

Vörösmarty Kö


244165

ÜSTÖKÖSÖK,
METEOROK.

Országos Széchényi Könyvtár



MŐENÁR M. BUDAPEST.



DARVAI
ÜSTÖKÖSÖK.
METEOROK

Északioldali kötet

Term. tud.
Könyvtk.
Vállalat.



Tu. 18. 19

OSZK

Országos Széchényi Könyvtár

OSZK

Országos Széchenyi Könyvtár

TERMÉSZETTUDOMÁNYI
KÖNYVKIADÓ-VÁLLALAT.

MEGINDULT 1872-BEN.

XXXV. KÖTET.

TERMÉSZETTUDOMÁNYI
KÖNYVKIADÓ-VÁLLALAT.

A M. TUD. AKADÉMIA SEGÍTKEZÉSÉVEL

KIADJA

A K. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT.

XXXV.

DARVAI,

ÜSTOKÖSÖK ÉS METEOROK.

*

A VI. (1887—1889. ÉVI) CZIKLUS

HETEDIK KÖTETE

A KÖNYVKIADÓ-VÁLLALAT ALÁÍRÓI SZÁMÁRA.

ÜSTÖKÖSÖK ÉS METEOROK.

TÖBB IDEVÁGÓ MUNKA NYOMÁN

ÖSSZEÁLLÍTOTTA

D^r DARVAI MÓRICZ

TANÁR.

ÁTNÉZTE

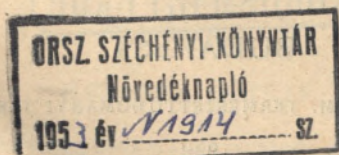
HELLER ÁGOST.



KIADJA A K. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT.

1888.

244165



A FRANKLIN-TÁRSULAT KÖNYVSZAJTÓJA.

ELŐSZÓ.

E művecske túlnyomólag nagyobb részében VALENTINER karlsruhei csillagász « Die Kometen und Meteore in allgemein fasslicher Form dargestellt » című népszerű, de igen alapos és megbízható iratának átdolgozása, helyenként fordítása. Hozzátoldottam azonban történeti bevezetést, több önálló fejezetet és az egész könyv folyamában történeti és életrajzi adatokat. Mindenütt idéztem a forrásművek címeit. Kiterjeszkedtem a legújabb mozzanatokra is, melyek VALENTINER-nek 1884-ben kiadott könyvében természetesen nem lehetnek említve. Végre különös gonddal és szeretettel vontam előadásom körébe a hazai viszonyokat és szakbavágó irodalmunkat, mely igen zsenge ugyan, de épen ezen a téren néhány igen tisztelni való névvel büszkélkedik.

Déva, 1888. október.

Dr. Darvai Móricz.

TARTALOM.

Előszó	-----	Lap V
--------	-------	----------

ÜSTÖKÖSÖK.

I. Régi üstökösök	-----	I
Ókori nézetek. — Rettetés és babona. — Első tudományos észlelések. — Elméleti nézetek Newton előtt. — Parabola-pálya. — Más pályák. — A pályákról. — A pálya-elemek.		
II. Nevezetes üstökösök	-----	28
Halley üstököse. — Heinsius üstököse, 1744. — Halley üstökösének visszatérése. — Lexell üstököse. — A hiperbola-pálya. — Thulis üstököse. — 1811-i üstökös. Olbers üstököse. — Encke üstököse. — Biela üstököse. — Halley üstököse 1835-ben. — Bessel észleletei. — Még pár szó Halley üstököséről. — Az 1843-i üstökös. — Faye üstököse. — De Vico üstököse. — Biela üstökösének széteszlása. — Az ellenálló közeg. — Újabb kutatások. — A Merkúr tömege. — Donati üstököse. — Változások a Donati üstökösén. — Liai üstököse. — 1861-i II-ik számú üstökös. — 1862-i II-ik számú üstökös. — Tempel üstököse. — Coggia üstököse. — 1880-i nagy üstökös. — Az 1881-i nagy üstökös (Tebbutt-féle). — Schäberle üstököse. — 1882-i nagy üstökös. — 1886. IX. Gothard J. fényképei.		
III. Az üstökösökre vonatkozó általános megjegyzések	-----	115
Az üstökösök alakja. — Csóvák. — Üstököshajhászat. — Üstököskeresés. — Az üstökösök száma. — Időszakos és nem időszakos üstökösök. — A pályák összehasonlítása. — Üstökös-rendszerek. — Az üstökösök és az időjárás. — Az üstökösöktől való tudákos félelem. — Az üstökösöknek összeütközése Földünkkel.		

METEOROK.

	Lap
I. Szórványos meteorok	144
Hullócsillagok. — Tűzgolyók. — Hosszabb tartamú meteorok. — A meteorok útjai, illetőleg nyomai. — A hullócsillag és a tűz- golyó közti különbség. — A valódi pályák különböző volta. — Meteoritek (aërolithek). — Nézetek a meteoritek eredetéről. — A meteoritek nevei. — Két meteorhullásról. — A meteorok magassága. — A hullócsillagok száma. — A meteorokra vonat- kozó régi nézetek. — Chladni nézetei.	
II. Meteorrajok	181
Hullócsillag-eső. — A novemberi csillaghullás ismétlődései. — Az augusztusi meteoreső. — Sugárzópont. — A meteorok kozmikus testek. — A meteorok és a levegő. — A meteorok hőfoka. — A meteorok élethordozói-e? — A meteorhullás gyakoriságának változásai. — A váltakozó gyakoriság magya- rázata. — Meteorok kozmikus sebessége és pályája. — A levegő hatása a pályára.	
JELENKORI NÉZETEK AZ ÜSTÖKÖSÖKRŐL ÉS HULLÓ- CSILLAGOKRÓL.	
I. Üstökös- és meteor-pályák azonossága	206
Üstökösök és meteorok közös pályái. — Novemberi meteor- eső 1872-ben. — Az üstökös és meteorraj vélt azonossága. — A meteorrajok és gyűrűk. — Schiaparelli és Weiss az üstö- kösökről.	
II. Színképvizsgálatok	223
Az üstökösök színképei. — A nátrium vonala. — Hasselberg kísérletei. — A meteorok színképe.	
III. Üstökös-elméletek	232
Történeti áttekintés. — Az elmélet jelenlegi állása.	
FÜGGELÉK.	
I. A magyarországi meteoritek	239
II. Az üstökösök jegyzéke	247

ÜSTÖKÖSÖK.

I.

RÉGI ÜSTÖKÖSÖK.

Ókori nézetek. Nincs égi test, mely annyira feltűnjék, annyira lekösse a csillagászat iránt közönyös nagy közönség figyelmét, mint az alakjára nézve oly meglepő üstökös. Az ókor népei mégis nem egyformán méltatták figyelmükre az üstökösöket. A görögök annyira elhanyagolták őket, hogy a híres *Almagest*-ben, PTOLEMAEUS-nak a görög csillagászati tudományt egybefoglaló művében a «kométesz» szó elő sem fordul.

Máskép tettek a *khaldéusok*, kik a csillagászat megalapításában különben is fényes érdemeket szereztek. Félelem nélkül nézték az üstökösöket; a bolygók egy nemének tartották őket és visszatérésüket várták is. STOBÆUS szerint az volt a nézetök, hogy valamint a halak le-lemerülnek a tenger mélyébe, ép úgy az üstökösök időnként az ég távolabbi részeibe vonulnak és a míg ott időznek, láthatatlanok. Sajnos, hogy az üstökösökre vonatkozó észleleteik elvesztek.

Pótolják e hiányt egy másik ősrégi kulturális nép

feljegyzései. JOHN WILLIAMS szerint* a *khinai* évkönyvekben egy üstökös van felemlítve, melyet 2296-ban Kr. e. láttak. Összesen 372 üstökös megjelenését jegyezték fel a khinaiak, a kik már Kr. e. 157 óta tesznek pontosabb észleleteket. A khinai feljegyzéseknek — mint látni fogjuk — a modern csillagászok jó hasznukat vehették.

A *görögök* vagy ízetlen babonákat kötöttek az üstökösökhöz, vagy teljesen félreismerték természetöket. A néphit a Földről elköltöző nagy emberek lelkeit kereste az üstökösökben. Hogyan vélekedtek a görög tudósok, ARISTOTELES-nél olvasható.

A *stagirai* bölcs az üstökösökről a legtévesebb tanokat hirdette. A földi hármasság légkör alsó részéből — úgy vélekedett — gőzök emelkednek a legfelsőbb rétegbe, mely az egész világrendszert mozgásban tartó «*primum mobile*»-hez közel lévén, már az ég 24 órai mozgásában is részt vesz; ott ezek a gőzök szintén forogni kezdenek, összetorlódva — a tüzes régió közelsége miatt — meggyúlnak és mint üstökösök tünnek fel, mígnem teljesen elégnak és kialszanak; csak a Föld közelében fénylenek mint üstökösök; a Hold távolságáig sem emelkedő felhőnemű képződmények ők és nem égi testek.

A *rómaiak* elfogadták ezeket a nézeteket. PLINIUS tizenkétféle üstökös-alakot különböztet meg (köztük kard-, sörény-, lándsza-, állat- és isteni alakot). Fantasz-

* Observations of Comets from before Chr. 611 to A. D. 1640. Extracted from the Chinese Annals

tikus leírásából olyasmi látszik, hogy tűzmeteorokra is gondolhatott. Szerinte az üstökös baljóslatú, rettegni való tünemény, mely a Föld hatalmasait porba dönti. Hivatkozik a Kr. e. 86-ban OCTAVIUS konzulsága alatt és a 48-ban CAESAR és POMPEJUS háborúja idejében megjelent üstökösökre és vészes következményeikre.

ARISTOTELES hamis tudománya és PLINIUS hiszékenysége mellett bámulatra méltó az utóbbi egy kortársának éleslátása. LUCIUS ANNÆUS SENECA* (Kr. u. 12—66) magáévá teszi APOLLONIUS helyes elméletét, mely szerint sok bolyongó üstökös vagyon, melyeknek pályája elnyújtott (in longum producta) s melyek ennél fogva messzire távozván, láthatatlanokká válnak, de közelünkbe érve, ismét szemmel kísérelhetők. SENECA e nézetet hévvel védelmezi, kikel ARISTOTELES mulékony tűzmeteorjai ellen és természetesnek találja, hogy a görög asztrológia kezdete óta az ő koráig tehát 1500 év alatt, még nem volt alkalom az üstökös-pályák természetét kitudni. «Nem hihetem», — ezek szavai, — «hogy az üstökös rövid tartamú tűz; bizonyosan a természet maradandó alkotása ő. A mi a levegőben születik, tartós nem lehet... A levegőben látható tüzes meteorok egyenes ösvényen haladnak, az üstökösök az általános, csak az égi testeket jellemző, magába visszatérő mozgást követik... A mi véletlennek köszöni eredetét, teszem a meteorok, villám, hullócsillag, az mind elmúlik, a mily gyorsan keletkezett. Ha az üstökös véletlenül okozott tűz volna, nem változnék-e meg nagysága és alakja min-

* *Naturales quaestiones* VII., 17.

den pillanatban? Megvan az ő helye a többi égi testek között, nem szűnik meg lenni, hanem bevégzi pályafutását; ha eltűnik szemünk elől, nem aludt ki, csak eltávozott. De miért nem lehet az üstökösök útját úgy meghatározni, mint a bolygókét? Oly ritkán jelennek meg, visszatérésök oly hosszú idő múlva várható, hogy lehetetlen pontosan ismernünk a mérhetetlen távolságból hozzánk érkező üstökösöket... Eljő az idő, melyben utódaink csodálkozni fognak, hogy mily nyilvánvaló dolgokat nem ismertünk.»

Az *arabok* ARISTOTELES-re esküdtek és nem sokat törődtek az üstökösökkel. Ép így tett a középkori keresztény tudomány.

A XVII. századig sok európai országban az állását elfoglaló asztronómiai professzor kénytelen volt nyilvánosan és ünnepélyesen bevallani, hogy ARISTOTELES-sel mindenben, különösen pedig az üstökösökre vonatkozó nézetekben teljesen egyetért.

Rettegés és babona. Az egészségesebb tudományos nézetek fejlődését az üstökösrettegés és üstökös-babona előzte meg.

Hiába mondta JERÉMIÁS próféta (x, 2.), hogy »Ne tanuljátok meg a Pogányoknak útját, és az égen való jelektől ne féljete: mert a Pogányok félnek azoktól«, a krónikákban mégis ez olvasható: 942-ik évben üstökös jelent meg, mire nagy döghalál következett marhák és állatok között. — Julius első felében üstökös jelent meg az égen, jelezve a királyság megrázkódását, mert Fülöp király kórágyon feküdt Mantuában s meg is halt 1223 július 14-én. — 1477-ik évben

szintén volt egy üstökös; a gögös burgundi Károlyt agyonütötték Nancy mellett. — 1531, 32- és 33-ban üstökösöket láttunk; ekkor költötte ki Sátán az újra keresztelőket. — «1580. esztendőben egy igen nagy cometa támadott volt; az farka egyenesen Erdély felé hajlott alá, mintha egy pálcza nyult volna alá az égből. VOLFFARD ISTVÁN kolozsvári peritus mathematicus mindjárt megmondotta volt, hogy dissipationem Batorianæ familiæ significat.»¹ 1668-ban is volt üstökös, mire Westpháliában nagy halál dühöngött a macskák között.

Az egyház férfiai nagy szeretettel terjesztették, hogy az üstökös az Úr haragjának jele.²

Általában bajóslatúaknak tartották az üstökösöket. Egyetlen egy példát hoz fel PRAETORIUS JÁNOS³ arra, hogy az üstökös szerencsét jelentett, t. i. 1472-ben történt, hogy a schneebergi bányában az üstökös megjelenése után sok ezüstöt találtak és a kiásott ezüstbe (!) e szavak voltak vésvé: «Ecce cui cometa luxit.»

Akadtt tudós, a ki a babonával szembeszállt. THEOPHRASTUS PARACELsus orvos és természetbuvár⁴ (1493—1541), kinek alaptalanul tulajdonítottak asztrológiai iratokat s ki ellenkezőleg gúnyolta az asztrológiát (a gyermeknek — mondogatta — nem kell csillagzat, plánéta, az ő plánétája és csillaga: az édes anyja), elég felvilá-

¹ «Term. tud. Közlöny» XX. 280. l.

² Ulmische Cometenpredigt 1619-ből, DIETRICH CONRAD giesseni bölcsélettanár és későbbi ulmi superintendenstől.

³ Narratio de Cometis, qui antea visi sunt et de eo, qui A. 1577 apparuit. Nor. 1578.

⁴ «Uzlegung des Cometen erschynen im hochbirg zu mittem Augsten Anno 1531.»

gosodott volt, hogy az uralkodó babonát elitélje. Mindazáltal még 1680-ban is hitték, hogy csodát művelt az üstökös: egy tyúk rendkívüli éneket hallatott és igen nagy tojást tojt, melyen az üstökös, mások szerint csillag képe látszott.¹ Zürich városa pedig 1681-ben érmet veretett e felirattal: «Der Stern droht böse Sachen — Trau nur Gott — wirds wohl machen.»

Nem csoda tehát, hogy BAYLE PÉTER (1647—1706.) rotterdami bölcselettanár is 1682-ben szükségesnek tartotta külön műben bizonyítani, hogy az üstökösök nem szerencsétlenségnek a hirdetői.²

Kevéssel előbb pedig egy tudós lengyel nemes, LUBIENICKY SZANISZLÓ, ki két kötetes foliánsban³ összegyűjtötte a krónikásoknak az üstökösökre vonatkozó összes adatait, azt találta ugyan, hogy az üstökös megjelenését mindig részint örvendetes, részint szomorú események követik, de ebből csak azt a következtetést vonta le, hogy nem kell *rettegni* az üstökösöktől, és nem mondott le azon hiedelemről, hogy legyenek akár szerencsések, akár szerencsétlenek az események, köztük és az üstökösök között mégis van valami okozati kapcsolat.

BEKKER BOLDIZSÁR, ki ez időtájt teljesen tagadta, hogy az üstökösök hatnak az ember sorsára, a közgyűlölet tárgyává lett, BAYLE pedig fent említett műve miatt eretnokség hírébe keveredett.

Sőt egy századdal később CHRIST. GOTTLIEB SEMM-

¹ Journal des Savants 1681 jan. 20.

² Lettre, où il est prouvé par plusieurs raisons tirées de la philosophie et de la théologie que les Comètes ne sont point le présage d'aucun malheur. Cologne 1682.

³ Theatrum cometicum Amstedol. 1667.

LER* hallei mathézis-tanár, bár megengedte, hogy az üstökösök távolságuk miatt fizikailag nem hathatnak, mégis szükségesnek tartotta fejtegetni (mathematikai műben) erkölcsi befolyásukat, mely abban áll, hogy Istenre emlékeztetnek.

Az üstökösökhöz tapadt babonának volt egy hasznos oldala, az, hogy az üstökösök megjelenését feljegyezték. Ez tette lehetővé a tudományos értékű üstökös-lajstromok készítését.**

Első tudományos észlelés. Magától érthető, hogy azon fényes elméjű tudósok előtt, kik a jelenkori asztronómia megállapításában résztvettek vagy azt előkészítették, ha egyben-másban osztoztak is az ezen égi testekről elterjedt előítéletekben, minden üstökös-megjelenés mint *tudományos* esemény volt nevezetes, melyet gondosan lajstromoztak, s körülményeire nézve megvizsgáltak, hogy elméletileg értékesíthessék.

A xv. századtól kezdve vannak megbízható és részletes üstökös-tudósítások. Az üstökös-lajstromokban a nevezett századból 7 üstököst találunk. Ezek egyike, mint látni fogjuk, később többször újra megjelent és *Halley üstököse* nevét viseli.

1456-ban ezen égi test ritka fényességével vonta magára a közfigyelmet. Közel állt a Naphoz, mely elárasztotta sugaraival, de egyuttal közel a Földhöz is, úgy

* Astronomische Beschreibung und Ausrechnung des Kometen A. 1769 sammt einer mathematischen und philosophischen Schöpfungshistorie.

** ANTOINE MIZAUD, Cometographia 1549. — LAVATER LAJOS, Cometarum fere omnium catalogus qui ab Augusto imperatore ad annum 1556 apparuerunt. Turici 1556. — SAXER BERTHOLD, Comctsternen, so sich innerhalb ein tausend Jahren in Lüfften erzeugt, stb.

hogy nagyon jól láthatták. A Nap melletti helyzete csakhamar megváltozott. Míg kezdetben napkelte előtt a keleti égen látszott, később naplemente után a nyugati égen vették észre, miért is közönségesen azt hitték, hogy két különböző üstökös jelent meg. E tévedés annál könnyebben keletkezhetett, mert a hajnali és esti megjelenés között hosszabb idő telt el, mely alatt az üstökös nem volt látható. Tényleg csak annyi volt az egész, hogy az üstökös, miként Merkur és Vénus, a Földénél kisebb távolságban lévén a Naptól, az imént említett bolygók módjára majd hajnali, majd esteli csillag gyanánt ragyogott az égen.

Midőn az első üstökös-jelenséghez értünk, mellyel behatóbban foglalkozunk, mulhatatlanul szükséges röviden megemlíteni, illetőleg az olvasó emlékezetébe idézni — hisz mindenki tudja, a ki csak egyszer látott üstököst — hogy az égnek ilyféle ritkább vándora három, nem határozottan elválasztott, egymásba fokozatosan átmenő részből áll. A *mag* (nucleus), a fényes középpont, mely csillaghoz, illetőleg — nem lévén lobogó fényű — bolygóhoz hasonlít. Az *üstök* (cőma = haj, görög nyelven *κόμη*) a mag ködszerű burkolata, mely rajta keresztül világít. A kettőt együtt az üstökös *fejének* nevezik. Végre legfeltünőbb része a *csóva*, az a hosszú tejszerű uszály, mely — mindig a Naptól elfordított oldal felé terjedve — annál inkább halaványul, minél hosszabbra nyulik, s végre összefoly a csillagfényű háttérrel.

1456-ban a csóva hossza hatvan fokot tett. Hogy e hosszúságról fogalmat szerezzünk, meg kell gondol-

nunk, hogy a holdtányér szélessége csak egy fél fok; a 60 fokú csóva tehát 120 holdtányért boríthat el. Állítólag a hosszú csóva kifelé pávafark alakjában mindinkább elszélesedett.

Nagy riadalmat okozott e fényes égi tűnemény az egész keresztény világban. Nemzeti hősrünk, HUNYADY JÁNOS épen Belgrádot védelmezte a török ellen és attól félték Európaszerte, hogy a győzelem a félhold részére fog hajolni; ezen szerencsétlenség jelzésére küldetett a nagy üstökös. II. CALIXTUS pápa imákat rendelt el a vész elhárítására.

Az üstökösről szóló első tisztán tudományos iratra az 1472-ki üstökös adott tárgyat. A műnek* szerzője MÜLLER JÁNOS volt (latinosan REGIOMONTANUS),** a jeles csillagász, ki az *Almagestet* latinra fordította és IV. SIXTUS felhívására Rómában a naptárnak tervezett javítására szükséges előmunkálatokban résztvett. Az üstökös januáriusban lett láthatóvá. Csóvája 30 foknyi hosszúságot ért el. Mozgása megjelenésekor igen lassú volt, de a Naphoz legközelebbi állásban annyira gyorsabbodott, hogy a leírt út 24 óra alatt 31 fokot tett. A napközelség, az úgynevezett perihélium, melyet REGIOMONTANUS pontosan megfigyelt, igen nevezetes pont az üstököspályában. Az időt, melyben

* *De cometæ magnitudine ac de loco ejus vero problemata VI. Regiomontanustól.* Ugyancsak az 1472-ki üstökös alkalmából íratott: *Thurencensis physici Tractatus de cometis Beromünster 1472/3.*

** Született 1436. Königsbergben (Würzburghoz közel). Élt Bécsben, Olaszországban, aztán néhány évig Budán, Mátyás király udvarán. Meghalt Rómában 1476-ban.

az üstökös oda ér, pontosan fel kell jegyezni; REGIOMONTANUS nem is mulasztotta el. Úgy találta továbbá, hogy az üstökös rendkívüli közel járt Földünkhöz, úgy hogy csak 20 földugárnyira volt tőlünk (127,000 kilométer). A Nap egy év alatt látszólag körüljárván a Földet, bizonyos útat ír le, melynek neve ekliptika. E pályával az üstökösök pályái csekély szöget képeznek, tőle keveset térnek el. Az 1472-ki üstökös pályája az ekliptikával majdnem derékszöget képezett. REGIOMONTANUS úgy jutott ezekre az eredményekre, hogy tanítványával WALTHER BERNÁT-tal egyetemben az üstökös különböző helyzeteit határozta meg, e célra egy szögmérő eszközt használván, a mi szextánsunk előzőjét, a melyet később KÖBEL JAKAB után, ki azt 1515-ben leírta, Jákob-botjának neveztek el. — A xv. századbeli két csillagász adatai alapján HALLEY számította ki az 1472-ki üstökös pályáját, és napjainkban khinai észlelések belevonásával a francia LAUGIER (1812—1872) tökéletesítette az eredményt.

REGIOMONTANUS-szal kezdődött az üstökösök tudományos észlelése. Az ő nyomdokait követte BIENEWITZ (latinosan APIANUS) PÉTER ingolstadti tanár,* (1495—1582) ki a fizikai tulajdonságokra is kezdett ügyelettellelni. A csóváról azt tartotta, hogy az üstökös árnyéka, és észrevette, hogy a csóva a Naptól el van fordítva. Ez utóbbit egyébíránt már két évvel hamarább említette FRACASTOR.**

* «Astronomicum Caesareum» című művében, üstökösészleletek 1531, 1532, 1533, 1538, 1539-ből.

** Homocentrica seu de stellis. Verona 1538.

Egész sereg érdekes egyéniség vetette magát üstökösök észlelésére, jelesül FABRICIUS PÁL bécsi mathézis-tanár és császári « Pfalzgróf; » HELLER JOACHIM nürnbergi tanár, nyomdász, naptárkészítő és asztrológus; IV. vagy BÖLCS VILMOS, hesseni tartománygróf, ki a mühlbergi csatában fogságba esett atyja, nagylelkű Fülöp helyett kormányozta az országot, de atyja megszabadítása után visszatért Strassburgba tanulni, majd csillagásztornyot építtetett Casselban és ott a csillagászatnak élt trónraléptéig, sőt TYCHO látogatásától felbuzdítva, mint uralkodó is visszatért kedvelt tudományához és csillagkatalogust készített; THURNEYSZER LÉNÁRT alchimista, ki Berlinben fejedelmi fényűzéssel élt, de nyomorban végezte napjait; a csillagászati tudomány oszlopai TYCHO és KEPPLER, és más kiváló tudósok, mint LONGOMONTANUS, SNELLIUS, CYSAT, GEMMA-FRISIUS, HARRIOT* stb.

Elméleti nézetek Newton előtt. Különösen kiemelendők TYCHO (TYGE) BRAHE-nek (1546—1601; dán, később császári csillagász) az üstökösökre vonatkozó észleletei. Ez a páratlan megfigyelő, ki az 1577-ki, 1582-ki és 1589-ki üstökösöket felfedezte és több

* PAUL FABRICE, Le cours et signification du Comete qui a este veu l'année précédente dans le discours duquel il dispute doctement de son opinion touchant la fin du monde. Anvers 1557. (Az 1556-iki üstökösről.) THURNEYSZER, Bericht über den in diesem lauffenden 77. Jahre erschienenen Cometen. (Ezt észlelte IV. Vilmos is.) — PRAETORIUS (RICHTER) JÁNOS, De cometis, qui antea visi sunt. et de eo qui novissima mense Novembri apparuit narratio. Norinb. 1579. — JOH. BAPT. CYSAT, Mathematica astronomica de loco, motu, magnitudine et causis Cometæ qui 1618—1619. in caelo fulsit. Ingolstadt 1619. — WILLEBRORD SNELLIUS, Descriptio cometæ qui anno 1618. Nov. 1. effulsit. Lugd. Bat. 1619.

mást vizsgálata tárgyává tőn, már 1577-ben kimondta, hogy az üstökös parallaxisa elenyészőleg csekély, tehát kisebb, mint a Hold parallaxisa, azaz — más szóval — hogy az üstökösről a Földet meg sem lehetne látni, mert a Föld mindenestre kisebbnek látszanék onnan, mint a Holdról nézve. Észrevette TYCHO, hogy az üstökösök gyorsabban haladnak, midőn a Naphoz közel járnak, mint a mikor tőle messze vannak. Ezek az égi testek — úgy vélekedett — nem oly szabályos utat követnek, mint a bolygók; útjuk nem oly köralakú, és meglehet, hogy *tojásdad*. Ez utóbbi sejtelme nagy eszmélkedő erőről tanúskodik. A kis parallaxisból azt következtette, hogy az üstökösök a Holdnál nagyobb magasságban vannak. Ezzel halálos dőfést kapott ARISTOTELES nézete. Nem tekinthették többé felhőnemű légköri képződményeknek a Holdnál messzebb járó testeket. Az akkori felfogás abban állt: hogy a mi a Hold alatt van, az földi és mulékony; a mi felette van, égi és maradandó.

A modern csillagászat egyik alapítója: KEPLER (1571—1630), ki három híres törvényével feltárta a naprendszer mechanizmusát, külön műveket írt az üstökösökről.*

KEPLER különösen az 1607-ki és 1618-ki üstökösökkel foglalkozott, melyek elsejéről természetesen nem is sejtette, hogy az 1456-ban és 1531-ben meg-

* De cometis libelli tres, astronomicus, physicus, astrologicus Aug. Vind. 1619. Már előbb megjelent: Ausführlicher Bericht von dem 1607 erschienenen Haarstern. Egy fejezet az üstökösökről van a Paralipomena ad Vitellionem cz. művében is.

jelentekkel azonos. Hogy az üstökösök nem körpályában mozognak, azt ő is átlátta, de azt hitte, hogy mozgásuk egyenesvonalú, «mint a rakétáé». TYCHO helyes sejtelme után különös visszaesés volt ez. A magvat sajátfényű cseppfolyós testnek tartotta KEPLER; a csóva keletkezését azzal magyarázta, hogy a napsugarak az üstökös anyagán áthaladva, ennek apró részeit (gőzeit) magokkal viszik. SENECA-val szemben teljesen lehetségesnek tartotta EPHORUS azon tudósítását, hogy egy üstökös ketté vált és részei különböző úton folytatták pályájukat.

Tudta KEPLER, hogy üstökösök igen nagy számmal vannak a világtérben, «sicut pisces in mari», mint a halak a tengerben. Nem fogunk csodálkozni, hogy nézeteinek összessége zseniális sejtelmek és nagy tévedések vegyülete. Abban a korban egy KEPLER sem vihette többre.

CYSATUS jezsuita, az 1618-ki szép, 100 foknyi csóvájú üstökös gondos megfigyelője, KEPLER nézetét fogadta el; egyenes vonalú mozgást tételezett fel. Némely kortársai azonban már közelebb jártak a valósághoz. HENRY PERCY, northumberlandi gróf, ellipszis-alakúnak gondolta az üstökőspályákat, úgyszintén BORELLI jezsuita, az accademia del Cimento tagja.*

Az 1652-ki üstökös észlelése megalapította J. D. CASSINI (1625—1712) hírét, ki ennél fogva Párisba került és ott a csillagvizsgáló intézetet létesítette. CAS-

* GIOVANNI ALFONSO BORELLI 1608—1679, Del movimento della Cometa apparsa il mese di dicembre 1664.

SINI eleinte azon hiedelemben volt, hogy az üstökösök a Föld és a többi bolygók légköreinek összekeveredett gőzeiből képződő meteorok, de az észlelés csakhamar meggyőzte őt az üstökösök kozmikus természetéről. Pályájukat körnek képzelte, melynek középpontja nem esik össze a Földével. E föltevással szintén megmagyarázható, hogy az üstökös hol közel van a Földhöz, hol messzire távozik tőle.

Sokkal helyesebb nézeteket érlelt meg ugyancsak az 1652-ki üstökös egy másik csillagászban, ki az üstökösirodalomban kiváló helyet foglal el.

Parabola-pálya. HEVELIUS (JOHANNES HEWELCKE 1611—1687) Danzigban CRÜGER tanítványa volt s mesterének halálos ágyán fogadta, hogy a csillagászatnak fogja szentelni magát. Mint gazdag serfőző fia és örököse abban a kedvező helyzetben volt, hogy saját csillagvizsgáló intézetet építhetett, melyet azonban később egy elbocsátott szolga bosszúból felgyújtott és elhamvasztott. Saját nyomdája is volt HEVELIUS-nak; maga metszette rézbe ábráit és hű segédet talált második felesége, KOOPMANN MARGIT személyében. Kitűnő távcsöveket készített, de mérőeszközökül nem akarta azokat használni. Noha mint városi tanácsos is működött, volt ideje kitűnő csillagászati művek írására (Selenographia. Machina cœlestis. Prodromus astronomiæ sat.). A mi tárgyunkra nézve legfontosabb kometografiája, melyben az üstökösökre vonatkozó összes ismereteket egybeállította.*

* Cometographia, cometarum naturam et omnium a mundo condito historiam exhibens. Gedani 1668. Ezt megelőzte Prodromus cometicus

A XIV. Lajosnak ajánlott mű első könyve az 1652-ki üstököszt írja le, melyet a szerző fedezett fel az Orion csillagzatnak Rigel nevű csillaga mellett. (További három felfedezése 1661, 1665 és 1677-ben történt.) A IX. könyvben a következő nevezetes állítás található: «Mozgásuk közben az üstökösök *parabolákat* írnak le, azon testek módjára, melyeket a föld-színén erővel tovahajítunk.»

A fizika tanítja, hogy minden hajított test, a kézzel lökött kő vagy a kilőtt golyó üres térben olyan görbe úton halad a kapott lökés és a nehézségerő hatása alatt, a mely út az u. n. parabola által ábrázolható.

Mi a parabola? Képzeljünk egy egyenes körkúpot, melyet síkokkal különböző irányokban metszünk. A kúp csúcsától a köralakú alap középpontjába húzott egyenes a kúp tengelye. Minden a tengelyre merőleges sík körben metszi a kúp palástját; a vízszintes metszés idoma *kör*. Ferde metszés által *ellipszis* keletkezik, mely tojásdad alakú és annál nyúltabb, minél rézsutosabban történt a metszés. Ha a metszés oly annyira rézsutos, hogy már a kúp oldalával párhuzamos, a keletkező vonal csak az egyik oldalon gömbölyű, a másik oldalon a két szár nem találkozik, hanem meghosszabbítva mindinkább távozik egymástól. Ez a görbe vonal a *parabola*.

Valóban, a legtöbb üstökös pályája is parabolikus. De HEVELIUS csak közel járt az igazsághoz, nem találta el teljesen. Mint mindenki tudja, a kerület minden

pontja a kör középpontjától egyenlő távolságban van. Az ellipszis középpontjától jobbra-balra egy-egy gyújtópont, gócz van. Ha két szöget tűzünk le, melyekhez egy czérnaszál végeit kötöttük, és ha — a czérnát czeruzával kifeszítve — az író ónt körülmozgatjuk, ellipszis keletkezik, melynek góczait a szögek jelölik. A parabolának egy gócza van, melyen keresztül a parabola tengelye halad. A tengely és parabola átmetszéspontja a görbének csúcsa. Ide kellett iktatnunk ezen elemi geometriai fogalmakat, mert meg kell említeni, hogy HEVELIUS egy szót sem szól a parabolikus üstökös-pályák góczáról. Pedig igen nevezetes az a pont, mint ezt pár év mulva HEVELIUS tanítványa, DÖRFEL kimutatta.

1680-ban nagyszerű üstökös ragyogott az égbolton; Koburgban november 4-én HEVELIUS-nak egy másik tanítványa, KIRCH GOTTFRIED¹ fedezte fel. DÖRFEL GYÖRGY SÁMUEL, plaueni diakonus,² csak 22-én látta meg a szép üstököst. Ugyanazt észlelet tárgyává tette BERNOULLI JAKAB³ december 4-étől

¹ 1639—1710; később az új berlini csillagvizsgáló intézetnek első asztronómusa. Műve: *Observationes insignis cometæ sub finem 1680 visi, Coburgi Saxonix habitæ.*

² Később superintendens Weidában. Élt 1643—1688. Műve: *Astronomische Beobachtung des grossen Cometen, welcher in ausgehenden 1680. und angehenden 1681. Jahr höchst verwunderlich und entsetzlich erschienen. Dessen zu Plauen im Voigtlande angestellte tägliche Observationes, nebenst etlichen sonderbaren Fragen und neuen Denkwürdigkeiten, sonderlich von Verbesserung der Hevelischen theoriæ cometarum. Plauen 1681.*

³ 1654—1705; bázeli tanár. Műve: *Conamen novi systematis Cometarum pro motu eorum sub calculum revocando et apparitionibus prædicendis. Amstel. 1682.*

február 17-ig. Az ő észleletei nem történtek csillagászati műszerekkel, hanem «csak szemmérték szerint és egy zsinór segítségével». Így határozta meg az üstökös helyeit az égboltozaton és hirdette, hogy 38 év eltelte után újra visszatér; a mi ugyan nagy baklövés volt, ép úgy mint azon nézete, hogy az üstökösök egy Saturnuson túli bolygó holdjai.

Az 1680-ki üstökös november 30-ig növekedő gyorsasággal haladt az égen, azután mind lassabban mozgott, mígnem december elején elveszett szem elől. December 22-én ismét látható volt és az maradt márczius közepéig. Csóvája 90 foknyi hosszúságot ért el, átfogta az égboltozat látható részének felét.

DÖRFEL állapította meg, hogy nem két üstökös jelent meg 1680 és 1681-ben, hanem egy üstökös közeledett a Naphoz, eltűnt sugaraiban és a Naptól távolabban ismét láthatóvá vált. Fontosabb azonban következő észrevétele: «Indíttatva érzem magamat legújabb, habár még meg nem érett felfedezésemet, mellyel HEVELIUS hipothézise talán javítható és tökéletesíthető, a kegyes olvasó elé terjeszteni, ítéletére bízván, vajjon ezen és minden más üstökösnek mozgási vonala nem oly *parabola-e*, melynek *gyújtópontját a Nap középpontjába* kell tenni.»

Valóban nagy felfedezés volt ez. DÖRFEL-é a dicsőség, hogy az üstökösök mozgásának titkát kiismerte. Öt évvel később a halhatatlan NEWTON, ki DÖRFEL nézetét helyeselte, a plaueni paptól felismert ténynek magyarázatát adta a gravitáció segítségével.

Más pályák. Általánosságban igaza volt DÖRFEL-

nek, de az 1680-iki üstökösre vonatkozólag talán mégsem. Később HALLEY az utóbbi pályáját elliptikusnak találta 575 évi keringési idővel. E szerint ezen üstökös többször is megjelent volna, így Kr. e. 43-ban CAESAR halála után (mikor a rómaiak *Julium sidus*nak nevezték, mert a meggyilkolt triumvir lelkét látták benne), 531-ben, 1106-ban. Legújabban ENCKE 8820 évinek találta a keringési időt, de így sem parabola a pálya, hanem ropantul elnyújtott ellipszis.

Az ellipszis leghosszabb átmérőjének *nagy tengely* a neve; ebben fekszik a középpont és a két gyújtópont. KEPLER első törvénye* szerint a Nap a körülötte keringő égi test (bolygó vagy üstökös) pályájának egyik gyújtópontját foglalja el; ez égi testnek van tehát egy a Naphoz legközelebbi (perihélium) és egy legtávolabbi (afélium) állása. ENCKE számításai szerint az 1680-iki üstökös pályájának nagyobbik féltengelye körülbelül 64 ezer millió kilométer, a perihélium csak 240,000 kilométer, az afélium 130,000 millió kilométer. E szerint ezen üstökös, mely évezredek múlva húszszor távolabb lesz a Naptól, mint naprendszerünk legszélső bolygója, Neptunus, 1680-ban kisebb távolságban, csak fél annyira volt a Naptól, mint a Hold a Földtől. KEPLER második törvényéből következik, hogy az égi test annál lassabban mozog, minél távolabb van a Naptól. ENCKE

* KEPLER a bolygók mozgását illetőleg három szabályt fedezett fel, melyek következőkép hangzanak: 1. A bolygók a Nap körül ellipszis alakú pályán keringenek, melyeknek egyik gyújtópontjában áll a Nap. 2. A bolygóktól a Naphoz vont vezérsugár egyenlő idő alatt egyenlő területeket súrol. 3. A bolygók keringésidejének négyzete a Naptól való középtávolság köbével arányos.

szerint az 1680-iki üstökös perihéliuma táján egy másodperc alatt 550 kilométernyi útat futott be, az afélium környékén pedig csak 4 méternyi útat fog ugyanennyi idő alatt hátrahagyni, tehát 137,500-szor kisebbet.

Fel kell itt említenünk, a teljesség kedvéért, hogy a kúp metszése által a körön, ellipszisen és parabolán kívül még egy negyedik görbét is kaphatunk, melynek *hiperbola* a neve s melynek két ága olyformán, mint a paraboláé, mindinkább távozik egymástól.

Ha egy a naprendszerünkhöz tartozó égi test parabolát vagy hiperbolát ír le, a Nap mindig a gyújtópontban van és az őt megkerülő test akkor mozog leggyorsabban, midőn legközelebb van hozzá, a végtelenségbe eltávozva pedig mindig lassabban halad. KEPLER törvényei ez esetben is érvényesek.

E törvények pedig szükségképi következményei az általános gravitáció elvének, melyet csak hipotéziskép állított fel az exakt tudományok legnagyobb elméjű bűvára, NEWTON IZSÁK, de melynek igazságát a tapasztalati tényeknek az elmélettel való teljes összevágása fényesen bizonyítja.

A tudomány mai állása szerint azonban valószínűnek tetszik, hogy nem a közvetlen *távolba* való hatás okozza azt a *látszólagos* vonzást, melyet két test a tömegük szorzatával egyenes és távolságuk négyzetével fordított arányban fejt ki egymásra.

A gravitáció törvényének egyik leginkább szembe-tűnő bizonyítékát szolgáltatja az üstökösök tana; ebben tehát mindenesetre szerepel NEWTON neve. Egyébiránt a nagy brit természettudós az üstökösök fizikájával is

foglalkozott, és neki köszönhető az üstököspályák meghatározásának első módszere.

Mikép történik a pályaszámítás, annak tárgyalása nem tartozik eme népszerű mű keretébe. Szükséges azonban néhány, e számítás körébe vágó fogalommal megismertetni az olvasót, mert különben a következő fejezetek részben érthetetlenek lennének.*

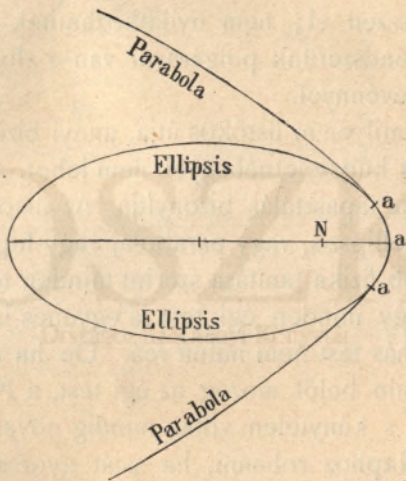
A pályákról. Az égi testek pályáinak meghatározása azon feladat, melynek megoldása a csillagászoknak legfényesebben sikerült. Különösen a mi a bolygók és kísérőiknek világát illeti, a pályák tekintetében minden szabatosan és kimerítően van meghatározva.

Sokkal könnyebb is a pálya meghatározása, ha bolygókról, mint ha például üstökösökről van szó. A bolygók oly pályákat írnak le, melyek a köralaktól keveset különböznek. Ha Földünknek évi útját kibővített mértékben le akarjuk rajzolni, egy méternyi szélességnél is csak oly idomot kapunk, melyet mindenki tökéletes körnek fog tekinteni. COPPERNICUS felforgatta a régieknek a világrendről vallott nézetét, mozgásnak indította a Földet és az összes bolygókat a Nap körül, de e mozgást mindig köralakúnak képzelte. A bolygópályák nem körök ugyan, de hosszas és pontos észleletek kivántatnak a körtől való eltérés felismerésére. KEPLER csak hosszadalmas számítás után formuláz-

* Az üstökösöket felfedezőjük nevével vagy megjelenésük évével szokás jelölni. Ha ugyanazon évben több üstökös jelenik meg, az évszámhoz a megjelenés sorrendjét mutató római szám járul. Az évszámnál nem az határoz, hogy mikor látszik legelőször az üstökös, hanem hogy mikor érte el a Naphoz a legközelebbi állást, a perihéliumot.

hatta első törvényét, mely kimondja, hogy a bolygók pályája oly ellipszis, melynek egyik góczát, gyújtópontját, a Nap foglalja el.

Mint hogy a bolygók útjai oly nagy mértékben ke-
rekek, ezeknek az égi testeknek a Naptól való távol-
ságai nem nagyon változnak, ép így fényességi viszonyai
is meglehetősen egyformák, tehát egész útjokban ké-



1. ábra. Ellipszis- és parabola-pálya.

nyelmesen észlelhetők. Ezzel ellentétben az üstökösök nagyon elnyújtott pályákon mozognak, a Naphoz közel is érnek, de azután roppant messzire távoznak tőle és ekkor láthatatlanokká válnak. Csak rövid ideig és tökéletlenül észlelhetők, pályájok gyakran nem határozható meg minden kétséget kizárólag.

Ha egy ellipszis és egy parabola (1. ábra) közös

gyújtóponttal bír (N), melyben a Napot képzeljük, a két görbe vonalnak egy része (aaa) is közös. Ha egy üstökös csak akkor látható, midőn pályája kis részét járja be, hiába határozzuk meg a leírt ív fekvését, még sem tudhatjuk, ellipszis íve-e az, vagy paraboláé. Igy igen sok üstökösnél eldöntetlen kérdés, hogy visszatér-e, bár igen hosszú idő múlva, ez az égi test, avagy a végtelenből érkezett hozzánk, hogy ismét a végtelenségben vesszen el; nem nyilatkozhatunk arra nézve, hogy naprendszerünk polgárával van-e dolgunk, vagy átutazó jövevénnel.

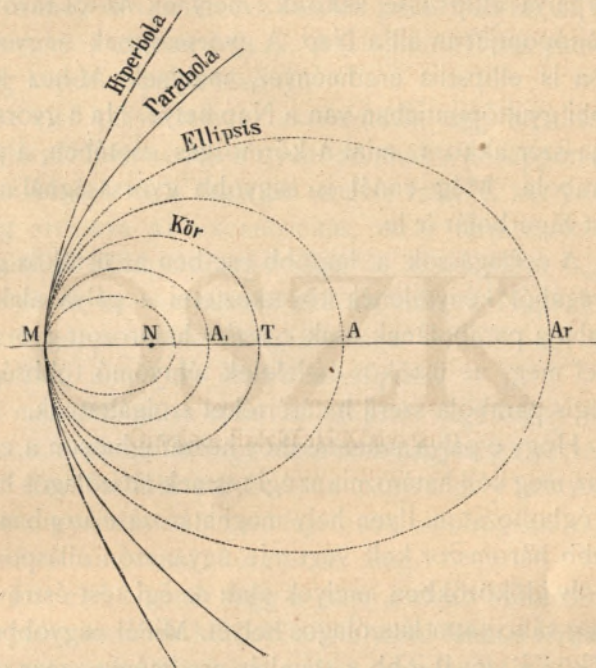
De bármilyen az üstökös útja, annyi bizonyos, hogy úgynevezett kúpszeletnél egyéb nem lehet. A kör ki van zárva, ezt a tapasztalás bizonyítja. Az üstökös pályája tehát vagy ellipszis, vagy parabola, vagy hiperbola.

Az újabb fizika tanítása szerint minden test mozgásban van; így minden égi test is egyenes irányban haladna, ha más test nem hatna rá. De ha naprendszerünk határain belül mozog az égi test, a Nap vonzása körébe jut s kénytelen volna mindig növekvő gyorsasággal a Naphoz rohanni, ha saját gyorsasággal nem bírna, melyet állandónak kell feltételeznünk. Az egyenletes és a gyorsuló mozgás összetételéből, ha a mozgási irányok szöget képeznek egymással, görbe pályájú mozgás keletkezik. Milyen görbe vonalban történjék ez, az egyenletes mozgás gyorsaságától függ.

A kilőtt ágyúgolyó röptében ívet ír le és visszaesik a földre. Itt is az egyenletes haladási és a növekedő esési gyorsaság összetételéből görbe pályájú mozgás keletkezik. Ha az ágyúgolyónak bizonyos, a gyakorlat-

ban el nem érhető, de számítás által pontosan meghatározható gyorsaságot kölcsönözhetnénk, nem csapódnék a földhöz, hanem köralakú pályán *keringene* a Föld körül.

Ha valamely égi test, bolygó vagy üstökös (2. ábra)



2. ábra. Az égi testek különböző pályái.

bizonyos (M) pontban a Nap (N) vonzása körébe esik és egyszersmind a Nap felé húzva képzelt egyenesre (MN) merőleges irányban halad, e haladás gyorsaságától és a Nap távolságától függ mindig a kúpszeletű pályának mineműsége. A gyorsaság és távolság bizo-

nyos értékei esetében a pálya tökéletes kör. Így például 420,000 kilométernyi távolságban 1069 méternyi haladási gyorsaság körmozgást eredményez. Ha változatlan távolság esetében a gyorsaság kisebbedik, a körpálya ellipszissé változik, melynek M -től távolabbi gyújtópontjában áll a Nap. A gyorsaságnak nagyobbo-
dása is ellipszist eredményez, melynek M -hez közelebbi gyújtópontjában van a Nap helye. Ha a gyorsaság 1.41-szer akkora, mint a körmozgás esetében, a pálya parabola. Még ennél is nagyobb gyorsaságnál az égi test hiperbolát ír le.

A csillagászok a legtöbb esetben az üstökös gyorsaságából kénytelenek következtetni a pálya alakjára. Noha a parabolának csak *egyetlen* határozott gyorsaság felel meg, az üstökös-észleletek túlnyomó többségben mégis parabola-szerű határértéket szolgáltatnak.

Hogy e pálya számításához hozzáfoghasson a csillagász, meg kell határoznia az égi testnek látszólagos helyét az égboltozaton. Ilyen hely-meghatározást azonban legalább háromszor kell végeznie ugyanazon álláspontból és oly időközökben, melyek alatt az égi test észrevehetőleg változtatta látszólagos helyét. Minél nagyobbak az időközök, annál jobb a számítás eredménye; már ebből is kitetszik, hogy gyakran nem biztosak az üstökös-pályák meghatározásai, hisz' az üstökösök csak rövid ideig láthatók. Ha több mint három észlelet áll a számító rendelkezésére, az eredmény annál kielégítőbb. Ha a pálya ismeretes, pontosan meg lehet előre mondani, hogy mikor lesz az égi test pályája bizonyos pontján.

Az üstökőspályákat módosítják azon nagytömegű

égi testek, melyeknek közelébe véletlenül kerülnek. Ezen úgynevezett zavarás rendkívül nehezíti a pálya pontos meghatározását.

A pálya-elemek. Ha hat mennyiség ismeretes, a pálya meg van határozva és azon pont, melybe az égi test bizonyos időben érkezik, kijelölhető. E hat mennyiség képezi a pálya elemeit.

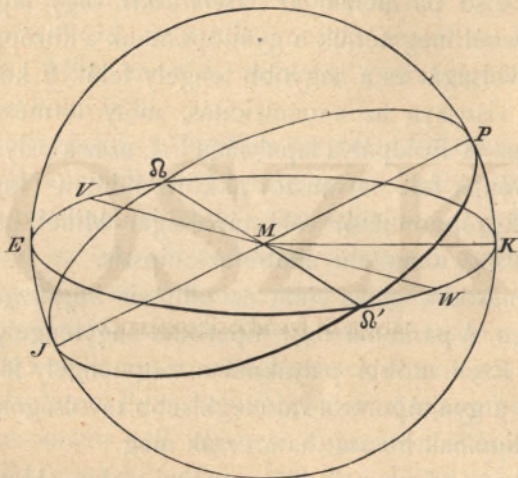
Az első pályaelem az *excentricitás* vagy lapultság. Ellipszisznél megmérjük a gyújtópontnak a középponttól való távolságát és a nagyobb tengely felét. E két hosszúság viszonya az excentricitás, mely természetesen törtszám. A Földpálya lapultsága $\frac{1}{60}$, azaz a pálya nagytengelyének fele hatvanszor akkora, mint a Napnak a pálya középpontjától való távolsága. Minél nagyobb a lapultság, annál elnyúltabb az ellipszis.

A második pálya-elem az ellipszis *nagytengelyének félhossza*. A parabola vagy hiperbola nagytengelye végtelen. Ezen utóbbi pályáknál a nagytengely félhossza helyett a gyújtóponttól való legkisebb távolságnak vagy perihéliumnak hosszát határozzák meg.

A két első elemtől függ a pálya alakja. Határozott alakú pálya azonban különböző helyzetű lehet a térben. A helyzet meghatározására 3 elem szolgál. Mindenekelőtt egy ismert síkot kell alapul felvennünk, melyhez a pálya-síkok helyzetét viszonyíthatjuk. E célra az ekliptika vagyis a Földnek a Nap körül leírt útja szolgál, melynek síkja képzeletben az égboltozatig meghosszabbítva, az éggömböt legnagyobb körben metszi, *EVKWE* (3. ábra). Valamely üstökös vagy más égi test pálya-síkja természetesen nem esik össze az eklipt-

tikával, hanem vele szöget képez. Az üstökös-pályának az égboltozattal való átmetszése legyen $J\Omega P\Omega'$ kör. Az ekliptika és ezen kör szöge, $P\Omega'K$ vagy PK ív, az üstökőspálya *hajlásszöge* a harmadik pályaelem.

Ugyanazon hajlásszög mellett számtalan sík metszheti az ekliptikát. Tudnunk kell még, hogy milyen szöget képez az üstökőspálya és ekliptika átmetszési vonala,



3. ábra. A pályaelemek.

$\Omega\Omega'$, egy másik, szintén az ekliptikában fekvő VW vonallal, mely a V tavaszpont és W ősypont közt húzva gondolható. (Ez utóbbi vonal az ekliptika és ég-egyenlítő átmetszése, végpontjai a napéjgyenlőségi pontok, melyekben a Nap tavasz és ős kezdetén áll.) A $VM\Omega$ szög vagy $V\Omega$ ív, a «felszálló csomó hossza» a negyedik pályaelem. Ω és Ω' a csomó-pontok,

Az utolsó két elemmel az üstökös-pálya és éggömb átmetszése, $J\Omega P\Omega'$ meg van helyzetileg határozva, de még nem tudjuk, hogy mily irányú a pálya nagytengelye, és e nélkül a valódi pálya helyzete sem ismeretes, mert könnyen átlátható, hogy $J\Omega P\Omega'$ síkban M gyújtóponttal számtalan ellipszist képzelhetni. De ha a gyújtópontot összekötjük a perihéliummal és e vonalat az égboltozatig meghosszabbítva gondoljuk, oly pontot kapunk, mely a nagytengely fekvését is meghatározza. Ezen pontnak az égboltozaton való helyét az ötödik pályaelem, a «*perihélium hossza*» határozza meg.

Midőn ismerjük a pálya alakját és helyzetét e térben, végre még azt az időpontot kell tudni, melyben az üstökös a perihéliumhoz érkezett. Ez időpont a hatodik pályaelem.*

* Az első pályaszámítási módszer NEWTON-tól ered (Princ. Lib. III. prop. 41—42). További irodalom: THOMAS BARKER: Account of the discoveries concerning Comets, with the way to find their orbits. London, 1757. — EULER, Theoria motuum planetarum et cometarum etc. Berol. 1744. — LAMBERT: Insigniores orbitae cometarum proprietates Aug. Vind. 1761. Observations sur l'orbite apparente des comètes. 1777. — LAGRANGE, Sur le problème de la détermination des orbites des comètes Mém. de Berl 1778, 1783. — LAPLACE, Sur la détermination des orbites des comètes. — OLBERS művét később idézzük. — LEGENDRE, Nouvelles méthodes pour la détermination des orbites des comètes. Paris, 1825/6 — GAUSS, Theoria motus corporum coelestium in sectionibus conicis Solem ambientium. Hamburg, 1809. — ENCKE, Ueber die Olbers'sche Methode. Berl. Jahrb. 1833. — AIRY, On the determination of the orbits of Comets from observations: Mem. Astr. Soc. 1839. — PLANTAMOUR, Disquisitio de methodis traditis ad Cometarum orbitas determinandas Regiomont. 1839. — PERREY, Sur la détermination de l'orbite des planètes et comètes. 1850. — ELIE RITTER hasonczímű műve 1851 és Nouvelle méthode Genève. 1855. — OPPOLZER, Lehrbuch zur Bahnbestimmung der Kometen und Planeten, I, 1870., II. 1880,

II.

NEVEZETES ÜSTÖKÖSÖK.

Halley üstököse. Az üstökösök történetében ki-
válóan nevezetes az 1682-iki esztendő. Az ezen évi
üstökös, mely HALLEY angol csillagász nevével van
összefűzve, a legfényesebb csillagászati felfedezések
egyikére adott alkalmat, annak felismerésére, hogy
visszatérő üstökösök is vannak.

A «Cometographia» szerzője, HEVELIUS volt az, ki
az 1682-iki üstököst felfedezte. A tudomány szeren-
cséjére azonban HALLEY is figyelmessé lett rá, épen
mint az 1680-ikira. HALLEY EDMUND, ki Haggerston-
ban született 1656 okt. 29-én, már fiatal korában nagy
szeretettel és képességgel látott a csillagászati tanul-
mányokhoz. Húsz éves korában, alighogy elhagyta az
oxfordi Queens College-t, kiadta első értekezését a «Phi-
losophical Transactions»-ban. II. Károly király anyagi
támogatásával három hónapot Szent-Ilona szigetén töl-
tött, hogy a déli éggömb csillagzatait tanulmányozhassa.
Megjelenvén «Catalogus stellarum australium» című
műve, ennek következtében a Royal society tagjává
lett, melynek megbízásából Danzigban járt HEVELIUS-

nál. Kétségtelen, hogy a danzigi tudós, ki dioptrái segítségével ép oly sikeresen észlelt pusztá szemmel, mint más korabeli asztronómusok az akkori messzelátókkal, az üstökösök iránti szeretetét. HALLEY-be csepeg-tette. Rögtön rá két oly fényes jelenség következett, mint az 1680-iki és 1682-iki üstökösök. Ez utóbbit HALLEY a Calais és Páris közötti úton pillantotta meg és Párisban észlelte CASSINI társaságában. De egy évtizednél több telt el, míg HALLEY elvégezte az üstökös pálya-számításait, melyek oly fényes eredményre vezettek. Ezalatt megfordult a forró égöv alatt, járt Istriában, hol Triest kikötőjének ügyében kérték tanácsát, és elfoglalta Oxfordban a matematika tanszékét. Mielőtt üstökösére áttérnénk, említsük meg röviden, hogy HALLEY a «Royal society» titkárává és 1719-ben FLAMSTEED után a greenwichi obszervatorium igazgatójává lett. E hivatalban működött haláláig, mely 86 éves korában következett be.

Nem sorolhatjuk fel HALLEY számos tudományos érdemeit. Közel volt ahhoz, hogy a gravitáció törvényét fölfedezze. Ő bírta rá NEWTON-t, kihez 1684-ben Cambridgeba utazott, a «Philosophiæ naturalis principia mathematica» közzétételére, és e nagy műben, mely megfejtí naprendszerünk mechanizmusát, meg van oldva az a kérdés is, mely HALLEY-t 1682 óta érdekelte, hogy mikép lehet valamely üstökös három helyzetének észleléséből ezen égi test pályáját kiszámítani.

