

# CSILLAGÁSZATI LAPOK

A KIR. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT  
CSILLAGÁSZATI SZAKOSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

WODETZKY JÓZSEF KÖZREMŰKÖDÉSÉVEL

SZERKESZTI

DETRE LÁSZLÓ és LASSOVSZKY KÁROLY

4. ÉVFOLYAM

1941

BUDAPEST  
STEPHANEUM NYOMDA

Leltárjelv. jegy száma

22 298

Felvétel időpontja

1952.

febr. hó 9. n.

Figyelmeztetés!

Ezt a szelvényt  
legkorábban

195      hó      n  
szabad eltávolítani.

## TARTALOMJEGYZÉK

BALÁZS JULIA :	Oldal
Emissziós vonalak extragalaxisok szinképében .....	33
Új típusú szupernovák .....	77
Három szupernova egy csillagrendszerben .....	130
DETRE LÁSZLÓ :	
A Wolf—Rayet-csillagok fizikai természete .....	43
Törpe változó csillagok .....	78
Intersztelláris molekulák .....	79
Protuberanciák mozgásának vizsgálata koronográffal .....	124
A göttingeni kollokvium .....	156
Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften. Bd. 19. 1940. (Könyvismertetés.) .....	163
DEZSŐ LORÁNT :	
A $\beta$ Cephei-csillagok természete .....	127
GUMAN ISTVÁN :	
Holdfogyatkozás fotometriai vizsgálata .....	37
Új módszer kettős csillagok megfigyelésére .....	40
Új folt a Jupiteren .....	73
A napkorona alakjának változásai .....	157
JELITAI JÓZSEF :	
Nagy Károly és bicskei csillagvizsgálója .....	81
KENESSEY KÁLMÁN :	
Megemlékezés Konkoly Thege Miklósról .....	9
KOLBENHEYER TIBOR :	
A galaktikai csillagfelhők és halmazok egyensúlyáról .. 17, 49,	105
Csillagspektrumok abszolút intenzitáseloszlásának mérése ...	76
A szemmel észlelhető legkisebb fényességkülönbség mérése ..	122
A legközelebbi napfoltciklus valószínű lefolyása .....	123
Az üstökösökről .....	132
A H. D. 182040 csillag szinképe .....	100

	Oldal
KULIN GYÖRGY:	
A fák évgyűrtűi és a napfoltperiódus .....	33
Hírek üstökösökről .....	39, 126
Új üstökös .....	74
LASSOVSKY KÁROLY:	
A Svábhegyi Csillagvizsgáló Intézet 1940. évi működése ....	1
Kulin György: A távcső világa. (Könyvismertetés) .....	162
STROMMER GYULA:	
Csillagászati fényelektromos fotometria .....	63

*Jegyzet.* A vastagon nyomott lapszámok nagyobb cikkekre vonatkoznak.

# CSILLAGÁSZATI LAPOK

A KIR. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT  
CSILLAGÁSZATI SZAKOSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

4. évfolyam

1941

I. szám

## A SVÁBHEGYI CSILLAGVIZSGÁLÓ INTÉZET 1940. ÉVI MŰKÖDÉSE

### SZEMÉLYI ÜGYEK.

Az év folyamán DETRE LÁSZLÓ a VII. fizetési osztályba lépett elő. Az intézetet sajnálatos veszteség érte ABAHÁZI RICHÁRD távozásával, aki ötévi csillagdai működés után lemondott főiskolai képesítésű gyakornoki állásáról; ABAHÁZI az utóbbi években végzett műszaki berendezéseknél és átalakításoknál nagy műszaki tudásával rendkívüli szolgálatot tett az intézetnek. Az intézet tudományos személyzete az év végén:

Igazgató: DR. LASOVSZKY KÁROLY. Obszervátor: DR. DETRE LÁSZLÓ. Asszisztens: DR. BALÁZS JÚLIA. Főiskolai képesítésű gyakornok: DR. KULIN GYÖRGY.

Megszakításokkal az intézetben dolgoztak még DR. TOLMÁR GYULA, az Egyetemi Csillagászati Intézet tanársegéde, DR. DEZSŐ LORÁNT ösztöndíjas gyakornok, KOLBENHEYER TIBOR, CSADA IMRE, STROMMER GYULA és GUMAN ISTVÁN egyetemi hallgatók.

DETRE és BALÁZS öt hónapot a müncheni csillagdában töltöttek, mint a Deutsche Forschungsgemeinschaft ösztöndíjasai.

### GAZDASÁGI ÜGYEK, ÉPÜLETEK.

Az épületek igen megsínylették az elmúlt kemény telet, mely a vízvezetékekben is több helyen nagy károkat okozott. Az alkalmi javítási munkálatok mellett az épületek tavalyelőtt megkezdett külső és belső gyökeres tatarozása is tovább folyt. Az épületek összes bejárója fölé, ahol eddig még nem volt, esővédő tető készült. A megszüntetett régi fotografiai sötétkamrából új irodahelyiséget létesítettünk. Említésreméltó még a rendkívül rossz állapotban lévő asztrógráf-kupola külső falzatának és a főépület főbejáratának a javítása, mely utóbbi munkák ugyan az ősszel hirtelen beálló kedvezőtlen időjárás miatt még nem nyertek befejezést.

Az év folyamán sor került az intézet elhanyagolt parkjának a rendbehozására is; egyelőre a homlokzati kerítés melletti rész nyert rendezést.

## MŰSZAKI ÜGYEK, MŰSZEREK.

A műszaki berendezések és a műszerek állandó karbantartása mellett külön ki kell emelni a 19 cm-es Cook-refraktor gyökeres javítását (erre a refraktorra van, mint vezetőre, a 16 cm-es asztrográf rá szerelve). E műszer ellen az utóbbi időben állandó panasz volt az óraművének a járásában mutatkozó szabálytalanság, valamint a finommozgás tökéletlensége miatt, ami a csillagvezetést rendkívül meg-



A 20 cm-es Heyde-refraktor kupolája. (Tőle jobbra Pásztor János «Ad astra» szobra.)

nehezítette. A hibákat a megfelelő csigakerekek átmarása, a csigamenetek átszabályozása és új csapágyazások által, valamint a hajtógép periódusos hibájának a javításával sikerült annyira lecsökkenteni, hogy a műszer (mely tudvalevőleg ajándékozás révén br. Podmaniczky kiskartali csillagdájából került hozzánk) működése valamivel jobb, mint mikor először került használatba a Svábhegyi Csillagdában.

A fenti műszer javítási munkálatai annyira lekötötték az intézet műszerészét, hogy a csillagda házi mechanikai műhelyében készülő ama parallaktikus felállítású, rövidgyújtótávolságú ( $f = 70$  cm) kamara, melynek tárgylencséje egy 14 cm-es Zeiss-triplet lesz, az év folyamán nem tudott elkészülni.

Az új fényképezeti laboratóriumban, mely LASSOVSZKY és

ABAHÁZI tervei szerint készült, a szerelés annyira előrehaladt, hogy az eddigi primitív fotografiai sötétkamerát meg lehetett szüntetni. Az új laboratórium két helyiségből áll. A kisebbik, mely nagyításra és pozitív eljárásra szolgál, teljesen elkészült; a lemezfeldolgozásra szolgáló nagyobbik helyiségben egyedül a lemezmosó és a lemezszárító berendezés vár befejezésre, de az év végével ezek is csaknem egészen elkészültek.

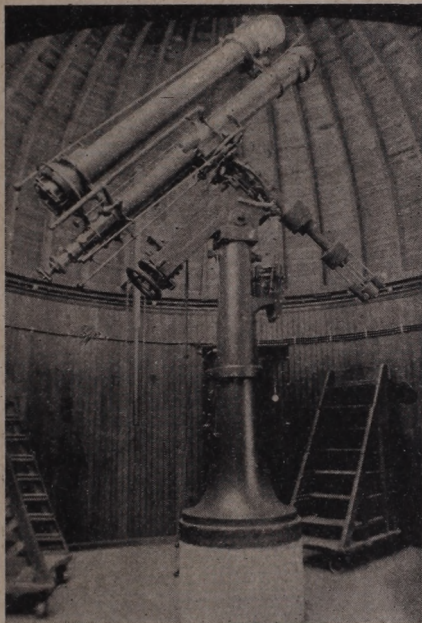
A 60 cm-es reflektor tükrét kétszer ezüstöztük s ezt a munkát az idén is HAEFFNER TIVADAR önkéntes munkatársunk végezte nagy szakértelemmel.

Minden törekvés ellenére a főépület pincéjében elhelyezett óraterem nedvességének kielégítő leszorítását nem sikerült elérni. Bár a terem légnedvessége általában valamivel kisebb a külső légnedvességnél, ezt csak az órateremben elhelyezett mészfolytonos felfrissítésével érhető el. Gyökeres javulásra nincs is sok kilátás, mert a nedvesség a legnagyobb valószínűség szerint a rosszul szigetelt padlón keresztül felhúzódnó talajnedvességtől ered. Az óraterem légnedvessége átlagban 80%.

#### MEGFIGYELÉSEK; TUDOMÁNYOS MUNKÁK.

**Időjárásslugálat.** Intézetünk az ország egyik meteorológiai főállomása. A meteorológiai szolgálólatot az altisztek látják el. Ők végzik az előírt időkbén a meteorológiai műszerek leolvasását és a különböző regisztráló készülékek szalagjainak a váltását. Érdekesebb meteorológiai adatok az 1940. évből: legalacsonyabb hőmérséklet  $-18.4$  (január 21-én), legmagasabb hőmérséklet  $+28.1$  (július 8-án), évi középhőmérséklet  $+6.7$ . Csapadék 176 napon volt és az évi csapadék összege 858 mm. Napfénytartam 1904 óra.

A derült éjjelek számát az észlelők jegyzik. Azoknak az éjszakáknak a száma, melyeken legalább 1 óra hosszát lehetett észlelni, az 1940. évben 202 volt (az eddigi tizennégy évi átlag 184). Azoknak az éjjeleknek a száma, melyeken 3 óránál több ideig lehetett észlelni,

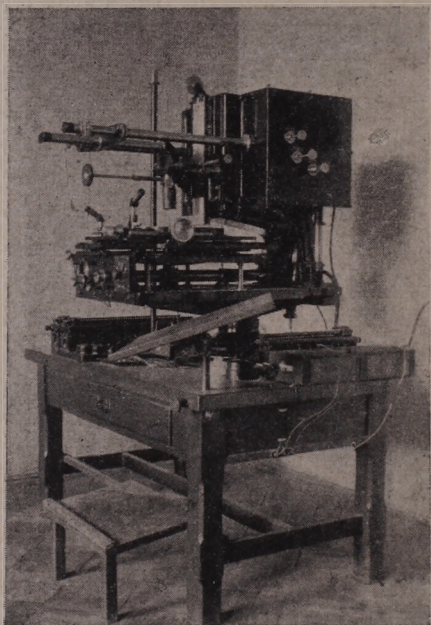


A 19 cm-es Cook-refraktor a rászzerelt 16 cm-es asztrógráffal.

vagyis az általunk derülteknek vett éjjeleknek a száma 161 volt (35-tel több a tizennégy évi átlagnál).

**Időszolgálat.** Az órateremben lévő főórák járásának a megállapítását nemzetközi rádiójelek felvételével, továbbá a megfigyelőhelyeken felállított szinkronizált órák ellenőrzését ABAHÁZI, részben STROMMER és KOLBENHEYER végezte.

ABAHÁZI befejezte előző évi fotografikus felvételeinek a feldolgozását, melyeket az időmeghatározás pontosságának a fokozását célzó saját módszere szerint a pasage-műszerrel készített. Ezenkívül újfajta vizuális időmeghatározási módszert is dolgozott ki s ezzel számos megfigyelést végzett.



A Rosenberg-féle fotocellás mikrofotométer.

**Műszervizsgálat.** LASSOVSZKY még régebben beható vizsgálatot végzett a 16 cm-es asztrográf és a 7 cm-es Zeiss-Petzval kamara látmezőhibájának a megállapítására. Erre vonatkozó észleléseinek az eredményét most közzétette (Csillagászati Lapok, 3. évf. 102. l.).

**Csillagfödések.** A Budapesten megfigyelhető csillagfödéseket a londoni Nautical Almanac Office a múlt évekhez hasonlóan 1940-re is előre kiszámította és megküldötte a svábhegyi csillagdának. A 20 cm-es Heyde-refraktorról összesen 12 csillagfödés észlelése történt, a

60 cm-es reflektorról meg ABAHÁZI 4 födést figyelt meg. ABAHÁZI az előző évben és még régebben az intézetben megfigyelt, de eddig még közzé nem tett észleléseket feldolgozta és közzétette (Beob.-Zirkular der A. N. 22., 43.).

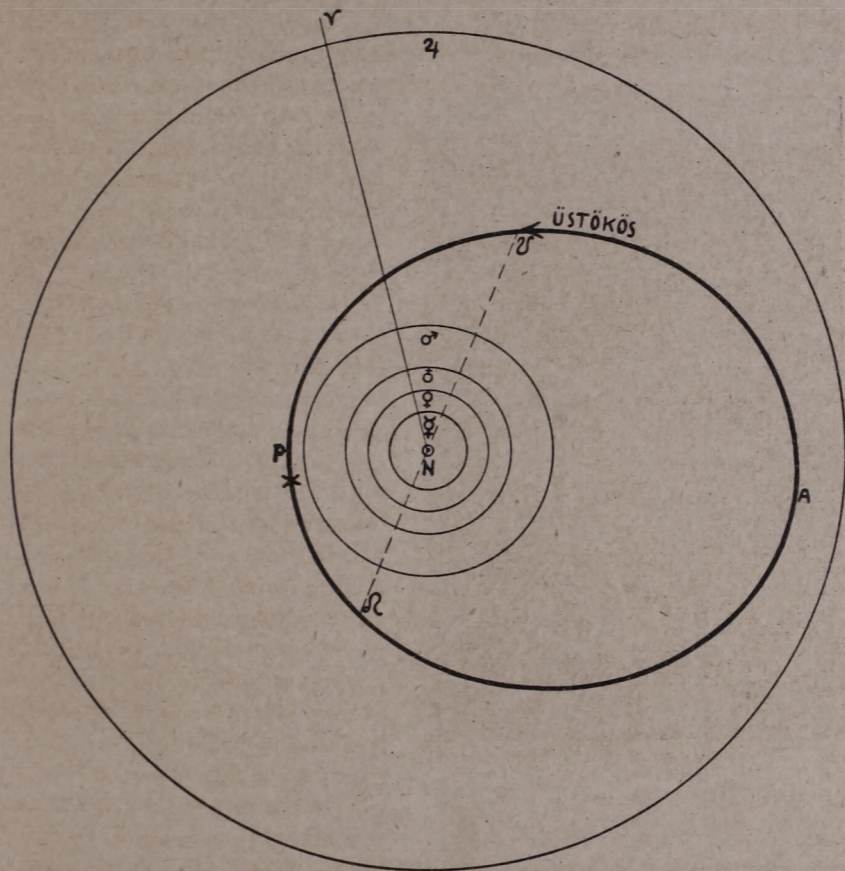
**Északi fény.** A március 24-i intenzív északi fényről, mely a Svábhegyen öt órán keresztül volt megfigyelhető, KULIN rövid közleményt tett közzé a Zeitschrift für Geophysik (16, 198) folyóiratban.

**Kisbolygók. Új felfedezések.** A 60 cm-es reflektorról végzett észlelések során az év folyamán KULIN 17, STROMMER 3 új kisbolygót fedezett fel. Ezek közül egy, mint amely a meghatározott pálya alapján már biztosítottnak tekinthető, a berlin-dahlemi Copernicus Intézetben



végleges sorszámot kapott s ezzel a KULIN által felfedezett s véglegesen besorozott kisbolygók száma kilencre emelkedett.

*Pozíciómeghatározások.* Kisbolygókról GUMAN 19, KOLBENHEYER 8, KULIN 266, STROMMER 26 felvételt készített a 60 cm-es reflektorral.



A Kulin-üstökös pályája és mérete.  $\varphi$ ,  $\varphi$ ,  $\delta$ ,  $\sigma$  és  $\Upsilon$  rendre a Merkúr, a Venus a Föld, a Mars és a Jupiter pályáját jelöli.

A lemezek kiméréséből kapott közelítő és pontos pozíciók a Copernicus Intézet cirkulárjaiban jelentek meg.

*Pályaszámítások.* KULIN 9 kisbolygó részére végzett pályameghatározást és az előző években általa felfedezett 3 bolygó (Corvina, Konkolya és az 1436. sz. kisbolygó) részére pályajavítást. Ennek alapján ez utóbbiakat sikerült is újra megtalálni. Az általa felfedezett kisbolygók közül 20 részére efemerist készített s ezek közül a véglegesen

sorszámozott 9 bolygó részére számított efemeriszek megjelentek a Copernicus Intézet által kiadott «Kleine Planeten» 1941. évfolyamában.

**Üstökösök.** Az 1940a Kulin-üstökös. Január 6-án KULIN a 60 cm-es reflektorral készített egyik felvételén diffúzképű mozgó objektumot fedezett fel, melyről a végzett pályaszámítások alapján kiderült, hogy egy új rövidperiódusú üstökössel azonos. Ez az első magyar fel-



A Cunningham-üstökös 1940 dec. 20-án.  
(KULIN felvétele a 60 cm-es reflektorral.)

fedezésű üstökös! A rossz időjárás miatt az objektumról — mely az 1940a Kulin-üstökös nevet kapta — mindössze négy éjjelen sikerült összesen 7 felvételt készíteni. Az üstökös keringésideje  $5\frac{1}{2}$  év és 1940 jan. 12-én volt perihéliumban. De ekkor is a Mars-pályán túl tartózkodott s látszó fényessége mindössze  $16^m$  volt, ami, hozzávéve a Hold akkori zavaró erős fényét, kedvezőtlenül befolyásolta megfigyelését.

Az 1940e Cunningham-üstökös. KULIN erről az üstökösről a 60 cm-es reflektorral összesen 22 felvételt készített részint pozíciómeghatározás, részint a csóva tanulmányozása céljából. Számításokat is végzett az üstökös pályájára s ezek eredményét közzétette.

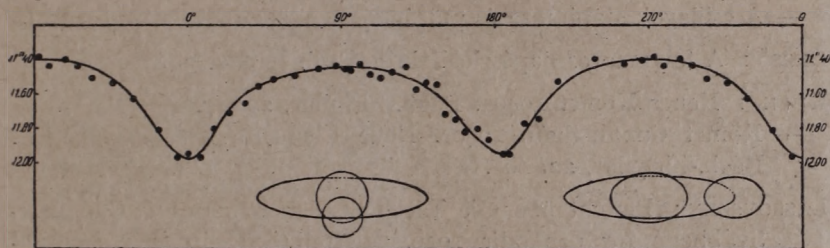
**Meteorok.** Az Országos Meteorológiai Intézet felajánlotta és rendelkezésünkre bocsátotta azt a megfigyelési anyagot, mely hazánkban az utóbbi években megfigyelt meteorokról magánészlelőktől az ország minden részéből a Meteorológiai Intézetbe befutott. Az anyag feldolgozása, melynek munkáját STROMMER végzi, rövidesen befejezést nyer.

Az év folyamán, 1940 július 26-án is volt látható Magyarországon egy fényes meteor s erről összesen 136 jelentés érkezett be a csillagvizsgáló Intézetbe (1. Csillagászati Lapok, 3. évf., 113. l.).

**Fotometriai kettőscsillagok.** DETRE a WZ Cephei fotometriai kettőscsillagról a 16 cm-es asztrográffal az év folyamán BALÁZS-zsal közösen 36 felvételt készített s ezeket a csillagról az előző években végzett észlelésekkel együtt, valamint az ezekből kapott fénygörbét

és a pályaelemeket az intézet kiadványai sorában (Mitteilungen, Nr. 10.) közzétette. Ugyancsak kiszámította a WY Tauri fotometriai kettőscsillag pályaelemeit is, melyről az 1936—39. években ugyancsak a 16 cm-es asztrográffal BALÁZS-sal együtt összesen 411 felvételt készített. E megfigyelések és feldolgozásuk szintén az intézet kiadványai-ban (Mitteilungen, Nr. 11.) jelentek meg. CSADA a 20 cm-es Heyde-refraktorra szerelt ékfotométerrel a V<sub>388</sub> Cygni fotometriai kettőscsillagot észlelte s arról 150 fényességértéket nyert.

**Változócsillagok. Rövidperiódusú  $\delta$  Cephei-csillagok.** E változó k periódus- és fénygörbeváltozásának a tanulmányozására az intézetben folyamatban lévő munkák során a 16 cm-es asztrográffal az RW Cnc, XZ Dra, RR Gem, RR Leo, ST CVn és XZ Cyg csillagokról BALÁZS (805), DETRE (220) és vezetésük alatt HAEFFNER J. (43) összesen



A WZ Cephei kettőscsillag fénygörbéje és a nagyságviszonyok a rendszerben.  
(DETRE számításai alapján.)

1068 felvételt készített. Egyidejűleg a felvételek kimérése is kielégítően haladt előre. BALÁZS az elektromikrofotométeren kb. 25.000 mérést végzett. Az XZ Dra csillagnál a fénygörbeváltozásokra sikerült egy másodlagos 70 napos periódust megállapítani. DETRE megkezdte a  $\beta$  Canis Maioris-típusú csillagok feldolgozását, melyekről tanulmányai során megállapította, hogy azonosak a változó fénygörbéjű RR Lyrae-csillagokkal.

**Hosszúperiódusú változócsillagok** periódusának ellenőrzésére TOLMÁR 16 felvételt készített a 7 cm-es Zeiss-Petzval-kamarával.

**Csillaghalmazok.** A 60 cm-es reflektorral az M56 gömbcsillaghalmazról DETRE és KULIN által készített felvételeket KULIN a blinkkomparátorral átvizsgálta s ennek során a halmaz környékén 3 új változócsillagot talált s több gyanúsát, melyek változó voltak a megerősítésére még további feltételek szükségesek.

DETRE hozzáfogott azoknak az M67 csillaghalmazról készült felvételeknek a feldolgozásához, melyeket a göttingeni csillagda még az elhunyt MÓRA KÁROLY-nak engedett át fotometriai kimérés végett.

IRODALMI MUNKÁSSÁG.

- ABAHÁZI: Reduktion von Sternbedeckungen beobachtet an der Sternwarte Budapest-Svábhegy. Beob.-Zirkular der AN. 22. 43.  
— A katódsugárosszillográf és az elektronsokszorozó cső alkalmazása a csillagászati méréseknél.
- BALÁZS és DETRE: Das photometrische Doppelsternsystem WY Tauri. Budapest-Svábhegy Mitt., Nr. 11.
- DETRE: Das System WZ Cephei. Budapest-Svábhegy Mitt., Nr. 10.  
— Üzenetek a világűröböl. Kozmikus hatások a Földön. 2. kiadás 276. old. Kir. M. Egyetemi Nyomda.  
— Az 1939/40. év csillagászati eseményei. Term. Tud. Társulat 1941. évi almanachja.  
— A csillagok stabilitása és pulzációja. Csill. Lapok. 3. 129.
- DEZSŐ: A folyamatos napészlelésekről. Csill. Lapok. 3. 81.
- KULIN: Neuer Komet 1940a. Beob.-Zirkular, 22. 17.  
— Komet Cunningham 1940e. Neue Elemente und Ephemeride. Beob.-Zirkular, 22. 101.
- LASSOVSZKY: Bericht über die Tätigkeit der Sternwarte Budapest-Svábhegy für das Jahr 1939. Vierteljahrschrift der Astronomischen Gesellschaft, 75. 92. (Magyarul: Csill. Lapok. 3. 1.)  
— Csillagászati távcsövek látmezejének vizsgálata. Csill. Lapok. 3. 102.
- TOLMÁR: Über die Periode von RS Cassiopeiae. AN. 270. 145.  
— Über die Periode von SW Cassiopeiae. AN. 270. 296.  
— Über die Periode von UU Cassiopeiae. AN. 271. 22.

Az intézet tagjai és munkatársai részéről ezenkívül még számos észlelési adat, apró közlemény és kisebb cikk jelent meg a Beobachtungs-Zirkularban, a Csillagászati Lapokban, a Természettudományi Közlönyben és egyéb folyóiratban.

EGYEBEK.

Budapest Székesfőváros 10.000 pengőt adományozott a csillagda felszerelésének a kiegészítésére. Az intézet rendkívül nagy hála van lékötelezve régi nagy mecénásának e hãthatos támogatásért. Az adományt egy fotocellás regisztráló mikrofotométer beszerzésére hasznãltuk fel, melyet a Zeiss-gyãrnál rendeltünk meg. A mőszer már el is készült, sőt a gyãr a feladását is jelezte, de az év végéig még nem érkezett meg.

Az intézet könyvtára az év folyamán vétel útján 53 kötettel, ajándékozás és csere útján 163 kötettel szaporodott. Külön meg kell emlékeznem HATVANI EDE kecskeméti kegyesrendi tanár nemeslelkű ajándékaról, ki igen értékes csillagászati, matematikai és fizikai könyvekkel gyarapította könyvtárunkat. Az intézet 30 folyóiratot járattott a múlt évben és 21 folyóiratot kapott ingyen, illetve csere gyanánt. A könyvtárt DETRE és DEZSŐ kezelte.

A vendégkönyv szerint az év folyamán 2823 látogató fordult meg az intézetben.

Lassovszky Károly

## MEGEMLÉKEZÉS KONKOLY THEGE MIKLÓSRÓL

*Halála 25 éves fordulóján.*

Farkasordító, kegyetlen fagyos téli éjszakák köszöntöttek a kis Alföldre 1914 januárjában. A csonthóra fagyott dérvirágok fagyasztó csillogással verték vissza a Hold hideg, kékes fényét.

Bundába burkolózva mégis ott dolgozik a spektroszkóppal felszerelt nagy távcső mellett az «öreg úr» Konkoly Thege Miklós, a magyar csillagásztan atyamestere, minden korok egyik legzseniálisabb csillagfizikusa, éjszakáról-éjszakára. A Hold-albedó színeképfelvételeit végezte, hogy megismerje: milyen kristályos kőzetekből épült fel Földünknek ez a kísérője. De alig piheni ki az éjszakai fáradalmakat, laboratóriumában folytatja a kutatást: dr. Terkán Lajossal méri a különböző kőzetek visszavert fényének a színeképét. Méri és összehasonlítja a Hold-színekép megfigyelésekkel, mert a két színekép egyezősége adja a Hold, illetve a Föld életkorát. Ezek a kísérletek megadják Wegener elméletének igazolását. Vizsgálatainak eredményéről egyik legutolsó értekezésében beszámolt a M. Tud. Akadémiának.

Konkoly itt fáradott és dolgozott ógyallai otthonában, míg a halál félbeszakította váratlan hirtelenséggel munkáját. Wegener pedig hősi halált halt Grönland jeges mezőin, ahol a csonthóra fagyott dérvirágok fagyasztó csillogással verik vissza a Hold hideg, kékes fényét.

\* \* \*

«A természettudományokban az egész munkaprogramm nem más — br. Eötvös Loránt megállapítása szerint — mint műszerek megépítése a megfigyelésekre és kísérletekre és a műszer mutatójának exakt pontossággal való leolvasása.» A kísérlet nem más, mint egy tünemény lefolyását meghatározott feltételek mellett megismételni.

Felfedezni legtöbbször annyit jelent, mint egy pontosan megfigyelt tünetemény lefolyását törvénybe foglalni, szélesebb keretbe illeszteni és végül osztályozni. De minden megoldott, leírt tünetemény új kérdések végtelen sorát adhatja s a mai megoldások a holnapok csiráit hordják méhükben. A természettudomány kész sohasem lesz, mert a teremtett világ, a bájos «Kozmos» gazdagsága végtelen.

Három kérdésre felel a tudomány: mi van és mi történik, miképpen van és miképpen történik, miért van így és miért történik? Az első kérdéspárra megfelelnek a leíró tudományok, a harmadik kérdés az oknyomozó és magyarázó tudomány. A két első kérdésre a megfigyelés felel, ami nem egyéb, mint módszeres szemlélet, a harmadik kérdésre csak a kísérleti összefüggések egész komplexumának kibogozása adja a feleletet. Így a tudomány az elégséges ok elvének világmagyarázatát tételezi fel. A tudomány feladata az összefüggések felismerése és nem törvények előírása. Az összefüggések már akkor is megvoltak, amikor még azokat észre sem vettük.

