráha Neptúna vplyvom gravitačných porúch spôsobených množstvom menších telies vo väčších vzdialenostiach postupne vzdialovala od Slnka. Pritom boli podobné telesá „vyhodené“ z oblasti pod približne 40 AU (čo je vnútorná hranica oblasti, v ktorej sa vyskytujú kubewana, obiehajúce po približne kruhových dráhach), s výnimkou dráh bližších k Slnku, ktoré sú v rezonancii 2:3 s Neptúnom. Tieto dráhy, podobné dráhe planétky Pluto, sú obsadené **telesami nazývanými plutína**. V Kuiperovom pásu existujú aj ďalšie, menej početné skupiny telies pohybujúcich sa **v rezonanciách 4:3 alebo 2:1 s Neptúnom**. Predpokladá sa, že väčšina telies Kuiperovho pásu vznikla v priestore, kde sa nachádzajú aj teraz, aj keď nezanedbateľné množstvo z nich sa mohlo formovať **aj v blízkosti Jupitera**, odkiaľ mohli byť gravitačnými poruchami spôsobenými veľkými planétami vyhnané až za dráhu Neptúna. Naopak gravitačné poruchy spôsobené Neptúnom čas od času vypudia niektoré teleso z oblasti Kuiperovho pásu do vnútorných častí Slnčnej sústavy **a to sa premení na dlhoperiodickú kométu**. **Vonkajšia hranica Kuiperovho pásu** leží približne vo vzdialenosti okolo **50 AU od Slnka**. V tejto oblasti prechádza do rozptýleného disku, ktorý neleží iba v rovine blízkej k ekliptike, ale siaha do väčších ekliptikálnych šírok, ako Kuiperov pás (dráhy týchto telies môžu mať značný sklon k ekliptike a je

teda „rozptýlenejší“, odtiaľ jeho názov) a v ktorom sa pohybujú telesá, označované skratkou SDO (z angl. Scattered Disc Objects, teda *telesá rozptýleného disku*). Niektorí astronómovia však túto oblasť, ktorá siaha až približne do vzdialenosti 1000 AU, považujú za časť Kuiperovho pásu a nazývajú ju *Kuiperov rozptýlený pás* a jeho telesá označujú SKBO (z angl. Scattered Kuiper Belt Objects, teda *telesá rozptýleného Kuiperovho pásu*).