NEWTON módszere szerint HALLEY az 1337 és 1698 között megjelent 24 üstökösnek pályáját számí-

totta ki¹ és azon meglepő tényt állapította meg, hogy az 1682., 1607- és 1531-ben megjelent üstökösök pálya-elemei² feltűnően hasonlítanak egymáshoz. Éles esze kiolvasta a hasonlóságból az azonosságot. «Meg vagyok győződve, írja, hogy az 1531-iki üstökös, melyet APIANUS észlelt, azonos avval, mely 1607-ben jelent meg és melyet KEPLER meg LONGOMONTANUS írtak le, valamint az 1682-ikivel, melyet magam láttam és gondosan megfigyeltem; mert mozgásuk elemei hasonlóak, nincs *tetemes* különbség a keringési időkre nézve. E különbség³ egyébiránt könnyen magyarázható és különböző természeti okoktól idézethetett elő. Majdnem hasonló példánk van Saturnusnál, melynek keringési idejét más bolygók, és különösen Jupiter, annyira megváltoztatják, hogy soha sem vagyunk képesek az időszakot néhány napi pontossággal meghatározni. Mennyivel inkább változhatik az olyan üstökös mozgása, mely négyszer nagyobb távolba holt, mint Saturnus, melynek sebességén csak keveset kell változtatni, hogy elliptikus pályája egészen máskép

¹ Cometographia seu astronomiae cometicae synopsis. Oxoniae. 1705. in fol.

² HALLEY értekezéséből:

Év	Felszálló csomó hossza	Hajlásszög	Perihélium hossza	Perihélium log-sa	Perihéliumon való átmenet ideje
1531	19° 25' 0"	17° 56' 0"	1° 39' 0"	9.753583	VIII. 24 21 18 ¹ / ₂
1607	20 21 0	17 2 0	2 16 0	9.768490	X. 16 3 50
1682	21 16 30	17 56 0	2 52 45	9.765877	IX. 4 7 39

³ 1531 aug. 24 — 1607 október 16 = 76 év 2 hónap;

1607 okt. 16 — 1682 szept. 4 = 74 év 11 hónap.

görbüljön és a parabolához hasonlóvá váljék. A mi engem még inkább megerősít sejtelmemben, ez ama körülmény, hogy nézetem szerint az üstököst 1456-ban is észlelték.»

Ezen utóbbi föltevésben is teljes igaza volt HALLEY-nek, ki a fentebbi szóról-szóra idézett föltevések után azt a merész következtetést vonta, hogy az említett négy üstökös egy és ugyanazon időszakosan visszatérő égi testnek ismételt megjelenése, «minélfogva — folytatja — meglehetősen biztossággal előre hirdethetem visszatértét 1758-ra. És ha jóslatom teljesül, ha az üstökös valóban visszatér: azt hiszem, legkevésbé sem lehet majd kételkedni, hogy a többi üstökösök is végtére hasonló módon fognak visszatérni».

DÖRFEL nézete értelmében HALLEY is először parabolikus elemeket számított ki és csak miután az elemek hasonlóságától indítatva, ugyanazon üstökös többszöri megjelenését tételezte fel, tekintette a pályát magába visszatérőnek, zártnak, a gravitáció törvénye értelmében ellipszisnek. Számításait ez új föltevés alapján ismételte és valóban úgy találta, hogy az észleleteknek olyan ellipszis felel meg, melyen az üstökös a Jupiter és Saturnus közelében halad. Kimutatta tehát, hogy azon égi testek, melyeket az ó-kor ilyenekül el sem akart ismerni, ép oly rendes pályákat írhatnak le, mint a bolygók, tehát naprendszerünknek teljes polgári joggal bíró tagjai. Méltó büszkeséggel és egyszersmind tisztelni való hazafisággal írta a jeles tudós: «Ha az üstökös jóslatom szerint körülbelől 1758-ban visszatér, az igazságos utókor nem fogja tagadni, hogy angol ember volt az első, ki ez igazságot hirdette.»

Képzeltető a feszült kíváncsiság, mellyel a tudósok az 1758-ik esztendő-t várták. Beigazolja-e ezen év, hogy HALLEY üstököse 75 év alatt ellipszisben járja körül a Napot? Maga a jós-szellemű csillagász ritka kort ért ugyan, nyolczvanhat esztendő-t, de jóslata teljesültét nem érhetette meg. Számításai fonalát tovább és finomabbra szőtte CLAIRAUT, kinek nevével alább találkozni fogunk.

Heinsius üstököse, 1744. Nem kevesebb, mint 20 különböző új üstökös-t fedeztek fel 1683-tól 1743-ig, tehát 60 év alatt; de azok között különösen nevezetes vagy érdekes egy sincs. 1743 december 9-én azonban KLINKENBERG Harlemben látott először egyet, mely nagyon figyelemre méltónak vált be.* HEINSIUS GOTTFRIED, a szentpétervári akadémikus, DELISLE JÓZSEF MIKLÓS-nak csillagvizsgáló segédje (1709—1769) és PHILIPPE LOYS DE CHESEAUX, a lausannei tudós, ki már atyja jószágán mint bámult csodagyermek, kis csillagvizsgáló intézetben kezdett észlelni (1718—1751), nagyon gondos megfigyelések tárgyává tették és becses művekben ismertették ezt az üstökös-t.**

Az 1744-iki üstökös rendkívül fényes volt, és HEINSIUS igen jó messzelátóval vizsgálta. Eleinte nem árult el feltűnő jelenségeket, de nemsokára igazolta HEVELIUS-nak egy állítását, hogy némely üstökös feje, azaz magja és üstöke, folytonos változásnak van

* DIRK KLINKENBERG, a hollandi kormány titkára, 1709—1799 élt.

** Beschreibung des im Anfange 1744 erschienenenen Cometen. Petersburg 1744. — Traité de la Comète qui a paru en Décembre 1743. Lausanne 1744.



4. ábra. Az 1744-iki üstökös.

alávetve. Az 1744-iki üstökösnek a Nap felé fordított oldalán kiáramlás látszott, mely lassanként nagyob-
 bodott. A kiáramló tömeg kétfelé válva, meggörbült,
 mindkét oldalon elhajolt a Naptól és összefolyt a csó-
 vával. Később a kiáramlás egészen elborította a mag-
 nak Nap felőli felét, erősebben görbült meg és két szá-
 rával új, az eredetivel összefolyó csóvát képezett, mely
 a Naptól természetesen el volt fordulva. Voltakép
 tehát két csóva képződött, sőt később még több is, hat
 és végre nyolcz (4. ábra).

E szerint a felette érdekes 1744-iki üstökös válto-
 zásokat, kiáramlást és több legyezőalakú csóvát muta-
 tott fel. Változásokat tapasztalt BESSEL, mint látni
 fogjuk, HALLEY üstökösén is. Az időnkénti kiáramlá-
 sok, melyek először oldalt, azután hátrafelé irányulnak
 és a belsejében üres tért rejtő csóvát alkotják, a leg-
 érdekesebb üstökös-tünemények közé tartoznak, mert
 következtetni engednek némely, bár nem minden,
 üstökös fizikai alkatára. Hasonló tüneményekkel még
 többször fogunk találkozni. HEINSIUS észleléseinek
 becset csak később méltányolhatták kellőképen, mi-
 dőn már nem elszigetelt, egyedül álló tényt képeztek.

Halley üstökösének visszatérése. Midőn HAL-
 LEY a maga korszak-alkotó jóslatát kockáztatta, üstö-
 köse visszatérének idejét csak *közéltőleg* határozta
 meg. Mint igazi tudós, szigorúan megkülönböztette a
 pozitív ismeretet a gyanítgatástól, és mivel az ő idejében
 az égi testek mozgásának elmélete még csak keletke-
 zőben volt, pontos időmeghatározásra nem is vállal-
 kozhatott. Egészen máskép állt a tudomány, midőn

a HALLEY-től kijelölt időpont közeledett. Míg egyfelől az avatatlanok és felületes tudásuak türelmetlenségökben nem győzték várni a jóslat beteljesedését és már hangoztatni kezdték, hogy HALLEY tévedett, tehát az alap, a melyre helyezkedett, t. i. NEWTON elmélete, ingatag és megbízhatatlan; másfelől a valódi tudósok a csillagászatnak időközben tett nagy haladásait elegendőknek találták arra, hogy a HALLEY számításai helyett tökéletesebbekkel élve, a visszatérés időpontját szabatosan határozhassák meg. De nehéz volt a feladat. A Jupiter és Saturnus háborgatásait kellett tekintetbe venni és a számításban figyelemre méltatni. Ezek a hatalmas bolygók zavarólag hatnak a közelökben elhaladó üstökösre, s pályáját módosítják. LALANDE unszolására CLAIRAUT (Alexis Claude 1713—1765), a tündöklő elméjű matematikus, ki 18 éves korában már az akadémia tagjává lett, vállalkozott az új formulák levezetésére. A munka, melyet végzett, méltó volt hozzá. Az elméletet kibővítette, tökéletesítette, a számításokat egyszerűsítette. Mindazáltal ezek végrehajtása hat teljes hónapot foglalt el. CLAIRAUT únta a félig gépies dolgot; felügyelete alatt a még ifju LALANDE végezte azt barátnője, a tudós LÉPAUTE-né* segítségével. 1758 novemberében a végleges eredménnyel elő mert állani CLAIRAUT,** tudatva az akadémiával, hogy

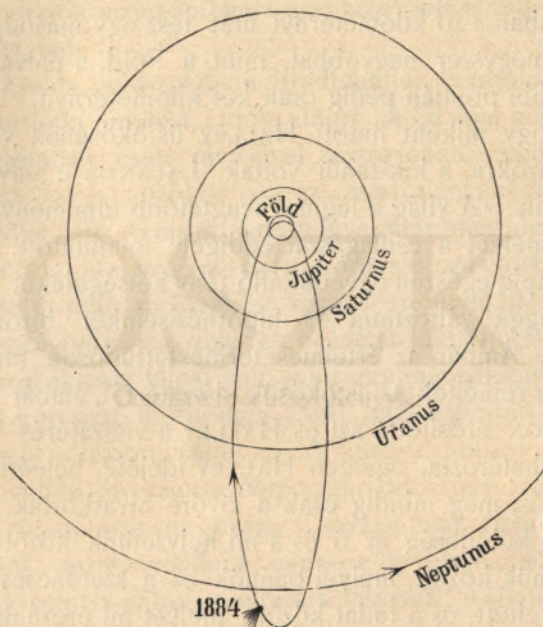
* NICOLE REINE Étable de la Brière, 1723—1788, JEAN ANDRÉ LÉPAUTE órás neje; férjének *Traité de l'horlogerie* cz. művéhez is számított táblázatokat.

** Mémoire sur la comète de 1682, lu à l'académie le 14 nov. 1758. Továbbá: Réponse à quelques pièces dans lesquelles on a attaqué

a HALLEY üstököse a Naphoz legközelebbi állását, a perihéliumot 1759 márczius, április vagy május 13-ik napján fogja elérni. A keringési idő szerinte 1682 óta 618 nappal hosszabbodott meg, mert a Jupiter és Saturnus közelsége és vonzása a pályát elnyújtotta. Mint látjuk, az időpont határozott megjelölése helyett CLAIRAUT bizonyos időközt jelölt ki, melyen belől a jelenségnek végbe kellett mennie. Az üstökös, mintha parancsszóra cselekedett volna, fényesen igazolta CLAIRAUT számítását; mint a későbbi észleletekből kitűnt, 1759 márczius 12-én állt legközelebb a Naphoz.

Az elsőt, ki szerencsés volt a sokat várt üstököst megpillanthatni, a maga nemében nevezetes embernek mondhatni. PALITZSCH JÁNOS GYÖRGY (1723—1788) nevű földmívelő Prohlisban Drezda mellett, 8 lábas távcsővel 1758 december 12-dikén vette észre az üstököst. Persze nem volt *közönséges* paraszt a csillagászat e kedvelője; jártassággal bírt a trigonometriában, olvasott bölcsészeti és csillagászati műveket, foglalkozott fizikával és növénytannal, kertjében ritka déli növényeket termesztett. Mindenkép nevezetes azonban, hogy a műkedvelő megelőzte a czéhbeli csillagászokat. MESSIER KÁROLY (1730—1817), a tengerészeti csillagász és akadémikus, ki 1758-tól 1811-ig 14 üstököst fedezett fel, úgy hogy XV. Lajos őt «le furet des comètes»-nek gúnyolta, csak jan. 21-én akadt az üstökösre.

Februárius közepén oly közel volt ez égi test a Nap-hoz, hogy az ő sugaraiban láthatatlanná vált. Márczius végén ismét látták, de április 22-én a mi északi féltekénk észlelői elvesztették szem elől, mert annyira délre fordult, hogy csak a déli félteke lakóinak egén



5. ábra. HALLEY üstököse és több bolygó pályája.

fénylett. Pár nap mulva harmadszor látták Európában, végre június elején a nagy távolság miatt, távcsővel sem követhették. Ez az üstökös t. i., mely perihéliumában vagy 100 millió kilométernyire van a Naptól, egész 5000 millió kilométernyire távozhatik el tőle.

Az első esetben a Vénusnál közelebb jő a Naphoz, a másodikban Neptunnál is távolabb áll, 35-ször nagyobb távolságban mint a Föld: Pályája a naprendszer közép-pontjától a szélső határig és azontúl is ér (5. ábra). A Nap közelében a bolygók és üstökösök gyorsan haladnak, távol tőle, lassan. HALLEY üstököse a perihéliumban 120 kilométernyi útat tesz egy másodperc alatt, négyszer nagyobb, mint a Föld, a pálya legtávolabbi pontján pedig csak két kilométernyit.

Hogy miként hatott HALLEY üstökösének visszatérte azokra, a kik tanúi voltak, LALANDE e szavaiból kitetszik: «A világ a legmegnyugtatóbb tüneményt észlelte, melyet a csillagászat eddigelé felmutatott. Ez a mai napig egészen egyedül álló tény kétségeinket bizonyossággá változtatja és hipothéziseinket bizonyításokká. Ámbár az értelmes természettudósok minden időben remélték az üstökösök visszatértét, ámbár maga NEWTON erősítette azt és HALLEY a visszatérés idejét is meghatározta, egészen HALLEY idejéig, beleértve őt magát is, még mindig csak a jövőre hivatkoztak. Mily nagy a különbség az ő és a mi helyzetünk között! Az ő örömük között, melyet bennök ez a szerencsés gyanítás keltett, és a tudat között, melyet mi érzünk, látván mindezt megvalósulni! Összegyűjteni mindazon tényeket, melyeket említ a történet és levonni belőlük a következtetést, ez volt HALLEY munkája; de látni eme következtetések beteljesedését, bizonyossá lenni bennök 50 esztendő után: olyan elégtétel, mely nekünk maradt fel, s melyet igen késő idő mulva is irigyelni fognak tőlünk a filozófusok.»

Lexell üstököse. HALLEY üstökösének visszatérése után tovább egy évtizednél nem történt oly esemény, mely új szempontokat vetett volna fel az üstökösök ügyében, noha ebben az időben kilencz ily égi test jelent meg és az 1769-ki, mely a forró égöv alatt látszott teljes pompájában, 90 foknyi csóvájával tűnt ki. A tizedik azonban ismét nevezetes lett a tudomány történetében.

MESSIER, az üstökösök fáradhatatlan kutatója, kiről már tettünk említést, 1770 június 14-én éjjel a Nyilas csillagzatában csak távcsővel észrevehető ködfoltot fedezett fel; új üstökös volt ez, mint nemsokára nyilvánvalóvá lett. Három nap mulva már meg lehetett különböztetni a magvat és a környező gőzkört. Egy hét letelte után az üstököst szabad szemmel is látták, tehát igen gyorsan közeledett Földünk felé. Újabb 3 nap elteltével akkora fényű volt, mint egy másodrangú csillag. A környező ködtömeg jóval nagyobbodott, de a mag nem változott. Julius 4-étől kezdve néhány héten át az üstökös elveszett a Nap sugár-özönében, de aztán ismét látható volt októberig. Csóváját csak rövid ideig vehették észre, midőn a napközelbe jutott; a csóva kicsiny volt. A pálya számítására PINGRÉ* vállalkozott, kitől 1783/4-ben egy szakmunka jelent meg az üstökösökről «Cométographie ou traité historique des comètes» czímen. Ő és utána több csillagász úgy találta, hogy parabola-pálya felel meg az észleleteknek; a közelebbi

* ALEXIS GUY PINGRÉ (1711—1796;) a sainte généviévei csillagvizsgáló igazgatója volt.

vizsgálat azonban kiderítette, hogy az eredmény nem helyes. LEXELLJÁNOS (1740—1784) pétervári akadémikus, a nagy EULER tanítványa, a szaktudósok nagy meglepetésére kimondotta, hogy az üstökös, mellyel foglalkozunk és mely az ő nevét viseli, a periodikusok közé tartozik, ellipszisben mozog és e zárt pályát igen rövid idő, $5\frac{1}{2}$ év alatt járja be. Így tehát LEXELL üstököse egy osztályba volna sorozható HALLEY üstökösével. De mikép történt az, hogy a LEXELL-től meghatározott keringési idő szerint minden hatodik évben a napközelpbe érkező üstököst azelőtt nem látták soha? Ennek magyarázatát is LEXELL-nek köszönjük. Az üstökösnek a Naptól való legnagyobb távolsága, aféliuma, közel akkora, mint a Jupiternek ugyancsak a Naptól való távolsága. Ennek következtében, mint a számítás kimutatta, az üstökös 1767 május 27-én igen közel érkezett a Jupiterhez és 580-szor közelebb állt hozzá, mint a Naphoz. Az ilyen szomszédság veszélyes az üstökösökre nézve. A hatalmas Jupiter ellenállhatlanul vonzza a hatáskörébe jutott vándort és pályáját megváltoztatja. LEXELL üstököse sem járt mindig ellipszisben a Nap körül; pályája csak az 1767-ki találkozás következtében vált ellipszissé. LEXELL még egy lépéssel tovább ment. Nem elégedett meg annak kimutatásával, hogy az ő üstököse pályát változtatott a multban, valószínűnek mondotta, hogy ily változás 1779 augusztus 23-án, a Jupiterrel való újabb előre kiszámított találkozás következtében újra be fog következni. Annyi bizonyos, hogy 1781 és 1782-ben, a mikor az üstökösnek az $5\frac{1}{2}$ évi keringési idő állandósága mellett újra meg

kellett volna jelennie, ép oly láthatatlan volt, mint MESSIER felfedezése előtt. Tehát csakugyan újra változott pályája? BURCKHARDT a párisi Intituttól díjjal kitüntetett emlékiratban* LEXELL állításait megvizsgálta és megerősítette. Az üstökös nem jelent meg mind máig. LAPLACE is foglalkozott e tárggyal és a *Mécanique céleste* IV. kötetében bebizonyította, hogy az üstökös valóban csak 1767 óta mozgott a LEXELL-től kiszámított ellipszisben; e pályán körülbelül 100 millió kilométernyire közeledett a Földhöz, 1776-ban visszatért a Naphoz, de oly helyzetben, hogy látható nem volt, végre 1779-ben csakugyan, úgyszólván, Jupiter körmei közé került és végkép elragadtatott tőlünk.

Ime, a naprendszer, melyet oly állandónak szeretünk hinni, a legkülönösebb és legváratlanabb események színhelye. Mesének tartaná az ember a LEXELL üstökösének esetét, ha épen ezt az esetet legkiválóbb matematikusok nem tették volna kutatás tárgyává. Az üstökös-kalanddal, mint a leírt eseményeket méltán nevezhetjük, nemcsak a *Mécanique céleste* szerzője, hanem a Neptun kiszámítója, a nagyhírű LEVERRIER is foglalkozott. Miután LEXELL üstököse 1773-ban egészen közel jutott Jupiter egyik holdjához, az a kérdés merült fel, vajjon nem lett-e a vigyázatlan üstökös, mely a Jupiter birodalmába, e bolygó kísérei közé tolakodott, maga is Jupiter kísérijévé; LEVERRIER szerint ez nem történhetett meg, mert az üstökös a Jupiterhez való közeledtekor hiperbola alakú pályát

* Mémoire sur la comète de 1770. (Mém. de l'Inst. 1806.)

követett, tehát a Jupiter hatásköréből ki kellett menekülnie.

LEXELL üstököse még egy tekintetben nevezetes. 1770-ben oly közel járt hozzánk, hogy lakóhelyünktől való távolsága csak 7-szer haladta meg a Holdét. Ha nagy tömegű égi test lepne meg bennünket ily barátságos közelítéssel, a Föld mozgására módosítólag kellene hatnia. LAPLACE számította ki, hogy oly tömeg, mely 5000-szer kisebb mind a Földé, a LEXELL üstökösének 1770-ki távolságában a mi csillag-évünket, mely alatt a Föld a Nap körüli útját bejárja, egy másodperczzel megnagyobbította volna. De az üstökös tömege még annál is kisebb, mert hisz Jupiter holdjai között is úgy haladt el, hogy azokra sem hatott zavarólag. A csekély tömeghez hozzájárul a roppant terjedelem; üstökösünk átmérőjét, a csóvát nem számítva, 300,000 kilométerre becsülték és ebből számították ki, hogy sűrűsége 20,000-szer kisebb mint a levegőé! Ha ez igaz, mily véghetetlen finom anyagból állhat a LEXELL üstököse, mely oly rövid ideig tündökölt égboltozatunkon és végkép eltávozott körünkből.

Látni fogjuk, hogy az eltűnt üstökösök osztályát nem egyedül a LEXELL-é képviseli.

A hiperbola-pálya. Nem lehet eléggé hangsúlyozni, hogy az üstökösökről való ismereteinket sok tekintetben nagy bizonytalanság jellemzi. Oly eredmények, melyek legszilárdabban megállapítottaknak látszanak, újabb tapasztalatok, újabb számítások által kétségesekké válnak. LEXELL üstökösénél szóba került a hiperbola alakú pálya. De lehet-e szó ily alakú üstö-

kös-pályáról? Úgy látszik, hogy e kérdésre nemmel kell felelni azon üstökös ötletéből, melyet a LEXELL-ének megjelenését követő évben, 1771 április 1-én ugyancsak MESSIER fedezett fel. Ennek pályáját hiperbolának találták, és az a vélemény uralkodott róla, hogy ebben az esetben a hiperbola-alakokhoz legkevesebb kétség sem fér. Így nyilatkozott 1805-ben BURCKHARDT (János Károly, 1773—1825), az École militaire csillagvizsgáló intézetének igazgatóságában LALANDE utódja. Az ő, hat észleleten alapuló számításait átvizsgálta, illetőleg ismételte ENCKE és lényegileg ugyanarra az eredményre jutott, de azon meggyőződését is nyilvánította, hogy a kérdés még nincsen eldöntve, parabolának is találhatják az üstökös pályáját, ha több régi észleletet vesznek tekintetbe. Származtak ugyan ilyen észleletek SAINT JACQUES DE SYLVABELLÁ-tól, ki Marseilleben ápr. 21-étől július 17-ig kísérte figyelemmel az 1771-ki üstökösöt, de elvesztek, mert ZACH FERENCZ XAVÉR* hazánkfia Marseilleben járván, SYLVABELLA hátrahagyott irataiban azokat nem találta. Mindazáltal új pályaszámítások történtek a legújabb időben. W. BEEBE 1880-ban** mindenképen helyeseknek találta ENCKE következtetéseit; dr. KREUTZ H. berlini csillagász azonban két évvel később új számítások alapján azt állította, hogy a para-

* Szül. Pesten 1754. † 1832 Párisban. Jezsuitáknál tanult, volt katoná, lengyeli tanár, nevelő gróf BRÜHL, Szászország londoni követjének házában, csillagász II. ERNŐ szász-gothai herceg csillagvizsgáló intézetében Gotha mellett a «Seeberge-n», végre az özvegy hercegnőnek főudvarmestere.

** Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences Vol. V.

bola-pálya jobban összhangzik az észleletekkel, mint a hiperbola-pálya, s hogy ezt az eredményt SYLVABELLA adatai sem változtatnák meg, ha valaha napfényre kerülnének. Ha pedig csakugyan igaz, hogy a legjobban megállapítottnak vélt hiperbola-pálya is valószínűleg csak parabola, a hiperbolás üstököspályák létezése is kétséssé válik.*

Thulis üstököse. Hosszú szünet után 1807-ben fényes üstökös tündökölt az égen, melyet legelőször CASTRO GIOVANNI szicíliai szerzetes pillantott meg szept. 9-én, majd 22-én THULIS Marseilleben. Látható volt a következő év februárius havának végeig; sőt Sz.-Pétervárrott egy hónappal tovább, tehát félévig észlelheték. A csillagászatnak két korifeusa, OLBERS és BESSEL vizsgálta, tette beható kutatás tárgyává.

OLBERS (Henrik Vilmos Mátyás) elsőrendű tekintély az üstökösök tanában. Arbergenben (Bréma mellett) született 1758-ban, mint autodidakta sajátította el a tudományok elemeit, az orvosi egyetemet látogatta Göttingában (hol már üstökös-pályákat számított) és Bécsben, majd mint gyakorló orvos élt Bremában, de már 20 évvel halála előtt († 1840.) elhagyta az orvosi gyakorlatot, mely mellett GILDEMEISTER JÁNOS városi szenátor társaságában ügyis folytonosan csillagászattal foglalkozott. A kettős hivatásnak úgy tett eleget,

* A XVIII. századbéli üstökösök közül említést érdemel még az 1774-ki. «Február 1-én fényesebb volt, mint Sirius, az ég legfényesebb állócsillaga; február 8-án már oly fényes volt, mint Vénus. Márczius elején fényes nappal lehetett látni, jó szemmel délben 1 órákor is. (Term. t. Közl. XIII. 100. l.)

hogy csak négy órát szentelt az alvásnak. Egy üstököst fedezett fel 1815-ben, de már jóval előbb, 19 éves korában halhatatlan érdemeket szerzett e téren az üstökösök pályaszámításának egyszerűsítésével.* Azon módszer, mely — mint tudjuk — NEWTON-tól eredt, igen nehéz; OLBERS a nehézségeket szerencsésen megkerülte.

BESSEL FRIGYES VILMOS, ki 1784-ben Mindenben született, eleinte kereskedő volt; csillagászati lángeszét OLBERS fedezte fel. 1806-ban a lilienthali csillagvizsgáló intézet felügyelőjévé lőn, 1810-től pedig haláláig (1846) Königsbergben működött mint csillagász. Ha az újabb csillagászok között GAUSS volt a legnagyobb theoretikus, BESSEL-t az első hely illeti meg a gyakorlat tén. THULIS üstököséről 1810-ben adott értekezést.**

BESSEL a pályaszámítás alkalmával csakhamar rájött, hogy THULIS üstököse nem mozoghat parabolában, hanem hogy ellipszist ír le. A keringési időt nagy pontossággal határozta meg, de roppant nagynak találta, 1714 évnek. Az üstökösnek tehát 17 századnál hosszabb időre volna szüksége, hogy a Napot egyszer körüljárja. A nagy bolygók, mint azt LEXELL üstökösénél láttuk, zavarásaikkal megrövidíthetik a keringési időt. BESSEL tekintetbe vette a Jupiter, Saturnus és Uranus zavarásait és úgy találta, hogy csak a Jupiter hathatott rá észrevehetően, névszerint megrövidítette a keringési időt, mely e nélkül 170 évvel hosszabb volna.

* Abhandlung über die leichteste und bequemste Methode die Bahn eines Cometen aus einigen Beobachtungen zu berechnen. Weimar 1797.

** Untersuchung über die scheinbare und wahre Bahn des grossen Cometen von 1807. Königsberg. 1810.

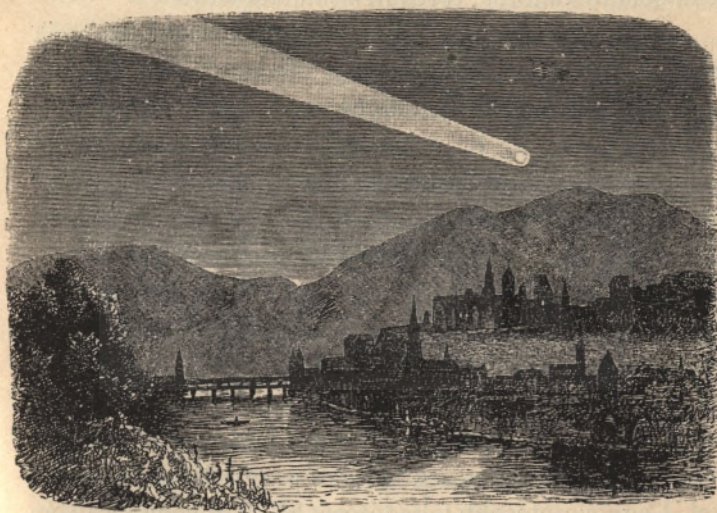
A pálya természetéből **OLBERS** azon következtetést vonta, hogy az 1807-iki üstökös, mely a Földhöz aránylag közel járt, a következő évnek októberében és novemberében ismét közeledni fog hozzá. Előre kiszámította a helyet, hol az üstökösnek ismét látszania kellett; a kijelölt időben kereste is ott a maga nem igen tökéletes műszereivel, de siker nélkül. **BESSEL** Lilienthalban jobb műszerekkel rendelkezett és több tiszta felhőtlen éjszakán végzett vizsgálás után egy ízben a kijelölt hely közelében csakugyan megpillantott valami ködfolt-félét, a mely néhány óra alatt helyét változtatta, azonban másodsor nem volt feltalálható. **BESSEL** eleinte nem kételkedett, hogy az 1807-ki eltűnő üstököst utoljára üdvözölhette. A pontosabb számítások megdöntötték ezt a nézetet. **OLBERS** és **BESSEL** egyaránt úgy találta, hogy a mit **BESSEL** látott, oly helyen jelent meg, mely épen nem tartozott **THULIS** üstökösének pályájához. Csodálatos véletlen szedte rá kis ideig a két jeles csillagászt. Merő véletlenségből az ég kóborlóinak egyike, valamely ismeretlen üstökös épen akkor vetődött oda, a mikor és a hol **BESSEL** és **OLBERS** a **THULIS** üstökösét kereste. Sem a nem várt jövevény pályáját meghatározni, sem az **OLBERS** számításának helyességét igazolni nem lehetett.

Az 1807-ki üstökös (6. ábra) nemcsak fényességével tűnt ki; a laikusnak is szembeötlővé tette azon körülmény, hogy két csóvával birt.

Az 1811-ki üstökös. Négy évvel később, 1811-ben a legszebb üstökösök egyike jelent meg az égbolton. Csóvája 90 foknyi volt, és valódi hosszát 110

millió kilométerre becsülték. Az üstökös csóvástúl 511 napon át volt látható. Ily hosszú idő alatt sok megfigyelést végezhetni, a mi a pálya pontos meghatározását nagyon könnyíti.

Csakugyan az 1811-ki üstökös pályája egyike azoknak, melyek legkielégítőbben vannak meghatározva,



6. ábra. Az 1807-iki üstökös.

ámbar a számítás eredménye kissé meglepő, mert ARGELANDER,* a pályát olyan ellipszisnek találta, melyet az égi test 3069 esztendő alatt jár be.

OLBERS szerint a csóva alakja üres, parabolászerű

* «Untersuchungen über die Bahn des grossen Kometen vom Jahre 1811.» Megjelent 1823-ban.

vékonyfalú konoid volt, melynek gyújtópontjában az üstökös feje a csóvával csak egy fényes gerezddel volt összekötve.

Az üstökös csóváján át **OLBERS** többször nézte az állócsillagok fényét és azt tapasztalta, hogy fényök csak igen csekély mértékben gyengült, de sugaraik irányában semmi változás, törés nem mutatkozott.

Olbers üstököse. **OLBERS** üstökösének nevezik azt, melyet ez a tudós 1815-ben fedezett fel; **BESSEL** azt találta, hogy pályája elliptikus s hogy keringési ideje 74 év. **GINZEL F. K.** a harlemi tudóstársaság részéről díjjal kitüntetett dolgozatban újra számította a pályát,* de az üstökös nem a kiszámított időben érkezett a perihéliumba, hanem 1887 okt. 8-án, $\frac{3}{4}$ évvel elkésve.

Encke üstököse. A múlt században elég csillagász akadt, ki új üstökös keresését tűzte ki foglalkozásául. Ilyen volt a már említett **MESSIER**. Ezek közé tartozott még a szorgalmas **PONS** is, (1761—1831), ki mint a marseillei csillagvizsgáló intézet segédje és mint a luccainak és florenczinek igazgatója 37 üstököst fedezett fel. Legnevezetesebb felfedezését 1818 november 26-án tette Marseilleben, mert az ekkor észrevett üstökös, mely azután még két hónapon át volt látható, **ENCKE** halhatatlan munkálatainak vált kiinduló pontjává.

ENCKE JÁNOS FERENCZ 1791-ben született Hamburgban. Korán árvaságra jutott. 1811 óta Göttingában **GAUSS** kedves tanítványa volt mint kitűnő számító.

* Neue Untersuchungen über die Bahn des Olbers'schen Kometen. Harlem 1881.

Az 1813-ki II. üstököstől kezdve minden ilyen újonnan jelentkező égi testnek pályáját kiszámította. 1817-ben újra számította az 1680-ki üstökös pályáját és dolgozataival a 100 aranyos Cotta-díjat nyerte el, a melyet OLBERS és GAUSS ítéltek neki.*

A Gotha melletti Seebergen LINDENAU-nak, az ottani csillagásznak és későbbi szász miniszternek segédje-, majd helyetteseként működött, azután Berlinbe került, hol a csillagászat tanára, a csillagvizsgáló intézet igazgatója és az akadémia titkára lett. Meghalt Spandauban 1865-ben.

A PONS felfedezte üstökös pályáját a 27 éves ENCKE részint a saját, részint pedig a mannheimi NICOLAI észleleteiből számította ki, még pedig — mint szokás — eleinte azon feltevés alapján, hogy a pálya parabola. De csakhamar kiderült, hogy az észlelet és számítás között nincs meg a kellő összhang. ENCKE végre abban állapodott meg, hogy a pálya ellipszis és hogy az üstökös keringési ideje igen rövid. Tényleg a legrövidebb eddigelé ismeretes üstököspálya ez. Befutására 3'6 esztendő elegendő. Maga ENCKE elbámult e számeredményen. Átalában kevés ellipszis-pályájú üstökös volt ismeretes ebben az időben, és tényleges visszatérést csak egyetlen egyen, HALLEY üstökösén tapasztaltak 1759-ben. Még ez utóbbinak is hosszú keringési ideje van. A PONS üstökösénél ép úgy, mint a THULIS-félénél elodázhatatlan volt az a kérdés, hogy gyakori visszaté-

* Versuch einer Bestimmung der wahrscheinlichen Bahn des Kometen von 1680 mit Rücksicht auf die plänetarischen Störungen während der Dauer seiner Sichtbarkeit.

rései közben nem vették-e már előbb is észre? Szorgos keresés után rájött ENCKE, hogy 1805/6-ban valóban láttak egy véletlenül ugyancsak PONS-tól felfedezett üstökös, mely szintén nem mozoghatott parabola-pályán és a melynek pályaelemei nagyban hasonlítottak az ENCKE-től kiszámítottakhoz. Az azonosság eldöntése terjedelmes munkába került. ENCKE, mielőtt dologhoz fogott volna, mestere, a halhatatlan GAUSS nézetét és tanácsát kérte ki, a kitől bátorító feleletet kapott. OLBERS is ösztönözte, sőt irányt adott neki azzal, hogy az 1795-ki, HERSCHEL KAROLINÁ-tól felfedezett üstökös pályaelemeinek hasonlóságára figyelmeztette. ENCKE számításai teljesen bizonyossá tették az 1795, 1805 és 1818-ban megjelent üstökösök azonosságát. Ugyanegy üstökös három ízben tért vissza, sőt tulajdonképp négy ízben; mert ez az üstökös sem volt más, mint a PONS-féle, melyet 1786-ban MÉCHAIN (Pierre François André 1744—1804), az akadémia és a bureau des longitudes tagja fedezett fel. Ezt meg lehetett állapítani, jóllehet hogy a MÉCHAIN felfedezte üstökös pályáját adatok hiányában ki sem számíthatták. 1806 és 1818 között háromszor jött az üstökös a perihéliumba, de láthatatlanul.

A négy üstökös-megjelenés azonosságáról BODE évkönyvében 1819-ben jelent meg ENCKE értekezése.* LINDENAU szerencsét kívánva azt írta ENCKÉ-nek: «Én ezt századunk legszebb csillagászati felfedezésének

* Ueber einen merkwürdigen Kometen, der wahrscheinlich bei dreyjähriger Umlaufzeit schon zum vierten Male beobachtet ist.

tartom, és ön a szerencse gyermeke, hogy e felfedezést tehetze.»

Az üstökös multjának felderítése után a visszatérés időpontját kellett előre kiszámítani. E végett ENCKE, a számítás nagymestere, valamennyi bolygó zavaró hatását tekintetbe vette. Csupán Uranust mellőzte távol-sága, a Mars és Jupiter közt rajzó aszteroidokat pedig kicsinységük miatt. Az ENCKE efemeridája szerint az üstökösnek 1822 május 24-én kellett újra a perihéliumba érnie. Ez valóban be is következett, valamint minden utóbbi visszatérés megannyi diadala volt ENCKÉ-nek, kinek nevével a szóban levő üstököst jelöljük, noha ő szerényen PONS-félének nevezte.*

ENCKE üstökösének visszatérései oly körülmények között történtek, melyek egy nagyfontosságú elméletre adtak okot és ez üstököst a csillagászok legfőbb gondjának tárgyává tették.

1822-ben az északi féltekén nem lehetett látni az üstököst, de New-South-Walesben, Paramatta városában, RÜMKER KÁROLY** valóban feltalálta. A perihéliumhoz való visszatérés ezúttal félreismerhetetlenül valamivel *korábban* történt, mint a számítás szerint kellett volna lennie. Magában véve igen feltűnő dolog, de ENCKE el volt rá készülve, mert úgy vélte, hogy hasonló előresietést már az előbbi perihéliumon való átmene-tek alkalmával is észrevett. OLBERS, ki a kerin-gési idő kisebbedéséről értesült, ezt annak tulajdoní-

* Így nyolcz értekezésének czíme is ez: «Ueber den Kometen von Pons.» Berl. Abh. 1829—1859.

** 1788—1862. Paramattából Hamburgba került mint csillagász.

totta, hogy az üstökös nem teljesen üres térben, hanem valamely anyagi, *ellenálló közegben* mozog; ezt a nézetet ENCKE is elfogadta.

Ez az az elmélet, a mely ENCKE üstökösét a legérdekesebb csillagászati tárgyak egyikévé teszi. A világtér, vagy legalább a világtérnek azon része, mely a Nap birodalma, a melyben a naprendszer tagjainak pályái terülnek el, nem üres, hanem egész terjedelmében anyaggal van kitöltve. A fizika már régóta felteszi, hogy a mindenséget éter tölti ki. Tehát ezen éter volna az, a mely ENCKE üstökösének keringési idejét megrövidíti?

A páratlan fontosságú kérdés eldöntésének legelső feltétele az volt, hogy a keringési idő megrövidülését minden kétséget kizárólag kimutassák. Az 1825-ki visszatérés, melynek alkalmával HARDING KÁROLY LAJOS (1765—1834) lilienthali, később göttingai csillagász, az üstököst július 26-án azon helytől, melyet ENCKE kijelölt volt, 3 percnyire fedezte fel, erre még nem adott elég támaszpontot. A későbbi visszatéréseket egy fontos felfedezés előzte meg.

Biela üstököse. Az üstökösök keresése sok csillagásznak és dilettánsnak volt kedves foglalkozása; nem kell tehát csodálni, hogy gyakran többen tették ugyanazt a felfedezést és elsőbbségi vita támadt közöttük. Így volt ez egy igen nevezetes, sok tekintetben érdekes üstökössel, melyre 1826-ban irányult a figyelem. Az üstökösöket felfedezőjök, vagy első pályá-számítójök nevével szokás jelölni. A hol elsőbbségi vita van, két nevet is kap az üstökös, különösen ha a nemzeti hiúság belejátszik, mint ez 1826-ban is történt.

BIELA VILMOS báró, német származású osztrák katonatiszt (1782—1856), a csillagászat nagy kedvelője, Josephstadtban, hol mint kapitány állomásozott, buzgón vizsgálta, sőt az őrtálló katonákkal is vizsgálta az eget, üstökös keresése céljából. Barátja MORSTADT ugyanis figyelmeztette, hogy az az üstökös, a melyet MONTAIGNE 1772 márczius 8-án és PONS 1805 november 10-én fedezett fel, azonos is lehet, s hogy ezen azonosságot feltételezve, az üstökösnek 1826-ban újra meg kell jelennie. BIELA februárius 27-én esti 8 órakor a Kos csillagzatában csakugyan észrevett egy köralakú ködfoltot, melynek közepében fénylő pont látszott, s mely 24 óra alatt egy foknyi, a telt Hold kétszeres átmérőjével egyenlő helyváltozást tüntetett fel, tehát üstökösnél egyéb nem lehetett. Ugyanazon üstököst márczius 9-én, BIELÁ-ról mit sem tudva, Marseilleben GAMBART JÁNOS FELIX ADOLF (1800—1836) csillagász és üstökös-kereső szintén felfedezte. Mi több, mindketten csakhamar a pályát is kiszámították, mely $6\frac{3}{4}$ év alatt bejárt ellipszis. Az üstököst ennél fogva majd BIELA, majd — különösen Franciaországban — GAMBART-félének nevezik.

Az első pályaszámítást tulajdonkép CLAUSEN TAMÁS dorpati megfigyelő végezte. Ő a MONTAIGNE-, PONS- és BIELA-féle üstökösök pályaelemeinek hasonlóságát konstataálta, de a pályát parabolának tartotta. Csak az azonosság tisztába hozatala végett tett újabb számítások után jutott arra a eredményre, hogy a pálya ellipszis, a keringési idő 2438 nap, miből következett, hogy 1772 és 1805 között ötször, 1805 és

1826 között pedig háromszor észrevétlenül tért vissza az üstökös.

Mint említettük, BIELA is kitalálta a valót. «Ter-nót nyertem» — írja egy SCHUMACHER-hez, az «Astronomische Nachrichten» szerkesztőjéhez intézett levelében —; «pálya-elemeim és az 1772-ik év üstököséi oly hasonlók, hogy a két üstökös azonosságában nem kételkedtem; de nagyon hiszem, hogy az 1805-ki üstökös sem különböző, mert mind a három jelenséget hat évi, 9 hónapi és néhány napi periodus fűzheti egybe.» További kutatásokba, különösen még régibb jelentkezések vizsgálatába nem mert bocsátkozni, mert azokat az ő «dilettans-erejét» meghaladóknak tartotta.

Említésre méltó, hogy a nagy GAUSS, a «matematikusok fejedelme», mint nevezték, már 1805-ben sejtette a MONTAIGNE és PONS-féle üstökösök azonosságát és az elliptikus pályát.

Midőn MONTAIGNE az üstököst Limogesban látta, gyenge, pusztá szemmel ki nem vehető ködfolt gyanánt tűnt fel, és Párisban április 20-ig volt látható. PONS idejében távcső nem kellett az üstökös megpillantására. Holdvilág mellett is észrevehető volt az, fénylő felhőcske alakjában, holdnyi terjedelemmel.*

Miután a keringési idő meg volt állapítva, 1832-ben várhatták az üstökös visszatérését. Sir JOHN HERSCHEL (1792—1871), az Uranus felfedezőjének fia, szeptember 23-án Sloughban látta meg először. Óriási tükörteleszkópjával észrevette, mint huzódott el a részben

* L. The story of Bielas Comet by Prof. H. A. NEWTON. Nature 1874.

feloszló ködfoltnak látszó tömeg közepe egy csoport teleszkópi (16, 17-ik nagyságú) csillag felett, semmiben sem változtatva meg látható voltukat. Ugyanekkor STRUVE FRIGYES GYÖRGY VILMOS (1793—1864), a pulkovai jeles obszervátor látta, hogy midőn Biela üstököse egy 9-ik nagyságú csillagot elfedett, ez semmit sem veszített fényéből. Ezen és hasonló esetekből következtethetni, hogy mily végtelen finom vagy ritka anyagból állhatnak az üstökösök.

Biela üstököse, midőn a legközelebbi alkalommal 1839 júliusában visszatért a perihéliumhoz, nem volt látható, mert a Nap tulsó oldalán állott. Nem így 1845-ben, a miről majd alább szólunk.

Halley üstökösét 1835-ben másodszor is várták a csillagászok. A megjelenés idejét ezúttal sokkal pontosabban kellett ismerni, mint CLAIRAUT idejében. A pálya-zavarások a zavaró bolygók tömegeinek nagyságától függnék. Ezeket a tömegeket CLAIRAUT óta pontosabban határozták meg. 1781-ben WILLIAM HERSCHEL egy bolygóval, az Uranussal, szaporította a naprendszer ismert tagjainak számát, a melynek zavaró hatását szintén számításnak lehetett alávetni. A számításokkal sok csillagász foglalkozott. 1817-ben a turini akadémia díjat tűzött ki a Halley-üstökös visszatérésének pontos meghatározására, később a párisi akadémia. A turini díjat báró DAMOISEAU (Marie Charles Théodore D. 1768—1846), volt tüzértiszt és emigráns, az école militaire obszervátora nyerte el, a párisit DE PONTÉCOULANT (Philippe Gustave Doulcet de P. 1795—1874) tüzérezredes. BOGUSLAWSKI bo-

roszlói csillagász (Palm Heinr. Ludw. Prusz v. B. 1789—1851.) hasonló számításért a dán király arany üstökös-érmét kapta. ROSENBERGER OTTÓ ÁGOST, BESSEL segéde is igen pontos számítást vitt véghez. DAMOISEAU a perihéliumba érés napjául november 4-ét, ROSENBERGER 12-ét, PONTÉCOULANT 15-ét jelölte ki. Valóban 16-ára esett az. PONTÉCOULANT diadalmasan írja: «A legkellemesebb élvezetek egyikében részesültem, a minőt csak a tudományok pályája nyujthat a velök foglalkozó igyekvő embernek. A szabályt nem ismerő égi test, mely itteni utolsó időztekor 33 nappal csalta meg CLAIRAUT előrelátását, ezúttal — megfélekezve az analízis és asztronómia egyesített erőfeszítéseitől, teljesen igazolta számításom szabatoságát és a perihéliumba érte csak néhány órával különbözött azon időponttól, melyet kijelöltem volt.» (Précis d'astronomie. Paris 1840.)

Az örömet, mely e sorokból hangzik, annál könnyebben megérthetjük, mert 1835 felé már attól kellett tartani, hogy új, előbb nem ismert zavaró körülmények miatt, az eredmény a számítások helyessége mellett is eltérhet a valóságtól. Tudták már, hogy ENCKE üstökösének keringési idejét megrövidítette a tért betöltő éter ellenállása; azt is tapasztalták, hogy az üstökös csóvája könnyű anyagból áll, a melyet valamely erő, talán az elektromosság, a Naptól elfordított oldalra taszít. De minden hatás ellenhatást szül. Ha a csóva taszításnak van kitéve, maga is taszítja az üstökös fejét, melyet ennél fogva a Nap felé nemcsak a gravitáció, hanem a csóva taszítása is hajtana, módosítva az előbbi

hatását és elégtelenné téve a csupán a gravitáczió alapultó számításokat, noha föltehető, hogy ez a zavaró hatás rendkívül csekély.

1835 elején még igen nagy volt az üstökös távolsága a Földtől és távcsővel sem fedezhették fel. Tavaszkor a Nap mögé rejtőzött. Juliusban naponként négy millió kilométerrel közeledett Földünkhöz; a következő két hónapban még gyorsabban. Októberben legközelebb állt hozzánk, mindössze 20 millió kilométernyire, holott a Nap távolsága a 150 milliót meghaladja. Az első, a ki az üstökösöt észrevette, DUMOUCHEL ISTVÁN jezsuita volt, a Collegio Romano csillagásza; augusztus 5-én pillantotta meg hatalmas távcsővével. A következő holdvilágos estéken a Hold fénye miatt elvesztették szem elől az üstökösöt. Alighogy a holdfény megszűnt, a pusztán csillagfényes estéken ismét alkalom nyílt az üstökös észrevételére, még pedig mindig azon helyen, a melyet a számítás előre kijelölt.

Figyelmes vizsgálatra kitünt, hogy a ködfolt közepe sűrűbb, mint a kerület felé eső részek. E körülmény felkeltette BESSEL érdeklődését. A königsbergi csillagász különös vizsgálat tárgyává tette az üstökös külső változásait és észleléseiről egy értekezésben adott számot.*

Bessel észleletei. Október 1-én csupán köd látzott, tulajdonképi mag, ha e szavon szilárd alkatrészt értünk, nem volt észrevehető. Megvolt ugyan az imént említett sűrűsödés a középponti részben, de nem hatott

* Ueber die physische Beschaffenheit des Halley'schen Cometen.

az észlelőre úgy, mintha szilárd testtel volna dolga. Már a következő napon igen meglepő, feltűnő *változás* mutatkozott. Első tekintetre azt hihette az ember, hogy csillag-takarásnak tanúja, hogy a ködfolt mögött állócsillag van, még pedig 6-od rangú, tehát már szabad szemmel látható, a mely a ködön keresztül is világítana. Hogy ez csak látszat, azonnal kitűnt a távcsőnek erősebb nagyítására. Több mint százszoros nagyítás meggyőzött arról, hogy a ködfolt középső



7. ábra. HALLEY üstökőse 1835. október 2-án. (BESSEL szerint.)

része világítóbbá vált ugyan, de alkata nem módosult, szélei is ép úgy elmosódtak, mint előbb. (7. ábra.)

A világító középső részt a többi tömegtől való megkülönböztetés végett magnak fogjuk nevezni. Ily értelemben véve a szót, a magról megjegyzendő, hogy október 2-án ő volt a *kiáramlás* kiindulópontja. A kiáramló fényesség legerősebb volt a magon, innen kezdve halványuló, de 15 másodpercnyi távolságig a háttért képező ködtömegtől megkülönböztethető. A ki-

áramlás alakja nyitott legyezőre emlékeztetett, a közép-
vonál közelítőleg a Nap felé irányult. A ködtömeg szé-
lét nem érte el a kiáramlás, sőt a ködtömeg 12—15-ször
messzebbre terjedt, a mag pedig a kiáramlásnál húsz-
szor is kisebb lehetett. Csóva vagy nem volt még, vagy
a holdfénytől nem látszott.



8. ábra. HALLEY üstökőse 1835. októker 8-án. (BESSEL szerint.)

Több napon át kedvezőtlen körülmények akadályozták az észlelés folytatását egészen október 8-áig. Ekkor a kiáramlás (8. ábra) hosszabb volt, de keskenyebb is, s kevésbé határozottan a Nap felé mutató. Legyezőhöz annál kevésbé hasonlított, mert baloldalán görbületet tüntetett fel.

Október 12-én, a midőn az üstököst az egész éjszakan át figyelemmel lehetett kísérni, még hosszabb és

keskenyebb volt a kiáramlás, s még mindig a baloldalra görbülő. A mag rakétához hasonlított, melynek lángját a szél balra hajtja. (A távcsőben, természetesen, minden, a mi tényleg a baloldalon volt, jobb felől fekvőnek tünt fel.) Ezúttal észrevették, hogy a kiáramlás *mozgó* fénykúp, a mennyiben iránya a Naphoz húzott



9. ábra. HALLEY üstököse 1835. október 12-én. (BESSEL szerint.)



10. ábra. HALLEY üstököse 1835. október 13-án. (BESSEL szerint.)

egyenessel bal (a távcsőben jobb) felé, eleinte 19, azután folytonosan növekedve, végre 55 foknyi szöveget képezett (9. ábra).

Október 13-án a legnagyobb meglepetés várta az észlelőt. A kiáramlás folyamata bevégződött. Az a fénylő tömeg, mely az előbbi napokon kiáramlott volt, a magtól elkülönítve, jobbról volt elhelyezve (a távcső-

ben a baloldalon látszott), a Nap felé mutató iránytól még jobban elhajlítva, mint a megelőző napi kiáramlás (10. ábra).

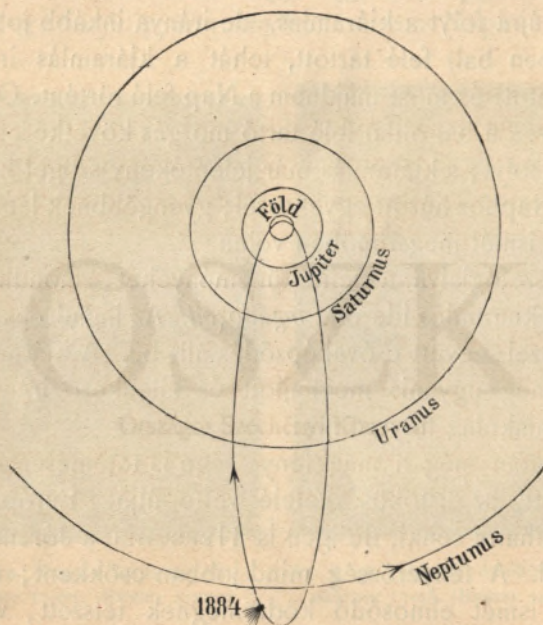
Már október 13-án a későbbi éji órákban beborult az ég; másnap csak egy negyedórára oszlott el a ború. Ekkor újra folyt a kiáramlás, de iránya inkább jobb (a távcsőben bal) felé tartott, tehát a kiáramlás irányt változtatott és most majdnem a Nap felé történt. Október 15-én a bal oldal felé tartó mozgás következetesen tovább folyt; a kiáramlás már jelentékeny szöveget képezett a Naphoz húzott egyenessel; gyengébbnek látszott, mintha ismét megszűnőben volna.

Összefoglalva a leírt tüneteményeket, mondhatni, hogy a kiáramlás ide-oda *ingadozott*. Az ingadozás kezdődésével együtt csóvaképződés állt be. A kiáramlott fénytömeg ugyanis meghajlott és ellenkező irányban csóva-alakúlag folytatódott.

Miután még a mag fényessége is tetemesen megváltozott, az üstökös délfelé vette útját. Európában nem láthatta senki, de igen is HERSCHEL a Jóreményfokánál. A fényerősség mind jobban csökkent; 1836 elején ismét elmosódó ködtömegnek tetszett, végre láthatatlanná vált az üstökös.

Még pár szó Halley üstököséről. HALLEY üstököse, mely a pályaszámítás szempontjából oly fontos szerepet játszott az üstökösök történetében, BESSEL-től tanulmányozott 1835-iki változásai miatt az üstökösök fizikai alkatának kutatásában is fordulópontot jelez. Minden tekintetben a legérdekesebb üstökösök egyike.

Pályája (11. ábra) 17 foknyi szöget képez a Földnek a Nap körüli pályájával (ekliptikával); a hol HALLEY üstökösének pályája a Naptól legkevésbé eltérő, ott az üstökös távolsága a Naptól vagy 90 millió kilo-



11. ábra. HALLEY üstököse és több bolygó pályája.

méter (0,587 földtávolság); az üstökös középtávolsága majdnem 18-szorosa a Föld és Nap közöttinek. A pálya keskenyen elnyult ellipszis, mely a Neptun pályáján messze túlterjed.

PONTÉCOULANT szerint HALLEY üstököse az 1835-iki perihéliumon való átkelés után 27,217 nap múlva kerül

újra a Naphoz legközelebbi állásába, tehát 1910 május 24-én. De ezen jóslatban nem bízhatunk feltétlenül. PONTÉCOULANT számításai óta LEVERRIER Neptunt a naprendszerhez csatolta, és e bolygó zavarásait szintén számításba kellene venni.