Ily megállapításokkal nézzük a csillagászati tudomány érdekében, mit tett Konkoly Thege Miklós?

\* \* \*

A mult század ötvenes éveinek a végén a Kirchhoff nevéhez fűződő színképelemzési vizsgálatok egy addig soha nem remélt kutatási lehetőség világát nyitották meg a Világegyetem anyagi felépítésének megismerésére. A Világegyetem csillagokká sűrűsödött anyagáról — akár saját, akár visszavert fény — a fényugár hoz nekünk hírt. Kirchhoff felléptéig a fénynek csak az *irányát* tudtuk észlelni s az irányváltozás adott módot az égi mechanika megismerésére. Az egész csillagászat mértani feladványok megoldása volt. Verseny és haladás csak arra irányult, hogy az időt hány ezred másodpercnyi, a csillag helyét pedig hány ezred ívmásodpercnyi pontossággal tudjuk meghatározni s így valamely csillagászati tünetemény bekövetkezését milyen pontosan tudjuk előre megjósolni.

A színképelemzés Kirchhoff-féle alaptörvénye a fény-hullámhosszból, vagyis a fény színéből megállapítja az anyagot, a hullám kilengéséből az intenzitást és ezzel kitarul előttünk a Világmindenség fizikai, vegyülettani megismerésének a lehetősége.

Ideges izgatottsággal, éjt nappallá téve dolgoznak a laboratóriumokban s építik a modern fizikának és vegyülettannak alappilléreit.

Berlin egyik központja ennek a munkának és Berlin laboratóriumában — miután a pesti egyetemen Jedlik Ányos professzor mellett tanult — dolgozik egy 19 éves magyar ifjú Encke, Dove, Rose és Magnus vezetése alatt, mert lelke, hajlama vágyik a megismerés

után, különösebben a kísérleti természettudományok felé, hogy majdan tudását a csillagászati kutatások terén érvényesíthesse.

Ez a magyar ifjú Konkoly Thege Miklós volt.

1862-ben megszerzi a doktori diplomát Berlinben, majd Heidelbergben, Göttingában, Londonban, Greenwichen, Yorkban, Bruxellesben s Párisban dolgozik csillagdákon, fizikai, vegytani laboratóriumokban és műszerész műhelyekben.

Hazajöve nem indulhat neki tanulmányai gyümölcsötzetésének (legfőképpen családi okokból), mivel a pesti egyetemen jogot is hallgatott, vármegyei szolgálatra megy, de ez sehogyan sem tetszett neki és inkább megszerezte a hajóskapitányi és hajóépítészeti oklevelet. Mint hajóskapitány térképezi az akkor még nem szabályozott «Vaskapút», hogy pontos képet adjon a hajósoknak az ottani mederviszonyokról. Már külföldi útjain nagy érdeklődéssel tanulmányozta a hajózási és vasúti viszonyokat és berendezéseket. (Mint kis gimnazista gőzgépeket «barkácsolt» össze.)

1870-ben nyugateurópai útján azonban már a csillagászati obszervatóriumok műszereit tanulmányozza, hogy az építendő csillagdája számára kikeresse a legmegfelelőbb típusú műszert, amely csillagfizikai kutatásokra a legalkalmasabb. Tükör-teleszkópot rendel, mert ezt találja legmegfelelőbbnek akkor, amikor nemzetek versenyeznek azon, hogy melyik tud a tudomány szolgálatába nagyobb teljesítményű lencsés távcsövet építeni. 1871 nyarán — mert nincsen itthon munkaakarájának megfelelő egyetemi vagy állami intézmény — hiszen a gellérthegyi csillagdát 22 évvel előbb osztrák ágyúgolyók szétrombolták — saját költségén, önmaga erején csillagászati obszervatóriumot épít. Az ősi, családi kastély északi tetőzetére, a gótikus cirádák fölé csillagázkupola épül. Milyen jó, hogy a sors kegyeltje volt, felfelé törekvő lelkét nem verte bilincsbe, nem lökte porba a szűkös anyagi gond zsibbasztó, lelketölő érzése!

«Midőn obszervatóriumomat felépítettem — írja első jelentésében, amit a M. Tud. Akadémiának 1874 március 16-án benyújtott — nem volt szándékom benne rendes észleléseket tenni: céлом főképp az vala, hogy miután a csillagászat iránt különös vonzalmat éreztem, az e téren tett felfedezéseket figyelemmel kísérve, azokat magam is óhajtottam látni s egyszersmind gyönyörködni az Univerzum nagyszerűségében szép estvéken. Csakhamar belátva azonban, hogy ezen újból épült kis csillagdának más célja is lehet, mint éppen saját szenvedélyem kielégítése: hozzáfogtam a rendes észlelésekhez s eddigelé a fősúlyt a napfoltok és hullócsillagok észlelésére fordítottam; ám-bár naplóm nehány spektroszkopikus — úgy planéta — észleléssel is bír.»

A «saját szenvedély» oly munkatetté fokozódott, hogy nyugodtan

írhatta később: «sokszor tettem éjjeleimet nappallá, hogy csekély tudásommal és tapasztalataimmal a tudományt szolgálhassam».

*Konkoly a csillagászat fanatikusa volt, de nem fantasztája*, pedig kora csillagászai között nem egy akadt, aki nem tudott uralkodni képzelőerején s a tudományos munkát megkívánó, tárgyilagos bíráló köntösét lefoszlani hagyta. Csillagdáján szembeszökő helyen ott volt Newton képe, melyen ott a nagy fizikus jelszava: «Hypotheses non fingo».

Ha végigtekintjük Konkoly Thege Miklós életét, mint csillagászt, amelyet legjobban megtalálunk és megismerhetünk a nagy kézikönyveiben, a csillagda évkönyveiben, hatalmas számú értekezésében: igen könnyen megállapíthatjuk, hogy hihetetlen munkabírással, lelki üdeséggel és nem lankadó szorgalommal minden iránt érdeklődött, ami korában a csillagdákon munkaterv, munkaeredmény volt. Ezt az érdeklődést nemcsak azzal elégítette ki, hogy a folyóiratok tömegeit olvasta át, hanem csaknem minden évben felkereste a külföldi csillagdákat, laboratóriumokat, mechanikai műhelyeket; kora tudósaival nemcsak baráti, hanem *munkatársi* kapcsolatban volt s nyugodtan merem állítani, amit különben egyik nagy kézikönyvének bírálója bírálatában megállapított: nem akadt kortársai közül egy sem, aki az európai csillagdák műszereit kritikai szempontból (amely kritika személyes tapasztalatokon nyugodott) oly jól ismerte volna, mint ő. Csillagdája számára készült műszereket más csillagdák műszerein tett tapasztalatok alapján — természetesen hozzáadva a maga zseniális szerkesztői adottságát — építette meg. 1883-ban megjelent «Praktische Anleitung zur Anstellung astronomischer Beobachtungen mit besonderer Rücksicht auf die Astrophysik» (912 o. 345 képpel) kézikönyve Mayer jénai egyetemi tanár s a Zeiss-gyár csillagászati osztályának vezetője 1927-ben tett szóbeli közlése szerint ma is ott van a gyár mérnökeinek asztalán s ha valami nehéz kérdés áll elő valamely csillagászati műszer megszerkesztésénél, a Konkoly könyve ad tanácsot. Pedig az azóta eltelt félévszázad alatt ugyancsak fejlődött a műszertechnika! De nemcsak megszerkeszteni, papiroson megrajzolni tudta műszereit, hanem saját mechanikai műhelyében megépítette azokat, könnyű és biztos kézzel dolgozott az esztergapadon. Mikor 1883-ban meg akarja építeni csillagdája számára a nagy 252 mm-es refraktort, nem talált olyan mechanikai műhelyt, amelyik azonnal munkába vette volna a távcső munkálatait, elkészíti rajzban a terveket és saját maga, rövid néhány hónap alatt elkészíti úgy a távcsövet, hogy mintául szolgált a potsdami nagy duplex-refraktornak. A nagy külföldi műszergyárak kérik el rajzait és számtalan esetben kérik ki az új műszerépítéseknel tanácsait és útbaigazításait. Abbé meghívja a Zeiss-gyár csillagászati osztálya vezetőjének, amely egyetemi tanszékkal jár



együtt. De ő itthon marad az ő kedves, szívéhez nőtt «magán-észleldéjében».

A természetvizsgáló munkája valóban ott kezdődik, amikor munkaprogramjához meg kell szerkesztenie a legmegfelelőbb műszereket. Konkoly ebben a tekintetben gyakorlati lángész volt, vizsgálataiban nem kötötte mások szerkesztette műszer; a kézhez vett műszer csakhamar új, alkalmasabb, jobb: «System Konkoly» alakban tett jeles szolgálatot, nemcsak a távcsövek, hanem a legkisebb mellék-eszköz is. De semmit nem «védjegyeztetett». A tudás közkincs s annál több haszna van, minél többnek válik kincsévé. «Elsőség» megállapítást sem követelt soha, nem ilyenekben kereste az elismertetést.

Csillagdája hamarosan lekerült a kastély tetejéről, mert szüknek bizonyult, a családi nagy park közepén megépül a nagy csillagda három kupolával, vegytani és fizikai laboratóriumokkal, könyvtárhelyiséggel és fekete szobákkal. A központi épület körül pedig kisebb-nagyobb különálló kupolák, mágneses pavillon és a meteorológiai műszerek házikói. A kozmikus fizika otthona munkásokkal népesül be, akik közül nem egy egyetemi tanszéken folytatta tudományt építő munkáját.

A megépült csillagda alap-munkaprogramja évtizedeken át nem változott. 1872-től 1919 tavaszáig minden napsütötte napon pontos napfoltmegfigyelés történt, eleinte a napfoltok megrajzolásával, helyüknek meghatározásával és a Wolf-féle relatív számoknak bejegyzésével, később fényképezéssel s azok mikrometrikus kimérésével, de a relatív számok kiértékelésével. (Ezeknek a feljegyzéseknek összefoglaló jelentése még kiadásra vár; az 1919. évi cseh megszállás miatt maradt el.) Az első két évtizedben rendszeresen, később sporadikusan történtek protuberancia-megfigyelések is. Egy rövid ideig tartó napfolt a Merkuron-belüli Vulkán-bolygó elképzeléséhez vezetett. Konkoly megfigyelései alapján hamarosan kimutatta, hogy a Vulkán feltevése tévesen magyarázott megfigyelésen alapszik. Ma tudjuk, hogy néhány percig tartó kitörések nem is olyan ritka tűnemények a Nap felületén s a mágneses önjelzőkészülékek apró zavarai adnak róluk lejegyzett hírt.

Több-kevesebb megszakítással a hullócsillagrajok megfigyelése a radiánsok kiszámítására adott megbízható anyagot, egy jó ideig a Természettudományi Társulat egész Magyarországra kiterjedő megfigyelő hálózatának központja és feldolgozó állomása volt Ógyalla s a korrespondeáló hullócsillagészlelésekből kapott radiánsok megadták a meteorrajok központjának égi koordinátáit. Az észlelések meteoroszoppal, több ízben térképrajzolással történtek.

A bolygók felületének topografiája bizonyos adatokat adnak azok fizikai világára. Sok éven át végzett bolygómegfigyelés a Jupiter, Mars, Saturnus és Vénus légkörének változására adnak adatokat.

Konkoly jó műszerei nem vezették félre őt s mikor egyes csillagdákön nagy buzgósággal rajzolták a Mars-csatornákat, belőlük a legképtelebb következtetéseket vonták le: Konkoly egy rövid, de igen találó megjegyzéssel intézte el az egész Mars-csatorna és Mars-lakó problémát: «Lehet ugyan Angliában hasonló Mars-térképet rajzolni, de nem a Merz mesteri keze által készült greenwichi refraktoron». (1877.) Az 1923. évi Mars-megfigyelések Konkolynak adtak igazat. Konkoly észlelt elsőnek a Vénus felületén foltokat, amely a Vénus légkörében lejátszódó változásokra enged következtetni.

Az itt felsorakozott észlelésekhez más asztronómiai megfigyelések is járultak: asteroidák, csillagpozíciók, csillagfedések, nap- és holdfogyatkozások, bolygóátvonulások és a rendszeres időmegtartározások mind hozzátartoztak a csillagda munkájához, hogy a helymeghatározásokat, meridiánkörön való munkákat ne is említsem.

Az asztronómiai megfigyelések mellett sokkal jelentősebbek az asztrofizikai munkák. A legelső műszerek között ott vannak a spektroskópok; a csillagda fennállásának második évtizedében talán csak a potsdami csillagda volt oly jelesen felszerelve ezekkel a műszerekkel, mint az ógyallai. Konkoly a legnagyobb érdeklődéssel vetette bele magát az üstökösök fizikai és vegyülettani vizsgálásába. 1874-től 1911-ig eltelt időben ő vizsgálta meg spektroskoppal a legtöbb üstökösöt, de jól berendezett laboratóriumában Geissler-csővekbe, különböző ritkítások mellett, egy egész sorát színeképelemzi a  $C_nH_n$  vegyületeknek, amelyeknek vonalas színeképe megegyezik az üstökösök színeképevel. De analizálja a színeképeket fényerő szerint is spektrálfotométerrel. 1911-ben számol be utoljára a M. T. Akadémián ezekről a vizsgálatairól s az üstökösök normál színeképét a következő vonalakban adja:

I.	=	560.14	mmikron
Ia.	=	545.39	« «
II.	=	516.02	« «
III.	=	472.07	« «

Nem kisebb jelentőségű az, hogy már 1876-ban megkezdte az állócsillagok színekép-katalógusának összeállítását, 160 állócsillag megfigyeléséről számol be. Az állócsillagok megfigyelése spektroskoppal állandó munkaprogramm s 1884-ben dr. Kövesligethy munkáját terjeszti az Akadémia elé: 615 állócsillag spektruma, majd 616 állócsillag spektruma s végül 911 állócsillag spektroszkopiai megfigyelését. Ezek a megfigyelések társulva a potsdami és vatikáni megfigyelésekkel adták az alapot a csillagok színekép szerinti osztályozására. 1883-ban jelenti: «1883 október 31-én a déli égen, egy a spektrumban 3 fényes vonallal bíró csillagot fedeztem fel, melynek valóságát november 10-én constatáltuk Gotthard Jenő barátommal. Ezen csillag az  $\eta$  Ceti,

melyben három fényes sáv látható s az ilyen karakterű csillagok közül ez a nyolcadik, mely idáig ismeretes. A sávok helye  $656\cdot4$ ,  $587\cdot7$  és  $487\cdot1$  m. mikron». Konkoly hullócsillag- és villámszínkép-megfigyelései nagy feltűnést keltő tudományos teljesítmények voltak.

De közben megindulnak, ha nem is rendszeresen, a fényerősség-mérések is a Zöllner-fotométerrel. A fotometriai megfigyelések — úgy vizuálisan, mint fotografikus úton — a 90-es évek második felében a rendszeres, termékeny munka folyamán a nagy csillagfény-katalógushoz vezetnek, mely 1916-ban kerül ki a nyomdából, két kötetben. A fotometriai megfigyelések első látható eredménye br. Harkányi Béla nevéhez fűződik, aki a csillagfényből meghatározza a csillaghőmérsékletét s módszere világhírnevet szerzett neki. De egyúttal módot adott a fény változócsillagok, a novák megismerésére.

1899-ben Konkoly a csillagdáját alapítványként a Magyar Államnak adományozta. Már előzőleg két ízben is felajánlotta. Először, mikor a Múzeum-körúton épült a műegyetem, másodsor a tervezett pozsonyi egyetemnek, de az ajándékozási ajánlatot «bürokratikus nehézségek miatt» nem fogadták el. (A pozsonyi egyetem akkor nem létesült még meg.) Az alapítás három feltételhez volt kötve: Konkoly, amíg él, a csillagda igazgatója, minden ellenszolgáltatás nélkül; a kultusz-tárca költségvetésében biztosítják a csillagda fenntartását és továbbfejlesztését, szakemberek alkalmazását; Konkoly életében a csillagda Ógyallán marad. Az Állam mindegyik feltételt elfogadta s a csillagda vállalt munkaprogramjának megfelelően jelesen felszerelte azt, csillagászokat nevezett ki, könyvtár- és irodahelyiséget építtetett s úgy a műszeres felszerelésre, mint a könyvtárfejlesztésre megfelelő évi költségvetést állított be.

Konkoly 1911-ben a Meteorológiai és Földmágnességi Intézet igazgatói állásából nyugdíjba ment s ismét teljes munkarejét a csillagászatnak szentelte. Műszereket tervez és épít a taskendi napfogyatkozást megfigyelni akaró expedíció számára. (Tass Antalnak kellett volna ezen résztvennie, de a világháború kitörése megakadályozta.) Az összes távcsövek szemlencsáját egységes foglalatba teszi, mellyel az átváltást könnyíti meg. A spektroskopokat átépíti, tökéletesíti a Schwarzschild-kamrát, színképelemzéseket végez különböző csillagokon s neki fog a Hold-albedó spektrummegfigyeléseinek, elkészíti a kőzetek albedóspektrumához szükséges megvilágító készülék terveit és megépítését vezeti, a megfigyelésekben segít Terkánknak; ezekről a vizsgálatokról jelentést tesz az Akadémián, kézirati jegyzetei a fotometrikus katalógus előszavához és összefoglaló jelentése erről a nagy munkáról azonban befejezetlenül és kidolgozatlanul ott marad az íróasztalán. Hirtelen halállal, 74 éves korában, most 25 éve elszállt alkotó lelke.

Igy végig pillantva e szűkre szabott megemlékezés keretében csillagászati munkásságán, nem említve meg azt, hogy a csillagdája fejlesztése mennyi tanulmányt, utánajárást, gyakorlati körütekintést követelt, nem említve azt, hogy a csillagászati fényképezés fejlesztése körül mit tett — hiszen ő már akkor fényképezett csillagokat, amikor még száraz lemez sem volt s maga készítette emulzióval rétegezett üveglemezeket használt; hogy ő rendezte be a kalocsai Haynald-obszervatóriumot, br. Rothschild bécsi csillagdáját; az ő munkásságát látva Gotthard Herényben, Haynald bíboros Kalocsán, br. Podmaniczky Kiskartalon, Posztoczyk Erdő-Tagyoson épít csillagdát s jeles műszerével Komáromi Kacz Endre festőművész készíti a ragyogóan szép bolygóképeit s fedezi fel az 1918 júniusi novát.

Mint észlelő, sohasem hagyta el a megfigyelések szilárd talaját, soha nem írt le egy állítást sem, ami nem felelt meg az észlelt valóságnak, munkatársainak mindig kész segítőtársa volt s alkalmat adott, hogy munkáik eredményeit a tudományos fórumok előtt megismerhessék.

Maga könnyen és gyorsan dolgozott, de a nehézségektől sem riadt vissza. Írásaiban egyszerűen, könnyen fogalmazott, de stílusán meglátszik, hogy sok dolgozatát előbb német nyelven írta meg s egy-egy vaskos germánizmus úgy elcsúszik nála, mint Jókainál. Műszerek leírásai azonban olyan plasztikusak, hogy rajz, ábra nélkül is maga előtt látja az ember. Csak tisztán csillagászati dolgozatai 3763 nyomtatott oldalt tesznek ki s ennek fele folio-formátumú. Kísérletező és megfigyelő természetvizsgáló volt, elméleti megfontolásokkal nem bibelődött, szervezőképessége — megerősödve nagy tudásával és áttekintő szemléletével — a csillagda megalapításánál is nagyobb mérvben tűnik ki a magyar meteorológiai megfigyelőhálózat megszervezésénél s a földregézési obszervatóriumok felállításánál.

Nemcsak tudós, de pártfogó is volt. Darányi Ignác mondotta az ógyallai meteorológiai obszervatórium felavatási ünnepén: «*Konkoly* igen kiváló tanácsadóm és munkatársam s aki, valahányszor hiányzik a pénz valamely tudományos célra, mindjárt azt szokta mondani: akkor majd én viselem a költségeket».

A csillagda államosításáig a csillagdáján dolgozó tisztviselőket sajátjából fizette s nem panaszkodhattak, hogy szűken honorálja munkájukat. Tudományos nevet itt szereztek, hiszen mindegyikéről megemlékezik a tudománytörténet: Schrader, Kobold, Tettens, Lakits, Bártfay, Kövesligethy, Tass, Terkán, Bodócs, Hoffmann stb.

Konkoly Miklóst a M. T. Akadémia már 1876-ban levelező tagnak választotta s 1884-ben tiszteleti tag lett. A philadelphiai egyetem h. c. doktorának választotta, sok külföldi tudományos egyesület tiszteleti

s levelező tagja volt s koronás fők magas kitüntetéssel honorálták érdemeit.

De nemcsak Ógyallán volt csillagdája, hanem nagy-tagyosi birtokán is; ez az obszervatórium ajándékozás útján még életében Pannonhalmára került s ott most van újjászületőben.

Konkoly Miklós neve ma a csillagok között is fel van írva, mert egy kis bolygó (Kulin fedezte fel a svábhegyi csillagdán s Wodetzky professzor ajánlatára) *Konkolya* néven került be a csillag-katalógusba, de a család ősi otthona is, *Ógyalla*, szintén egy kis bolygó neve az égen.

E sorok szerény írója, mikor elsőben találkoztam Konkoly Miklóssal, nem a csillagászt ismertem meg, hanem a nagy muzsikust: zongoráján hatalmas erejű művészettel zendítette meg az «Istenek alkonyát»; halála előtt két nappal a késő éjjeli órán Chopin muzsikája dalolt ujjai nyomán. Másnap Pestre ment, hogy meghallgassa a Parsival «ájtatos játékot». Előadás után, alighogy otthonába visszatért, elszállt lelke, hogy a szférák zenéjében találja meg az örök harmóniát!

Vajjon annak a csillagnak, mely halála napján született meg valahol a világmindenségben, eljutott-e hozzánk a fénye? Vagy talán még mindig látjuk annak a kihúnyt csillagnak a fényét, mely halálakor hült ki!

Ógyalla, 1941 III. 12.

*Kenessey Kálmán*

## A GALAKTIKAI CSILLAGFELHŐK ÉS HALMAZOK EGYENSÚLYÁRÓL

### BEVEZETÉS.

A Galaktikához tartozó csillagrendszerek egyensúlyának rendszeres tanulmányozása, amely értekezésem tárgyát képezi, természeténél fogva szoros összefüggésben áll a Galaktika rendszerének tanulmányozásával. Ennek megfelelően értekezésem I. fejezete a Galaktika rotációjának Oort-féle elméletét tartalmazza röviden vázolván. A II. fejezetben a dinamikai és statisztikai egyensúly feltételével foglalkozom annak a körülménynek megfelelően, hogy a galaktikai csillagfelhőket dinamikai, a csillaghalmazokat pedig statisztikai egyensúlyban lévő rendszereknek kell tekintenünk. A III. fejezet a csillagfelhők és halmazok egyensúlyának Mineur-féle elméletét tartalmazza. Mineur elméletének igazolása vagy megdöntése csak az elméletnek az észlelés szolgáltatta adatokkal való összehasonlítása útján lehetséges. A IV. fejezetben először egyszerű módon kimutatom, hogy a statisztikai egyensúlyban lévő szimmetrikus

(Mineur esetében ellipszoidális) rendszerek tengelyeinek orientációja nem lehet más, mint az, amelyet Mineur hipotetikusan feltételez. Dinamikai egyensúly tárgyalásánál az eljárás szerfölött bonyolult, gyakorlatilag keresztülvihetetlen volta miatt csupán annak megállapítására szorítkoztam, hogy a Mineur-féle koordinátarendszer tengelyeinek iránykoszinuszai eleget tesznek egy (három egyenletből álló) egyenletrendszernek, amely minden szimmetrikus rendszer tengelyeire nézve szükségképpen fennáll. Ugyancsak a IV. fejezet egy lényegében egyszerű módszert tartalmaz a mozgásegyenletek összes kvadratikus integráljának meghatározására. Ez az eljárás nemcsak hogy lényegesen egyszerűbb Mineur bonyolult módszerénél, hanem egyszerűs mind sokkal általánosabb is. Sikerül ugyanis kimutatni, hogy a Mineur tárgyalt három első integrálon kívül bizonyos feltételek mellett még más független első integrálok is léteznek. Kimutattam még, hogy a csillagfelhő alakja független az első integrál tetszőleges függvényének megválasztásától és ettől független a felhő látszó alakja is. Gyakorlati szempontból elsősorban a látszó sűrűségeloszlás lesz alkalmas arra, hogy az elméletet igazolja vagy megdöntse. Ezért szükség van olyan módszerre, amely lehetővé teszi a látszó sűrűségeloszlás kiszámítását a Mineur tárgyalt esetben. A IV. fejezetben egy igen egyszerű módszerét adtam meg a számításnak. A koordináták és sebességkomponensek közt fennálló teljes dualitás folytán az utóbbi megfontolások érvényesek az egész rendszer csillagainak sebességeloszlására, ill. a sajátmozgások eloszlására is. Gyakorlati szempontból a sűrűségeloszlás tanulmányozása természetesen sokkal egyszerűbb és így lényegesen nagyobb jelentőséggel bír. Ha a Mineur-féle eloszlás az egész rendszerre nézve nem is bizonyulna érvényesnek, mindamellett lehetséges, hogy a rendszer középpontjának bizonyos környezetében ez az eloszlás érvényes, amint azt szintén a IV. fejezetben fogjuk kimutatni.

#### I. A GALAKTIKA DIFFERENCIÁLIS ROTÁCIÓJÁNAK ELMÉLETE.

A galaktikai rendszer differenciális rotációjának *Oort*-féle elmélete abból a feltevésből indul ki, hogy a Galaktikához tartozó csillagok rendszerei a Galaktika tengelye körül egyenletes körmozgást végeznek. A rotáció szögsebessége csak a tengelytől mért  $R$  távolság függvénye:

$$n = n_{(R)}.$$

A szögsebesség csökken, ha  $R$  értéke növekszik. Tegyük fel, hogy a Galaktika rotációjában a Nap is résztvesz. Vizsgáljuk először azokat a csillagokat, amelyek a Nappal együtt a Galaktika síkjában mozognak. Legyen (1. ábra)  $O$  a Galaktika középpontja,  $S$  a Nap,  $P$  egy csillag, amely résztvesz a rotációban. Legyen

$$OP = R, \quad OS = R_0, \quad SP = r,$$

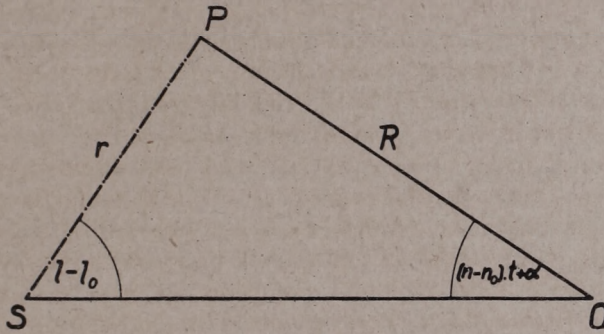
$O$  és  $P$  pontok galaktikai hosszúsága  $l_0$ , ill.  $l$ , a Nap szögsebessége  $n_{(R_0)} = n_0$ . Az  $OSP$  háromszögből következik

$$R^2 = R_0^2 + r^2 - 2r R_0 \cos(l - l_0).$$

Ha csak a Naprendszer olyan környezetére szorítkozunk, ahol  $r^2/R_0^2$  elhanyagolható  $r/R_0$ -hoz képest, akkor

$$R = R_0 \left[ 1 - 2 \frac{r}{R_0} \cos(l - l_0) \right]^{\frac{1}{2}} = R_0 - r \cdot \cos(l - l_0) \dots 1.$$

Ugyancsak az  $OSP$  háromszögből következik még



1. ábra.

$$r^2 = R^2 + R_0^2 - 2RR_0 \cos[(n - n_0)t + \alpha]$$

$$\sin[(n - n_0)t + \alpha] = \frac{r}{R} \cdot \sin(l - l_0),$$

amiből következik ( $R$  és  $R_0$  konstans lévén)

$$\dot{r} = \frac{R \cdot R_0}{r} (n - n_0) \cdot \sin[(n - n_0)t + \alpha] = R_0 (n - n_0) \sin(l - l_0).$$

A szögsebességet sorba fejtve azonban

$$n - n_0 = n'_0 (R - R_0),$$

ha az adott környezetben a magasabb rendű kicsiny tagokat elhanyagoljuk, 1. egyenletből  $R - R_0$  értéket behelyettesítve

$$\dot{r} = -\frac{1}{2} R_0 n'_0 \cdot r \cdot \sin 2(l - l_0) \dots \dots \dots 2.$$

1. Egyenletet az idő szerint differenciálva

$$r \cdot \sin(l - l_0) \cdot (\dot{l} - \dot{l}_0) = \dot{r} \cdot \cos(l - l_0),$$

amiből, ha még figyelembe vesszük, hogy  $\dot{l}_0 = n_0$ , kapjuk

$$\dot{l} = n - R_0 n'_0 \cos^2 (l - l_0) \dots\dots\dots 3.$$

Tegyük még a továbbiakban

$$A = -\frac{1}{2} R_0 \cdot n'_0$$

$$B = A + n_0,$$

ahol  $A$  és  $B$  a differenciális rotáció Oort-féle konstansai, akkor kapjuk

$$\dot{r} = Ar \sin 2 (l - l_0) \dots\dots\dots 2a.$$

$$\dot{l} = A \cos 2 (l - l_0) + B \dots\dots\dots 3a.$$

$\dot{r}$  természetesen nem egyéb, mint a csillag radiális sebessége,  $\dot{l}$  pedig sajátmozgása galaktikai hosszúságban.