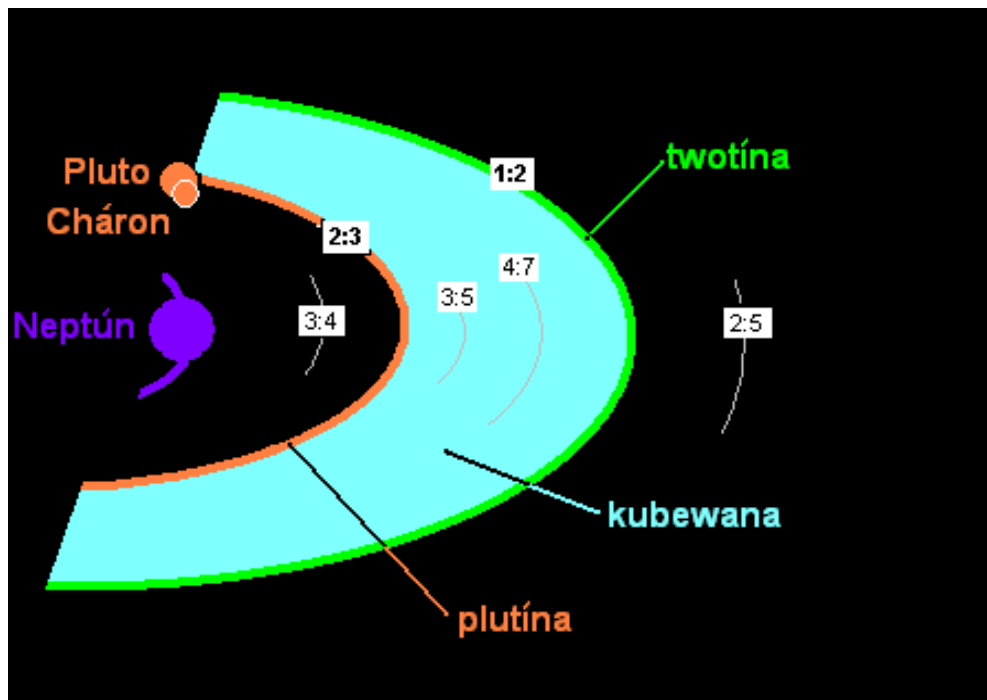


Objekty Kuiperovho pásu

Vlastnosti telies Kuiperovho pásu: Okrem Pluta a jeho mesiaca Cháróna bolo zatiaľ spektroskopicky preskúmaných len málo telies Kuiperovho pásu. Aj tak možno povedať, že sú prevažne tvorené zmesou ľadu, teda tekutých látok v pevnom skupenstve, ako sú **voda, oxid uhličitý, oxid uhoľnatý, metán** a **vyššie uhl'ovodíky a dusík**. Okrem nich sú v ľade primiešané aj **kremičitanové horniny** v podobe prachu a malých úlomkov. Podiel tekutých látok je od 20 do 70 %. Na povrchu viacerých telies Kuiperovho pásu sa pôsobením radiácie fotolýzou vytvorila zmes vysokomolekulárnych organických látok, nazývaná **tholin**, ktorá im dáva slabo načervenalú farbu. Spektroskopicky zistené zloženie KBO tak znovu podporilo teóriu, že sa

tieto telesá veľmi podobajú jadrám komét, a že teda Kuiperov pás môže byť jedným zo zdrojov, odkiaľ prilietajú nové dlhoperiodické i krátkoperiodické kométy. Vďaka prevládajúcemu ľadovému povrchu má veľká časť KBO pomerne **vysoké albedo**, pohybujúce sa nad hodnotou **0,5**. Zanedbanie tejto skutočnosti viedlo v minulosti k tomu, že odhady priemerov niektorých príslušníkov KBO **boli nadhodnotené**. Napr. pri objekte 2003 UB₃₁₃ prvé odhady jeho priemeru sa pohybovali okolo 4 000 km, neskôr, na základe pozorovaní v infračervenej oblasti boli korigované na 3 000 km, ale na základe interpretácie snímok z Hubblovho vesmírneho ďalekohľadu sa zdá, že priemer bude ešte podstatne menší, asi 2 400 km. To by však znamenalo, že albedo vo vizuálnej oblasti by dosahovalo mimoriadnej hodnoty asi 0,86.