A mi ez üstökösnek a HALLEY előtti megjelenéseit illeti, az 1607-iki, 1531-iki és 1456-ikiakon kívül, melyekhez kétség nem fér, JOHN RUSSEL HIND greenwichi csillagász és ERNEST LAUGIER akadémikus még régiebbeket is kinyomoztak részben krónikai és khinai feljegyzésekből, a melyeknek valószínűsége igen nagy. Ime erre nézve a következő táblázat:

Az üstökös meg- jelent	Két megjelenés időköze évek- ben	Az üstökös meg- jelent	Két megjelenés időköze évek- ben
Kr. e. 11		Kr. u. 760	76
Kr. u. 66	77	„ „ 837	77
„ „ 141	75	„ „ 912	75
„ „ 218	77	„ „ 989	77
„ „ 295	77	„ „ 1066	77
„ „ 373	78	„ „ 1145	79
„ „ 451	78	„ „ 1223	78
„ „ 530	79	„ „ 1301	78
„ „ 607	77	„ „ 1378	77
„ „ 684	77		

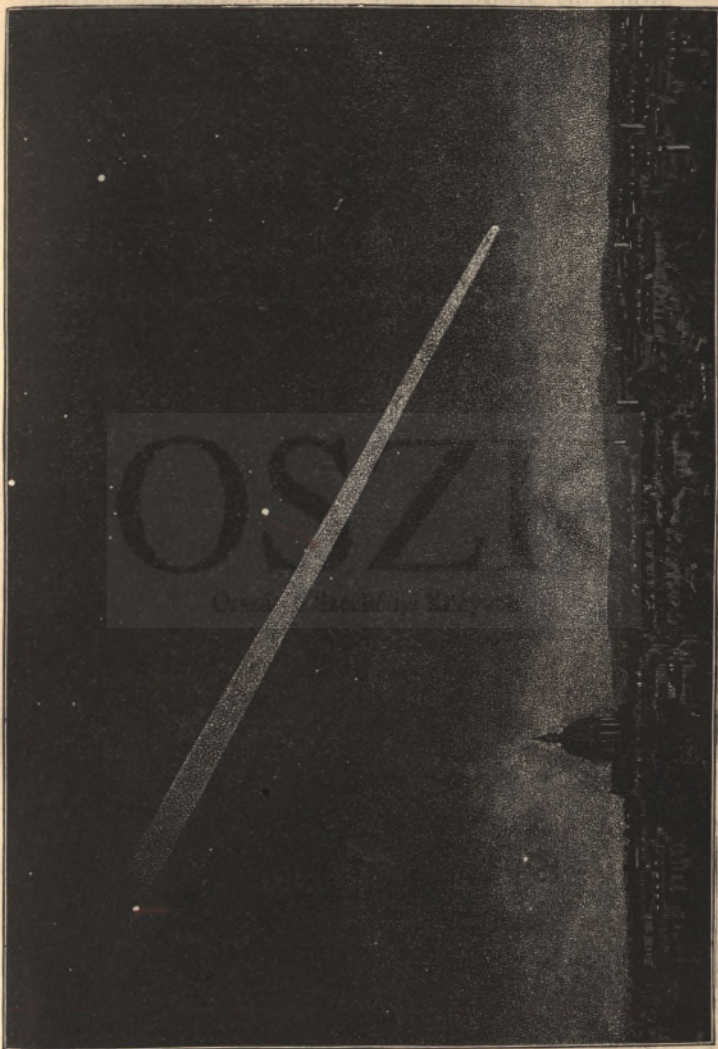
E szerint két-két megjelenés időköze 75 és 79 év között változott. Az időközök egyenetlensége, mely onnan ered, hogy a bolygók zavarásai a konstellációk szerint különbözők, még inkább kitűnik a következő táblácskából.

A megjelenés éve	Két megjelenés időköze napokban	Két időköz különbsége
1531	—	—
1607	27811	—
1682	27352	— 459
1759	27937	+ 585
1835	28006	+ 69

HALLEY üstököse régebben a legfényesebb jelenségek közé tartozott, úgy hogy a laikus sem nézhette csodálkozás nélkül. 1835-ben a fej (mag és üstök) átmérőjét 600,000 kilométernyinek találták, de csóvájából már alig látszott valami szabad szemmel, pedig 1759-ben még 47 fok volt a csóva látszólagos hossza. Az üstökösök tehát el is veszthetik csóvajukat.

Az 1843-iki üstökös. Ha az üstökös legkirívóbb jellemvonása az, hogy hirtelen, váratlanul jön, akkor talán egyetlen egy üstökös sem érdemli annyira nevét, mint az 1843-iki, mely különben is a legpompásabb, legimpozánsabb jelenségek közé tartozott a maga nemében.

A mondott év márczius havának 19-ik napján a Nap lementé után Göttingában sok járó-kelőnek fényes, keskeny csík ötlött szemébe a nyugati égen. GAUSS szerint hosszú, keskeny, a Hold által megvilágított felhőnek lehetett volna nézni, csak hogy a Hold nem volt a szemhatár fölött. Félnyolcztól kezdve, a mikor először megpillantották, a csík egyáltalában nem változtatta helyét. Már néhány nappal előbb említették volt GAUSS-nak, hogy különös fénycsík látszott a szemhatár közelében, de a nagy tudós azt hitte, hogy az állatövi fényről tesznek említést.



12. ábra. Az 1843. márczius 19-diki űstökös.

Márczius 20-dikán este GAUSS ugyanazon helyen, de már élesebb szélűnek látta a fényes csíkot. Még most sem tudta, miféle jelenséggel van dolga, üstökös-sel-e, melynek feje már leszállt, vagy valami új, addig ismeretlen tüneménnyel (12. ábra).

Bécsben márczius közepe táján, mihelyt beesteledt, ködféle látszott az égboltozaton délnyugati irányban. Már 18-án ráismertek az üstökösre, mert magva is feltűnt a szemhatár közetlen közelében. A csóva 1 foknyi szélességű, 40 foknyi hosszúságú volt, kétszer olyan széles és 80-szor olyan hosszú, mint a teli hold látszólagos átmérője.

Nizzában már 13-dikán látszott az üstökös feje; Königsbergben csak 26-án láthatták az üstököst, mely ekkor már oly halovány volt, hogy alig észlelhették.

Meglepő tudósítások érkeztek déli fekvésű vidékekről. Lissabonban már márczius 8-án látták az üstököst, Olaszországban, Mexikóban februárius 28-án. Ez a legkorábbi megjelenés volt a legmeglepőbb, mert *fényes nappal* történt. Bologna, Parma, Genua városában délelőtt 11 és 12 óra között a Naptól keletre fényes égi test látszott, melynek 4 fok (nyolcz telihold) hosszúságú farka volt. Ugyanakkor az üstököst fényes nappal, a Naptól 4 foknyira Amerikában is mindenki látta.

A valóban bámulatra méltó üstökös csóvája 70, sőt némelyek szerint 90 foknyi hosszúságot ért el. Már pedig kilenczven fok a látható égboltozatnak fele.

Nem csak az üstökös külső jelensége, meglepő

volt a pályaszámítások eredménye is. A számítók közül kiemelendő ENCKE. Meghatározván, hogy mily távol volt az üstökös a Naptól, midőn a perihéliumba ért, e távolságot a Nap félátmérőjénél kisebbnek találták, a mi nyilván képtelenség, mert ha az üstökös távolsága a Nap középpontjától valóban 400,000 kilométernél kisebb, a Nap *belsejében* kell lennie. A pontosabb számítás az első eredmény hibás voltát kiderítette, de ekkor hiperbolának nyilvánították a pályát. A pálya elemei majdnem olyanok voltak, mint az 1668-iki és 1702-iki üstökösnél. A három üstököst tehát azonosnak hitték. Ez is tévedés volt. HUBBARD szerint az 1843-iki üstökös időszakilag visszatérő, pályája ellipszis, de keringési ideje igen nagy, t. i. $532\frac{2}{3}$ év.

Csóvájának valódi hossza állítólag 250 millió kilométerre rúgott.

Faye üstököse. Az 1843-iki esztendőben még egy érdekes üstökös jelent meg, melyről kiderült, hogy zárt és nem igen hosszú pályát fut be. 1843 november 22-én HERVÉ FAYE (sz. 1814), Párisban a csillagászat tanára és az akadémia tagja fedezte fel. Az üstökösnek volt fényes magva, de semmi csóvája. LEVERRIER számításai szerint pályája ellipszis, keringési ideje $7\frac{1}{2}$ év. Ezt az üstököst 1851-ben, gyenge fénye daczára, újra feltalálta az égen CHALLIS, 1858-ban BRUHNS (Károly Keresztély 1830—1881) lipcsei csillagász, és 1865-ben THIELE. Eleinte azt hitték, hogy FAYE üstökösének keringési ideje ép úgy megrövidül, mint ENGKE-é; de AXEL MÖLLER lundi egyetemi tanár pontosabban hatá-

rozván meg a pályát, kimutatta, hogy az üstökös keringési idejét csak a bolygók zavarásai módosítják; ha az összes zavarások tekintetbe vétetnek, FAYE üstököse pontosan abban az időben jelenik meg, a melyet a számítás előre kijelölt. Szó sem lehet tehát arról, hogy FAYE üstököse az ENCKE-től feltételezett ellenálló közeg létezését bizonyítsa.*

De Vico üstököse. Szintén időszakos és rövid keringésű azon üstökös, a melyet FRANCESCO DE VICO (1805—1848) jezsuita, a Collegio Romano csillagásza, Rómában 1844 augusztus 22-én fedezett föl. FAYE és BRÜNNOW (Ferencz Frigyes Ernő sz. 1821) kiszámította a pályá elemeit. Szerintök a keringési idő, mely az elliptikus pálya befutására kívántatik, csak $5\frac{1}{2}$ év. Vissza kellett tehát térnie az üstökösnek 1850, 1855, 1861, 1866, 1871, 1877 stb. években.

Nevezetes, hogy egyetlen egyszer sem látták többé.**

Eltűnt, mint LEXELL üstököse. Mi okból? még nem lehetett kideríteni. Annyi bizonyos, hogy most már más pályája lehet, mint 1844-ben; máskülönben azóta elő kellett volna kerülnie.

LEVERRIER azt véli, hogy az üstökös, melyet 1678-ban LAHIRE FÜLÖP, a festő- és építészből matematikussá lett párisi tanár és akadémikus (1640—1718)

* «Az ENCKE és FAYE-féle üstökösről» KONDOR GUSZTÁV-tól Term. tud. Társ. Közlönye V. 54—62. l.

** Úgy mondja VALENTINER («Kein einziges Mal ist er wieder gesehen worden»). Dr. RUDOLF WOLF Handbuch d. Math. Phys. Geod. und Astronomie II. 346. lapja szerint 1855-ben GOLDSCHMIDT látta DE VICO üstökösét.

fedezett föl, a VICO-félével *azonos*. Amannak keringési ideje szintén $5\frac{1}{2}$ év. Ha az azonosság tényleg megvan, az üstökös a LAHIRE és DE VICO fölfedezései közötti időben 30-szor tért vissza a nélkül, hogy csak egyszer is látták volna. Noha e körülmény igen különös, magyarázható volna az üstökösnek gyenge fényével.

Valamikor, régesrég — úgy találta LEVERRIER — DE VICO üstököse a világtér végtelen távolságú részeiben bolyongott, de Jupiter vonzása naprendszerünkbe terelte. Bizonyos idő múlva, bizonyos számú rövid keringések bevégezése után az üstökös ismét a Jupiter körmei közé kerül, de ekkor a hatalmas bolygóhoz az előbbi közeledés irányával ellenkezőleg fog érni s Jupiter talán ismét a végtelenségbe fogja űzni. Meglehet, már el is űzte.

Biela üstökösének szétoszlása. BIELA üstökösének harmadik visszatérte oly eseménnyel volt kapcsolatban, melyet a csillagászok lehetetlenségnek tartottak volna, ha róla saját szemükkel meg nem győződnek. Hasonló esetekről volt ugyan régebben is említés, de az illető tudósításokat nem tartották teljes hitelt érdemlőknek.

SENECA kétkedőleg beszéli el, hogy EPHORUS, Kr. e. IV-ik századbéli görög író szerint egy üstökös (hihetőleg a 371-iki) *kétfelé szakadt* és azután eltűnt. 1618-ban két üstökös látszott az ég ugyanazon táján és KEPLER úgy vélekedett, hogy mindkettő egy nagyobb üstökösnek töredéke. CYSATUS az 1618-iki nagy üstökös fejének kettéválását szemmel kísérte. Novemberben ugyanis kerek, sűrű fénytömeget látott,

december 8-án már két különvált részt, sőt 20-án úgy látszott, hogy az üstökösfej sok apró csillagra bomlott. Hasonló tüneményt észlelt HEVELIUS 1661-ben.

Ha mindezt emlékezetben tartják vala a csillagászok, talán kevésbé csodálkoztak volna 1845-ben. BIELA üstökösét, melynek 1846 februárius 11-én kellett a perihéliumba érni, már 1845 november 28-án látták meg, december 19-én pedig HIND észrevette, hogy alakja eltorzult, a mi még szembetűnőbb lett 21-én. December 29-én MAURY (1806—1860) a washingtoni Naval Observatory igazgatója, az üstökösöt *kétfelé válva* látta, — az üstökös tehát két részre oszlott.

Európában, hol részint felhők takarták az eget, részint pedig a holdvilág miatt nem lehetett a gyenge ködfoltot kivenni, csak januárius 15-én győződtek meg a kettéoszlásnak nem épen hallatlan, de feledésbe ment tényéről.

Noha ez a nevezetes esemény nem volt az első a maga nemében, emberemlékezet óta oly módon, mint 1845/6-ban, mégsem ment végbe soha. A két rész mindegyike tökéletes üstökösnek látszott, nem töredéknek; mindkét résznek volt feje és apró csóvája. D'ARREST (Henrik Lajos sz. 1822), ENCKE segéde, később kopenhágai csillagász, első volt annak kinyilvánításában, hogy BIELA üstököséből két üstökös lett.

A két új üstökös nem maradt együtt. A csillagászok látták, hogy az egyik mint távozott a másiktól. A következő értékeket D'ARREST állította össze,

Kelet	A 2 rész távolsága ezer kilométerben
1846	
jan. 14	288
" 24	303
febr. 3	311
" 13	314
" 23	312
márcz. 5	308
" 15	293
" 25	280

Mint látjuk, a kölcsönös távolság februárius 13-káig növekedett, innen kezdve kisebbedett. Minthogy a perihéliumon való átkelés 11-ére esett, hihető, hogy az eltávolodást épen a perihéliumban váltotta fel a közeledés.

A két rész fényességében változások voltak. Az a rész, mely elől haladt, eleinte gyöngébb fényű volt, de februárius 12-én már oly fényessé lett, mint a másik, 14-én ez utóbbinál fényesebb volt, 16-án az egyenlőség helyreállt.

Az északon előljáró rész sokkal kisebb volt s márczius végén már alig látszott. Egy ideig két csóvája volt. Februárius 19-én a két üstökös közét a nagyobbtól kiinduló sugarak áthidalták. Április 27-én az üstökösök eltűntek szem elől.

Mi okozta a kettéoszlást? Ez volt a nagy kérdés. PLANTAMOUR Emil (1815—1882) genfi csillagász tagadta, hogy a kettéoszlás csak 1845-ben következett be. Ő BIELA üstökösét régtől fogva meglevő kettős üstökösnek tekintette, melynek, mint a kettős csillagoknak közös súlypontja, keringési középpontja van.

E szerint a kettős égi test részei egymásra vonzólag hatnának, a mi elméletileg kétségtelen, sőt magától érthető, de a mit az észleletek nem igazoltak.

A szokottnál nagyobb érdeklődéssel várták BIELA üstökösének negyedik visszatértét. ANGELO SECCHI jezsuita Rómában, 1852 augusztus 26-án reggel gyenge üstököst vett észre, mely a megjelenés idejét tekintve, azonos lehetett a BIELA-félével, de egészen más helyen látszott, mint a melyet a számítás kijelölt. A kétség megszűnt szeptember 15-én, a mikor SECCHI az üstökös másik részét is megpillantotta. Mindkét részt nehéz volt vizsgálni; Rómában, Berlinben, Cambridgeben és utoljára Pulkovában (szept. 28.) mindössze néhány észlelés történt a legnagyobb fajtájú távcsövekkel, mert máskép a Földtől nagyon távol levő üstököst nem láthatták. A két rész fényessége újra változott, majd az egyik, majd a másik fénylett jobban. Nem lehetett megkülönböztetni, hogy melyik rész a nagyobbik, melyik a főüstökös.

A felismerés ezen nehézségtől indítatva, D'ARREST a két részt egymástól függetlenül vizsgálta és mindegyiknek pályáját külön számítgatta. Arra, hogy a két tömeg kölcsönösen hat-e egymásra, az említett számításokból még mindig nem lehetett következtetni.

Ezen alkalommal a két üstökös egymástól való távolsága már sokkal nagyobb volt, mint 1845/6-ban és a láthatóság egész ideje alatt folyvást nagyobbodott, 2.445,000 kilométerről 2.640,000-re növekedve. E maximum most is a perihéliumon való átkeléskor (szeptember 23.) állott be.

1859-ben az üstökös a Nap mögött állott, tehát visszatérése daczára láthatatlan volt. 1865/6-ban a Föld állása nem volt olyan, hogy ne lehetett volna látni az üstököst, de nem láthatták, minden keresés hasztalan volt. BRUHNS, SECCHI, FERRARI, D'ARREST úgyszólván tűvé tették az eget, de hiába. Azt kellett hinni — s ismét D'ARREST mondta ki, — hogy a BIELA üstököse nemcsak ketté-, hanem teljesen széjjeloszolt. Már KEPLER mondta volt: «Abban a nézetben vagyok, hogy az üstökös-test elmállik, elváltozik, széjjel húzatik és végre megsemmisül. Mint a selyembogarat a fonál kibocsátása, úgy az üstököst a csóva kiáramlása felemészti és végre a halálnak adja át.»

A természetben nincs enyészet. A feloszlott Bielaromjaira ismét ráakadtak, nem kis mértékben érdekes körülmények között, mire később visszatérünk.

Az ellenálló közeg. Forduljunk most vissza az ENCKE üstököséhez, mely elméleti szempontból annyira fontos. Külsőjére nézve nem tartozik, és gyakori visszatérései közben soha sem is tartozott a fényes jelenségek közé, melyek a laikus figyelmét is felköltenék. Rendesen csak igen erősen nagyító távcsövekkel vehető észre. Egyes esetekben, midőn mind a Földhöz, mind a Naphoz közel állott, de a nélkül, hogy e két testtel egy vonalba esnék, szabad szemmel is észrevehették s ekkor apró csóvájúnak mutatkozott. Minél többször tért vissza, annál gyengébb volt a fényessége. Hasonló fény-fogyatkozást tapasztaltak a HALLEY-féle és több más periodikus üstökösnél. Ebből azt következtették, hogy az olyan üstökös, mely nagy tömegű és ennél fogva

nagy vonzó-erőt kifejtő bolygók közelébe jut, mindig veszít anyagából. Minden hatalmas bolygó útonálló-féle volna, mely a mellette elhaladó üstököst fosztogatná. Lehetetlenség nincs e föltevésben, de bebizonyítottanak még sem mondhatjuk.

Hogy nagy óvatossággal kell fogadni az olyan föltevést, a mely egy elszigetelt ténynek igen valószínű magyarázatát adhatja, igen meggyőzőn bizonyítja ENCKE üstökösének példája az ellenálló közeg dolgában. Látni fogjuk, hogy a keringési idő rövidülésének azon igen természetesnek látszó magyarázata, a melyet — mint említettük — OLBERS sugalmazott, a legkitünőbb bűvároknek ritka kitartással és nagy szeretettel végzett kutatásai daczára is még mindig kétes marad.

A kérdés alapos és döntő vizsgálatára az üstökösnek 1825-iki — általunk már említett — visszatérése nem volt oly alkalmas, mint az 1829-iki. A pálya aféliuma, a Naptól legtávolabb eső része, majdnem a Jupiter pályájáig terjed; a Jupiter zavarásai tehát az üstökös mozgásában nagy szerepet játszanak, midőn ama nagy bolygó az üstökös-pálya aféliuma táján időzik. Ha a Jupiter tömege; a zavarások okozója, nem ismeretes pontosan, e körülményben számítási hiba forrása rejlik, s nem lehet tudni, vajjon azt a különbséget, mely az észlelt és a kiszámított visszatérési idő között mutatkozik, nem inkább ama számítási hiba okozza-e, mintsem a keringési időnek az ellenálló közeg okozta megrovidülése. És tény, hogy az 1825-iki visszatérés idejének meghatározásában ENCKE a Jupiter tömegének csak régebben talált, tehát hibás értékét használhatta.

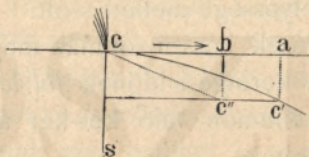
Ép azért BESSEL az ellenálló közeg dolgában nem is fogadta nagy bizalommal OLBERS és ENCKE hipothézisét. De az 1829-iki visszatérés idejének meghatározásakor Jupiter tömege már pontosabban volt kiszámítva. ENCKE most úgy járt el, hogy a zavarásokat az ellenálló közeg föltevése mellett vezetvén le, Jupiter tömegének értékét ismeretleneknek tekintett hibákkal hozta számításba. Az ismeretlenek megoldása a tömeg számára új értéket szolgáltatott, mely a fent említett pontos meghatározással a legszebben egyezett. De mivel a számítás hipothézisen alapult, az eredmény helyessége a hipothézis helyessége mellett szólt.

A visszatérések hosszú sorának megfigyelése bizonyossá tette a keringési időnek *folytonos* megrövidülését. A perihéliumon való két-két átkelés időközei ugyanis ezek voltak:

1819—1822.	1211 nap 15 óra 50 percz.
1822—1825.	1211 " 13 " 12 "
1825—1829.	1211 " 10 " 34 "
1829—1832.	1211 " 7 " 41 "
1832—1835.	1211 " 5 " 17 "
1835—1838.	1211 " 2 " 38 "
1838—1842	1210 " 23 " 31 "
1842—1845	1210 " 21 " 7 "
1845—1848	1210 " 18 " 29 "
1848—1852	1210 " 17 " 2 "
1852—1855	1210 " 15 " 17 "
1855—1858	1210 " 13 " 41 "

Tehát a visszatérés állandón körülbelül $2\frac{2}{3}$ órával hamarább történt.

Ez a kétségkívül jól megállapított, noha elszigetelt és más üstökösön, még — mint láttuk — a FAYE-félén sem tapasztalt tény magyarázata könnyen érthető. Ha van ellenálló közeg, bizonyára lassítja az üstökös mozgását. Így történik ez a vasúti vonattal is, mely nagy szélvész ellenében halad. De az üstökös mozgása két különböző mozgás összetétele. Ha a Nap nem húzná folytonosan maga felé, a pálya érintője irányában mozogna. A Nap vonzása nem változik; az ellenálló közeg csak az érintői irányban tett útat kisebbítheti (13. ábra). Ha



13. ábra. Az ellenálló közeg hatása az üstökös mozgására.

az üstökös valódi útja CC' , mely Ca és az S felé tartó út összetétele, az ellenálló közeg behatása következtében megrövidül Ca , e helyett az érintői út Cb és a mozgások összetételéből származó út CC'' lesz. A pálya közelebb húzódik a Naphoz. Vegyük már most ehhez KEPLER harmadik törvényét, melyből következik, hogy az ellipszisben mozgó testnek a Naptól való középtávolságával szükségkép csökken a keringési ideje is. Ime, meg van magyarázva a keringési idő rövidülése, ha van ellenálló közeg.

Csak az a baj, hogy az ellenálló közeg hatása egyedül ENCKE üstökösén mutatkozik. Érthetjük, hogy a

bolygókra nagy tömegüknél fogva nem lehet hatással a véghetetlenül finom éter ellenállása, de más üstökösökre kell hogy hasson, s hogy ez úgy van, arra eddigelé nincs adatunk.

Ha valóban éter az ellenálló közeg, s ha — mint ENCKE helyesen felteszi — az éter a Nap felé mindinkább sűrűsödik; a keringési idő megrövidülésének mind nagyobb mértékben kell beállnia; más szóval, az üstökös mindig közelebb húzódik a Naphoz, csigavonalat ír le, végtére *bezuhan a középponti égi testbe*, ennek meleg-készletét nagyobbítja, önmaga pedig elég, megsemmisül.

Újabb kutatások. ENCKE halála után a pulkovai csillagvizsgáló intézetben VAN ASTEN folytatta a számításokat, s mivel kitünt, hogy az 1868—1871. időszakban a közép-mozgás kisebb mértékben növekedett, mint ENCKE feltevéséből következnek, VAN ASTEN úgy vélekedett, hogy az éter sokkal ritkább, mint ENCKE gondolta s egyáltalában nem okozhatta a keringési idő rövidülését, tehát csak a rendes bolygózavarások okozták az egész eltérést.*

VAN ASTEN korán elhalt; 1874-ben befejezett számításait újra végezte BACKLUND, ki a közép-mozgás kisebbbedését konstataálta ugyan, de azon meggyőződésre jutott, hogy az ok aligha az ellenálló közegben rejlik. A valódi ok kiderítése még csak messze jövőben várható.**

* V. ö. «T. Közlöny» VIII. 205., 206. l.

** Astr. Nachr. 106. kötet, 2539. sz. 289 l.

A Merkur tömege. Említhetjük itt, hogy ENCKE üstököse, bár nem is lehetett a világbetöltő éter létezésének egyenes bizonyítéka, mégis nagy szolgálatot tett a tudománynak, a mennyiben a Merkur bolygó tömegének meghatározására nagyon jó eredménnyel volt alkalmazható. Ezen üstökös mozgásán nagyon is érzik a Merkur hatása, mert elnyújtott pályáján némelykor rendkívül közel jő a bolygóhoz. Így 1848 november 22-dikén a két égi test kölcsönös távolsága a Föld és Nap közötti távolságnak csak négy századrészt (0,04) tette; a kozmikus mérésekben nyert értéket ugyanis mint egységhez ehhez a távolsághoz szokás viszonyítani. Világos, hogy ilyenkor a Merkur erősen megzavarja az üstökös pályafutását, és ebből a zavarból ki lehet számítani az előidéző tömeg nagyságát. VAN ASTEN pálya-számításaiból kitűnt, hogy a Merkur tömege jóval kisebb, mint minőnek LEVERRIER találta, ki számításaiban abból a vonzásból indult ki, mellyel a Merkur a két legközelebbi bolygóra, t. i. Venusra és a Földre hat. A Merkur tömege a legújabb meghatározás szerint 23-szor kisebb, mint a Földé.

Donati üstököse. Gyönyörű üstökös örvendeztette meg az égi testek kedvelőit 1858-ban. GIOVANNI BATTISTA DONATI (1826—1873) florenczi csillagász fedezte fel 1858 június 2-án mint igen gyenge, csak távcsővel észrevehető ködtömeget. Amerikában, hova a felfedezés híre el nem jutott, a hó végén MITCHELL kisasszony vette észre a még mindig teleszkópi üstököst.

Szabad szemmel csak augusztus közepe táján lát-

hatták, mert eleinte roppant távolságban volt tőlünk, 380 millió kilométernyire. Ugyanekkor a Naptól 350 millió kilométernyi köz választotta el s ennél fogva igen lassan mozgott.

Folyvást növekedő fénnel mind közelebb érkezte, gyorsabban kezdett haladni. Szeptember 1-én tőlünk 250, a Naptól 120 millió kilométernyire volt. Ekkor már ki lehetett számítani, hogy szeptember 30-án fog érní a napközelsébe (80.000,000 kil.). Október 10-én a Földhöz állott legközelebb, szintén vagy 80 mill. kilométernyire. Útja most délre fordult; már 20-án elvesztették szem elől az európai csillagászok; de a Jóréményfoknál és San Jago di Chiliben a következő év márcziusáig észlelhatték. A mint a Naptól és Földtől eltávozott, fénye igen gyorsan csökkent, s midőn az ég egyenlítőjétől déli irányban 65 foknyira legutólszor látták, oly halovány volt, akár a 12-ed rangú csillag.

Több csillagász számította ki az üstökös pályáját. Keringési ideje két évezred; hihető tehát, hogy a történelmi időkben már megjelent Kr. születése előtt. Nem sikerült határozottan kijelölni az évet, melyben a DONATI-félével azonosítható üstökös megjelent. Hogy helyesen van-e a keringési idő kiszámítva, azt csak újabb megjelenése döntheti el 3800 táján. Az észleletek, melyekre e pályameghatározás támaszkodik, elég számosak ugyan, mivel az üstökös 9 hónapon át volt látható, de a számítás biztosságát nagyban csökkentette azon körülmény, hogy a pályának a nevezett idő alatt befutott része aránylag igen apró ív volt.*

Míg az üstökös magva csak 1000 kilométernyi át-

mérővel bírt, addig a csóva hossza 80 millió kilométert tett. Augusztus második felében jelentkezett a csóva első nyoma; 30-ától október közepéig pompásan volt az üstökös e része kifejlődve, és ekkor némely helyről egy, más helyről két mellékcsóva is látszott, a főcsóva pedig határozott görbületet mutatott.* Nevezetes, hogy a keskeny mellékcsóva a főcsóvát hosszúságban meghaladta. A főcsóva hossza aug. 29-ikétől okt. 10-ig 22 millió kilométerről 80 millióra növekedett, s e legnagyobb hosszúnak 16 millió kilométernyi szélesség felelt meg; a mellékcsóva megfelelő méretei pedig október 4-én 50 és 1½ milliót tettek és a hosszúság a következő napon 84 millióra növekedett. A főcsóva legnagyobb korában 60 foknyi ívet alkotott az égen, a mi a tünemény pompájáról fogalmat nyujthat.

A fej felé a csóva sokkal csúcsosabb volt mint más régibb üstökösökön. Az egész égi jelenség olyan-nak látszott, mint a lehulló rakéta.

A főcsóva görbületének domborúsága azon oldal felé volt fordítva, a merre az üstökös haladt, mintha az előre nyomuló testet valami ellenálló közeg nyomná vissza.

Változások a Donati üstökösén. Rendkívül érdekes látványt nyujtott a mag azzal, hogy gyors egymásutánban fényburkokat lövelt ki. GEORGE PHILIPPS BOND** amerikai és PAPE KÁROLY FERDINÁND

* Lásd a «Term. tud. Közlöny» XIII-ik kötetének 2-ik tábláját.

** † 1865, fia az ismertebb W. C. BOND-nak. Értekezését lásd: «Account of the great Comet of 1858.» czímen az «Annal. of the astr. Observ. of Harvard College»-ben.

(1834—1862) altonai csillagászok rajzai nyomán készült 14. ábránk tünteti fel a fényburkokat, melyek csak



14. ábra. DONATI üstökösének fényburkja.

későn mutatkoztak. Szeptember közepén a finom és éles szélű magból megkezdődött a kiáramlás, és 20-ka után már két áramlásnak látszott, sötét elválasztó közzel.

A kiáramlások balra húzódtak és a baloldal élesebbnek tűnt fel. Az irány azonban ingadozásokat árult el és nem is volt oly biztosan meghatározható, mint HALLEY üstököse esetében. Lassanként átváltozott a legyező formájára szétterülő kiáramlási gerezd és a napfelőli oldalon domborodó burkolatok képződtek. «Szeptember 30-án esti hat órakor*, midőn a szürkület beállt, és az üstök fényíve épen hogy láthatóvá lett, az üstökös magva egészen elmosódottnak, kis felhőhöz hasonlónak tetszett. A Nap felé egy félgömbalakú ködburkolat lassanként elvált a magtól, úgy hogy 7 óra 40 perczkor a mag ép oly kicsiny és élesen határolt volt, mint az elválás előtt, egyúttal pedig szép köralakú fényív is környezte, oly burkolat, mely kifelé élesen határolva, hátra és a sötét tér felé nyitva volt. Ezenkívül az üstök fényességében az elsővel egyközepűen még egy másik, külső halványabb burkolat is mutatkozott.»

A burkolatok képződése október első napjaiban gyakrabban ismétlődött. Egy ízben BOND úgyszólván tetten érte a magvat, a mint épen burkolatot kezdett levegni. Két kis sugárban indult ki a magtól a fénylő anyag. Eleinte a félholdalakú burkolatok érintkeztek a maggal, de lassanként egészen különváltak.

A csóva is feltűnő változásoknak volt alávetve. Október 9-én a magtól nem messze az előrehaladó domború oldalon erősebben világítva, mint a csóva szomszédos részei, fényoszlop nyomult ki néhány foknyira. Két hasonló rövidebb és halványabb oszlop volt kétfelől;

* Astronomische Beobachtungen von JUL. SCHMIDT. Athen, 1863.

ezek a baloldalon a csóva szélénél tovább értek s ennek ott szabálytalan látszatot adtak, jobbfelől pedig a csóva



15. ábra. DONATI üstököse 1858. okt. 9-dikén.

fényes hátterével olvadtak össze. Ennélfogva a csóva két részre volt osztva, alsó, keskeny és fényesre, meg felső, igen széles, haloványabbra. (15. ábra.)

DONATI üstököse nemcsak a legszebbek egyike, melyeket valaha láttak, hanem az imént leírt kiáramlási tünetmények következtében a legtanulságosabbak közé is tartozik. A burkolatok képződése, hátrafelé görbülése és lefolyása szinte szemmel láthatóvá tette, hogy a csóvát a magból kilökött anyag alkotja, melyet valamely ki nem fürkészett erő a Naptól eltávolítani törekszik.

Míg e tekintetben az üstökös, úgyszólván, kitarja titkait, addig homály burkolja pályája természetét, mint már röviden jeleztük. Parabola a pályának dr. WEINEK LÁSZLÓ prágai csillagász és hazánkfia készítette perspektívás rajza.* E rajzban mind az üstökösnek, mind a Földnek szeptember 17-én, október 6-án és 15-én elfoglalt helyzetei vannak feltüntetve. Mindkét égi test nyugat-keleti irányban az óramutatóval ellenkezőleg, («direkte») haladt. «Azon esetben, ha a Föld megmaradt volna szept. 17-ki helyzetében» — mondja WEINEK — «az üstökös körülbelől a naptávol $\frac{1}{3}$ -ára 7 millió mfdre (52 mill. kilométer) közeledett volna hozzá, sőt — mi több — ha a Föld okt. 6-ki helyzete közelében maradt volna, a midőn az üstökös pályasíkjában állott, akkor október második felében a Nap előtt láttuk volna áthaladni az üstököst s csóvája *megcsapott volna bennünket.*» Ez eléggé világosan van mondva, de a pálya távolabbi részeiről kevés határozottat mondhatunk. A naptávolban, mely «6000 millió mfnyre van a Naptól (44 ezer mill. kilom.), sebessége állítólag csak 340 lábnyi lenne másodperczenként, tehát a hangénak csak $\frac{1}{3}$ -a (112 m.) s ezen pontot az

* L. Term.-tud. Közl. XIII. k. 1. tábla, 2.

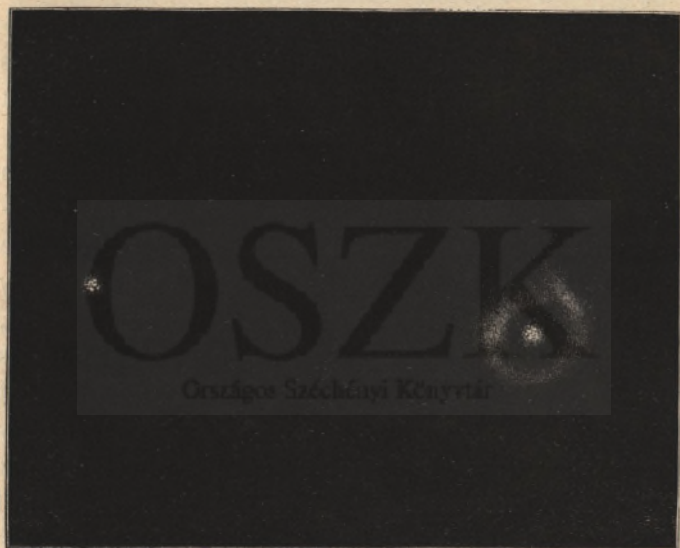
üstökös a X. század elején érte el». A keringési időt 1880, 2102, 2415 évre teszik a különböző számítók. Hisz a pálya igen kis darabjából kellett következtetést vonni, olyanból, mely ép úgy tartozhatik parabolához, mint ellipszishez. Kezdetben csakugyan parabolának tartották a pályát.*

Liais üstököse. A kettéoszlott BIELA-féle üstökös nem sokáig volt egyedüli példa arra, hogy kettős üstökösök is vannak. Már 1860-ban még egy ilyen fedezett fel LIAIS EMANUEL Olindában.

Brazília e városában a mondott évi februárius 26-án LIAIS egy ködfoltot látott, melyről addig semmi tudomása sem volt. Már a jelenség új volta valószínűvé tette a csillagos eget teljesen ismerő buvár előtt, hogy üstökössel van dolga; a sejtelem bizonyossággá lett, midőn a ködfolt mozgását konstatálhatták LIAIS és segédei. Tulajdonkép nem egy, hanem két ködfolt jelent meg, t. i. az először észlelt és szomszédságában egy gyöngébb, halványabb. A kisebb égi test a nagyobbak mozgását követte, tehát a felfedezőnek kétségtelenül kettős üstökössel volt dolga. A nagyobbik test közepét fényesebb, csillagnemű tömörülés foglalta el, a kisebbik gyenge fényű maradt márcz. 10-ig (16. ábra). E napon a mellék-üstökös fénye hirtelen növekedett, a főüstökös tömörebb magva eltűnt. A változás meglepő volt, de a következő napon még feltűnőbb dolog történt: a főüstökösben, a melyben két csillagnemű vagy maghoz hasonlító tömörülés látszott, (17. ábra), mintha ketté-

* «Az üstökösökről», írta WEINEK L. Term. tud. Közl. XIII. 97—112 l.

oszlás készülne. Az oszlás — úgy látszik — nem következett be, mert a következő napon újra csak *egy* mag látszott. Kevéssel utóbb félbeszakadtak az észleletek, mert az esős évszak beköszöntött. Mikor az új felfedezésnek híre máshova is eljutott, már nem láthatták az

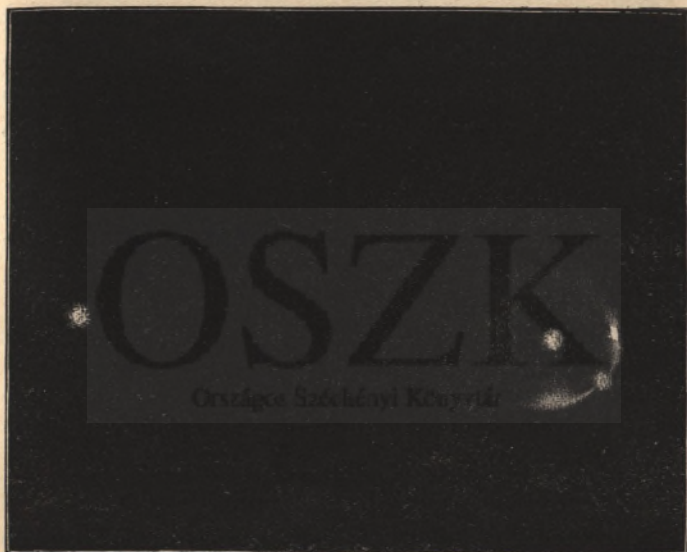


16. ábra. LIAIS kettős üstököse 1860. márczius 10-dikén.

üstököst. Pályáját kiszámította LIAIS, de az észlelt ív kicsinysége miatt nem eléggé pontosan. A számítások szerint az üstökös felfedezése előtt 10 nappal, azaz februárius 16-án érhetette el perihéliumát.

Sajnálni lehet, hogy az igen érdekes és ritka tüeményű üstököst csak Olindában és oly rövid ideig kísérhették figyelemmel.

Az 1861-iki II. számú üstökös. A következő évet igen fényes üstökös megjelenése tette nevezetessé. Ez a pompás égi test fényben meghaladta a DONATI üstökösét, mely még mindenkinek friss emlékezetében volt. Leginkább az lepett meg mindenkit, hogy az any-



17. ábra. LIAS kettős üstököse 1860. márczius 11-dikén.

nyira feltűnő új üstökös egyszerre egész fényében mutatta be magát. **TEBUTT** csillagász-műkedvelő pillantá meg először, mihelyt láthatóvá kezdett válni, Sydney városában. Junius 11-dikén Rio de Janeiroban olyformának látták, mintha magvát 2-odrangú csillag képezné; csóvája 40 foknyi volt. Junius 29-én Európában még semmi sem látszott, híre sem érkezett

még az impozáns jelenségnek, de a következő napon mindenkinek bámulatára holdnyi fejjel, óriási, 120 foknyi, tehát az égbolt $\frac{2}{3}$ -ára kiterjedő csóvával jelent meg az üstökös és oly intenzív fénnel, hogy először tűzvésztt sejtettek, később pedig az üstökös fényében fűrösztött házak, fák gyenge ugyan, de észrevehető árnyékot vetettek. Ezt az utóbbi nagyon ritka tapasztalatot csak ezuttal tették egész biztossággal, még pedig csak Dél-Európában, mert nagyobb szélesség alatt az alkonyati világosság miatt nem volt oly feltűnő az üstökös világító ereje.

A hirtelen jött üstökös szabad szemmel rövid ideig csupán július első felében volt látható; tehát nagysága és fénye rohamosan csökkent. Távcsővel nagyon sokáig, a szokottnál hosszabb ideig kísérhették.

A pálya számításával egyebek között MURMANN ÁGOST hazánkfia is foglalkozott; * véglegesen OPPOLZER állapította meg az elemeket. Kitűnt, hogy az üstökös annak előtte még nem észlelték; mindazáltal időszakos és keringési ideje 420 esztendőre tehető.

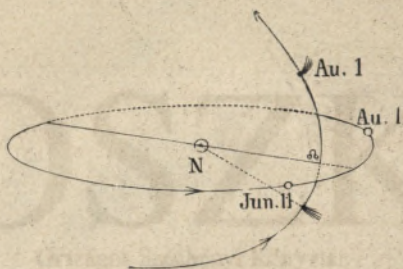
Midőn Európában legelőször látták, jun. 30-án véletlenül legfényesebb is volt, mert ekkor állt legközelebb a Földhöz, mintegy 15 millió kilométernyire. A Naphoz legközelebb június 11-én állt.

Pályája a Földpályára majdnem merőleges. (A hajlásszög $79^{\circ} 46'$.) Ábránk láthatóvá teszi ezt. Junius 28-án éjjel az üstökös a Föld és Nap közé került (18. ábránkban a Naptól jobbra, a Földtől balra). Állása

* Értekezések a math. tudományok köréből. II. kötet IV.

nem volt olyan, hogy a Nap előtt elvonulhatott volna, mert nem a ♁ csomópontban tartózkodott. Azt hitték, hogy csóvája elérheti a Földet, de PAPE vizsgálatai szerint ez az aggodalom alaptalan volt. A csóva tényleg nem is volt oly hosszú, mint nagy íve miatt az ember hihette volna. Jóval rövidebb volt, mint DONATI-é, csak 35 millió kilométernyi.

SCHWEIZER GÁSPÁR GOTTFRIED moszkvai csillagász (szül. Wyla-ban Zürich mellett, 1816) nagy távcsővel



18. ábra. Az 1861-iki nagy üstökös pályája.

különös dolgokat vett észre az 1861-ki üstökös fején. Junius 30-án olyannak tetszett a fej, mint az 5 küllőjű (19. ábra) tűzkerék. Volt magva, melyből öt görbült sugárkéve indult ki, s ezek közül négy ugyanazon irányban hajlott. A mag hosszúkás alakú volt; sőt kettősnek tetszett, de ezt nem lehetett egész biztossággal megállapítani. Julius 1-én tűzkerék helyett már legyező látszott (20. ábra), melyet a megrövidült küllők alkottak s melyet ködburkolat vett körül. Ez utóbbi jobb felől behajlott, a bal oldalon kétfelé ágazott. A következő napon a legyező-alak összefüggő volt és kisebb (lásd a 92. lapon

levő 21. ábrát). Körülötte széles szívalakú tömeg, s ennek alsó csúcsosodása helyett két hosszúkás nyelv alakú



19. ábra. Az 1861-iki üstökös június 30-dikán.

nyújtvány látszott. A mag alatt a csóva felé nyiló sötét öböl terjedett. A ködburkolatnak csak egy része volt

meg a bal oldalon halvány fényű ív alakjában, a mi a csóva egy részét képezhette.

Eladdig ily jelenséget üstökösökön nem észleltek; ezenkívül még oly ködburkolatok is támadtak rajta (lásd a 92-ik lapon levő 21-ik, a 93-ik lapon látható



20. ábra. Az 1861-iki üstökös július 1-én.

22-ik és a 94. lapon levő 23-ik ábrát), a melyek emlékeztettek a DONATI üstökösén (lásd a 81-ik lapon található 14-ik ábrát) feltüntetett rajzra. Ezeket is BOND és SCHMIDT észlelte. Tizenegy ily burkolat keletkezett 2—3 napi időközökben. A kiáramlás irányának ingadozását ez esetben nem tapasztalták.

Ha az 1861. üstökös csóvján június 28-án vagy 29-én nem is ment át a Föld, mint PAPE számításainak közzététele előtt hitték, annyi bizonyos, hogy a jelzett



21. ábra. Az 1861-iki üstökös július 2-án.

időben nagyon közel járt hozzánk. Az összeütközés úgyszólván hajszálon múlt.

Az 1862-iki II. számú üstökös. Ha nem következett volna oly hamar az imént leírt óriási üstökös után az 1862. évi második, ez is nagyobb figyelmet keltett volna talán. Egyébiránt fénye végig közepszerű maradt

és csóvjának látszólagos hossza a 20 fokot nem haladta meg.

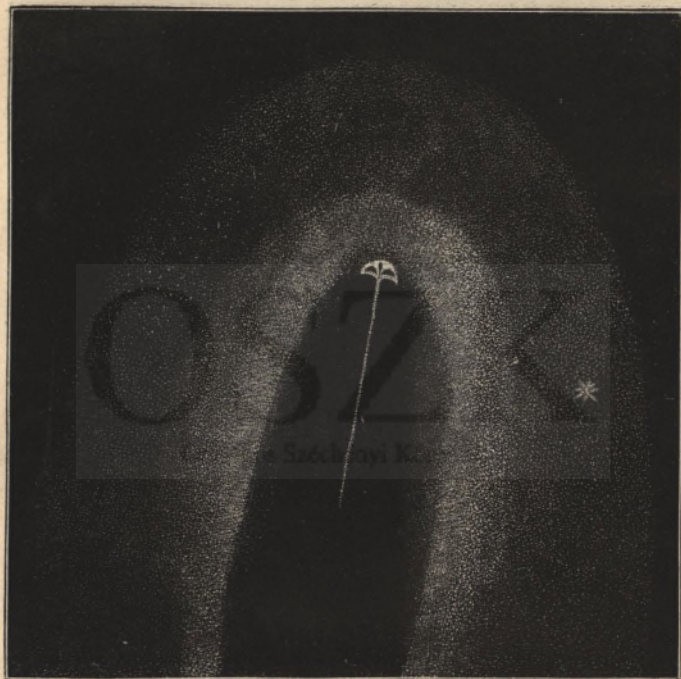
Hat helyen fedezték föl majdnem egy időben. Egy-



22. ábra. Az 1861-iki üstökös ködburkoiata.

szerre s egymástól függetlenül vették észre SWIFT, SIMONS, TUTTLE ugyanazon sorban Marathon, Albany és Cambridge Egyesült-Államokbeli városokban, továbbá a florenczi PACINOTTI, a római ROSA és a kopenhágai SCHJELLERUP. Szabad szemmel augusztus közepén kezdték észrevenni.

Minden bizonnyal az időszaki üstökösök sorába tartozik. Keringési ideje 124 év. Pályája arról nevezetes, hogy az augusztusi hullócsillagraj szintén bejárja.



23. ábra. Az 1861-iki üstökös ködburkolata.

Ez foknál fogva a hullócsillagoknál újra kell szólnunk róla.

Nagy mértékben volt aféle kiáramlása, a minőről HALLEY üstökösénél szólottunk. WINNECKE, BOND, SCHWEIZER és a leydeni csillagászok a távcsővel észlelt

alakváltozások egész sorát rajzolták le. A 24-től 34-ig terjedő ábrák augusztus hó 21-ik, 23-ik, 24-ik, 25-ik, 26-ik, 27-ik, 28-ik, 29-ik, 30-ik, 31-ik és szept. 4-ik napjára vonatkoznak. Látható, hogy ezen üstökös kiáramlásai ingaszerűen lengtek ide-oda, s e tekintetben HALLEY üstökösére emlékeztettek. (Képeinken a legyező



24. ábra. Az 1862-ik évi II. üstökös augusztus 21-dikén 9 órakor.

váltakozva egyenesen áll és bal felé hajlik.) Egy lengés ideje körülbelül 3 napot tett. Ugyanily időszaki ingadozások voltak láthatók a mag fényességén is. Itt is burkolatokat választott ki a mag folytonos egymásutánban, igazolva BESSEL azon nézetét, hogy a mag valamely eltaszító erő székhelye. Míg azonban HALLEY üstökösén a lengés a pálya síkjában, e síkra merőleges ten-



25. ábra.

Ugyanaz aug. 23-án 9 órakor.



27. ábra.

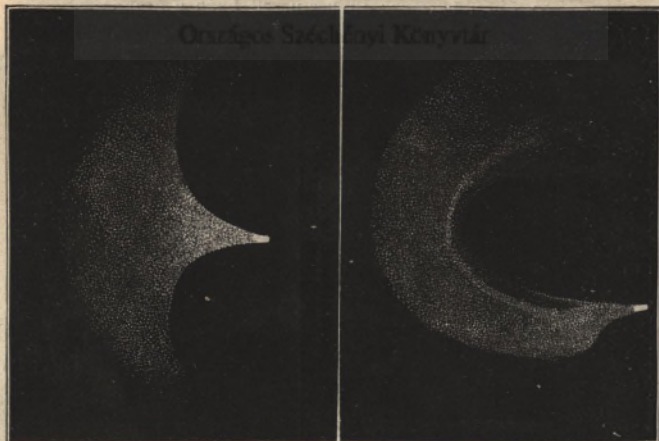
Ugyanaz aug. 25-én 11 órakor.



26. ábra. Ugyanaz augusztus 24-dikén 9 órakor.



28. ábra. Ugyanaz augusztus 26-dikán 9 órakor.



29. ábra.

Ugyanaz auguszt. 27-én 10 órakor.

31. ábra.

Ugyanaz auguszt. 29-én 10 órakor.



30. ábra. Ugyanaz augusztus 28-dikán 9 órakor.



32. ábra.

Ugyanaz auguszt. 30-án 9 órakor.



33. ábra.

Ugyanaz auguszt. 31-én 8¹/₂ órakor.

gely körül történt, addig WINNECKE* úgy találta 1862-ben, hogy a lengés más síkban, és pedig oly tengely körül ment végbe, mely a pályasíkra húzott merőlegessel nagy szöveget képezett. Ezen eltérés természetesen bonyolítja a magyarázatot és egyúttal figyelmez-



34. ábra. Ugyanaz szeptember 4-dikén 9 órakor.

tet, hogy az üstökösöknél nem kell sietni az elméletek felállításával, mert a tapasztalat még nem adott annyi adatot, hogy biztosan lehessen reájok építeni.

Tempel üstököse. Mint az 1862-ik évi II. üstö-

* FRIGYES, szül. 1835; előbb pulkovai, jelenleg strassburgi csillagász.

kös az augusztusi, úgy az 1866-ban felfedezett TEMPEL-féle üstökös a novemberi hullócsillag-rajjal függ össze. Ez üstökös keringési ideje 33·18 év; gyaníthatólag azonos a 868-ik és 1366-ik évi üstökössel. LEVERRIER szerint a TEMPEL-féle üstökös valamikor nagyon közel ért Uranushoz s pályáját e bolygó változtatta át elliptikussá.

Coggia üstököse. Hosszú várakozás után 1874-ben újra láttak fényes üstököst. COGGIA, marseillei csillagász fedezte fel április 17-én a Zsiráf csillagzatában.

Eleinte csak távcsővel kísérelhették mozgását, mely igen lassú volt. Bécsben* április 20-án észlelték; körülbelül 3 ívpercnyi átmérőjű ködtömeg volt, melyben egy fényes magot lehetett kivenni apróbb fénypontok közepett. A csóva képződése május vége felé kezdődött. Julius elején szabad szemmel még mindig azon helyen látták, a hol felfedezték; de most, miattal fénye gyorsan növekedett, sebes mozgásnak is eredt dél felé. A csóva még csak 15 foknyi látszólagos hosszúságot ért el, a fejtől kis távolságra már igen kis fényű volt s jelentéktelenül görbült. HIND és a berlini TIETJEN szerint július 8-án ért az üstökös a perihéliumba (100,575,000 kilom.). Július 7-én volt legközelebb a Földhöz (78 mill. kil.). Július 15-ke és 23-ka között éjfelente, midőn az üstökös feje már leáldozott, a csóva messzire felnyult, akár az éjszaki fény küllői, 60 foknyi ívet képezve. Délre fordulván az üstökös, Európában nem észlelhették, de a déli féltekén októberig szemmel kísérelhették.

* «T. Közl.» VI. 219. l. COGGIA üstököse.

A fej alkata új fejtörést okozott a csillagászoknak. A mag burkolatokat választott ugyan ki, de ezek nem helyezkedtek el egyközepesen. (35. és 36. ábra.)



35. ábra. COGGIA üstököse (1874).



36. ábra. COGGIA üstököse (1874).

A mint ez az üstökös feltűnt, szinte két hónapon át csaknem egyenesen a látás vonalában mozgott a Föld felé. Ez magyarázza kezdetben látszólag lassú mozgását,

Az 1880-iki nagy üstökös. 1880 februárius 5-dikén GOULD BENJAMIN APTHORP* Cordobában hatalmas üstököst pillantott meg, mely északi irányban haladt el a Nap mellett, de már 6-án déli irányban folytatta útját. Az irányváltozás az 1843-ki nagy üstökösre emlékeztetett, mely a Naphoz legközelebbi állásában a középponti test felületét majdnem surolta, másodperczenként 550 kilométernyi útát tett és $2\frac{1}{4}$ óra alatt megkerülte a Napot: a felszálló csomótól a leszálló csomóhoz jutott, tehát szintén irányt változtatott. Az új üstökös csóvája hasonlított az 1843-ki üstököséhez. A pálya-elemek egyezése is kiderülván, GOULD igen valószínűnek tartotta a két üstökös azonosságát.

De hogyan térhetett vissza az 1843-ki üstökös 37 év múlva? Hisz HUBBARD 530 esztendőnek találta keringése idejét. És ha HUBBARD rosszul számított, ha a visszatért üstökös valóban 37 év alatt járja be pályáját, új kérdés merült fel. Miért nem látták máskor is ezt a páratlan szépségű üstököszt?

Az utóbbi körülmény magyarázatát a pálya saját-szerűsége szolgáltathatta. Az északi féltekén csak azon esetben láthatják szabad szemmel az üstököszt, ha februárius, márczius, október vagy november hónapban érkezik perihéliumába, úgy hogy egy látható visszatérés után mindig több láthatatlan következik. Megeshetett tehát, hogy ritkán jelenvén meg és rövid ideig lévén látható, elkerülte a figyelmet. Így okoskodott

* Szül. 1824 Bostonban; előbb az Albany városabeli Dudley-intézet igazgatója. The astronomical Journal szerkesztője.

néhány csillagász, de bizonyára nem meggyőzően. Mert ha igaz is, hogy mi csak oly régibb észleletekről tudunk valamit, melyek az északi féltekén történtek; ha hihető is, hogy egyszer-kétszer észrevétlen maradhatott egy-egy üstökös, bár látható volt, vagy hogy bár látták, akkor sem jegyezték fel; senki sem fogja elhinni, hogy egy minden században látható igen fényes üstökös az *utolsó* néhány században is *mindig* észrevétlen maradt, vagy *mindig* hallgatással mellőztetett. Az a régibb feltevés pedig, hogy az 1668-ban és 1702-ben megjelent üstökösök azonosak voltak az 1843-kival, nem volt összeegyeztethető a 37 évi periodussal. Mindazáltal KLINKERFUES ERNŐ FRIGYES VILMOS, göttingai csillagász (1827—1884), ragaszkodott azon nézethez, hogy az 1668-ki, 1843-ki és 1880-ki években egy és ugyanazon üstökös tért vissza. Szerinte a keringési idő eredetileg 175 évet tett ki ($1668 + 175 = 1843$), de 1843-ban *megrövidült* és 37 évivé változott. A szóban forgó üstökösök ugyanis, kivétel nélkül nagyon közel érnek a Nap felszínéhez. Találhatni olyan pálya-elemeket, melyek az 1668-ki, 1843-ki és 1880-ki észlelésekkel egyaránt összhangzanak, s melyekből a perihéliumot 894,500 kilométernyinek számítják ki. Magának a Napnak félátmérője 694,000 kilométer hosszúságú. Az előbb említett távolságot a Nap középpontjától számítják; az üstökösnek a Nap felszínétől való távolsága tehát 200,000 kilométer vagy félakkora, mint a Hold és Föld köze. A Napot környező korona legalább 700,000 kilométer magasságú. Igaz, hogy ez az atmoszféra-féle

anyag rendkívül finom, de a protuberanciák, ezek a Napból kilövelt gázoszlopok is kiemelkednek 400,000 kilométerig. A Nap felszínéhez oly közel járó üstökös tehát anyagba, ellenálló közegbe ütközik, melyet irtóztató sebességgel, másodpercenként 540 kilométernyi útat téve, hasít át, s így kétségtelenül oly ellenállásra talál, mely keringése idejét tetemesen megrövidíti. Ha 1843-ban a sebesség csak $\frac{1}{3}$ kilométerrel csökkent, ez már elég volt — KLINKERFUES számítása szerint — arra, hogy a keringési idő 175 évről épen 37-re szálljon le.

A göttingai csillagász álláspontjára helyezkedve, nem szabad ez eredménnyel megelégednünk, hanem tovább kell vizsgálnunk, hogy mikor jelenhetett meg az üstökös 1668 előtt. KLINKERFUES azt is kiszámította. 1668-ban a 2039 évi keringési idő 175-re szállított le; a megelőző megjelenés tehát Kr. e. 371-re esett, a mikor ARISTOTELES leírása szerint valóban láttak oly üstököst, mely igen közel ért a Naphoz s igen hosszú és keskeny csóvájával tűnt ki.

Mikor fogjuk a nevezetes üstököst újra látni? KLINKERFUES szerint a pálya ismételt megrövidülése miatt 17—18 év múlva. Ha e jóslat beteljesül, egyzersmind a göttingai csillagász egész okoskodásának helyessége is bebizonyúl.