Ha a csillag rotációja nem a Galaktika síkjában, hanem azzal párhuzamos síkban történik, az összefüggések közül  $2a.$  megváltozik. A csillag ortogonális vetülete a Galaktika síkjában  $P'$ , ugyanolyan szögsebességgel végez egyenletes körmozgást  $O$  körül, mint egy  $P'$  pontban képzelt csillag, mivel a rotáció szögsebessége feltevés szerint csak a Galaktika tengelyétől mért távolságtól függ. Ha  $SP' = r'$  tesszük, akkor nyilván

$$\dot{r}' = A \cdot r' \sin 2 (l - l_0).$$

Ha a csillag galaktikai szélességét  $b$ -vel jelöljük, akkor  $r' = r \cos b$  és mivel feltevés szerint a csillag távolsága a Galaktika síkjától  $h$ , az időben nem változik,

$$r' \cdot \dot{r}' = r \cdot \dot{r}.$$

Ezeket az értékeket behelyettesítve adódik

$$\dot{r} = A r \cos^2 b \cdot \sin 2 (l - l_0) \dots\dots\dots 2b.$$

$$\dot{l} = A \cdot \cos 2 (l - l_0) + B \dots\dots\dots 3b.$$

nyilván ez esetben is változatlanul érvényes.

Az elmélet természetesen nem egyes csillagokra érvényes, hanem pl. egy  $P$  pontban felvett térfogatelemben foglalt nagyszámú csillagnak megfelelő  $\dot{r}$  és  $\dot{l}$  értékekből képezett középértékekre. Például a Nap mozgása sem felel meg szigorúan a felvéseknek, hanem a Naprendszer az öt környező csillagok rendszerének tömegközéppontjára vonatkoztatva translációt végez. Ha a Napnak ezt a mozgását tekintetbe vesszük, a fenti képletek megváltoznak.

Vizsgáljuk először a csillagok sajátmozgását galaktikai hosszúságban akként, hogy megválasztva  $\Delta l$  kicsiny fix értéket az  $l$  és  $l + \Delta l$



hosszúságok közt lévő csillagok hosszúságbeli sajátmozgásának középértékét vesszük. Jelöljük  $\dot{l}$ -tal ezt az értéket, amely  $l$  galaktikai hosszúság  $2\pi$  szerint periodikus függvénye.  $\dot{l}$  függvényt Fourier-sorba lehet fejteni:

$$\dot{l} = Q - X \cdot \sin l + Y \cos l + a_2 \cos 2l + b_2 \sin 2l + \dots$$

$Q$  kifejezi a Napot környező csillagok képezte rendszer mint egész rotációját, míg  $-X \sin l + Y \cos l$  a Napnak e rendszerre vonatkoztatott translációját fejezi ki az apex irányában. Ez a tag különben még a galaktikai szélességtől is függ, ha  $\dot{l}$  függvényt csak bizonyos  $b$  és  $b + \Delta b$  szélességek közt lévő csillagokra nézve vizsgáljuk:

$$X = \frac{X_0}{\cos b}, \quad Y = \frac{Y_0}{\cos b}.$$

A kérdés részleteire itt azonban nem térünk ki.

A differenciális rotáció nyilván az

$$a_2 \cos 2l + b_2 \sin 2l$$

tagban jut kifejezésre. Ez a körülmény lényegében egyszerű módszert szolgáltat a differenciális rotáció két Oort-féle konstansának meghatározására. Ugyanis

$$A \cdot \cos 2l_0 = a_2 \text{ és } A \cdot \sin 2l_0 = b_2,$$

amiből

$$\operatorname{tg} 2l_0 = \frac{b_2}{a_2}.$$

Ez utóbbi egyenletből  $l_0$ -ra négy lehetséges értéket kapunk. Ha azonban a rotáció szögsebességéről feltesszük, hogy az a Galaktika tengelyétől mért távolsággal csökken, akkor  $A > 0$  és így  $a_2$  és  $b_2$  előjelei egyértelműen meghatározzák, melyik értéket kell  $2l_0$  szögére venni. Ha ezt az értéket ismerjük, egyszerű módon adódik  $A$  és  $B = \dot{l} - A \cos 2(l-l_0)$  értéke, amiáltal az Oort-féle konstansok értékét meghatároztuk.

A differenciális rotáció tanulmányozása a *radiális* sebességek ismerete alapján is lehetséges. A megfelelő Fourier-sor ebben az esetben

$$\dot{r} = K + (a_1 \cos b \cdot \cos l + b'_1 \cos b \cdot \sin l) + (a'_2 \cos^2 b \cos 2l + b'_2 \cos^2 b \cdot \sin 2l) + \dots$$

A  $\sin l$ -es és  $\cos l$ -es tagok a Naprendszernek az apex irányában végzett translációjából származnak, míg a  $\sin 2l$  és  $\cos 2l$  értékeket tartalmazó tagok fejezik ki a differenciális rotációt radiális sebességben. Most

$$\begin{aligned} Ar \cos^2 b \cdot \cos 2l_0 &= b'_2 \cos^2 b \\ - Ar \cos^2 b \sin 2l_0 &= a'_2 \cos^2 b, \end{aligned}$$

amiből

$$\operatorname{tg} 2 l_0 = -\frac{a'_2}{b'_2}$$

E képletből  $2 l_0$  ismét egyértelműen meghatározható, ha feltesszük, hogy  $A > 0$ .  $l_0$  értékéből kiszámítható  $A$  értéke, amelynek meghatározására ily módon két független módszerünk van. A gyakorlati alkalmazásnál mindkét módszer mind  $l_0$ -ra, mind pedig  $A$ -ra jól megegyező eredményeket ad. Az eddigi legmegbízhatóbb adatok (Oort, Lindblad, Mineur, Plaskett) szerint a Naprendszer környezetében

$$A = +0.016 \text{ km sec}^{-1} \cdot \text{parsec}^{-1},$$

$$B = -0.015 \text{ km sec}^{-1} \text{ parsec}^{-1}$$

$$l_0 = 330^\circ.$$

Meg kell jegyeznünk, hogy a Galaktika centrumának hosszúságára kapott érték igen jól megegyezik azzal az értékkel, amelyet Shapley a gömb halmazok rendszerének középpontjára nézve kapott.

## II. A DINAMIKAI EGYENSÚLY FOGALMA.

Egy csillagrendszer (felhő v. halmaz) vizsgálatánál a rendszer csillagainak nagy száma folytán csak statisztikai módszerek vezethetnek célhoz. Elvileg ugyan megvan a lehetősége annak, hogy ha a rendszer egyes csillagainak helyzetét és sebességét egy adott időpontban ismerjük, ezeket az adatokat bármely más időpontra is kiszámíthassuk a gravitációs törvényből kiindulva, a gyakorlatban ez az eljárás azonban nem alkalmazható. Ezért eltekintünk az egyes csillagok mozgásának szigorú leírásától és csak a statisztika módszereit alkalmazzuk. Megelégszünk a rendszerben fellépő sűrűség- és sebességeloszlás ismeretével.

Vegyük a rendszer csillagainak tömegét egyenlőnek és válasszuk ezt a tömeget egységül. Jelöljük a csillagok koordinátáit egy a rendszer tömegközéppontjához rögzített koordináta-rendszerben  $\xi$ ,  $\eta$ ,  $\zeta$ -val, míg a megfelelő sebességkomponensek legyenek  $u$ ,  $v$ ,  $w$ . Válasszuk meg  $d\xi$ ,  $d\eta$ ,  $d\zeta$  értékeket úgy, hogy a rendszer méreteihez viszonyítva igen kicsinyek legyenek, de a  $d\xi d\eta d\zeta$  térfogatelemben foglalt csillagok száma a rendszer egyes pontjaiban elég nagy legyen ahhoz, hogy a szokásos elemi statisztikai eljárásokat alkalmazni lehessen. Válasszuk megfelelőképpen  $du$ ,  $dv$ ,  $dw$  értékeket. Jelöljük  $dN$ -nel azon csillagok számát, amelyek koordinátái  $(\xi, \xi + d\xi)$ ,  $(\eta, \eta + d\eta)$ ,  $(\zeta, \zeta + d\zeta)$ , sebességkomponensei (impulzuskomponensei) pedig  $(u, u + du)$ ,  $(v, v + dv)$ ,  $(w, w + dw)$  intervallumokba esnek. Ekkor

$$dN = f(\xi, \eta, \zeta, u, v, w, t) d\xi d\eta d\zeta du dv dw$$

lesz, ahol  $f(\xi, \eta, \zeta, u, v, w, t)$  az egyes csillagoknak a hatdimenziós  $(\xi, \eta, \zeta, u, v, w)$  fázis térben megfelelő pontok eloszlásának sűrűsége (eloszlási függvény, fonction de fréquence), amely általában az időben vál-

tozik. A térbeli sűrűségeloszlást pl. egy adott  $t$  időpontban megkapjuk, ha képezzük a

$$\rho(\xi, \eta, \zeta, t) = \iiint_{-\infty}^{+\infty} f(\xi, \eta, \zeta, u, v, w, t) du dv dw$$

integrált, míg az egész rendszer sebességeloszlását a

$$\Phi(u, v, w, t) = \iiint_{-\infty}^{+\infty} f \cdot d\xi d\eta d\zeta$$

függvény szolgáltatja.

Stabilis az eloszlás, vagyis a rendszer egyensúlyban van, ha az eloszlás függvénye az időtől független, vagyis ha

$$\frac{\partial f}{\partial t} = 0.$$

Először olyan rendszerekkel foglalkozunk, ahol az egyes csillagok közt individuális hatások (közelhatások folytán létrejövő energiacsere) nem számottevők, hanem a csillagok csak az egész rendszer gravitációjának vannak alávetve. Ilyen rendszerekben egy csillag két másik csillaggal való találkozásához («passage») szükséges idő középértéke sokszorosan felülmúlja a csillagok életkorát. A csillagra ható erőt a csillag helyzete a rendszerben és (pl. Coriolis-féle erők fellépése esetén) a sebességkomponensek egyértelműen meghatározzák. A fázis-térben a csillagnak megfelelő pont  $(\xi, \eta, \zeta, u, v, w)$  koordinátái úgy a csillagok helyzetét, mint sebességét meghatározzák. Ennekfolytán a fázistérben  $(\xi, \eta, \zeta, u, v, w)$  pont a csillag mozgása folyamán csak egy előre meghatározható görbén mozoghat és a fázistér minden pontjához egy és csak egy ilyen görbét lehet hozzárendelni. Ha  $(\xi, \eta, \zeta, u, v, w)$  pontban felvesszük a fázistér  $d\xi d\eta d\zeta du dv dw$  elemét, akkor az ezen áthaladó görbéket az elemben párhuzamosaknak vehetjük. Ha a fázistér eleme  $dN$  csillagnak megfelelő  $dN$  pontot tartalmaz, akkor

$$dN = f(\xi, \eta, \zeta, u, v, w, t) d\Omega \cdot d\omega$$

ahol  $d\Omega = d\xi d\eta d\zeta$ ,  $d\omega = du dv dw$  tettük.  $\Delta t$  időben legyen  $\Delta(dN)$ ,  $\Delta\xi, \Delta\eta, \Delta\zeta, \Delta u, \Delta v, \Delta w$  a megfelelő mennyiségek megváltozása:

$$\Delta(dN) = \Delta f \cdot d\Omega \cdot d\omega + f \cdot \Delta(d\Omega d\omega)$$

és ha  $\Delta(d\Omega d\omega)$  értéket elhanyagoljuk,

$$\Delta(dN) = \Delta f \cdot d\Omega \cdot d\omega.$$

Ha most tekintetbe vesszük, hogy kicsiny változások esetén a fázis-térben leírt görbék párhuzamosak, következik

$$\Delta(dN) = 0, \text{ vagyis } \frac{\Delta f}{\Delta t} = 0.$$

Ha képezzük a  $t$  szerinti totális differenciálhányadost,

$$\frac{df}{dt} = \frac{\partial f}{\partial t} + \frac{\partial f}{\partial \xi} \cdot u + \frac{\partial f}{\partial \eta} \cdot v + \frac{\partial f}{\partial \zeta} \cdot w + \frac{\partial f}{\partial u} \cdot \dot{u} + \frac{\partial f}{\partial v} \cdot \dot{v} + \frac{\partial f}{\partial w} \cdot \dot{w} = 0,$$

ahol most természetesen  $\xi, \eta, \zeta, u, v, w$  mint az idő függvényei szerepelnek és az egyenlet a  $(\xi, \eta, \zeta)$  pontban lévő  $(u, v, w)$  sebességkomponensekkel rendelkező csillag mozgására vonatkozik. Ha ezenfelül a rendszer egyensúlyban van, az idő szerinti parciális differenciálhányados zérus és az egyenlet a következő alakot ölti:

$$\frac{\partial f}{\partial \xi} \cdot u + \frac{\partial f}{\partial \eta} \cdot v + \frac{\partial f}{\partial \zeta} \cdot w + \frac{\partial f}{\partial u} \cdot \dot{u} + \frac{\partial f}{\partial v} \cdot \dot{v} + \frac{\partial f}{\partial w} \cdot \dot{w} = 0. \quad 1a.$$

Ha még tekintetbe vesszük, hogy  $\dot{u} = X, \dot{v} = Y, \dot{w} = Z$ , ahol  $X, Y, Z$  a csillagra ható erő komponensei, akkor a

$$\frac{\partial f}{\partial \xi} \cdot u + \frac{\partial f}{\partial \eta} \cdot v + \frac{\partial f}{\partial \zeta} \cdot w + \frac{\partial f}{\partial u} \cdot X + \frac{\partial f}{\partial v} \cdot Y + \frac{\partial f}{\partial w} \cdot Z = 0 \dots 1.$$

egyenletet kapjuk, amely nem más, mint az  $u, n$ . Boltzmann-féle egyenlet speciális alakja.

$$\frac{d}{dt} f(\xi, \eta, \zeta, u, v, w) = 0$$

identikusan érvényes és azt jelenti, hogy  $f(\xi, \dots, u, \dots)$  függvény a mozgásegyenletek első integrálja, vagyis olyan függvénye egy csillag koordinátáinak és sebességkomponenseinek, amelynek értéke a mozgás folyamán konstans.

Dinamikai egyensúlynál tehát az eloszlás függvényébe  $\xi, \eta, \zeta, u, v, w$  helyébe egy csillag koordinátáit és sebességkomponenseit behelyettesítve a mozgásegyenletek egy első integrálját kapjuk. Fordítva, ha ismerjük a mozgásegyenletek rendszerének egy első integrálját, ez egyszerűen lehetséges dinamikai egyensúly eloszlási függvényét szolgáltatja.

Könnyen ki lehet mutatni, hogy ha  $f_1, f_2, \dots, f_k$  a mozgásegyenletek rendszerének első integráljai, akkor első integrál

$$\varphi(f_1, f_2, \dots, f_k)$$

is, ahol  $\varphi$  tetszőleges függvény lehet. Általános esetben tehát a dinamikai egyensúly eloszlási függvénye

$$\sigma = \varphi(f_1, f_2, \dots, f_k) \dots \dots \dots 2$$

Ha a fellépő erők konzervatív természetűek, akkor az energia-integrál, ha a potenciált  $U$ -val jelöljük,

$$f \equiv U + \frac{1}{2} (u^2 + v^2 + w^2) = \text{konst.}$$

mindig létezik és a mozgásegyenletek rendszerének első integrálja, amelyen kívül azonban még más független első integrálok is létezhetnek.

Röviden rátérünk még a *statisztikai* egyensúly fogalmára. Ha egy rendszerben egy csillag élettartama (és életkora) egy csillag két egymást követő «passage»-ához szükséges idő középértékét sokszorosán felülmúlja, akkor az egyes csillagok közt gyakori energiacsere jön létre. Minthogy ezenkívül az energiacsere a gravitációs erők konzervatív természeté folytán tökéletes, a rendszer csillagai e tekintetben úgy viselkednek, mint egy gáz molekulái. A Maxwell—Boltzmann-féle statisztika ennekfolytán formálisan alkalmazható a rendszer egyensúlyának vizsgálatánál. Mint ismeretes, ez esetben az eloszlás függvénye

$$\sigma = C \cdot e^{-\alpha} \left[ U(\xi, \eta, \zeta) + \frac{1}{2} (u^2 + v^2 + w^2) \right] \dots \dots \dots 3.$$

A sebességeloszlás gömbi szimmetriát mutat, míg a térbeli sűrűségeloszlás függvénye

$$\rho(\xi, \eta, \zeta) = C' \cdot e^{-\alpha} \cdot U(\xi, \eta, \zeta) \dots \dots \dots 4.$$

Az egyenlő sűrűségű pontok tehát az  $U(\xi, \eta, \zeta) = \text{konst.}$  ekvipotenciális felületeken fekszenek. Látjuk továbbá, hogy az eloszlás függvénye formailag megegyezik a dinamikai egyensúly eloszlási függvényével abban a speciális esetben, ha  $f$  első integrálként az energiaintegrált vesszük és a  $\varphi(f)$  függvény exponenciális.

### III. A CSILLAGFELHŐK ÉS HALMAZOK EGYENSÚLYÁNAK MINEUR-FÉLE ELMÉLETE.

A galaktikai csillagfelhők és csillaghalmazok egyensúlyának vizsgálatánál bizonyos alapvető feltevésekből kiindulva *H. Mineur* elméletében igen messzemenő következtetéseket von le a rendszerek jellemző adataira nézve. Mineur a következő alapfeltevésekből indul ki:

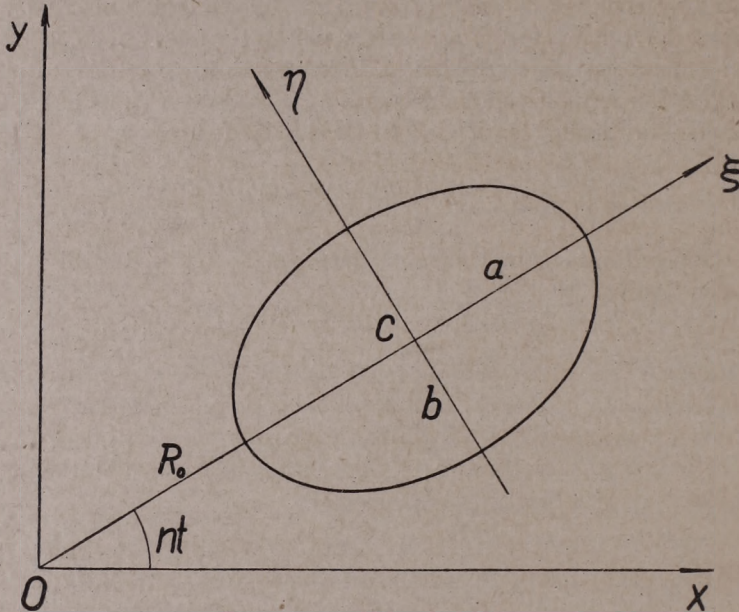
1. A galaktikai rendszerben a tömegek eloszlása szimmetrikus egy sík (a rendszer invariábilis síkja) szerint és rotációs szimmetriát mutat egy tengely körül, amely e síkra merőleges és a galaktika tömegközéppontján megy keresztül. A síktól a tengellyel vagy a tengelytől a síkkal párhuzamosan távolodva az eloszlás sűrűsége fogy, amiből következik, hogy a gravitációs erőnek a galaktika síkjával párhuzamos komponense a tengellyel felé, a tengellyel párhuzamos komponense pedig a sík felé irányul.

2. A csillagfelhők és halmazok tömegközéppontja résztvesz a Galaktika Oort-féle rotációjában (tehát egyenletes körmozgást végez a Galaktika tengelye körül) és a Galaktika síkjában fekszik.

3. A csillagfelhők és halmazok ellipszoid-alakúak. A rendszerek

egyik ( $\zeta$ ) tengelye a Galaktika tengelyével párhuzamos, a másik ( $\eta$ ) iránya azonos az ellipszoid középpontjának mozgásirányával. (2. ábra.)

4. A rendszerekhez tartozó csillagok tömege közel egyenlő.
5. A felhők dinamikai, a halmazok statisztikai egyensúlyban vannak a ( $\xi, \eta, \zeta$ ) rendszerben.
6. Hozzájárul az előbbiekhöz az a — sajnos kevésbé megokolt —



2. ábra.

feltevés, hogy a rendszerek saját belső potenciálja kvadratikus :

$$U_2 = \frac{1}{2} (\beta_1 \xi^2 + \beta_2 \eta^2 + \beta_3 \zeta^2)$$

alakú függvénye  $\xi, \eta, \zeta$  koordinátáknak.

Az 1. és 2. alatti feltevések annyira lényegesek, hogy ezek teljesítése nélkül ezidőszert a csillagfelhők és halmazok egyensúlyának elmélete elképzelhetetlen lenne. A 6. alatti feltevés, amelynek értelméről később lesz szó, csak első közelítésben lehet kielégítve, tehát a Mineur-féle elmélet csak első közelítésben tekinthető a probléma megoldásának. A közelítő megoldás azonban azt az eredményt szolgáltatja, hogy a felhők relaxációs ideje igen nagy, a halmazoké igen kicsiny a rendszerek valószínű korához viszonyítva. Ha tehát ez utóbbiak egyensúlyban vannak, akkor a felhőknél csak dinamikai, a halmazoknál csak statisztikai egyensúly jöhet tekintetbe. A 3. feltevésnél a rendszer szimmetria-

tengelyeinek orientációját illetően Mineur kissé önkényesen jár el, amennyiben az ilyen orientációt hipotetikusán tételezi fel. Ki fogjuk azonban mutatni, hogy pl. statisztikai egyensúly esetén a tengelyek másféle orientációja nem is lehetséges, és hogy ez a feltevés 1. és 2. feltevésekből következik. A 4. feltevéshez egyelőre csak azt jegyezzük meg, hogy az egyensúly tárgyalásánál csak olyan formulák leegyszerűsítésére szolgál, amelyeknek általános tárgyalása sem okoz különösebb nehézséget, hogy tehát a probléma ilyenemű leegyszerűsítésére egyáltalán nincs is szükség. Mivel a tapasztalat egyenesen a 4. feltevés ellen szól, az ilyen egyszerűsítésnek nincs helye.

Az egyensúly tanulmányozásánál szükség van a Galaktika és a rendszer saját potenciáljának ismeretére. Jelöljük ezeket  $U_1$ -gyel és  $U_2$ -vel. A galaktika potenciálját  $C$  pont környezetében sorbafejthetjük és mivel a rendszerek méretei tapasztalat szerint igen kicsinyek a Galaktika méreteihez és  $R_0$ -hoz képest, a sorbafejtést a másodrendű tagoknál megszakíthatjuk.

$$U_1 = u_1 (R - R_0) + \frac{1}{2} u_2 (R - R_0)^2 + \frac{1}{2} \alpha' z^2 + \dots \quad (\alpha' > 0)$$

vagyis, mivel

$$R^2 = (R_0 + \xi)^2 + \eta^2 \text{ tehát } R - R_0 = \xi + \frac{1}{2} \cdot \frac{\eta^2}{R_0} + \dots$$

amiből, ha még

$$n'^2 = \frac{u_1}{R_0}, \quad \alpha = u_2 - \frac{u_1}{R_0}$$

tesszük, adódik

$$\begin{aligned} U_1 &= u_1 \xi + \frac{1}{2} u_2 \xi^2 + \frac{1}{2} u_1 \frac{\eta^2}{R_0} + \frac{1}{2} \alpha' \zeta^2 + \dots \\ &= \frac{1}{2} n'^2 \left[ (\xi + R_0)^2 + \eta^2 \right] + \frac{1}{2} \alpha \xi^2 + \frac{1}{2} \alpha' \zeta^2 + \dots \end{aligned}$$

A rendszer tetszőleges csillagának mozgásegyenletei a  $(\xi, \eta, \zeta)$  koordinátarendszerben

$$\begin{aligned} \ddot{\xi} &= 2n\dot{\eta} - \frac{\partial}{\partial \xi} \left[ \frac{1}{2} (n'^2 - n^2) \left\{ (\xi + R_0)^2 + \eta^2 \right\} + \frac{1}{2} \alpha \xi^2 + \frac{1}{2} \alpha' \zeta^2 + U_2 \right] \\ \ddot{\eta} &= -2n\dot{\xi} - \frac{\partial}{\partial \eta} \left[ \frac{1}{2} (n'^2 - n^2) \left\{ (\xi + R_0)^2 + \eta^2 \right\} + \frac{1}{2} \alpha \xi^2 + \frac{1}{2} \alpha' \zeta^2 + U_2 \right] \\ \ddot{\zeta} &= - \left( \frac{\partial U_2}{\partial \zeta} + \alpha' \zeta \right). \end{aligned}$$

A rendszer feltételezett szimmetriája folytán azonban a  $\xi = \eta = \zeta = 0$  pontban  $\frac{\partial U_2}{\partial \xi} = 0$  és egy ebben a pontban képzelt csillag az  $(x, y)$  sík-

ban 0 pont körül egyenletes körmozgást végez, tehát  $\xi = \eta = \dot{\xi} = \dot{\eta} = \ddot{\xi} = \ddot{\eta} = 0$ . Az első egyenletből tehát

$$(n'^2 - n^2) R_0 = 0, \text{ vagyis } n'^2 = n^2.$$

A mozgásegyenletek ebből kifolyólag a

$$\begin{aligned} \ddot{\xi} &= 2n\dot{\eta} - \alpha\xi - \frac{\partial U_2}{\partial \xi} \\ \ddot{\eta} &= -2n\xi - \frac{\partial U_2}{\partial \eta} \\ \ddot{\zeta} &= -\alpha'\zeta - \frac{\partial U_2}{\partial \zeta} \dots\dots\dots 1. \end{aligned}$$

alakot öltik. A dinamikai egyensúly problémájának szigorú megoldását az egyenletrendszer  $(f_1, f_2, \dots, f_n)$  első integráljainak összessége szolgáltatja. A térbeli sűrűségeloszlás függvénye

$$\rho(\xi, \eta, \zeta) = \iiint_{-\infty}^{+\infty} \varphi(f_1, f_2, \dots, f_n) du dv dw$$

Mintthogy  $U_2$  a

$$\Delta U_2 = 4\pi f \cdot \rho = 4\pi f \iiint_{-\infty}^{+\infty} \varphi du dv dw.$$

Poisson-féle egyenletnek tesz eleget, a probléma a következő: meg kell határozni  $U_2$  és  $\varphi$  függvényeket úgy, hogy azok kielégítsék a Poisson-egyenletet és  $\varphi$  az 1. alatti egyenletrendszer első integrálja legyen. A gyakorlatban azonban ez a megoldás még abban a legegyszerűbb esetben is kivihetetlen, ha az 1. rendszer első integráljai közül csak az energia-integrált vesszük tekintetbe.

