

Az Oort-felhő, ahonnan az üstökösök származnak

Amikor az üstökösöket a pályaelemeik szempontjából csoportosítjuk, akkor a periódusuk tekintetében különbséget teszünk a rövid és a hosszú periódusú üstökösök között. A rövid periódusú üstökösök, ahogy nevük is mutatja egy emberöltő alatt is viszonylag gyakran térnek vissza, többször is megfigyelhetőek, szemben a hosszú periódusú társaikkal, melyeket többnyire egyszer figyelhetünk meg életünk során. A kettő közti választóvonalat önkényesen 100 éves keringési időben állapították meg.

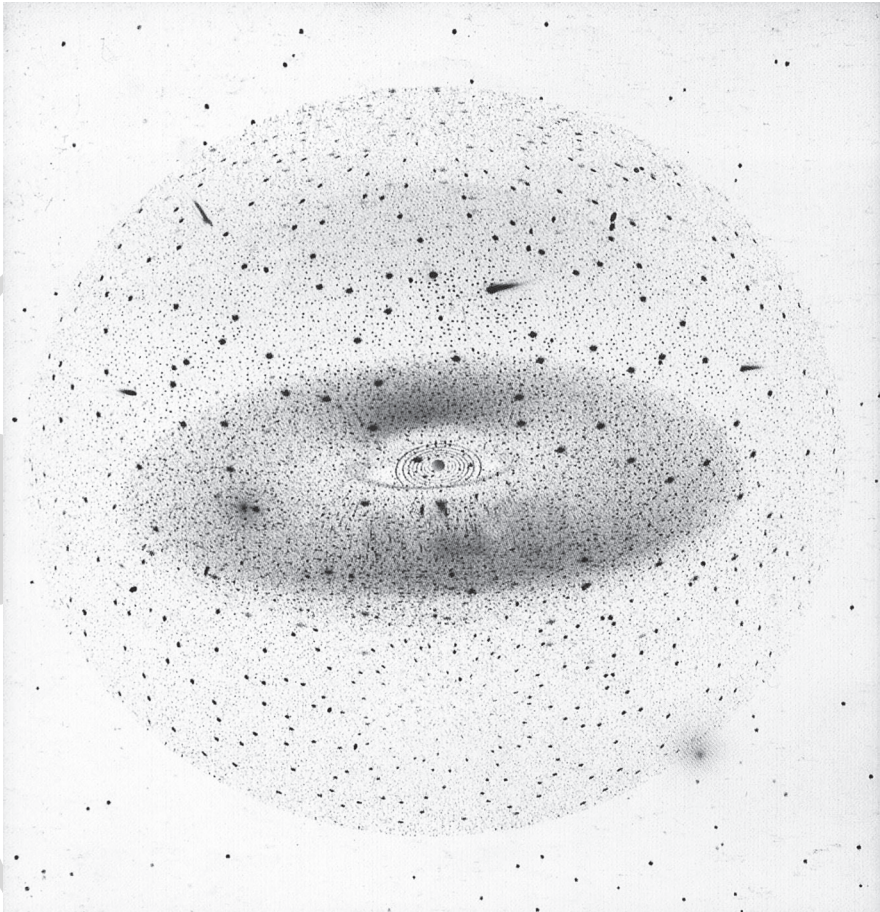
Ha a periódust, mint fő csoportképző ismérvet el is fogadjuk, akkor is vannak más különbségek is a rövid és a hosszú periódusú kométák között (természetesen mint minden esetben, itt is vannak és lesznek kivételek). Egy ilyen megkülönböztető jegy a két csoport között az inklináció, vagy pályahajlás: a rövid periódusú üstökösök pályahajlása – különösen a 10 évnél is rövidebb keringésidőjüké – nagyon kicsi, és ezeknek az égitesteknek a keringési iránya általában megegyezik a Föld keringési irányával. Ezzel szemben a hosszú periódusú üstökösök pályahajlása mindenféle értéket felvehet. Ebbe beletartozik akár az ekliptikára merőleges is (90 fok) – és a Földdel ellentétes, retrográd irányban (ebben az esetben a pályahajlás 90–180 fokos) történő keringés is. Így ezek a kométák az égbolt bármely részén feltűnhetnek.

Az üstökösök eredetét, annak vizsgálatát mindig nagy érdeklődés kísérte. A rövid periódusúak származása is érdekes téma, de honnan jönnek a hosszú periódusú vándorok? Az 1930-as évek elején Ernst Öpik észak-nyugati csillagász volt az első, aki azt feltételezte, hogy kell lennie egy felhőnek a Naprendszer külső régióiban, ahonnan ezek az égitestek származhatnak. A XX. század közepén Jan Oort holland csillagász számolta ki ezeknek az égitesteknek az „eredeti” pályaelemeit, vagyis azokat, ame-

lyek még a bolygók perturbáló hatása előtt léteztek. Számításait több hosszú periódusú üstökösön elvégezte, és azt találta, hogy ezek nem elhanyagolható részének a naptávpontja több tízezer csillagászati egység (CSE) távolságra van központi égitestünktől. Ebből Oort arra következtetett, hogy kell lennie egy olyan hatalmas felhőnek, amely a Naprendszeret ebben az óriási távolságban „körülveszi,” és ahonnan ezek a hosszú periódusú üstökösök érkeznek. Oort 1950 januárjában publikálta számításainak eredményét, amire azóta csak „Oort-felhőként” hivatkozunk.