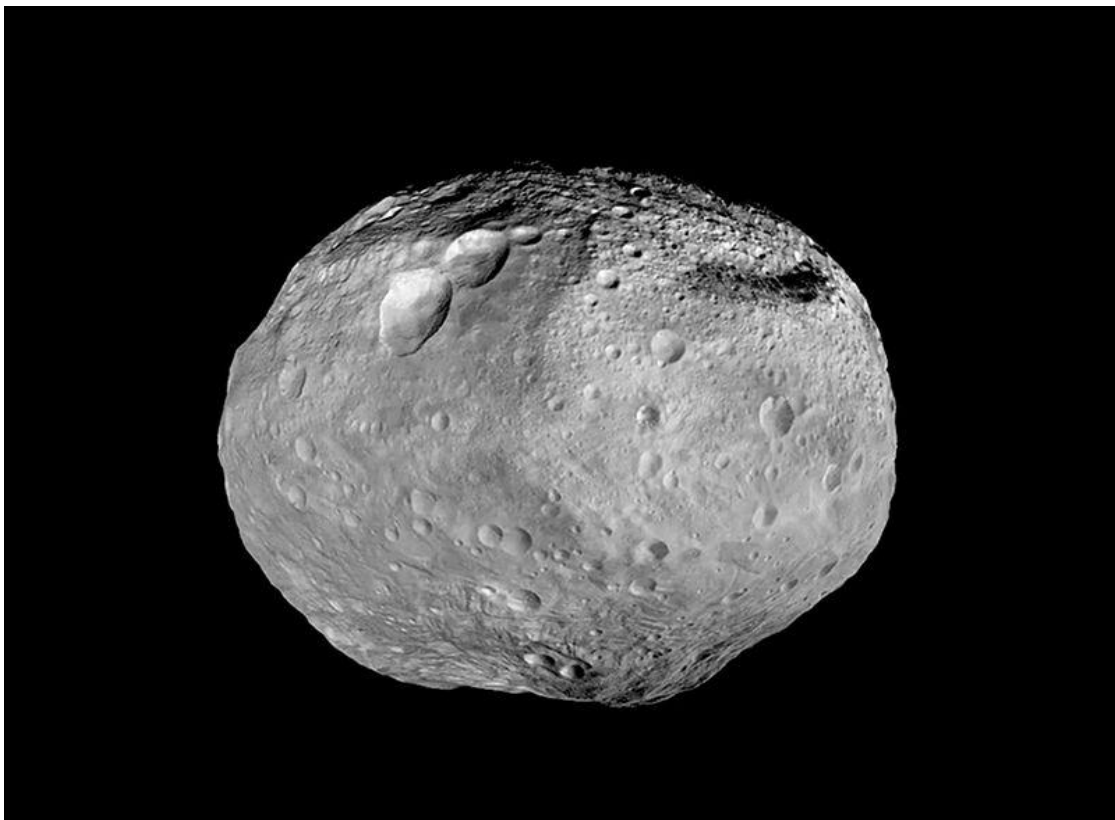
Obežné dráhy objektov Kuiperovho pásu: Aj keď rezonančné vplyvy Neptúna na telesá Kuiperovho pásu, tak ako naznačili počítačové simulácie, majú veľký vplyv na stabilitu ich dráh, viac ako dve tretiny KBO patria medzi **kubewana**, u ktorých doby obehu ležia medzi rezonanciami 2:3 a 1:2. Medzi kubewana síce patria aj ďalšie rezonancie, najmä 3:5 a 4:7, ale na frekvenciu výskytu KBO nemajú výrazný vplyv. Výrazné zvýšenie počtu telies sa ukazuje pri vnútornom okraji Kuiperovho pásu, rezonancie 2:3, kde sa nachádzajú **plutína**. Druhý okraj tvorí rezonancia 1:2, obsadená zatiaľ málo početnou skupinou telies nazývaných **twotína**. Pôvodne predpoklady, že Kuiperov pás je tvorený výlučne telesami s dráhami s minimálnym sklonom k ekliptike, sa nepotvrdil. Ukazuje sa, že klasické objekty Kuiperovho pásu (kubewana) vytvárajú dve skupiny; pri štatistickej analýze sa ukazuje, že jedno maximum, veľmi výrazné, je pri sklone 4° k ekliptike, druhé, difúzne a s výrazne menším počtom zástupcov, leží medzi 30° a 40° sklonu. Podľa súčasných predstáv telesá s **nízkym sklonom sú pôvodné**; vznikali pri tvorbe telies Slnečnej sústavy za dráhou Neptúna, zatiaľ čo väčšina telies s **vysokým sklonom** bola do Kuiperovho pásu premiestnená z vnútorných častí Slnečnej sústavy gravitačnými poruchami Neptúna. Preto prvé z nich sa niekedy nazývajú „studené“ KBO, zatiaľ čo druhé majú označenie „horúce“ KBO. To, že zatiaľ je známych viac KBO s malými sklonmi dráhy k ekliptike, môže byť dôsledkom pozorovacieho výberového efektu, lebo hľadanie transneptúnskych telies sa zatiaľ sústreďuje takmer výlučne na oblasti v blízkosti ekliptiky, zatiaľ čo oblasti nad ňou sú zatiaľ najmä z technických príčin málo pozorované a preskúvané.