Mineur ezt a nehézséget úgy igyekszik elkerülni, hogy  $U_2$  potenciált egy homogén sűrűségű ellipszoid belsejében fellépő potenciálnak tekinti. Az ellipszoid tengelyei a  $\xi, \eta, \zeta$  tengelyekben fekszenek. A megoldás így természetesen elveszti exakt jellegét és csak közelítő lehet.

Mineur elméletét itt csak főbb pontjaiban tárgyaljuk, tekintettel arra, hogy az ilyen elhanyagolások után levont igen messzemenő következtetések jogosultsága (pl. a halmazok fejlődési folyamata tekintetében) legalább is kétséges mindaddig, amíg azokat gyakorlatilag igazolni nem lehet.

Ha a homogén ellipszoid féltengelyei  $a, b, c$ , akkor  $U_2$  potenciál egy belső pontban tudvalevőleg

$$U_2 = \frac{1}{2} (\beta_1 \xi^2 + \beta_2 \eta^2 + \beta_3 \zeta^2),$$



ahol

$$\beta_1 = 2\pi f a b c \cdot \rho \int_0^\infty \frac{d\lambda}{(a^2 + \lambda) \sqrt{\varphi(\lambda)}}$$

$$\beta_2 = 2\pi f a b c \cdot \rho \int_0^\infty \frac{d\lambda}{(b^2 + \lambda) \sqrt{\varphi(\lambda)}} \quad \varphi(\lambda) = (a^2 + \lambda)(b^2 + \lambda)(c^2 + \lambda)$$

$$\beta_3 = 2\pi f a b c \cdot \rho \int_0^\infty \frac{d\lambda}{(c^2 + \lambda) \sqrt{\varphi(\lambda)}}$$

ha  $\rho$  a sűrűség és  $f$  a gravitáció állandója.

A Galaktika potenciáljából származó tagok együtthatói, mint kimutatható, a következőképpen függnek össze az Oort-féle differenciális rotáció konstansaival:

$$n = B - A, \quad \alpha = -4 A n.$$

A Naprendszer környezetében például

$$n = -3.07 \cdot 10^{-8}, \quad \alpha = -1.95 \cdot 10^{-15},$$

ha tömegegység a naptömeg, a hosszegység egy parsec és az idő egysége egy év.  $\alpha'$  konstans értékét a Naprendszer környezetére nézve Oort határozta meg és azt  $\alpha' = +5.65 \cdot 10^{-15}$ -nek találta.

Ilyenformán a mozgásegyenletek végleges alakja

$$\begin{aligned} \ddot{\xi} - 2n\dot{\eta} + (\alpha + \beta_1) \cdot \xi &= 0 \\ \ddot{\eta} + 2n\dot{\xi} + \beta_2 \cdot \eta &= 0 \\ \ddot{\zeta} + (\beta_3 + \alpha') \cdot \zeta &= 0. \quad \dots \dots \dots 1a. \end{aligned}$$

Az egyenletrendszer integrálása nem okoz nehézséget:

$$\begin{aligned} \xi &= A_1 \cdot \cos(\nu_1 t + l_1) + A_2 \cos(\nu_2 t + l_2) \\ \eta &= \mu_1 A_1 \sin(\nu_1 t + l_1) + \mu_2 A_2 \sin(\nu_2 t + l_2) \\ \zeta &= A_3 \cos(\nu_3 t + l_3) \end{aligned}$$

ahol

$$\nu_3^2 = \beta_3 + \alpha', \quad \mu_1 = -\frac{2n \nu_1}{\nu_1^2 - \beta_2}, \quad \mu_2 = -\frac{2n \nu_2}{\nu_2^2 - \beta_2},$$

$\nu_1^2$  és  $\nu_2^2$  pedig a következő másodfokú egyenlet gyökei:

$$\lambda^2 - (4n^2 + \alpha + \beta_1 + \beta_2) \lambda + \beta_2 (\alpha + \beta_1) = 0.$$

Ez utóbbi egyenlet diszkriminánsa

$$(4n^2 + \alpha + \beta_1 - \beta_2)^2 + 16 n^2 \beta_2 > 0.$$

Szükséges azonban még, hogy a két gyök pozitív legyen, különben az egyes csillagok koordinátái az idő exponenciális függvényei lennének és így a rendszer tagjai mind a végtelenbe távoznának. Egy ilyen (különben egyensúlyban lévő) rendszer tehát szükségképpen a végtelenbe nyúlna és végtelen tömegű lenne. Annak szükséges és elegendő feltétele, hogy

$$v_1^2 > 0 \quad \text{és} \quad v_2^2 > 0$$

legyen,

$$a + \beta_1 > 0.$$

A mozgásegyenletek első integráljainak levezetésére Mineur munkájában (I. irodalomjegyzék) megad egy módszert. Levezetését, amely helyenként csak vázolja is Mineur munkájában 12 oldalt foglal el, itt nem tárgyaljuk, mivel a továbbiakban (IV. fejezet) meg fogunk adni egy olyan lényegében sokkal egyszerűbb és rövidebb módszert, amely egyszermind alkalmas annak kimutatására is, hogy bizonyos matematikailag pontosan megfogalmazott feltételek mellett a Mineur-féle három első integrálon kívül más független kvadratikus első integrálok nem léteznek. A rendszer három független kvadratikus első integrálja

$$\begin{aligned} f_1 &\equiv (\alpha + \beta_1) \xi^2 + \beta_2 \cdot \eta^2 + u^2 + v^2 \\ f_2 &\equiv (\alpha' + \beta_3) \zeta^2 + w^2 \\ f_3 &\equiv \left[ 2n - \frac{(\alpha + \beta_1 - \beta_2)}{2n} \right] (\alpha + \beta_1) \xi^2 + 2\beta_2 n \eta^2 - \\ &\quad - \frac{\alpha + \beta_1 - \beta_2}{2n} u^2 + (\alpha + \beta_1) \xi v - \beta_2 \eta u \quad \dots \dots \dots 2 \end{aligned}$$

A dinamikai egyensúly problémájának általános megoldását tehát a

$$\sigma(\xi, \eta, \zeta, u, v, w) = \varphi(f_1, f_2, f_3)$$

eloszlási függvény szolgáltatja, hol  $\varphi$  tetszőleges függvény lehet azzal a megkötéssel, hogy  $\varphi$ -nek a koordináták és sebességkomponensek szerint  $-\infty$  és  $+\infty$  határok között képezett integráljai végesek legyenek  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  paraméterek segítségével képezzük

$$\lambda_1 f_1 + \lambda_2 f_2 + \lambda_3 f_3$$

kvadratikus alakot. Ez a kifejezés

$$\begin{aligned} \lambda_1 f_1 + \lambda_2 f_2 + \lambda_3 f_3 &\equiv Q_1 (u - M_1 \cdot \eta)^2 + Q_2 (v - M_2 \xi)^2 + Q_3 w^2 + \\ &\quad + P_1 \xi^2 + P_2 \eta^2 + P_3 \zeta^2 \quad \dots \dots \dots 3. \end{aligned}$$

alakra hozható. A legegyszerűbb  $\varphi$  függvény, amely megfelelő  $P$  és  $Q$  értékeknél a fenti feltételeknek eleget tesz

$$\varphi = C \cdot e^{-(\lambda_1 \varphi_1 + \lambda_2 \varphi_2 + \lambda_3 \varphi_3)} \quad \dots \dots \dots 4.$$

Hogy ez a függvény  $u, v, w$  sebességkomponensek szerint  $-\infty$  és  $+\infty$  határok közt integrálható legyen, ahhoz szükséges, hogy

$$Q_1 > 0, Q_2 > 0, Q_3 > 0,$$

vagyis

$$\lambda_1 - \frac{\alpha + \beta_1 - \beta_2}{2n} \cdot \lambda_3 > 0, \lambda_1 > 0, \lambda_2 > 0 \dots\dots 5.$$

legyen. Ez a feltétel a paraméterek alkalmas megválasztásával mindig teljesíthető. A koordináták szerinti integrálhatóságot Mineur nem vizsgálja meg, hanem felteszi, hogy a sebességkomponensek szerinti integrálás útján nyert

$$\rho(\xi, \eta, \zeta) = C' \cdot e^{-(P_1 \xi^2 + P_2 \eta^2 + P_3 \zeta^2)} \dots\dots\dots 6.$$

térbeli sűrűségeloszlásnál az egyenlő sűrűségű felületek hasonló fekvésűek a potenciál kiszámításánál bevezetett homogén sűrűségű ellipsoiddal:

$$P_1 : P_2 : P_3 = \frac{1}{a^2} : \frac{1}{b^2} : \frac{1}{c^2} \dots\dots\dots 7.$$

Minthogy így két egyenlet adódik pl.  $\lambda_1/\lambda_3$  és  $\lambda_2/\lambda_3$  ( $\lambda_3 > 0$ ) viszonyára, Mineur a paraméterek viszonyát így számítja ki és az 5. egyenlőtlenségekbe behelyettesítve feltételeket szab a rendszer  $a, b, c$  tengelyeire, továbbá  $\beta_1$  és  $\beta_2$  konstansokra nézve. A paraméterekre elemi eljárással kapjuk, ha  $\lambda_1/\lambda_3 = p$  és  $\lambda_2/\lambda_3 = p'$  tesszük:

$$\beta_2 \left( p + 2n - \frac{\beta_2}{4 \left( p - \frac{\alpha + \beta_1 - \beta_2}{2n} \right)} \right) : (\alpha_1 + \beta_1) \cdot \left( p + 2n - \frac{\alpha + \beta_1 - \beta_2}{2n} - \frac{\alpha + \beta_1}{4p} \right) : (\alpha' + \beta_3) \cdot p' = \frac{1}{a^2} : \frac{1}{b^2} : \frac{1}{c^2} \dots\dots 7a.$$

Ebből  $p$ -re harmadfokú egyenletet kapunk és minden  $p$  értéknek egy  $p'$  érték felel meg. Szükséges azonban, hogy 5. egyenlőtlenségnek megfelelően

$$p > \frac{\alpha + \beta_1 - \beta_2}{2n} \quad \text{és} \quad p' > 0$$

legyen. Mineur szerint ezek a feltételek ki vannak elégítve, ha

$$G(\alpha) = a^2 b^2 \alpha^2 + a^2 \alpha [2b^2 (\beta_1 - \beta_2) + 4n^2 (b^2 - a^2)] - 4n^2 (b^2 - a^2) (b^2 \beta_2 - a^2 \beta_1) + a^2 b^2 (\beta_1 - \beta_2)^2 > 0,$$

ami azonban általános esetben semmivel sem könnyebben áttekinthető és használható kifejezés, mint az 5. alatti egyenlőtlenségek.

A sebességeloszlás a rendszer egy adott pontjában nyilván

ellipszoidális. A sebességellipszoid tengelyeinek iránya a  $\xi, \eta, \zeta$  tengelyek irányával párhuzamos, az ellipszoid egyenlete

$$Q_1(u - M_1 \cdot \eta)^2 + Q_2(v - M_2 \xi)^2 + Q_3 w^2 = \text{konst.} \dots 8.$$

A sebességellipszoid középpontjának koordinátái tehát

$$u_0 = M_1 \eta, v_0 = M_2 \xi, w_0 = 0.$$

Ez nyilván annyit jelent, hogy egy  $(\xi, \eta, \zeta)$  pontban vett térfogatelemben foglalt összes csillagok sebességkomponenseinek középértéke

$$\begin{aligned} \bar{u}_{(\xi, \eta, \zeta)} &= u_0 = \frac{\lambda_3 \beta_2 \cdot \eta}{2 \sqrt{\lambda_1 - \frac{\alpha_1 + \beta_1 - \beta_2}{2n}}}, & \bar{v}_{(\xi, \eta, \zeta)} &= v_0 = \\ &= -\frac{(\alpha + \beta_1) \cdot \lambda_3}{2\sqrt{\lambda_1}} \cdot \xi, & \bar{w}_{(\xi, \eta, \zeta)} &= 0. \dots \dots 9. \end{aligned}$$

Ezek a formulák azonban teljesen megegyeznek az I. fejezetben tárgyalt differenciális rotáció formuláival, ahol a komponensek középértékeire, ha most  $A'$ -tel és  $B'$ -tel jelöljük a differenciális rotáció Oort-féle konstansait,

$$\bar{u} = (A' - B') \eta, v = (A' + B') \cdot \xi + \text{konst.} \dots 10.$$

A rendszer középpontjában lévő megfigyelő a rendszerhez tartozó csillagok mozgását tehát mint differenciális rotációt értelmezhetné, amelynél

$$A' - B' = M_1 \text{ és } A' + B' = M_2,$$

vagyis

$$A' = \frac{1}{2}(M_1 + M_2), \quad B' = -\frac{1}{2}(M_1 - M_2). \dots 10a.$$

Ennek a körülménynek bizonyos szempontból nagy jelentősége van. Ha ugyanis a Nap egy ilyen csillagfelhőhöz tartozna (lokális rendszer elmélete), akkor az Oort-féle konstansok értékei a valóságban különböznenek az eddig helyesnek tartott értékektől. Hogy a helyes értékeket megkapjuk, a lokális rendszer sebességeloszlásából következő effektus hatását számításba véve le kellene belőlük vonni  $A_1$  és  $B_1$  értékeket.

A galaktikai rendszer középpontja irányának meghatározásánál az effektus semmi szerepet sem játszik, mert hiszen hatása ugyanaz, mint egy a Galaktika centruma körül végbemenő differenciális rotációé.

A differenciális rotáció együtthatóinak pontos értékét ilyen körülmények közt észlelés útján csak a lokális rendszeren kívül álló csillagok és halmazok mozgásának tanulmányozásából lehetne levezetni. Az effektus különben nemcsak a felhő középpontjában, hanem, mint könnyű belátni, bármely más pontjában is úgy hat a környező csillagok e pontban észlelt mozgására, mint egy a galaktikai rendszer középpontja

körül történő differenciális rotáció, azzal a különbséggel, hogy ebben az esetben 10. egyenletekben még additív konstansok lépnek fel. A  $\xi'$ ,  $\eta'$ ,  $\zeta'$  pontban lévő csillagok sebességkomponenseinek középértéke  $u'_0 = M_1 \cdot \eta'$ ,  $v'_0 = M_2 \xi'$  lévén ugyanis a középértékek relatív értéke

$$\bar{u} = u_0 - u'_0 = M_1 (\eta - \eta_0), \quad \bar{v} = v_0 - v'_0 = M_2 (\xi - \xi_0) \quad 9a.$$

és ha ezeket a formulákat a differenciális rotáció formuláival akarjuk összeegyeztetni, ott  $\xi = (\xi - \xi_0) + \xi_0$  téve

$$\bar{u} = (A' - B') (\eta - \eta_0) + \text{konst.}, \quad \bar{v} = (A' + B') (\xi - \xi_0) + \text{konst.}$$

A  $(\xi, \eta, \zeta)$  pontnak megfelelő sebességellipsoidok  $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$  tengelyhosszszaira nézve áll

$$\frac{1}{a'^2} : \frac{1}{b'^2} : \frac{1}{c'^2} = Q_1 : Q_2 : Q_3 = \left( \lambda_1 - \frac{\beta_1 - \beta_2 + \alpha}{2n} \cdot \lambda_3 \right) : \lambda_1 : \lambda_2,$$

tehát a tengelyhosszak viszonya nem függ a  $(\xi, \eta, \zeta)$  pont megválasztásától, hanem kizárólag csak az egész rendszerre jellemző konstans értékektől.

Kolbenheyer Tibor

(Folytatjuk.)

## ISMERTETÉSEK

**A fák évgyűrűi és a napfoltperiódus.** A napfolttevékenység mértékének közvetlen kifejezői a napfoltszámok. A különböző módszerekkel végzett napfoltszámlálások (Wolf-féle relatívszám, a napfoltokkal borított napfelület százalékos aránya) alapján csaknem egyértelműleg megállapíthatók a napfoltmaximumok és minimumok idejei, valamint a periódusok időtartamai.

Abból a tényből kiindulva, hogy végeredményben a Nap az időjárás alakulásának forrása, egészen észszerű a következtetés, hogy a napfelületi jelenségek, tehát a napfoltok is összefüggésben állanak az időjárási elemekkel. Tovább következtetve: minthogy a fák növekedésében elsőrendű tényezőként szerepelnek a csapadékmennyiség és a hőmérséklet, a fák növekedését kifejező évgyűrűk vastagságának is kapcsolatot kell mutatni a napfoltok számával. Ha az összefüggés tisztán jelentkezne, a fák keresztmetszetén mutatkozó évgyűrűkről pontosan leolvashatók volnának a napfoltmaximumok és minimumok éve. Vannak fák, amelyek több ezer évig is élnek s ilyenformán ezek pontosan megmutatnák, hogy azokban az időkben is, amikor még napfoltszámlálások nem történtek, mely évekre estek a maximumok és minimumok. Ugyanúgy azt is ki lehetne olvasni az évgyűrűkből, hogy az évezredek folyamán hogyan alakultak a csapadékviszonyok. A naptevékenység és az időjárási viszonyok évezredes alakulásának ismerete nem csupán azért volna nagyjelentőségű, hogy sok multbeli jelenségnek magyarázatát tudjuk adni, hanem a bennük mutatkozó kisebb vagy nagyobb törvényszerű szakaszosságok felismerésével a jövőre is következtetni lehetne.

A fák évgyűrűinek vizsgálata tehát nagy horderejű eredményekkel kecsegtet, ezért érthető, hogy tanulmányozásukra nagy gondot fordítanak.

Az alapvető tények, amelyek e kérdés tanulmányozásánál a kiindulást jelentik, a következők :

1. a fák évgyűrűinek száma pontosan megadja években a fa korát ;
2. a gyűrűk szélessége különböző, tehát feltehető, hogy a fa növekedésének tényezői nem egyforma mértékben érvényesülnek ;
3. a napfoltok száma és a fa növekedését befolyásoló időjárás elemek összefüggésben állanak egymással,

A fa növekedését s egyben az évgyűrűk szélességét befolyásoló tényezők azonban eléggé szövevényesek. A következőkből kitűnik, hogy ha valóban a napfolttevékenység és az időjárás elemek között összefüggéseket találunk is, a különböző időjárás elemek ellentétesen is befolyásolhatják a fa növekedését, tehát a naptevékenység és az évgyűrűk összefüggése nem lesz egészen egyszerű.

A fa növekedésében nagy szerepet játszanak a következő tényezők :

1. a hőmérséklet ;
2. a nedvesség ;
3. a fény mennyiség ;
4. a szél, hó, zuzmára pusztító hatása ;
5. a fában élősködő és a fa levelét pusztító férgek és rovarok, valamint az élősvíró növények ;
6. az erdőtüzek.

1. A hőmérséklet elsősorban az éghajlatban jut kifejezésre. A forró-égyövi, a mérsékelt és a hideg övezetben ugyanazon fajta fának fejlődése különböző. De ugyanazon területen is az évenkénti melegmennyiség igen eltérő lehet. Még ha a csapadékviszonyok egyformák is, hidegebb környezetben lassúbb a fa fejlődése, tehát az évgyűrűk keskenyebbek lesznek. A fa átmérője tehát egymagában véve semmiképpen nem árulja el annak korát.

A keskeny évgyűrű csapadékiszegény forró, száraz nyár következménye is lehet, tehát a nedvesség eloszlását a hőmérséklettel együtt kell figyelembe venni.

2. A csapadék évi mennyisége még nem döntő tényező az évgyűrűk szélessége mellett még a legkedvezőbb hőmérsékleti viszonyok mellett sem, mert kérdés, hogy egy nagy évi csapadékmennyiség hogyan oszlik meg a fa fejlődési idején. Ha az évi csapadék nagy része télen hó alakjában hull le, vagy ősszel, a fa növekedését kevésbé segíti elő, mint egy kisebb évi csapadék, amely a fa növekedési időszakára, tavaszra vagy nyárra esik.

De itt sem egyszerűek a viszonyok. A fára nézve nemcsak a talajnedvesség, hanem a légnedvesség is fontos. Nagyobb csapadékmennyiség kedvező hatását is leronthatják a talajt és levegőt szárító szelek, viszont kisebb csapadékmennyiség is jobb növekedést eredményezhet, ha a felhőzet és a szél a párolgatásra kedvezőek.

3. A fény a növényi sejtek fejlődésének elengedhetetlen feltétele. A fa fekvése szerint (sűrű erdőben vagy nyiltabb területen fekszik) különböző mennyiségű fényt kaphat a fa, de a felhőjárások is fontos szerepet kapnak e tekintetben.

4. Az időjárás pusztító hatása nyilvánulhat abban, hogy a szél, vihar letördeli az ágakat, vastag hótakaró, zuzmara súlya alatt szintén nagy kár érheti a fát s megfosztja koronájának egy részétől, ami viszont a növekedést hátráltatja.

5. A fa belsejében élőködő férgek a fa életerejét csökkentik, a rovarok által a levelüktől megfosztott fák növekedése elmarad. Az élősdii növények szerepe szintén figyelembe veendő körülmény.

6. A tapasztalat szerint az erdőtüzeket átvészelt fák fejlődése a szenvedett károk miatt évekre visszamarad.

Mindezekből látható, hogy a fa évgyűrűiből levonható következtetéseket sok szempontra kiterjedő szigorú kritikai vizsgálatnak kell megelőzni. Sok esetben nagyszerű eredmények mutatkoznak a felületes szemlélet alapján s ezek értékét teljesen leronthatják a mellékkörülmények hatását is figyelembevevő vizsgálatok. Az is előfordul, hogy a közvetlen szemlélet semmi eredménnyel sem biztat, de a mellékkörülmények figyelembevételével nagyszerű összefüggések derülnek ki.

Célunk a fák évgyűrűi és a napfoltok száma közötti összefüggést megvizsgálni, de mint az eddgiekből látjuk, ez az összefüggés már másodlagos, mert a közvetlen összefüggések a napfoltok és az időjárás, valamint az időjárás és a fák növekedése között állanak fenn.

Arra a kérdésre tehát, hogy a napfoltok és az évgyűrűk között milyen összefüggés áll fenn, két módon adhatjuk meg a feleletet.

1. Vizsgáljuk, hogy a napfolttevékenység és az évgyűrűk milyen összefüggésben vannak egymással s ez esetben közvetlen eredményt a megfigyelések adhatnak. Arra az időre, amelyre a megfigyelések kiterjednek, ellenőrizhetjük a fák évgyűrűinek vastagsága és a napfoltok közötti összefüggést. Így tisztán tapasztalati úton oly eredményt kapunk, amelyet a napfoltok hatásaként jelentkező uralkodó tényezők hoztak létre. Az eddig elmondottak alapján világos, hogy az összefüggés nem lesz minden esetben egyértelmű, hiszen a felsorolt módosító mellékkörülményeket ennél a vizsgálatnál nem vettük tekintetbe.

Az eddigi eredmények azt mutatják, hogy a napfoltok két évszázadra terjedő feljegyzései nyomán a fák évgyűrűi és a napfolttevékenység nem minden vidéken és nem minden fajta fánál mutat párhuzamosságot. A kifejezetten óceáni vagy kifejezetten szárazföldi éghajlat, vagy általában az oly vidékek éghajlatai, amelyekben a csapadékeloszlás és az időjárás elemek bizonyos állandóságot mutatnak, a fák évgyűrűi határozottabban mutatják a napfoltokkal való összefüggésüket, mint az olyan vidékeken, ahol az időjárás szeszélyessége folytán az évszakok beköszöntése és a csapadék, valamint a napfénytartam semmi állandóságot nem mutatnak az egymásra következő években.

Ennek a ténynek az a magyarázata, hogy az állandóbb éghajlatú területeken az időjárás elemek évenként többnyire szabályosan ismétlődő módon jelentkeznek. A fák egyenletes növekedésének feltétele megvan. A napfoltokban jelentkező módosító hatás ilyen helyeken határozottabban érvényesül, tehát a fák évgyűrűi és a napfoltok száma között az összefüggés feltűnő.

2. A napfoltok és az évgyűrűk összefüggésének vizsgálata közvetett módon történik. E módszer körülményesebb, rendszeresebb vizsgálatot igényel, de az eredmény is tanulságosabb. Ebben az esetben mindazokat az eltéréseket, amelyek a napfoltok és az évgyűrűk között mutatkoznak, kiküszöbölhetjük.

Heinrich Walter vizsgálatai (Heinrich Walter, Die Jahresringe der Bäume als Mittel zur Feststellung der Niederschlagsverhältnisse in der Vergangenheit, insbesondere in Deutsch-Südwestafrika. Die Naturwissenschaften 1940. 607. old.) szerint a német-délafrikai fáknál az évgyűrűk vastagságának maximumai 6—17 év, a minimumok 5—21 évek között váltakoznak, de nem teljes az egyezés a napfoltperiódusokkal. Míg a napfoltok és a csapadékmennyiség, vagy méginkább a napfoltok és a tavak magassága között oly egyértelmű az összefüggés, hogy csak az utóbbi két évtized mutat eltérést.

Míg tehát a fák növekedését közvetlenül is elsőrendűen befolyásoló csapadékmennyiség és a napfoltok között összefüggés mutatkozik, a közvetett összefüggés, azaz a napfoltok és az évgyűrűk párhuzamossága e vizsgálatok alapján nem áll fenn. Nyilvánvaló tehát, hogy oly módosító körülmények is fennforognak, melyeknek figyelembevétele nélkülözhetetlen.

A rendszeres vizsgálatoknak tehát ki kell terjedni mindazoknak a tényezőknek érvényesülésére, amelyeket mint a fa növekedését elősegítő és gátló körülményekként felsoroltunk.

W. Huss a délafrikai *copaifera coleosperma* és az *acacia girafae* fák évgyűrűinek vizsgálatából arra az eredményre jutott, hogy az összefüggés jó s hogy az évgyűrűk vastagsága és ezzel a csapadékmennyiség értékei között a maximumok periódusa 10, év és 20 évenként a maximumok még kifejezettebbek.

Abban az esetben, ha ez a felismerés valóságos szakaszosságot tüntet fel, tehát nem csupán a megfigyelési időszakban mutatkozó véletlen egyezés — az eredmény igen becses eszközül szolgálhat arra, hogy a jövőben várható csapadékmáximumok idejére előre következtethessünk. (A kaliforniai *Sequoia* évgyűrűinek tanulmányozásából mutatták ki. A. Wagner: Klimaänderungen und Klimaschwankungen c. munka 100. old.), hogy a 715, 1100, 1290 és 1585-ös évek különösen szárazak voltak. Az 1276—1299-ig tartó periódust Dougllass mint a nagy száraz időszakot említi.

Összefoglalva tehát az eddig eredményeket, azt mondhatjuk, hogy az állandóbb jellegű éghajlat fájának (különösen a kaliforniai *sequoia*-pálmák, melyek több ezer évig is élnek) évgyűrűi a napfoltfeljegyzések alapján párhuzamosságot mutatnak a napfolttevékenységgel. Jó összefüggést mutatnak az eberswaldi fenyőfák évgyűrűi is (Detre László: Üzenetek a világrűből, 163. old.). Tehát a megfigyeléseket megelőző időre (több évszázadra, sőt évezredre visszamenőleg) a fák évgyűrűiről megbízható módon leolvashatjuk a napfoltmaximumok idejét. Az így visszakövetkeztetett eredmények azonban annyiban hibásak, amennyiben a most már általunk ellenőrizhetetlen egyéb módosító hatások (fákat pusztító élősdiek nagymérvű fellépése, erdőtüzek stb.) is jelen voltak.

A napfoltok és a fák évgyűrűi közötti összefüggés nem mondható



általános érvényűnek, mert nem minden éghajlaton és nem minden fajta fa mutatja a párhuzamosságot meggyőző módon.

A fák évgyűrűi és a csapadékmennyiség összefüggése a hosszú életű fák esetén módot ad a csapadékmennyiségben fellépő szakaszosságok megállapítására. A kisebb, 10—20-éves szakaszosságokon kívül nagyobb, évszázadokra terjedő különösen száraz és nedvesebb periódusokat is meg lehet állapítani. Ezek a főként meteorológiai szempontból fontos eredmények a multa, és a jövőre történő következtetés szempontjából igen értékesek.