Az Oort-felhő léte nem csak megmagyarázza a hosszúperiódusú üstökösök eredetét, hanem arra is felhívja a figyelmünket, hogy hogyan nézzünk ezekre az üstökösökre, amikor 4,6 milliárd évvel a Naprendszer keletkezése után először tűnnek fel az égbolton. Ha az Oort-felhő a Naprendszerrel együtt keletkezett, akkor ezek az égitestek érintetlenül keringenek ebben a távolságban a Nap körül, amíg a rendszer belsejébe nem lökődnek valamilyen külső erő hatására. A jelenlegi becslések szerint több milliárd üstökös lehet ma is az Oort-felhőben. Ez a szám jóval magasabb lehetett a Naprendszer és az Oort-felhő keletkezésének idején.

Amikor ezeket az apró égitesteket valamilyen külső erő a rendszer belseje felé löki, akkor óhatatlanul a bolygók, különösen a Jupiter perturbáló hatásának lesznek kitéve. A perturbáló erők erejének és irányának függvényében változik meg az üstökös pályája, ennek eredményeképp vagy egy rövidebb, pár ezer év keringésidőjű üstökösé válik, vagy akár hiperbola pályára is állhat, és elhagyhatja a Naprendszeret. Például a Hale-Bopp-üstökös esetében is lehetséges, hogy előző látogatásakor annyira megközelítette a Jupitert, hogy annak hatására kerülhetett a jelenlegi, körülbelül 4000 év keringési idejű pályájára.



Az Oort-felhő sematikus, nem méretarányos ábrája. A képen jól látszik az úgynevezett Hill-felhő is

Az Oort-felhőből származó üstökösök részletes tanulmányozása arra enged következtetni, hogy a több milliárd éve „hibernált” állapotban levő égitesteknek a magján az intersztelláris térből érkező kozmikus sugarak hatására kialakulhat egy nagyon vékony, szerves anyagokat tartalmazó kéreg. Amikor az üstökös az Oort-felhőből, ebből a távoli régióból először látogat a belső Naprendszerbe, akkor a leginkább illékony anyagok már nagy naptávolságban, akár a Szaturnusz pályájánál messzebb is elkezdhetnek párologni. Az így kiszabaduló anyagok

miatt az üstökös szokatlanul fényesnek látszik, és abba az illúzióba kergeti a megfigyelőket, hogy kisebb perihélium-távolság esetén az üstökös rendkívül fényes lehet. Azonban ezek az illékony anyagok viszonylag gyorsan „elfognak”, és az üstökös kezdeti fényességnövekedése lelassul, akár meg is állhat. Ez a folyamat addig tarthat, amíg ez a szerves anyagok alkotta kéreg „meg nem kopik”. Ez a fényességnövekedés-megtorpanás kiábrándító lehet azok számára, akik az üstökös felfényesedésének korai szakasza alapján készíteneek előrejelzése-

meteor

ket. A C/1973 E1 (Kohoutek)-üstökös ennek kiváló példája. A kezdeti, nagy távolságban bekövetkezett fényességnövekedés alapján sokan az „évszázad üstökösének” kiáltották ki a Kohouteket. Aztán a fényességnövekedés „megállt” és bár annak idején szép látvány volt, de a nagyközönség körében mégis csalódást keltett.

leg kilöködtek. Természetesen ez a folyamat nem egyszerre és szabályozott módon, hanem teljesen véletlenszerűen ment végbe, és emiatt az Oort-felhő sem homogén szerkezetű. Míg az Oort-felhő 20–50 000 CSE közötti térrésze inkább szférikus, gömbszerű, addig a belső pár ezer csillagászati egységig terjedő térrész – amit Jack Hill után,



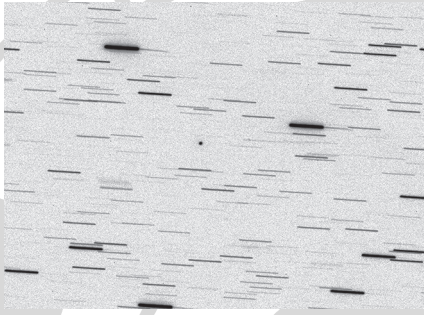
A szép, de mégis csalódást keltő C/1973 E1 (Kohoutek)-üstökös a Palomar Observatory 48 hüvelykes Schmidt-távcsövével 1974. január 12-én

A kutatók a hosszú periódusú üstökösök fizikai jellemzőinek tanulmányozása során arra a következtetésre jutottak, hogy ezek a múltban 5–30 CSE (a Jupiter és a Neptunusz távolsága) közötti térrészben alakultak ki, és a szünető bolygók „penderítették ki” a jelenlegi pályájukra az Oort-felhőbe. Közben ezek a belső Naprendszerből „kirepülő” égitestek a kialakuló bolygók már meglévő perturbáló hatásával együtt további üstökösöket a Naprendszer belsejébe „térítették”. Ezek a bekerülő üstökösök aztán a Földet és a többi, kialakulóban levő bolygót „bombázták” végig. Egyesek pályafutásukat a Napban végezték, míg mások a Naprendszerből vég-

aki először felvetette ennek létezését, Hill-felhőnek is neveznek – inkább laposabb, és a kisebb pályahajlású üstökösök jellemzik.