Térjünk vissza az 1880-ki megjelenéshez. A megfigyeléseket nem igen kedvező körülmények között és rövid időn át végezték. Az üstököst GILL a Jóréményfoknál februárius 1-én GOULD előtt látta. Ekkor csak a csóva látszott, mely — a Napot nyomban követve — a hegyek mögött leáldozott. A magvat csak

8-án vette észre GILL, felhőkön át. Februárius 23-án már nyoma sem volt az üstökösnek.

A csóva, melynek látszólagos hossza 35—40 fokot ért el, mindig igen keskeny volt s gyenge fényű. Ebben a tekintetben a tejútnak a Bika csillagzat körüli tájékához hasonlított.

Talán hamarább is lehetett volna az 1880-ki üstököst észrevenni, mint a hogy tényleg történt. A csillagászok határozottan későn lettek rá figyelmesek. Ilyesmi elég baj, mert ha valamely üstökös nem észlelhető elég hosszú időn át, kevés adat áll a számító rendelkezésére és a pálya kiszámítása sem történhetik kellő pontossággal. Hasonló elkésésnek elejét akarta venni JOHN TEBBUTT windsori csillagász (Új-Dél-Wales), midőn elhatározta, hogy minden este naplemente után nyugaton és lehetőleg reggelenként napkelte előtt a keleten is körül néz, hogy az esetleg felbukkanó és szabad szemmel látható üstököst megpillantsa. A jó szándékot csakhamar siker koronázza.

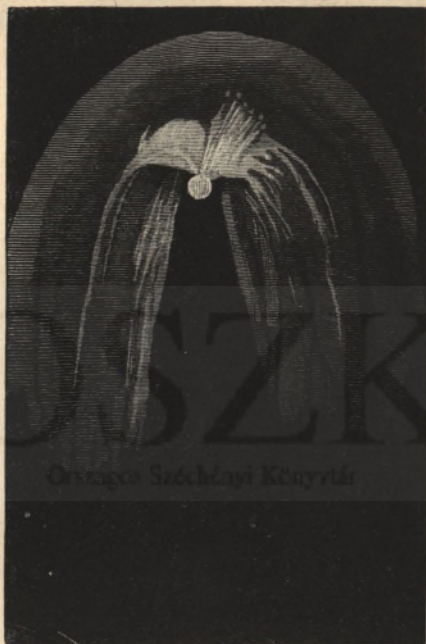
Az 1881-iki nagy üstökös (TEBBUTT-féle).
1881 május 22-én esti 6¹/₄ órakor TEBBUTT ködfélét pillantott meg a Galamb csillagképében. Tengerészeti távcsővel vizsgálva az előtte ismeretlen égi tárgyat, azt találta, hogy a ködfoltot a Véső csillagkép két apró csillaga és azonfölül egy üstökösfej alkotta. Az utóbbit ELLERY Melbourneban május 23-án szabad szemmel is láthatta, mert csillagszerű magvával 5-öd rangú csillaghoz hasonlított. Május 25-én GOULD Cordobában már 14 fok hosszú, 12 ívpercznyi szélességű egyenes csóvát észlelt æquatoreáljával,

GOULD további három napon át észlelte az új üstököst, pályáját kiszámította és június 1-én táviratilag tudatta PETERS csillagással, az «Astronomische Nachrichten» szerkesztőjével, hogy az 1807-iki THULIS-féle üstökös újra megjelent az égen. Ámde tévedett; nem az azonosság esete volt ez, csak az bizonyult be, mint más alkalmakkor is, hogy több üstökös majdnem ugyanazon pályán haladhat. Az ily üstökösök közös eredetűek. Az 1807-ki és 1881-ki III. üstökösök is közös eredetűek, majdnem megegyező pályán járnak, de azonosak nem lehetnek, mert míg THULIS üstököse — mint már említettük — elliptikus pályáját 1714 év alatt járja be, addig az 1881-ki üstökös pályája vagy parabola, vagy pedig — a svéd DUNER és ANGSTRÖM, továbbá a párisi BOSSERT számításai szerint — oly ellipszis, melyen az üstökös 2954 év alatt tér vissza a perihéliumba.

A párisi akadémiát az új üstökösről DOM PEDRO braziliai császár értesítette, ki pályaszámítást is megkísérelt. Európában először a kielii obszervatoriumban június 22-én látták az üstököst; Ó-Gyallán dr. KONKOLY THEGE MIKLÓS intézetében június 24-én vették észre, mely időtől fogva mindennapi észlelés tárgya volt.

A mag átmérőjét Ó-Gyallán 402 geogr. mérföldnyinek (Holdunk átmérője 468), a csóva hosszát pusztán szemmel 15—20, távcsővel 30 foknyinak (8 millió mérföld valódi hosszúság) találták. Ugyanott a színeképelemzés útján megállapították, hogy a mag izzó, magától világító szénhidrogénből áll.

DRAPER HENRIK tanár Amerikában az üstökösről fényképet készített. Az érzékeny lemezt elég volt kitenni az üstökös fényének 16 perczig. Bebizonyult,



37. ábra. Az 1881-iki nagy üstökös június 27-dikén.

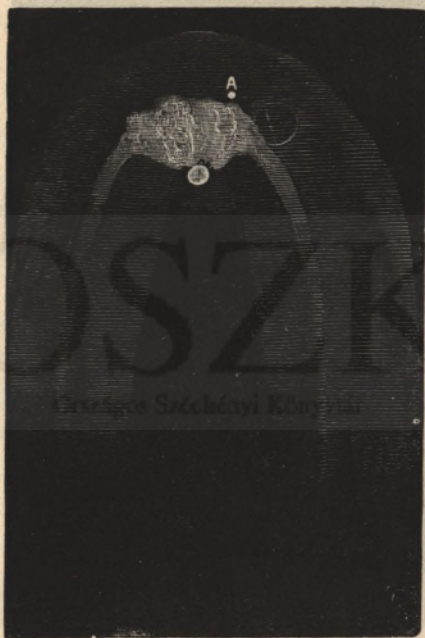
hogy az üstököst fotografálni lehet. A kép ábrázolja a magvat, az üstököt és a csóva egy részét.*

HUGGINS érzékenyített zselatin-lemezen 1 órai expozíció után az üstökös színekéből az ibolyaszín körüli résznek fotografiáját kapta, melyből kitűnt, hogy

* «T, Közlöny.» XIII. Az idei nagy üstökösről HELLER ÁGOST-tól

az üstökösnek a Nap visszavert fényén kívül saját fénye is volt.

A teleszkópi vizsgálat a már több üstökösnél (DONATI, 1861) észlelt változásokat felismerhetővé tette. Három szép üstökösrajzot készített PERCY

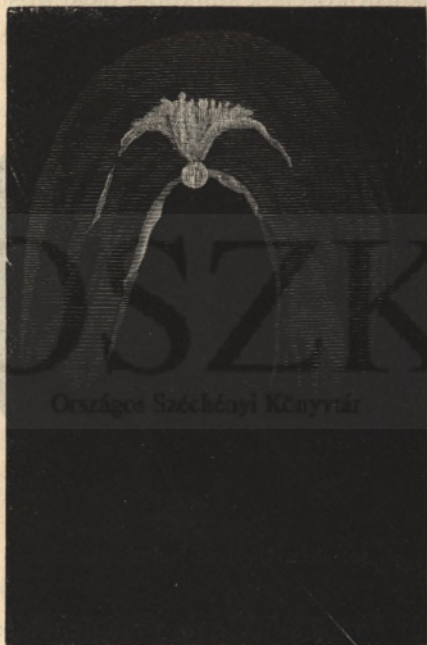


38. ábra. Ugyanaz június 29-én. A egy kis csillag.

SMITH június 27-én, 29-én és 30-án (37., 38., 39. ábrák). «E három kép világosan ábrázolja a Nap felé néző részen a magból kitörő anyagot, mely legyező alakban szétterjed és hátrafelé hajolva képezi a csóvát.» A 38. ábrán A egy kis csillagot képvisel. A képek

a kiáramlás lengő mozgását is feltüntetik. A 40. ábra AINSLIE COMMON üstökös-rajza.

Az üstökös fejét különösen a szimmétria hiánya jellemezte. Egyik napon világosabb volt a haladás iránya felé eső oldal, más napon az ellenkező.



39. ábra. Ugyanaz június 30-dikán.

Schäberle üstököse. A derült nyári éjszakákon a laikusok is figyelemmel kísérték a szép, fényes üstököst. Julius végén már nagyon sokat veszített fényéből. Ugyan ekkor egy másik szabad szemmel látható üstökös is feltűnt az égen: a SCHÄBERLE-féle, melyet az ily nevű csil-

lagász július 6-án fedezett fel Ann Arborban. Ennek az üstökösnek csóváján valami szokatlan volt, a mennyiben épen közepe volt legvilágosabb; más esetekben a fénykiáramlás, mely a magtól ered, hátrakanyarúlva a csóva fényes szélét alkotta. KONKOLY MIKLÓS megvizsgálta SCHÄBERLE üstökösének színeképét és kettősnek találta;



40. ábra. Ugyanaz június 29-dikén.

a gyenge folytonos színeképen 3 meglehetősen fényes csíkot látott.*

Az 1882-ki nagy üstökös. Talán még soha sem jelent meg oly fényes üstökös, mint az, melyet 1882 szeptember 11-én CRULS fedezett fel Braziliában. Argentínában vasúti hivatalnokok s más oly egyének,

* «T. Közl.» XIV. 339. l.

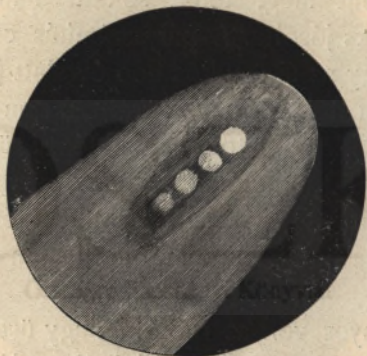
kiknek kora hajnalban van foglalkozásuk, már 5-én látták az üstököszt. Szeptember 18-án Chiliben, Argentínában és Braziliában mindenki figyelmét nappal is magára vonta; ép úgy a következő napon is. Minthogy közetlenül a Nap szomszédságában állt, «a Nap melletti fényes csillag» közbeszéd tárgya lett. Dél-Európában 17-étől kezdve szintén nappal látták.

A csillagászok eleinte azt hitték, hogy az 1880-ki üstökös jelent meg, tehát sokkal hamarább, mint KLINKERFUES jósolta. A pályaszámítás csakhamar kitüntette, hogy az új üstökös 800 év alatt járja be elliptikus pályáját, tehát azonosságról szó sem lehet. Mindhárom újabb időben látott nagyon fényes üstökös (1843, 1880 és 1882) hihetőleg egyazon egy nagyobb égi testnek külön vált részeiből alakult. Egészen hasonló pályákon halad nemcsak e három, hanem az 1887-iki I. üstökös is.

Mily fényes volt az 1882-ki nagy üstökös, kitünik abból, hogy a Nap töszomszédságában déli 12 órakor is látták, a mi egészen páratlan eset az üstökösök krónikájában. Minthogy útjában oly módon haladt el a Föld és Nap között, hogy a három test ugyanazon vonalba esett, a Nap korongjára vetítve mint végig húzódó fekete pontot vagy kövecskét láthatták volna, de mivel valószínűleg a legnagyobb izzási hőmérsékkel bírt, nem vált ki a napkorong fényes hátteréből, hanem eltűnt, a mint a Nap tányérjával érintkezett.

Több helyen észrevették, hogy az üstökösnek magva két- és többfelé oszolt. Október 27-én, midőn a bécsi nagy (26 hüvelyknyi) refraktort irányozták

feléje, olyan orsó-alaknak látszott a mag, mely hossza egyharmadának végpontjában vékonyodást tüntetett fel. Ekkor kezdődött az oszlás; 31-én már be volt fejezve. A kettévált mag mindkét részén azon helyek voltak a legfényesebbek, melyeknél az elválás történt. A Naphoz közelebb eső mag volt a fényesebbik. Később a mag különvált darabjainak száma négyre növekedett (41. ábra). Mily irtóztató forradalmak me-



41. ábra.

Az 1882-ik évi üstökös október 12-dikén.

hettek végbe az üstökös tömegében! Mily borzasztó rombolás szakította széjjel a fényes magvat! Kétségtelesenül a Nap közelsége, a kimondhatatlan nagy hőség okozta a változásokat. És igazán csodálni való, hogy az üstökös fényessége mindamellett nem csökkent, sem pályája meg nem zavarodott.

A főcsóván kívül, mely — mint az üstökösöknél rendszeren — a Naptól el volt fordítva, még egy mellékcsóva is látszott, mely a Nap felé irányult. Meg-

lehet, hogy e második nyúlvány sem volt külön csóva, mert igen jó távcsövekkel észre lehetett venni, hogy az egész üstököst csóvástól csőalakú ködburkolat vette körül, melyet sem megmagyarázni, sem a bolygók világának valamely jelenségéhez hasonlítani nem lehet.*

1886. IX. Gothard fényképei. Szabad szemmel látható üstökös 1886-ban is jelent meg. Október 4-én fedezte fel HARTWIG Bambergben. Eleinte kerek, fényes ködfolt volt, sűrűbb középső résszel, csak távcsővel látható. Október végén kezdték szabad szemmel látni, november végén a csóva 5 foknyi hosszúságot ért el, december elején a mag 3-ad, sőt 2-od rangú csillag fényével birt. Ugyanekkor második, rövidebb csóváját is tisztán látták, sőt — BARNARD szerint — nov. 23-tól 28-ig három csóva nyúlt ki az üstökösből. Januárus elején a mi félgömbünk észlelői elvesztették szem elől az égi testet.

Nevezetesek ezen üstökös fényképi felvételei, melyeket magyar csillagász készített.

GOTHARD JENŐ Herényben már okt. 29-én, midőn az üstökös még teleszkópi volt, 25 percz alatt oly fényképet kapott, melyen a mag és üstök igen tisztán, a csóvának pedig némi nyoma látszott.

Fényesen sikerült a fényképezés november 27-én. A magvat burkoló ködtömeg oly fényerővel hatott az érzékeny lemezre, hogy e miatt a mag képe egyáltalában elő nem tűnhetett. Kerek, igen világos ködtömegből két csóva nyúlt ki, egymással 50 foknyi szöget ké-

* «T. Közl.» XIV. 469. l.

pezve. A déli gyengébb csóva egyenes irányban a napi mozgással majdnem párhuzamosan húzódott; délen éle-
sebben határolt, észak felé elmosódó volt. Az északi
csóva három hosszabb, szintén egyenes, gyenge ködbe
burkolt sugárból állt. A középponti ködtömegeből a
csóvákön kívül 2—3 rövid köd-nyújtvány indult ki.

A következő éjszakán készült fényképnek a magvat
burkoló ködtömege sűrűbb és nagyobb, a déli csóva
sokkal rövidebb s elmosódó volt, az északi csóvát pedig
két élesen határolt, egymástól 10 foknyira elhajló sugár
képezte. E két sugár között köd töltötte ki, mely közép-
pen harmadik, gyengébb sugárrá sűrűdött. A két, már
az előbbi napon is lefényképezett csóván kívül, tőlük
sötét térrel elválasztva, még két sugár látszott.

Ennyi részletet azért sikerült felvenni, mert az expo-
ziczió egy álló óráig tartott; de a hosszú idővel kár is
járt: t. i. a magnak kellőnél hosszabb exponáltatása, mi
miatt a mag képe nem keletkezhetett. GOTHARD JENŐ
ennélfogva külön fényképeket készített a magról 3 és
6 percnyi expoziczió útján. Mint a képekből kitűnik,
a mag kicsiny, hosszúkás, elmosódott volt.

GOTHARD JENŐ-nek valóban teljes igaza van,
midőn azon meggyőződését nyilvánítja, hogy az üstö-
kösök fotografiai megfigyelése nagy mértékben elő-
mozdítja ezen érdekes égi testek ismeretét. Ha ha-
marább alkalmazták volna, már most is sok jellemző
adat birtokában volnánk. A szerény sötét kamara di-
adalmasan versenyez az impozáns távcsővel, melynél
egyszerűbb, sokkal olcsóbb és a műkedvelő csillagász
számára mindenesetre hozzáférhetőbb eszköz.

III.

AZ ÜSTÖKÖSÖKRE VONATKOZÓ ÁLTALÁNOS MEGJEGYZÉSEK.

Az üstökösök alakja. Miután a legnevezetesebb üstökös-megjelenéseket megismertettük, helyén való némi általános áttekintést adni, legelőször is az üstökösök külső alakjára vonatkozólag. Meg kell állapítanunk azt, a mit a természetrajzban valamely meghatározandó faj habitusának neveznek. Vizsgáljuk meg mindenekelőtt, hogy mi az üstökös tipikus alakja?

E vizsgálatot nagyon nehezíti az a körülmény, hogy látszólag *több* üstökös-típus van. Első tekintetre felöltő az a különbség, mely a jól kifejezett, 3 alkatrészből álló és nevét megérdemlő *üstökös* és a szintén úgy nevezett, sokszor csak távcsővel felismerhető ködtömeg között mutatkozik.

Igen találó megjegyzés azonban NEWCOMB-tól, hogy hasonlóság van azon *növekedés* között, melyet az üstökösöknél a csillagász és az állatoknál a zoologus vesz észre. Valamennyi üstökös egyformán ködfoltnak látszik, midőn a távcső elé kerül és csak lassanként fejlődnek ki a szemmel látható különbségek. Ha vala-

mennyi üstökös közelről volna vizsgálható, talán könnyebben lehetne a különféleségben az egységet feltalálni.

Egyelőre a különféleség igen nagy és az üstökös ugyanazon részének alkatában is jelentkezik. Milyen például a fej, mely valamennyi üstökösön kivétel nélkül előfordúl? Egyszer kicsiny; másszor nagy. Egyáltalán nem jellemző, hanem véletlen dolog, hogy a fej látszólagos nagysága soha sem multa még fölül a Holdét, azaz hogy eddigelé még senki sem látott a Holdnál nagyobb üstökösfejet. A valódi nagyság, melyet az üstökösfejeknél gyakran meg lehet határozni, igen különböző. Az 1811-ki üstökös feje 2 millió, a HALLEY-féléé (1835-ben) 600,000, az 1847-ik évi V.-é csak 30,000 kilométer átmérőjű volt; sőt talán ugyanazon üstökösfej is különböző időben különböző nagyságú. A fej kisebbedik, midőn az üstökös a Naphoz közeledik. Így ENCKE üstökösén 1828-ban, midőn a Naptól való távolsága a Nap és a Föld közti távolságnak körülbelül másfélszereséről lepadva, az eredetinelé majdnem háromszor kisebbé lett, a fej átmérőjét először 488,000, utoljára csak 19,000 kilométernyinek találták; 1838-ban pedig a Naptól való távolságoknak valamivel nagyobb csökkenésekor az átmérő 420,000 kilométerről 4500-ra szállt le. És noha kétségtelen, hogy az olyan üstökös, mint az ENCKE-é, melynek szélei elmosódottak, részben láthatatlanná válik, midőn a Naphoz igen közel — a Merkurnál is közelebb — áll, mert ekkor nem sötét égboltozaton, hanem csak szürkületkor észlelhető, a mikor ködös széle a világos hát-

tértől meg nem különböztethető; noha ebből önkényt következik, hogy p. 4500 kilométer nem volt az egész fejnek, hanem csak látható részének átmérője: mindazáltal joggal feltehető, hogy az átmérő kisebbedése nem állna be oly feltűnően és oly fokozatosan, mint észlelték, ha az csak látszat volna és legalább részben a valóságnak meg nem felelne.

Némelykor a fej befelé fényesebb, alakja határozatlan; máskor a fényesség mindenütt egyforma, a körvonalak szabályosak. Az ilyen egyformán fényes fej néha kerek, máskor hosszúkás. A hol középső fényesebb rész van, ott az utóbbi még nem szükségképen mag (nucleus). Koncentrált fénypont értendő ezen, mely a befelé nagyon tetemesen fokozódó sűrűség maximuma. A mag helyzete a fejben korántsem egyforma. Néha épen a középpontot foglalja el, de gyakran excentrikus fekvésű. Mint láttuk, két magva is lehet egy üstökösnek; 1882-ben egy mag az észlelők szemelátára oszlott ketté. Alakra, fényre, nagyságra nézve a mag igen különböző. Egész kör- vagy félköralakú. Az 1843-ki, 1855-ki és 1882-ki üstökösökön oly fényes volt, hogy világos nappal is kivehették. Tudunk példát 4000, 1000 és 300 kilométeres nucleusra (1811, 1858 és 1798-ból). A fej és mag különböző forrongásait, elváltozásait annak helyén bőven leírtuk. Itt tehát egyformaságról szó sem lehet.

Csóvák. A közönséges felfogás szerint az üstökös legtipikusabb része a csóva. Igaz, hogy ez más égi testnél nem fordul elő (a tűzgolyók nyújtványa egészen más, melyet megkülönböztetésül uszálynak fogunk

nevezni); de nem minden üstökösnek van csóvája, sőt a túlnyomó rész a nélkül szürkölködik. A fényesebb üstökösökön rendszeren csóva-képződés is található, mely nem mindjárt keletkezik, hanem csak a Nap közelében. A csóva eleinte kicsiny, de folyvást növekszik, némelykor lassan, máskor igen gyorsan.

A csóva hossza a legkülönfélébb, még pedig mind a látszólagos, fokokban kifejezett hosszúságról áll ez, mind a valódiról. Hadd szóljon erről a táblázat.

Látszólagos hosszak		Valódi hosszúságok	
Üstökös	Hosszúság	Üstökös	Csóva hossza
1858-ban	60 fok	1861-ki	35 mill. kilom.
1843-ban	65 „	1858-ki	80 „ „
1811-ben	90 „	1811-ki	110 „ „
1618-ban	104 „	1843-ki	250 „ „
1861-ben	120 „		

E számokhoz alig kell magyarázat. A 120 foknyi csóva az égboltozatnak felénél jóval nagyobb részét fogja át. A 250 millió kilométer kellő megbecsülése végett csak el kell gondolnunk, hogy a Föld távolsága a Naptól 148 $\frac{1}{2}$ mill. kilométer, tehát amannál több mint 100 millió kilométerrel kisebb. Látjuk egyszersmind a közölt példákából, hogy a csóva nem annál hosszabb, mentől fényesebb az üstökös, mert p. az 1882-ki üstökös sokkal fényesebb volt, mint az 1861-ki és mégis jóval rövidebb volt a csóvája.

Az 1843-ki üstökös csóvája áthidalhatta volna a Nap és Mars közti ürt. Miféle anyag az, mely ily ropant tért kitölt? Bámulatos csóva képződik néhány

nap, sőt néhány óra alatt is. Miféle erő képes az anyagot oly rövid idő alatt oly nagy távolságokba taszítani?

A csóva rendszeren — de nem mindig — el van fordítva a Naptól. Némely hosszú csóvájú üstökös a perihélium alkalmával igen közel jő a Naphoz, ezt rövid idő alatt megkerüli és így pár óra alatt tetemes ívet ír le. Ha valamely hosszú vonal az egyik végpontja körül forog, a másik végpont igen tetemes sebességű nagy utat fut be. Pár száz millió kilométernyi csóva végpontjának forgási gyorsasága szinte mesés. Szilárd test ily örült forgásnál széjjel szakadna. Hihető tehát, hogy a csóva nincsen szilárd összeköttetésben a maggal; hihető az is, hogy igen finom laza anyagból áll. Az utóbbi annyival bizonyosabb, mert a csillagok fénye a csóván keresztül teljesen gyengítetlenül látszik.

Az a szabálytalanság, mely az üstökösöket általában jellemzi, legkirívóbb a csóva alakján. A csóva hol egyenes, hol görbült. Szélei néha párhuzamosak, máskor az egyik széle elhajló, míg máskor mind a kettő az, de ellenkező irányban. Lehet az üstökösnek egy, két vagy több csóvája. Említettük, hogy DONATI üstökösének egy görbe fő- és két egyenes mellék-, az 1744-kinek összesen 8 csóvája volt. 1877-ben rövid ideig láttak egy üstököst, melynek kisebb csóvája a nagyobbikkal derékszöget képezett.

A legtöbb üstökös szabad szemmel láthatatlan, teleszkópi. Az ilyen pusztá ködtömeg és az összecserélésig hasonlít a ködfoltokhoz, melyek vagy álló csillagok sűrű halmazai, vagy az őstömegnek mérhetetlen távolban szétszórt részei.

Üstökőshajhászat. A nevezetesebb üstökösökről szólva, többnyire felemlítik fölfedezőiket is. Több oly felfedező nevével találkoztunk, a ki valóságos szenvedéllyel hajhászta az új üstökösöket.

A XVII. században csak GOTTFRIED KIRCH keresett távcsővel üstökösöket. Mint tudjuk 1680-ban szerencsés siker koronázta fáradozását.

A XVIII. században különösen MESSIER hajhászta az üstökösöket, és sikerült 14-et fölfedeznie. Mint tudatlan fiatal ember került J. N. DELISLE házába; szép írása miatt irnokúl fogadták fel. Már ekkor fedezett fel üstökösöket, de a dicsőséget munkaadójának engedte át — élelem és lakásért. Egyébiránt DELISLE őt jó gyakorlati csillagásszá is kiképezte. MESSIER-nek elméleti ismeretei nem voltak soha. Egyszerre vette hírért felesége halálának és annak, hogy MONTAIGNE Limogesben új üstököst fedezett fel. MESSIER nem törődött az első hírrel és csak azon jajgatott, hogy MONTAIGNE őt megelőzte az üstökös fölfedezésével.

Az üstökös-keresők között egy nő nevével is találkozunk. HERSCHEL KAROLINA (1750—1848) ez, ki halhatatlan bátyja, VILMOS mellett mint segéd működött 50 font évi fizetéssel, és ki 1786 és 1797 közt nyolcz üstököst fedezett föl.

A többször említett JEAN LOUIS PONS 1801 és 1827 között Marseille, Marlia és Flórencz városokban 37 üstököst fedezett föl; JEAN FÉLIX ADOLPHE GAMBART, BIELA versenytársa, 1802 és 1833 között 13-at; GOTTFRIED SCHWEIZER moszkvai csillagász, született

svájci, 1847-től kezdve 11-et (de ezek közül csak négy kizárólag övé).

Mint fölfedezők említést érdemelnek: FELIX VICTOR MAUVAIS (1809—1854), ki öngyilkossá lett, mert mint republikánust elmozdították segéd-obszervátori állásáról, BRUHNS, DONATI, HIND, KLINKERFUES, RESPIGHI, TEMPEL, TUTTLE, WINNECKE sat.

Az üstökösök fölfedezése többnyire a véletlen szerencse műve. A ki kizárólag keresésre fordítja idejét, természetesen hamarabb találkozhatik kedvező véletlennel. A legtöbb csillagásznak ideje nem engedi, hogy üstökösöket keressen.

Többször díjakat tűztek ki üstökösök fölfedezésére. Így a dán király, a bécsi akadémia, az amerikai tudománykedvelők sat.

D'ANGOS maltai lovag «Des Herrn Ritter von Angos' Beobachtungen und Bestimmungen der Bahn des II. im Jahre 1784 erschienenen und von ihm selbst entdeckten Kometen» című értekezésével üstökös-fölfedező hírébe akart volna jutni. DELAMBRE-nak azt hazudta, hogy észlelési naplója a maltai csillagvizsgáló intézettel együtt elhamvadt. Az egész fölfedezés — mint ENCKE kimutatta — koholmány volt.

Hasonló hamisítással vádolta KMETH DÁNIEL főnökét, PASQUICH-ot, a budai csillagászt, kinek védelmére kelvén ENCKE, BESSEL, OLBERS, GAUSS, KMETH támadásait aljas rágalomnak nyilvánították.

Üstökös-keresés. Mi módon történik az üstökösök keresése? E célra különös szerkezetű távcsöveget szokás használni, melyek üstökös-keresőknek nevez-

tetnek. Nem szükséges, hogy erősen nagyítsanak, sőt ellenkezőleg, hasznos, ha nagyító képességek korlátozott. Keresés levén a cél, jó, ha a látás mezeje mentől nagyobb; tehát a cső mentől rövidebb legyen. A mérsékelt nagyítás másik haszna az, hogy a vizsgálat alá vett tárgy nem tűnik fel túlságosan széjjelhúzva, minél fogva az olyan gyenge fényű tárgy, mint a ködnemű teleszkópi üstökös, még eléggé világosan látható. Egészen más, ha a már magában nagy fényerejű üstököszt a végből vizsgálják a csillagászok, hogy a belső részében végbemenő változásokat megleshessék; ekkor természetesen a legnagyobb távcső és ennek legerősebb nagyítása ajánlható. Ha ily nagy műszerekkel csupán az üstökösnek helyét akarjuk meghatározni, megint mérsékelt nagyítás szükséges és a leggyengébb szemlencsék használandók.*

A keresés azzal indul meg, hogy az észlelő a távcsövet az ég valamely tájára irányozza és vizsgálja a netalán látható ködtömegeket, melyek — mint már említettük — vagy igazi úgynevezett ködfoltok, vagy üstökösök. A távcső irányát változtatva, az égboltozat részeit és csillagzatait sorra véve lassan és gondosan kell átkutatni. Szabályokat felállítani nem lehet. Kinek jó szeme és szerencséje van, az talál valamit. A siker multhatatlan feltétele bizonyos gyakorlottság. A ködfolt, melyben üstökösre kell ismerni, rendesen igen gyenge fényű. De az erős és gyenge viszonylagos fogalmak.

* V. ö. GOTHARD JENŐ Az újabbkori csillagászat módszerei és megfigyelésmódjai. Népsz. term. t. előadások IX. kötet, 53. füzet. 1886.

A tapasztalt csillagász elég világosnak és félreismerhetetlennek tarthat egy ködnemű tárgyat, melyet az ujoncz talán meg sem lát, noha az illető helyre irányozza műszerét és figyelmét.

Az időre, a nap szakára nézve, s arra, hogy mikor tanácsos üstököst keresni, lehet némi útmutatást adni. Az üstökös akkor válik láthatóvá, midőn a Naphoz közeledik, illetőleg elég közel van hozzá. A látható üstökösök a Nap szomszédságában jelennek meg. Hogy könnyen észrevehetőkké váljanak, mindenesetre be kell várni a sötétség beálltát, a Nap leáldozását. De mentől kevésbé mélyen van a Nap a szemhatár alatt, annál nagyobb azon térnek a szemhatár fölötti része, melyben üstökösök láthatók. Legjobb tehát vagy mindjárt naplemente után nyugaton, vagy kevéssel napfelkelte előtt keleten keresni.

Oly vidékeken, hol a szürkület igen világos és hosszú, nehezebb az imént említett kedvező időpontok alkalmával sikeresen kutatni. A holdvilág természetesen szintén gátlólag hat. Még a legnagyobb üstökösök is egészen másként látszanak, ha egyszer csillag-, máskor holdfény mellett tűnnek szemünkbe. Hogy a különbség mekkora lehet, arról fogalmat szerezhetünk, ha a tejútat holdas és holdatlan éjeken vizsgáljuk.

Akárhányszor megesett, hogy két és több csillagász is felfedezte ugyanazon üstököst. Ily munka-pazarlás megakadályozása végett az amerikai csillagászok, igen józanul munka-felosztást ajánlottak. Több üstökös-kereséssel foglalkozó csillagász szövetkezik, felosztja az eget egyenlő részekre s mindegyikök egy kijelölt

rész átkutatására szorítkozik. E módszert már is nagy haszonnal alkalmazták.

Az üstökösök száma. Bármily buzgón kutatjuk az üstökösök történetét, nem sikerülhet valamennyi eddig megjelentnek nyomára akadnunk. Semmit sem tudunk a történelem előtti idők üstököseiről; igen keveset azokról, melyeket a déli félgömbön vettek észre. A xv. század előtt többnyire csak Khinában lajstromozták a csóvás égi testek megjelenését. A keresztény időszámlálás előtti korból mindössze 53 üstökösről van említés. A legrégebb feljegyzés Kr. e. 612-ről szól.

Kr. születése után megjelent:*

az I. században	22	a X. században	26
a II. „	23	„ XI. „	36
„ III. „	44	„ XII. „	26
„ IV. „	27	„ XIII. „	26
az V. „	16	„ XIV. „	29
a VI. „	25	„ XV. „	27
„ VII. „	22	„ XVI. „	31
„ VIII. „	16	„ XVII. „	12
„ IX. „	42	„ XVIII. „	36

szabad szemmel látható üstökös. Ehhez járult a mi századunkban 1882 végéig még 20. Összesen kerek számmal 500 üstököst láttak szabad szemmel Kr. születése óta.

Teleszkópi üstökös vagy 200 jelent meg ugyanazon idő alatt. Ezek $\frac{4}{5}$ -öd részét a mi századunkban észlelték.

A fentebbi kimutatás szerint minden négy eszten-

* Arago, Astron. populaire livre 17. chap. 15.

dőre átlag egy szabad szemmel látható üstökös esik; sőt ennél valamivel több, mert 4×500 már 2000.

Összesen 700 üstökösről van tudomásunk 19 század lefolyása alatt, tehát még 2 évre sem esik egy.

De e csekély középszámok ne vezessenek tévútra bennünket, midőn azt kérdezzük, hogy hány üstökös van? Valójában az üstökösök száma roppant nagy. Anynyi van, mint hal a tengerben, mondta már KEPLER (sicut pisces in mari).

Napjainkban buzgón keresik az üstökösöket távcsővel és száz év alatt vagy 200-at találtak szabad szemmel és teleszkóppal. Hasonló körülmények között tehát Kr. születése óta 700 helyett 3800-at kellett volna találni.

A legtöbb csillagász az északi féltekén működik. Ha a déli csillagos égről többet tudnánk, bizonyára sokkal több üstökös megjelenéséről is értesültünk volna, mint a jelenlegi körülmények között.

Vegyünk csak 4000 üstökösöt 2000 évre, tehát évenként kettőt. Mi csak azon üstökösöket látjuk, melyek a Naphoz és Földhöz egyaránt közel jutnak. Ilyen is tömérdek lehet, mert a naprendszer millió évek óta áll fenn; látható üstökös tehát több millió van, ha minden évben két új üstökös kerül tartózkodó helyünk közelébe.

De semmi okunk sincs feltenni, hogy a világtér távolabbi részeiben kevesebb üstökös bolyongana. A létező üstökösök száma tehát végtelen nagy.

LAMBERT és újabban ARAGO bizonyos feltevések mellett legalább azon üstökösök számát akarta meg-

határozni, melyek perihéliumai a mi naprendszerünkön belül esnek. ARAGO 20 milliót kalkulált ki; LAMBERT a Saturnus pályáján belül csak két milliót, de mivel az ő ideje óta a Neptunt is felfedezték több csekély perihéliumú üstökössel együtt, a LAMBERT feltevései mellett 100 millióra növekednék az üstökösök száma a mi naprendszerünkben. Az efféle — mindenestre igen elmés — számítások merő hozzávetésen alapszanak. Így p. mind ARAGO, mind LAMBERT föltételezte, hogy az üstökösök egyenletesen vannak elosztva a térben, a mi nem hihető, mert egy-egy században nemcsak a szabad szemmel látható üstökösök száma volt majd nagyobb, majd kisebb, hanem legújabbán is azt lehetett tapasztalni, hogy az összes megjelent üstökösöket számítva, némely évre sok, más évekre kevés üstökös esett. A valószínűség minden bizonnyal az üstökösök nagy száma mellett szól. Ők népesítik naprendszerünket, melyben hozzájuk képest a bolygók, sőt az aszteroidok is elenyésző kisebbséget képeznek.

Időszakos és nem időszakos üstökösök.

Az üstökösök pályájának meghatározása azon eredményre vezetett, hogy a legtöbb ily égi test mozgása parabola vagy ehhez igen közel álló. Igen kevés számú — és mindig bizonytalan — esetekben azt hihette a pályaszámító, hogy hiperbolára akadt; gyakran minden kétséget kizárólag ellipszis-alakúnak találták a pályát. Mindenképen túlnyomó azonban a parabola. Ha végigtekintünk egy megbízható üstökös-lajstromon,*

* Ilyen az OLBERS és GALLE lajstroma, melyhez az Astronom. Nachrichten 112. és 113. kötetében a GALLE-től közzétett pótlékok tartoz-

úgy találjuk, hogy a legelfogadhatóbb pályaszámítások szerint van:

220 parabola-,
70 ellipszis-,
6 hiperbola-pálya.

Tegyük fel, hogy a parabola csak mint közelítő eredmény nyeretett és valósággal valamennyi üstökös-pálya vagy ellipszis vagy hiperbola. Felosztva a 220-at 70 és 6 arányában, volna vagy 270 ellipszis és 25 hiperbola pálya, tehát 270 időszakos üstökös és 25 olyan, mely nem tartozik naprendszerünkhez.

Kétségtelenül időszakosnak természetesen csak az olyan üstökös mondható, melynek visszatérését tényleg észlelték. Ilyen csak 12 van. Közöljük itt 52 időszakos üstökös jegyzékét a legkisebb keringésű idejűtől kezdve lefelé. Tanulságos egyuttal a perihélium és afélium értékét összehasonlítani, mert ez fogalmat ad az ellipszis elnyúltságáról. A Naphoz legközelebbi és legtávolabbi állások mérésében egységül a Föld és Nap közötti középtávolság, $148^{1/2}$ millió kilométer. Például 0.5 mint perihélium-érték azt teszi, hogy az illető üstökös, midőn a Naphoz legközelebb áll, $148^{1/2} \times 0.5$ millió kilométernyire van tőle.

nak. Későbbi üstökösökre nézve I. Tableau des comètes apparues de 1855 à 1884 az Annuaire du bureau des longitudes 1885 és 1886-iki folyamaiban.

Üstökös	Keringési idő (évek)	Perihélium	Afélium	Üstökös	Keringési idő (évek)	Perihélium	Afélium	
Encke ---	3·29	0·333	4·09	1843 I. ---	376	0·01	104·28	
Tempel (1873)	5·20	1·34	4·66	1846 VI. ---	401	0·63	108·21	
Brorsen ---	5·46	0·59	5·61	1861 I. ---	415	0·92	110·40	
Winnecke ---	5·73	0·83	5·57	1861 II. ---	422	0·82	111·70	
Tempel (1867)	5·98	1·77	4·82	1793 II. ---	422	1·49	111·03	
Tempel (1869)	5·99	0·74	5·53	1746 ---	515	0·95	127·55	
D'Arrest ---	6·61	1·32	5·76	1840 III. ---	743	0·74	163·20	
Biela {	I. ---	6·59	0·86	6·17	1882 II. ---	843	0·01	178·47
	II. ---	6·63	0·86	6·20	1811 II. ---	875	1·58	181·44
Faye ---	7·44	1·74	5·97	1860 III. ---	1000	0·29	211·30	
Denning ---	8·83	0·72	7·83	1807 ---	1714	0·65	286·07	
Tuttle ---	13·81	1·03	10·48	1658 III. ---	1950	0·58	311·40	
1866 I. ---	33·2	0·98	19·68	1769 ---	2090	0·12	326·80	
1852 II. ---	61	1·25	29·61	1827 III. ---	2611	0·14	379·10	
1812 ---	71	0·78	33·40	1846 I. ---	2721	1·48	388·32	
1846 III. ---	73	0·66	34·40	1811 I. ---	3065	1·03	421·02	
1815 ---	74	1·21	34·10	1763 ---	3196	0·50	434·32	
1847 V. ---	75	0·49	35·10	1825 III. ---	4386	1·24	534·64	
Halley ---	76·37	0·59	35·41	1864 II. ---	4738	0·91	563·30	
1862 III. ---	120	1·01	48·70	1822 III. ---	5649	1·14	618·15	
1532 ---	129	0·61	48·05	1849 III. ---	8375	0·89	812·73	
1853 I. ---	188	1·03	65·02	1680 ---	8813	0·01	855·28	
1683 ---	190	0·55	65·50	1840 II. ---	13866	1·22	1053·00	
1845 III. ---	249	0·40	78·38	1847 IV. ---	43954	1·77	2489·03	
1556 ---	292	0·50	87·53	1780 I. ---	75838	0·10	3974·88	
1840 IV. ---	344	1·48	96·76	1844 II. ---	102050	0·85	4366·74	

Mint látható, az időszak legalsó értéke $3\frac{1}{3}$ évnél valamivel kevesebb, de van olyan üstökös is, mely egy keringést több mint 100,000 év alatt tesz meg. Megjegyzendő azonban, hogy (VALENTINER könyvéből átvett) jegyzékünk négy utolsó üstökösének pályája más jegyzékekben parabolának van felvéve. E négy utolsó üstökös tehát nem időszakos. A pálya t. i. olyan nagy, észlelt íve oly kicsiny, hogy ez utóbbi akár parabolá-

hoz, akár ellipszishez tartozónak vehető. Mentől nagyobb a keringési idő, meghatározásában annál kisebb pontosságot várhatunk.

A felsorolt 10 első üstökös, valamint a TUTTLE és a HALLEY-féle már többször visszatért. Továbbá az 1812-iki PONS-féle is, melynek pályáját ENCKE számította ki, SCHULHOF és BOSSERT pedig újra számította, 1883 szeptemberében ismét megjelent.*

A pályák összehasonlítása. Közelfekvő gondolat a már meghatározott üstökőpályákat összehasonlítani és a pályaelemek egyezősége szerint az üstökösöket csoportokba foglalni.

Ha például az időszakos üstökösökről fentebb kö-

* Az üstökőpályák számításával foglalkozó csillagászok között ENCKE foglalja el az első helyet, mert 56 ily számítást végzett. Utána HIND következik 43, majd PINGRÉ 39, BURKHARDT 39, D'ARREST 35, MÉCHAIN 31, HALLEY 27, NICOLAI 26, BESSEL 23, BRUHNS 21 pályaszámítással. MÄDLER kimutatása szerint a további sorrend a következő:

Számítók:	Pályák:	Számítók:	Pályák:
OLBERS --- --- ---	18	BOUVARD --- --- ---	11
LACAILLE --- --- ---	17	SONNTAG --- --- ---	11
SANTINI --- --- ---	17	RÜMKER --- --- ---	11
PETERS --- --- ---	16	NICOLLET --- --- ---	11
SARON --- --- ---	16	ARGELANDER --- --- ---	11
HUBBARD --- --- ---	15	GAMBART --- --- ---	11
LAUGIER --- --- ---	15	HANSEN --- --- ---	11
VILLARCEAU --- --- ---	15	ROSENBERGER --- --- ---	11
BRÜNNOW --- --- ---	14	PLANTAMOUR --- --- ---	11
CLAUSEN --- --- ---	14	LÖWY --- --- ---	11
SPÖRER --- --- ---	14	VALZ --- --- ---	10
GAUSS --- --- ---	13	PEIRCE --- --- ---	10
PETERSEN --- --- ---	13		

Ezen kívül még 221 csillagász számított ki 10-nél kevesebb, egynél több pályát.

L. WOLF R. Geschichte der Astronomie 713. l.

zölt kimutatást vizsgáljuk és tekintetbe vesszük, hogy (LEVERRIER szerint)

Bolygó	Középtávolság a Naptól
♁ Föld	1 (148 $\frac{1}{2}$ mill. km.)
♂ Mars	1·52368
♃ Jupiter	5·20256
♄ Saturnus	9·55473
♅ Uranus	19·21795
♆ Neptunus	30·10959

azonnal szembeötlik, 1. hogy három olyan üstökös — ENCKE, TEMPEL (1873), TEMPEL (1867) — van, melynek aféliuma kisebb, mint a Jupiter középtávolsága, mely tehát a Jupiter pályáján belül mozog; 2. Jupiter és Saturnus pályái között érik el az aféliumot: TEMPEL (1869), WINNECKE, BRORSEN, D'ARREST, FAYE, BIELA, DENNING üstökösei; 3. Saturnus középtávolságát nem sokkal mulja felül TUTTLE üstököse (14·48); 4. Uranusét nem sokkal mulja felül az 1866-iki I. üstökös (19·68); 5. majdnem Uranus pályájáig csapong az 1852-iki II.; 6. ez utóbbi középtávolságot is meghaladja, de nem tetemesen, az a csoport üstökös, melyeknek elseje az 1812-iki PONS-féle, utolsója HALLEY-é. Ezek volnának tehát a bolygók legközelebbi szomszédai.*

* Hasonló csoportosítás a ROLLER MÁTYÁS hazánkfiáé (Astron. Nachrichten 1797. sz.). Huszonkét üstököst vesz fel az aféliumok növekedő sorában, de belevelt olyan időszakos üstökösöket is, melyek visszatérését nem észlelték, mint a DE VICO-ét. Négy csoportra osztja őket; mindegyik csoport afélium-távolainak középszáma közel akkora, mint a két szélső bolygó valamelyikének középtávolsága.

MÄDLER 1859-ben 221 üstököspályát hasonlított össze. Elliptikus volt 46, hiperbolás 9, a többi parabola. Tökéletes parabola az 1830-iki üstökösök egyike. A 46 ellipszis-pálya közül 33 direkt, azaz a bolygókéval egyező (nyugat-keleti) mozgású üstökösé volt, de 75 évnél kisebb keringési idő csak 18-nak felelt meg; a 13 retrográd és elliptikus pályájú üstökösök közül csak egy, a HALLEY-féle tért vissza.*

Üstökös-rendszerek. BIELA üstököse 1846 ban a csillagászok szeme láttára vált ketté. Kevéssel utóbb eltűnt vagy feloszlott ez az üstökös; de annyit észre lehetett venni, hogy két darabja egymástól nem nagy távolságban közös pályán haladt. LIAIS kettős üstököse is — mint láttuk — példa arra, hogy két üstökös ugyanazon pályát követhet. Minden valószínűség szerint az 1881-iki nagy üstökös a LIAIS-féle üstökössel azonos pályájú. Az 1843-iki, 1880-iki és 1882-iki üstökösök pályáinak nagy hasonlósága is rendkívül felötlő. Ezek a tények arra vallanak, hogy nemcsak több bolygó, több állócsillag tartozhatik együvé, hanem

* Érdekes MÄDLER következő táblázata is:

Perihélium	Direkt üstökösbeli	Retrográd üstökösbeli	Összesen hány üstökösbeli
☉ Nap és ♀ Merkúr közt	18	27	45
♀ Merkúr ♀ Vénus "	26 } --- 44	40 } --- 67	66 } -- 111
♀ Vénusés ♂ Föld "	38 } --- 62	22 } --- 38	60 } -- 100
♂ Föld " ♂ Mars "	24 } --- 8	16 } --- 2	40 } -- 10
♂ Mars " ♃ Jupiter "	8 --- 8	2 --- 2	10 --- 10
	114	107	221

több üstökös is; hogy nemcsak bolygók és csillagrendszerek, hanem üstökös-rendszerek is vannak. Legalább azok az üstökösök, melyek egyazon nagy égi test oszlása, bomlásából keletkeztek, elkülönülésök első idejében ugyanazon pályán haladnak. Később, midőn az elvált testvérek mind jobban távoznak egymástól, és más és más bolygók hatása alá kerülnek, változhatnak némileg a pályák is. De a kapcsolat, az összetartás még fenmarad, a mennyiben a pályák közös átmetszési ponttal bírnak, a mely azt a helyet jelzi, a hol a széjjelválás történt.

Ezen szempontból vette HOEK MÁRTON (utrechtli csillagász, szül. 1834) vizsgálat alá az üstökőspályákat, keresve a közös eredetű üstökösöket. Először csak oly pályákat használt fel anyagul, melyek jól meg vannak határozva. Kipuhította a pályák aféliumait és kiszemelte azon üstökösöket, melyeknek megjelenési idői legfeljebb 10 évvel különböznek egymástól, és melyeknek aféliumai bizonyos (10 fok átmérőjű) körön belül esnek. Az így nyert üstökös-csoportokban 3—3 oly üstökösöt keresett, melynek pályái közös átmetszési ponttal bírnak. Ezen pontot *sugárzópontnak* nevezhetjük.

Talált pl. HOEK 6 üstökösöt (1672, 1677, 1683, 1860 III., 1863 I., 1863 VI.), melyek aféliumai alig 3 foknyira vannak egymástól. Nem találkozik ugyan mind a 6 pálya *egy* pontban, de az átmetszési pontok mind igen közel vannak a Hydra γ csillagához. Azon egyenes, mely az imént említett csillagot a Nappal összeköti, a vizsgált hat üstökőspálya közül az utolsó ötnek közös átmetszési vonala.

Ezen öt üstökösre vonatkozólag kiszámította HOEK, hogy bizonyos időpontokban mily távolságokban voltak a Naptól. Például 1602-ben az 1677-iki üstökös 100-szor távolabb volt a Naptól, mint a Föld, az 1683-iki pedig 105-ször. Ekkor tehát e két távolság különbsége 5-ször $148\frac{1}{2}$ millió kilométert tett; de egy évezreddel előbb, 573-ban, e különbség alig tett 2-szer $148\frac{1}{2}$ millió kilométert. A következő táblázatban a távolságok egységéül a $148\frac{1}{2}$ millió kilométert véve, az 1860. III., 1863. I. és 1863. VI. üstökösök távolai ugyanazon sorban ezek voltak:

1858-ban --- ---	10	15'9	17'4
de 757-ben .. ---	600	600'4	600'2

Látható tehát, hogy egyrészt a XVII. századbeli két, másrészt a XIX. századbeli három fentebbi üstökös egy évezred alatt lassanként eltávozott egymástól, még pedig *fokozatosan*, a mint ez HOEK-nak több, időt és távolságot meghatározó táblájából kitűnik, melyet feleslegesnek tartunk ide iktatni.

Van tehát két üstökös-csoportunk, melyek tagjai mindinkább szerte ágaznak, következésképp visszafelé menve, a multban egymás felé tartanak. És itt természetesen kérdezhetjük, vajjon az összetartozó üstökösök egyszerre szakadtak-e ki a közös fészekből, vagy különböző időkben. E kérdésnél azonban már cserben hagyták HOEK MÁRTON-t az ő számításai, és a feleletet nem adhatja meg. Csak annyit mer mondani, hogy nem lehetetlen, hogy az 1677-diki és az

1860-iki üstökösök egyidejűleg hagyták el kiindulásuk pontját.

Hét üstökös-rendszert állított össze HOEK. A következő táblában minden függélyes sor üstökösei összetartozók.

I	II	III	IV	V	VI	VII
1677	1739	1764	1596	1773	1689	1618 II.
1683	1793 II.	1774	1781 I.	1808 I.	1698	1723
1860 III.	1810	1787	1790 III.	1826 II.	1822 IV.	1798 II.
1863 I.	1863 V.	1840 III.	1825 I.	1850 II.	1850 I.	1811 II.
1863 VI.			1843 II.			1849 I.
			1863 III.			
			1785 II.			
			1818 II.			
			1845 III.			
			1857 III.			
			1857 V.			
			1867 III.			

E rendszerek sugárzópontjai is ki vannak számítva.

Hihető, hogy egyrészt az 1807. és 1881., másrészt az 1680., 1843. és 1882. évi üstökösök egy-egy rendszerhez tartoznak. Az utóbbi 3 mellé sorakozik az 1887-iki I. nagy üstökös is.

HOEK felette érdekes vizsgálatainak végeredménye a következőkben foglalható össze:

Vannak üstökös-csoportok, melyek közös eredetre vallanak. Ezek már mint csoportok kerültek a Nap vonzásának körébe. Kezdetben igen sűrűn voltak egymás mellett és kezdő sebességeik irányra és nagyságra egyenlők voltak.

HOEK-nek az üstökös-rendszerek tulajdonságain ala-

puló nézete szerint ellipszis pályájúak vagyis időszakos üstökösök csak kivételkép fordulnak elő. A legtöbb üstökös, végtelen pályákon haladva, egyenként vagy csoportosan a világtérből úgy jut naprendszerünkbe, hogy valamely állócsillag vonzása alól felszabadulva, a Nap vonzása alá kerül.

Hogy a naprendszerben a nagy bolygók vonzása az üstökőspályákat elliptikusakká változtathatja, arra már előbb több példát hoztunk fel.*

Az üstökösök és az időjárás. A kik makacsul ragaszkodnak azon nézetekhez, hogy a holdváltás okvetetlenül az időjárás változását vonja maga után, azok bizonyára egy pillanatig sem kételkednek abban, hogy az üstökösök nagyon is hatnak az időjárásra.

LITTROW érdekesnek tartotta, hogy az efféle nézetek tarthatatlanságát számokkal mutassa ki. Százötvenhárom évi időszakból kiszemelte azon éveket, melyeket üstökös megjelenése és e mellett vagy igen forró nyár, vagy igen hideg tél tett nevezetessé.

1632-től 1785-ig, tehát 153 év alatt 29 üstökös-év fordult elő; 15-öt forró nyár vagy nem igen hideg tél, 14-et pedig hideg nyár vagy szigorú tél jellemzett, azaz majdnem ép annyiszor hoztak volna az üstökösök hideget, mint meleget.

1821-től 1850-ig a Bécsben kiszámított évi közép-

* E tárgyat érdekesen fejtegeti SCHULHOF LIPÓT «Az 1873. VII. sz. COGGIA-WINNECKE-féle üstökös pályaszámítása» című értekezése (Akad. III. oszt. értekezései XII. kötet 10. sz.) bevezetésében.

Újabban Ch. V. ZENGER (Comptes rendus T. 96. p. 110) be akarta bizonyítani, hogy az üstökösök még jelenleg is oly módon válnak le a Nap tömegéből, mint hajdan — LAPLACE elmélete szerint — a bolygók.

hőmérsék 6·1 és 9·2° R. között, az egyes években megjelent üstökösök száma pedig 0 és 8 között változott. Ha felvesszük, hogy a 7·5° alatti középhőmérsék mellett hideg, 8·5° mellett meleg az esztendő, akkor a mondott időszakban volt:

5 meleg év	15 üstökössel
7 hideg " 17	"
18 közép " 38	"

a mi annyi, mint:

10 meleg év	30 üstökössel
10 hideg " 24	"
10 közép " 21	" ;

vagyis körülbelől egyenlő számú üstökösök hoznának hideget, meleget és középhőmérsékletet.

E szerint nem hatnak az üstökösök a hőmérsékre. De sok egyebet rájok fogtak ám!

NEWTON, a nagy NEWTON, még hajlandó volt hinni, hogy «azon kigőzölgések, melyek az üstökösök csóváit képezik, leeshetnek a Föld légkörébe, ott megsűrűsödhetnek és mindenféle chemiai hatásokat hozhatnak létre».

ARAGO és más modern csillagászok e nézetet egy cseppet sem tartották valószínűtlennek. Némely csillagász az üstökös-csóváknak bizonyos sűrű, nehézszagú ködöket tulajdonított; ARAGO azonban az efféle ködöt inkább tűzhányóknak vagy meteor-esőnek róttta fel.

FORSTER 1829-ben egy művet adott ki,* melyben

* Illustrations of the astronomical origin of epidemic diseases. Chelmsford 1829.

be akarta bizonyítani, « hogy a keresztény időszámítás kezdete óta a legegésztelenebb korszakok azok, melyek valamely nagy üstökös megjelenéséről nevezetesek; továbbá, hogy ezen égi testek megjelenését földrengések, tűzhányók kitörései és légköri nagy mozgalmak kísérik ». Mondanunk sem kell, hogy ebből egy szó sem igaz.

Az üstökösöktől való tudákos félelem. A féltudás gyakran veszedelmesebb, mint a tudatlanság. Bizonyítják ezt azon üstökös-riadalmak, melyeket nem babona, hanem tudákosság vagy tudományos tények helytelen felfogása, félreismerése szült.

WILLIAM WHISTON pap és mathézis tanára (1667—1752) bizonyára nem tartozott a tudatlan emberek közé. HALLEY nagyszerű felfedezésén felbuzdulva, ő is keresett időszakos üstökösöket és azonosaknak vélte az 1680., 1106., 531. és Kr. e. 43. évi üstökösöket. Szerinte *egyazon* üstökös tért vissza mindezen években, melynek keringési ideje 574 év. Minthogy ENCKE szerint az 1680-iki üstökös keringési ideje 8810 év, már ebből is látható, mily alaposan számította ki WHISTON, hogy az ő üstökösének egyik megjelenése épen a vízözön előtt történt s így ezen eseményt közvetlenül előidézte, valamint hogy ezen üstökös újra el fogja söpörni az emberi nemet.

Hogy a Föld az utolsó itélet napján üstökössel való találkozástól fog tönkre menni, ezen aggodalom sok embert megfosztott nyugodt álmától. 1773-ban híre járt a párisiak között, hogy LALANDE azon üstökösökről fog értekezni az akadémiában, melyek a Földdel találko-

hatnak. A nagy közönség roppant feszültséggel várta a tudós csillagász rémítő leleplezéseit. Az akadémia ülésén azonban LALANDE értekezésére idő hiányából nem került a sor. Voltak mégis oly egyének, kik meg tudták mondani, hogy LALANDE a Földnek és egy üstökösnek összeütközését akarta bejelenteni; hogy a katasztrófa napja május 12-ére fog esni, hogy a rendőrség nem engedte meg LALANDE-nek a felolvasás megtartását. Akár ostobaságból, akár rosszaságból terjesztették e híreket, hatásuk nagy és veszélyes volt. Az ijedtség korai süléseket és halálozásokat idézett elő. LALANDE sietett értekezését * sajtó alá bocsátani, hogy az álhíreket alapjuktól megfossza, de ez is keveset használt.