Kulin György

**Holdfogyatkozás fotometriai vizsgálata.** Régóta ismeretes, hogy a Föld árnyékának fényeloszlása a Holdon nem egyenletes. Ennek oka a légkörokozta fénytörés magasságonkénti változása, de zavaró körülményként játszhat közre a légkör szennyezettsége is: por, felhők stb. A holdfogyatkozások fotometriai vizsgálata tehát értékes módszert nyújt a Föld légkörének tanulmányozására.

Az 1938 november 7-i holdfogyatkozásról az Ondrejov-obszervatóriumban (Prága mellett) a kedvező időben végzett megfigyelések eredményéről F. Linck és V. Guth két ismertetésben számol be.<sup>1</sup>

A mérésekhez szükséges felvételek fényerős Cook-Triplett objektívvel készültek Agfa-Isochrom lemezre. Sárga szűrő segítségével volt elérhető, hogy a fényintenzitás-maximum jól megközelítette az 5800 Å-öt. Minden lemezre fotometriai skálát is kopiroztak. Az expozíció ideje csak 1 perc körül mozgott, hogy a Hold mozgása által okozott elmozdulást kikerüljék. A probléma megoldásához legkevesebb 3 felvételre van szükség. Az elsőt a fogyatkozás előtt, a másodikat a félárnyékban, a harmadikat kevéssel a totalitás előtt vagy után kell eszközölni. Az első az albedó meghatározására szolgál a holdfelület különböző pontjaiban. A második a félárnyék fényességeloszlásának és a harmadik a félárnyék és a teljes árnyék közti átmenetnek vizsgálatát teszi lehetővé. A prágai obszervatóriumban a felvételekről több mint 2400 mérést eszközöltek mikrofotométerrel. A mérések az árnyékközépponttól kifelé 10'-től 42'-ig 1'-ként, pozíciószögben pedig +15°-tól —95°-ig 5°-ként történtek.

F. Linck és V. Guth már a mérések előtt elméletileg kiszámították, hogy milyen eredményeket kapnának normális állapotú légkör esetén. Ebben az elméletben a különböző földi szélességekhez tartozó magasságonkénti hőváltozást a Ramathan diagramm<sup>2</sup> segítségével határozták meg és innen a levegő sűrűségét, mint a magasság függvényét kapták. Ebből számították ki a szükséges adatokat: a légkör általi kétszeres fénytörést  $s$  a levegő tömegét, amelyen a fény áthatol, mindkettőt, mint a magasság függvényét. Az árnyék fényeloszlását először úgy határozták meg, mintha a Nap pontoszerű fényforrás lenne. Ebben az esetben az árnyék sűrűségét két tényező befolyásolja, úgymint a fény gyengítése a refrakció által és a légréteg ab-

<sup>1</sup> Z. f. Astrophys. 18. 3. 1939. és I. Z. f. Astrophys. 20. 1. 1940.

<sup>2</sup> Nature. 123. 1929.

szorpciója. Az árnyéksűrűség  $d$  erre az esetre ki van számítva, mint  $r$  és  $P$  függvénye

$$d = f(r, P) \dots \dots \dots (1)$$

ahol  $r$  az árnyékközépponttól való távolság és  $P$  a pozíciószög. Ezekután tértek rá a valóságos árnyék sűrűségének meghatározására. Ennek egyik pontjában a  $dq$  felületelem által okozott megvilágítás  $de = b \cdot 10^{-d} dq$ , ahol  $b$  a  $dq$  napfelületelem fényereje és  $d$ -t az (1) adja. Tehát ennek a pontnak a Naptól való megvilágítása:

$$e = \int b \cdot 10^{-d} dq,$$

ahol az integrálás jele az egész Nap felületére vonatkozik. Legyen a Hold ugyanazon pontjának a megvilágítása holdfogyatkozáson kívül  $E = \int b \cdot dq$ . Az árnyék sűrűségét  $e$  két fényesség egymáshoz való viszonyának a logaritmusá adja meg:

$$D = \log \left( \frac{E}{e} \right).$$

Ezzel a módszerrel számították ki a Föld árnyékának a sűrűségét, mint az árnyékközépponttól való távolság és a pozíciószög függvényét. A Nap különböző pontjainak fényességét megadó  $b$  értéket a következő képlet szerint határozták meg:

$$b = 1 - k + \frac{k}{R_{\odot}} \sqrt{R_{\odot}^2 - R^2},$$

ahol  $R$  a pont távolsága a napközépponttól,  $R_{\odot}$  a napkorong sugara =  $16'$  és  $k = 0.55$ ,  $\lambda = 6000 \text{ \AA}$  esetén.

Az elmélet által adott és a megfigyelt értékek összehasonlításánál, különösen az árnyék magjának sűrűségváltozása a pozíciószöggel tünt fel. Az egyenlítőhöz közel fekvő árnyékrészek lényegesen sötétebbek, mint a póluskörnyékiek. Ennek a magyarázatát könnyen megtaláljuk a meteorológiai vizsgálatok eredményeiben. Tudniillik a felhők maximális magassága változik a szélességi fokkal. Az alábbi táblázatban feltüntettük a cirrus-viharfelhők felső határait, melyek egyben a légkör por általi szennyeződéseinek maximális magasságai, mint a szélesség függvényét.

Szélesség ....	0°	20°	40°	60°	80°
Magasság ....	12.5 km	11 km	9 km	7 km	6 km

A táblázat alapján láthatjuk, hogy a légkör felhőzete és szennyeződése az egyenlítő környékén sokkal jobban befolyásolhatja a Föld árnyékának a sűrűségét, mint a pólusokon, mert kétszer olyan magasra emelkedhetnek a felhők. A fogyatkozás alkalmával az egyenlítő környékén nagyobb felhőket észleltek, mint a poláris vidékeken, ahol a légkör sokkal tisztább volt. Így hát az árnyék magjában az egyenlítő környéki és a póluskörnyéki részek közt nagy sűrűségkülönbség kellett legyen amit az észlelések is igazoltak.

Értékes eredményeket nyújtott az elmélet és a megfigyelés összehasonlítása, a felsőbb légrétegek vizsgálatait illetőleg is. Kiszámították az abszorpciókoefficiens a levegő tömegéből, amelyen a fénysugár áthalad. Ettől az észlelt érték  $+0.66$  eltérést adott. Ha feltesszük, hogy a magasabb légrétegekben több az ózon,  $+0.45$  ebből az értékből megmagyarázható, a többi  $+0.21$  értéket semmiféle eddig ismert abszorpcióval nem tudjuk identifikálni.

Amint látjuk, fontos következtetéseket lehet a holdfogyatkozás fotometriai vizsgálataiból levonni. Ajánlatos tehát következő holdfogyatkozások alkalmával nemcsak a fotometriai, hanem a Föld légkörviszonyainak megfigyelését is megszervezni.

Guman István

**Hírek üstökösökről.** Előző számunkban közölt üstökőshírek kiegészítéseképpen beszámolunk néhány újabb üstökösről és a már ismertett *Cunningham üstökös* fényképét közöljük (lásd a 8. lapon). A felvétel a Svábhegyi Csillagvizsgáló Intézet 60 cm-es reflektorával készült december 20-án 80 perc expozícióval. A felvételen látható csóva hossza körülbelül másfél fok, aminek a valóságban 3.5 millió kilométer felel meg. Megfigyeltek azonban kisebb gyújtótávolságú fényerős kamarákkal 7.5 fokos csóvát is (közel 16 millió km). Az üstökös fejének átmérője 12 perc, azaz 420.000 km, tehát 33-szorta nagyobb a Föld átmérőjénél.

Az üstökös a perihélium átmenet előtt január 3-ig megfigyelhető volt. Fényessége ekkor már 3.9 nagyságrendre emelkedett, tehát szabadszemmel is igen jól lehetett látni. A perihéliumon való áthaladása után a déli félgömből folytatták megfigyelését.

Classen december 18-án különböző színekben fényképezte az üstököst, s azt találta, hogy ultraibolya színben több mint 3°-os csóva mutatkozott, míg a vörösben készült felvételen a csóvának nyoma sem volt látható.

*Friend- (1941/a) üstökös.* Január 18-án fedezte fel Friend Kaliforniában az 1941. év első üstökösét, mint egy 10 nagyságrendű halvány égitestet. Január 20-án már áthaladt a perihéliumon, de jóideig csak igen kis mértékben távolodott a Naptól. A Földhöz február végéig egyre közeledett s legkisebb földtávolsága csupán 0.15 Föld—Nap távolságnyi volt. Alig valamivel több annál a határnál, amelyen belül a Föld mellett elhaladó üstökösök átvonulását meteor-esők követhetik. Az üstökös a pályájának az ekliptika feletti ívén halad, a Föld pályabeli mozgásával egyirányban s a pálya görbülete is egy darabon majdnem együtt fut a földpályával s ennek folytán több héten át csaknem azonos távolságban marad a Földtől. Az üstökös pályabeli sebessége azonban a Föld távolságában 1.4-szer nagyobb a Föld pályabeli sebességénél, ezért fokozatosan eltávolodik a Földtől.

Igen érdekes ennél az üstökösnél, hogy távcsövön át a mag nem mutat oly mértékű központi sűrűsödést, mint általában az üstökösök. Oly képet mutat, mint az extagalaktikai ködök, csóváját sem lehet megfigyelni.

A felfedezés után rövid idővel Väisälä finn professzor kiszámította az üstökös pályáját s ennek alapján további megfigyelése lehetségessé vált.

*Encke- (1941/b) üstökös.* Január 21-én érkezett a hír, hogy az 1941-

ben visszatérő rövidperiódusú Encke-üstököst Van Biesbroeck megtalálta. Ez az üstökös legutóbb 1937-ben volt napközben a legnagyobb fényességében a 6 nagyságrendet is elérte. Valószínűleg ez évben is eléri ezt a fényességet, noha megtalálásakor csak 17 nagyságrendű volt.

*Paraskevopoulos- (1941/c) üstökös.* Felfedezése igen nagy feltűnést okozott, minthogy a január 24-én érkezett jelentés szerint fényessége  $2^m$  volt, azaz annyi, mint a Göncölszékér fényesebb csillagaié, tehát szabadszemmel jól lehetett látni. Nagy fényessége, kicsiny földtávolsága (0.25 csill. egys.) mellett az üstökös nagyobb tömegével magyarázható. Kicsiny földtávolsága miatt igen gyors volt a látszó mozgása. Felfedezésekor, január 24-én még  $17^h 14^m$  és  $-49^\circ$  volt a látszó égi helye, míg február végére már  $1^h 55$  és  $+5^\circ$ . Eddigre azonban földtávolsága megnégyszereződött s ez a fényességének mintegy 3 nagyságrenddel való csökkenését idézte elő. Az első jelentésekből nem számíthattunk arra, hogy tőlünk is látható lesz, azonban, mint kiderült, deklinációbeli mozgásának irányát a távirati értesítés ellenkező előjellel adta meg.

Az előző számunkban ismertetett Cunningham-üstökös perihélium átmeneté január 16-án, a Friend-üstökösé január 20-án és a Paraskevopoulos-üstökösé január 27-én történt, tehát 11 nap leforgása alatt három üstökös haladt el a Nap közelében, ami elég nagy ritkaság az üstökösök megjelenésének történetében.

*Kulin György*

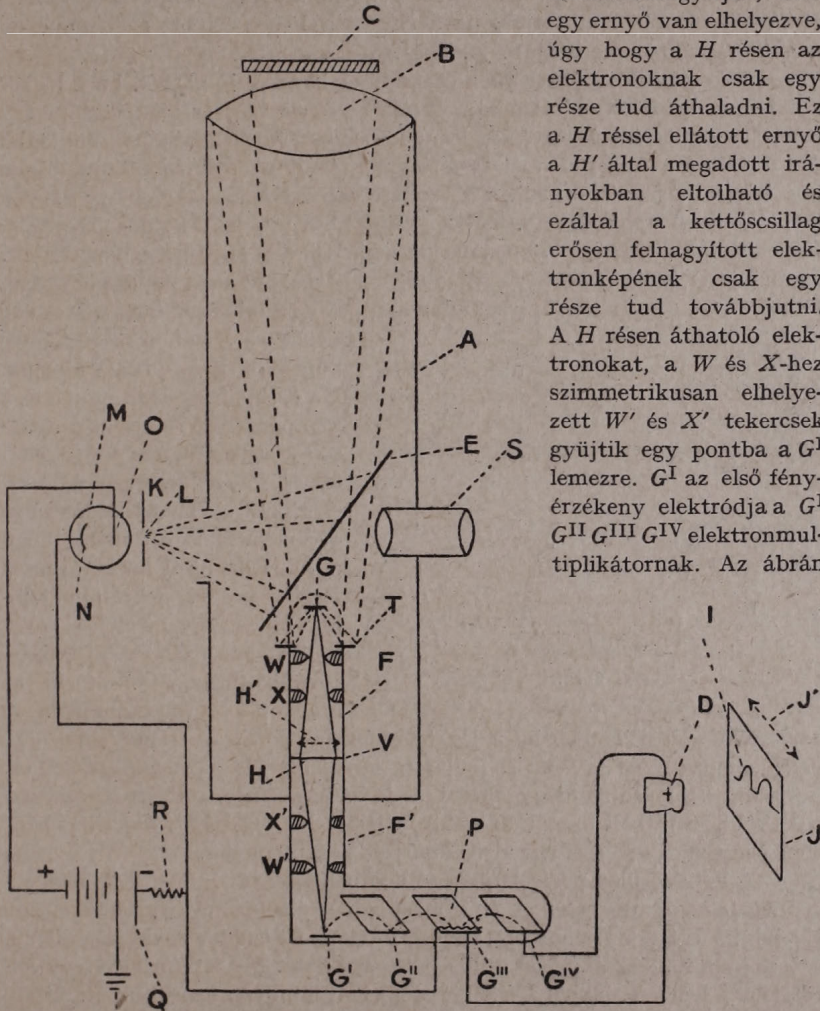
**Új módszer kettőscsillagok megfigyelésére.** Az elektronoptika újabb tökéletesítései az alkalmazását a csillagászatban is lehetővé tették. Az elektronmikroszkóp felhasználásával, M. F. Henroteau<sup>1</sup> egy új műszert tervezett a kettőscsillagok észlelésére. A műszer felbontóképesége sokkal nagyobb, mint az eddigi távcsövéké, kivéve a Michelson-féle interferométert, mellyel kisebb távolságokat is lehet mérni. Ezzel szemben megvan az a nagy előnye, hogy a komponensek fényességét és pozíciószögét is meg lehet vele határozni. Eddig a légkör zavaró hatásai lényegesen csökkentették a pontosságot kis távolságok mérésénél. Ezt a hibát is kiküszöböli ez a műszer, mert rögtön kikapcsolódik, ha a légkör nyugtalansága által a csillag képe elmosódik vagy elmozdul.

A távcsőre felszerelt elektromikroszkóp és fotocella elrendezését az 1. ábra alapján ismertetjük. Az *A* távcső fotografikus objektívje *B*, előtt egy *C* ernyő nyer elhelyezést, úgy hogy a lencse közepét eltakarja és ezáltal csak egy külső gyűrűalakú részen engedi a fényt a távcsőbe hatolni. Az ernyő alkalmazásának két oka van. Először is tudjuk, hogy az objektív belső részének az eltakarása nagy arányban növeli a távcső felbontóképeségét. Másodszor pedig az így keletkezett árnyékkúpban el tudjuk a *G* lemezt helyezni, melyre az objektívlencsén átjött fénysugarakat a *T* tükrök vetítik. Ez a lemez érzékeny fényelektromos réteggel van bevonva és az *F* elektronmikroszkóp vákuumában nyer elhelyezést. Az *E* tükrön nagyon vékony ezüstréteg van, úgy hogy a csillag fényének az egyik részét a *G*, a másik

<sup>1</sup> Journ. des Observ. 13. 11—12. 1940.

részét pedig a  $K$  lemezre vetíti. A  $G$  lemez egy elem negatív pólusához van kapcsolva és így a ráeső fény hatására elektronokat bocsát ki. Az  $F$  elektronmikroszkóp  $W$  és  $X$  tekercei, a  $G$  által adott elektronképet a  $V$

síkban felnagyítják, ahol egy ernyő van elhelyezve, úgy hogy a  $H$  részen az elektronoknak csak egy része tud áthaladni. Ez a  $H$  réssel ellátott ernyő a  $H'$  által megadott irányokban eltolható és ezáltal a kettőscsillag erősen felnagyított elektronképének csak egy része tud továbbjutni. A  $H$  részen áthatoló elektronokat, a  $W$  és  $X$ -hez szimmetrikusan elhelyezett  $W'$  és  $X'$  tekercek gyűjtik egy pontba a  $G^I$  lemezre.  $G^I$  az első fényérzékeny elektródja a  $G^I G^{II} G^{III} G^{IV}$  elektronmultiplikátornak. Az ábrán

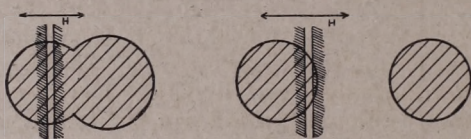


1. ábra.

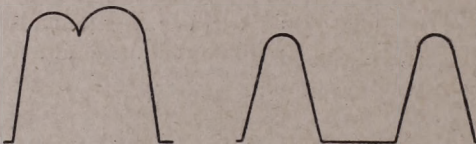
csak négy elektród van feltüntetve, de alkalmazhatunk sokkal többet is, hogy elegendő áramot kapjunk. Az így keletkezett áram hozza mozgásba a  $D$  galvanométer tükörét. Ennek a tükörnek a segítségével egy fénysugarat vetítünk a  $J$  fényérzékeny lemezre. Ez a  $J$  lemez a  $J'$  irányokban eltolható. Ha a  $J$  lemezt és a  $H$  rést egymással szinkron mozgatjuk, a kettőscsillag  $V$ -ben

erősen felnagyított képének a fényességváltozását kapjuk, melyet a  $D$  galvanométer tükre egy  $I$  görbe alakjában regisztrál. Ha a léggör egészen nyugodt, akkor a  $J$  lemezen a 3. ábrához hasonló görbéket kapunk. A 3. ábrán feltüntetett görbék, egy egészen szoros és egy jól szétválasztható kettőscsillag fényességváltozását mutatják, ha a  $H$  rést a  $V$ -ben kapott elektronképen a nyíl irányában mozgattuk. (2. ábra.)

A kettőscsillagról ellenben csak akkor kapunk jó görbét, ha a léggör egészen nyugodt. Nyugtalan atmoszféra esetén a műszer kikapcsolása egy fotocella segítségével történik. Ez a fotocella a következőképpen működik. Az  $E$  tükör a csillag fényének az egyik részét az elektronmikroszkópba bocsátja, a másik részét pedig a  $K$  lemezre vetíti. Ezen a lemezen egy nagyon kicsi kör alakú nyílás  $L$  van, melyen keresztül a fény az  $M$  fotocellára esik. Ennek a katódja  $N$  egy  $R$  ellenálláson keresztül a  $Q$  elem negatív sarkához, az anódja  $O$  pedig  $Q$  pozitív sarkához van kötve. Az elem egyik pontjában földelve van, úgyhogy a  $P$  rácstól állandó negatív feszültségen tartsa. A csillag



2. ábra.



3. ábra.

képét az  $S$  okulár segítségével pontosan az  $L$  nyílásra állítjuk. Ha a léggör egészen nyugodt, a kép pontszerű és így az  $L$  nyíláson a csillag összes fénye eléri az  $M$  fotocellát. Most a  $P$  rácstól az  $R$  ellenállás segítségével olyan feszültségre állítjuk, hogy a fotocella által adott áram a  $P$  rácstól negatív feszültségét kiegyenlítsen. Így az elektronok a multiplikátor  $G^{III}$  elektródjától tovább jutnak  $G^{IV}$ -be és az áram működésbe hozza a  $D$  galvanométert. Ellenben ha a léggör nem nyugodt, a csillag elmosódik vagy elmozdul és így az  $L$  nyíláson kevesebb fény jut a fotocellához. Ez pedig nem tudja kiegyenlíteni a  $P$  rácstól negatív töltését és ezáltal  $G^{III}$ -ból nem jutnak tovább az elektronok  $G^{IV}$ -be, így tehát, ha csillag képe nem egészen tiszta és nyugodt, a műszer kikapcsolódik.

A kettőscsillag pozíciósögét és komponensei távolságát a következőképpen határozzuk meg: A  $H$  rést először a deklinációval párhuzamosan állítjuk be és így készítünk egy felvételt. Utána a  $H$  rést  $90^\circ$ -kal elfordítjuk, úgy hogy a rektaszenciával álljon párhuzamosan. Így is készítünk egy felvételt a  $J$  lemezeire. Ebből a két görbéből már könnyen ki tudjuk számítani úgy a rendszer pozíciósögét, mint a komponensek szögtávolságát.

Megjegyzendő, hogy sok nehézséget okozhat a  $K$  lemez alkalmazása. Tudniillik az  $L$  nyílás átmérője csak néhány mikron nagyságú lehet. Már pedig ilyen kis szabályos kör alakú nyílás előállításuk sok nehézséget okozhat. És ha sikerülne is ilyen kis nyílást előállítani, a csillag képét ráállítani igen nehéz lenne. Ezért talán egy jobb megoldás, a képet a fotocella előtt felnagyítani és  $L$  helyett egy állítható rést alkalmazni (a spektroszkóp részéhez hasonló).

Az objektívlencse előtti  $C$  ernyő nem okozhat semmi hátrányt. Az objektíven átengedett fény így is elegendő az elektronmikroszkóp és egy modern fotocella működtetésére. Az elektronmikroszkópból kapott áramot pedig a multiplikatórral a tízmilliószorosára is fel tudjuk nagyítani.

Nézzük, milyen eredményekre számíthatunk. A csillagok átmérője az objektív fókuszában 50 és 5 mikron között van. Egy egyszerűbb elektronmikroszkóp, 100—1000-szeres nagyítással, 5 mm-es képet adna a csillagról. A  $H$  rés méretét ajánlatos 0.05 mm-nek venni. Ha ezt a műszert 600 mm-es objektívvel használjuk, melynek a közepe egy 500 mm-es átmérőjű koronggal van lefedve, 0.02 felbontóképességet érhetünk el. A mount-palomar-i 5 m-es teleszkópra alkalmazva, lehetővé válna 0.003 távolságok mérése is.

M. F. Henroteau a műszer leírását már elküldte az Egyesült Államokba, de addig is, amíg Amerikából választ kap, az első kísérleteket a marseille-i 800 mm-es Foucault teleszkópon fogják végezni. Érdeemes megjegyezni, hogy ugyanezen a teleszkópon végezték az első méréseket a Michelson-féle interferométerrel is.

Guman István

**A Wolf—Rayet-csillagok fizikai természete.** Mint ismeretes, a Wolf—Rayet-csillagok színképét erősen kiszélesedett emissziós vonalak jellemzik. Két osztályba sorolhatók és pedig a szén- és nitrogén-osztályba. Az előbbieknél elsősorban a CII, CIII, CIV, OIII, OIV, OV, HeI, HeII, az utóbbiaknál a NIII, NIV, NV és HeI, HeII vonalak a legerősebbek. Az emissziós vonalak nagy szélességét Beals után azzal magyarázzák, hogy a csillagot erősen táguló gázhéjak veszik körül.

Nemrég O. C. Wilson a Mount Wilson-csillagdán készített felvételek alapján kimutatta, hogy a HD 193576 Wolf—Rayet-csillag spektroszkópiai kettős. A radiális sebesség amplitudója igen nagy és a másik B<sub>1</sub>-komponens vonalai is jól láthatók. Minthogy eddig nem ismertünk WR-típusú kettős-csillagot, most először nyílt alkalom, hogy egy Wolf—Rayet-csillag tömegéről, illetve legalább is annak alsó határáról, felvilágosítást kaphassunk.

Az 1937—39. évekből való 49 spektrogrammból Wilson a keringési időre 4.212-t, a Wolf—Rayet-komponens minimális tömegére 9.7 naptömeget kapott.<sup>1</sup> Meglepő eredmény a mérésekből, hogy a rendszer súlypontjának radiális sebességére a két komponensből 90 km/sec-mal különböző eredmény adódik: a WR csillagból + 56 km/sec, a B-csillagból —34 km/sec. Stellarstatistikai megfontolások alapján az utóbbi érték a valószínűbb és az eltérés akkor azt mutatja, hogy a WR emissziós vonalaknál 90 km/sec vöröseltolódás lép fel.

Egyéb WR csillagok színképének vizsgálatából kiderült, hogy hasonló mértékű vöröseltolódás a WR színképek általános tulajdonsága.<sup>2</sup> A vöröseltolódást csak kétféleképp magyarázhatjuk. 1. A csillag folytonos színképét a táguló héjban levő atomok abszorpciója gyengíti. Mivel az ab-

<sup>1</sup> O. C. Wilson: The Wolf—Rayet spectroscopic binary HD 193576. Ap J. 91. 379. MW Contr. 623. 1940.

<sup>2</sup> O. C. Wilson: Physical characteristics of the Wolf—Rayet stars. Ap J. 91. 394. MW Contr. 624. 1940.

szorpcióban résztvevő atomok köztünk és a csillag között vannak és így felénk közelednek a héj tágulása folytán, a folytonos színképnek az emissziós vonalak ibolya szélébe eső részét gyengítik. Végeredményben a kiterjedt vonalak ibolya része látszólag gyengül. Ha ez a magyarázat helytálló, a WR-csillagokról alkotott nézeteinket nem kell megváltoztatni. Ezek szerint a WR-csillagok sugara 2—3-szor akkora, mint a Napé, felületi hőmérsékletük  $50\text{--}100.000^\circ$ , amint az Zanstra elméletének alkalmazásából adódik. A gázhéj sugara, amelyben a fényes vonalak létrejönnek, egy nagyságrenddel nagyobb a mag sugaránál. 2. A vöröseltolódás gravitációs. Ebben az esetben a fent kapott minimális tömeggel számolva is, a csillag sugarára rendkívül kicsi érték adódik, kisebb, mint a Jupiteré. Ebbe bele van számítva a csillagot körülvevő héj is, úgyhogy a mag még ennél is kisebb és a csillag sűrűsége  $10^5\text{ g/cm}^3$  rendű lenne. Ezzel kapcsolatban meg kell említeni, hogy a bolygószerű ködfoltok magjaira is, melyek szintén WR-csillagok, kis sugár és nagy sűrűség adódik. A vöröseltolódás úgy látszik itt is fellép, de az eddig rendelkezésre álló megfigyelési anyagot nem lehet döntőnek elfogadni.

A két magyarázat közt csak újabb, nagyobb diszperziójú spektrográffal végzett pontos spektrálfotometriai mérések dönthetnek, azonkívül az expandáló héj abszorpciójának elméletét is jobban ki kellene fejteni.

D. L.

**Emissziós vonalak extragalaxisok színképében.** A Lick-observatóriumban N. V. Mayall szisztematikus megfigyeléseket végzett az extragalaktikus ködök közeli ultraibolya színképének vizsgálatára. A spektrográf optikája UV üvegből készült. A megfigyelések váratlan eredménye az egyszerűen ionizált oxigén  $\lambda 3727$  tiltott dublett-vonalának jelenléte igen sok észlelt köd színképében. A megfigyelési anyagot tulajdonképpen a látszólagos radiális-sebesség meghatározása érdekében gyűjtötte, a  $\lambda 3727$  vonal előfordulását azonban még az egész anyag közzététele előtt diszkutálja.<sup>1</sup>

Mindenekelőtt, mivel a vonal nem minden ködben, hanem csak igen nagy részükben fordul elő, összefüggést kell keresni a ködre jellemző tulajdonságok és a vonal előfordulása között. Az észlelt ködök száma 82. Ezek közül  $\lambda 3727$  emissziót talált 30-ban, de több olyan köd is van még az észlelteket között, melyben nehezen volt eldönthető, jelen van-e a vonal vagy nincs és ezek között valószínűleg van néhány olyan eset, melyben a vonal hiánya annak tulajdonítható, hogy a  $\lambda 3727$  színképvidéken a lemez expozíciója gyöngye volt. Ilyenformán a fenti számadat valószínűleg az előfordulási eseteknek minimumát jelenti. A 36"-es Crossley-reflektorral készült Lick-anyagon kívül a Mount Wilson-on, ugyancsak radialis sebességvizsgálata céljából készített felvételeken is föllelte Humason a  $\lambda 3727$  emissziót. 100 észlelt köd közül 6-ban volt a vonal jelenléte kimutatható. Ezt a csekély-számú előfordulást a Lick-anyaghoz képest annak kell tulajdonítani, hogy az a spektrográf az ultraibolya fény számára kevésbé megfelelő.