Az Oort-felhő a Naprendszer hideg területéhez tartozik, és valószínűleg gazdag illékony anyagokban, így az ott létrejövő és keringő égitestek nagy többsége üstökös lehet. Azonban azt sem lehet elfelejtenünk, hogy a belső Naprendszerből is löködtek ki ide kisbolygók, amelyek a legújabb kutatások szerint az itt található objektumok akár 2%-át is kitehetik. Például az 1996 PW „kisbolygó” soha nem mutatott üstökösszerű aktivitást, pedig keringési ideje közel 4000 év. Ehhez hasonló a nemrégiben fel-

fedezett nagy excentricitású (0,9889662 – majdnem parabolikus pálya) és nagy kerin-gési idejű A/2018 V3 jelű kisbolygó is, amely szintén nem mutatott üstökösökre jellemző aktivitást. Ezeknek az égitesteknek az eredeti pályája a jelenleginél sokkal közelebb húzódhatott a Naphoz, mégis, ma elég jó példái az Oort-felhő kisbolygóinak.



Alan Hale fényképe az A/2018 V3 jelű kisbolygóról, amit 2019. augusztus 20-án készített a Las Cumbres Observatory (South African Astronomical Observatory) távcsövével

Az nyilvánvaló, hogy a Nap gravitációs ereje a távolsággal jelentősen csökken, és több tízezer CSE távolságban már nagyon gyenge. Így az Oort-felhőben levő objektumok szinte folyamatosan távoznak a csillagközi térbe. Ugyanakkor a Naprendszeren kívüli gravitációs erők az Oort-felhőből a Naprendszer közepe felé irányítanak számtalan objektumot. Az egyik ilyen külső tényező a Galaxis egészének árapály ereje, különösen azokban az időszakokban, amikor az egész Naprendszer Galaxisunk síkján halad keresztül, ami néhány tízmillió évente következik be.

Miközben a Nap és a többi csillag a Tejútrendszer középpontja körül kering, óhatatlanul is egymás közelébe kerülhetnek. Az ilyen megközelítésekkor, amikor egy másik csillag áthalad az Oort-felhőn, vagy annak közelében, akkor a csillag gravitációs hatása nagyszámú üstököst „dobhat”

a belső Naprendszerbe. Ezek a látogatók a Föld égboltján is feltűnhetnek, és akár be is csapódhatnak bolygónkba (az üstökösök számának növekedése a csillag elhaladását követően akár évmilliókkal később is bekövetkezhet, mivel ennyi ideig is tarthat egy-egy kométa útja a Naprendszer belseje felé.).

A külső erőhatásokkal kapcsolatos másik elmélet egy feltételezett objektumhoz, a „Nemezishez” köthető. Az 1980-as években láttak napvilágot olyan planetológiai kutatások, amelyek szerint a földi fajok tömeges kihalásai nagyjából 26 millió évente fordulnak elő. Ehhez kapcsolódott néhány csillagász azzal az elmélettel, amely szerint ennek oka lehet egy olyan objektum, amely a Naptól hatalmas távolságra kering. Ez az égitest, amikor rendszeresen áthalad az Oort-felhőn, akkor nagyszámú üstököst „dob” a belső Naprendszer és a Föld irányába. Ezt a „Nemezisnek” elnevezett égitestet azóta sem sikerült megtalálni. A feltételezések szerint ez egy nagyon kis tömegű M típusú csillag lehet, valószínűleg egy barna törpe. (Egy olyan csillagszerű objektum, ami nem elég nagy ahhoz, hogy a magfúziót fenntartsa. Akkoriban ilyen „csillagot” még nem ismertek, de azóta már számos barna törpét felfedeztek.)

A legújabb kutatások kétséget támasztanak a 26 millió évenkénti tömeges kihalásokat illetően, és a Nemezis után folytatott kutatások sem vezettek eredményre a 2010-es évek elején (bár jó néhány kis tömegű barna törpét is felfedeztek a „közelben”, és várható még több hasonló objektum felfedezése is a közeljövőben). Jelenleg a Nemezis már nem tekintik életképes elméletnek, de a feltételezett égitest keresése nyomán sok egyéb érdekes objektumot sikerült felfedezni a külső Naprendszerben.

Alan Hale

*Ice & Stone 2020. január 12–18.
– fordította Nagy Mélykúti Ákos*