A sok tekintetben érdekes BIELA-féle üstökös 1832-ben alaposan megijesztette az újságokat és azok olvasóit. OLBERS már 1827-ben figyelmeztette a tudományos világot ezen üstökös és a Föld pályájának közelségére. Az újságok útján a nagy közönséghez is kiszivárgott, hogy a két pálya legkisebb kölcsönös távolsága 32,000 kilométer. Ha a két pálya szomszédos helyeire egyszerre érkeznek az üstökös és a mi bolygónk, az összeütközés bizonyára elkerülhetetlen volna, mert Földünk félátmérője több mint 6000 kilométernyi, és 30—100,000 kilométernyi üstökösfej még nem is mondható valami nagynak. DAMOISEAU és SANTINI pontos számításai szerint a két pálya közötti legkisebb távolság tulajdonképp csak $4^{2/3}$ -szorosa a Föld félátmérőjének (28—29,000 kilométer).

* Réflexions sur les Comètes qui peuvent approcher de la terre. Paris, 1773.

Annál inkább retteghettek e találkozástól. Egyébiránt OLBERS idejekorán vizsgálat alá vette azt a kérdést, hogy mi történék a Föld lakóival, ha a mi légkörünkbe az üstökösé is behatolna; arra az eredményre jutott, hogy ily eseménytől nem kellene rettegni, mert még az időjárásra sem hatna. Egyúttal czáfolta azt a nézetet, hogy az 1783-ban Európa, Sziria és északi Afrika fölött két hónapon át lebegett száraz köd üstökös-légkörtől eredt volna. Az újságok mindazáltal a világ végét hirdették, mígnem LITTROW egy népszerű iratban szembeszállt a balhiedelemmel.*

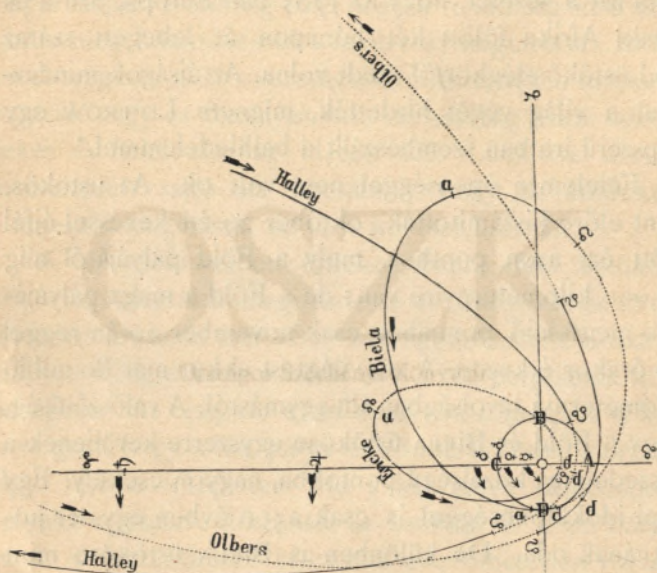
Félelemre épenséggel nem volt ok. Az üstökös, mint előre kiszámították, október 29-én kevéssel éjjél előtt ért azon ponthoz, mely a Föld pályájától alig 30,000 kilométernyire van; de a Föld a maga pályájának megfelelő pontjához csak november 30-án reggel 10 órakor érkezett. A két világtest akkor már 80 millió kilométernyi távolságban állt egymástól. A valószínűség, hogy a Föld és BIELA üstököse egyszerre kerüljenek a veszedelmes közelségű pontokba, nagyon csekély. Egy napi időkülönbséggel is csak 2500 évben egyszer juthatnának oda. De különben is BIELA üstököse mint üstökös nincs többé.

Ábránkban (42. ábra) a két egyenes vonal átmetszéspontjában a Nap, azonkívül a köralakú föld- és több üstökőspálya látható. A szakadatlan vonallal rajzolt pályadarabok a papiros síkja fölött, a pontozott vonallal jelöltek pedig e sík alatt képzelendők. \mathcal{S} és \mathcal{U} a csomó-

* Ueber den gefürchteten Kometen von 1832 und Kometen überhaupt.

pontok, a Föld- és valamely üstökös-pálya átmetszési vonalának végpontjai. E rajzban tisztán fel van tüntetve **BIELA** üstökösének pályája és az ekliptikának nagy közelsége.

Még egy üstökös-riadalom volt 1857-ben. **DUNTHORNE RICHARD** pap (1711—1775) egy régi kézirat:



42. ábra. Egynehány üstökös pályája a földpályára vonatkoztatva.

«Tractatus fratris Egidii de Cometis» adatai alapján az 1264-iki üstökös pályáját számítgatta s azt az 1556-dikiével azonosnak találta. Nézete szerint tehát egy 292 évi keringési idejű üstökösnek vissza kellett térni. 1848-ban **PINGRÉ** és újabban **HIND** elfogadta **DUNTHORNE** nézetét, **HIND** várta is az üstököst, de nem

jött. HOEK tehát méltán tagadhatta az alapul felvett azonosságot.*

Ellenben B. BOMME az azonosság feltevése mellett 1856, 1858 vagy 1860 augusztusára jósolta a visszatérést. 1857 nyarán csakugyan szárnyra kelt a hír, hogy itt az üstökös és véget is vet a világnak; persze a világ csak áll tovább is.

Az üstökösöknek összeütközése Földünkkel.
Hogy mi történnék, ha valóban találkoznánk egy üstökösrel, attól függ, hogy az üstökös mely részével jönnénk érintkezésbe. A csóva rendkívül finom anyagból áll; azon baj nélkül törtethetnénk át; sőt gyanítják, hogy ilyesmi több ízben már meg is történt.

Látni fogjuk, hogy a teleszkópi üstökösök között lehetnek olyanok, melyek vagy egészen, vagy részben meteorrajok. Ha egy ilyen akadna a Nap körül keringő Föld útjába, hullócsillag-esővel üdvözlne bennünket.

Nem lehet még egész határozottsággal megmondani, hogy mi a nagy üstökösöknek magva. Feltéve, hogy e mag szilárd, könnyen elképzelhető, hogy a maggal bíró nagy üstökösök valamelyikével való összeütközés a legrémítőbb katasztrófa volna, melyhez hasonló az emberiség történetében nem fordulhatott elő, mert rögtön elpusztította volna az emberi nemet. Egy pillanatig talán észlelni is lehetne a borzalmasságban és nagyszerűségben egyaránt páratlan hatást, a míg t. i.

* «De Kometen van de Jaren 1556, 1264 en 975, en hare vermeende Identiteit» S'Gravenhage 1857.

csak a légkört hasítaná a fejünkre zúduló égi test. Az egész égboltozat megtüzesedve, ezer Nap fényével ragyogna, minden szem megvakulna. A Föld színéhez való ütközés pár másodperc alatt a felszínen levő minden tárgyat gőzzé változtatna.

Kétségtelen, hogy üstökössel való összeütközésünk nincsen a lehetőségek sorából kizárva; az a legérdekesebb kérdés, hogy mi ezen esemény bekövetkeztének valószínűsége? A valószínűséget tudvalevőleg számokkal fejezhetjük ki. Az összeütközésre vonatkozólag, ha a legkedvezőtlenebb esetet vesszük fel, hogy t. i. a magának átmérője félakkora, mint a Földé, s ha tekintetbe vesszük azt a roppant nagy tért, mely a Napot a Földtől elválasztja, s hol az üstökös átmehet, számokban a valószínűség: $\frac{1}{281.000000}$. «Azaz valamely üstökös megjelenése alkalmával akkora annak valószínűsége, hogy elpusztulunk, mint a mekkora az a valószínűség, hogy valaki épen az egyetlen fekete golyót húzza ki valamely urnából, melyben kívülre 281 millió fehér golyó foglaltatik.»*

E valószínűség meghatározásában bizonyos feltevésekre van fektetve a számítás. OLBERS hasonlókép a valószínűség-számítás alapján mondta ki a BIELA-üstökös közeledése alkalmával, hogy ha évenként két üstökös érkezik a Föld pályáján belül perihéliumához, a Földnek valamelyikökkel való összeütközése 220 millió esztendőben egyszer következhetik be.

Talán legérthetőbben fejezi ki az összeütközésre

* Dr. WEINER LÁSZLÓ. Term. tud. K. XIII. 112. 1.

vonatkozólag a valószínűséget NEWCOMB, mondván: *
Ha szemünket behúnyva, a levegőbe tüzelünk, ép any-
nyi kilátásunk van madarat röptében lelőni, mint a mily
valószínű, hogy üstökös fog Földünkbe ütközni. —
Lehetségesnek azonban lehetséges.

* Popular Astronomy.

METEOROK.

I.

SZÓRVÁNYOS METEOROK.

Hullócsillagok. Talán nincs ember, a ki egyszer-másszor «csillaghullást» ne látott volna.

Úgy látszik, mintha a ragyogó csillagok egyike leválnék az égboltozatról; rohanva esik lefelé, de a földet nem éri el, mintha útközben elenyésznek.

Az ily hullócsillag egyetlen fénylő pontnak látszik. Észrevehető átmérője nincs. A szó szoros értelmében felvillan; a legtöbb esetben csak pillanatig tart. Ritkább az olyan hullócsillag, mely hosszabb, mérhető idő alatt futja be pályáját. Mindjárt megjegyyezhetjük, hogy a hosszabb időtartamnak valóban hosszabb út felel meg. A pillanatnyi felvillanások alkalmával a hullócsillag az égboltozatnak csak rövid ívét futja be.

A csillagok látszólagos nagysága fényök erejétől függ. A legfényesebb csillagok a legnagyobbaknak látszanak; ezeket elsőrangúaknak nevezik. Egész csillag-hierarchia van 15—16 rangfokozattal. A hatodrangúak legkisebb fényűek a szabad szemmel látható csillagok között; a hetedrangú csillagok már csak

teleszkóppal vehetők észre. A távcső erejétől függ, hogy hányadrangú csillagot lehet vele látni. Hasonlókép osztályozhatni a hullócsillagokat is. Ha valaki rendszeresen vizsgálja az eget, hogy a hullócsillagok megjelenését feljegyezze, tapasztalja, hogy az első-, másod-, harmad- és negyedrangúak nagyon szembeötlők. Ellenben az ötöd- és még inkább hatodrangú hullócsillagok a kutató figyelmét is könnyen kerülnek. SCHMIDT GYULA athénei csillagász (1825—1884) tíz éven át vizsgálta a hullócsillagokat; az összes megfigyelt ilyenmű jelenség közül volt:

I. rangú	---	---	---	---	18%
II. "	---	---	---	---	21 "
III. "	---	---	---	---	24 "
IV. "	---	---	---	---	22 "
V. "	---	---	---	---	11 "
VI. "	---	---	---	---	4 "

Ebből azonban korántsem következik, hogy pl. VI. rangú hullócsillag a legkevesebb, csak hogy legkevesebbet vesznek belőle észre.

Ha tekintetbe vesszük, hogy a fényesebb hullócsillagok közelebb vannak hozzánk, mint a kisebb fényűek, tehát látszólag gyorsabban is mozognak, — önkényt érthetővé válik, hogy a távcsővel látható körbe annál ritkábban téved valamely hullócsillag, mentől fényesebb.

Összehasonlítva a szabad szemmel észlelt és a teleszkópi hullócsillagok számát, jellemző SCHMIDT azon adata, hogy összesen 4000 hullócsillagot látott szabad szemmel és 150-et távcsővel; ez az adat nem arra nézve jellemző, hogy a két fajta közül melyik tényleg

a számosabb, mert tulajdonképp nagy valószínűséggel állíthatni, hogy több gyenge fényű hullócsillag van, mint erős fényű; hanem a felhozott számok tanúsága szerint az a jellemző, hogy mily ritkán tévednek hullócsillagok a tér azon részébe, melyet a tekintet a távcsővel felölelni képes. A szabad szem az égboltozat 10—15-öd részét tekinti át, a teleszkóp aránytalanul kisebbet, még pedig annál kisebbet, minél tetemesebb a nagyító képessége. Szabad szemmel észlelve a hullócsillagokat, óránként átlag 6—8 ötlük szemünkbe; képzelhető tehát, mily ritkán esik meg, hogy épen ott villan föl egy hullócsillag, a merre a távcsövet szegezük.

A legtöbb hullócsillag fehér, de nem valamennyi. SCHMIDT szerint 62% fehér, 15% sárga, 6% sárgás-piros, 3% zöld és 14% elmosódó színű akadt a tőle észlelt 4000 között. Tiszta vörös vagy kék nem fordult elő. A hullócsillag-esők, melyekről alább szólunk, a színek változatossága miatt is ragyogó égi tűnemények.*

Tűzgolyók. A szorosabb értelemben vett hullócsillagoktól, melyek csak fénylő pontok, külső látszatra nagyon különböznek a tűzgolyók (bolídok), melyek a Hold nagyságát is elérhetik. 1762 július 28-án roppant tűzgolyó hasította az eget. SILBERSCHLAG JÁNOS pap és hidrotechnikus 505 toise-nyi átmérőjűnek ítélte; de kevés bizalmunk lehet az olyan észlelő adatai iránt, a ki abban a nézetben volt, hogy a tűzgolyó az emberi és lótetemek csatatéri párolgásaiból keletkezett.

* SCHMIDT, Resultate aus zehnjährigen Beobachtungen über Sternchnuppen. Berlin 1852.

Ha az ember pontosan ismerné a tűzgolyó távolságát, valódi nagyságát is kiszámíthatná. Eddigelé csak valószínű, hogy a hullócsillagok és tűzgolyók, a melyek között határozott különbség nincs, vagyis egy szóval a *meteorok* nagysága igen különböző. Vannak néhány grammnyiaktól kezdve mindenfélék, több száz méternyi átmérőjűek is.

1718 márczius 19-én Angolországban olyan fényes meteor jelent meg, hogy nappali világosságot terjesztett, a Holdat majdnem láthatatlanná tette. Nagy zajjal robbant szét.

1794 június 16-án Sienában hosszú tűzgolyót láttak, melyből kövek hullottak le.

1809 május 5-én Aberdeenben déli 12¹/₂ órakor rövid uszályú tűzgolyó tünt fel s 5 percz múlva nagy mennydörgéssel oszolt szét, sűrű füstöt hagyva hátra.

1835 jul. 17-én Milanóban az északi, Stuttgartban a déli égen láttak egy nagy tűzgolyót hosszú szikrázó uszályal. Eltűnése után pár percczel nagy durranás hallatszott.

1836 februárius 12-én reggel 6¹/₂ órakor Cherbourg-tól kelet felé a Holdéhoz hasonló nagyságú tűzgolyót láttak, mely maga körül forgott, eleinte lassan előre haladt, majd megállt, végre igen nagy sebességgel, fehér uszályt hagyva hátra, elhuzódott s 12 mérföldnyi távolságban többszöri durranás után leesett.

Szaporíthatnók e példákat, melyek bizonyítják, hogy a meteorok nyomában tűzvonat, tüzes uszály látható. Nem szubjektív jelenség ez, nem a fény tartóssága, mint a körben forgatott gyujtónál vagy akár a

hullócsillagoknál, melyeknek röpte alkalmával a leírt út egy pillanatig meg van világítva. A tűzgolyók uszálya nem vékony, gyorsan eltűnő vonal, hanem színes, nem párhuzamos szélű, mindkét végén csúcsosodó, határozott átmérőjű világító ellipsziszféle. Számtalan fénylő pontja arra vall, hogy fénylő porszemekből áll. Azon 4000 meteor közül, melyeket SGHMDT észlelt, 500-nak volt uszálya; az uszály leginkább a zöld színűeknél és kevésbbé fénylőknél fordult elő.

Hosszabb tartamú meteorok. A meteor uszálya azon pillanattól kezdve, midőn a meteor nyomában láthatóvá lesz, a felvillanás helyén többször mozdulatlanul marad, csak egyre halványul, míg fénye végkép kialszik. Némelykor azonban a meteor-uszály mozgása félreismerhetetlen. Bonnban 1845 október 24-én éjjelkor történt, hogy olyan illetékes észlelők, mint ARGLANDER és SCHMIDT csillagászok, állócsillagokat vizsgálva, a meteor-uszály mozgását észlelhették. A meteor nyomában hosszabb ideig két uszály volt látható, de a keleti oldalon levő hamarabb tűnt el és nem is volt oly érdekes. A másik, mely 5 fok hosszú és $\frac{1}{4}$ fok szélességgel bírt, körülbelül 15 másodperc eltelte után görbülni kezdett, egy perc eltelte után kigyó-alakot és a második perc végén sarló-alakot öltött. Távcsövön észrevették, hogy a sarló, a hol legerősebben görbült, kettévált és lassanként két külön ködfolttá változott.

A leghosszabb tartamú meteorok egyikét 1866-ban november 13-án VAN HENNEKELER csillagász észlelte, a leydeni csillagvizsgáló intézetben, midőn a BIELA-féle

üstökös után leskelődött. Délkeleten véletlenül fényes meteort pillantott meg, mely már mozdulatlanul állt, de hihetőleg kelet felől érkezett volt. A meteor két részből állt, vörös, igen fényes, korongalakú magból és élesen határolt nagyobb, de halovány burkolatból. Az egész alak hosszúkás volt, a mag akkora, mint Mars bolygó, a legnagyobb átmérő $\frac{3}{4}$ telt holdszélességű.



43. ábra. Az 1866 november 13-iki meteor képe a leydeni felvétel után.

A tűnemény fénye egyre csökkent, végre csak ködtömeg látszott, melynek elmosódó szélei még mindig feltüntették a hosszúkás alakot is; a tűnemény szabad szemmel is észrevehető maradt. VAN HENNEKELER nagy bámulattal tapasztalta, hogy a ködfolt nem tűnt el. 12 óra 48 perczkor távcsövét, egy üstökös-keresőt, a ködre irányozta. A meteort, mint most kivette (43. ábra), két egyenlő szélességű, piszkos szürke, zegzúgos szélű,

élesen határolt és sötét foltokkal telehintett ág képezte. Az egyik oldalon a két ágat szemecskés világosabb fej-



44. ábra. Az 1866 november 13-iki meteor képe a leydeni felvétel után.

féle kötötte össze, a két ág közti térben is sötét foltok látszottak. A fejjel szemközti oldalon a két ág egybefolyt s csúcsban végződött, melyen egyenes vonal-

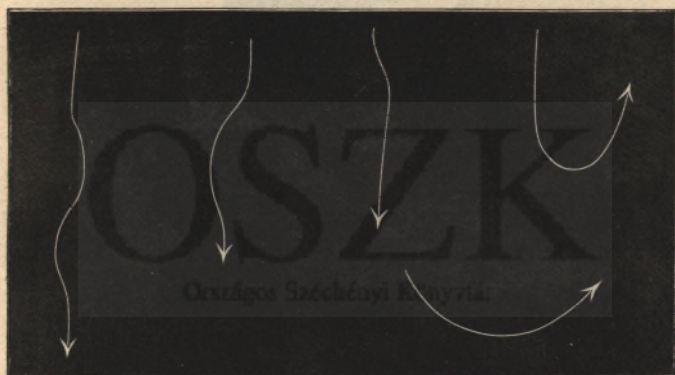
ban mozgó fekete pont látszott. Az egész meteor hossza 3 fokot tett, a mi a teli Hold hatszorosa. Ilyen maradt a meteor egy ideig. Nemsokára azonban változás történt rajta (44. ábra). Két hosszúkás, élesen határolt, fehér, párhuzamos, majdnem egyenlő alakú és nagyságú felhőcske képződött, s az egyik oldalon találkozott, a hol az eddigi vízszintes irány 45 foknyira elhajolt. A fekete végpont már nem látszott, a mozgás tovább tartott, a fénycsökkenés egyre észrevehetőbbé vált. A ködtömegegen keresztül a gyenge fényű csillagok is látszottak. 1 óra 13 perczkor már csak a két felhő látszott összekötő rész nélkül, majd csíkokra oszoltak a felhők, s egyenként láthatatlanokká váltak. S ámbár távcsővel az egyes csíkokat nem lehetett észrevenni, az egész tömeget szabad szemmel még mindig felismerhették. Csak 1 óra 30 perczkor tűnt el a meteor, tehát 40 perczen át volt látható, mely idő alatt 12 fokú utat hagyott hátra, eleinte lassan, azután mindig gyorsabban mozogva.

Már 12 percnyi tartam is a ritkaságok közé tartozik; 40 perczen át látható meteor, mint a leydeni, eddigelé páratlan.

A meteorok útjai, illetőleg nyomai. A meteorok útja, illetőleg az égboltozaton való vetületük nem mindig körív, a mint az ember várhatná. Az ív folytonos és egyenletes görbületétől gyakran eltér az, s kigyózdást, fűrész-szerű fogazottságot, szögleteket és hirtelen lehajlás után emelkedést is tüntet fel (45. ábra). SCHMIDT és ZEZIOLI a fényesebb meteorok között aránylag több szabálytalan pályájút talált, mint a gyengébb fényűek

között. Érdekes megfigyelés, hogy 100 görbe pályán futó meteor között körülbelül 38 fehér, 28 sárga, 17 sárgászöld, 7 zöld és 9 ködös, határozatlan színű van.

COULVIER GRAVIER a meteorpályák elhajlásait, szabálytalanságait a légáramlatokból próbálta kimagyarázni. Kapcsolatot vélt találni a meteorpályák zavarai és az állítólag $1\frac{1}{2}$ nappal később bekövetkező barométer-változások között. Ez a kapcsolat aztán afféle idő-



45. ábra. A meteorok különböző útja.

jóslási rendszernek vált volna alapjává. De ezen érdekes elméleti kísérlet nem vezetett gyakorlati eredményre.*

A hullócsillag és a tűzgolyó közti különbség. Közönségesen hullócsillagnak mondják a pillanatig tartó fehérfényű fényjelenséget, ellenben meteor név-

* COULVIER GRAVIER, Recherches sur les météores et sur les lois qui les régissent. Paris 1859.

vel a tűzgolyókat illetik, melyek robbanással és kőesővel vannak összekötve. Ezen megkülönböztetés csak külsőségeken alapszik. A látszólag annyira elütő két jelenség, a pillanatnyi ártatlan fényszikra és a romboló kőeső lényegében azonos. Vagy jobban mondva, az egyik kezdő-, a másik végpontját jelzi a tünemények oly sorozatának, melyben éles határvonalakat nem találunk, hanem csak lassanként való, de folytonos átmeneteket.

A hol valaki kőhullásnak tanúja, azt mindig meteor-robbanás előzi meg. A meteort azonban bizonyára nem csak egy helyről láthatják, s meglehet, hogy az egyik helyen mint tűzgolyó, más helyen mint hullócsillag tűnik fel. Vannak rá példák, hogy csakugyan egyetlen meteort láttak több helyről egyszerre, de nem mindenütt vették észre robbanását, minélfogva ugyanazon tüneményt némelyek tűzgolyónak, mások egyszerű hullócsillagnak tartották.

A robbanást nem kíséri mindig dördülés, detonáció. Dördülés persze nem lehetséges robbanás nélkül, de a dördülés nem lesz mindenütt hallhatóvá, a hol a robbanást látják. A ki közel van a robbanás színhelyéhez, hallja a dördülést, a ki távol van, nem hallja. A mely meteor nagyon magas és ritka levegő-rétegben szakad darabokra, nem idéz elő oly erős detonációt, mint a mélyebb rétegben. Ez utóbbi tehát nem lényeges megkülönböztető tulajdonság.

1868-ban Pultusk lakóit valódi lövöldöztetés érte; ezer és ezer kő hullott reájok a haragos égből. Ugyanekkor Boroszlóban csak fényes meteort, pompás tűz-

tengert láttak, detonációt nem hallottak. Ép úgy Mosonmegyében, Rajkán rendkívül fényes tündöklő meteort láttak, mely a szemhatár közelében a Vénus fényét 2—3-szorosan felülmúlta, s ez is a pultuski kőeső volt. Pultusktól még távolabb eső helyeken is láthatták a meteort, de csillaghulláshoz hasonlóknak találva, nem méltatták figyelemre.

Ép úgy áll a dolog arra a két tűzgolyóra nézve, melyeket 1879 januárius 12-én Csehországban s több szomszédos országban láttak egyszerre, minthogy ugyanazon est folyamában különben is sok hullócsillag tünt fel az égen.

Prága városát és környékét esti félnyolczkor néhány másodpercen át valami bűvös fény nappali világossággal árasztotta el. Egyúttal a szemhatár felé nyugati vagy délnyugati irányában csillaghoz hasonló, de roppant nagy égitest, akkora mint a Hold, czikázott végig az égboltozaton. Erre roppant durranás következett, ablakok, ajtók reszkettek, szomszédos tárgyak összekocczantak, s az emberek ijedve rohantak ki a házakból. Rostockban Prágától északra egy mérföldnyi távolban legerősebb volt a zivaj, ott a légnomás betörte az ablakokat, felszakította az ajtókat, feldöntötte az edényeket. Négy mérfölddel északra, Gastorfban, a borús ég miatt már nem is láttak világosságot, de 20 másodperczig tartó detonációt hallottak. Prágától délre 2½ mérföldnyi távolságban a világosság igen nagy, a hang dörgésszerű volt. De már távolabbi helyeken (Csaszlau, Jungbunzlau, Jicsin sőt Zittau is), a hol a fényerősség még tetemesnek látszott és a robbanást is észre-

vették, semmiféle nang sem hallatszott. Nevezetes még, hogy ebben az esetben, noha a robbanás a földhöz igen közel történt, semmiféle lehullott kő nem volt található. Vagy oly helyre estek a kövek, a hol nem akadhattak rájuk, vagy oly apró részekre szakadozott a szétrobbanó test, hogy őket többé nem lehetett észrevenni. Az is megtörténhetik, hogy a meteor úgyszólván szétporlik és a szelek a világ minden tájára elhordják részeit.

A valódi pályák különböző volta. Feltűnő különbség a hullócsillagok és tűzgolyók között az, hogy — legalább az eddigi tapasztalatok szerint — az elsők útja ellipszis vagy parabola, az utóbbiaké hiperbola. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy e pálya-meghatározások pontosságra nem tarthatnak számot. A számítás a meteor láthatóságának meghatározásán alapszik, s ezt az idő-meghatározást a gyakorlatlan szemlélő — mint laikus — a legritkább esetben fogja jól végezhetni. Az észlelők adatait ennél fogva jól meg kell rostálni, mielőtt a számítás megkezdődne. GALLE pl. a pultuski tűzgolyó pályájának meghatározása végett az időtartamra vonatkozó 29 megfigyelésből választotta ki a legvalószínűbbeknek látszó adatokat, melyek alapján kimondhatta, hogy a tűzgolyó sebessége 54 kilométert tett, a miből a pálya hiperbola természetűe következik.

Már a csehországi két tűzgolyó láthatóságának idejéből, a mint azt a tudósítások alapján meghatározták, sokkal kisebb sebesség következett, s így azt kellene hinni, hogy ez esetben a tűzgolyók ellipsziseket írtak le. De e következtetés azért téves, mert a

szóban levő tűzgolyók nagyon közel jöttek a földhöz s akkor már sokat vesztek sebességökből. Ha az eredeti sebességet lehetett volna meghatározni, ebből bizonyára szintén hiperbola-pálya következik vala.

Némelykor a rendelkezésre álló adatok nagy biztossággal engednek következtetni a pálya mivoltára. Így Hollandiában 1863 márczius 3-án nagy tűzgolyó volt látható, melynek sebességét HEIS EDUÁRD tanár (1806—1877) Münsterben 69 kilométernyinek állapította meg, úgy, hogy ez alapon nagy pontossággal számíthatta ki a hiperbola-pályát. NEWTON tanár is kimutatta több amerikai meteoron a pályák hiperbolás természetét.

Habár e szerint igen valószínű, hogy a leírt pálya tekintetében van különbség a hullócsillagok és a tűzgolyók között, a kérdés még nincs teljesen megoldva; a meteorok pályaviszonyai nincsenek még teljesen tisztázva. Inkább csak sejteni lehet a törvényességet, mintsem a törvényt szövegezni. A csillagászoknak nagy segítségére lehetnek épen ebben a tekintetben a tudomány értelmesei kedvelői. A meteorok láthatóságának tartamáról és pályájok látszólagos nagyságáról szóló adat értékkel bír, sőt becsessé válhatik. Ne mulassza el senki, ha meteort lát felvillanni, azonnal óráját nézni és — lehetőleg másodpercznyi pontossággal a tűnemény kezdetének és végének idejét feljegyezni. Egyuttal meg kell figyelni a pálya kezdő és végpontját is, azaz, hogy mily csillagnál kezdődött és végződött az. Minél több ily feljegyzés kapható egy és ugyanazon meteorra vonatkozólag, annál jobban fog sikerülni a pályának meghatározása.

Magától érthető, hogy a pályára vonatkozó megfigyeléseken kívül minden más adat is érdekes, sőt fontos lehet. Fényes-e a meteor? milyen színű? hogy történt a robbanás? volt-e detonáció? mennyivel később hallatszott ez, mint volt az? Oly kérdések, melyekre az elfogulatlan laikus is megadhatja a feleletet, s melynek nagy hasznát veszi a szaktudós és a tudomány.*

Meteoritek (aërolithek). Mai napig közkeletű, de kétségtelenül a pogány időkől eredő «mennykő» kitételünk kétséget kizárólag bizonyítja, hogy a régi magyaroknak volt tudomásuk az égből aláhulló tömegről, *meteoritekről* (aërolithek). Valóban az ily kőhullások az emberiség legrégebb tapasztalatai közé tartoznak.

Khinában a hullócsillagokat és tűzgolyókat, úgyszintén a földre aláeső köveket vagy meteoriteket gondos figyelemmel kísérték. ÉDOUARD CONSTANT BIOT** szerint 644 évvel Kr. sz. e. is volt Khinában nagy meteorit-hullás.

JÓZSUA könyvében olvassuk, hogy Isten nagy köveket küldött alá az égből.

* WEISS tanár 1873 a Kir. M. Természettudományi Társulatot is felkérte, hogy más természettudományi társulatok módjára intézkedjék a hullócsillagok széles körben történendő megfigyelése végett. A rendszeres megfigyelések nálunk 1875-ben több helyen megkezdődtek. Megjelent továbbá a következő című könyvecske: «Útmutató a hullócsillagok (meteoritek) megfigyelésére». A k. m. term. t. megbízásából írta dr. SCHENZL GUIDÓ. KONKOLY MIKLÓS már 1871 óta észleli a hullócsillagokat (L. Értekezések a matematikai tudományok köréből, kiadja a magy. tud. Akadémia, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII. kötet.)

** 1803—1850; mérnök, az első francia vasút építője, a fizikus BIOT-nak fia. Ide vágó műve: Catalogue général des étoiles filantes et des autres météores observées en Chine pendant 24 siècles.

A görögök és rómaiak, kiknél a hullócsillagok alig keltettek figyelmet, a meteoritekkal sokat foglalkoztak, azokat bætyliáknak nevezték, szent helyeiken őrizték és imádás tárgyává tették, sőt alakjokat csillag kíséretében érmekre is kiverték, a meteorkő égi eredetét akarván jelezni.

PLUTARCH és PLINIUS említést tesz egy malomkő nagyságú vasdarabról, mely Aigospotamos közelében (a mostani Gallipoli vidékén) Kr. e. 465. évben esett le.

E vastömegről ANAXAGORAS azt hitte, hogy a Napból eredt. Újabb időben BROWNE angol utazó már hiába kereste.

Egy Phrygiában leesett meteorit, mely *Cybele*, az istenek anyja jelképeül szolgált, a 2-ik pún háború idejében mint szentség Rómába vitetett, hol a Vesta szüzei őrizték. Szintén imádás tárgya volt, mint a Napisten jelképe, Rómában és előbb Emessában egy meteorkő, melyet HELIOGABALUS, mikor főpapból császárrá lett, Sziriából az örök városba vitetett s ott külön templomban őriztetett.

Az ó- és középkor határán, 411-ben északi Afrika egyik vidékén felhő keletkezett, melyből mennydörgés és villám kíséretében számos kő hullott, sok állatot és növényt megsemmisített.

A muzulmánok legnagyobb szentsége, a mekkai kaaba (mecset) északkeleti szögletébe befalazott fekete kő, LAURIN osztrák konzul szerint, ki megvizsgálta, szintén meteorit, de ez állításhoz kétség fér. Ha a kő az égből esett alá, bizonyára MOHAMED előtti időben történt.

EL KAZWINI arabs író kozmografiájában felhozta, hogy AVICENNA idejében 50 font súlyú vastömeg esett le.

1492 november 7-én déli 12 órakor Ensisheim elzaszi város mellett irtóztató robajjal 2¹/₂ mázsás kő csapott le. I. Miksa parancsára az ensisheimi templomba vitték, hol most is megvan egy darabja. A francia forradalom idejében egy részét leütötték s több muzeumnak jutott belőle. Kovaföld és vasoxidból áll és feketebarna kérgű.

Crema mellett 1511 szept. 4-én ezernél több kő zuhant le a magasból, 1581 július 26-án Thüringiában nagy dörgés kíséretében egy félmázsás kő esett le. 1668 július 19-én Vago mellett, Verona közelében, tűzgolyóból óriási kövek hullottak a földre, egy 2—3 mázsás Veronába került. 1698 május 18-án este Bern kantonban volt meteorhullás stb.

BONFINIUS és más hazai krónikások feljegyzése szerint 1559-ben Miskolczon öt darab emberfej nagyságú meteorkő esett le.

*Nézetek a meteoritek eredetéről.** SCHEUCHZER JÁNOS JAKAB, zürichi tanár és orvos (1672—1733), 1697-ben «Charta invitatoria» címmel felszólítást bocsátott ki, hogy meteorokról tudósításokat gyűjtsenek és küldjenek be neki; de siker nélkül, mert nem volt képes figyelmet kelteni ez égi tűnemények iránt. Nem is hitték akkor a tudósok, hogy a meteoritek az égből esnek alá.

* WOLF R. Gesch. d. Astronomie 135. §.

A kétkedést a *zágrábi* nevezetes meteorit-esés sem szüntette meg.

Zágráb közelében, Hrasina község határán, 1751 május 26-án vasárnapi napon, a sétálók szemeláttára két darab tiszta vas hullott alá. A nagyobbik 71, a kisebbik 16 fontot nyomott. A zágrábi káptalan számos szemtanú meghallgatásával jegyzőkönyvet vétetett fel a betűszerinti értelemben veendő érdekes «eset»-ről. Báró KLOBUSICZKY, zágrábi püspök a jegyzőkönyvet és a nagyobbik követ Pozsonyba küldte az országgyűlés alkalmából ott időző királynak, MÁRIA TERÉZIÁ-nak, kinek rendeletére Bécsbe vitték a meteorvasat. Most a bécsi cs. k. ásványtani múzeumban őrzik.

A tudósok azt mondták, hogy a zágrábi vaskő nem égi eredetű, ANDREAS STÜTZ, a bécsi Naturalien Kabinet igazgatója még 1790-ben is mesének nyilvánította, hogy az a kő a magasból azért esett le, mert a kozmikus régiókból eredett. Inkább azt a hipotézist faragta STÜTZ, hogy elektromos kisülés útján keletkezett a vastömeg!

Kőesések történtek a század végeig még többször (Lucében 1768 szept. 13-án, Barbotanban 1790 jul. 24-én, Sienában 1794 július 16-án); ekkor BOURGUET és DELUC azt vitatta, hogy a köveket vulkánok kitörései ragadták a magasba s így estek le. A párisi tudományos akadémia volt az, mely leginkább rajta volt, hogy a kő-eséseket földi okokra vezesse vissza, s ez indította később ARAGO-t e mondásra: «Azon természet-tudósok, kik csak oly tényeket akarnak elismerni, melyeknek magyarázatát sejtik, jobban ártanak a tudo-

mány előhaladásának, mint az oly egyének, kiknek túlságos hiszékenységet lehet szemükre hányni». A leg-hitetlenebb volt JEAN ANDRÉ DELUC, ki — talán nem is egészen komolyan — azt mondta: «Ha egy ily kő a lábam elé hullna, látni látnám, de mégsem hinném el».

CHLADNI, a jeles fizikus* volt az első, ki a meteoritek kozmikus eredetét meggyőződésből és meggyőzően hirdette. Hozzá csatlakozott KLAPROTH MÁRTON HENRIK.**

A francia akadémiát, mely 1790-ben kétkedve fogadta a Juillac mellett történt kőesésnek 300 tanú erősítette hírét, végre megtérítette a Normandiában (Orne département) l'Aigle mellett végbement meteor-hullás. JEAN B. BIOT (1774—1862) az akadémia megbízásából a hely színére utazott s kimerítő jelentést tett. E szerint Caen városában és más helyeken is 1803 április 26-án délután egy órakor egy tűzgolyót láttak, l'Aigleben pedig és köröskörül 30 órányi távolságig 5—6 percig tartó robbanás zaját hallották, mely a különben tiszta égboltozatnak egyetlen felhőcskéjéből indult ki és melyre rögtön hatalmas kőeső következett, úgy hogy 2—3000 kő zuhant alá. A kövek súlya nagyon különböző volt; a legkisebbeké néhány gramm, a legnagyobbaké 8—9 kilogramm. Ez utóbbiak még forrón értek a földre és mint a többiek is, kénzagúak és törékenyek voltak, később

* ERNST FLORENS FRIEDRICH (1756—1827.) Idevágó művei: *Über den Ursprung der von Pallas gefundenen und anderen ähnlichen Eisenmassen* 1794. — *Catalogue de la chute des pierres ou des masses de fer*. 1809. — *Ueber Feuermeteore und die mit denselben herabgefallenen Massen*. 1819.

** 1743—1817. Chémia tanára Berlinben. «Des masses pierreuses et métalliques tombées de l'atmosphère». 1803.

megkeményedtek. A terület, melyen elhíntve találtattak a kövek, tojásdad alakkal bírt és a hosszabb, északnyugati irányban $2\frac{1}{2}$, a rövidebb irányban egy órányira terjedt. A híres THÉNARD chemiai elemzése szerint a kövek főalkatrészét kova és vasoxid képezte; e mellett nikkelt, magnéziát és ként tartalmaztak.*

A mexikói Toluca völgyben 1784 óta tömérdek vaskövet találtak, mely e vidékre csak mint meteorit kerülhetett. A néhány dekagramm, meg a jóval nagyobb súlyú darabok 90% vasat, 7% nikkelt, továbbá kobaltot, phosphort és az oxidált felületen olivin- és vaschlorid-szemecskéket tartalmaztak.

1847 jul. 14-én Csehországban Braunau mellett tűzgolyó szétrobbanása után egy 20 és egy 15 kilogrammnyi tömeg esett le, melyek 92% vasat és $5\frac{1}{2}$ % nikkelt foglaltak magokban.**

A meteoritek nemei. Mielőtt további nevezetes meteorhullásokkal foglalkoznánk, lássuk, hogy hány- és miféle meteoriteket szokás megkülönböztetni.

Vannak *meteorkövek* és *meteorvasak* a szerint, a mint a meteoritek kevés vagy sok vasat tartalmaznak.

Tiszta meteorvasak — *holosideritek* vagy *aërosideritek* — azok, melyek csaknem egészen nikkelt és phosphortartalmú tiszta vasból és behintett, nem jelentékeny mennyiségű vasszulfidszemcsékből állnak. Színök világosabb, mint a földi vasé; csiszolva ezüstoffényűek. Választóvíz a csiszolt felületen zezugos vagy hullámzó

* BIOT: Relation d'un voyage fait dans le département de l'Orne pour constater la réalité d'un météore observé à l'Aigle en XI.

** K. Chr. BEINERT: Der Meteorit von Braunau, Breslau 1848.

vonalakat idéz elő, u. n. WIDMANNSTÄTTEN-féle* rajzokat; mert a meteorvas kristályos szerkezetű és alkatrészei különböző módon oldhatók a savakban. A nikkeltartalomtól különösen tartóssá válik a meteorvas, századokon át el nem mállik. Keleten a kalifák kardjait készítették belőle. A meteorvas igen nagy tömegekben fordul elő, mert kemény alkatánál fogva a robbanásnak jobban ellenáll, mint a meteorkő. Argentínában (Tucuman) és Mexikóban (Durango) több száz mázsányi meteorvasat találtak.

A vas-nikkel ötvény 4, 10, 29, ritkán 50%-át képezi a hösideritnek. Előfordul továbbá vas és kén vegyülete: troilit. Van grafit is a meteorvasban, továbbá schreibersit és rhabdit (két vas-nikkel phosphorvegyület), mely utóbbiak a földi vas társaságában soha sem fordulnak elő.

Köves meteorvasak vagy *syssideritek* oly meteoritek, melyek a fémbe beékelte kőrészeket tartalmaznak és így átmenetet képeznek a meteorvasak és meteorkövek között. A vasba beágyazva olivin és enstatit található. Ilyen az úgynevezett «Pallastömeg», melyet Szibériában találtak és 1772-ben Szentpétervárra szállítottak, hol PALLAS megvizsgálta. A szabálytalan alakú lapúlt tömeg 635 kilogrammot nyomott.

Sporado-sideritek azok, melyekben a kő túlnyomó, a vas pedig szétszórtan göböcskében fordul elő. A vaszemek a diónagyságúaktól lefelé mindenféle terjedelműek, sőt mikroszkópi részecskéket is képeznek,

* ALOIK BECK EDLER V. WIDMANNSTÄTTEN 1753—1849.

melyek létezését ROSE GUSZTÁV mutatta ki az úgynevezett *kriptosideritek*-ben vagy látszólagos kőmeteorokban.

Az *asideritek* a vas nélküli meteoritek, melyek igen ritkák. (Ezek *chondritek*, *Howarditek* stb.) Legnevezetesebbek az *asideritek* között a *karbonitek* vagy széntartalmú meteoritek. Csak négy karbonithullásról van újabb időből tudomásunk. (Alais 1806; Capföld 1838; Kaba 1857 és Orgueil 1864). Orgueil-ben 1864 május 14-én esti 6-kor fényes meteor látszott, mely a csillagok közül érkező rakétához hasonlított. Két-három percczel később mennykőszerű robajjal tömérdek kő hullott le, 30 négyzet kilométernyi területre. Vagy húsz követ szedhettek össze; a legsúlyosabb két kilogrammnyi volt. Nemcsak, hogy általában szenet találtak a kövekben, hanem különösen oly állapotút, minő növényi anyagok bomlásából keletkezik. De élő szervezetek maradványaira nem akadtak.

A meteoritek túlnyomólag magnézia-szilikátok és hasonlítanak a földi kőzetekhez, de nem egyeznek velök minden tekintetben. A meteoritekben ismeretlen elemet vagy kőzetet nem találtak, de az ásványok társulása bennök másféle, mint a Földön, s leginkább a tűzokádók termékeire emlékeztető.

Egyes meteoritek nagyon ritkán hullnak alá. Ritkák a 100 és több kilogrammosak, a legtöbb 1—10 kilogrammos. Az egy kilogrammnál kisebb súlyúakat valószínűleg csak nem veszik észre.

Gazdag meteorgyűjtemények vannak Londonban (British Museum), Bécsben (Naturalien-Kabinet), Párisban (1869-ben volt itt 235 példány, melyeket DAUBRÉE

vizsgált s a fent ismertetett módon osztályozott) és Budapesten (n. muzeum) SEMSEY ANDOR ajándékából.

Két meteorhullásról. Két legújabb időben történt és lefolyásában pontosan kísért meteorhullást akarunk bővebben megismertetni.

1. Az 1879 május 17-én Sziléziában Gnadenfrei mellett d. u. négy órakor leesett meteoriteket PFEIL gróf, GALLE és LASAULX összegyűjtötték; ugyanők kinyomozták a körülményeket, melyek között a tünemény végbement.

Két nagyobb követ lehetett találni, egy kilogramnyi súlyút és egy valamivel kisebbet, az elsőt Kleutsch, a másodikat Schobergrund falu mellett. Az elsőnek lezuhanását 50 méternyi távolságból szemmel kísérte egy asszony, ki a mezőn dolgozott. Az ég nagy részét épen felhők fődtek. Egyszerre ágyulövés-féle halatszott és utána valóságos sortüzelés, mintha katonaság lövöldözne a kleutschi erdőben, végre erős zúgás is, s csak ekkor látott az asszony valamit, a mi tompa zuhánással esett a szántóföldre, úgy hogy a fekete talaj felés széthányódott. Az asszony egy másik parasztasszonnyal a leesett tárgy felé sietett, azt egy lábnyi gödörből kikaparta s feketekérgű hideg kőnek találta. A durranás és a kő leeste között 70 másodpercnyi idő telhetett el.

Schobergrund tájékán egy munkás hatalmas durranást, egy percz mulva dongó zúgást, majd puska-ropogást vélt hallani. A puskaropogás előtt úgy tetszett neki, hogy két helyen lezuhant valami. Egy másik munkás $\frac{1}{2}$ lábnyi mélységű lyukban megtalálta a leesett;

szerinte $1\frac{1}{2}$ fontos követ, melyet sok darabra tört, hogy mentül többeknek adhasson belőle.

Harmadik durranást is hallottak többen. A schobergrundi kő töredékeit elegendő számmal gyűjtötte GALLE és LASAULX, hogy belőlük a követ rekonstruálhassa. A gnadenfrei kőből kaptak egy 752 grammos és hét összesen 131 gramm súlyú kisebb darabkát. A gnadenfrei kő nagy darabját két rajzunk tünteti fel.



46. ábra.

Gnadenfrei-i meteorit.



47. ábra.

Gnadenfrei-i meteorit.

A kisebbek közül kettő a törési lapokkal pontosan hozzáilleszthető a nagyhoz. (46., 47. és 48-ik ábra.)

A kéreg felületét finom, hullámos ránczok fődik. Számos apró, gömbölyüded kidudorodás a kéregből ki-nyomuló vasgolyócskáktól ered. A kéreg finom szakadásai valószínűleg a földhöz csapódás vagy a meteorit szétzúzása alkalmával keletkezettek. A kő egy darabját az egyik parasztasszony férje mindjárt letörte.

A schobergrundi kő 10 darabját (4—57 grammok, összesen 260 g.) szépen össze lehetett illeszteni (49. ábra). A külső kéreg nem tisztán fekete, mint a gnadenfrei kőé, hanem rozsdafoltos. A tömeg mindkét kőben világosszürke, összemorzsolódó; sok kis gömböcskét tartalmaz, melyek színe fehér, zöld, sötétszürke s melyek legfeljebb 2—3 mm. átmérőjűek. A vas hol kisebb, hol nagyobb részletekben fordul elő és leg-



48. ábra. Gnadenfrei-i meteorkő.

inkább a mesterséges csiszolás által készített felületen látszik. Egy ily csiszolt felületet ábrázol a 169. lapon levő rajzunk (50-ik ábra), hol a fekete rész nikkelvas (*a*), mely mellett pyrrhotin (*b*), olivin (*c, d, e, f, g*), enstatit-kristály (*h*), chromvas-oktaéder (*i*), és enstatit-tömeg (*k*), látható.

A schobergrundi kőnek belsejében is látható felületi rozsdafoltok valószínűleg a föld nedvességétől szár-

máztak. A letört darabkák is kísérletkép vízbe téve, nagyon gyorsan rozsdásodtak.

2. Felső-Olaszország több helyén 1883 februárius 16-án d. u. $2\frac{3}{4}$ órakor erős robbanás hallatszott, mely legiszonyúbb volt Alfianellóban, Brescia közelében. Épen Alfianelló fölött néhány száz méternyi magasságban egy meteorit robbant szét és egy paraszt 150 méternyi távolságból tanúja is volt az északkeletről délnyugat felé történt esésnek. Midőn a meteorit a földre zuhant, földrengésszerű rázkó-



49. ábra. A schobergrundi meteorkő.

dást idézett elő, a telegráfdrótok rezegtek, az ablakok csörömpöltek. Az esést megelőzőleg határozottan ki nem vehető tömeg mozgott az égboltozaton és vasuti vonat dübörgéséhez hasonló zaj hallatszott. A meteorit Alfianellótól 300 méternyire érte a talajt, melybe egy méternyire fúródott. Mikor leért, még meleg volt. A parasztok kis darabokra törték; annyit azonban meg lehetett állapítani, hogy eredetileg tojásdad alakú volt, a rendszeren előforduló kéreggel bevonva. Hossza lehetett 75, szélessége 60 czentimé-

ter; súlya 200 kilogramm. BOMBICCI tanár szerint, ki 25 kilogrammot a bolognai múzeumban helyezett el, a meteorit anyaga finom szemecskéjű, hamvas-szürke. Fémrészecskék szétszórva, de nagy mennyiségben fordulnak elő, mint mag-alakú kristályszerű sárgás vagy fehéres halmazok. A vas- vagy talán vasötvény-magvakat barna rozsdakörök környezik. A vasrészek aránya a kőrészekhez olyan, mint 65 az ezerhez. Itt tehát oly



50. ábra. A gnadenfrei-i meteorit csiszolva,

sporadosiderittel van dolgunk, mely kevés vasat tartalmaz (oligosiderit). A fekete kéreg kissé fénylő, helyenkint durva, máshol simább. A kő fajsúlya körülbelül 3,5 gramm.

Míg újabb időben a holosideritek esése a ritkaságok közé tartozott, annyira, hogy tulajdonképp csak két esetről, a zágrábi és braunaurirol van hiteles tudomásunk, addig a legrégebb feljegyzésekben csak fémi természetű

meteoritekről van szó. Ennek igen egyszerű a magyarázata. A holosideritek tényleg ritkábbak; a meteor-*kövekre* keveset ügyeltek régibb időkben, azért nem is történtek meteorkő-leletek. A tényleg megfigyelt alázuhanások száma igen csekély. A gyűjteményekben legtöbb meglevő meteorit csak szerkezetével áruja el eredetét, melyre egész biztossággal lehet következtetni.*

A magyarországi meteoritekről külön függelékben szólunk.

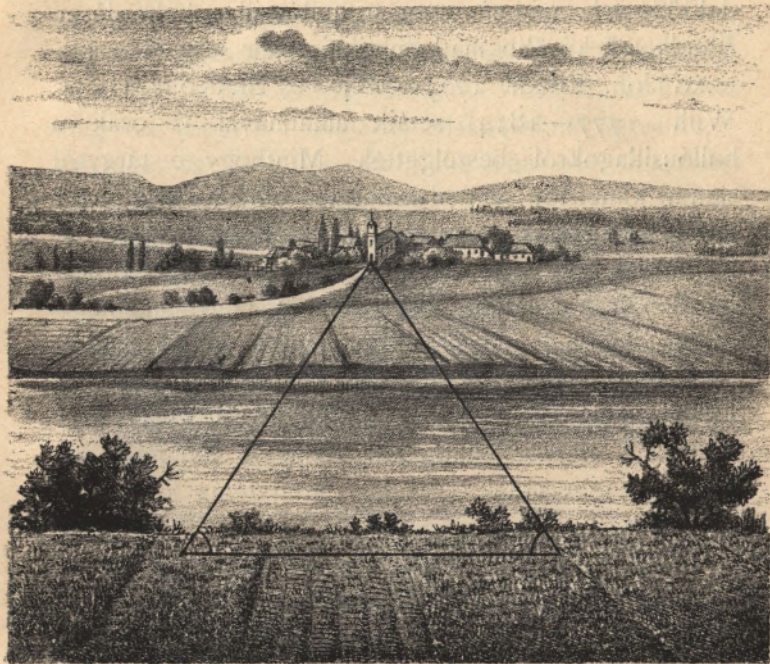
A meteorok magassága. Milyen magasságban villannak fel a hullócsillagok? Lehet-e ezt a magasságot meghatározni?

A hullócsillagoknak a föld színétől való távolságát meghatározni, elvben semmivel sem nehezebb, mint valamely hegy vagy torony csúcsának távolságát megmérni, midőn az illető tárgyhoz hozzá nem férhetünk. Ha ettől például folyam választ el bennünket (51. ábra), az inenső parton egy tetszés szerinti irányú egyenes vonalat kitűzve, ennek hosszát megmérjük, szögmérő eszközzel meghatározzuk, mily szögeket képeznek a felvett vonalal az ennek végpontjaitól a toronyhoz húzott egyenesek, s ekkor bármily összekötő egyenes hosszának kiszámítása oly feladat, melyet minden középiskolai tanuló

* A meteoritek irodalmából: P. M. PARTSCH, Die Meteoriten. Wien 1843. — K. v. REICHENBACH, Ueber die Meteoriten. Pogg. Ann. 1857—1860, 13 értekezés. — P. A. KESSELMAYER, Ueber den Ursprung der Meteorsteine. Frankfurt 1860. — OTTO BUCHNER, Die Meteoriten in Sammlungen, ihre Geschichte stb. Leipzig 1863. — GUSTAV ROSE, Beschreibung und Eintheilung der Meteoriten. Berl. Abh. 1863.

meg tud oldani. Ezen eljárást, ha magasságról van szó, trigonometriai magasságmérésnek szokás nevezni.

Noha ezen eljárás elvben igen egyszerű, a hullócsillagokra alkalmazva nem szolgáltat nagyon pontos



51. ábra. Távolságmérés akadály esetében.

eredményeket oly okoknál fogva, melyekre azonnal vissza fogunk térni.

A múlt század végeig kísérletet sem tettek a hullócsillagok magasságának meghatározása végett. Hogy

ezen magasság a legkiválóbb hegycsúcsokét felülmúlja, onnan hitte BRIDONE, mert a szent Bernát vagy az Aetna tetején ép úgy látott hullócsillagokat, mint a tenger színén.

Két göttingai egyetemi tanuló 1798-ban nagy érdeklődéssel tanulmányozta a hullócsillagok kérdését. Mindkettő később matematikai tanár lett. BENZENBERG (Joh. Friedr. 1777—1846) és BRANDES (Heinr. Wilh. 1777—1834) sétáik alkalmával is csak a hullócsillagokról beszélgettek. Minthogy e tárgyról semmi kimerítőt sem olvashattak, elhatározták, hogy magok próbálják meg a hullócsillagok magasságát megmérni. Előbb 9, azután 15 kilométernyi távolságban foglaltak egymástól állást és minden felvillanó hullócsillag idejére és pályájára vonatkozó pontos feljegyzéseket tettek. A pályákat csillagabroszra vitték fel és az időket egyenlőn szabályozott órákkal határozták meg.* Méréseik alapján kimondták, hogy a hullócsillagok planétai sebességűek, a légkör határszélén lépnek fel és ennél fogva a csillagászat tárgyai.

A BENZENBERG és BRANDES-től megkísérlett módszer egy nagy nehézségbe ütközött és ütközik. A legtöbb hullócsillagra nézve nagyon nehéz kitalálni, hogy a két helyen tett feljegyzések közül melyek tartoznak együvé. Húsz, harmincz megfigyelés közül alig sikerül két hullócsillagot azonosítani. Egy másik nehézség abban áll, hogy a hullócsillag nem mozdulatlan tárgy,

* BENZENBERG: Versuche, die Entfernung, die Geschwindigkeit und die Bahnen der Sternschnuppen zu bestimmen. Hamburg 1800.

mint a torony csúcsa vagy akár az állócsillag, hanem ellenkezőleg gyorsan mozog, egy másodpercz, vagy néha még rövidebb idő alatt elég hosszú ívet ír le az égboltozaton, pl. egy másodpercz alatt 20 foknyi ívet. E körülmény nagyon bonyolulttá teszi a magasság trigonometriai meghatározását. A felhozott két ok már eléggé magyarázza az eredmények bizonytalanságát. Aztán meg a hullócsillag váratlanul villan fel, az észlelő meg van lepette s kapkod. Mindezeknél fogva BENZENBERG és BRANDES-nek különösen első kísérletei kevésbé voltak kielégítők.

Az 1798-tól 1863-ig másoktól véghezvitt számításokat összegyűjtötték A. HERSCHEL és a newhaveni NEWTON,* és kiszámították az eredmények középértékét. SECCHI is összegezte saját méréseit, melyeknél alapvonalul Róma és Civitavecchia egymástól való távolsága (65 kilom.) szolgált. Az első felvillanás pillanatában a hullócsillag magassága:

Ki szerint?	Hány észleletből?	Kilometer
HERSCHEL --- --- ---	178	113
NEWTON --- --- ---	234	118
SECCHI --- --- ---	27	120

Az eltűnés vagy kialvás pillanatában a magasság ugyanígy 87, 81, 80 kilométer.

Az úgynevezett novemberi meteoroknál, melyekre

* NEWTON H., tanár. «On shooting stars Mem. of the nat. Acad. Wash. I. 1866.

visszatérünk, a magasság NEWTON szerint valamivel nagyobb: első felvillanáskor 155, kialváskor 96 km. Az augusztusi meteorok WEISS szerint 180 kilométernyi magasságban villannak fel.

Nyolczvan egész százyolczvan kilométer nem igen nagy magasság s ép azért természetes, hogy a leírt utak hosszúknak látszanak; a szögsebesség, azaz az egy mpercz alatt befutott ív fokainak száma tetemes. A közölt számok a szabad szemmel látható hullócsillagokra vonatkoznak. A távcsővel észlelhetőknak szögsebessége SCHMIDT tapasztalatai szerint sokkal kisebb: 0.2° , 7° , legfeljebb 10 fok; vagy azért, mert távolabb vannak, vagy pedig mivel igen kicsinyek s a levegő ellenállása nagyon tetemesen késlelteti mozgásukat.

A hullócsillagok magasságának meghatározása nemcsak magában véve szükséges, hogy ez úton igaz fogalmat szerezzünk a tünemény lényegéről, hanem azért is fontos, mert következtetni enged arra, hogy meddig terjed légkörünk azon része, melynek sűrűsége még észrevehető. E tárgyra még visszatérünk.

A hullócsillagok száma. Felületes vizsgálat azon hiedelemre vezet, hogy kevés hullócsillag jelenik meg az égen. A ki csak olykor-olykor veti tekintetét a csillagos égre, valóban igen ritkán fog hullócsillagra bukkanni. Ép azért teljesen érthető, hogy a ki véletlenségből mégis meglát egy meteort, meg van lepelve. Az is megeshetik, hogy valaki a természeti tünemények kedvelője lévén, szeretne meteort látni, s a midőn e végett rövid ideig vizsgálja az eget, éppen nem éri el célját.