<sup>1</sup> The occurrence of  $\lambda 3727$  [OII] in the spectra of extragalactic nebulae. Lick Bull. 497. 1940.



Az eddig rendelkezésre álló egész anyagot megvizsgálva, a vonal emissziója az extragalaxisok típusai szerint következőképp oszlik meg. Az elliptikus ködökben az emisszió valószínűleg elég ritka. Az 50 legfényesebb elliptikus köd spektroszkópiai vizsgálata csak 2-ben, NGC 1052 és NGC 3377-ben mutatta ki a  $\lambda$  3727 vonalat. A normális spirálisok között a  $\lambda$  3727 emisszió sokkal gyakrabban jelentkezik a közép és késői, mint a korai típusúakban. Az Sa-típusúakban átlag minden 6-köd közül 1 tartalmazza a  $\lambda$  3727 vonalat, míg az Sb- és Sc-típusúakban 10 közül átlag 6. Természetesen még sokkal nagyobb anyagra lenne szükség ahhoz, hogy eldönthessük az előfordulás tényleges eloszlását az egyes altípusok szerint, de mindenestre már ez a közelítő vizsgálat is ad, mint látjuk, valamely eloszlási irányt.

Az orsós és szabálytalan ködökre nézve nehezebb statisztikát csinálni, mert a megfigyelési anyag sokkal kisebb, mint az előbbi két típusból. Az eddigi anyag alapján úgylátszik, az orsós ködök harmadrésében van jelen a  $\lambda$  3727 emisszió. A normális spirálisoknak, valamennyi altípust egybevéve, körülbelül fele tartalmazza a vonalat, így ha elfogadjuk az orsós ködökre kapott bizonytalan adatot is, úgylátszik, a  $\lambda$  3727 emisszió leggyakoribb a normális spirálisokban, kevésbé gyakori az orsós ködökben és legritkább az elliptikus ködökben.

Ami a vonal előfordulása és a köd színképe közötti összefüggést illeti, az eddigi anyag alapján a következőket lehet megállapítani.

Elsősorban kétségtelenül szoros összefüggés van a  $\lambda$  3727 vonal intenzitása és egyéb emissziós vonalak jelenléte között. Ha a  $\lambda$  3727 vonal gyenge, semmi más emissziós vonal nincs. Ha közepes intenzitású, akkor már megjelennek némely vonalak, míg erős intenzitású  $\lambda$  3727 emisszió mellett a kísérő színképben számos emissziós vonalat lehet identifikálni.

Az abszorpciós vonalak szélessége és a  $\lambda$  3727 intenzitása között nem lehet semilyen összefüggést találni. Úgylátszik azonban, hogyha a  $\lambda$  3727 emissziós vonal széles, akkor a színképben valamennyi vonal, emissziós és abszorpciós egyaránt széles.

Érdekes összefüggés mutatkozik a  $\lambda$  3727 vonal intenzitása és az abszorpciós vonalak láthatósága között. Ha az abszorpciós vonalak jól elkülönítve láthatók, a  $\lambda$  3727 emisszió kicsiny intenzitású s az intenzitás nő, amint az abszorpciós vonalak mind nehezebben megkülönböztethetők lesznek. Ez igen fontos a látszólagos radiális sebességek meghatározásánál, mert olyan esetekben, amikor az abszorpciós vonalak nehezen megkülönböztethetők és így belőlük a vöröseltolódás nehezen vagy egyáltalán nem mérhető, a  $\lambda$  3727 vonal jól mérhető s a vöröseltolódást így meg lehet határozni.

Az abszorpciós színkép színképtípusa és a  $\lambda$  3727 vonal intenzitása között nem lehet összefüggést találni. Határozott összefüggés mutatkozik azonban a  $\lambda$  3727 vonal intenzitása és a közelében levő ultraibolya kontinuum relatív intenzitása között. Ha ez a kontinuum a távolabbi, rövidebb hullámhosszú ultraibolyához képest erős intenzitású, akkor  $\lambda$  3727 is erős és ha a kontinuum gyöngye, akkor az emissziós vonal is az.

Hogyan oszlik el a  $\lambda$  3727 emisszió a köd területén? Az eddig gyűjtött anyag nem alkalmas teljes egészében ennek a kérdésnek eldöntésére. Ugyanis az anyaggyűjtés első két évében, mikor még nem számítottak arra, hogy ezen

emissziós vonal vizsgálatára fog alkalom nyíltni és csupán a vöröseltolódás vizsgálata érdekében fényképeztek, a spektrográf részének szerkezete nem volt alkalmas az emisszió eloszlásának vizsgálatára. Keskeny, vagy pontszerű ködök fényképezésekor a rés tologatásával hozták létre a radiális sebesség vizsgálatára alkalmas szélességű spektrumot. Mikor később nyilvánvalóvá vált, hogy mennyire érdemes lenne az OII emisszió vizsgálatára nagyobb gondot fordítani, átalakították a rést, úgy, hogy az emisszió eloszlása a rés hosszában megállapítható lett. Ezeknek az észleléseknek alapján Mayall táblázatot készített a  $\lambda$  3727 eloszlásáról, amelyből azonban általános törvényszerűségeket nem nagyon lehet egyelőre levonni. Leginkább érvényesnek látszik az az általános megállapítás, hogy a korai típusú spirálisokban a mag vidékére korlátozódik a  $\lambda$  3727 emisszió, míg a késői típusokban a köd egész területén, többé vagy kevésbé egyenletesen oszlik el. De az olyan ködökben, amelyek fősíkjukkal a látóvonal irányához hajlanak, gyakrabban lehet észlelni az egész ködre eloszlott emissziót mint azokban, melyeknek fősíkja a látóvonalra közel merőlegesen helyezkedik el. Így természetesen lehetséges, hogy az emisszió minden esetben az egész ködben megvan, csak a látóvonalban fekvő ködök fénye a köd szélső vidékeiről is összegyűlve érkezik a részbe, míg a szemben elhelyezkedő ködöknek praktikusán csak a magtájék fényéről kapunk színeképet, minthogy a környező vidékek fénye rendkívül gyenge. És csakugyan, azokban a szembenlátszó ködökben, melyeknek spirális karjai erős fényűek, a karokban mindenütt meglehetősen intenzitással jelentkezik a  $\lambda$  3727 emisszió.

Ami az emissziós vonal keletkezésének körülményeit illeti, lehetséges, hogy az extragalaxisban levő diffus gázfelhőkből származik, melyeket a bennük levő igen fényes csillagok gerjesztenek, szóval ugyanúgy, mint a Tejútban levő diffúz ködökben. Lehetséges azonban az is, hogy az egész extragalaxisban eloszlott intersztelláris anyagból származik. A Tejút intersztelláris sugárzásában tényleg jelen van a  $\lambda$  3727 tiltott vonal Struve és Elvey vizsgálatai szerint, a Cygnus-Cepheus csillagképekben nagyon nagy kiterjedésű, igen halvány fényű ködökben.

A  $\lambda$  3727 tiltott vonal a legerősebb emissziós vonal az extragalaxisokban, ami atomfizikai megfontolásokból könnyen érthető. A többi emissziós vonal, ami föllép a köd színeképeben, főleg H $\delta$ , H $\gamma$ , H $\beta$ , az N $_1$ , N $_2$  ködvonalak és a  $\lambda$  4363 OIII vonal, néha a NeIII két vonala. Ennek az utóbbi két vonalnak olyan erős gerjesztés kell, hogy jelenlétük eléggé feltűnő. Az emissziós H-vonalak a Tejút intersztelláris anyagában is fellépnek.

Az NGC 4151 spirális köd színeképeben sok olyan emissziós vonal van jelen, amilyen egyetlen másik köd színeképeben sem volt eddig található. Ez a színekép minden tekintetben rendkívüli. A  $\lambda$  5200 NI vonal, mely ugyanolyan  $^4\text{S}-^2\text{D}$  dublett, mint a  $\lambda$  3727, eddig kizárólag az NGC 4151 köd színeképeben volt észlelhető, pedig Bowen számításai szerint ez az vonal egy 9—13 óra hosszú élettartamú állapotból való átmenettel jön létre, úgyhogy igen gyakori előfordulása volna várható. Mégis, csupán ebben az egyetlen ködben van jelen. Érdekes az is, hogy ugyanitt az igen nagy gerjesztési fokot kívánó NeV, AIV és FeVII vonalak is jelen vannak.

Balázs Júlia

## SZAKOSZTÁLYI ÜGYEK

A Szakosztály február 12-én tartotta ezévi első előadó ülését. Strommer Gyula tagtárs «Csillagászati fényelektromos fotometria» címmel tartott előadást. Az előadást a következő számunkban közöljük.

Március 12-én, mint vendég, Kenessey Kálmán adott elő «Konkoly-Thege Miklós emlékezete (halálának 25-ik évfordulójára)» címmel. Az előadást teljes egészében e számunkban hozzuk.

Áprilisban, minthogy a Szakosztály ülésének terminusa a húsvéti nagyhétre esett, előadó ülés nem volt.

## A Csillagászati Szakosztály mérlege

Bevétel	1940 december 31-én	Kiadás	
	P	P	
Maradvány 1939-ről ..	13.696·85	Írói és szerkesztői díjak ..	936·66
Értékpapírok .....	3.244—	Nyomatás .....	2.378·93
Telekeladásból befolyt	1.062·50	Jegyzői tiszteletdíj ...	200—
Szelvénykamat .....	169·20	Kis nyomtatványok ..	28·42
Szakosztályi díjakból befolyt 1940-ben (benne a Társulattól kapott P 1000— és az Államtól kapott P 300— segély) .....	3.779·48	Vegyes .....	193·34
Adomány .....	500—	Kezelési tiszti díjak ..	292·63
Készpénzmaradvány kamata .....	273·93	Postadíjak .....	48·01
Vételár hátralék köv. .	1.062·50	Maradvány 1941-re :	
Hirdetésért .....	299·60	Készpénz .....	15.703·57
		Értékpapír .....	3.244—
		Vételár hátralék ....	1.062·50
Összesen ..	24.088·06	Összesen ..	24.088·06

Budapest, 1940 december 31-én.

*Dr. Lengyel Béla* s. k.,  
társulati pénztárnok.

## HIREK

Dezső Loránt-ot kinevezték a kolozsvári egyetemi csillagvizsgáló intézethez asszisztensnek.

Kulin Györgyöt kinevezték a svábhegyi csillagvizsgáló intézet asszisztensének, Kulinné Blahó Magdát ugyanoda gyakornoknak.

A hamburg-bergedorfi csillagvizsgáló élére O. Heckmann került Göttingenből, ugyanoda obszervátornak K. Wurm-ot nevezték ki Potsdamból. W. Becker-t, a potsdami csillagda asszisztensét kinevezték a bécsi

csillagdához obszervátornak. A göttingeni csillagda élére **P. ten Bruggencate** került Potsdamból. A strassburgi csillagda vezetésére **J. Hellerich**-et hívták meg Hamburgból.

## SZERKESZTŐI ÜZENETEK

Tagsági vagy előfizetési díjjal hátralékos tagtársainkat és előfizetőinket kérjük a hátralék szíves átutalására.

Minden közérdekű csillagászati kérdésre a szerkesztői üzenetek között, vagy a lap más helyén választ adunk.

Működvelő csillagászoknak csillagászati műszerek beszerzésére vagy ilyenek eladására vonatkozó hirdetéseit folyóiratunkban díjmentesen közöljük.

**A Svábhegyi Csillagvizsgáló Intézet** kéri a lap amaz olvasóit, kiknek birtokában van **Kelényi B. Ottónak** az intézet kiadványai sorában 1930-ban megjelent *A magyar csillagászat története* c. műve, szíveskedjenek azt az intézetnek átengedni vagy eladni, mert az intézet már csak egyetlen egy példánnyal rendelkezik.

**T. I. Bp.** Az amerikai ötméteres tükörteleszkop felállítása nem fogja alapjában megdőnteni a csillagászat eddigi eredményeit. Már évszázadok óta ismerik úgy a gömbháromszögtan mint a síktrigonometriát és kétségtelenül helyesen alkalmazták a Föld méreteinek a meghatározására és a csillagászatban. A Föld méreteit ismerjük méter pontossággal, a bolygók és sok állócsillag távolsága is meg van határozva. Az asztrofizika kétségen kívül megállapította, hogy a csillagok tömeggel bíró testek és anyagi felépítésükről is megcáfolhatatlan adatokkal rendelkezik.

A 8 Órai Ujság 1941 január 4-én közölt «Forradalom a csillagászatban» című cikkben idézett munkákat nem szakemberek írták és a bennük előforduló megállapításoknak nincs tudományos alapja. Ezeket az elméleteket a matematika és fizika tekintetbe vétele nélkül, tisztán csak a fantázia és rosszul alkalmazott filozófia segítségével állították fel. *G. I.*

# CSILLAGÁSZATI LAPOK

A KIR. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT  
CSILLAGÁSZATI SZAKOSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

4. évfolyam

1941

2. szám

## A GALAKTIKAI CSILLAGFELHŐK ÉS HALMAZOK EGYENSÚLYÁRÓL

(Második közlemény.)

A 7a. egyenletekből csak a  $\lambda_1/\lambda_3$  és  $\lambda_2/\lambda_3$  viszonyokat lehet kiszámítani.  $\lambda_3 > 0$  megkötéssel ez az érték még mindig meghatározatlan marad. Hasonlóképpen meghatározatlan még a 4. egyenletben fellépő  $C$  konstans is. Ha tehát a sűrűség- és sebességeloszlást tökéletesen le akarjuk írni, a rendszer eddig felhasznált jellemző adatain kívül még kettőt kell tekintetbe venni. Előírhatjuk még pl. a rendszer összes csillagainak számát ( $N$ ) és kinetikus energiáját ( $E$ ):

$$N = C \cdot \iiint_{-\infty}^{+\infty} \iiint_{-\infty}^{+\infty} \iiint_{-\infty}^{+\infty} e^{-(\lambda_1 f_1 + \lambda_2 f_2 + \lambda_3 f_3)} d\xi d\eta d\zeta du dv dw$$

és

$$2E = C \cdot \iiint_{-\infty}^{+\infty} \iiint_{-\infty}^{+\infty} \iiint_{-\infty}^{+\infty} (u^2 + v^2 + w^2) e^{-(\lambda_1 f_1 + \lambda_2 f_2 + \lambda_3 f_3)} d\xi d\eta d\zeta du dv dw.$$

Az így adódó feltételek természetesen igen komplikáltak lesznek (az első pl., mint ki lehet mutatni, általában egy hatodfokú determinánsra vezet) és azokat nem részletezzük. Elég leszögeznünk, hogy a fentebb tárgyalt feltételekből kifolyólag az integrálok pozitívek. Mineur  $N$  helyett a homogén ellipszoid sűrűségét vezeti be akként, hogy tömegét egyenlővé teszi a csillagfelhő tömegével és feltételezi, hogy a homogén ellipszoid tengelyhosszai úgy aránylanak egymáshoz, mint az egyenlő sűrűségű felületek tengelyei, tehát

$$\frac{4\pi}{3} abc \cdot \rho = N; \quad \frac{1}{a^2} : \frac{1}{b^2} : \frac{1}{c^2} = P_1 : P_2 : P_3.$$

Ilyenformán, ha  $E$  kinetikus energia értéke ismeretes, a  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$  értékeket a tengelyhosszak értékeire lehet visszavezetni. Általában azonban az energia értékét nem tekinthetjük ismertnek. Adott tengelyhosszak és sűrűség mellett tehát még a megoldás egy meghatározatlan paramétert tartalmaz. Ennek meghatározására elegendő lenne a sűrűség ismerete a csillagfelhő egy pontjában. A középpontban például

$$\begin{aligned} \rho_0 &= C \cdot \iiint_{-\infty}^{+\infty} e^{-\left[\lambda_1(u^2+v^2) + \lambda_2 w^2 - \lambda_3 \frac{\alpha + \beta_1 - \beta_2}{2n} u^2\right]} du dv dw \\ &= C \cdot \iiint_{-\infty}^{+\infty} e^{-[Q_1 u^2 + Q_2 v^2 + Q_3 w^2]} du dv dw = C \cdot \frac{\pi^{3/2}}{\sqrt{Q_1 Q_2 Q_3}}. \end{aligned}$$

A fenti elhanyagolásoknak megfelelően a sűrűséget a rendszer közép-pontjában egyenlővé lehet tenni a homogén ellipszoid sűrűségével, amiből a  $Q_1, Q_2, Q_3$  együtthatókban fellépő  $\lambda$  paraméterek és  $C$  konstans közt az előbbieken kívül még egy összefüggés adódik. Minthogy  $\lambda_1$  és  $\lambda_2$  kifejezhetők  $\gamma a$  egyenlet alapján a tengelyhosszak és  $\lambda_3$  segítségével, a két utóbbi összefüggés pedig ilyenformán a tengelyhosszakon és a sűrűségeken kívül még  $\lambda_3$  és  $C$  értékek lépnek fel, e két utóbbit az előbbiekek segítségével ki lehet fejezni. Ha tehát ismerjük a Galaktika differenciális rotációjának konstansait és így az  $\alpha$  és  $\alpha'$  értékeket a csillagfelhő közép-pontjára vonatkozóan, akkor az ellipszoidális csillagfelhő három tengelyének hossza, amely alatt a homogén ellipszoid három tengelyének hosszát értjük és a sűrűség egyértelműen meghatározzák a dinamikai egyensúlyban lévő rendszer sebesség- és sűrűségeloszlását.

Az eljárás természetesen nem korrekt, amennyiben másodszor is igénybeveszi azokat az elhanyagolásokat, amelyeket egyszer már a mozgásegyenletek felállításánál alkalmaztunk, hogy t. i. egyszer dinamikai egyensúlyban lévőnek vesszük a felhőt, másszor pedig homogén sűrűségű ellipszoiddal hasonlítjuk össze.

Ha már most az elméletet egy bizonyos csillagfelhőre alkalmazni akarnók, akkor ismerni kellene a galaktikai potenciáljára vonatkozó  $\alpha$  és  $\alpha'$  konstansokat a csillagfelhő középpontjában. Ez olyan nehézségekre vezet, amelyeket mai ismereteink alapján nem lehet megoldani, mert a galaktika rotációjának szögsebességét ill. a differenciális rotáció együtthatóit mint a tengelytől mért távolság függvényeit nem ismerjük. Ha az elmélet maga eleve minden kifogástól mentes lenne, akkor éppenséggel a fordított eljárást lehetne követni, hogy t. i. a csillagfelhők alkatából (a sűrűségből, tengelyhosszakból, sűrűség- és sebességeloszlásból) vonnánk le következtetéseket  $\alpha$  és  $\alpha'$  konstansokra nézve. Csak hogy az alkalmazott elhanyagolások folytán a Mineur-féle elméletet csak közelítésnek lehet tekinteni. Tekintve, hogy nem áll módunkban megállapítani, milyen mértékben tér el a Mineur-féle megoldás a probléma szigorú megoldásától, ez az eljárás egyáltalán nem is jöhet tekintetbe. Mineur elméletének gyakorlati (numerikus) alkalmazásánál a Naprendszernek a galaktika dimenzióihoz képest szűk kiterjedésű szomszédságára kell szorítkoznunk, amelyben  $\alpha$  és  $\alpha'$  értékeit ismerjük. Minthogy az eloszlás négy paramétertől ( $\rho, a, b, c$ ) függ és azt nem lehet e paraméterek segítségével áttekinthető formulákban kifejezni, a numerikus megoldásnál célszerű grafikus módszereket, illetve (pl. a

$\beta$  értékek meghatározására) táblázatokat használni. Mineur ilyen módszerrel két esetet tárgyal, amikor a felhő alakja rotációs ellipszoid.

Az első esetben  $a = b, c < a$ . Ebben az esetben a

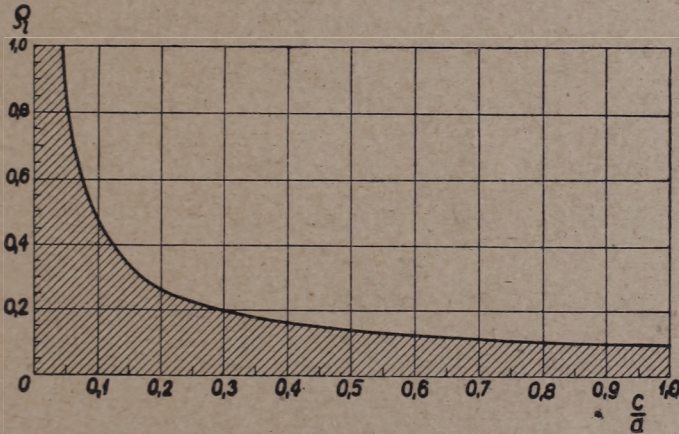
$$Q_1 > 0, Q_2 > 0, Q_3 > 0$$

feltételek ki vannak elégítve, mert

$$\begin{aligned} \beta_1 = \beta_2 &= 2\pi f a^2 c \int_0^\infty \frac{d\lambda}{(a^2 + \lambda)^2 \sqrt{c^2 + \lambda}} = \\ &= 2\pi f \cdot \varrho \frac{c}{a} \int_0^\infty \frac{d\left(\frac{\lambda}{a^2}\right)}{\left(1 + \frac{\lambda}{a^2}\right)^2 \sqrt{\frac{c^2}{a^2} + \frac{\lambda}{a^2}}} = 2\pi f \cdot \varrho \beta'_1 \left(\frac{c}{a}\right) \end{aligned}$$

lévén

$$G_{(\alpha)} = a^4 \alpha^2 > 0.$$



3. ábra.

Marad még az  $\alpha + \beta_1 > 0$  egyenlőtlenség szolgáltatása feltétel megvizsgálása, amelyből következik

$$\varrho > -\frac{\alpha}{2\pi f \cdot \beta'_1 \left(\frac{c}{a}\right)} = \varrho(v) > 0,$$

mithogy  $\alpha$  negatív.  $\beta'_1$  értékét zárt alakban lehet megadni. Ha  $\frac{c}{a} = \cos \psi$  tesszük, akkor

$$\beta'_1 = \frac{2 \cos \psi}{\sin^3 \psi} \left[ \psi - \frac{1}{2} \sin 2\psi \right].$$

Ha most ábrázoljuk a  $\varrho_l = \varrho_l \left( \frac{c}{a} \right)$  függvényt (3. ábra), úgy hogy  $\alpha$  konstans értékű a Naprendszer környezetében érvényes  $\alpha = -1.95 \cdot 10^{-15}$  értékét vesszük, akkor a görbe és a koordináta-rendszer tengelyei közt lévő részben (az ábrában vonalazva) véges tömegű csillagfelhő dinamikai egyensúlyban nem lehet. A kérdés részletezésével, amint azt Mineur idézett munkájában kidolgozta, itt nem foglalkozunk, mert az az elmélet szempontjából nem fontos. Csak azt jegyezzük meg meg, hogy ebben az esetben

$$A' = 0, \quad B' = -n.$$

A másik speciális esetben, amelyről szintén csak röviden szólunk  $a = c$ ,  $b > a$ . Ekkor

$$\beta_1 = \beta_3 = 2\pi f \varrho \cdot \beta_1' \left( \frac{a}{b} \right) \quad \text{és} \quad \beta_2 = 2\pi f \varrho \cdot \beta_2' \left( \frac{a}{b} \right),$$

ahol

$$\beta_1' = \frac{\cos^2 \psi}{\sin^3 \psi} \left( \log \frac{1 + \sin \psi}{1 - \sin \psi} - 2 \sin \psi \right) \quad \text{és}$$

$$\beta_2' = \frac{1}{2} \cdot \frac{\cos^2 \psi}{\sin^3 \psi} \left( \frac{2 \cdot \operatorname{tg} \psi}{\cos \psi} - \log \frac{1 + \sin \psi}{1 - \sin \psi} \right),$$

hogyha  $\cos \psi = \frac{a}{b}$  tesszük. Az  $\alpha + \beta_1 > 0$  egyenlőtlenség ismét egy hasonló feltételt szab meg  $\varrho$ -ra, mint az előbbi esetben. Most

$$\varrho > -\frac{\alpha}{2\pi f \beta_1'} = \varrho_l > 0$$

kell legyen. Ezenkívül ki kell még elégíteni a  $G_{(a)} > 0$  feltételt, amely a grafikus ábrában  $\varrho$  értékét két görbe közé szorítja ( $\varrho'_1 = \varrho'_1 \left( \frac{a}{b} \right)$  és  $\varrho''_1 = \varrho''_1 \left( \frac{a}{b} \right)$ ), úgy, hogy vagy  $\varrho > \varrho'_1$ , vagy  $\varrho < \varrho''_1$ . Az előbbi  $\alpha$  érték

felhasználásával a 4. ábra adódik, ahol dinamikai egyensúly ismét csak a vonalazott részen kívül lehetséges.

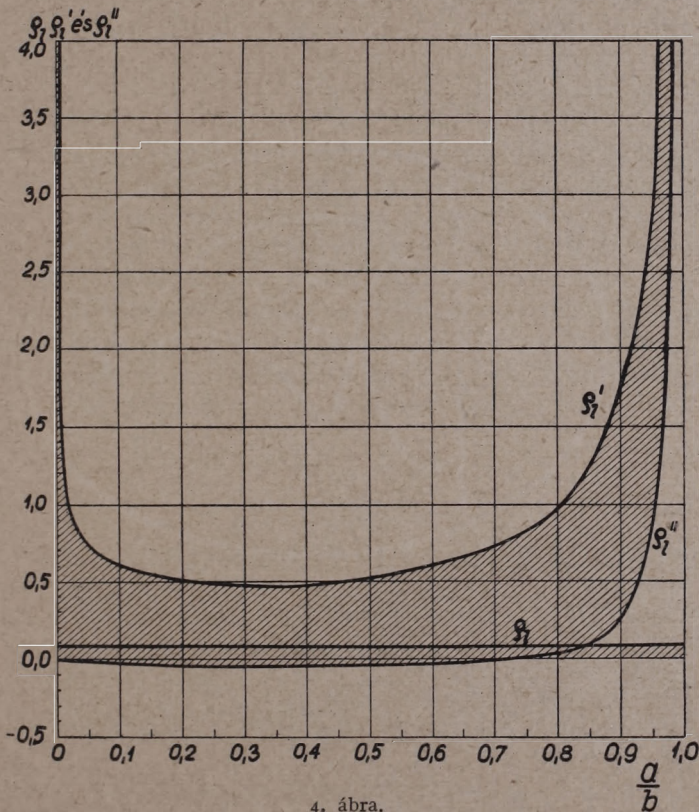
Szükséges még annak kimutatása, hogy a Mineur által számított sűrűségeloszlásnál két csillag találkozása általában igen ritka eset, vagyis hogy az egyes csillagok individuális hatásai folytán létrejött energiacsere nem számottevő. Különböző feltevésekből kiindulva ezt a kérdést Jeans és Charlier tárgyalták behatóan. Vegyük a rendszer egyes csillagainak tömegét egyenlőnek a Nap tömegével, ami megengedhető, tekintve hogy csak hozzávetőleges eredményre van szükségünk és a Mineur-féle fejtegetések is egyenlő tömegű csillagokból álló csillagfelhőkre vonatkoznak.  $G$  legyen két csillag közös tömegközéppontja



és a két csillag sebességének abszolút értéke egy  $G$ -hez rögzített koordinátarendszerben legyen  $V_0$ . Egyszerű megfontolás alapján ki lehet mutatni, hogy a tömegközépponthez rögzített koordinátarendszerben a csillagok sebessénégyzete találkozásuknál

$$v^2 = \frac{f^2}{P^2 \cdot V^2}$$

értékkel növekszik, ahol  $P$  azt a legkisebb távolságot jelenti, amelyben a két csillag elhaladt volna abban az esetben, ha köztük gravitációs



4. ábra.

erő nem hatott volna, vagyis ha a két csillag pályája a tömegközéppontra vonatkoztatva egyenes lett volna. Tegyük itt még  $V^2$  helyett a rendszer csillagának  $c_0^2$  közepes sebessénégyzetét:

$$v^2 = \frac{f^2}{P^2 \cdot c_0^2}$$

Ez a lépés az elhanyagolásokra való tekintettel megengedhető. Azt az időt, amely alatt az egyes  $v^2$  növekmények összege  $c_0^2$ -et tesz ki, nevezük a rendszer *relaxációs idejének*. Mineur szerint, ha  $\rho$  sűrűség határait  $0.05$ -nek, ill.  $5.00$ -nak vesszük (naptömeg parsec $^{-3}$  egységekben),  $c_0^2$  közép-sebességnégyzet értékét pedig  $100 \text{ km}^2 \text{ sec}^{-2}$ -nak,  $\tau$  relaxációs időre években kifejezve a következő határokat kapjuk:  $3 \cdot 10^{10} < \tau < < 4 \cdot 10^{14}$ . Ebből láthatjuk, hogy a relaxációs idő a csillagfelhők valószínű korát sokszorososan meghaladja és így, ha ezek a rendszerek egyensúlyban vannak, az egyensúly csak dinamikai lehet.