Zjednodušená schéma Kuiperovho pásu

- 8. Asteroidy:** je malý, pevný objekt v Slnčnej sústave, obiehajúci okolo Slnka. Asteroid je príkladom tzv. planétky (alebo **planetoidu**), ktoré sú omnoho menšie ako planéty. Predpokladá sa, že väčšina asteroidov sú pozostatky protoplanetárneho disku, ktoré neboli zahrnuté do planét počas vzniku sústavy. Niektoré asteroidy **majú vlastné mesiace**. Veľká väčšina asteroidov sa nachádza v **pásme asteroidov** s eliptickou obežnou dráhou medzi obežnými dráhami Marsu a Jupitera. Pojem „asteroid“, ktorý znamená *ako hviezda* (z gréckeho *asteroeides*, *aster* "hviezda" + *-eidos* „forma, tvar“), prvýkrát použil v roku 1802 Sir William Herschel krátko po tom, čo Heinrich Wilhelm Olbers objavil druhý asteroid 2 Pallas 28. marca toho istého roku, aby opísal ich vzhľad, ktorý sa podobá hviezdám; pre porovnanie, všetky vtedy známe planéty zobrazovali disky. Tento pojem tiež použil pre malé mesiace planét z kategórie plyných obrov. Prvý anglický vedecký dokument, ktorý vo svojom názve používal pojem asteroid, napísal v roku 1840 Georg Adolph Erman (1806–1877). **Presná definícia asteroidu nie je ustálená**. Pojem „planétka“ (alebo „planetoid“) nevyvoláva žiadnu silnú predstavu o zložení objektu alebo jeho všeobecnej polohe v Slnčnej sústave a niektorí dokonca tvrdia, že **veľmi malá planétka by sa nemala volať asteroid**. Jedna možná klasifikácia asteroidov je **z hľadiska veľkosti**. Jedna pracovná definícia znie takto: Asteroidy dosahujú v priemere viac ako 50

metrov, čo ich odlišuje od meteoroidov, ktoré majú typicky veľkosť balvana alebo menšiu. Toto rozlišovanie sa robí, pretože asteroidy sú dostatočne veľké na to, aby **prežili prechod zemskou atmosférou** a zasiahli Zem z veľkej časti neporušené, zatiaľ čo menšie meteoroidy sa vo všeobecnosti rozpadnú vysoko v zemskej atmosfére. Preto je bezpečnejšie používať pojem „asteroid“ pre objekty Slnčnej sústavy, ktoré sú väčšie ako meteoroidy, menšie ako planéty a **sú zložené zo skál, nie z ľadu**. Pojem **umelý asteroid** sa občas používa na označenie **človekom vytvorených objektov**, ktoré skončili na obežnej dráhe okolo Slnka, ako napríklad sonda Mariner IV.



Asteroid Vesta (578x560x458 km)

Problémy s klasifikáciou asteroidov: Asteroidy sú bežne zaradované do skupín na základe charakteristík ich obežných dráh a detailov viditeľného spektra slnečného svetla, ktoré odrážajú. Asteroidy sa delia do skupín a rodín na základe charakteristík ich obežných dráh. Je zaužívané pomenovávať skupinu asteroidov po jej prvom členovi, ktorý bol objavený. Skupiny sú relatívne voľné dynamické „spojenia“, zatiaľ čo rodiny sú oveľa „pevnejšie“ a sú výsledkom katastrofického rozpadu veľkého asteroidu niekedy v minulosti. V roku 1975 Clark R. Chapman, David Morrison a Ben

Zellner vyvinuli taxonomický systém, založený **na farbe, schopnosti odrážať žiarenie a tvare spektra**. Tieto vlastnosti zjavne zodpovedajú zloženiu materiálu **na povrchu asteroidu**. Pôvodne klasifikovali len tri typy asteroidov:

asteroidy typu C – **uhličité, 75% známych asteroidov**

asteroidy typu S – **kremičité, 17% známych asteroidov**

asteroidy typu M – **kovové, väčšina zostávajúcich asteroidov**

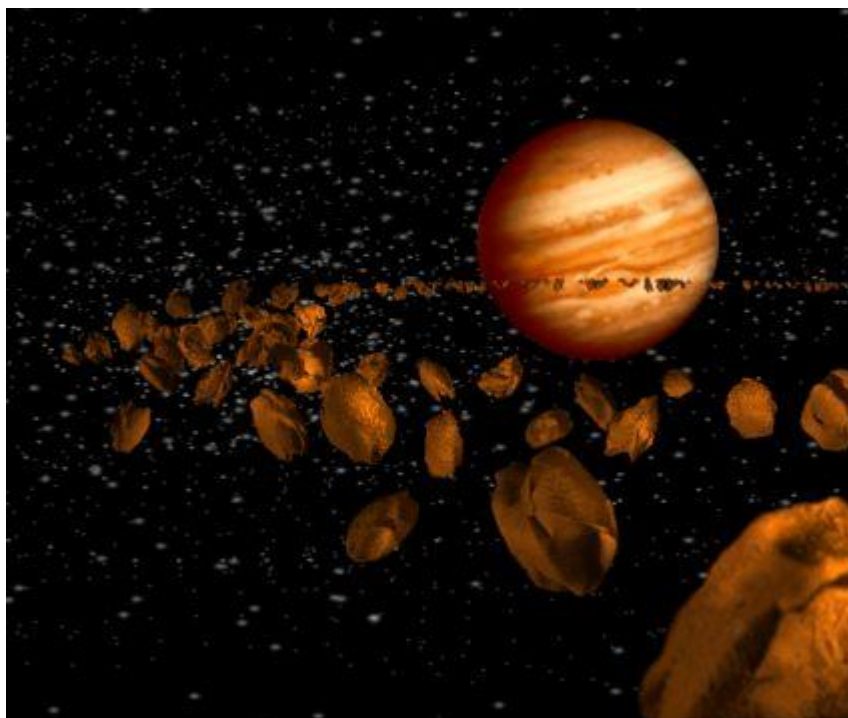
Tento zoznam bol odvtedy rozšírený, aby zahŕňal množstvo iných typov asteroidov. Toto množstvo stále postupne rastie s tým, ako sa študujú nové asteroidy. Pôvodne boli spektrálne označenia založené na záveroch o zložení asteroidov:

C – **uhličitan** (angl. **carbonate**)

S – **kremičitan** (angl. **silicate**)

M – **kovový** (angl. **metallic**)

Toto viedlo k veľkému omylu, že typ asteroidu SVEDČÍ jednoznačne o jeho zložení. Zatiaľ čo asteroidy rôznych spektrálnych klasifikácií sú zrejme zložené z rôznych materiálov, nie je zaručené, že asteroidy v rámci jednej taxonomickej jednotky majú podobné zloženie. Vedci však neboli schopní dohodnúť sa na novom taxonomickom systéme asteroidov, čoho výsledkom je, že **spektrálna klasifikácia uviazla**.



Kontrolné otázky:

1. Z čoho sú kométy predovšetkým zložené?
2. Po akej dráhe sa kométy najčastejšie pohybujú a prečo?
3. Z ktorých troch častí sa skladá kométa ako astronomický objekt?
4. Z ktorých dvoch oblastí Slnčnej sústavy prilietajú kométy?
5. Majú kométy vysoké alebo nízke albedo? A prečo?
6. Ako sa nazýva najslávnejšia kométa všetkých čias a ako v súčasnosti najznámejšia kométa?
7. Aké dlhé obežné doby majú krátkoperiodické kométy a aké dlhé obežné doby majú dlhoperiodické kométy?
8. Po akých obežných dráhach sa pohybujú jednonávratové kométy?
9. Ktoré obežné dráhy komét sú pravdepodobne najčastejšie?
10. Ako ďaleko od Slnka sa rozprestiera Oortov kometárny oblak?
11. Ako ďaleko od Slnka sa rozprestiera Kuiperov pás?
12. Koľko vesmírnych telies sme v Kuiperovom páse zatiaľ asi objavili?
13. Aké veľkosti dosahujú objekty pozorované v Kuiperovom páse?
14. Majú telesá Kuiperovho pásu vysoké alebo nízke albedo?
15. Aký vplyv má ich albedo na výsledky ich pozorovania?
16. Medzi ktorými dvomi planétami sa pohybuje väčšina asteroidov?
17. Čo je to asteroid a aké typy asteroidov poznáme?
18. Čo presne znamená slovo „asteroid“?
19. Čím sa odlišujú asteroidy od komét a čím od meteoroidov?
20. Prečo sú veľké problémy s presnou klasifikáciou asteroidov?
21. A ešte jedna otázka na premýšľanie: Prečo je väčšina asteroidov uhličitanových, resp. uhličítých?