Sok külső körülménytől függ a hullócsillagok esetleges megfigyelése. A holdvilágos éjszaka természetesen nem oly kedvező, mintha csak a csillagok gyenge fénye deríti fel a homályt. Nagyobb városok utczái, terei nem alkalmas észlelőhelyek, mert a lámpák fénye vakít, a füst és gőz csökkenti a levegő átlátszóságát; a gyöngébb meteor könnyen elkerüli a figyelmet. Egészen másképp áll a dolog nyílt mezőn. Különösen ajánlhatók a hegycsúcsok. Ezek mellett az sem mindegy, hogy az éj mely órájában, az év mely napján vizsgálunk, mert vannak idők, a midőn kivételesen sok hullócsillag jelenik meg.

Rendes körülmények között oly észlelő, ki egész figyelmét a hullócsillagokra irányozza, a legilletékesebb szaktudósok, SCHMIDT, WOLF RUDOLF, COULVIER, GRAVIER ítélete szerint, óránként 4—5 hullócsillagot pillant meg. Ide azonban nem számíthatók az időszakosan ismétlődő tömeges hullócsillag-megjelenések, melyekkel ellentétben a közönségesen észrevehető szórványosoknak (sporadikusoknak) nevezhetők.

Vizsgáljuk most mindenekelőtt, hogy a szórványos hullócsillagok, melyek az éj folyamában a Föld felszínének minden pontjáról láthatók, milyen nagy számmal lehetnek. Ne vezessen tévútra bennünket azon körülmény, hogy egy szemlélőnek óránként 4—5 hullócsillag ötlük szemébe. Minthogy a hullócsillagok magassága a földátmérőhöz képest csekély, két egymástól nem is nagyon távoli észlelő már *különböző* hullócsillagot lát, s a hány ily távolságú pont a Föld roppant felületén található, annyiszor kell venni az óránkénti 4—5

meteort. A newhaveni NEWTON azon feltevésből indult ki, hogy négy szemlélő óránként 30 hullócsillagot vesz észre, s ebből kiszámította, hogy egy nap folyamában legalább hét millió meteoroként látható testecske hatol a világűrből Földünk légkörébe.

Naponta hét millió meteor! Igaz azonban, hogy e testcskék legnagyobb része igen kicsiny, néhány grammnyi. Még így is, ha valamennyi elérné a Föld szí-
nét, évenként óriási tömeggé szaporodnék fel a meteor-
itek összege. De az igen apró meteorok legnagyobb
része a nagy felmelegedés következtében gőzzé válik
s elpárolog, mielőtt a Földet megközelíthetné.

NORDENSKJÖLD, a híres sarkutazó, Spitzbergában teljes magányban, emberi lakoktól 100 mérföldnyi távol-
ban nagy mennyiségű havat olvasztott meg s ily módon
igen finom vasport kapott. Ez nyilván meteor-eredetű
volt. Az elpárolgott meteorok finomra szétoszolt alkat-
részei bizonyára nagy mennyiségben is folytonosan hul-
lanak a földre, de nagyobb meteoritek csak ritkán ér-
nek le.

A meteorokra vonatkozó régi nézetek.
A meteorok valódi lényegéről az ókor népei még nem
bírtak tiszta fogalommal. A görögök tudósai a légkör
termékeinek tartották őket. Mint újabban COULVIER,
GRAVIER, ők is a szelek előhírnökeit látták a hulló-
csillagokban. A rómaiak magokévé tették e nézetet és
PLINIUS szerint sok hullócsillag megjelenése annak jele,
hogy szél várható.

Az újkor csillagászati viszonyai nem mozdították
elő a meteorok helyesebb felfogását. Csak HALLEY

sejtette a valóságot, midőn azon nézetének adott kifejezést, hogy az űrben helyenként anyag van felhalmozódva, mely az atómkok véletlen találkozásából képződött, és hogy a Földnek ez anyaggal való találkozása szüli a hullócsillagokat. A mi különösen a meteoriteket, a földre hullott köveket illeti, már apolloniai DIOGENES tanította, hogy a látható csillagokon kívül láthatatlanok is vannak, mely utóbbiak is mozognak a térben és bizonyos körülmények között a földre esnek le. Az újkor elején PARACELsus ép úgy, mint hajdan ANAXAGORAS, azt hitte, hogy a Napból érkeznek hozzánk a meteoritek. A XVII. században GEMINIANO MONTANARI, bolognai matematikus, az aërolithek kozmikus eredete mellett nyilatkozott, a milanói PAOLO MARIA TERZAGO pedig egy 1650-ben történt kőhullás alkalmából azt a tant hirdette, hogy a meteorköveket a Hold tűzhányó hegyei dobálják. Nevezetes, hogy ez utóbbi theoria még LAPLACE és OLBERS tetszését is megnyerte.

A legtöbb fizikus még a XVIII. században is azon hiedelemben volt, hogy a meteorok Földünk salétrom- és kéntartalmú kigőzölgései. A hallei WOLF azt mondta, hogy oly természetűek, mint a villám, azaz elektromos tünemények.

HALLEY-nek az szolgáltatott alkalmat a meteorokkal való foglalkozásra, hogy 1708 július 31-én Angolország több pontján olyan meteort láttak, mely az általános figyelmet magára vonta. HALLEY az erről érkezett híreket egybevetette azzal, a mit egy Olaszországban 1676 márczius 21-én megjelent meteorról megtudha-

tott. Az utóbbi Dalmátország felől érkezve és az Adriai-tenger és Olaszország fölött elrepülve, Corsica felé vette útját, de mielőtt ide érkezett volna, irtóztató durranással szétrobbant. Mindkét meteor nagy sebessége, továbbá azon körülmény, hogy az olaszországinak magasságát, a gondos észleletekből legalább közelítőleg meghatározva, 40—50 mfdnyinek találták, azon meggyőződést keltette HALLEY-ben, hogy a meteorok nem keletkezhetnek földi párákból, hanem szükségkép kozmikus eredetűek.

HALLEY még azt is észrevette, hogy az 1676-iki meteor a Föld mozgásával ellenkező irányban haladt. Nézeteit az 1716-iki Philosophical Transactions-ban tette közzé; de értekezése nem keltett figyelmet. Mindenesetre érdekes találkozás, hogy ugyanazon férfiú, ki az üstökösök időszakosságának felfedezésével ezen égi testek mivoltának ismeretét szilárd alapra helyezte, a szintén kozmikus meteorok valódi természetét is legelőször ismerte fel s e tekintetben CHLADNI-t megelőzte.

Chladni nézetei. CHLADNI, kiről már tettünk említést, midőn a meteoritekről szó volt, bámulatra méltó tisztasággal fogta fel a meteorok természetét, a mint főleg 1819-ben megjelent műve* tanúsítja.

CHLADNI különösen a tűzgolyókat vizsgálta, de kimutatta a hullócsillagokkal való összefüggésüket is. Az utóbbiakat, úgy vélekedett, csak mozgásuk gyorsas-

* Ueber Feuermeteore und über die mit denselben herabgefallenen Massen.

sága különbözteti meg, melynélfogva oly messzire távoznak a Földtől, hogy ennek vonzása már nem hat rájuk. Csak a légkör legfelső rétegeit szelik azok, egy pillanatig ragyognak, mint elektromos tűnemények, vagy valóban meg is gyúlnak, de csak rövid ideig égnek, mert a levegő oly ritka, különösen a föld színétől nagyobb távolságban, hogy égésüknek meg kell szünni. CHLADNI úgy tudja, hogy a világtérben az ismeretes égi testeken kívül tömérdek apró test létezik. Ezen apró tömegek tűzmeteorok képében lesznek láthatókká. A mi eredetüket illeti, vagy kezdettől önálló tömeg-halmazok lehetnek azok, vagy valamely nagyobb égi testnek romjai. Az első eset CHLADNI szerint valószínűbb. Az apró kozmikus testek ugyanazon őanyagból képződtek, melyből a világtér nagy égi teste. Az őanyag sok helyütt megvan még távcsővel csillagokra fel nem bontható ködfolt alakjában. Magok az üstökösök sem egyebek CHLADNI szerint, mint amaz őanyag megsűrűsödött és ennélfogva kisebb térfogatú részei. Az üstökösöktől pedig a tűzgolyók, meteoritek lényegükben semmiben sem különböznek.

Minél helyesebb e nézetek legnagyobb része, annál különösebb, hogy a meteorokra nézve uralkodó régi balhiedelmeket el nem oszlathatták. Hogy pusztá *ötletek* nem keltik fel a tudósok figyelmét, az természetes; mert a mi egyszerűen oda van vetve, legyen bár a legigazabb állítás, az összetartozó tények kapcsolatából kiszakítva nem érthető mindjárt s talán csak hosszú idő múlva méltányolható. De CHLADNI logikusan egybe-tartozó rendszert adott s mégsem talált hitelre. A ma-

gyarázatot talán abban kereshetjük, hogy a tények lánczolatából hiányzott egy szem. CHLADNI még mitsem tudhatott az időszakos meteor-esőkről. Egy ilyen meteor-esőt leírt ugyan már HUMBOLDT is; de csak a mi századunk második negyedében fordult e fényes tü-
neményre a csillagászok figyelme.

II.

METEORRAJOK.

Hullócsillag-eső. Ha a hullócsillagokat kitartóan és következetesen vizsgáljuk, csakhamar észre kell vennünk, hogy némelykor igen nagy számmal, a szokottnál hasonlíthatatlanul nagyobb bőségben tűnnek fel.

Jegyezzük fel, hogy mikor tapasztaltunk úgynevezett hullócsillag-esőt és észre fogjuk venni, hogy az ily jelenség rendes időközökben ismétlődik, bizonyos időszakiságot árul el.

Ha az év bizonyos napján hullócsillag-eső tanúi voltunk, a következő évnek ugyanazon napján, legföljebb kevéssel előbb vagy utóbb, annak ismétlődését várhatjuk.

Bár e tény nagyon könnyen konstatálható, csak századunk első felében fedezték fel.

1831 november 13-án BÉRARD kapitány, ki hajójával a spanyol part közelében Carthagena táján időzött, reggeli négy órától kezdve a teljesen derült égen tömérdek hullócsillagot és fénylő meteort vett észre. Három órán át gyönyörködött a szép látványban, de egyszersmind meg is számlálta a hullócsillagokat. Per-

czenként átlag kettőt-kettőt látott. Az akkori hírlapokból úgy értesülünk, hogy ugyanazon éjjel Németország számos helyén szintén rendkívül sok csillaghullást észleltek.

A figyelem fel volt keltve. Egy évvel később valószínűleg többen vizsgálták az eget, és november 12-én éjjel Angolország és keleti Franciaország, Hollandia, Svájc, Németország és Boston városa számos helyén roppant nagyszámú hullócsillagot észleltek.

Még fényesebb volt a tűnemény az 1833-iki évforduló alkalmával. Amerikában oly feltűnő volt a csillaghullás, hogy a köznép is észrevette és rettegéssel nézte. OLMSTED a beérkezett tudósításokat összegyűjtötte, ARAGO pedig kiszámította, hogy azon éjjel legalább 240,000 meteort láttak.

Ezúttal azonban a hullócsillagok ismerete még egy jelentős tapasztalattal bővült. Az egész éj folyamában valamennyi hullócsillag útja egy és ugyanazon pontból indult ki, melyet az Oroszlán csillagkép γ görög betűvel jelölt csillaga közelében állapítottak meg. Noha e pont, az égboltozat látszólagos mozgásában részt vévén, a szemhatárhoz való helyzetében tetemesen változott, folyvást hullócsillagok kiindulópontja maradt. E felfedezés jelentőségét még külön fogjuk méltatni.

Habár 1834-ben kevesebb hullócsillag mutatkozott, mint a megelőző novemberi éjszakán, az időszaki visz-
szatérés ezen alkalommal is eléggé világosan kitűnt.

Csak most méltathatták és érthették HUMBOLDT egy tudósítását, mely az 1799-ik év novemberének 11-ik éjszakáján általa BONPLAND-dal együtt

Cumanában szemlélt ritka szépségű tűneményre vonatkozott.

«A november 11-ike és 12-ike közti éj» — írta a Kosmos későbbi szerzője — «hüvös és kiválóan szép volt. Reggel felé, $\frac{1}{2}$ ₃-tól kezdve kelet felé igen nevezetes tűzmeteorok látszottak. BONPLAND vette őket észre. Ezer és ezer tűzgolyó és hullócsillag esett, egyik a másik után, egy óra hosszáig. BONPLAND állítása szerint a tűnemény kezdetén nem találhattak az égen 3 telthold-átmérővel egyenlő darabot, mely minden pillanatban ne hemzsegett volna tűzgolyóktól és hullócsillagoktól. Tűzgolyó ugyan kevesebb látszott, de mindenféle nagyságuak voltak, úgy hogy a kétféle meteorfaj között nem lehetett határt vonni. Mindegyik hosszú, 7—8 másodpercig látható fényvonalat hagyott maga után. Némely hullócsillagnak világosan megkülönböztethető magva volt, akkora, mint Jupiter korongja, s abból fényes szikrák pattantak. A tűzgolyók — úgy látszott — széjjelrobbantak; a legnagyobbak, kétszer akkora mint a Hold korongja, szikraszórás nélkül tűntek el, széles nyomokat hagyva magok után. Cumana legöregebb lakói visszaemlékeztek arra, hogy a nagy 1766-ki földrengést hasonló tűnemény előzte meg. Az indiai külváros halászhajói azt állították, hogy a «tűzijáték» éjjeli egy órakor vette kezdetét. Négy órától kezdve lassanként megszűnt a tűnemény, de még negyedórával a Nap kelte után is több meteort lehetett megismerni fehér fényökről s gyors végigsuhanásukról.»

Mint HUMBOLDT később kideríté, a tőle észlelt hullócsillagesőt Weimartól a Rio Negróig, innen Grön-

landig 1 millió négyzetmérföldnyi területen szemlélték.

A novemberi csillaghullás ismétlődései.
Mint hogy 1766-tól 1799-ig és innen 1832-ig 33 év telt el, OLBERS azon nézetnek adott kifejezést, hogy a minden évben szokottnál gazdagabb novemberi csillaghullások 33 évi időszakokban különösen nagyszerű mértékeket öltenek. Előre jósolta, hogy 1866 táján ismét nagyszerű hullócsillag-eső tanúi leszünk.

«Az ismeretlen láncznak két szeméből az egészre vonni következtetést, oly merészség volt, hogy a csillagászok bátran kétkedhetek OLBERS jövendölésében s így nem csoda, ha (1866) feszültséggel várták a nov. 12—14-ike közötti éjszakákat. A merész jóslat beteljesedett.» A «Times» leírása szerint: «Nov. 13-ika és 14-ike közt (Londonban) az ég szokatlanul tiszta volt s még egy órával éjfél előtt semmi jel. Egyszerre csak átröppent az első meteor, utána egy másik, de más irányban s más régiókon át. A néző azután alig számolhatott ötöt-hatot, már tisztán kivehetett vagy 30 hullócsillagot; azután jött minden perczen 6—7, utóbb oly sűrűn tűntek fel, hogy nem lehetett őket megszámlálni. Majd ketten-hármanként röppentek el, utóbb 10—12 különféle egyszerre. Némelyik hosszú fényes és kis ideig veszteglő szalagot hagyott maga után, noha a csillag maga szétpattanni és egy pillanat alatt eltűnni látszott; némelyik szintén gyorsan és fényesen lövellt át, de utána huzódó nyom nélkül. Mások úgy ötlöttek a szembe, mint a kovácműhely szikrái. Voltak olyanok, melyek házakra, fákra látszottak hullani, fogytig

fényesen, de vége felé már az alacsonyabb légkörnek megfelelő veres színekkel. Bármerre pillantánk, mindenütt ugyanazon csillogó fénypontocskák, ugyanazok a hosszú szalagok vagy tűzgolyók, melyek az egész tájat megvilágíták s csak lassan hamvadtak el... Oly pillanatokban, midőn az ég félig be volt borúlva, minden tisztáson át hullócsillagok suhantak el...»*

Hogy számadatot is közöljünk, felhozzuk a greenwichi észleletet, mely szerint 8 megfigyelő 1—2 óra között 4860 hullócsillagot számlált meg.

Régi krónikákban nyomára akadtak, hogy a novemberi hullócsillag-esőt már igen korán és igen sokszor vették észre és feljegyzésre méltónak találták. QUETELET, HERRICK, CHARLES, E. C. BIOT jegyzékeket állítottak össze, melyek alapján H. A. NEWTON azon eredményre jutott, hogy a novemberi tűnemény minden évben ismétlődik, de $33\frac{1}{4}$ évi időközökben különös fénnel lép fel, és pedig négyszer-ötször egymásután.

Az augusztusi meteor-eső. Hasonló időszakiságot fedeztek fel a más időben jelentkező hullócsillag-esőkre nézve is. Így 1836-ban QUETELET** azt találta, hogy régi feljegyzések szerint augusztus 10-én sok hullócsillag szokott feltűnni. Noha az augusztusi meteorok nem oly fényesek, mint a novemberiek, még nagyobb szabályossággal ismétlődnek, s úgy látszik, hogy 100—110 évi időközökben kiváló intenzitással jelentkeznek. Hullócsillagokban gazdag éjszakák még

* Term. t. társ. Közl. 1866. VI. 196—198 l.

** 1796—1874; brüsszeli csillagász.

januáriu 2.—3., április 20., október 18.—20., deczember 6.—8.*

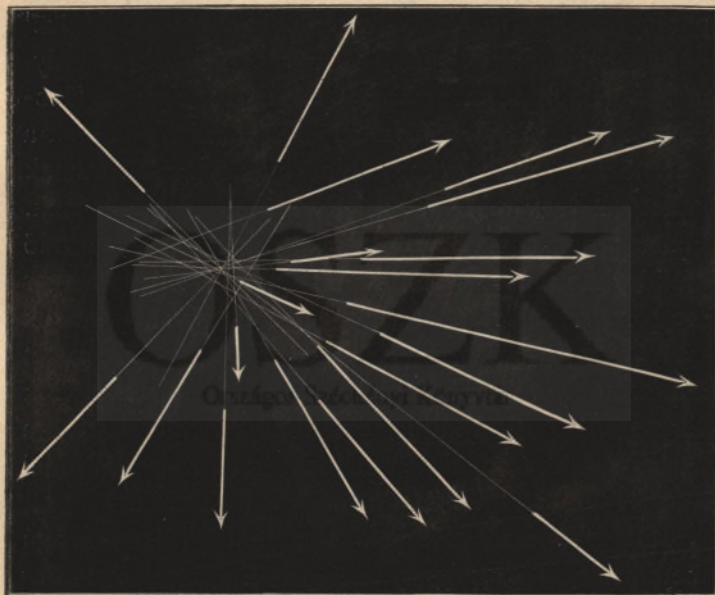
Sugárzópont. Az időszaki csillaghullások közös sajátosságát képezi az, miről a novemberi tűneménynél már volt említés, hogy t. i. valamennyi meteor egyetlen pontból indul ki, mely az égboltozat látszólagos mozgásában részt vesz. E pont neve sugárzópont. Oly hullócsillagok, melyek ugyanazon sugárzópontból indulnak ki, összetartozók, egy csoportot képeznek. Nemcsak az időszaki csillaghullások alkalmával látható meteorok csoportosíthatók, hanem az összes hullócsillagok kivétel nélkül. Tulajdonkép nem is léteznek szórványos hullócsillagok; mi szórványosaknak tartjuk azokat, melyek sugárzópontját nem tudjuk meghatározni, s ez mindig igen bajos, ha egyes, hosszabb időközökben jelentkező meteorokat észlelünk. Nagyobb bőségű hullásoknál is gyakorlottságot kíván a sugárzópont meghatározása. Az eljárás abban áll, hogy az egyes meteorok pályáit hátrafelé meghosszabbítva gondoljuk, míg azon pontot rögzíthetjük, melyben valamennyi irány találkozik (52. ábra).

Minthogy a november 13-ki meteorok sugárzópontja az Oroszlán γ csillaga (γ Leonis) közelében fekszik, a meteorok a Leonidák nevét viselik.

* Irodalom: QUETELET, Catalogue des principales apparitions d'étoiles filantes. Mém. d. Brux. 1839, 1841. — HERRICK, Contribution to a history of star-showers of former times. Silliman. Am. J. XI. 1840. — CHARLES, Sur les apparitions périodiques d'étoiles filantes observées du VI. au XII. siècle. Comt. rend. 1841. — HEIS E., Die periodischen Sternschnuppen. Köln 1849 és: Resultate der in den 43 Jahren 1833—1875 angestellten Sternschnuppen Beobachtungen. Köln 1877.

Hasonlóképp az augusztus 10-iki meteorok Perseidák, mert sugárzópontjuk a Perseus η csillaga mellett van.

Eddigelé vagy 200 csoportot és sugárzópontot határoztak meg, különösen HEIS, GREG, HERSCHEL A..



52. ábra. A meteorraj sugárzópontja.

SCHMIDT, ZEZIOLI stb. Több csoport egy főcsoporttá egyesíthető. Így a Perseidákat több hozzá tartozó csoport szokta megelőzni. Ellenben a Leonidák elszigetelt csoportot képeznek.

A meteorok kozmikus testek. A meteorok időszakiségének egyetlen észszerű és minden tapasztalat-

nak megfelelő magyarázatát a kozmikus elmélet szolgáltatja.

A világtestek nem szükségkép nagy kiterjedésűek. Míg Jupiter 150,000 kilométernyi átmérőjű, addig a Klió nevű planetoid átmérője alig 30 kilométer. De lehetnek és vannak még sokkal kisebb, sőt poralakú parányi testek, *asteroidok*, melyek ép úgy a Nap körül keringenek, mint az egész külön világokat alkotó bolygók, a nélkül azonban, hogy létezésüket csak legtávolabbról sejtjük, ha valamiképp közel nem jönnek a Földhöz, a mikor is vagy mint hullócsillagok válnak láthatóvá, vagy mint meteoritek egyenesen lezuhannak. Ha azt tapasztaljuk, hogy bizonyos szabályosan ismétlődő időközökben meteor-esőt szemlélhetünk, azaz tömeges meteorraja bukkanunk, ez is megmagyarázható, ha sok meteor, rajjá verődve össze, egy összetartozó egészet képez, mely fél-, egész évi vagy más határozott idő alatt szabályos pályán haladva kering a Nap körül, s e haladása közben a szintén a Nap körül keringő Földdel a földpálya bizonyos pontjában összetalálkozik.

De egy csapást követő és egyenlő időszakosságú meteorrajok száma igen tetemes. Ebből első tekintetre az következik, hogy *sok* raj fut be közös pályát és pedig valamennyi ugyanazon idő alatt. Ily valószínűtlen feltevéshez azonban nem szükséges folyamodni, mert igen közelfekvő természetesebb magyarázat is van.

A meteorraj apró testek halmaza, olyanféle valami, mint mikor a szél kövekkel s egyéb nagyobb tárgyakkal elegyes porfelhőt kavart fel. Minden a világtérben szabadon lebegő anyaghalmozék van téve a bolygók

kisebb-nagyobb vonzásának, melyhez még a Nap vonzása is járul.

Elképzeltető, mily romboló hatással van ennyi erős vonzás arra a laza halmazra, a mely egészében egy meteorrajt képez. A halmaz széthull, kisebb halmazok válnak el a pálya minden pontján; az egész pálya megtelik kisebb rajokkal és az eredeti halmaz lassanként meteor-gyűrűvé alakul át.

Ha a Föld pályája az ily gyűrűt átmetszi, minden évben, t. i. a hányszor a Föld az átmetszési ponthoz ér, sok hullócsillagot kell látnunk, bárminő is az egyes meteorok mozgása és a Nap körüli keringésök ideje.

Magától érthető e feltevés mellett, hogy a mint a Föld az átmetszési ponthoz közeledik, az ott állóknak képzelt meteorok látszólag a Föld felé tartanak, mert a magunk észrevehetetlen haladó mozgását azokra ruháznók át; de a gyűrű mentében haladó meteorok is bizonyára párhuzamosan és majdnem egyenlő sebességgel hullanak a földre. Hogy a meteorokat egy pontból látjuk kiindulni, vagyis, hogy sugárzó pont van, könnyen megérthető a következő módon. Nézzünk felfelé, midőn szélcsend idején hull a hó. Azon pelyhek, melyek egyenesen a néző felé tartanak, mozdulatlanoknak tűnnek fel, a többi pelyhek az előbbiektől mindenfelé távozni látszanak. Ép úgy azon meteort, mely egyenesen a szemlélő felé tart, mozdulatlanoknak gondoljuk és ez jelzi a sugárzópontot, melytől minden más meteor látszólag eltávozik.

A meteorok és a levegő. Mint már említettük,

a hullócsillagok magasságából következtethető, hogy meddig terjed a légkör észrevehető sűrűségű része.

A hullócsillagok, meteorok magukban véve sötét testecskék, melyek a levegőbe roppant gyorsasággal nyomódnak, az útjokat álló közeget összesűrítik és ettől annyira felmelegszenek, hogy izzókká válnak. Így az általánosan ismert pneumatikus tűzszerszámban az egyik végén zárt vastag üvegcsőbe légmentesen, nagy erővel behajtott dugón a tapló meggyúl, az összesűrített levegő hőfejlesztése miatt. A hol tehát hullócsillagok látszanak, ott okvetetlenül még levegő van.

Ily módon a légkör határát távolabb fekvőnek találjuk, mint ha más úton próbáljuk meghatározni. A szürkület — mint ismeretes — onnan ered, hogy a már lealkonyúlt Napnak sugarait a legfelsőbb légrétegek megtörik, és ekkép a szemhatár fölé hajlítják. A tünemény mennyiségtani tárgyalása azon eredményre vezet, hogy az említett legmagasabb légrétegek legfeljebb 75 kilométernyire vannak a tenger színétől. De ebből úgysem következik, hogy 75 kilométeren túl egyáltalában nincs levegő, hanem csak az, hogy e határon túl a levegő részecskéi már nem képesek a Nap sugarait úgy visszaverni, hogy mint szürkületi fényt észrevehessük. Ha pedig van levegő nagyobb magasságban is, legyen az bármily ritka, hatalmas akadályt gördíthet a hullócsillagok útjába, melyek oly roppant sebességgel hasítják a levegőt.

A BOYLE és MARIOTTE-tól felállított fizikai törvény szerint a levegő annál ritkább, minél kisebb nyomás alatt áll, tehát minél magasabb régiókban fordul elő.

7,5 km. magasságban a levegő sűrűsége	0,416
15 " " " "	0,172
30 " " " "	0,030
45 " " " "	0,0052
60 " " " "	0,0009
75 " " " "	0,00016

része a tengerszíni levegő sűrűségének. E szerint ott, ahol a hullócsillag látható, a levegő sűrűsége több mint 5000-szer kisebbedett.

Nevezetes és felette érdekes SCHIAPARELLI-től kiderített azon tény, hogy éppen a nagy ritkulás régiójában veszíti el a levegőt taszító test eleven ereje legnagyobb részét. Más szóval, ama nagy magasságban talál legnagyobb ellenállásra, ott melegszik fel leginkább. Hogy az állításoknak eme lánczolata a valóságnak megfelelő, azt a kísérletekből következtethetjük, melyek kilőtt ágyúgolyókkal tettek. Efféle kísérletek alapján a levegő ellenállásának általános törvényét kifejező hipotézist lehet felállítani, mely a meteoroknál is alkalmazható. Ha egy 4 centiméternyi átmérőjű és — mint a meteorok — a víznél 3,5-szer sűrűbb ágyúgolyó egyszer 72, másszor 16 kilométernyi (egy másodpercre vonatkozó) sebességgel lépne a légkör legfelső rétegébe, SCHIAPARELLI számításai szerint, ha helyes DIDION légellenállási törvénye, mindkét esetben az ágyúgolyó sebessége $\frac{1}{2}$ kilométernyire apadna oly magasságban, hol a légnyomás 20,3, illetőleg 19,6 milliméter. S. ROBERTS légellenállási törvényét alkalmazva, úgy találta SCHIAPARELLI, hogy a közös $\frac{1}{2}$ km-nyi sebesség már 11,64, illetőleg 11,62 mm-nyi légnyomás-

nál állna be. Akár 20, akár 12 mm-nyi légnyomás, rendkívül ritka légrétegnek felel meg. A mint tehát az ágyúgolyó kissé sűrűbb légréteghez ér, közönyös, hogy mily kezdősebességgel bírt, mert akkor 72 és 16 km-nyi kezdősebesség egyaránt $\frac{1}{2}$ km-nyire száll le; mihelyt a sebesség az eredeti sebességnek már csak csekély részét képezi, az ágyúgolyó további mozgása a kezdősebességtől független. Hasonlókép a meteorok is, melyek a légkörbe különböző, de mindig igen tetemes (kozmi- kus) sebességekkel hatolnak, a legmagasabb, legritkább rétegekben e sebességek legnagyobb részét elveszítik és a kezdősebességek különböző volta daczára egy és ugyanazon magasságtól kezdve egyforma, aránylag igen csekély sebességgel haladnak tovább, úgy, hogy hullásuk a kezdősebességtől függetlenné vált.

Ebből megmagyarázható, hogy a meteor, midőn a Föld színéhez közel jut, már csak csekély sebességű; és minthogy kozmikus sebességét a felső légrétegek ellenállása miatt szinte elvesztette, a szabad esés törvényének fog hódolni és a nehézség hatása alatt ér le a Föld színére.

SCHIAPARELLI számításai- ból kitűnik, hogy a sebesség legnagyobb csökkenése a meteor- nak a légkörbe való hatolása *legelső* pillanataiban történik. Minden mozgó testben van munka-képesség, azaz minden test képes más mozgó testeket mozgatni. Ennek a munka-képességnek eleven erő a tudományos neve. Az eleven erő nem egyszerűen azon arányban csökken és növekszik, mint a sebesség, hanem ennek négyzetével arányosan, azaz, ha a sebesség 2, 3, 4-szer nagyobb vagy

kisebb, az eleven erő 4, 9, 16-szor nagyobbodik vagy kisebbedik. E szerint a meteor eleven erejének legnagyobb részét is a légkör legfelső rétegeiben veszíti el, a mi csak úgy lehet, hogy ama nagy magasságban talál legnagyobb ellenállásra, s felmelegedése, ezzel együtt fénye is ott lesz legerősebb; mert az eleven erő, mint mondani szokás, egyenesen meleggé változik át; a hol eleven erő eltűnik, ott helyette bizonyos mennyiségű meleg keletkezik.

A kifejlődő hő izzóvá teszi a meteort. Az izzás a legmagasabb légrétegekben következik be. Egy ágyúgolyó, mely 16 kilométernyi sebességgel lépne a légkörbe, sebességének $\frac{3}{4}$ részét oly magasságban vesztené, a hol a barométer 246 mm. állást mutatna. Fennmaradna a sebességből $\frac{1}{4}$, az eleven erőből $\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{4}$ vagyis $\frac{1}{16}$; a többi $\frac{15}{16}$ már elveszett volna. Ép úgy 72 kilométernyi kezdősebesség mellett még nagyobb magasságban, a mely 151 mm.-nyi barométerállásnak felel meg, a fennmaradó sebesség $\frac{1}{9}$ -edét, a fennmaradó eleven erő $\frac{1}{81}$ -edét képeznék az eredetinek s elveszett volna az eleven erő $\frac{80}{81}$ része. Az izzás tehát valóban roppant magasságban kezdődne.

Össze is hasonlíthatjuk egymással a két felvett példabeli elevenerő-veszteségeket. A 16 kilométer kezdősebességű golyóénál még nagyobb magasságban van a másik golyó, midőn már sokkal többet veszített eleven erejéből. Ennélfogva a távolabbi, azaz magasabb hullócsillagok többnyire izzóbbak, fényesebbek, mint azok, a melyek mélyebbre bocsátkoznak alá.

A meteorok hőfoka. A hullócsillag oly test, mely

a levegőt hasítja és annyira felmelegszik, hogy izzóvá válik. Az izzás fénye az, a mi mint fényvillanás az ember szemébe tűnik.

Ha egy test hasítja a levegőt, a hatás olyan, mintha a nyugvó testet gyors légáram érné. Mindkét esetben megfelelő hőmérsékemelkedés áll be. Sir W. THOMSON szerint* azon sebesség, mellyel a Föld évi útjában halad, elegendő arra, hogy egy mozdulatlan felvett meteor hőmérséke 600,000 fokkal emelkedjék. De a meteoroknak is van planétai sebessége. Ezt is számításba véve, a hőmérsék emelkedése több millió fokot tenne. E végett azonban azt kellene feltételezni, hogy az egész eltűnt eleven erő átváltozik hővé, a mi aligha történik. Nagy valószínűséggel állíthatni, hogy az elméletileg talált óriási hő-emelkedés a valóságban nem mutatkozik. Legfeljebb néhány ezer foknyi hőmérsék fejlődik ki, mely a kisebb meteorokat gázokká változtathatja át, de a nagyobbaknál a felületen mutatkozik, a test belsejébe nem hatol. Ezen hőmérsék mindenesetre oly tetemes, hogy a felületet megolvasszhatja, és így származik a meteoriteken észrevehető olvadási kéreg. A hőmérsék, mint kifejtettük, a légkörbe hatolás kezdetén legtetemesebb, de azután gyorsan csökken kisugárzás és hőközlés által, és pedig annál gyorsabban, minél kisebb az illető meteor. A felület magas hőmérséke mélyen befelé már azért sem hatolhat, mert a Földre érkező meteor csak néhány másodperczig hasítja a levegőt. A gyors hő-csökkenést

* On the mechanical energies of the solar system.

pedig eléggé bizonyítja az, hogy a meteorit, a földre lehullott tömeg rendszeren nem találtatott túlságos melegnek.

A meteorok az élet hordozói-e? Tekintettel arra, hogy a karbonitekben szenet találtak, több tudós s újabban Sir W. THOMSON a meteorokról azon nézetet állította fel, hogy azok «a különféle világok egymás-közötti közbenjárói, követei, elpusztult élet feltámasztói». Ha Földünkön — mondja THOMSON — az élet egy pillanat alatt teljesen kiveszne, egyetlen ily kő elég leendene tökéletes benépesítésére.*

Első tekintetre úgy tetszik — s ZÖLLNER utalt is reá —, hogy a meteorok nagy felmelegedése az élet minden csiráját, mely netalán a meteorhoz kötve egy új világtestig eljut, okvetlenül megsemmisíti. De mivel a felmelegedés a nagyobb meteorok *felületére* szorítkozik, teljesen hihetőnek találhatjuk HELMHOLTZ-czal, hogy az ily nagyobb meteor hidegen maradt belsejének hasadékaiiban a csirák megtarthatják életképességöket.

A kérdés tehát azon fordul meg, hogy jöhetnek-e a meteorokkal a mi bolygónk vagy valamely más lakható világtest légköréig oly szerves maradványok, melyek élni képesek, s nem inkább oly romok-e ezen maradványok, melyek az életnek csak emlékei, de azt feltámasztani, más világba átültetni nem képesek. A világter roppant hidegében, igaz, a röpülő meteor úgyszólván *átfagy*, s már ez is megfoszthatja az élet csiráit az élet-

* HOITSY: A meteorok mint az élet hordozói, Termt. Közl. X. 46—52. l.

képességtől. Csakhogy az átfagyásnak sem kell bekövetkeznie, ha a meteor *forogva* repül a világtérben, mert ekkor minden részét időközönként éri a *napsugár* s oly hőmérsék fejlődik ki, «melynél nem hogy a növénymag, de még a koloradó-bogár (THOMSON tréfás példája) is kellemesen fogja magát érezni». A meteorok közbenjáró szerepe nem épen tudományellenes hipotézis, de ismereteink mai állásánál kielégítőn nem tárgyalható.

A meteorhullás gyakoriságának változásai.

Már 1838-ban észrevette HERRICK s később COULVIER GRAVIER, SCHMIDT és HEIS bebizonyították, hogy a nap és éj különböző óráiban nem egyenlő számú hullócsillagok láthatók, és hogy e tekintetben is bizonyos szabályosság van. Egy nap folyamában egészen meghatározott órákban egyszer legnagyobb és egyszer legkisebb értékét éri el a látható meteorok száma. A maximum a hajnali, a minimum az alkonyati órákra esik. A meteoroknak egy nap folyamában változó gyakorisága az u. n. *napi variáció*.

Hogy évi variáció is létezik, azt már BRANDES sejtette, ki 1823-ban ki is mondta, hogy őszkor több, tavaszkor kevesebb meteor látható. COULVIER GRAVIER, SCHMIDT és WOLF havi középértékeket számítottak ki s kissé eltérő eredményeket kaptak, de észleleteikből annyi egész bizonyossággal következik, hogy az év első felében jóval kevesebb meteor látható, mint annak második felében. Ez az *évi variáció*.

Ugyancsak BRANDES vette észre és a fentnevezett buvárok mutatták ki, hogy még egy variáció van, az

azimuthális. Ha vizsgáljuk, hogy mily világtájból jönnek a meteorok, feltűnő különbségeket találunk, a mennyiben a legtöbb meteor kelet felől, a legkevesebb nyugat felől érkezik; ellenben észak és dél e tekintetben középhelyet foglal el.

A hullócsillagok háromféle variációja egy ideig legerősebb támaszát képezte COULVIER GRAVIER már említett elméletének, mely a meteorok pályáinak szabálytalanságát a légáramlásokkal, barométer-ingadozásokkal és időjárással hozta kapcsolatba.

A napi és évi variáció látszólag csakugyan nagyon hasonlít a barométer- és hőmérő-állás napi és évi ingadozásaihoz. Az azimuthális variáció a különböző évszakokban uralkodó szelek irányának változására emlékeztet. COULVIER GRAVIER meteorológiai elmélete szerint a meteorok előre jelzik a légáramlásokat. A meteorok túlnyomó többségének iránya, a rezultáns, a főszerepet játssza a GRAVIER módszere szerinti időjósításokban.

Felesleges e tárgynál tovább időzni. A variációkkal kapcsolatban azonban nem mellőzhető hallgatás, hogy a míg nem voltak kellően megmagyarázva, azon nézet megerősítésére szolgáltak, hogy a meteorok nem kozmikus eredetűek. Efféle nézet még a mi századunkban is nyilvánult; sőt HUMBOLDT is a Kosmos egyik helyén azt sejteti, hogy az ő felfogása szerint a napi variáció tényének összevetése a kozmikus eredet feltevésével oly magyarázatot tesz szükségessé, mely a valószínűtlenség bélyegét hordja magán.*

* «Wenn unter verschiedenen Meridianen die Sternschnuppen erst

Újabban SCHIAPARELLI milanói csillagász a variációkat tökéletesen megmagyarázta, még pedig épen a meteorok kozmikus elmélete alapján.*

A váltakozó gyakoriság magyarázata. Mint-hogy a Föld nem mozdulatlan, hanem a Nap körüli csekély ($1/60$) lapúltságú elliptikus pályán halad, e körülmény hatással van a meteorok látszólagos útjaira. Midőn a hullócsillagokat felvillanni és eltűnni látjuk, nem a meteorok abszolút, valódi, hanem relativ, azaz a Föld helyváltozásával kombinált mozgásának vagyunk tanúi.

Itt egy új fogalommal kell megismerkednünk, melyet SCHIAPARELLI honosított meg a tudományban. *Apex* a milanói csillagász meghatározása szerint a világtérnek oly pontja, mely felé a Föld mozgása irányul, a melyre tehát a Föld pályájához huzott érintő mutat.**

Határozott kapcsolat van a meteorjelenségek és az apexnek a szemhatár fölötti helyzete között.

Az apex folyvást változtatja helyét. Részt vesz a Föld napi mozgásában, azaz felkel, delel és leszáll; mert hisz a Föld, mialatt előre halad, tengelye körül

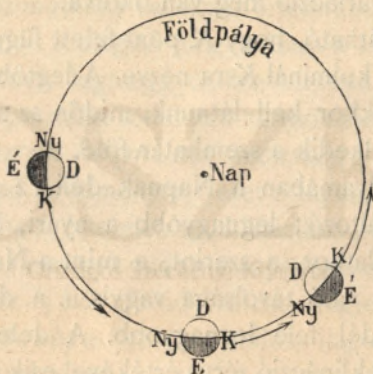
in einer bestimmten Frühstunde vorzugsweise sichtbar werden, so müsste man bei einem kosmischen Ursprunge annehmen, was doch wenig wahrscheinlich ist, dass diese Nacht- oder vielmehr Fröh Morgenstunden vorzüglich zur Entzündung der Sternschnuppen geeignet seien,» sat.

* GIOVANNI VIRGINIO SCHIAPARELLI szül. 1835. A SCHIAPARELLI-től az üstökösök és meteorok között kimutatott kapcsolatot már MORSTADT (1797—1869) sejtette. Ast. N. 347.

** G. V. SCHIAPARELLI: 1. *Intorno al corso ed all' origine probabile delle stelle meteoriche.* Lettere al P. A. SECCHI. Roma 1866. 2. *Note e riflessioni intorno alla teoria astronomica delle stelle cadenti.* Firenze 1871. Lásd még: DANIEL KIRKWOOD, *Comets and Meteors.* Philadelphia 1873.

is fõrog. Az apex körüljárja a Napot; mert a Föld görbe útján haladva, mindig más irány felé tart.

Ha a Föld pályáját kör ábrázolja (53. ábra), melynek középpontjában a Napot képzeljük, az apex azon pont, melyre a Föld bármely helyzetében a Föld középpontjából húzott érintõ mutat. Ebbõl mindenekelõtt az következik, hogy az apex iránya a Naphoz húzott egyenessel 90 foknyi szõget képez, hogy az apex



53. ábra. A földpálya apexe.

a Naptól 90 foknyira van, s hogy akkor kel fel, midõn az utóbbi delel.

A nagyobb kör kerületén rajzolt apró körök a Földet ábrázolják különbözõ helyzetekben. *D* pontra nézve a Nap delel, *K* pontra nézve felkél, *Ny*-re nézve lenyugszik, *É*-ben éjszél az idõ.

Mind a keringés, mind a tengely-körüli forgás az óramutató mozgásával ellenkezõ irányban megy végbe.

A kis körök minden pontja 24 óra lefolyása alatt a betűkkel jelzett mind négy helyzetbe kerül.

Ha szakadó esőben kocsikázunk, mellünk jobban ázik, mint hátunk. Földünkön elhelyezkedve, ezzel együtt meteoresőben haladunk, mely az apex felől érkezik élénkbe. De *K*-ban, azaz elül, reggel vagyunk, *Ny*-ben pedig, azaz hátúl, este. Ennek megfelelőleg csakugyan a hullócsillagok gyakoriságának maximuma a reggeli, minimuma az alkonyati órákban tapasztalható. Ezzel a napi variáció meg van okolva.

Tisztán látható, hogy *K* pont felett függélyesen áll az apex, azaz kulminál *K*-ra nézve. A legtöbb hullócsillagot tehát akkor kell látnunk, midőn az apex legmagasabbra emelkedik a szemhatár fölé.

Az év folyamában a Napnak déli 12 órakor való magassága változó; legnagyobb a nyári, legkisebb a téli napfordulatkor, a szerint, a mint a Napnak az ég egyenlítőjétől való távolsága vagyis u. n. deklinációja észak vagy dél felé legnagyobb. A delelési közép-magasság a deklináció zérus értékével esik össze a nap-és éjegylenlőség alkalmával. Minthogy az apex 90 foknyira van a Naptól, annak deklinációja épen a napfordulatok alkalmával zérus. E pont az év második felében magasabban kulminál mint az egyenlítő pontjai, az év első felében pedig mélyebben. Ennélfogva az év első felében kevesebb meteort kell látnunk, mint második felében, a mi egészen megfelel a tapasztalt évi variációnak.

SCHIAPARELLI találón nevezte az apexet a meteorok Napjának. Valamint ugyanis az igazi Nap állásától,

illetőleg a szemhatár fölötti magasságától függ a napi és évi meleg-eloszlás, épúgy a meteorok gyakorisága is annál nagyobb, mentől tetemesebb az apexnek szemhatár fölötti magassága.

Az apex tulajdonkép reggeli hat órakor kulminál, mert hisz 90 foknyira van a Naptól. Reggeltől estig a délkörtől nyugatra van, estétől reggelig keletre. Éjjel tehát keletre van az apex, s mivel éjjel látjuk a meteorokat, a legtöbbet kelet felől jövnök kell találnunk a tapasztalati azimuthális variáció értelmében.

A variációk kielégítő magyarázata a kozmikus eredet feltevésének legmeggyőzőbb bizonyítéka, mert az elmélet és tapasztalat tökéletes harmóniáját tünteti elő.

A meteorok kozmikus sebessége és pályája.
Mily meglepő eredményre vezet a tapasztalati tények helyes és beható értelmezése, klasszikus példa rá, hogy SCHIAPARELLI mennyit tudott a napi variációból következtetni. Ő az éj különböző óráiban megjelenő meteorok számából képes volt a hullócsillagok kozmikus sebességét kiszámítani.

Hogy eszmemenetét követhessük, képzeljük először a Földet mozdulatlanak. A minden oldalról feléje hulló meteorok ez esetben mindenütt egyenletesen érik, még ha tengelye körül forog is. Ha azonban a Földnek oly haladó mozgást tulajdonítunk, mely sokkal gyorsabb, mint a meteoroké, természetes, hogy a mögötte futó meteorok nem érhetik utól és csak a szembejövők találhatják, melyek csupán előre néző oldalát érhetik. A Föld ily feltevés mellett a vele egy irányban haladó meteorrajt úgy furná keresztül, mint

az ágyúgolyó azt a szúnyograjt, melyen keresztül lőnék, t. i. üres henger képződnek nyomában. Ha állna a Föld, variáció egyáltalában nem volna lehetséges; ha a meteorokat gyorsaságban hasonlíthatatlanul fölül-múlná, a hullócsillagokat *csak* az apex irányában, tehát csak a reggeli órákban láthatnók.

De mit tapasztalunk? Azt, hogy este is láthatók a hullócsillagok, a midőn a Földnek hátranéző oldalán vagyunk, tehát csak oly hullócsillagokra esik tekintetünk, melyek a Föld után nyomulva érkeznek légkörünkbe s így szükségkép nagyobb sebességűek, mint a mi golyóalakú lakhelyünk.

Minthogy a látható hullócsillagok száma egy nap folyamában szabályosan változik, SCHIAPARELLI vizsgálat tárgyává tette e körülménynek a meteorok kozmikus sebességével való kapcsolatát, s azon eredményre jutott, hogy a meteorok középsebessége 1.45-ször akkora, mint a Földé.

A két sebességnek arányát H. A. NEWTON egészen más úton, SCHIAPARELLI-től függetlenül ugyanakkorának találta. Az eredmények egyezése mindkét természetbuvár okoskodásának helyességét bizonyítja; egyébiránt e találkozás nélkül sem lehetett volna kételkedni SCHIAPARELLI állításainak megbízhatóságában, mert mellettök szólt a valószínűség.

A Föld középsebessége a Nap körüli keringése közben 30,400 méter. Mennyiségtanilag bebizonyítható, hogy az olyan égi test, mely a Naphoz legközelebb érve, ettől oly távolságban van, mint a mekkora a (közelítéssel köralakúnak gondolt) földpálya fél-

átmérője, okvetetlenül parabolát ír le, ha sebessége $1.41 (= \sqrt{2})$ -szor nagyobb, mint a Földé.

Ebből következik, hogy a meteorok *valódi pályája parabola-szerű*. Természetesen a világtérben a pálya vetülete az égboltozaton, a meteor látható nyoma, egészen más alakú.

A levegő hatása a pályára. A hullócsillagok *látszólagos* útjai a igen nagy szabálytalanságokat tüntetnek fel; lehetnek görbültek, kigyódzók, visszatérők, sőt emelkedők is. Nem lehet ez eltéréseket a légkör *mozgásának* tulajdonítani. Igaz ugyan, hogy a levegő a Föld tengelye körül forog nyugatról keletre s így a légkörbe hatoló meteorokkal mindenesetre érezteti nyomását, ép úgy, mint minden erős szél is. De ha tekintetbe vesszük, hogy az egyenlítőn, hol a forgási sebesség legnagyobb, a Föld valamely pontja másodperczenként 465 méternyi utat tesz, tehát a levegő sebessége sem mulhatja fölül e számot, a meteorok másodpercznyi útja pedig több mint 30,400 méter, elképzelhetjük, hogy az ütköző levegő hatása elenyésző csekély. Valóban ki is tűnik számítás által, hogy a levegő legfeljebb fél foknyira térítheti el a meteor mozgás-irányát. A szelek hatása szóba sem jöhet, mert már dühöngő orkán az olyan légmozgás, mely 40 méternyi sebességgel történik. E szerint teljesen mindegy, akár mozog a levegő, akár nyugszik, mert *mozgásával* nem módosíthatja a meteor útjat.

Máskép áll azonban a dolog, ha azt kérdezzük, hogy általában hat-e módosítólag az, hogy a meteor, a légkörbe lépve, ellenálló közegben folytatja mozgá-

sát. Ha a behatoló test igen csekély kiterjedésű, vagy tökéletesen golyóalakú és tengelye körül nem forog, az eredeti irány megmarad a levegő ellenállása daczára. De ha a levegőben mozgó test szabálytalan alakú, a levegő ellenállása magában elegendő, hogy — mint már **OLBERS** kiemelte — a legmeglepőbb irány- és sebességváltozásokat idézze elő.

Lapos kövekkel hajigálva, mint a gyermekek játékból teszik, észrevehetjük, hogy az ilyen kövek a legkülönböztettebb csavarodó utakat írnak le. Ide sorozható az ismeretes bumerang, Ausztrália őslakóinak fegyvere, mely mint gyermekek játékszere Európában is elterjedt. A ki bánni tud vele, oly ügyesen hajíthatja, hogy a kézhez visszatér. Ime, egy visszatérő pálya a hajított tárgy alakja és a lég ellenállása következtében.

Mily hatással van a levegő ellenállása szabálytalan alakú testek gyors mozgására, legjobban kitűnik ágyúgolyókkal tett kísérletekből. **HANSTEEN** christianiai tanár olyan golyókat készített, melyek súlypontja nem esett össze a középponttal. Kilőtték e golyókat s mozgásukat távcsővel kísérte **HANSTEEN**. Szinte hihetetlen, de **HANSTEEN** határozottan állította, hogy kiterjesztett szárnyú hatalmas fekete madarat vélt látni; pedig csak a golyót kaphatta távcsöve mezejébe. A golyó mozgása tehát igen szabálytalan volt és igen gyorsan változott.

A vontcsövű ágyúból kilőtt golyók a cső folytatóságos irányától eltérítetnek, nemcsak lefelé, mint minden a nehézségerőnek alá vetett test, hanem olyformán is, hogy a függőleges síkból oldalvást kilépnek. A közön-

séges ágyúgolyó pályáját vízszintes síkra vetítve, egyenes vonalat kapunk, a vontcsövű ágyúknál a vízszintes vetület görbe vonal. Az eltérés annál nagyobb, minél messzebbre halad a golyó, de nem áll egyszerű arányban a távolsággal, hanem sokkal gyorsabban növekszik. Egy csúcsos 14 fontos lövedék például, mely a csőből kiindulva 1000 lábnyi kezdősebességgel birt, a vízszínnel pedig 10 foknyi szöveget képezett, 8400 lábnyi út végén 40 lábnyira volt eltérítve. Ha ilyen golyóféle megakadás nélkül folytathatná útját (a mi már azért sem lehetséges, mert a Föld felülete feltartja) és az eltérés ugyanazon mértékben növekednék, a pálya önmagába vissza térne, s a golyó 270 kilométer átmérőjű kör befutása után visszatérne kiindulásponthoz.

Mint az ágyúgolyók pályáit, úgy a meteorokéit is a lég ellenállása módosítja.

JELENKORI NÉZETEK AZ ÜSTÖKÖSÖKRŐL ÉS HULLÓCSILLAGOKRÓL.

I.

ÜSTÖKÖS- ÉS METEOR-PÁLYÁK AZONOSSÁGA.

Az üstökösök és meteorok közös pályái. Az üstökösök pályái két tekintetben különböznek a bolygók pályáitól. Ha zártak, magokba visszatérők is, sokkal nyújtottabbak és a Föld pályájával tetemes szöget képeznek.

Minthogy a meteorok rajai szabályos úton haladnak, az a kérdés merül fel, hogy pálya tekintetében az égi testek melyik osztályához hasonlíthatnak, az üstökösökhöz-e, vagy a bolygókhoz?

A Perseidák gyűrűje, mint ERMAN GYÖRGY már 1839-ben tudta, 56 foknyi szöget képez a Föld pályájával. SCHIAPARELLI és H. A. NEWTON vizsgálataiból kitűnt, hogy a meteor-pályák parabolikusak. A meteorok rajokban járják útjokat; HOEK szerint üstökösrajok is léteznek. Ime három egyezés a meteorok és üstökösök pálya-viszonyaiban. A legfeltűnőbb egyezés kiderítése azonban SCHIAPARELLI halhatatlan érdeme.

Csak a sugárzópont helyzetét, a Föld és a meteorok sebességét kell ismerni egy meteorgyűrű helyének rögzítése vagyis a meteorok pályájának kiszámítása végett.

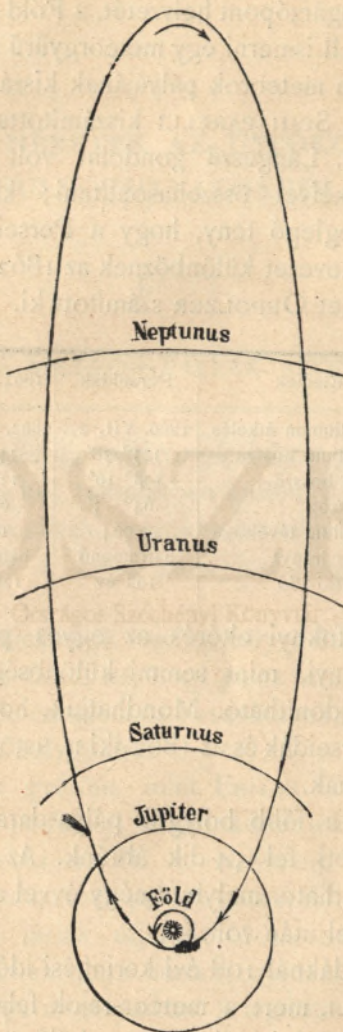
1866-ban SCHIAPARELLI kiszámította a Perseidák pálya-elemeit. Lángeszű gondolat volt az elemeket az üstökösökéivel összehasonlítani; kitűnt ugyanis a valóban meglepő tény, hogy a Perseidák pályaelemei nagyon keveset különböznek az 1862-ki II. üstökösétől, melyeket OPPOLZER számított ki.

Elemek	Perseidák	1862. II. üst.
Perihéliumon átkelés	1866. VII. 23.	1862. VIII. 22.
Perihélium hossza	343° 38'	344° 41'
Csomó hossza	138° 16'	137° 27'
Hajlásszög	64° 3'	66° 26'
Perihélium távolsága	0.964	0.963
Mozgás iránya	hátramenő	hátramenő
Keringési idő	108 év	121½ év

Egy-két foknyi eltérés az egyes pályaelemeknél majdnem annyi, mint semmi különbség és számítási hibának tulajdonítható. Mondhatjuk, hogy a két pálya azonos. A Perseidák és az 1862-iki II. üstökös ugyanazon pályán haladnak.

E pályát a főbb bolygók pálya-darabjaival együtt rajzban tünteti fel 54-dik ábránk. Az üstökös azon helyzetben látható, melyben négy évvel a perihéliumon való átmenetel után volt.

A Perseidáknál 108 évi keringési időt azért vett fel SCHIAPARELLI, mert a meteor-rajok feljegyzéseiből kitűnt, hogy 108 évi időközökben különösen az augusztusi meteorok jelentkeznek nagy számmal.



54. ábra.

Az 1862-ik évi II. üstökös és az augusztusi meteorraj pályája.

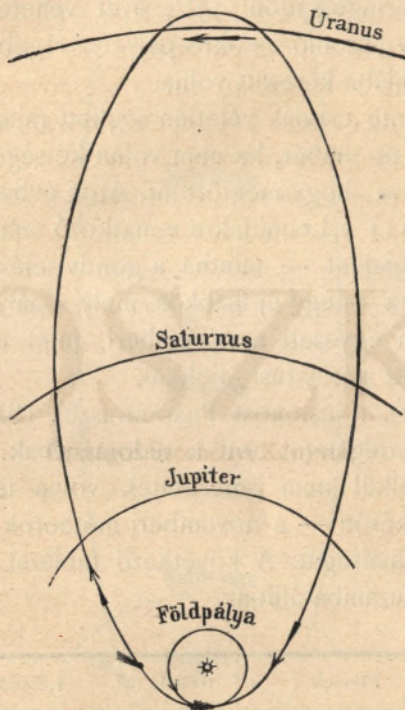
Csak az augusztusi meteorok gyűrűje esik-e össze üstökös-pályával, vagy más gyűrű is? Számítással kellett e kérdést eldönteni. SCHIAPARELLI figyelme legelőször a Leonidákra irányult, melyeknek kiszámított pálya-elemei közé keringési időül $33\frac{1}{4}$ évet vehetett fel. De egyező vagy hasonló üstökös-pályát a régebben ismeretek között hiába keresett volna.