A galaktikai halmazokat *statistikai* egyensúlyban lévő rendszereknek tekinthetjük, amelyekben az egyes csillagok nemcsak az egész rendszer gravitációs hatásának vannak alávetve, hanem más csillagok individuális hatásainak is a «passage»-ok gyakorisága folytán. A relaxációs időre ugyanis a csillagfelhőknél alkalmazott módszerrel teljesen megegyező módon lehet becslést végezni. A tapasztalat azt mutatja, hogy a halmazok sűrűsége átlagban kb.  $10$  naptömeg · parsec $^{-3}$  körül van, a közepes sebességnégyzet a halmazok középpontjához rögzített koordinátarendszerre vonatkoztatva átlag  $c_0^2 = 0.01 \text{ km}^2 \text{ sec}^{-2}$ . Ezekből az adatokból kiindulva Mineur szerint a relaxációs idő  $\tau$  közelítőleg  $10^7$  év, tehát sokkal kisebb, mint a rendszerek valószínű kora. Mint-hogy az energiacsere tökéletes<sup>1</sup> és gyakran jön létre, a rendszerre a Boltzmann—Maxwell-féle statisztika alkalmazható. Ebből következik, hogy a galaktikai csillaghalmazoknál az eloszlási függvény

$$\sigma(\xi, \eta, \zeta, u, v, w) = C \cdot e^{-\kappa \left[ U + \frac{1}{2}(u^2 + v^2 + w^2) \right]} \dots \dots \dots 11.$$

ahol még

$$U = U_1 + U_2 = \frac{1}{2}(\alpha + \beta_1)\xi^2 + \frac{1}{2}\beta_2 \cdot \eta^2 + \frac{1}{2}(\alpha' + \beta_3)\zeta^2$$

és  $C$  valamint  $\kappa$  a rendszer jellemző konstansai. A térbeli sűrűség-eloszlás függvényét  $u, v$  és  $w$  szerint integrálva  $-\infty$  és  $+\infty$  határok közt kapjuk:

$$\varrho(\xi, \eta, \zeta) = C \cdot e^{-\kappa U} \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{\kappa}{2}(u^2 + v^2 + w^2)} du dv dw$$

vagyis 
$$\varrho(\xi, \eta, \zeta) = C \cdot \frac{(2\pi)^{3/2}}{\kappa^{3/2}} \cdot e^{-\kappa U} \dots \dots \dots 12.$$

amiből kitűnik, hogy az egyenlő sűrűség felületei ekvipotenciális felületek, jelen esetben pedig

$$(\alpha + \beta_1)\xi^2 + \beta_2 \cdot \eta^2 + (\alpha' + \beta_3)\zeta^2 = \text{konst.}$$

<sup>1</sup> A Coriolis-féle erő ugyanis a sebesség irányára mindig merőleges és így nem végez munkát.

egyenletű ellipszoidok, amelyek tengelyeinek hosszára áll

$$\frac{1}{a^2} : \frac{1}{b^2} : \frac{1}{c^2} = (\alpha + \beta_1) : \beta_2 : (\alpha' + \beta_3),$$

$$a^2 (\alpha + \beta_1) = b^2 \cdot \beta_2 = c^2 (\alpha' + \beta_3) = h (> 0). \dots\dots 13.$$

Mivelhogy  $\beta_2 > 0$ , az  $\alpha + \beta_1 = \frac{b^2}{a} \beta_2 > 0$  feltétel itt mindig ki van elégítve, csakhogy ez a feltétel más oknál fogva szükséges ahhoz, hogy a rendszer statisztikai egyensúlyban legyen. A dinamikai egyensúly tárgyalásánál erre a feltevésre azért volt szükség, nehogy egy csillagnak az egész rendszer gravitációs hatása alatt végzett (a Foucault-íngáéhoz hasonló) mozgásánál  $\nu_2$  frekvencia imagináris legyen. Statisztikai egyensúly esetén nem mondhatunk ki semmit az egyes csillagok pályájáról és ezért ez a feltétel elmarad.

Ha 12. egyenletben  $\xi = \eta = \zeta = 0$  tesszük, a halmaz középpontjában a sűrűség

$$\varrho_0 = \left(2\pi\right)^{3/2} \cdot \frac{C}{\kappa^{3/2}} \quad (= \varrho) \dots\dots\dots 14.$$

adódik, amit Mineur eljárását követve közelítőleg egyenlővé tehetünk a homogén ellipszoid sűrűségével.

A rendszer összes csillagainak számát megkapjuk, ha a 12. egyenlet jobboldali kifejezését  $\xi, \eta$  és  $\zeta$  szerint  $-\infty$  és  $+\infty$  határok közt integráljuk:

$$N = C \cdot \frac{\pi^3 2 \sqrt{2}}{\kappa^3 \sqrt{(\alpha + \beta_1) \beta_2 (\alpha' + \beta_3)}} \dots\dots\dots 15.$$

A 14. és 15. alatti egyenletekből most könnyűszerrel kiszámíthatjuk  $\kappa$  és  $C$  konstansok értékét:

$$\kappa = \pi \cdot \left(\frac{\varrho}{N}\right)^{2/3} \left[ (\alpha + \beta_1) \beta_2 (\alpha' + \beta_3) \right]^{-3}$$

valamint

$$C = \frac{1}{2} \cdot \varrho^2 N \sqrt{\frac{1}{2} (\alpha + \beta_1) \beta_2 (\alpha' + \beta_3)} \dots\dots\dots 16.$$

A halmaz tengelyei, amint az 13. egyenletből következik, nem függetlenek egymástól.  $\beta_1, \beta_2, \beta_3$  ugyanis  $a, b$  és  $c$  függvényei, aminek következtében  $a, b$  és  $c$  közt két reláció áll fenn. Ha tehát az egyik tengely hosszát megadjuk, a másik két tengely hossza általában mint az előbbinek, valamint  $\alpha, \alpha'$  értékeknek és  $\varrho_0$  sűrűségnek függvénye adódik. Irjuk a 13. alatti egyenleteket a következő formában:

$$- a^2 \alpha = a^2 \cdot \beta_1 - b^2 \cdot \beta_2$$

$$c^2 \cdot \alpha' = b^2 \cdot \beta_2 - c^2 \cdot \beta_3.$$

Ha itt  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  és  $\beta_3$  helyett az őket definiáló integrálokat vezetjük be, kapjuk:

$$-\frac{\alpha}{2\pi f \varrho} = \frac{b \cdot c}{a} (a^2 - b^2) \cdot \int_0^{\infty} \frac{\lambda d\lambda}{(a^2 + \lambda)(b^2 + \lambda)\sqrt{\varphi(\lambda)}}$$

$$\frac{\alpha'}{2\pi f \cdot \varrho} = \frac{a \cdot b}{c} (b^2 - c^2) \int_0^{\infty} \frac{\lambda d\lambda}{(b^2 + \lambda)(c^2 + \lambda)\sqrt{\varphi(\lambda)}}$$

A két integrál értéke nyilván pozitív.  $\alpha$  általában negatív,  $\alpha'$  pedig pozitív lévén, következik

$$a^2 - b^2 > 0, \quad b^2 - c^2 > 0,$$

vagyis

$$a > b > c. \dots\dots\dots 17.$$

A halmaznak a Galaktika centrumának irányába eső tengelye a legnagyobb, míg a Galaktika síkjára merőleges tengely a legkisebb.

Ha, amint azt eddig is megtettük,  $N = \frac{4\pi}{3} abc\varrho$  tesszük, akkor a 16. alatti egyenletek a következő alakot öltik:

$$\kappa = \pi^{1/2} \left( \frac{3}{4\pi abc} \right) \cdot \left[ (\alpha + \beta_1)\beta_2 \cdot (\alpha' + \beta_3) \right]^{-3} \dots 15a.$$

$$C = \frac{1}{2} \cdot N^3 \left( \frac{3}{4\pi abc} \right)^2 \sqrt{\frac{1}{2} (\alpha + \beta_1)\beta_2 (\alpha' + \beta_3)} \dots\dots 16.$$

A halmaz alkata tehát meg van határozva, ha csak egy tengely hossza és a rendszer csillagainak száma ismert.

Különleges esetek tárgyalására nem térünk ki, mert az többnyire sokkal komplikáltabb, mint a csillagfelhőknel és aligha tételezhetjük fel, hogy a Mineur tárgyalta különleges esetek bármilyen tekintetben is fontosabb szerepet játszanának a természetben, mint az imént vázolt általános megoldás.

A halmaz bármely pontjában a sebességeloszlás ugyanaz (Maxwell-szerinti), ugyanis

$$\omega(u, v, w) = \omega_0 \cdot e^{-\frac{\chi}{2}(u^2 + v^2 + w^2)} \dots\dots\dots 17.$$

A közepes sebességnégyzet a szokásos elemi statisztikai módszerekkel adódik:

$$\overline{c_0^2} = \frac{3}{\kappa}.$$

A halmazok statisztikai egyensúlyával kapcsolatban megemlítjük még, hogy az eloszlási függvény formailag megegyezik a dinamikai egyensúly egy különleges esetének megfelelő eloszlási függvényével. Ha ugyanis

a 3. alatti egyenletben  $\lambda_1 = \lambda_2 = \frac{1}{2}x$ ,  $\lambda_3 = 0$  tesszük, akkor a mozgás-egyenletek így adódnak

$$\frac{1}{2}x \cdot \left[ (\alpha + \beta_1)\xi^2 + \beta_2\eta^2 + (\alpha' + \beta_3)\zeta^2 + u^2 + v^2 + w^2 \right]$$

első integrálja nem más, mint az energia-integrál. Ebből kifolyólag a II. alatti eloszlási függvény formailag teljesen megegyezik 4. eloszlási függvénnyel. A dinamikai egyensúlynak van tehát egy különleges esete, amelyre ugyanazok a megfontolások alkalmazhatók, mint a statisztikai egyensúly esetében, vagyis elvileg létezhetik olyan dinamikai egyensúlyban lévő felhő, amelynek sűrűség- és sebességeloszlása ugyanazt a törvényszerűséget követi, mint egy statisztikai egyensúlyban lévő halmazé.

A galaktikai csillagfelhők és csillaghalmazok Mineur adta elméletéről, amint azt az előbbieken röviden vázoltuk, ma még nem lehet eldönteni, hogy a gyakorlatban is beválí-e, vagy pedig az alkalmazott messzemenő feltevések és egyszerűsítések folytán elveszti-e létjogosultságát és el kell ejteni. A rendelkezésre álló észlelési anyag annyira gyér, hogy abból ezirányú következtetéseket semmiképpen sem lehet levonni. Ez főként a csillagfelhőkre vonatkozik, bár a csillaghalmazok közül is olyan mértékben csak a Praesepe és a Pleiadok adatai ismertek, hogy azokat az elmélettel össze tudjuk hasonlítani. Az észlelési anyag feldolgozása is rendkívül nehéz feladat. A felhőknél a sűrűségeloszlásra pl. csillagszámlálásokból lehetne következtetni, vagy összehasonlítani az elméletből kiszámított látszó eloszlást (amire a IV. fejezetben fogunk egy egyszerű módszert megadni) az észlelés szolgáltatotta látszó eloszlással. A valódi eloszlás közvetlen meghatározása azért ütközik nagy nehézségekbe, mert a felhők alakja a gömbalaktól erősen eltér. De ha a sűrűségeloszlást sikerülne is valami módon meghatározni, a sebességeloszlás meghatározása csillagfelhőknél a gyakorlatban ma legalább is aligha lehetséges. Ehhez ugyanis a rendszer csillagai tetemes részének radiális sebességét és sajátmozgását kellene ismerni, valamint az illető csillagoknak a felhő tengelyeire vonatkoztatott helyzetét, mert hiszen a sebességeloszlás a felhő különböző részein különböző kell legyen az elmélet szerint.

A legismertebb csillagfelhő, amely újabban behatóbb vizsgálatok tárgyát képezi (pl. Schalén, Jung) az ismert Scutum-felhő, amelynek távolsága a Naprendszerrel 3.000 parsec-re becsülhető (statisztikai módszerek alapján). Átmérője a távolság értékéből számítva 400 parsec, sűrűsége kb. 0.1 naptömeg parsec<sup>-3</sup>. Alakját azonban alig ismerjük, tengelyeinek hosszát egyáltalán nem és a sebességeloszlást sem. A fel-

hőre vonatkozó újabb stellárstatistikai vizsgálatokból azonban lehet némi az elmélet szempontjából fontos eredményeket várni, legalább a felhő alakját és tengelyeinek orientációját illetően.

A galaktikai halmazok közül pontosabb adataink csak a Praesepe-ről és a Pleiadokról vannak. Azonban még itt is igen nagy nehézségekbe ütközik az elméletnek az észleléssel való összehasonlítása. Az elmélet ugyanis a halmaz csillagainak számából és az egyik tengely hosszából indul ki. A két utóbb említett halmaz tengelyhosszait elég jól ismerjük és az  $\eta$ -tengely orientációja, amennyire meg lehetett állapítani, megfelel a Mineur-féle feltevéseknek. A csillagok számát azonban már sokkal nehezebb megállapítani. Ehhez ugyanis szükséges volna a halmaz megfelelő nagy környezetében az összes csillagok sajátmozgásának ismeretére, hogy egyrészt csak olyan csillagokat vegyünk tekintetbe, amelyek tényleg fizikailag a halmazhoz tartoznak, másrészt pedig hogy az összes ilyen csillagot tekintetbe vegyük. Valószínű, hogy ebben a tekintetben a két említett halmazra vonatkozó adataink hiányosak, és hogy a rendszerekhez tartozó csillagok száma nagyobb, mint az eddig megszámoltaké, amit főként a kis abszolút fényességű csillagok mozgásának hiányos ismeretére lehet visszavezetni.

Praesepe esetében parsec-ekben kifejezve  $a = 2.69$ ,  $b = 2.26$ ,  $c = 2.20$  és a rendszerhez tartozó összes csillagok száma 188. Ha  $N = 250$  tesszük és  $c$  tengely értékéből indulunk ki, az elmélet  $a = 2.48$  és  $b = 2.41$  parsec értékeket adja és a megegyezés elég jónak mondható.  $a > b > c$  feltétel is ki van elégítve. Az elmélet szerint  $\sqrt{c_0^2} = 0.43$  km sec<sup>-1</sup>, az észlelés 0.53 km sec<sup>-1</sup> értéket ad.

A Pleiadok ismert csillagainak száma Hertzsprung legújabb adatai alapján 243. A tengelyek hossza, amennyire ma ismeretes, nem tesz eleget az  $a > b > c$  feltételnek, amennyiben  $a = 2.18$ ,  $b = 2.65$ ,  $c = 2.88$  parsec.  $b$  tengely értékéből kiindulva  $N = 250$  esetén:  $a = 2.48$ ,  $c = 2.23$ , rendbelileg a megegyezés tehát elég jó. Az elmélet a közepes sebességnégyzet értékére  $\sqrt{c_0^2} = 0.45$  km sec<sup>-1</sup>, az észlelés 0.38 km sec<sup>-1</sup> értéket adja.

#### IV. MEGJEGYZÉSEK A GALAKTIKAI CSILLAGFELHŐK ÉS HALMAZOK EGYENSÚLYÁNAK MINEUR-FÉLE ELMÉLETÉHEZ.

Az előbbi fejezetben tárgyalt Mineur-féle elmélet alapvető feltevéseit vizsgálva megállapíthatjuk, hogy 1. és 2. feltevések mellőzésével ezidőszerint a felhők és halmazok egyensúlyának bármilyen elmélete elképzelhetetlen. A rendszerek egyensúlya ugyanis két tényezőtől függ: a rendszer saját potenciáljától és a külső erőter potenciáljától, vagyis a galaktikai rendszer potenciáljától, ha az extragalaktikai rendszerek

gravitációs hatásától eltekintünk. A galaktikai felhők és halmazok semmiképpen sem tekinthetők szigetelt rendszereknek és így a galaktika potenciáljától eltekinteni nem lehet. A sűrűségeloszlást nem ismerjük olyan pontosan, hogy abból a galaktika potenciálját pl. egy szabadon megválasztott pontban meghatározhassuk. Az eloszlás mindenesetre — lokális jellegű eltérésektől eltekintve — szimmetrikusnak mutatkozik a galaktika síkja szerint és annak tengelye körül, úgy hogy az első feltevés legalább is jó közelítésben meg van valósítva. Ez esetben azonban, ha a felhők és halmazok dinamikai vagy statisztikai egyensúlyban vannak, a második feltevés is szükségszerű. Hogy ezek a rendszerek a Galaktika síkjában vagy annak közelében mozognak, arra az körülmény mutat, hogy a felhők és halmazok e síkban csoportosulnak. Az ekvipotenciális görbék ebben a síkban az első feltevés szerint körök, melyeknek középpontja a galaktika centrumába esik. Ha tehát a felhők és ködök nem mozognának körpályában, akkor potenciális energiájuk és sebességük, valamint a galaktika potenciálja a halmaz tömegközéppontjához rögzített koordinátarendszer egy pontjában az idővel változna, mégpedig teljesen ismeretlen módon. Ha tehát ezt a feltevést elvetjük, a dinamikai és statisztikai egyensúly vizsgálatára nézve minden támpontot elvesztünk. Az elméletnek szükségképpen azt is fel kell tennie, hogy a körmozgás egyenletes. Hogy különben a mozgás legalább is jó közelítésben egyenletes körmozgásnak tekintendő, annak támasztékául szolgál az Oort-féle elméletből levont következtetések eddigi igazolása.

A Mineur-féle elmélet negyedik és hatodik alapvető feltevése önkényes, mivel biztosra vehetjük, hogy ez a két feltevés nincs szigorúan kielégítve. Önkényesnek látszik a tengelyek orientációját illető feltevés is, amennyiben az mint különálló hipotézis szerepel. Kimutathatjuk azonban, hogy egy rendszer statisztikai egyensúlya nem lehetséges anélkül, hogy tengelyei egybeesnének a  $\xi$ ,  $\eta$ ,  $\zeta$  tengelyekkel. Tekintsünk először egy egészen általános esetet, amikor a halmaz egy tengely szerint szimmetrikus. Sűrűségeloszlását és alakját illetően semmi egyéb feltevéshez sem folyamodunk és a halmaz szimmetriája sem kell, hogy rotációs legyen.  $U_2 = konst.$  ekvipotenciális felületek ugyanazon tengely szerint lesznek szimmetrikusak. Válasszuk a szimmetriatengelyt egy  $\xi'$ ,  $\eta'$ ,  $\zeta'$  orthogonális koordinátarendszer  $\eta'$  tengelyéül, miközben  $\xi'$  és  $\zeta'$  tengelyeket a tömegközéppontban  $\eta'$ -re merőleges síkban tetszés szerint választhatjuk.

$\xi'$ ,  $\eta'$ ,  $\zeta'$  iránykoszinuszai a  $\xi$ ,  $\eta$ ,  $\zeta$  rendszerben legyenek  $(l_1, m_1, n_1)$ ;  $(l_2, m_2, n_2)$ ;  $(l_3, m_3, n_3)$ . A szimmetriából kifolyólag  $\eta'$  tengely bármely pontjában

$$\frac{\partial U_2}{\partial \xi'} = 0, \quad \frac{\partial U_2}{\partial \zeta'} = 0.$$

Az egyenlő sűrűségű felületek egyenlete

$$U_1 + U_2 = \text{konst.}$$

Csakhog

$$2U_1 = \alpha \cdot \xi^2 + \alpha' \zeta^2 = a\xi'^2 + b \cdot \eta'^2 + c \cdot \zeta'^2 + 2\xi'\eta'(\alpha l_1 l_2 + \alpha' n_1 n_2) + 2\eta'\zeta'(\alpha l_2 l_3 + \alpha' n_2 n_3) + 2\xi'\zeta'(\alpha l_1 l_3 + \alpha' n_2 n_3).$$

Mint hogy az  $U_2 = \text{konst.}$  és  $U_1 + U_2 = \text{konst.}$  felületek  $\eta'$  tengely szerint szimmetrikusak, az előbbi egyenletben  $\xi'\eta'$  és  $\eta'\zeta'$  tagok együtt hatóinak zérussal kell egyenlőnek lenniök:

$$\begin{aligned} \alpha l_2 \cdot l_1 + \alpha' n_2 \cdot n_1 &= 0 \\ \alpha l_2 \cdot l_3 + \alpha' n_2 \cdot n_3 &= 0. \end{aligned}$$

Ez csak kétféleképpen lehetséges:

a)  $\alpha$  és  $\alpha'$  zérustól különbözök lévén

$$l_2 = n_2 = 0,$$

vagyis az  $\eta'$  tengely az  $\eta$  tengellyel egybeesik.

$$b) \quad \begin{vmatrix} l_1 & n_1 \\ l_3 & n_3 \end{vmatrix} = 0.$$

Mint hogy az iránykoszinuszok determinánsa orthogonális, bármely elemhez tartozó aldetermináns az elemmel magával egyenlő, tehát

$$m_2 = 0,$$

az  $\eta'$  tengely a mozgásirányra merőleges. Ez esetben továbbá

$$\begin{aligned} l_1 l_2 + n_1 n_2 &= 0 & \text{és} & & l_2 l_3 + n_2 n_3 &= 0 \\ \alpha l_1 l_2 + \alpha' n_1 n_2 &= 0 & & & \alpha l_2 l_3 + \alpha' n_2 n_3 &= 0 \end{aligned}$$

$\alpha' > 0$  és  $\alpha < 0$  lévén e rendszerek determinánsa  $\alpha' - \alpha \neq 0$  és így egyenként

$$\begin{aligned} l_1 l_2 &= 0 & l_2 l_3 &= 0 \\ n_1 n_2 &= 0 & n_2 n_3 &= 0. \end{aligned}$$

Ez ismét csak úgy lehetséges, ha

A)  $l_2 = 0$ . Ekkor  $n_2 \pm 1$ ,  $n_1 = n_3 = 0$ , vagyis  $\eta'$  tengely  $\zeta$  tengellyel esik egybe.

B)  $l_2 \neq 0$ . Ekkor  $l_1 = l_3 = 0$ , tehát  $l_2 = \pm 1$  és  $\eta'$  tengely  $\zeta$  tengellyel esik egybe.

Kimutattuk tehát, hogy egy tetszőleges tengely szerint szimmetrikus sűrűségeloszlású halmaz csak úgy lehet statisztikai egyensúlyban, hogyha a szimmetria tengelye



- a) a mozgás irányába esik,  
 b) merőleges a Galaktika síkjára,  
 c) a Galaktika síkjában fekszik és annak középpontján megy át.  
 Rögtön következik ez különben szemléletesen abból a tényből, hogy az

$$\alpha \xi^2 + \alpha' \zeta^2 = \text{konst.}$$

elliptikus henger szimmetrikus kell legyen  $\eta'$  tengely szerint.

Mineur elméletében ellipszoidális halmazok egyensúlyával foglalkozik és a tengelyeknek ezt a helyzetét hipotetikusan tételezi fel. A hipotézis igazolását az észlelésre bízza, amely eddig még é tekintetben nem szolgáltatott kielégítő adatokat és nem ismeri fel, hogy a 3. feltevés 1., 2., 5. feltevések közvetlen és feltétlen folyománya, mégpedig nemcsak ellipszoidális, hanem sokkal általánosabb szimmetrikus rendszerekre nézve is. A feltevést tehát éppen fordítva az elmélet igazolására (vagy megdöntésére) lehet felhasználni. Ha egy halmaz tengelyeinek iránya nem felel meg a fenti követelményeknek, akkor az *nem lehet statisztikai egyensúlyban*.

A dinamikai egyensúllyal kapcsolatban megjegyeztük már, hogy a rendszer belső potenciáljának homogén sűrűségű ellipszoid belső potenciáljával való helyettesítése, amint az a Mineur-féle elméletben történik, elvileg semmiképpen sem tekinthető korrekt módszernek, hanem legfeljebb első közelítésnek. Az eljárás annyiban nem nevezhető tökéletesnek, hogy nincs módunkban ellenőrizni, milyen mértékben közelíti meg a Mineur-féle megoldás a szigorú megoldást a csillagfelhő egyes részeiben.

Egyelőre ismét általánosabb megfontolásokhoz folyamodunk. A rendszer alakjáról (sűrűségeloszlásáról) csak annyit tételezünk fel, hogy ez három egymásra merőleges tengely szerint szimmetrikus.  $U_2$  potenciált a tömegközéppont környezetében sorbafejthetjük:

$$U_2 = U_0 + \psi_1(\xi, \eta, \zeta) + \psi_2(\xi, \eta, \zeta) + \dots,$$

ahol  $\psi_n(\xi, \eta, \zeta)$  a  $\xi, \eta, \zeta$  koordináták homogén  $n$ -edfokú racionális egész függvénye. Ennek megfelelően választhatunk a tömegközéppont környezetében olyan tartományt, amelyben a *kettőnél magasabb rendű tagoktól* eltekinthetünk, ahol tehát  $U_2 = \psi_1 + \psi_2$ . Egyelőre egyszerűség kedvéért elfogadjuk azt a feltevést, hogy a szimmetriatengelyek a  $\xi, \eta, \zeta$  tengelyekbe esnek. Mivelhogy akkor  $U_2 = \text{konst.}$  ekvipotenciális felületek is szükségképpen szimmetrikusak  $\xi, \eta, \zeta$  tengelyek szerint,  $\psi_1$  függvény identikusan zérus, míg  $\psi_2$ -ben a  $\xi\eta, \eta\zeta, \zeta\xi$  tagok együtt-hatói eltűnnek, tehát

$$U_2 = \psi_2 = \frac{1}{2} \left( \beta_1 \xi^2 + \beta_2 \eta^2 + \beta_3 \zeta^2 \right).$$

Ez a kifejezés formailag teljesen megfelel egy homogén ellipszoid belső potenciáljának. Ennek megfelelően a mozgásegyenletek a fent értelmezett tartományban teljesen megegyeznek a Mineur-tárgyalta III. 1a. mozgásegyenletekkel. A megegyezés azonban tisztán formai. Ebből következik, hogy a III. 2. alatti kvadratikus kifejezések a vizsgált tartományban a mozgásegyenletek első integráljainak tekinthetők. Ha tehát egy adott időpontban az eloszlás függvénye a tartományban  $\varphi(f_1, f_2, f_3)$ , ez az eloszlás az egész rendszer és a galaktika gravitációs hatása folytán meg nem változik:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} = 0,$$

vagyis a tartományban dinamikai egyensúly van, függetlenül attól, hogy kívül  $f_1, f_2, f_3$  nem tekinthetők a III. 1. általános mozgásegyenletek első integráljainak. Ha  $\varphi$  függvény alakja a III. 4. képletben felvett alaknak felel meg, akkor a Mineur számított eloszlás a felhő középpontjának bizonyos környezetében feltétlenül helyes. Ki fogjuk ugyanis mutatni, hogy bizonyos matematikailag szigorúan megfogalmazott feltételek mellett III. 1a. mozgásegyenleteknek  $f_1, f_2, f_3$  integrálok kívül más kvadratikus első integráljai nincsenek, tehát a III. 1. általánosan érvényes mozgásegyenletek első integráljai a középpontot környező tartományban kettőnél magasabb fokú tagok elhanyagolásával  $f_1, f_2, f_3$  alakok valamelyikét veszik fel.