Egy szinte csodás véletlen segített rajta, melyet el sem hinne az ember, ha nem volna kétséget kizárólag dokumentálva, hogy megtörtént. Azon évben, melyben SCHIAPARELLI a Leonidákra vonatkozó számításait befejezte, megjelent — mintha a gondviselés egyenesen küldte volna — egy új üstökös, mely a pályát illetőleg még jobban egyezett a novemberi, mint az 1862-iki 11. üstökös az augusztusi rajokkal.

Az 1866. I. üstököst TEMPEL (szül. 1821) fedezte fel. Nagy szolgálatot tett a tudománynak, mert felfedezése nélkül nem ismerhették volna fel — vagy csak vajmi későn — a novemberi meteorok pályájának nevezetes sajátságát. A következő táblázat a pályaelemeket párhuzamba állítja.

Elemek	1866 I. üst.	Leonidák
Perihéliumon átkelés	1866. I. 11.	1866 nov. 10.
Perihélium hossza	60° 28'	56° 26'
Csomó hossza	231° 26'	231° 28'
Hajlás	17° 18'	17° 44'
Perihélium távolsága	0.9765	0.9873
Excentricitás	0.9054	0.9046
Fél nagy tengely	10.324	10.340
Keringési idő	33.176 év	33.25 év
Mozgás iránya	hátramenő	hátramenő

A Leonidák egy pályán haladnak a TEMPEL-féle üstökössel. 1866-ban először az üstökös volt e pályán látható; 10 hónappal később az ő nyomában a Leonidák értek a perihéliumhoz.



55. ábra. Az 1866-ik évi I. üstökös és a novemberi meteorraj pályája.

Ezen érdekes pályát (55. ábra) hasonló módon, mint a Perseidákét, rajzban feltüntetve kiderül, hogy emennél jóval rövidebb, a Neptunus pályáját el sem éri.

A SCHIAPARELLI-től kezdeményezett összehasonlí-

tásokat nagy eredménnyel folytatta WEISS,* ki észrevette, hogy az esztendő azon napjain, melyek sűrű csillaghullásról nevezetesek, a Föld olyan helyen van, hol pályáját bizonyos üstökösök pályái metszik át. Ilyen üstökösök az 1861. évi I. és a BIELA-féle. Az elsőnek pályája ott metszi a Föld pályáját, a hol bolygónk április 20-án van, a másodiké ott, a hol november 28-án van a Föld. Az év eme két napján valóban lehet hullócsillagokat látni. Novemberben ugyanis két csillaghullás van; az egyik, igen feltűnő, a Leonidáktól ered, s a hó végén van a kevésbbé fényes, melynek BIELA üstökösével kell valami összeköttetésben lennie.

Noha az áprilisi és a kisebb novemberi rajra nézve kevés adat volt összegyűjtve, annyit ki lehetett mutatni, hogy e rajok pályái nem igen különböznek az imént említett két üstökösétől.

Novemberi meteor-eső 1872-ben. A kapcsolat teljes felderítése 1872-ben vált lehetségessé, a mely év novemberének 27-én a legfényesebb meteorhullások egyike történt.

Hogy üstökösök és meteorok között valami kapcsolat lehet, azt már BIELA üstökösének feloszlásakor sejtették. HUMBOLDT azon nézetben volt, hogy a deczember elején mutatkozó meteorhullások BIELA üstökösére való tekintettel érdemelnek különös figyelmet. Világosan formulázta e gyanítást QUETELET: «Ha, mint fel kell tételezni, BIELA üstökösétől egyes részek különvál-

* EDMUND, bécsi tanár és csillagász, szül. 1837. — Beiträge zur Kenntniss der Sternschnuppen. Wien 1868—1870.

tak, ezekről azt kell képzelni, hogy egyelőre a pályában vagy annak közelében a Napot környező, nem folytonos áramot képeznek. A míg a részecskék még messzire szét nem szóródtak, nem alakulhat szakadatlan gyűrű, a tömeg eloszlása egyenetlen, és ha a Föld a részecskék egy rajával találkozik, a Földnek a tömegen való újabb áthatolása csak több keringés elmulta után fog ismétlődni. Nem kell tehát minden év ugyanazon napjain egyformán sűrű és feltűnő meteorhullásnak történni.» Utalva néhány különösen gazdag meteorhullásra (1741 decz. 5, 1798 decz. 6, 1830 decz. 7. 1838 decz. 6/7.) és közös sugárzópontjukra, feltűnőnek találta QUETELET, hogy «az 1798 és 1838 közötti nagy meteorhullások hat időszak feltevése mellett 2435 napi keringési időre vezetnének, a BIELA üstököse pedig 1806—1846 közt 2441 napi keringési idővel birt, mely különbség nem oly nagy, hogy ne lehessen azt a zavarásokból megmagyarázni.»

Az 1872-ki meteorhullás megerősítette azt a nézetet, melynek QUETELET kifejezést adott. November vége felé a csillagászok éber figyelemmel kísérték a csillaghullásokat. Ugyanis 1872-ben visszatért volna a BIELA üstököse, ha már előbb széjjel nem foszlik vala, s romjait csillaghullások alakjában remélték megpillanthatni, mert SCHIAPARELLI és WEISS elméletei már ismeretesek voltak. Bécsben,* hol WEISS maga észlelt volna, a borús idő miatt mit sem lehetett látni. Budán a meteorológiai és földmágnességi intézeten 7 óra 25

* «Term. K.» V. 16—17. 1.

perczkor sűrű csillaghullást látott dr. BAUMGARTNER GYÖRGY; ő, SCHENZL GUIDÓ igazgató és KURLÄNDER IGNÁCZ meteoroszkóppal (durva theodolit-féle) 170 meteor pályáját mérték meg. E meteorok számát nem lehetett meghatározni, legalább 1000 volt. A tűnemény utolsó stádiumában számos tűzgolyó is tünt fel; mind az Orion csillagzatából indult ki. SCHULHOF LIPÓT Baján időzve, a meteorok számát 10,000-re becsülte. KONKOLY MIKLÓS Ó-Gyallán csak egy ideig észlelhetett, mert tíz óra felé felhők fedték el az eget, mindazáltal 1796 meteort olvasott össze és a sugárzópontot is meghatározta. «A hullócsillagok — írta Naplójában — 1-sőtől 6-od nagyságig változtak, a kisebbek közül legtöbb 4—5-öd nagyságú volt. Határolt színváltozatokat bajos lenne állítani. Vörös alig néhány volt. Igen soknak pályája görbe S-alakú volt.» Rómában SECCHI tudósítása szerint 13,892 meteort számláltak. Egy angol megfigyelő körülbelől 59,000-re becsülte a hullott meteorokat.*

SCHMIDT Athénében 5 óra 48 perczkor látott először néhány fényesen felvillanó hullócsillagot. Az első órában 500, többnyire igen fényes meteort számlált meg, de nemsokára abban kellett hagynia a szám meghatározását, mert a meteorok sűrű hullása miatt nem tehetette. Hozzávető becslések szerint kilencz óra alatt egy észlelő 8200 meteort láthatott s az egész égboltozaton 20,000 volt látható. DENZA Turinban négy segédrel 6½ óra alatt 33,400 meteort olvasott össze.

* «T. Közl.» V. 22—30. l.

«Míg 1866 november 13-án — írja SCHMIDT — a meteorhullás alkalmával feltűnő volt a meteorok fénye, több száz igazi tűzgolyó megjelenése, uszályaiknak keskenysége és fénye, a zöld szín túlnyomósága és különösen a látszólagos mozgás nagy gyorsasága; addig egészen mások voltak a körülmények 1872 nov. 27-én. A hullócsillagok túlnyomó többségökben igen csekély fényűek, 5—6-od rangúak voltak; uszály gyakran látszott, de széles és füstnemű, úgy hogy számos nagyobb meteor teljesen hasonlított a hosszú csóvájú üstökösökhöz. A zöldes szín talán csak egyszer mutatkozott; különben minden szín fehér és sárgás-vörös közt változott. Narancs- és sárgásszínű meteor sok ezer volt. Különösen nevezetes a kivétel nélkül lassú, szeliden lebegő mozgás és azon több órán át konstatált tény, hogy majdnem mindazon meteorok, melyek nem voltak több mint 30—40 foknyira a sugárzóponttól, görbe, szabálytalan pályát írtak le. Fénylő tűzgolyók egyáltalában nem látszottak, csak 2—3 volt oly fényes mint Jupiter, 5—6 mint Sirius, 250—300 mint az elsőrangú csillagok, de a többi gyenge fényűeknél is ritkán hiányzott az uszály. Már az első órában nemcsak hogy 5—6 meteor látszott egy másodperc alatt, hanem csoportok is jelentek meg és 3—7 hullócsillag párhuzamosan haladt az égboltozatnak hol egyik, hol másik helyén. 8³/₄ óra után 10—20-ával keskeny hossz-sorokban egymás mellett és egymás nyomában húzódtak, 50—60 foknyira is a sugárzóponttól, melynek közelében hullámzó, lüktető mozgással tömegesen, gyakran csak rövid fényvonalak alakjában áramlottak mindenfelé. Kilencz óra

felé a Hattyúban 3—5 fok hosszú és 1 fok széles pamat látszott, amolyan gombolyagféle, melyet poralakú és változatos mozgású fénypontok képeztek... Délkelet és kelet felé a szemhatár közelében gyakran oly látvány tárult fel, mintha cseppek hullanának szakadatlanúl, ha a fokozott gyakoriság pillanataiban 20—40 hullócsillag (negyed-, harmad-, másodrangú) lassan növekvő fényvel egyszerre ereszkedett alá mintegy 10—20 másodpercen át... A hó hullását vagy esőt hozni fel összehasonlításként, túlzás volna. A fényesebb meteoroknak különösen a szemhatár közelében tapasztalt lebegő esését elég találón hasonlíthatni az őszi lombhulláshoz.»

A sugárzópont 1872 november 27-én az Andromeda γ csillaga közelében volt. Ennek tekintetbe vételével BRUHNS kiszámította a raj pálya-elemeit, és ezek valóban nagyon hasonlók BIELA üstökösének pálya-elemeihez. Nem lehetett többé kétségbe vonni, hogy a váratlanul fényes meteorhullás oly testektől eredt, melyek az eltűnt BIELA-üstökös pályája mentében járnak körül a Napot. A Perseidák és Leonidák mellé egy harmadik raj sorakozott a raj- és üstökös-pályák azonosságának bizonyítékául.

Az üstökös- és meteorraj vélt azonossága. Csak a pályákra szorítkozik-e az azonosság? Vagy talán az üstökös azonos a meteorrajjal? KLINKERFUES ez utóbbi nézetben volt. Az üstökös — úgy hívé — tulajdonkép meteorraj; a meteorraj nagy távolságból ködös üstökös-tömegnek látszik. E feltevés eleve nagyon sok nehézségbe ütközik, de 1872-ben szinte bebizonyulni látszott.

Ha 1872 november 27-én nem BIELA üstökösétől különböző, csak közös pályájú meteorraj, hanem maga az elveszettnek hitt üstökös hasította volna a Föld légkörét, a találkozás után a Földnek háta mögött a távozó rajt ismét ködnemű üstökös képében kellett volna látni, még pedig a raj sugárzópontjával diametrálisan szemben. Az Andromeda γ -jával általelles pont a Centaurus θ csillaga táján, a déli égen van. Megjelent-e ott az üstökös? Ezt óhajtotta tudni KLINKERFUES. Sürgönyözött tehát Madrasba POGSON NORMAN ROBERT csillagásznak,* de lakonikusan csak annyit: «Biela üstököse érintette a Földet nov. 27-én. Keresse Theta Centauri mellett.»

POGSON azt gondolta, hogy BIELA üstökösét, melynek visszatérése valóban 1872-re esett volna, tényleg látták Európában. Ő is kereste azt; de az ég borús volt; csak december 2-án hajnal előtt látszott az ég a felhők nyílásán át és egyúttal valóban egy ködtömeg is, mely mozgott, tehát csak üstökös lehetett. Kerek volt az, észrevehető maggal, de csóva nélküli. Másnap reggel újra meglátta az üstököst POGSON és ekkor már csóvát is vett észre. Ha ez BIELA üstököse volt, mely 1846-ban kettészakadt, fel kellett találni a második darabot is. De nappalodott és a vizsgálás félbeszakadt. Ezentúl sokáig borús volt az ég. Mikor kiderült, az üstökösnek nyomát sem látták többé.

Csak egy észlelés kellett volna még, hogy kiszámítsák az üstökös pályáját s egész biztossággal megmondhassák, hogy mit látott POGSON, BIELA üstökösét-e,

* Szül. 1829.

vagy egészen más efféle égi testet. Így kétségben maradtak a csillagászok.

A valószínűség azonban nem szólt a mellett, hogy BIELA üstökösét látták Madrasban; mert nem november 27-én érkezett volna a földpályához, hanem 12 héttel korábban. A Föld tehát november 27-én már jó messze volt a pályák átmetszési vonalától, légkörébe nem igen juthatott meteor. Legfeljebb azt lehetett hinni, hogy a bolygóknak zavarása megváltoztatta BIELA üstökösének pályáját és késleltette az üstökösnek a földpályába érkezését. BRUHNS KÁROLY (szül. 1830) lipcsei csillagász matematikai vizsgálat tárgyává tette a KLINKERFUES-POGSON esetét. Kiderült, hogy itt egyszerűen véletlenség forgott fenn. POGSON nem láthatta BIELA üstökösét, mert oly gyökeresen nem változhattak meg ez üstökös pálya-elemei, hogy POGSON észleletei azoknak megfelelőhessenek. A november 27-iki raj, melynek tagjai a sugárzópont fekvése után Andromedidáknak nevezhetők, ép oly kevéssé azonosak a POGSON-látta üstökössel, mint BIELA üstököse. Merő véletlen, hogy december elején Theta Centauri mellett valami új üstökös jelent meg.

Hová lett BIELA üstököse? mi lett belőle? maig sem tudjuk. 1879-ben, 1885-ben vissza kellett volna térnie; nem jött. Azon nézet, hogy BIELA üstököséből lett az Andromedidák raja, megrendült 1879-ben, mert ez év novemberének végén nem volt sűrű meteorhullás, tehát kereszteztük az üstökös pályáját és mégsem találkoztunk az Andromedidákkal. Ellenben újra gyönyörű, az 1872-kinél is pompásabb meteorhullás tanúi voltunk

1885-ben. Tömérdek tudósítás érkezett a világ minden részéből. Legtöbb meteort ezúttal is Olaszországban lehetett látni, DENZA szerint 4 óra alatt 62,000-et. A svédeknél Upsalában, hol 12 észlelő végezte a számolást, 6 órától 11-ig 40,844 hullócsillagot olvastak össze. Említésre méltó, hogy Genfben a meteorhullást követő napokon az esőben sok meteorport találtak.

Nem lehet még eldönteni azt a kérdést, hogy 1872-ben és 1885-ben a BIELA üstökösének útján haladó meteorok ugyanazon rajával találkoztunk-e, vagy pedig a meteorgyűrűnek két különböző részével. MICHEZ az utóbbi nézetben van, s 1892-re helyezi kilátásba az Andromedidák legközelebbi fényes visszatértét, míg a másik nézet mellett e visszatérés csak 1898-ban várható.

A meteorrajok és gyűrűk. A Perseidák, Leonidák és Andromedidák mellett említhető a Lyraidák raja, mely az 1861-ki I. üstökös pályáján halad. Az a remény, hogy *sok* összetartozó rajra és üstökösre fognak akadni, eddig nem teljesült.

A rajok egy része szakaszos, más része nem. Szakaszos a Perseidák, Leonidák, Andromedidák és Lyraidák raja. Miért olyanok ezek? és más rajok miért nem? Lássuk, mikép magyarázza ezt SCHIAPARELLI?

Minden vékony, felhőalakú kozmikus halmaz, akár összefüggő anyagból álljon, akár egyes darabokból, a Nap vonzásának hatása alatt hosszú, vékony szalaggá változik át, mihelyt a naprendszerhez közeledik. A szalag meggömbül, alakja keveset különbözik a parabolától, általában kúpszeletszerű alakot ölt. Ily kúpszeletű

pályákon haladnak azon meteorrajok, melyeknek időszaki visszatérését nem tapasztaljuk. Meteorfolyamok ezek, melyek a végtelen távolból erednek, a végtelen távolba szakadnak.

Megeshetik, hogy a kozmikus felhő, mielőtt meteorfolyammá húzatnék szét, midőn tehát még meglehetősen tömött, ez állapotban a nagy bolygók valamelyikének közelébe érkezik.

A laza, csekély tömegű felhőre a tömör, aránytalanul nagyobb tömegű hatalmas bolygó ellenállhatatlanul hat, a parabolikus pálya megváltozik, ellipszis lesz belőle, melynek rövid keringési idő és kis perihéliumbeli távolság felel meg.

Meglehet, hogy a bolygó a rajnak nem valamennyi tagját tereli az új irányba; a meteorok egy része, mintegy kimenekülve a ragadozó bolygó karmaiból, folytatja útját a végtelenbe.

Legnagyobb bolygó a Jupiter. Neki bizonyára orosz-lánrésze van a kozmikus felhők pályáinak átalakításában, de a többi bolygók is részt vesznek e munkában.

A Leonidák raját LEVERRIER számításai szerint Uranus terelte mostani pályájába, a hol november közepén a Földdel találkozni szokott. A nevezetes kozmikus esemény, melyről itt szólunk, nem is régen, valószínűleg 126 évvel Kr. születése után történt, a mikor a Leonidák az Uranushoz közel jöttek. A Perseidák raja sokkal régibb idő óta tartozik naprendszerünkhöz.

Általában azon meteorgyűrűk ifjabbak, melyekben a meteorok eloszlása nagyobb egyenetlenséget tüntet fel. Ha a meteorgyűrű valamely helyén nagy tömö-

rülés van, minden perihéliumba érés alkalmával a Nap és bolygók vonzásai következtében szétszóródás áll be, mely annál előrehaladottabb, annál tetemesebb, minél többször járták be a rajok az egész gyűrű, az egész elliptikus pálya kerületét. Fordítva, azon meteorgyűrű régibb eredetű, melyet nagyobb szétszórottság jellemez.

Ha a Föld pályája valamely ellipszisben haladó meteorrajét metszi, a Föld, valahányszor a metszésponthoz ér, szétszórt meteorokkal találkozik. E testcskék nem világítók; sötétek. A légkörbe érve, ezt hasítva, összenyomva, roppant hőt fejlesztenek, mitől izzóvá válnak, sőt el is párolognak. Így keletkezik a meteorhullás.*

SCHIAPARELLI hajlandó hinni, hogy a meteorrajok úgyszólván testvérei az üstökösöknek. Az üstökös a meteorgyűrű vagy parabolikus meteor-áram legtömöttebb helye.

Schiaparelli és Weiss az üstökösökről. Ha e nézet helyes, könnyen magyarázható az üstökösök (p. a BIELA-félének) széteszlása, eltünése, az eltűntek helyén meteorrajoknak megjelenése.

Vannak azonban súlyos okok, melyek SCHIAPARELLI nézete ellen harcolnak. Már D'ARREST figyelmeztetett a nehézségekre, melyekbe a milánói csillagász üstökös-elméletének változatlan elfogadása ütközik; WEISS EDMUND pedig némileg módosította az elméletet. Szerinte kozmikus felhő nem képződhetik a világ-

* V. ö. «A meteorok legújabb elmélete» cz. cikket KVASSAY JENŐ-től. «Term. K.» V. 136—146. l.

ürben, mert már az állócsillagok vonzó hatása is feloszlatná csekély összefüggésénél fogva. Ha nem képződik kozmikus felhő, a Nap nem is húzhatja szét parabolikus szalaggá, melynek tömöttebb része üstökös gyanánt tűnhetnék fel. Ellenkezőleg, képzeljük, hogy a meteorraj ősteste az üstökös, mely eléggé összetartó, hogy sem az állócsillagok vonzása szét ne bontsa, sem a Nap, midőn a naprendszerbe téved. Midőn az ilyen üstökös a perihéliumba érkezik, már nem képes ellenállani a középponti test hatásának. Pályája a Nap hatása alatt változik, idomul. Vagy parabolává lesz, s akkor az üstökös ismét kiszabadul a világtérbe, vagy ellipszissé változik s a naprendszerhez van lánczolva. Az utóbbi esetben a Nap folyvást bontogatja az üstökös testét, végre egyenletes sűrűségű gyűrűvé változtatja azt. E szerint *minden* időszaki üstökös idő jártával meteorgyűrűvé alakulna át.*

Mint látjuk, WEISS a meteorokat mintegy az üstökösök szülötteinek tekinti. Akár az ő nézete helyes, akár a SCHIAPARELLI-é, az üstökösök és meteorok közti szoros kapcsolat kétségtelenül be van bizonyítva.**

* V. ö. «Üstökösök és hullócsillagok» stb. cz. cikket HELLER ÁGOST-tól. «Term. K.» V. 22—30. l.

** KÖVESLIGETHY RADÓ az 1871-től 1880-ig Magyarországon észlelt meteorrajok pályáit megvizsgálván, azt találta, hogy

Meteorraj	Üstökös
1872 aug. 7.	1854 IV.
1874 ápr. 20.	1861 I.
1875 aug. 9.	1854 IV.

pályái azonosak. A Perseidák pályáját is újra számította. (Ak. III. oszt. értekezésel; IX. kötet 9. szám.)

A kapcsolat kimutatása az analízis hatalmas eszközével sikerült. Századunk második felében egy új, nem kevésbé bámulatos eszközt szolgáltatott a fizika az asztronómiának. A számítás a pályák, a színeképi elemzés az égi testek fizikai alkatának titkába vezette a bűvárokat.

II.

SZÍNKÉPVIZSGÁLATOK.

Az üstökösök színeképei. Mihelyt BUNSEN és KIRCHHOFF korszakalkotó felfedezése ismeretessé lett, siettek a csillagászok az üstökösök fizikai alkatát is a színeképi elemzés segítségével tanulmányozni.

A spektroszkóp prizmájától megtört és szétszórt fénysugár háromféle színeképet szolgáltathat. Ha a színekép csupán a szivárvány színeit tünteti fel, a fénysugár fehéren izzó szilárd vagy cseppfolyós anyagtól ered. Ez az úgynevezett folytonos színekép. Ha több vagy kevesebb fényes csíkból áll, melyeket sötét közök választanak el, a fényforrás nem lehetett más mint izzó gáz, s a csíkok száma, helyzete, színe árúlja el, hogy miféle izzó gáztól jöttek a fénysugarak. Ha a folytonos színeképet fekete, finom (FRAUNHOFER-féle) vonalok szeldelik, a fényforrás oly fehéren-izzó test, melyet izzó gáz-kör vesz körül.

Ezen ma már minden művelt embertől ismert tényeket elég volt e helyen röviden emlékezetbe hozni.

1864-ben észlelte DONATI az első üstököst spektroszkóppal. Előbb pár éven át oly gyenge fényű üstö-

kösök jelentek meg, hogy lehetetlen volt azokon az új színeképi elemzés módszerét alkalmazni. DONATI oly színeképet kapott, mely három, egyik oldalon elmosódott csíkból állt. Ezzel ki volt mutatva, hogy az üstökös fénye izzó gáztól eredt. Ezen tapasztalat minden újabb spektroszkópi vizsgálatnál is ismétlődött, hacsak eléggé fényes volt a vizsgált üstökös.

1870-ben WOLF és RAYET új felfedezést tett. A fényesebb üstökösök, melyekben mag is észrevehető, nemcsak fényes csíkokat hoznak létre a spektroszkópban, hanem igen gyenge folytonos színeképet is, melyre a csíkok rá vannak vetve.

A csíkok mindannyiszor egy szénhidrogéngáz jelenlétére utalnak. A gyenge folytonos színekép, mint az 1873. III. üstökösnél kitűnt, részint onnan ered, hogy az üstökös a Nap fényét visszaveri, részint pedig a magának saját fényétől.

Az 1881-ki nagy üstökös színeképében HUGGINS VILMOS és KONKOLY MIKLÓS megpillantotta a FRAUNHOFER-féle vonalakat, melyeket okvetetlenül meg kellett látni, «mert az üstökös fényének egy része a Nap reflektált fényéből is áll, de különben sem lehetetlen, hogy az üstökös belsejében magasabb hőfokú gáz legyen izzó állapotban, mint annak atmoszférájában, a comában», mondja KONKOLY.*

KONKOLY már 1879-ben kimutatta, hogy a BRORSEN-féle időszakos üstökös, melynek színeképében

* Néhány szó az üstökösök vegytani alkotásáról összehasonlítva a meteoritokkal, akadémiai értekezés 1883 április 23-án.

HUGGINS 1868-ban eltéréseket vélt észrevenni, csak azon szénhidrogén-csíkokat mutatja, melyeket a többi üstökösök is mutatnak, s hogy legvilágosabb a középső csík a zöldben.

Miután 1864-től fogva több mint 20 üstökös színképében megfigyelték a három szénhidrogén-csíkot, sajtószármazékokra vezetett az 1881. I. és az ugyanezen évi, már tárgyalt nagy üstökös színképi elemzése.

Az 1881. I. vagy WELLS-féle üstökösről, mely májusban szabad szemmel volt látható, a nevezett hó 22-én ezeket jegyezte fel GOTHARD JENŐ:

«Az üstökösön, de főképp spektrumán nagymérvű a fény-gyarapodás. Magva *nagyon élénk sárgás színű* a szomszédos csillagok színéhez képest; köröskörül fényes köd-anyag környezi s úgy tetszik, mintha a mag a csóva felé eső részén sokkal élesebben volna határolva, ellenben a Nap felé fordult oldal fokozatosan elmosódnék. Spektruma, az eddigiekhez hasonlítva, nagyon élénk és szép színes; különösen hosszú a vörös rész — majd az egész spektrum $\frac{1}{4}$ része — a kék felé való rész azonban nagyon halvány. A szalagalakú folytonos spektrumot elliptikus fehéres-zöldes világos köd környezi, melyben 3 fényes, végein kihegyezett csík látható. Egyik a sárgában, másik a *b* vonal táján a sárgás-zöldben, a harmadik leggyöngébb a halvány, kék felé való részben szeli át a folytonos spektrumot.»*

* Astrophysikai megfigyelések a herényi observatoriumon 1882. évben GOTHARD JENŐ-től.

E tekintetben semmi rendkívülit nem mutatott tehát az üstökös színe. Más észlelők azonban (VOGEL, COPELAND, CHRISTIE, DUNÉR, BREDICHIN, HASSELBERG) később sárga vonalat láttak.

Midőn H. C. VOGEL a potsdami asztrofizikai obszervatóriumban május 31-én az üstököst nézte, nagy meglepetéssel vette észre, hogy igen élénk fényű sárga vonal látszott az úgynevezett FRAUNHOFER-féle *D* vonal helyén. Ily sárga vonalat az izzó nátrium gőze hoz létre. A sárga vonal nemcsak a mag, hanem a szomszéd részek spektrumában is mutatkozott. Junius 1-én több világos vonal látszott, melyek VOGEL szerint a szénhidrogén-spektrum vonalaival azonosak, de egy közülük olyan volt, minőt addig üstökös spektrumában még nem vettek észre. Junius 5-én a mag és környezete sárga színű volt, 6-án pedig a sárga vonalat erős spektroszkóppal kettőből állónak ismerték fel, a nátriumspektrum D_1 és D_2 vonalainak megfelelőleg, azon eltéréssel mégis, hogy a D_2 -nek megfelelő vonal itt a másiknál sokkal fényesebbnek, ötször szélesebbnek és elmosódott szélűnek látszott. A nátriumtartalmú láng élénk sárga színű, az üstökös szintén sárga színű volt, kétségtelenül az izzó nátriumgőzöktől származó sárga fény túlnyomósága miatt. Különös figyelmet érdemel az a körülmény, hogy május 22-ke és 31-ke között, a mikor a sárga vonal úgyszólván kifejlődött (22-én GOTHARD még nem látta, 31-én már feltűnt VOGEL-nek), az előbb észlelt közönséges üstökös-spektrum eltűnt vagy legalább annyira halványult, hogy nem vehették észre.

Az 1882. II. üstökösön, melyről előbb már bő-

vebben szóltunk, spektroszkópi tekintetben hasonló tüneteményeket észlelték, mint a WELLS-félén, de hozzájárult még a színkép sajátságos elváltozása. A perihélium idejében a nátrium kettős sárga vonala nagyon élénken látszott (mellette több más színű is); később, a mint az üstökös távozott a Naptól, a sárga vonalak elhalványultak és az üstökösök közönséges színképe vált mindinkább láthatóvá. RICCÒ tanár Palermóban szeptember 23-án a mag színképében jól látta a nátrium kettős vonalát; másnap e mellett egy másik sárga vonalat vett észre; 26-án e sárga vonalak megrövidültek, de még egy csatlakozott hozzájuk, egyszersmind a közönséges üstökös-spektrum nyomai mutatkoztak; 28-án az utóbbinak 3 csíkja tisztán ki volt fejlődve; a sárga vonalak már akkor halaványultak, október első napjaiban teljesen eltűntek.

Hasselberg kísérletei. HASSELBERG (Pulkovában) igen szép kísérletekkel kielégítő magyarázatot adta az 1882-ki két üstökös színképi tüneteményeinek.

Magyarázatra különösen az szorúlt, hogy a sárga vonalak felléptével a szénhidrogéntől eredő csíkok elhalványultak. A sárga vonalak természetesen csak nátrium jelenlétét mutathatják, mely gázalakba mehet át, midőn az üstökös a perihélium tájékán rendkívüli hőhatásnak van kitéve a Nap közelsége miatt. Ha szénhidrogénlángba konyhasót tartunk, szintén fellép a nátrium sárga vonala, de a szénhidrogén-spektrum nem enyészik el ezért; és így azt kellene várni, hogy az üstökösöknél is, ha mindinkább a Naphoz közelednek, a hő fokozódásával mind a nátrium-, mind a szénhidro-

gén-színkép intenzitása arányosan növekedjék. Első pillanatra nem lehet felfogni, miért enyészik el a szénhidrogén 3 csíkja, s miért tűnik később ismét elő.

HASSELBERG egy nagy indukció-tekercs szikraáramába oly hajcsövecskét iktatott, mely igen csekély nyomású hidrogénnel volt megtöltve. Nehány percczel az elektromos áram zárta után a cső egyik felében az üvegből nátrium fejlődött, úgy, hogy a cső ezen felére irányozott spektroszkópban nagy fényel mutatkozott a nátrium színképe. A cső másik fele csak hidrogén színképét szolgáltatta. Ha a csövet úgy állították a spektroszkóp rése elé, hogy a cső két különböző részének határpontja a rés felezőpontjával összeesett, egyszerre lehetett látni mind a két spektrumot, úgy hogy a sárga vonalak a szénhidrogénbe nyúltak. Midőn az áram megszakítása után a cső kihült, az áram újabb zárása következtében kezdetben ismét csak a hidrogén színképe lépett fel, mígnem az üveg annyira felmelegedett, hogy abból nátrium fejlődött. Ezen kísérlet tehát meggyezett a WELLS-üstökös azon jelenségével, hogy a sárga vonal csak később, a hőmérsék nagy emelkedése következtében lépett fel.

Tökéletesebb analogiát következő úton ért el HASSELBERG. Egy GEISLER-féle, azaz közepén hajszálássá keskenyedő cső, melynek két tágabb végébe platina-elektrodok vannak beforrasztva, egyik tágulásából kiinduló mellékcső útján légszivattyúval állt összeköttetésben; másik tágulásában naftával áztatott nátrium volt elhelyezve, úgy hogy e fémet borszesz-lámpa melegíthette. A levegőnek (4 mm. nyomásig való) kiszivattyuzása

után az elektródok indukció-tekerccsel köttettek össze és a nátriumot hevítették. Kitünő PRAZMOVSKI-féle spektrál-készülékkel eleinte csupán szénhidrogén-színkép jelent meg, mely a hevítés folytán mindinkább élénkült, mivel azáltal több naftagőz fejlődött. Midőn azonban a nátrium is gőzzé változott, és a fellépő sárga vonal intenzitása növekedett, a szénhidrogén-színkép elhalványult, sőt teljesen eltűnt. A lámpa eltávolítása után megfordítva, a nátriumvonalok halványultak, és ekkor a szénhidrogénszínkép tűnt fel ismét.*

Az 1882-ki két szabad szemmel látható üstökös színképeinek elváltozásai tehát úgy idézhetők elő, ha nátrium- és szénhidrogéngőzök keveréke elektromos kisülésektől lesz világítóvá. Feltételezhető ennél fogva, hogy az üstökösökben is elektromos kisülések mennek végbe. Látni fogjuk, hogy e nézet nagyon jól összhangzik ZÖLLNER üstökös-elméletével.

A meteorok színképe. A spektroszkóp a meteorok alkatának vizsgálatára is alkalmazható. KONKOLY 1872 óta figyeli meg a meteorok színképeit. Ugyanoly vizsgálatokat tettek BROWNING, HUGGINS, HERSCHEL SÁNDOR, SECCHI.

«Különböző meteor-rajoknál» — mondja KONKOLY — «a meteorok színképe különbözőképen mutatkozik. Így pl. 1873 október 13-án figyeltem meg egy meteor maradványát, melynek uszályát teljes 11 perczig vizsgálhattam a spektroszkóppal; az izzó nátrium, magné-

* Annalen d. Physik und Chemie. Neue Folge. Band XV. 45. l. — «Term. t. Közl.» XV. 402—404. l.

zium és szénhidrogéngázokat tüntette fel. 1874-ben az augusztusi periodusban több mint 130 meteort figyeltem meg spektroszkóppal, melyek között volt olyan, melynek csóváját vagyis maradványát $2\frac{1}{2}$ perczig figyelhettem meg, s nem ritkán láttam spektrumokban az izzó nátrium és szénhidrogén csíkjaik egyszerre. Az 1882-ik évi augusztusi rajból 9 hullócsillag-spektrumot figyeltem meg, a melyek közül 7-ben a nátriumvonal volt látható s ezek közül egyben a mellett a szénhidrogén 3 intenzív vonala is feltűnt. Ezeken kívül gyakran láttam meteoritek spektrumában kálium, lithium, magnézium, vas, talán réz s más ismeretlen vonalakat».

«A nátrium vonala» — mondja továbbá* — «a hullócsillagok spektrumából csak igen ritkán hiányzik s csakis igen gyenge fényű kicsiny meteor spektrumában nem tűnik fel. Ezzel épenséggel nem az van mondva, hogy minden meteorban okvetetlenül van nátrium, mert ismeretes dolog, hogy a spektroszkóp oly érzékeny a nátrium fénye iránt, hogy elég belőle 1 grammnak egy 20 milliomod része, hogy a sárga D vonal fényesen előtűnjék a spektrumban. Levegőnkben pedig eme parányi mennyiségnél sokkal több konyhasó létezik, részint a vízgőzben feloldva, részint pedig poralakban, s ez elegendő arra, hogy az izzó meteor a maga előtt hajtott s összesűrített levegőben a benne levő nátriumot megizítsa s az a spektrumban mutatkozzék. Több ízben láttam meteorok spektrumát felvillá-

* KONKOLY MIKLÓS: Az égi testek fizikai alkotásáról. Budapest 1886.

nások pillanatában, a midőn a nátrium vonala még nem látszott benne; a spektroszkóppal követve a meteort, egyszerre feltűnt a fényes *D* vonal s mindig erősödött, míg a meteor ki nem aludt.» A meteorit igen nagy magasságban kezdett izzani, hol nátrium nem volt, de lejjebb érve nátriumot tartalmazó anyaggal találkozott s ezt izzásba hozta.

Azt sem lehet mondani, hogy a meteorban magában soha sem lehet nátrium; sőt chemiai elemzésével is ki lehetett azt mutatni. KONKOLY szól oly meteorról is, melynél «csak a nátrium spektruma» mutatkozott s a különös szerkezetű meteor-spektroszkópban az ily meteor egész alakjában egyszínűn sárgának látszik. Ép így látta VOGEL az 1882-iki II. üstökös magvát és csóvját egyszínűn sárgának.

Oly meteorok, melyek több anyag spektrumát mutatják, egyszerű prizmán nézve több színben tűnnek fel «s minden fő színnél vagyis azon a helyen, hol rés alkalmazása mellett egy sáv mutatkoznék, a spektrumban erős kidudorodás látható».

A spektroszkópi megfigyelések fontos bizonyítékkal járulnak hozzá a SCHIAPARELLI-től felállított elmélethez, «hogy az üstökösök és meteorok, ha nem is azonosak, de bizonyosan egyeredetűek».

Ezért tartottuk helyén levőnek e tárgynál kissé hosszasabban időzni, de még azon oknál fogva is, mert e téren magyar tudósok jelentékeny munkálataira hivatkozhattunk.

III.

AZ ÜSTÖKÖSÖKRŐL VALÓ ELMÉLETEK.

Történeti áttekintés. Nem hihető, hogy valaki — nem mondom — behatólag foglalkozzék az üstökösökkel, hanem csak kissé figyelemmel kísérje e külső megjelenésekben is oly sajátságos, tulajdonságaikra nézve a többiektől annyira különböző égi testeket, és ne érezzen ellenállhatatlan vágyat valami közelebbit tudni természetükről, fizikai alkatukról.

Mit használ a pályák legpontosabb ismerete, mi meglegedést szülhet a legsikerültebb üstökös-jóslat, a számításnak e legszebb diadala, ha nem tudjuk megmondani, hogy mi az, a minek mozgásait oly tökéletesen ismerjük?

Nem fogjuk csodálni, hogy csillagászok és fizikusok versenyezve igyekeztek a rendkívül érdekes kérdést megfejtetni. Mindjárt eleve ki kell mondanunk, hogy ez maig sem sikerült teljesen.

Az üstökös-elméleteknek egész történetük van.*

* HELLER ÁGOST: Az üstökösök physikája. «Term. tud. Közl.» V. 297. l.

Kezdjük NEWTON-nal, a ki helyesen a Nap közelsége és erős hőhatása következtében beálló párolgásban kereste a csóva-képződés okát és egyszerű geometriai okoskodással magyarázta a csóva visszahajolását. Minél távolabb van a csóva valamely részecskéje a Naptól, annál nagyobb félátmérőjű kört kell bejárnia előrehaladtában, de mivel csak azon haladási sebességgel bírhat, mellyel a fejtől kiindult előtt birt, vissza kell maradnia.

OLBERS a magból fejlődő gőzök emelkedését és hátrahajolását az elektromosságra emlékeztető taszító erőnek tulajdonította, melyet mind a mag, mind a Nap kifejti, de ez utóbbi túlnyomó mértékben. A csóva, minthogy azon keresztül törés nélkül látszának a csillagok, OLBERS szerint nem lehet gáz, hanem csak, különvált részecskék halmaza, porfelhő-féle.

BESSEL, ki — mint említettük — 1835-ben a HALLEY-féle üstökösnek ingaszerű lengéseit észlelte, melyek őt a mágnesű lengéseire emlékeztették, határozottan kimondta, hogy az OLBERS-től felvett taszító erő nem lehet más, mint poláris erő. 1835 január 20-án szóról szóra ezt írta OLBERS-nek: «Úgy hiszem, az üstökös-csóvák kiömlése tisztán elektromos tünevény. Az üstökösökön levő testecskék és maga az üstökös is, *azáltal, hogy a Naptól való távolságuk kisebbedik, elektromosokká válnak* s ennél fogva eltaszítatnak.» Azon erőt, mellyel a taszítás történik, BESSEL $1\frac{1}{2}$ akkora találta, mint a Napnak ugyanazon távolságból a nehézkedés törvénye szerint ható vonzását. Nem került ki BESSEL figyelmét az sem, hogy az üstökösfej párol-

gása folytán a fejlődő gőz ellenhatása az üstökös hátrálását idézi elő, mint az ágyú hátrál a kisütés után.

OLBERS és BESSEL nézeteit tovább fejtette és rendszeres elméletté egészítette ki ZÖLLNER.⁴ Alapgondolatát a következő, művéből vett idézet fejezi ki: «Ha valamely test egyszerre mind a gravitáció, mind pedig egy másik test szabad elektromosságának hatása alatt áll, a tömeg nagyobbodásával s a gravitáció kisebbedtével az elektromosság a túlnyomó mozgató erő. Azért az üstökösök *magvai* mint cseppfolyós tömegek a *gravitáció*, a *kifejlődött gőzök* pedig mint igen apró tömegrészecskék halmazai a Nap szabad *elektromosságának* hatása alatt állanak.»

Mint látjuk, különbséget tesz ZÖLLNER az üstökös magva és csóvája közt. E különbség tisztán hipothétikus, de az összes üstökös-tüneménynek legkielégítőbb magyarázatát adja. Ez oknál fogva ZÖLLNER elmélete legáltalánosabb hitelnek örvend.

Az ő elektromos elmélete azonban nem az egyedüli. Lássuk röviden, milyen magyarázatokat kíséreltek meg mások kevesebb sikerrel.

FAYE hasonlóságot talál az üstökösök szerkezete és a folyadékok sphæroidalis állapota között (LEIDEN-FROST-féle kísérlet). Ez utóbbi állapot abban áll, hogy izzó fémre csöppenő folyadék nem válik rögtön gőzzé, hanem golyó-alakot ölt, melyet gőzburkolat vesz körül.

ZENKER az üstökösök összes tüneményeit a fejlődő

* JOHANN KARL FRIEDRICH, lipcsei tanár (1834—1882) idevágó műve: Über die Natur der Kometen. Lipse 1871.

gőzök már említett ellenhatásával akarja megmagyarázni; az elektromosságot teljesen mellőzi.

JOHN TYNDALL nézete szerint: «az üstökös oly testekből álló felhő, melyek a napsugarak aktinikus, azaz chemiai hatása következtében azok mentében lecsapódnak; ha többé nincsenek az üstökös-mag árnyékában, a napsugarak melegségi hatása folytán ismét feloldódnak».

TAIT, SCHIAPARELLI fényes felfedezéseinek hatása alatt állva, mást nem akar látni az üstökösökben, mint meteorfelhőt, mely más- és másképp tűnik fel a szerint, a mint különbözőképen van megvilágítva. Az egyes meteorkövek összeütközése és az ebből fejlődő hő és izzás okozná az üstökösök saját fényét.

Mindezek inkább ötletek, mint átgondolt elméletek. A kevésbé sikerült kísérletek számát szaporította NAGY KÁROLY is francia nyelven írt művében.*

Haladást jeleznek és ZÖLLNER elméletét tovább fejtik BREDICHIN moszkvai csillagász kutatásai, a ki úgy találja, hogy háromféle csóva van a hidrogén, szén és vas túlnyomósága szerint. Újabban dr. A. MARKUSE egy iratban** azon hipotézist csatolta BREDICHIN nézeteihez, hogy a rendes, vagyis a Naptól elfordított csóvák, melyek a színeképi elemzés szerint szénhidrogént, nitrogént és nátriumot, tehát úgynevezett diamágneses, azaz mágnes által eltaszítódó elemeket tartalmaznak, anyagukra nézve különböznek a ritkán fellépő és a

* *Considerations sur les comètes ou éléments d'une cométologie.* Paris 1862.

** *Über die physische Beschaffenheit der Kometen.* Berlin 1884.

Nap felé fordított nem rendes csóvaktól, melyek paramágnesesek volnának, leginkább vasból állók. Ekkép az üstökösök tüneményeinél az elektromosság mellett a mágnes-erő is szerepelne.

Az elmélet jelenlegi állása. ZÖLLNER úgy vélekedik, hogy az üstökösök anyaga cseppfolyós halmazállapotú, a mit úgy kell érteni, hogy ez anyag a mi földi viszonyaink között folyékony volna, de a világtérben, melynek hőmérséke POUILLET szerint -142°C. , a legkeményebben meg lehet fagyva. Folyadék-tömegeknek létezése a világtérben semmiesetre sem képzelenség. «Ha maga a Föld valamely katasztrófa által szétzúzatnék, szilárd töredéken kívül tényleg folyadék-gömböknek is kellene képződniök a tenger vizéből és a Föld belsejében levő folyékony szénvegyületekből, minő a petroleum» (mondja WEINEK). ZÖLLNER az üstökösöket egyenesen petroleum-hordóknak nevezi.

Ha a folyadék-gömb a Naphoz elég közel érkezik, a hőforrás felé fordított oldalon élénk párolgásnak indul, elfordított oldala pedig fel sem melegszik. A gömböt először csak gőzburkolat veszi körül, de ha tömege kicsiny, egészen is gőzzé változhatik. Ekkor a Nap felé és ettől elfordult oldalak közt nem lehet különbség, a mint a teleszkópi üstökösöknél csakugyan nincs is. A szabad szemmel nem látható üstökösök színképei kivétel nélkül gázokra, és pedig szénhidrogénre vallanak; e testek tehát gázalakúak volnának.

Nem lehet azonban tagadni, hogy a gázalak ellen hatalmas okok harcolnak. Gáztömeg nem maradhat együtt, szét kell oszolnia a világűrben. Gáz csak igen

magas hőmérséken válhatik izzóvá, de az üstökös rendszeren sokkal távolabb van a Naptól, semhogy izzásig felmelegedhetnék. SCHIAPARELLI felfedezései után egy cseppet sem tetszik valószínűtlennek, hogy némely teleszkópi üstökösök meteorrajokból állnak.

A nagyobb üstökösök a gáz-spektrum mellett folytonos színekpet is mutatnak; azok tehát okvetetlenül szilárd alkatrészeket is tartalmaznak. Talán a mag meteorraj vagy megkeményedett meteorfolyadék, mely ez esetben szintén szilárd. A mi e magban gőzzé változhatik, az a Nap közelében bizonyosan azzá lesz és így képződhetik az üstök és a csóva véghetetlen finomságban, mely magyarázhatóvá tenné a törés nélküli átlátszóságot, míg a mag azért nem töri a fénysugarakat, mert nem összefüggő tömeg, hanem szétszórt testcskék halmaza.

A Naphoz mindinkább közeledve, az üstökös mindinkább elpárolog, csóvája nagyobbodik, magva megfogyatkozik. A mag fénye azonban erősödik, a mi könnyen magyarázható. ARAGO kimutatta 1835-ben, midőn HALLEY üstököse visszatért, és későbben PRAZMOVSKI varsói csillagász DONATI üstökösének megjelenésekor az üstökösfény úgynevezett polározottságát, mi arra vall, hogy az üstökös visszaveri a napfényt. Minél közelebb áll tehát az üstökös a Naphoz, annál több fényt reflektálhat, annál fényesebb.

Nem minden mag színekpe folytonos, vagyis jobban mondva, nem minden mag színekpe látható, mert nem mindig elég erős a fény arra, hogy a hosszú szalagot képező folytonos színekpet láthatóvá tegye, míg

a mag testecskéi közt is előforduló gőz csíkos színeképe mindig látható, mert az egész fény a néhány csíkra van összpontosítva. Lehet, hogy ugyanez magyarázza meg a teleszkópi üstökösök színeképeinek minőségét, és így ezek nem is gázalakú testek, hanem mereorrajok.

Az üstökösnek gázalakú alkatrészei világítók, összefüggők; a színeképi elemzés kétségtelenné teszi ezt. Honnan ered világító képességük? ZÖLLNER azt mondja, hogy az elektromosságtól származik. Tudjuk, hogy a GEISLER-féle csövek ritkított gázait is világítókká teszi az elektromosság. A nagy párolgás az üstökösökön elektromosság forrása lehet. De a Nap is erősen elektromos. A Nap elektromossága a csóva elektromosságát, ha vele egyenemű, taszítja; ha különemű, vonzza s ezzel meg van magyarázva mind a rendes, mind a nem rendes csóvák képződése.

Ha a csóva szélei a világtér nagy hidegében lehülnek, ott megszilárdulás állhat be, por képződhetik, mely a Nap fényét reflektálja és polározódást tüntethet fel. Ekkor a csóva sem ad csíkos, hanem folytonos színeképet.

A gázalakú csóva határtalanul terjeng, eloszlik a világtérben; tehát kisebbedik, végre elenyészik. Ezért nem lehet ráismerni a visszatérő üstökös alakjára. HALLEY üstököse a középkorban rémületbe ejtette a babónásokat nagyságával, 1835-ben pedig már csak távcsővel volt észrevehető.

FÜGGELÉK.

I.

MAGYARORSZÁGI METEORITEK.

A magyar korona országainak területén időrendre nézve legelső és fontosságát tekintve is legkiválóbb meteorhullás: a már tárgyalt és méltatott *zágrábi* vagy *hrasinai*, mely első, tanúkkal igazolt példa arra, hogy a világtérből nemcsak kövek, hanem vasdarabok is érkezhetnek hozzánk.

A gácsországi határhoz közel, a sárosmegyei *Lénártó* mellett, 1814-ben egy juhász iszaptól elborított nagy ezüstoffényű fémtömegre akadt, mely ismeretlen időben esett le. Az eredetileg 194 fontnyi tiszta vastömegből 133¹/₂ fontnyi darab a nemzeti muzeum dísze. Egy kis részéből kések és kardok készültek Bécsben, igazi damaszkusi pengék, az ilyeneket jellemző hullámzatos vonalokkal. Egy darabkájából, melyet GRAHAM hevített, háromszor akkora térfogatú hidrogén fejlődött annak jeléül, hogy a meteor oly helyről eredt, mely hidrogénben bővelkedett. Másrészt BOUSSINGAULT egy darabkának chemiai elemzésekor nitrogént talált, tehát a szerves képződmények jellemző elemét.

Árva vármegyének Szlanicza nevű falvában a kovács éveken át kitűnő patkókat készített a község határán kavics és iszapba ágyalt vastömegeből. Végre a kir. Természettudományi Társulatot figyelmeztették, melynek megbízásából PECZ VILMOS és BOÓR KÁROLY 1844-ben megvizsgálták az árvai vasat és azt égi eredetűnek találták. HAIDINGER bécsi geológus csak később vizsgálta meg.

A zágrábi, lénártói és szlaniczai meteorok holosideritek.

1837 jul. 2-án d. e. 11¹/₂ órakor Trencsénmegyében, *Nagy-Divina* és *Budetin* között, a mezőn dolgozó parasztok szeme láttára meteorkő esett le dörgés kíséretében és még egy félóra múlva is meleg volt. A nemzeti múzeumba került. Domború felső oldalát az alsótól kagylószerű mélyedések különböztetik meg. Fekete kérge fénytelen; hol síma, hol érdes. Belül sötétebb vagy világosabb hamuszürke, rozsdaszínű foltokkal, sötétszürke apró golyócskákkal, színvas és vasszulfid szemecskékkel. Súlya 19 font.

1842 ápr. 26-án d. u. 3 órakor *Milyánától* (Horvátország, Varasd m.) délre egy szántóföldre, hol 3 munkás dolgozott, 2¹/₈ font súlyú meteorkő esett, fél mérfölddel odább pedig egy másik. A parasztok mindkettőt összezúzták. Hat latnyi darab van belőle a nemzeti múzeumban. Közönséges vasszemecskés meteorit.

Nem egy-két kő, hanem kőzárpor esett 1852 szept. 4-én d. u. 4—5 óra között Erdélyben, a Mezőségen, *Mező-Madaras* környékén 1¹/₂ mf. hosszú és ¹/₂ mf. széles elliptikus területen, melyben az *Istentó* fekszik. Sokan

látták, hogy a köesést megelőzőleg tűzgolyó jelent meg a felhőtlen égen és délnyugattól északkelet felé húzódott. Midőn a tűzgolyó kialudt, Erdély nagy részében erős dörgés hallatszott s csak ekkor hullottak süvöltő hangok kíséretében a kövek. Ezek összes súlya egy mázsára rúghatott. Egy nagy kő az Istentóba esett. Egy 18 fontos darab a földbe furódott; utóbb Bécsbe került. A mezőmadarasi meteorikövek különféle alakúak. Vastartalmuk alig 20%, a főtömeg kétféle (sósavban oldható és oldlatatlan) szilikátokból áll. Fajsúlya 3·5.

1852 okt. 13-án d. u. 3 órakor *Borkúton* (Máramaros) SZEDOREK nevű lakos háza udvarán időzvéen, süvöltést, ágyúdörgés-szerű zajt és két dörrenést hallott, majd kénzsgot érzett. Egy meteorikő esett le, mely két darabra tört és oly forró volt, hogy kézben tartani nem lehetett. 10—12 fontot nyomhatott midőn egész volt, s alakja négy oldalú piramishoz hasonlíthatott. Vas, nikkell, ón, réz és phosphor $\frac{1}{6}$ -át képezik, főtömegét pedig olivin, augit és oligoklasz. Fajsúlya 5·2. Az egész kő porlékony, vannak benne könnyen kiszedhető golyócskák.

Ohában (Erdélyben) 1857 okt. 10-én éjfélnélkor tűztömeg jelent meg az égen s mennydörgő zajjal hullott alá. A meteorikövet másnap egy szőlőpásztor találta meg, ki ezért ő felségétől 500 forintot kapott. A kő 29 fontot nyomott és Bécsbe vitetett; háromoldalú piramist képez. Alkatrészei 23·76% nikkelvas, 13·14% vas-szulfid és kovasavas vegyületek. Fajsúlya 3·1.

1858 máj. 19-én regeli 8 órakor *Kakova* helység határán (Krassó m.) a pásztorok tompa mennydörgést és

zúgást hallottak a levegőben, mintha méhraj dongana, mire füstfelhőcskével körülvett sötét tárgy zuhant alá a juhnyáj mellé. Esés után új dördülés hallatszott és füstfelhő emelkedett. A leesett fekete kő a földre furódva, a füvet köröskörül megperzselte. Ezen 33 latnyi (3389 fajsúlyú) és Bécsben őrzött meteoritnek csak egy kis csúcsa hiányzik; sajátságos szögletes alakú, kérge bágyadt fényű, a kéregállomány behatol — mi ritkaság — a kő repedéseibe. A szilikátokból álló alaptömegbe vaszemecskék vannak hintve.

1866 június 9-én d. u. 5 óra körül ezer és ezer ember láttára Ung és Zemplén megyékbe eső 1 mf. széles és $\frac{1}{2}$ mf. hosszú szélességű területre vagy 1200, összesen tán 10 mázsányi meteorit zuhant. Ezen már a kövek számánál fogva is igen nevezetes u. n. *knyahinyai* meteorhullás alkalmával egy páratlan nagyságú, t. i. 300 kilogrammnyi darab zuhant le, mely Bécsben látható. (Budapesten is van egy 41 kilogrammos.) Az esést megelőzőleg tüzes golyó tünt fel az égen Liptó-Szent-Miklós felett s innen keletnek véve útját, Ung megyében *Knyahinya* felett pattant szét mennydörgésszerű robajjal, fekete felhővé változva, melyből omlott a kőzárpor. Az esés után is szürke porfelleg maradt a magasban, s azt az északi szél Ungvárig vitte. A tűzgolyó mintegy 30 mérföldnyi útját néhány másodperc alatt futotta be. A meteoritek nagyon hasonlóak a mezőmadarasiakhoz (56, 57-dik ábrák).

1868 május 22-én d. e. 10 $\frac{1}{2}$ órakor Horvátországban *Szlaveticz* mellett két pap golyóalakú felhőt látott északról délnek haladni. Puskalövésféle dörrenés után

mezei munkások állítása szerint vagy 8 darab kő esett le. A szlaveticzi meteorokövek kérge feketésbarna, érdes, felületének egy része domború, a többi telve kagylószerű mélyedésekkel. Belső tömege fehéres-szürkés,

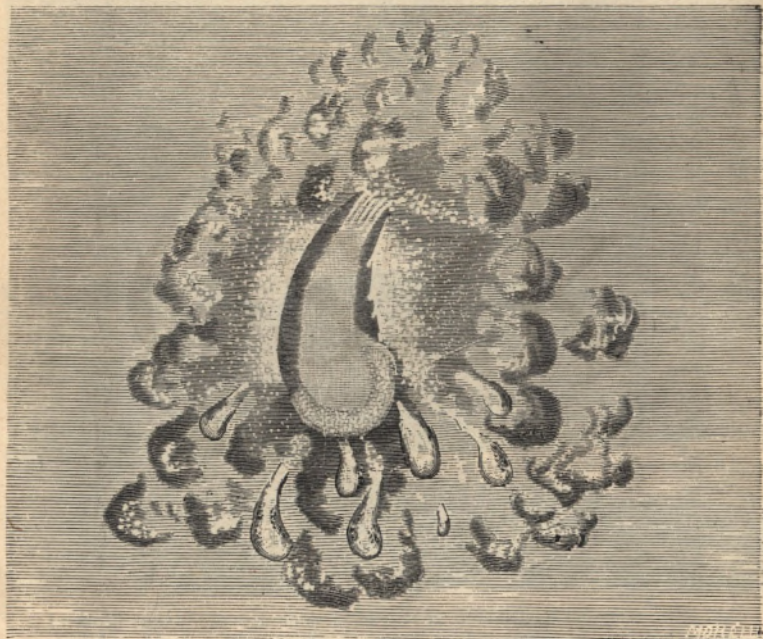


56. ábra. A knyahinyai meteorkő esése, a mint KOLBAY JÁNOS Eperjes közeléből látta és emlékezetből lerajzolta. (Sitzungsb. d. k. Ak. in Wien. Mat. nat. Kl. 1866.)

szíavas és vasszulfid szemecskékkel. Simított felületén számos párhuzamos fekete vonal látható.

Zsadány községe (Temesm.) közelében 1875 márcz. 31-én d. u. 3—4 óra közt minden tűzjelenség nélkül ágyúörgéshez, majd puskaropogáshoz hasonló hangok

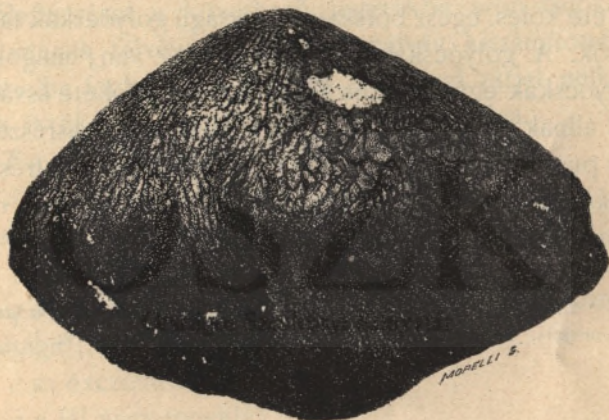
és különös zugás után apró, legfeljebb diónagyságú hideg kövek estek le. Egyik szecska-halmazatra esett, de nem gyujtotta meg. Hét darabot sikerült összegyűjteni (hat a nemzeti múzeumban). Valamennyi a knyahinyai meteorkövekhez hasonló anyagú.



57. ábra. A knyahinyai meteorkő szétrobbanása, a mint REINER látta Kapiból, Eperjes közelében. (Sitzungsb. d. k. Ak. in Wien. Mat. nat. Kl. 1866.)

Igen nevezetes meteorkő-hullás történt 1882 február 3-án d. u. 4 óra felé Erdélyben, 60 négyszög kilométernyi elliptikus területen. Vagy 3000, összesen 300 kilogramm súlyú kő esett le. Először tűzgolyó látszott,

mely éjszaknyugati irányban Magyarország felől *Mócsig* haladt és Romániából is látható volt. Az ágyúzáshoz, sortűzhöz és szélzúgáshoz hasonló hangok ez esetben is hallatszottak. Míg a knyahinyai meteoritek valószínűleg *egy* nagy szétrobbant tömeg darabjait képezték (dr. SZABÓ JÓZSEF szerint), addig a mócsi meteoritok, mint dr. KOCH ANTAL kimutatta, meteorrajkép érkeztek lég-



58. ábra. A kabai meteorit oldalról tekintve; $\frac{1}{3}$ természeti nagyságban.

körünkbe. A legnagyobb mócsi meteorit súlya 35 kilogramm. A legtöbbnek alakja három oldalú piramis. A nikkelas csak 9—10%.

A nagy-divinaitól kezdve valamennyi eddig tárgyalt meteorit — mint láttuk — vasszemecskés volt. Van azonban magyarországi *karbonit* is, mely unikum a Föld kerekén: a *kabai* meteorit, mely 1857 ápr. 15-én esti 10 óra felé esett le (58. ábra).

SZILÁGYI GÁBOR kabai lakos ekkor szekérnagyságú tűzmeteort látott, másnap pedig a kocsúton fekete, egészen felszínéig a földbe furódott követ talált, melyből $5\frac{1}{4}$ fontnyi darab a debreczeni főiskolába került.

A kabai mereoritnek háromféle különböző kérge van; domború felületét sajátságos barázdák borítják el. Alaptömege sötétszürke, földes törésű, szétmorzsolható; beágyalva fehér és zöldes szemecskék, továbbá fekete köles, egész borsszem nagyságú golyócskák találhatóak. A golyócskák belsejében üreg van; magok a golyócskák egy színtelen kristályos s egy fekete ásványból állnak. A kabai meteoritnek igen apró vasrészecskéi pusztán szemmel nem láthatók. Szokatlan alkatrésze: *alaktalan szén*, továbbá egy szerves, eddigelé egy meteoritben sem talált *szénhidrogén-vegyület*.*

* L. bővebben dr. TÖRÖK JÓZSEF cikkében: «A magyar birodalom meteoritjei», Term. tud. Közlöny XIV. 433—442. és 497—514. l.

II.

AZ ÜSTÖKÖSÖK JEGYZÉKE.

Befejezésül a következő jegyzékbe azon üstökösök vannak felvéve, melyeknek pályáit kiszámították. A zárjelbe foglalt szám az ezen utóbbival zárjel nélkül jelölt üstökös új megjelenésénél van használva.

T a perihéliumba érés ideje;

π a perihélium hossza;

δ a felszálló csomó hossza;

i a pálya hajlásszöge;

q a perihélium távolsága (egység a Föld közép távolsága);

e az exczentricitás;

a a fél nagy tengely;

K a keringési idő években;

M a mozgás iránya (Direkt vagy Retrograd, azaz: előre vagy hátramenő).

A 287. számú üstököstől kezdve a D és R mozgás nincsen megkülönböztetve, hanem — az újabb divat szerint — az i 180 fokig van számítva, tehát 90 foknál nagyobb értékkel is birhat.

Az 1—31. sz. üstökösre nézve a perihéliumba érés ideje juliánus naptár, a 32. számútól kezdve gregoriánus naptár szerint van számítva.

Szám	T			π	δ	
I	372 Kr. e.	télien			150°—210°	270°—330°
1a	137	IV. 29			230°	220°
1b	69	VI.			315	165
1c	12	X. 8	19h	19m	280	28
1d	66 Kr. u.	I. 14	5	0	325° 0'	32° 40'
1e	141	III. 29	2	33	251 55	12 50
1f	240	XI. 10	0	0	271 0	189 0
2	539	X. 20	15	0	313 30	58° (238°?)
3	565	VII. 14	12	0	80 0	159° 30
4	568	VIII. 29	7	55	318 35	294 15
5	574	IV. 7	6	53	143 39	128 17
6	770	VI. 6	15	31	2 8	88 54
7	837	III. 1	0	0	289 3	206 33
8	961	XII. 30	4	0	268 3	350 35
9	989	IX. 17	0	0	264 0	84 0
10	1066	IV. 1	0	0	264 55	25 50
10a	1092	II. 15	0	0	156 20	125 40
11	1097	IX. 21	21	36	332 30	207 30
12	1231	I. 30	7	22	134 48	13 30
13	1264	VII. 19	19	12	300 29	140 55
14	1299	III. 31	7	38	3 20	107 8
15	1301	X. 24	0	0	312 0	138 0
16	1337	VI. 15	1	55	2 20	93 1
17	1351	XI. 26	12	0	69 0	— —
18	1362	III. 2	8	0	227 0	237 0
18a	1366	X. 13	0	0	66 0	212 0
19	1378	XI. 8	12	29	299 31	47 17
20	1385	X. 16	6	24	101 47	268 31
21	1433	XI. 7	18	38	267 1	96 20
21b	1449	XII. 9	9	0	264 26	261 18
(19)	1456	VI. 8	5	1	298 57	43 56
21c	1457	I. 17	23	40	84 34	249 39
21a	1457	VIII. 8	0	10	9 32	184 24
22	1468	X. 7	9	59	356 3	61 15
23	1472	II. 28	5	23	48 3	207 32

i	q	e	a	K	M	A pályát számította
30° felül	kicsi	—	—	—	R	Pingré
20	1°010	—	—	—	R	Pierce
70	0°79	—	—	—	D	Pierce
10	0°583	—	—	—	R	Hind
40° 30'	0°445	—	—	—	R	Hind
17 0	0°720	—	—	—	R	Hind
44 0	0°372	—	—	—	D	Burckhardt
10 0	0°3412	—	—	—	D	Burckhardt
59 0	0°832	—	—	—	R	Burckhardt
4 8	0°9074	—	—	—	D	Laugier
46 31	0°9630	—	—	—	D	Hind
59 31	0°6027	—	—	—	R	Hind
10° v. 12°	0°5800	—	—	—	R	Pingré
79° 33'	0°5518	—	—	—	R	Hind
17 0	0°5683	—	—	—	R	Burckhardt
17 0	0°720	—	—	—	R	Hind
28 55	0°9281	—	—	—	D	Hind
73 30	0°7384	—	—	—	D	Burckhardt
6 5	0°0478	—	—	—	D	Pingré
16 29	0°825	—	—	—	D	Hoek
68 57	0°3179	—	—	—	R	Pingré
13 0	0°640	—	—	—	R	Laugier
40 28	0°8282	—	—	—	R	Laugier
—	1°00	—	—	—	D	Burckhardt
32° 0'	0°4°00	—	—	—	R	Burckhardt
6 0	0°9581	—	—	—	?	Pierce
17 56	0°5835	—	—	—	R	Laugier
52 15	0°7737	—	—	—	R	Hind
76 0	0°4928	—	—	—	R	Celoria
24 20	0°3274	—	—	—	R	Celoria
17 37	0°5802	0°9678	17°97	76°2	R	Celoria
13 16	0°7034	—	—	—	D	Celoria
9 52	0°7604	—	—	—	D	Celoria
44 19	0°8533	—	—	—	R	Laugier
1 55	0°5646	—	—	—	R	Laugier

Szám		T	π	δ
24	1490	XII. 24 11h 26m	58° 40'	288° 45'
24a	1491	I. 4 21 45	113 0	168 0
24b	1499	IX. 6 4 29	0 0	326 30
24c	1500	V. 17	290	310
25	1506	IX. 3 16 2	250 37	132 50
(19)	1531	VIII. 25 19 10	301 12	45 30
26	1532	X. 18 8 8	111 48	87 23
27	1533	VI. 14 21 21	217 40	299 19
27a	1556	IV. 22 4 35	276 6	175 14
28	1558	IX. 13 13 13	215 26	335 3
29	1577	X. 26 22 54	129 42	25 20
30	1580	XI. 28 11 59	108 27	19 7
31	1582	V. 6 10 1	256 15	229 18
32	1585	X. 8 0 47	9 8	37 44
33	1590	II. 8 0 48	217 57	165 37
34	1593	VII. 18 13 48	176 19	164 15
35	1596	VII. 25 5 18	270 55	330 21
(19)	1607	X. 26 17 20	301 38	48 40
36	1618	VIII. 17 3 12	318 20	293 25
37	1618	XI. 8 8 34	3 5	75 44
38	1652	XI. 12 15 50	28 19	88 10
39	1661	I. 26 21 18	115 16	81 54
40	1664	XII. 4 11 45	130 43	81 16
41	1665	IV. 24 5 25	71 54	228 2
42	1668	II. 28 19 21	277 2	357 17
43	1672	III. 1 8 47	46 59	297 30
44	1677	V. 6 0 47	137 37	236 49
45	1678	VIII. 18 17 43	322 48	163 20
46	1680	XII. 17 23 55	262 49	272 9
(19)	1682	IX. 14 19 14	301 56	51 11
47	1683	VII. 13 2 20	85 36	173 25
48	1684	VI. 8 6 28	238 31	268 11
49	1686	IX. 16 14 43	77 0	350 35
50	1689	XI. 29 4 57	269 41	90 25
51	1695	XI. 9 17 0	60	216

i	q	e	a	K	M	A pályát számította
51° 37'	0·7376	—	—	—	D	Hind
75 0	0·755	—	—	—	R	Pierce
21 0	0·9539	—	—	—	D	Hind
75	1·4	—	—	—	R	Hind
45 1	0·3860	—	—	—	R	Laugier
17 0	0·5799	0·9674	17·748	75·0	R	Halley
32 36	0·5192	—	—	—	D	Olbers
28 14	0·3269	—	—	—	D	Olbers
32 26	0·4908	—	—	—	D	Hoek
69 7	0·2806	—	—	—	R	Hoek
75 10	0·1775	—	—	—	R	Woldstedt
64 34	0·6024	—	—	—	D	Schjellerup
60 47	0·1683	—	—	—	R	D'Arrest
6 6	1·0948	—	—	—	D	C. A. F. Peters
29 30	0·5677	—	—	—	R	Hind
87 58	0·0891	—	—	—	D	Lacaille
51 58	0·5672	—	—	—	R	Hind
17 12	0·5880	—	—	—	R	Bessel
21 28	0·5129	—	—	—	D	Pingré
37 12	0·3895	—	—	—	D	Bessel
79 28	0·8475	—	—	—	D	Halley
33 1	0·4427	—	—	—	D	Méchain
21 18	1·0255	—	—	—	R	Lindeloef
76 5	0·1065	—	—	—	R	Halley
35 58	0·0048	—	—	—	R	Henderson
83 22	0·6974	—	—	—	D	Halley
79 3	0·2806	—	—	—	R	Halley
2 52	1·1454	0·6270	3·070	5·38	D	Le Verrier
60 40	0·0062	0·9999	426·68	8810	D	Encke
17 45	0·5829	0·9679	18·170	77·5	R	Rosenberger
83 13	0·5596	—	—	—	R	Plummer
65 25	0·9582	—	—	—	D	Neugebauer
31 22	0·3250	—	—	—	D	Halley
59 5	0·0189	—	—	—	R	Vogel
22	0·8436	—	—	—	D	Burckhardt

Szám	T			π	δ
52	1698	X. 18	17 ^h 7 ^m	270° 51'	267° 44'
53	1699	I. 13	8 32	212 31	321 46
54	1701	X. 17	10 0	133 41	298 41
55	1702	III. 13	14 43	138 47	188 59
56	1706	I. 30	5 6	72 36	13 11
57	1707	XII. 11	23 39	79 55	52 47
58	1718	I. 14	21 54	121 40	127 55
59	1723	IX. 27	15 13	42 53	14 14
60	1729	VI. 16	3 42	321 3	310 37
61	1737	I. 30	8 30	325 55	226 22
62	1737	VI. 2	5 41	261 58	132 5
63	1739	VI. 17	10 9	102 39	207 45
64	1742	II. 8	15 1	216 39	185 9
65	1743	I. 10	20 30	92 58	67 32
66	1743	IX. 20	21 26	246 34	5 16
67	1744	III. 1	8 19	197 12	45 45
68	1747	III. 3	7 20	277 2	147 19
69	1748	IV. 28	18 53	215 23	232 52
70	1748	VI. 18	21 27	278 47	33 8
71	1757	X. 21	9 23	122 36	214 7
72	1758	VI. 11	3 27	267 38	230 50
(19)	1759	III. 12	13 24	303 10	53 50
73	1759	XI. 27	2 28	53 24	139 39
74	1759	XII. 16	12 58	139 4	79 20
75	1762	V. 28	8 11	104 2	348 33
76	1763	XI. 1	21 4	84 57	356 18
77	1764	II. 12	13 52	15 15	120 5
78	1766	II. 17	8 50	143 15	244 11
79	1766	IV. 26	23 53	251 13	74 11
80	1769	X. 7	15 3	144 11	175 4
81	1770	VIII. 13	12 48	256 16	131 59
82	1770	XI. 22	5 48	208 23	108 42
83	1771	IV. 19	3 24	104 1	27 53
84	1772	II. 8	1 0	97 21	263 24
85	1773	IX. 5	14 43	75 11	121 5

i	q	e	a	K	M	A pályát számította
11 ^o 46'	0·6913	—	—	—	R	Halley
69 20	0·7440	—	—	—	R	Lacaille
41 39	0·5926	—	—	—	R	Burckhardt
4 25	0·6468	—	—	—	D	Burckhardt
55 14	0·4269	—	—	—	D	Struyck
88 36	0·8597	—	—	—	D	Lacaille
31 8	1·0254	—	—	—	R	Argelander
50 0	0·9988	—	—	—	R	Spörer
77 4	4·0505	—	—	—	D	Hind
18 21	0·2228	—	—	—	D	Bradley
61 52	0·8348	—	—	—	D	Hind
55 43	0·6736	—	—	—	R	Lacaille
67 32	0·7700	—	—	—	R	Barker
2 16	0·8382	—	—	—	D	Olbers
45 48	0·5216	—	—	—	R	Klinkenberg
47 7	0·2222	—	—	—	D	Plummer
76 6	2·1985	—	—	—	R	Lacaille
85 28	0·8404	—	—	—	R	Lemonnier
67 3	0·6254	—	—	—	D	Bessel
12 41	0·3393	—	—	—	D	Dr. Ratte
68 19	0·2153	—	—	—	D	Pingré
17 37	0·5845	0·9677	18·088	76·9	R	Rosenberger
78 59	0·7985	—	—	—	D	Chappe
4 42	0·7617	—	—	—	R	Chappe
85 38	1·0090	—	—	—	D	Burckhardt
72 34	0·4983	0·9954	108·96	1137	D	Lexell
52 54	0·5552	—	—	—	R	Pingré
40 50	0·5053	—	—	—	R	Pingré
8 2	0·3990	0·8640	2·934	5·025	D	Burckhardt
40 46	0·1228	0·9992	63·46	2090	D	Bessel
1 35	0·6743	0·7868	3·163	5·626	D	Le Verrier
31 26	0·5282	—	—	—	R	Pingré
11 16	0·9018	—	—	—	D	Kreutz
17 39	0·9118	0·6769	2·822	4·741	D	Gauss
61 14	1·1269	—	—	—	D	Burckhardt

Szám	T	π	δ
86	1774 VIII. 15 20h 5m	317° 28'	180° 45'
87	1779 I. 7 2 14	87 14	25 4
88	1780 IX. 30 18 13	246 21	124 9
89	1780 XI. 28 20 30	246 52	141 1
90	1781 VII. 7 4 41	239 11	83 1
91	1781 XI. 29 12 43	16 3	77 23
92	1783 XI. 19 22 29	50 17	55 40
93	1784 I. 21 4 57	80 44	56 49
94	1785 I. 27 7 58	109 52	264 12
95	1785 IV. 8 10 6	297 31	64 41
96	1786 I. 30 21 7	156 38	334 8
97	1786 VII. 8 13 47	158 38	195 24
98	1787 V. 10 19 58	7 44	106 52
99	1788 XI. 10 7 35	99 8	156 57
100	1788 XI. 20 7 25	22 50	352 24
101	1790 I. 16 19 7	58 25	172 50
102	1790 I. 28 7 45	111 45	267 9
103	1790 V. 20 11 30	274 57	35 14
104	1792 I. 13 13 0	36 21	190 42
105	1792 XII. 27 7 56	135 53	283 15
106	1793 XI. 4 20 21	128 42	108 29
107	1793 XI. 19 12 7	71 37	2 17
(96)	1795 XII. 21 10 44	156 41	334 39
108	1796 IV. 2 19 57	192 44	17 2
109	1797 VII. 9 2 54	49 35	329 16
110	1798 IV. 4 12 8	105 7	122 12
111	1798 XII. 31 13 26	34 27	249 30
112	1799 IX. 7 4 44	3 42	99 30
113	1799 XII. 25 21 40	190 20	326 49
114	1801 VIII. 8 13 31	182 42	42 29
115	1802 IX. 9 21 32	332 9	310 16
116	1804 II. 13 14 26	149 4	176 53
(96)	1805 XI. 21 12 9	156 47	334 20
(84)	1806 I. 1 23 35	109 32	251 15
117	1806 XII. 28 22 10	97 3	322 23

i	q	e	a	K	M	A pályát számította
83° 20'	1'4329	1'0283	—	—	D	Burckhardt
32 31	0'7132	—	—	—	D	Zach
53 48	0'0993	—	—	—	R	Méchain
72 3	0'5153	—	—	—	R	Olbers
81 43	0'7758	—	—	—	D	Méchain
27 12	0'9610	—	—	—	R	Legendre
45 7	1'4593	0'5525	3'260	5'888	D	C. H. F. Peters
51 9	0'7079	—	—	—	R	Méchain
70 14	1'1434	—	—	—	D	Méchain
87 22	0'4273	0'9965	120'1	1326	R	Krüger
13 36	0'3348	0'8484	2'208	3'281	D	Encke
50 59	0'3942	—	—	—	D	Reggio
48 16	0'3489	—	—	—	R	Saron
12 28	0'0630	—	—	—	R	Méchain
64 30	0'7573	—	—	—	D	Méchain
29 44	0'7473	—	—	—	R	Saron
56 58	1'0633	—	—	—	D	Méchain
63 35	0'7910	—	—	—	R	Englefield
39 46	1'2926	—	—	—	R	Zach
49 7	0'9668	—	—	—	R	Piazz
60 21	0'4034	—	—	—	R	Saron
51 55	1'5035	—	—	—	D	D'Arrest
13 42	0'3344	0'8480	2'213	3'292	D	Encke
64 55	1'5782	—	—	—	R	Olbers
50 36	0'5254	—	—	—	R	Bouvard
43 45	0'4846	—	—	—	D	Olbers
42 26	0'7795	—	—	—	R	Burckhardt
50 56	0'8399	—	—	—	R	Tallquist
17 2	0'6258	—	—	—	R	Méchain
20 45	0'2564	—	—	—	R	Doberck
57 1	1'0941	—	—	—	D	Olbers
56 56	1'0750	—	—	—	D	Wahl
13 33	0'3404	0'8462	2'213	3'292	D	Encke
13 39	0'9068	0'7458	3'567	6'737	D	Gambart
35 3	1'0819	1'0102	—	—	R	Hensel

Szám		T	π	δb
118	1807	IX. 18 17h 53m	270° 55'	266° 47'
119	1808	V. 12 23 1	69 13	322 59
120	1808	VII. 12 4 11	252 39	24 11
121	1810	X. 6 5 52	63 47	308 51
122	1811	IX. 12 6 2	75 1	140 25
123	1811	XI. 10 23 56	47 27	93 2
124	1812	IX. 15 7 58	92 20	253 1
125	1813	III. 4 12 48	69 56	60 48
126	1813	V. 19 12 25	197 37	42 40
127	1815	IV. 25 23 59	149 2	83 29
127a	1816	III. 1 8 27	267 36	324 15
127b	1818	II. 3 5 23	76 18	256 1
128	1818	II. 25 23 10	182 45	70 26
129	1818	XII. 5 0 56	101 47	90 1
(96)	1819	I. 27 6 18	156 59	334 33
130	1819	VI. 27 17 20	287 8	273 42
131	1819	VII. 18 21 46	274 41	113 11
132	1819	XI. 20 6 3	67 19	77 14
133	1821	III. 21 13 2	239 29	48 41
134	1822	V. 5 14 42	192 44	177 27
(96)	1822	V. 23 23 16	157 12	334 25
135	1822	VII. 15 20 25	219 59	97 44
136	1822	X. 23 18 38	271 40	92 45
137	1823	XII. 9 10 49	274 34	303 3
138	1824	VII. 11 12 20	260 18	234 21
139	1824	IX. 29 1 45	4 32	279 17
140	1825	V. 30 13 16	273 55	20 6
141	1825	VIII. 18 8 48	9 48	193 5
(96)	1825	IX. 16 6 43	157 15	334 27
142	1825	XII. 10 16 31	318 47	215 43
(84)	1826	III. 18 10 3	109 46	251 28
143	1826	IV. 21 22 11	116 59	197 37
144	1826	IV. 29 1 6	35 48	40 29
145	1826	X. 8 23 1	57 48	44 6
146	1826	XI. 18 9 57	315 30	235 6

	q	e	a	K	M	A pályát számította
63 ^o 10'	0·6461	0·9955	143·20	1714	D	Bessel
45 43	0·3899	—	—	—	R	Encke
39 19	0·6079	—	—	—	R	Bessel
62 56	0·9697	—	—	—	D	Thraen
73 2	1·0354	0·9955	211·02	3069	R	Argelander
31 17	1·5821	0·9827	91·51	875	D	Nicolai
73 58	0·7771	0·9556	17·26	71·7	D	Schulhof és Bossert
21 14	0·6991	—	—	—	R	Nicollet
81 7	1·2153	—	—	—	D	Ferrer
44 30	1·213	0·9311	17·62	73·95	D	Ginzel
43 5	0·0485	—	—	—	D	Burckhardt
34 11	0·6958	—	—	—	D	Hind
89 44	1·1978	—	—	—	D	Encke
63 0	0·8550	1·0116	—	—	R	Rosenberger
13 37	0·3352	0·8486	2·214	3·295	D	Encke
80 45	0·3414	—	—	—	D	Hind
10 43	0·7736	0·7552	3·160	5·618	D	Encke
9 1	0·8926	0·6868	2·849	4·810	D	Encke
73 33	0·0918	—	—	—	R	Rosenberger
53 37	0·5044	—	—	—	R	Nicollet
13 20	0·3460	0·8445	2·224	3·318	D	Encke
36 18	0·8469	—	—	—	R	Hind
52 39	1·1451	0·9963	309·65	5449	R	Encke
76 12	0·2265	—	—	—	R	Encke
54 37	0·5913	—	—	—	R	Doberck
54 36	1·0498	—	—	—	D	Encke
56 41	0·88912	—	—	—	R	Clausen
88 30	0·8835	—	—	—	D	Olbers
13 21	0·3449	0·8449	2·223	3·315	D	Encke
33 32	1·2408	0·9954	267·95	4386	R	Hansen
13 34	0·9025	0·7466	3·56	6·720	D	Santini
40 0	2·0079	—	—	—	D	Nicolai
5 17	0·1882	—	—	—	R	Clüver
25 57	0·8528	—	—	—	D	Argelander
89 22	0·0269	—	—	—	R	Gambart

Szám	T	π	δb
147	1827 II. 4 22h 16m	33° 30'	184° 28'
148	1827 VI. 7 20 21	297 32	318 10
149	1827 IX. 11 10 47	250 57	149 39
(96)	1829 I. 9 18 3	157 18	334 30
150	1830 IV. 9 7 14	212 11	206 22
151	1830 XII. 27 16 0	310 59	337 53
(96)	1832 V. 3 23 34	157 21	334 32
152	1832 IX. 25 13 55	227 51	72 27
(84)	1832 XI. 26 1 39	109 53	248 14
153	1833 IX. 10 4 58	222 57	323 9
154	1834 IV. 2 16 5	276 34	226 49
155	1835 III. 27 14 0	207 43	58 20
(96)	1835 VIII. 26 8 49	157 23	334 35
(19)	1835 XI. 15 22 41	304 32	55 10
(96)	1838 XII. 19 0 27	157 27	334 37
156	1840 I. 4 10 23	192 12	119 58
157	1840 III. 13 1 58	80 14	236 50
158	1840 IV. 2 10 40	324 5	186 2
159	1840 XI. 13 15 37	23 32	248 56
(96)	1842 IV. 12 0 35	157 29	334 39
160	1842 XII. 15 23 7	327 17	207 49
161	1843 II. 27 7 45	278 3	355 47
162	1843 V. 6 0 43	281 28	157 15
163	1843 X. 17 3 42	49 34	209 29
164	1844 IX. 2 11 37	342 31	63 50
165	1844 X. 17 8 25	180 24	31 39
166	1844 XII. 13 16 21	296 2	118 19
167	1845 I. 8 3 55	91 20	336 44
168	1845 IV. 21 0 54	192 33	347 7
169	1845 VI. 5 16 19	262 3	337 49
(96)	1845 VIII. 9 15 11	157 44	334 20
170	1846 I. 22 2 25	89 6	111 8
(84)A	1846 II. 10 23 59	109 3	245 54
(84)B	1846 II. 11 1 59	109 3	245 54
171	1846 II. 25 9 8	116 28	102 41

i	q		a	K	M	A pályát számította
77° 36'	0° 5065	—	—	—	R	v. Heiligenstein
43 39	0° 8082	—	—	—	R	v. Heiligenstein
54 5	0° 1378	0° 9993	189° 62	2611	R	Clüver
13 21	0° 3455	0° 8446	2° 224	3° 316	D	Encke
21 17	0° 9215	—	—	—	D	Schulze
44 45	0° 1259	—	—	—	R	Wolfers
13 22	0° 3435	0° 8454	2° 222	3° 312	D	Encke
43 20	1° 1831	—	—	—	R	Schulze
13 10	0° 8793	0° 7514	3° 537	6° 652	D	Nicolai
7 20	0° 4588	—	—	—	D	Hartwig
5 57	0° 5150	—	—	—	D	Petersen
9 8	2° 0413	—	—	—	R	W. Bessel
13 21	0° 3444	0° 8450	2° 223	3° 314	D	Encke
17 45	0° 5866	0° 9674	17° 99	76° 29	R	Westphal
13 21	0° 3440	0° 8452	2° 222	3° 313	D	Encke
53 6	0° 6185	1° 0002	—	—	D	C. A. F. Peters
59 13	1° 2207	0° 9950	24° 316	1199	R	Kowalczyk
79 52	0° 5913	—	—	—	D	Kowalczyk
57 57	1° 4808	0° 9699	49° 121	344	D	Götze
13 20	0° 3450	0° 8448	2° 223	3° 314	D	Encke
73 34	0° 5044	—	—	—	R	Kowalczyk
36 58	0° 0069	0° 9991	7° 822	21° 875	R	Plantamour
52 44	1° 6158	—	—	—	R	Hubbard
11 23	1° 6926	0° 5560	3° 812	7° 442	D	Le Verrier
2 55	1° 1864	0° 6174	3° 100	5° 459	D	Brünnow
48 36	0° 8554	—	—	—	R	Plantamour
45 39	0° 2517	1° 0003	—	—	D	Bond
46 51	0° 9050	—	—	—	D	Doberck
56 24	1° 2547	—	—	—	D	Faye
48 42	0° 4016	0° 9899	39° 60	249° 8	R	D'Arrest
13 8	0° 3381	0° 8474	2° 216	3° 300	D	Encke
47 26	1° 4807	0° 9924	194° 9	2721	D	Jelineck
12 35	0° 8565	0° 7567	3° 250	6° 603	D	Hubbard
12 35	0° 8565	0° 7566	3° 519	6° 601	D	Hubbard
30 56	0° 6501	0° 7934	3° 146	5° 581	D	Brünnow

Szám	T	π	$\delta\delta$
172	1846 III. 5 13h 18m	90° 27'	77° 33'
173	1846 V. 27 31 39	82 34	161 19
174	1846 VI. 1 2 40	239 50	260 12
175	1846 VI. 5 11 39	162 6	261 53
176	1846 X. 29 22 9	98 47	4 38
177	1847 III. 30 6 59	276 2	21 42
178	1847 VI. 4 16 47	141 37	173 57
179	1847 VIII. 9 10 46	246 42	338 18
180	1847 VIII. 9 8 26	21 17	76 43
181	1847 IX. 9 13 11	79 12	309 49
182	1847 XI. 14 9 46	274 13	190 50
183	1848 IX. 8 1 15	310 35	211 32
(96)	1848 XI. 26 2 56	157 47	334 22
184	1849 I. 19 8 30	63 14	15 13
185	1849 V. 26 12 11	235 44	20 33
186	1849 VI. 8 5 3	267 6	30 32
187	1850 VII. 23 12 50	273 25	92 53
188	1850 X. 19 8 20	89 14	205 59
(163)	1851 IV. 1 19 29	49 41	209 31
189	1851 VII. 8 16 25	322 55	148 24
190	1851 VIII. 26 5 47	310 59	223 41
191	1851 IX. 30 19 16	338 47	44 22
(96)	1852 III. 14 17 22	157 51	334 23
192	1852 IV. 19 14 15	280 0	317 13
(84)A	1852 IX. 23 17 37	109 8	245 51
(84)B	1852 IX. 23 1 31	109 8	245 51
193	1852 X. 12 18 10	43 14	346 10
194	1853 II. 24 0 16	153 43	69 34
195	1853 V. 9 19 59	201 45	40 58
196	1853 IX. 1 17 5	310 57	140 31
197	1853 X. 16 14 41	302 15	220 6
198	1854 I. 3 22 36	56 7	227 3
199	1854 III. 24 0 28	213 49	315 27
200	1854 VI. 22 0 5	273 5	347 40
201	1854 X. 27 12 22	94 24	324 29

i	q	e	a	K	M	A pályát számlította
85° 6'	0·6637	0·9622	17·58	73·7	D	Peirce
57 36	1·3759	—	—	—	R	Vogel
31 2	1·5377	0·7567	6·321	15·89	D	Argelander
29 19	0·6337	0·9899	62·99	500	R	Oudemans
49 39	0·8294	0·9933	123	1390	D	Quirling
48 39	0·0426	0·9999	473·2	10293	D	Hornstein
79 34	2·1150	—	—	—	R	Engström
83 27	1·7672	—	—	—	R	v. Littrow
32 39	1·485	—	—	—	R	Schur
19 8	0·4879	0·9726	17·8	75	D	D'Arrest
71 51	0·3290	1·0001	—	—	R	Rümker
84 25	0·3199	—	—	—	R	Sonntag
13 9	0·3370	0·8478	2·215	3·296	D	Encke
85 3	0·9597	—	—	—	D	Petersen
67 9	1·1593	—	—	—	D	Weyer
66 55	0·8944	0·9978	412	8375	D	D'Arrest
68 11	1·0815	0·9988	940	28800	D	Carrington
40 6	0·5655	—	—	—	D	Bond
11 22	1·6996	0·5549	3·819	7·462	D	Le Verrier
13 55	1·1734	0·6593	3·444	6·390	D	Villargeau
38 9	0·9843	0·9969	313	5550	D	Brorsen
73 59	0·1419	—	—	—	D	Andries
13 8	0·3375	0·8477	2·215	3·297	D	Encke
48 53	0·9053	—	—	—	R	v. Asten
12 33	0·8606	0·7559	3·526	6·621	D	Hubbard
12 33	0·8606	0·7559	3·525	6·619	D	Hubbard
40 55	1·2500	0·9190	15·44	60·7	D	Westphal
20 15	1·0921	—	—	—	R	Hornstein
57 49	0·9087	0·9893	85·1	785	R	Rümker
61 31	0·3070	—	—	—	D	Krahl
61 0	0·1727	1·0012	—	—	R	D'Arrest
66 7	2·0446	—	—	—	R	Rzepecki
82 32	0·2770	—	—	—	R	Oppenheim
71 19	0·6481	—	—	—	R	Winnecke
40 55	0·7987	0·9933	119·6	1309	D	Lesser

Szám		T	π	δ
202	1854	XII. 15 17h 24m	165° 9'	238° 8'
203	1855	II. 5 1 18	226 38	189 44
204	1855	V. 30 3 42	237 42	260 19
(96)	1855	VII. 1 4 49	157 53	334 26
205	1855	XI. 25 9 35	86 2	51 34
206	1857	III. 21 9 1	74 44	313 9
(171)	1857	III. 29 5 36	115 44	101 46
207	1857	VII. 17 23 43	249 36	23 41
208	1857	VIII. 24 0 4	21 47	200 49
209	1857	IX. 30 21 16	250 8	14 58
210	1857	XI. 19 1 52	44 13	139 19
(189)	1857	XI. 28 4 39	323 5	148 29
(102)	1858	II. 23 12 44	115 52	269 3
(131)	1858	V. 2 0 58	275 41	113 34
211	1858	V. 2 23 22	200 46	175 4
212	1858	VI. 5 7 15	226 6	324 58
(163)	1858	IX. 12 20 55	49 50	209 40
213	1858	IX. 29 23 18	36 13	165 19
214	1858	X. 12 19 9	4 14	159 44
(96)	1858	X. 18 8 51	157 57	334 29
215	1859	V. 29 5 35	75 21	357 21
216	1860	II. 16 15 9	173 50	324 4
	1860	II. 16 16 14	173 45	324 3
217	1860	III. 5 13 44	50 5	8 53
218	1860	VI. 16 1 18	161 32	84 41
219	1860	IX. 22 7 38	356 48	44 51
220	1861	VI. 3 9 31	243 22	29 56
221	1861	VI. 11 12 19	249 5	278 59
222	1861	XII. 7 4 21	173 31	145 6
(96)	1862	II. 6 5 59	158 1	334 31
223	1862	VI. 22 0 53	299 20	326 33
224	1862	VIII. 22 22 3	344 42	137 27
225	1862	XII. 28 4 20	125 11	355 46
226	1863	II. 3 11 55	191 23	116 56
227	1863	IV. 4 21 52	247 16	251 16

i	q	e	a	K	M	A pályát számította
14° 9'	1'3575	0'9864	99'8	997	D	Elkin
51 24	2'1935	0'9652	63	500	R	Tiele
23 7	0'5668	—	—	—	R	Schulze
13 8	0'3371	0'8478	2'215	3'295	D	Encke
10 11	1'2310	—	—	—	R	Schulze
87 56	0'7725	—	—	—	D	Loewy
29 49	0'6206	0'8023	3'139	5'562	D	D'Arrest
58 57	0'3675	0'9990	367	7040	R	Villarceau
32 46	0'7468	0'9804	38'05	235	D	Moeller
56 3	0'5629	0'9969	182	2463	R	Linsser
37 49	1'0090	0'9970	335	6143	R	Auwers
13 56	1'1700	0'6599	3'440	6'380	D	Villarceau
54 24	1'0255	0'8209	5'726	13'70	D	Bruhns
10 48	0'7689	0'7550	3'139	5'56	D	Seeling
19 30	1'1492	0'6737	35'21	209	D	Schulhof
80 3	0'5543	—	—	—	R	Auwers
11 22	1'6942	0'5556	3'813	7'445	D	Moeller
63 2	0'5785	0'9963	152'3	1880	R	Hill
21 16	1'427	—	—	—	R	Gyldén
13 4	0'3407	0'8464	2'218	3'304	D	Encke
84 32	0'2010	—	—	—	R	Hertsprung
79 40	1'1990	—	—	—	D	Pechüle
79 36	1'198	—	—	—	D	Pechüle
48 13	1'306	—	—	—	D	Gyldén
79 19	0'2929	—	—	—	D	Auwers
32 12	0'6826	—	—	—	D	Kowalczyk
79 46	0'9207	0'9835	55'67	415'4	D	v. Oppolzer
85 26	0'8224	0'9851	55'12	409'4	D	Kreutz
41 59	0'8391	—	—	—	R	Noether
13 5	0'3399	0'8467	2'218	3'302	D	v. Asten
7 54	0'9813	—	—	—	R	Seeling
66 26	0'9627	0'9608	24'54	121'5	R	v. Oppolzer
42 29	0'8032	—	—	—	R	Krahl
5 2 2	0'7947	—	—	—	D	Engelmann
67 22	1'0681	—	—	—	R	Frischauf

Szám	T	π	δ
228	1863 IV. 20 20h 49m	305° 47'	250° 11'
229	1863 XI. 9 11 50	94 43	97 29
230	1863 XII. 27 18 28	60 24	304 43
231	1863 XII. 29 4 17	183 8	105 2
232	1864 VII. 17 19 38	188 53	174 59
233	1864 VIII. 15 14 0	304 12	95 15
234	1864 X. 11 10 37	159 18	31 45
235	1864 XII. 22 10 59	321 41	203 13
236	1864 XII. 27 17 26	162 24	240 54
237	1865 I. 14 7 58	141 16	253 3
(96)	1865 V. 27 22 21	158 4	334 33
238	1866 I. 11 3 22	60 28	231 26
(163)	1866 II. 3 23 32	49 56	209 42
239	1867 I. 19 20 49	75 52	78 36
240	1867 V. 23 22 15	236 9	101 10
241	1867 XI. 6 23 15	276 22	64 59
(171)	1868 IV. 17 10 17	116 2	101 14
242	1868 VI. 26 11 35	285 38	52 15
(96)	1868 IX. 14 14 53	158 11	334 32
(131)	1869 VI. 29 22 44	275 55	113 33
243	1869 X. 9 20 39	123 17	311 30
244	1869 XI. 18 19 25	42 58	296 44
245	1870 VII. 14 2 8	303 32	141 45
246	1870 IX. 2 4 53	17 53	12 56
(189)	1870 IX. 22 16 46	318 41	146 25
247	1870 XII. 19 21 11	4 9	94 45
248	1871 VI. 10 14 33	141 50	279 19
249	1871 VII. 27 0 59	115 34	211 54
(102)	1871 XI. 30 11 18	116 5	269 18
250	1871 XII. 20 9 18	264 13	147 6
(96)	1871 XII. 28 19 33	158 13	334 34
(240)	1873 V. 9 15 21	237 58	78 43
251	1873 VI. 25 5 9	306 6	120 57
(163)	1873 VII. 18 11 50	50 5	209 41
252	1873 IX. 10 18 58	36 48	230 35

i	q	e	a	K	M	A pályát számította
85° 29'	0·6288	0·999	—	—	D	Frischauf és Ericson
78 5	0·7067	—	—	—	D	v. Oppolzer
64 29	0·7714	—	—	—	D	Valentiner
83 19	1·3131	—	—	—	D	Rosën
45 0	0·6260	—	—	—	R	Kowalczyk
1 52	0·9093	0·9963	249·1	3933	R	Kowalczyk
70 18	0·9311	—	—	—	R	v. Asten
48 53	0·7707	—	—	—	D	Kowalczyk
17 7	1·1145	—	—	—	R	Valentiner
87 32	0·0260	—	—	—	R	Tebbutt
13 4	0·3410	0·8643	2·218	3·304	D	v. Asten
17 18	0·9766	0·9054	10·325	33·18	R	v. Oppolzer
11 22	1·6823	0·5575	3·802	7·414	D	Möller
18 13	1·5725	0·8491	10·418	33·62	D	Searle
6 25	1·5630	0·5097	3·189	5·694	D	Sandberg
83 26	0·3305	—	—	—	R	v. Oppolzer
29 22	0·5971	0·8080	2970	5·117	D	Schulze
48 27	0·5786	—	—	—	R	Karlinski
13 7	0·3337	0·8491	2·212	3·289	D	v. Asten
10 48	0·7814	0·7519	3·150	5·591	D	v. Oppolzer
68 20	1·2307	—	—	—	R	Kowalczyk
5 24	1·0630	0·6581	3·121	5·46	D	Schulhof
58 12	1·0088	—	—	—	R	Seydler
80 39	1·8170	—	—	—	R	Gerst
13 39	1·2803	0·6349	3·507	6·566	D	Leveau
32 44	0·3892	—	—	—	R	Schulhof
87 36	0·6544	0·9978	176·9	5188	D	Holetschek
78 1	1·0833	—	—	—	R	Cramer
54 17	1·0301	0·8210	5·757	13·813	D	Tischler
81 40	0·6913	0·9964	193·6	2695	R	A. Lindhagen
13 7	0·3330	0·8493	2·210	3·285	D	v. Asten
9 46	1·771	0·4631	3·300	5·994	D	R. Gautier
12 45	1·344	0·5526	3·004	5·2	D	Schulhof
11 22	1·683	0·5574	3·802	7·414	D	Möller
84 1	0·7942	0·9965	225·0	3375	R	R. Gautier

Szám	T	π	δ
253	1873 X. 1 18h 28m	302° 58'	176° 43'
(171)	1873 X. 10 11 49	116 5	101 15
254	1873 XII. 3 2 53	85 30	248 37
255	1874 III. 9 22 35	299 48	30 18
256	1874 III. 13 22 37	302 22	274 7
257	1874 VII. 8 20 45	271 6	218 51
258	1874 VII. 17 16 57	5 27	251 30
259	1874 VIII. 26 20 24	344 8	281 58
260	1874 X. 18 22 47	265 41	111 29
(131)	1875 III. 12 2 34	276 38	334 37
(96)	1875 IV. 12 23 58	158 17	187 15
261	1877 I. 19 4 27	200 5	316 37
262	1877 IV. 17 15 24	253 29	346 4
263	1877 IV. 26 20 0	102 52	146 7
(189)	1877 V. 10 8 0	319 7	184 17
264	1877 VI. 27 1 51	81 2	250 59
265	1877 IX. 11 9 57	107 38	250 59
266	1878 VII. 20 16 44	279 50	102 16
(96)	1878 VII. 26 2 56	158 20	234 39
(251)	1878 IX. 7 6 25	306 8	121 1
(171)	1879 III. 30 2 0	116 14	101 18
267	1879 IV. 27 10 18	42 1	45 46
(240)	1879 V. 10 21 52	238 12	78 46
268	1879 VIII. 24 5 58	308 12	32 22
269	1879 X. 4 15 16	202 38	87 11
270	1880 I. 27 10 48	278 23	356 17
271	1880 VII. 1 17 54	112 3	257 15
272	1880 IX. 6 22 36	82 12	45 19
(244)	1880 XI. 8 0 4	43 5	296 51
273	1881 XI. 9 10 7	261 4	249 23
(163)	1881 I. 22 16 7	50 50	209 36
274	1881 V. 20 10 38	300 12	126 24
275	1881 VI. 16 10 46	265 13	270 58
276	1881 VIII. 22 7 30	334 55	97 3
277	1881 IX. 13 10 36	18 36	65 52

	q	e	a	K	M	A pályát számította
58° 31'	0°3849	—	—	—	R	Weiss
29 25	0°5937	0°8088	4°923	12°832	D	Schulze
26 29	0°7754	0°7703	3°375	6°202	D	Weiss
58 53	00°446	—	—	—	D	Wittstein
31 35	0°8857	—	—	—	R	Wenzel
34 8	0°6758	0°9988	572°6	13708	D	v. Hepperger
41 50	1°6880	0°9628	45°42	306	D	Holetschek
80 47	0°9826	0°9988	838°3	24368	D	Gruss
11 17	0°5083	—	—	—	R	Holetschek
13 7	0°8289	0°7410	3°199	5°725	D	v. Oppolzer
27 5	0°3329	0°8494	2°209	3°287	D	v. Asten
58 51	0°8074	—	—	—	R	Thraen
77 10	0°9500	0°9987	731°0	19765	R	Plath
15 43	1°0093	—	—	—	D	Zelbr
64 15	1°318	0°6278	3°541	6°664	D	Leveau
77 42	1°0705	—	—	—	R	Gruss
77 42	0°1576	—	—	—	R	Plummer
78 11	1°3919	—	—	—	D	Büttner
13 7	0°3334	0°8492	2°211	3°286	D	v. Asten
12 46	1°339	0°5537	3°002	5°2	D	Schulhof
29 23	0°5899	0°8098	3°102	5°45	D	Schulze
72 58	0°8966	—	—	—	R	Kremser
9 47	1°7715	0°4630	3°299	5°99	D	R. Gautier
72 15	0°9913	—	—	—	R	Hartwig
77 8	0°9897	—	—	—	D	A. Palisa
36 52	0°0059	0°9995	11°07	36°84	R	W. Meyer
56 56	1°8141	—	—	—	R	J. Mayer
38 6	0°3546	—	—	—	R	Molien
5 23	1°067	0°6553	3°096	5°45	D	Schulhof
60 42	0°6596	—	—	—	D	Bigourdan
11 20	1°738	0°5490	3°854	7°565	D	Möller
77 58	0°5912	—	—	—	D	Gruss
63 26	0°7346	0°9964	205°9	2954	D	Bossert
39 46	0°6335	—	—	—	R	Stechert
6 50	0°7260	0°8304	4°28	8°83	D	Plummer

Szám	T	π	δ
278	1881 IX. 14 8h 55m	267° 52'	274° 10'
(96)	1881 XI. 15 1 43	158 30	334 34
279	1881 XI. 19 13 30	63 31	181 18
280	1882 VI. 10 12 52	53 56	204 56
281	1882 IX. 17 5 32	276 25	346 1
282	1882 XI. 12 23 51	354 48	249 7
283	1883 II. 18 23 1	29 2	278 6
284	1883 XII. 25 7 25	125 46	264 25
(124)	1884 I. 25 17 22	93 21	254 9
285	1884 VIII. 16 10 54	306 11	5 11
286	1884 XI. 17 18 16	19 3	206 22
287	1885 VIII. 7°04274	271° 18'	92° 20'
288	1885 VIII. 10°70847	248 27	204 23
289	1885 XI. 25°4968	297 44	262 10
290	1886 IV. 5°98618	162 58	36 22
291	1886 V. 3°3132	187 55	68 19
292	1886 V. 4°48216	326 19	287 45
293	1886 VI. 6°60866	229 45	53 3
294	1886 VII. 7°42621	33 55	192 42
(131)	1886 IX. 16°5	276 4	101 56
295	1886 XI. 22°42499	7 34	52 29
296	1886 XI. 25°777	287 1	257 51
297	1886 XII. 16°51908	223 43	137 21
298	1887 I. 11°4519	64 40	339 51
299	1887 III. 17°0698	159 11	279 51
300	1887 III. 28°48275	36 33	135 27
301	1887 VI. 16°74089	15 9	245 13
(127)	1887 X. 8°44719	65 16	84 28

i	q	e	a	K	M	A pályát számította
67° 11'	0°4492	—	—	—	R	Millesovich
12 53	0°3430	0°8455	2°220	3°308	D	Backlund
35 10	1°9261	0°973	—	612	R	Bigourdan és Olsson
73 49	0°0608	0°9999	69°5	579	D	Parson
38 0	0°0077	0°9999	85°5	791	R	Kreutz
83 51	0°9554	0°9992	1345	49300	R	Wolyncewicz
78 6	0°7602	—	—	—	D	Bryant
65 1	0°3097	—	—	—	R	H. Oppenheim
74 3	0°7757	0°9550	17°237	71°56	D	Schulhof és Bossert
5 27	1°2793	0°5825	3°064	5°36	D	Berberich.
25 15	1°572	0°5599	3°572	6°75	D	Krueger
80° 27'	—	0°9941	722°12	8700	—	Lamp
59 15	0°7567	—	—	—	—	} Oppenheim
42 26	1°0788	—	—	—	—	
82 36	0°6422	—	—	—	—	
84 24	0°4793	1°0004	—	—	—	Thraen
100 12	0°8419	—	—	—	—	Celoria
12 56	—	0°6083	3°411	6°301	—	Hind
87 44	0°2703	—	—	—	—	Krüger
14 27	—	0°7267	3°94	7°822	—	Palisa
3 1	—	0°7182	3°54	6°6	—	Krüger
85 29	1°4503	—	—	—	—	Weiss
101 39	0°6628	—	—	—	—	Svedstrup
138 1	0°0046	—	—	—	—	} Oppenheim
104 17	1°633	—	—	—	—	
139 47	1°0064	—	—	—	—	
17 35	1°3947	—	—	—	—	} Ginzl
44 33	1°1996	0°931	17°407	—	—	

OSZEK

Year	Month	Day	Event	Location	Notes
1870	Jan	1	...	...	...
1870	Jan	2	...	...	...
1870	Jan	3	...	...	...
1870	Jan	4	...	...	...
1870	Jan	5	...	...	...
1870	Jan	6	...	...	...
1870	Jan	7	...	...	...
1870	Jan	8	...	...	...
1870	Jan	9	...	...	...
1870	Jan	10	...	...	...
1870	Jan	11	...	...	...
1870	Jan	12	...	...	...
1870	Jan	13	...	...	...
1870	Jan	14	...	...	...
1870	Jan	15	...	...	...
1870	Jan	16	...	...	...
1870	Jan	17	...	...	...
1870	Jan	18	...	...	...
1870	Jan	19	...	...	...
1870	Jan	20	...	...	...
1870	Jan	21	...	...	...
1870	Jan	22	...	...	...
1870	Jan	23	...	...	...
1870	Jan	24	...	...	...
1870	Jan	25	...	...	...
1870	Jan	26	...	...	...
1870	Jan	27	...	...	...
1870	Jan	28	...	...	...
1870	Jan	29	...	...	...
1870	Jan	30	...	...	...
1870	Jan	31	...	...	...

A K. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT KÖNYVKIADÓ-VÁLLALATÁNAK

kiadványai 1872-től—1888. év végéig.

Megrendelhetők a K. M. Természettudományi Társulat titkárságánál
(Budapest, V., Eötvös-tér 1.).

I. ciklus (1872—1874). Hét kötet, ú. m. : 1. COTTA BERNHARD : *A jelen geológiája*; 2. és 3. DARWIN CHARLES : *A fajok eredete*. 2 kötet; 4. HUXLEY TH. H. : *Előadások az elemi élettan köréből*; 5. TYNDALL JOHN : *A hő mint a mozgás egyik neme*; 6. HELMHOLTZ H. : *Népszerű tudományos előadások*; 7. TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÉRTEKEZÉSEK : *Arago, Bessel, Dove, Haeckel, Heer, Herschel, Humboldt, Kirchhoff, Liebig, Lyell, Melloni és Virchow népszerű munkáiból*. — E 7 kötet 180³/₄ ív, 291 rajzzal és 8 műlappal van ellátva.

II. ciklus (1875—1877). Nyolc kötet, ú. m. : 8. PROCTOR RICHARD : *Más világok mint a miénk*; 9. és 10. LUBBOCK, SIR JOHN : *A történelem előtti idők*. 2 köt.; 11. GREGUSS GYULA : *Összegyűjtött értekezései*; 12. JOHNSON SÁMUEL : *Hogy nő a vetés*; 13. SMITH EDE : *A tápszerekről*; 14. TERMÉSZETTUDOMÁNYI ELŐADÁSOK. *Faraday, Helmholtz- és Pettenkofertől*; 15. JOHNSON SÁMUEL : *Miből lesz a termés*. — E 8 kötet 189³/₈ ív, 377 rajzzal és 16 műlappal van ellátva.

III. ciklus (1879—1880). Négy kötet, ú. m. : 16. és 17. RECLUS : *A föld és életjelenségei*. 2 kötet; 18. ERISMANN : *Népszerű egészségtan*; 19. TOPINARD : *Anthropologia*. — E 4 kötet a rendes nagyságban 190 ív, 522 rajzzal és 54 műlappal.

IV. ciklus (1882—1883). Öt kötet, ú. m. : 20. és 21. CZÓGLER : *A fizika története életrajzokban*. 2 kötet; 22. EMERY : *A növények élete*; 23. és 24. DARWIN : *Az ember származása*. 2 kötet. — Ezen 5 kötet 190 ív, 510 rajzzal és 23 műlappal, kötve 18 frt. — A művek csak együttesen kaphatók.

V. ciklus (1884—1886) könyvilletményei a következők : 25. GUILLEMIN : *A mágnesség és elektromosság*; 26. LÓCZY LAJOS : *Khina és népe*; 27. és 28. HERMAN OTTÓ : *A magyar halászat könyve*. 2 köt. — E 4 kötet a rendes alakra redukálva 217 ívet tesz ki, 1079 rajzzal és 40 műlappal, kötve 18 frt.

VI. ciklus (1887—1889). Ez ideig megjelentek : 29. KRÜMMEL : *Az óceán*. 66 rajzzal; 30. ILOSVAY : *Chemia*. 70 rajzzal; 31. HERMAN : *Halgazdaság*. 43 képpel; 32. *Kirándulók zsebkönyve*. 70 ábrával; 33. HELLER : *Az időjárás*. 31 rajzzal; 34. HARTMANN : *Emberszábasú majmok* 57 rajzzal; 35. DARVAI : *Üstökösök és meteorok*. 58 rajzzal.

MONOGRAFIÁK ÉS EGYÉB KIADVÁNYOK.

- BARTSCH SAMU: *A sodró-állatkák (Rotatoria) és Magyarországon megfigyelt fajaik.* 4 műlappal. Tagoknak 1 frt 50 kr. Bolti ára 2 frt.
- BÉKESSY LÁSZLÓ: *A tejgazdaság és sajtkészítés.* 202 rajzzal. Ára 2 frt.
- BUZA JÁNOS: *Kultivált növényeink betegségei.* 22 rajzzal. 1 frt.
- CSANÁDY-PLÓSZ: *A borászat könyve.* 47 rajzzal. 4 frt. Tagoknak 3 frt.
- DADAY JENŐ: *A magyarországi Cladocérák magánrajza.* 4 tábla rajzzal. 2 frt.
- ENTZ GÉZA: *Tanulmányok a végvények köréből.* 1 kötet. Bolti ára 5 frt. Tagoknak 3 frt.
- GREGUSS GYULA: *Összegyűjtött értekezései.* Vásznonkötésben 2 frt 50 kr.
- GRUBER LAJOS: *Útmutatás földrajzi helymeghatározásokra.* 28 rajzzal. 2 frt.
- HAZSLINSZKY FRIGYES: *A magyar birodalom zuzmóflórája.* Ára 2 frt.
- *A magyar birodalom mohflórája.* 2 frt.
- HEGYFOKY KAB. S.: *A májushavi meteorológiai viszonyok Magyarországon.* Ára 2 frt 50 kr. Tagoknak 2 frt.
- HENSCH ÁRPÁD: *Az okszerű talajmivelés.* 117 rajzzal. 2 frt. Tagoknak 1 frt 50 kr.
- HERMAN OTTÓ: *Magyarország pókfaunája.* 3 kötetben, 10 táblával (csak a II. és III. kötet kapható 8 frtért).
- *A magyar halászat könyve.* I., II. kötet 290 rajzzal és 21 műlappal. Fűzve 12 frt. (Lásd a könyvkiadó vállalat V-ik ciklusát.)
- INKEY BÉLA: *Nagyág földtani és bányászati viszonyai.* 23 rajzzal. 2 frt 50 kr. Tagoknak 2 frt.
- JOSUTÁNY TAMÁS: *Magyarország dohányjai.* 3 részben. Tagoknak 1 frt 50 kr.
- *Ungarns Tabaksorten.* 60 kr.
- KRENNER JÓZSEF SÁNDOR: *A dobsinai jégbarlang.* 6 színes táblával 1 frt 50 kr.
- LÁSZLÓ EDE: *Magyarországi agyagok kémiai elemzése.* Ára 50 kr.
- SCHENZL GUIDÓ: *Útmutatás meteoritek megfigyelésére.* 2 rajzzal. 10 kr.
- *Magyarország földmágnességi viszonyai.* Bolti ára 9 frt. Tagoknak 7 frt.
- *Útmutatás földmágnességi helymeghatározásokra.* 113 rajzzal. 2 frt.
- SIMONKAY LAJOS: *Erdély edényes flórája.* Bolti ára 5 frt. Tagoknak 4 frt.
- STAHLBERGER EMIL: *Az árapály a fumei öbölben.* 8 táblával. 2 frt.
- SZINNYEI JÓZSEF: *Magyarország természettudományi és matematikai könyvszete, 1472-től 1875-ig.* (Szaz arannyal jutalmazott pályamű.) 4 frt.

Minden megrendelés a Kir. Magyar Természettudományi Társulat titkárságához, Budapest, V., Eötvös-tér 1, intézendő.

OSZK

Országos Széchényi Könyvtár

OSZK

Országos Széchényi Könyvtár