A sűrűségeloszlásra a középpont környezetében III. 6. képlet adódik, tehát az egyenlő sűrűségű felületek ellipszoidok. Tengelyhosszaik viszonyát III. 7. és 7a. egyenlet adja meg, amiből következik, hogy ez a viszony minden ilyen felületnél ugyanaz. Az egyensúly csak úgy lehetséges, ha III. 5. egyenlőtlenségek ki vannak elégítve, vagyis  $G_{(a)} > 0$ . A Mineur-féle elméletet így majdnem lépésről-lépésre követhetjük és rámutathatunk arra, hogy míg az az egész felhőre kiterjesztve ellenőrizhetetlen hibaforrásokat tartalmaz, a középpont bizonyos környezetére alkalmazva (szimmetrikus rendszereknél) nem kifogásolható.

Látszólag bizonyos komplikáció lép fel az által, hogy az egyenlő sűrűségű felületekkel hasonló fekvésű ellipszoidális tartományban foglalt csillagok számának meghatározásánál

$$N = \iiint \rho \, d\xi \, dg \, d\zeta$$

térfogati integrál határai nem végtelének. Valójában azonban a feladat egyszerű.

*Kolbenheyer Tibor*

(Folytatjuk.)

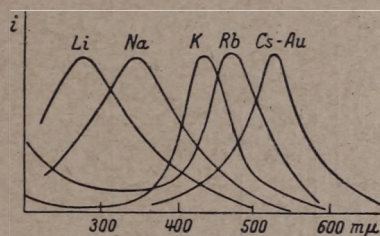
## CSILLAGÁSZATI FÉNYELEKTROMOS FOTOMETRIA

A századforduló óta a finomabb asztrofizikai kutatások egyre nagyobb igényeket támasztottak az égi fotometriával szemben. Ezeknek a fokozott követelményeknek a vizuális fotometria a maga subjektív hibáival nem tudott megfelelni. Mint tudjuk, a vizuális fotometria hibája meghaladja az  $0^m \cdot 1$ -t.

A műszerszerkesztők törekvése arra irányult, hogy olyan objektív eljárást dolgozzanak ki, melynél ne legyen szükség az emberi szem fényességeket összehasonlító képességére. A kutatás több eljárást eredményezett. Ezek egyike a fényelektromos fotometria. Feladatomban ennek az eljárásnak az ismertetését tűztem ki. Már előljáróban meg kell jegyezni, hogy számos érdekes kérdésre e helyt nem terjeszkedhetem ki, így pl. a fény hatására elektromos ellenállását változtató szelénnek fotometriai célokra való alkalmazásának ismertetését is el kell hagynom. Rövidre fogott beszámolómban csupán azokat az utakat vázolhatom, amelyen a csillagászati fényelektromos fotometria jelenleg halad.

A fényelektromos fotométer lelke a fotocella. A fotocella ma már mind a laboratóriumokban, mind pedig a technikában olyan széleskörű alkalmazásra talál, hogy ezen a helyen nem kell külön ismertetnem. Ami a fotocellát fotometriai célokra alkalmassá teszi, az az a tulajdonsága, hogy a ráeső fény intenzitása és a fényelektromos áram közt szigorú arányosság áll fenn. Meg kell azonban jegyezni, hogy a fény spektrális összetételének a különböző fényintenzitások mellett állandónak kell lennie. A fényelektromos áram ugyanis különböző hullámhosszúságú, de egyébként azonos intenzitású fénysugárra különböző mértékben reagál, tehát szelektív, színérzékeny. A csillagászati gyakorlatban alkalmazást találó alkáli cellák szelektivitását tünteti fel az 1. ábra.

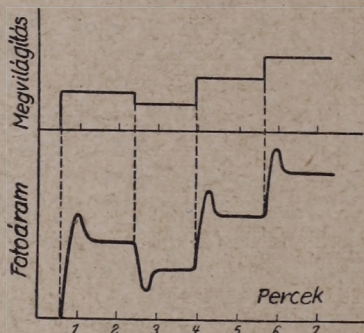
Számos eljárás ismeretes a különböző fémfelületek fényelektromos érzékenységének fokozására. Hogy csak a legismertebbeket említsem, pl. ritkított hidrogén-atmoszférában látható kisülést idézünk elő úgy, hogy az alkálit kapcsoljuk katódnak. Az alkáli felületén hidrid keletkezik és ez az alkálival kolloidális oldatot alkot. A szenzibilizált alkáli-felület jellemző színezetű, érzékenysége pedig 3—5-ször



1. ábra. Alkáli fotocellák szelektivitása. A fotoáram intenzitásának léptéke az egyes fémeknél oly módon van torzítva, hogy a maximális intenzitás a különböző celláknál egyforma nagyságú. (R. Fleischer és H. Teichmann után.)

olyan, mint előbb volt.<sup>1</sup> Más módszer az, amikor az alkáli rétegre egészen vékony kénfátylat szublimálunk. Ez az eljárás a fotocella érzékenységének maximumát a vörös felé tolja el. Koller a cella falát ezüsttel, ezt pedig CsO-dal vontta be, majd ezen egészen vékony, néhány atom vastagságú Cs-bevonatot létesített. Ez a cella magas érzékenységgű, azonkívül különösen vörös és ultravörös színekre érzékeny.

Meg kell emlékezni röviden a fotocella hibaforrásairól is, amennyiben azok az erre a célra használatos celláknál fellépnek. Legjelentősebb hibaforrás az úgynevezett *vakáram*. Ez abban nyilvánul meg, hogy fénymentesen elzárt cella áramkörébe kapcsolt árammérőműszerünk áramot mutat, holott a cellát nem éri fény. Ezt a cella hőmiessziójának kell tulajdonítani. Különösen fontos ez a jelenség



2. ábra. Rövid lefolyású kifáradási és regenerálódási folyamat képe. (Festschr. z. 150 Jahr f. d. Bergak. Claus-thal című munkából.)

azért, mert a vakáram nagysága megszabja a mérhető fotoáram alsó határát. Ahhoz ugyanis, hogy a fotoáramot kielégítő pontossággal mérhessük, szükséges, hogy az legalább egy nagyságrenddel nagyobb intenzitású legyen, mint a vakáram. A vakáram nagysága különböző celláknál  $10^{-12}$ — $10^{-15}$  Amp.  $\text{cm}^2$  katódfelületenként.

Ugyancsak megszabja a mérhető fotoáram legkisebb nagyságát a *Schroott*-effektus. Ezen a termelt elektronok számában beálló lökészerű ingadozást értjük. Ez a jelenség is kb. ugyanolyan nagyság-

rendű fényelektromos áramok mérését engedi meg, mint a vakáram<sup>2</sup>.

Sok gondot okoz a cella kifáradása néven ismert jelenség. Ha sötétben tartott cellát megvilágítunk, akkor az első pillanatban mért fotoáram fokozatosan csökken s egy bizonyos intenzitásnál megállapodik. Ugyanezt a jelenséget tapasztalhatjuk azonban minden intenzitásváltozásnál. Igen rövid lefolyású kifáradási folyamatot tüntet fel a 2. ábra. Ezt a jelenséget illetően Janssen végzett igen beható vizsgálatokat.<sup>3</sup> A vizsgálatok eredménye dióhéjban a következő:

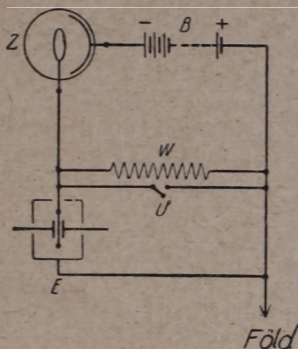
<sup>1</sup> B. Strömgen, Objektive photometrische Methoden. Handbuch der Experimentalphysik XXVI. Bd. p. 881.

<sup>2</sup> A vakáramra és a Schroott-effektusra nézve lásd: Abaházi R., A katódsugar oszcillográf és az elektronsokszorozó cső alkalmazása a csillagászati méréseknél. Csillagászati Lapok. 3. évf. 2. szám. p. 21—30.

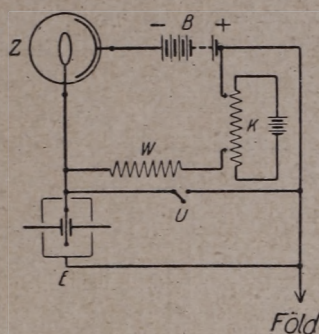
<sup>3</sup> H. Janssen, Untersuchungen über Ermüdungs- und Erholungserscheinungen an gasgefüllten Alkaliphotozellen. Z. f. A. 7. p. 249—271.

ezt a jelenséget csak szenzibilizált cellák mutatják, míg a tiszta alkáli-fémek, vagy vékony alkáli-réteggel bevont érzékenyített cellák ettől mentesek.

Sok elrendezést ismerünk fényintenzitásnak fényelektromos úton



3. ábra. (H. Rosenberg után.)

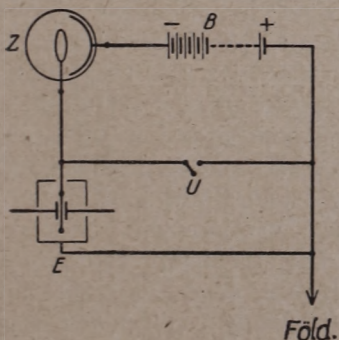


4. ábra. (H. Rosenberg után.)

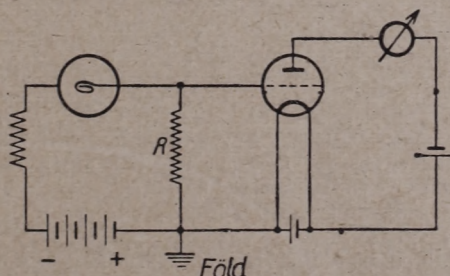
való mérésére. Ezek közül a csillagászatban a következők használatosak:

1. A fényelektromos áram körébe nagy ellenállást kapcsolunk s ennek két végpontján keletkező potenciálkülönbséget mérjük (lásd 3. ábra).

2. Azt a feszültséget is mérhetjük, amelyik a fényelektromos



5. ábra. Feltöltési idő módszerének kapcsolási vázlatja. (H. Rosenberg után.)

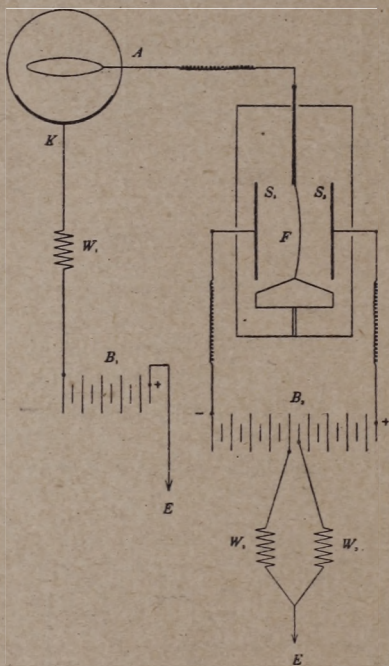


6. ábra. Elektroncsöves fotoáramerősítés. (B. Strömgren után.)

áram körébe kapcsolt ellenállás végpontjain keletkező potenciálkülönbség kiegyenlítéséhez szükséges (lásd 4. ábra).

3. Mérhetjük azt az időt, ami ahhoz szükséges, hogy a fényelektromos áram egy elektrométert adott potenciálra töltsön fel. Ebből ugyanis kiszámíthatjuk a fényelektromos áram erősségét. Ez a legpontosabb eljárások egyike (lásd 5. ábra). Végül,

4. Legkényelmesebb, ha a fotoáramot elektronrelével felerősítjük és a felerősített áramot ampermeterrel mérjük. Ennek az eljárásnak az elve a következő (lásd 6. ábra). A cella áramkörébe kapcsolt nagy ellenállás két végpontját egy erősítőként kapcsolt trioda rácsához, illetve izzószálához kötjük. Az ellenálláson keletkező potenciálessel arányos anódáramot egyszerűbb galvanométerrel is kényelmesen mérhetjük. Az ábrán látható  $R$  ellenállás az ú. n. rácslevezető ellenállás. Ha ez nem volna, a rács negatív töltése egyre fokozódna, következésképpen az anódáram egyre csökkenne, sőt meg is szűnne.



7. ábra. Guthnick fényelektromos fotométerének elrendezése. (P. Guthnick után.)

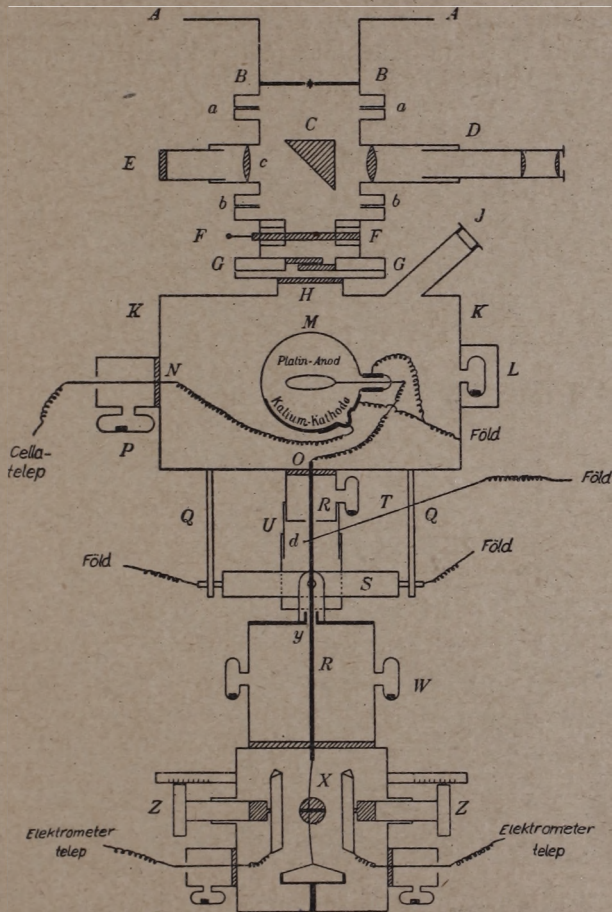
Az elérhető erősítés mértékét illetően megjegyzem, hogy pl. du Prel készülékével  $15 \cdot 10^6$  nagyságrendű erősítést ért el.<sup>1</sup> Az egyes erősítő berendezések vizsgálata azt mutatja, hogy  $3 \cdot 10^{-14}$  Amp. nagyságrendű áram  $1\%$  pontossággal mérhető. Ezt az  $1\%$ -os hibát magnitúdókban fejezve ki,  $0^m.011$ -t kapunk. Ez a hiba tízszeresen kisebb a vizuális fotometria közepes hibájánál.

Amilyen tetszetős az erősítő berendezések használatának gondolata, éppen olyan sok nehézséggel jár. A cella érzékenységét nem növeli, mert a vakáramot és a schrott-effektust arányosan nagyítva adja, ezzel szemben a hibaforrások komplexumához még az erősítőcső hibái is nagy mértékben hozzájárulnak.

A fényelektromos fotométerek szerkesztésénél nagy szerepet játszik még a mérésre szolgáló galvanométer vagy elektrométer megválasztása. Az asztrofotometriai méréseknél fellépő áramerősségek nagyságrendje  $10^{-7}$ – $10^{-15}$  Amp. közt változik. Ezzel szemben a legérzékenyebb galvanométer  $10^{-12}$  Amp. érzékenységű. Ezeknek alkalmazása tehát csupán elektroncsöves erősítővel kapcsolatban lehetséges. Feszültségés mérésére vagy a feltöltési idő meghatározásához elektrométert kell alkalmaznunk. Az alkalmazott elektrométertől

<sup>1</sup> H. Rosenberg, Lichtelektrische Photometrie. Handbuch der Astrophysik. II. Bd. p. 380–430.

megkívánjuk, hogy nagy érzékenység mellett kicsiny kapacitását legyen, gyorsan állapotodjék meg és o helyzete pedig, amennyire lehet, független legyen az elektrométer felállításától. A csillagászati fotometriában többnyire az egyfonalas elektrométert alkalmazzák. Ez



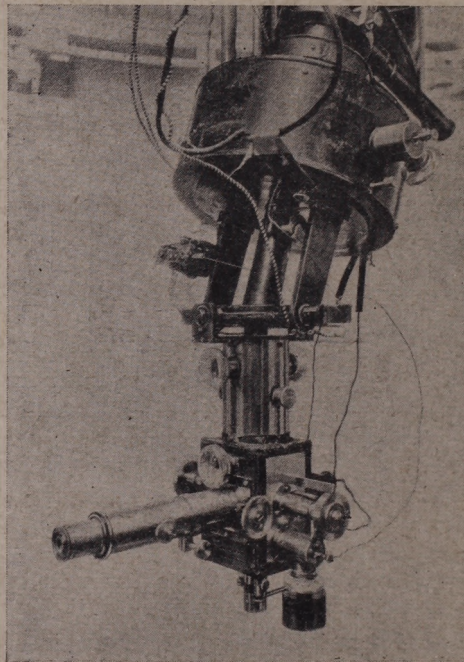
8. ábra. Guthnick fényelektromos fotométerének vázlatos elrendezése. (P. Guthnick után.)

ugyanis a fent mondott követelményeknek jól megfelel, érzékenységének határa pedig  $2 \cdot 10^{-4}$  Volt osztályzatanként.

Az egyes csillagok fényelektromos fotométereinek részletes tárgyalása messze vezetne, ezért csupán egy-két jellegzetes, a későbbi konstrukciókra is irányító hatású fotométer vázlatos ismertetését adom.

Rosenberg tübingeni kísérleteivel egyidőben, 1913-ban készült

el az első komoly készülék, Guthnick készüléke.<sup>1</sup> Ez szolgált egészen a legújabb időkig minden más készülék mintájául. A készülék elvi elrendezését tünteti fel a 7. ábra. Mindjárt felismerhetjük benne a feltöltési módszerrel dolgozó készülék sematikus elrendezését. Magának a készüléknek a sematikus elrendezését a 8. ábra mutatja. Az  $a-a$  peremmel csatlakozik a készülék a távcsőhöz.  $C$  a csillag fényének útjába tolható totálisan reflektáló prizma, segítségével időnkint a  $D$  okulárral ellenőrizni tudjuk, vajjon az észlelt csillag a  $B-B$  részben



9. ábra. Guthnick fényelektromos fotométere. (P. Guthnick után.)

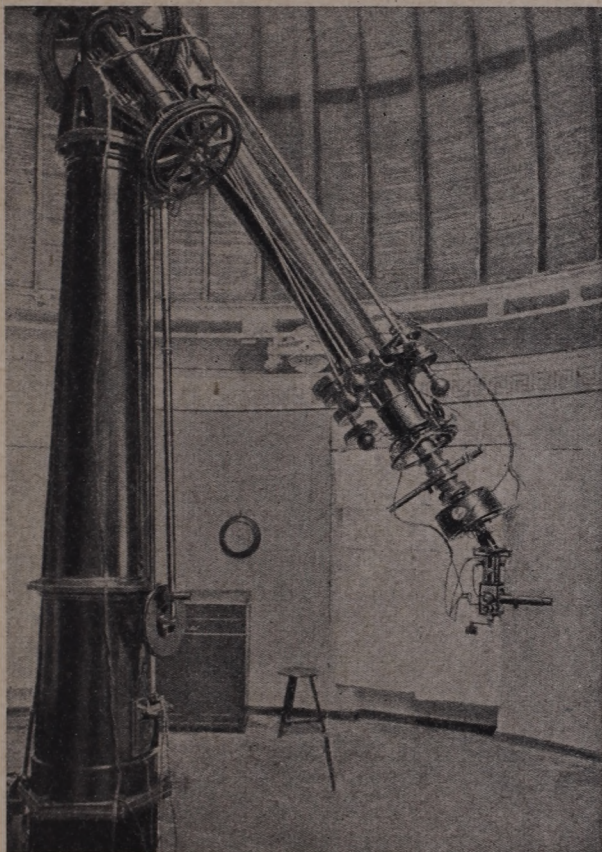
van-e még.  $F-F$  helyen szűrőt tudunk a fény útjába tolni.  $K-K$  földelt fémház tartalmazza az  $M$  kálium-cellát. Ehhez a fémházhoz csatlakozik kardanikus felfüggesztéssel az  $X$  elektrometer háza. Az egyes vezetékek szigetelten lépnek át a készülék földelt fém-burkolatán. Ahol szabadban vagyunk kénytelenek a huzalokat vezetni, ott földelt fémbevonatokba bujtatjuk azokat, hogy zavaró kapacitás-változások ne lépjenek fel.  $L, P, T$  és  $W$  üvegtartókban fém  $Na$  van

<sup>1</sup> P. Guthnick und R. Prager, Veröff. d. Univ. — Sternw. Berlin—Babelsberg, I. Heft 1. 1914.



a fotometer belsejének szárazon tartása végett. Az egész készüléke a berlin-babelsbergi csillagda 31 cm-es refraktorára szerelve a 9. és 10 ábra mutatja.

A Lick-csillagda 1922-ben készült fotométere jóformán semmiben

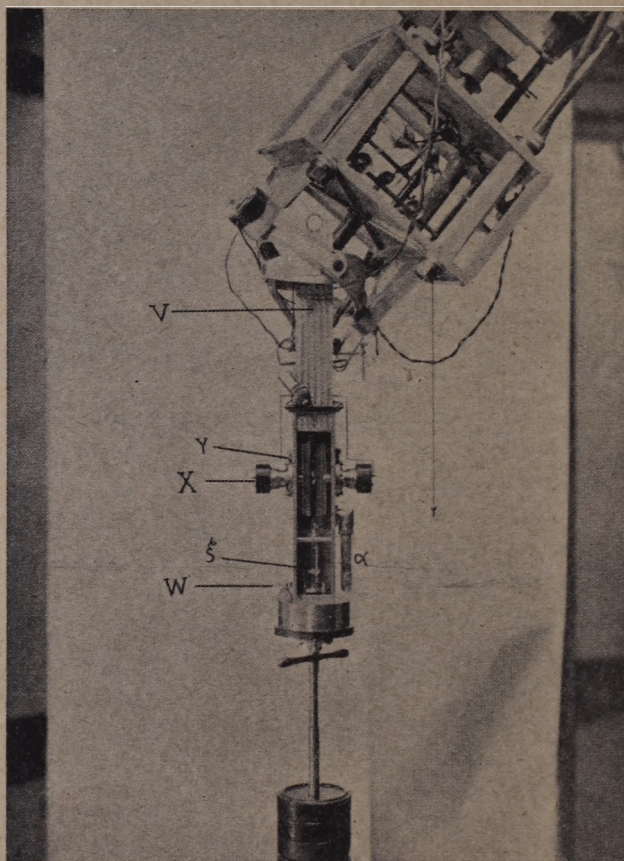


10. ábra. Guthnick fényelektromos fotométere a berlin—babelsbergi csillagda 31 cm-es refraktorára szerelve, használatra kész állapotban. (P. Guthnick után.)

sem különbözött Guthnick első készülékétől. A 11. ábrán láthatjuk a készüléket.

1924-ben készítette Guthnick második készülékét a berlin-babelsbergi csillagda 125 cm-es reflektorához. Ez a készülék abban ért el az elsőtől, hogy lehetővé teszi többféle cella gyors egymásutánban való használatát. Ebben négy cella van elhelyezve és a fotométernek

90—90°-kal való elforgatásával a csillag fénye más-más cellára esik. A többi rész maradt elvileg a régi. Guthnick legújabb 1935-ös készülékénél feladta a celláknak ilyen módon való cserélhetőségét és csupán egy darab kálium-cellát alkalmaz. Az előbbi készülékeknél alkalmazott Elster és Geitel-féle egyfonalas elektrométer helyett a kiváló Linde-



11. ábra. A Lick-csillagda fényelektromos fotometere a 12''-es refraktorra szerelve. (J. A. Pearce után.)

mann-féle kvadráns elektrométer nyert alkalmazást. Szerkezeti kiviteltől eltekintve, ez a készülék sem hozott újat.

Azt, hogy több mint két évtizeden át az erősítőberendezés csupán a tübingeni Rosenberg-féle fotométernél nyert alkalmazást az erősítéssel járó nehézségeknek kell tulajdonítanunk.

A legújabb időkben, 1937-ben épült az első komolyan számba-

jövő erősítőberendezéssel működő fényelektromos fotométer a Lick-csillagdán, a 36"-es refraktorhoz.<sup>1</sup>

Az egész berendezés három fő részből áll, nevezetesen az elektromos berendezésből, fotocellából és az optikai berendezésből. Az elektromos berendezés (erősítő, galvanométer, telepek stb.) egy külön asztalon vannak elhelyezve. A galvanométer kitérését 2.5 m-re elhelyezett osztályzaton olvashatjuk le.  $1 \mu$  A. áramerősségnek  $2 \cdot 10^3$  mm kitérés felel meg. A műszer második részét maga a fotocella, ennek foglalata és a vezetékek alkotják. Kék objektumra Kunz-féle káliumhidrid-cellát, vörösre pedig Western Electric-gyár készítette céziumoxid-cellát alkalmaznak. A cézium-cella  $10^{-10}$ — $10^{-13}$  Amp. nagyságrendű vak-áramát száraz jéggel  $-40$  C°-on tartott cellánál sikerült  $10^{-14}$  Amp.-re leszorítani. A harmadik részt a szűrők, cserélhető fényrekeszek és egyéb segédberendezések képezik.

A fényelektromos fotométerek rendkívüli előnyét a következőkben foglalhatom össze. Mindezideig  $0^m.1$ -nél kisebb fényingadozást mutató változócsillag fotometrálsa csak nagyszámú észleléssel volt eredményesen megvalósítható. A fényelektromos fotométer jóval kisebb, kb.  $0^m.05$ —amplitudójú változás eredményes észlelését teszi lehetővé.

Sok földési változó kutatásában csak a fényelektromos fotometria szolgáltatta fénygörbe teszi lehetővé a meglehetősen kicsiny másodlagos minimum kimutatását, s ad módot az egyes komponensek viszonylagos méreteinek, fényességének, alkalmas körülmények közt ezek tényleges nagyságának meghatározására.

A fényelektromos fotométer kiváló előnye még az, hogy rendkívül alkalmas diffuz-objektumok fotometrálsára. Pl. az Andromedaköd fényességeloszlásának meghatározását is ez az eljárás tette lehetővé. Módot nyújt az égbolt és a köd határának igen pontos megállapítására.

A fényelektromos fotometria pontosságát illetően álljon itt az alábbi néhány adat. Két égitest fényességének összehasonlítása, ha a kettő fényességének különbsége kisebb  $1^m$ -nál, a közepes hiba  $\pm 0^m.007$  kedvező körülmények közt  $\pm 0^m.005$ , szemben a legjobb vizuális és fotografikus fotometria  $\pm 0^m.07$ , illetve  $\pm 0^m.03$  közepes hibájával.

Igyekezünk kell tehát, hogy az összehasonlítandó csillagok közti távolság és fényességkülönbség minél kisebb legyen. Az előbbin, közeli összehasonlító csillag hiányában nem tudunk segíteni, az utóbbi különbséget azonban csökkenthetjük fényrekeszek alkalmazásával.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> G. E. Kron, The new photoelectric photometer of the Lick Observatory. Lick Observatory Bulletin, Nr. 499. 1939.

<sup>2</sup> M. Güssow, Über die Verwendung von Objektivblenden bei lichtelektrischen Helligkeitsbestimmungen. Z. f. A. 15. p. 361—362.

Az összehasonlító csillagok közül ugyanis a fényesebbik fényét fényrekezzel csökkentjük. Az egyes fényrekeszek által előidézett fénycsökkenés magnitúdókra átszámított értékét a mérések előtt pontosan meghatározzuk.

A nagy pontosság mellett különös előnye a fényelektromos fotometriának az, hogy módot nyújt színszűrők használatával a csillagok kolorindexének meghatározására. Spektroszkopikus kutatásokkal együtt pedig bepillantást nyújt a csillagatmoszférák áramlásaiba.

Érdekes, hogy a legutóbbi időig nem próbálták meg felhasználni a fényelektromos fotométert fundamentális fotometriai katalógus készítésére. M. Güssow végzett ilyen irányú észleléseket és arra az eredményre jutott, hogy a fényelektromos fotométer nagy pontosságánál fogva erre a célra is igen alkalmas.<sup>1</sup>

A módszer pontosságának fokozása nem kecsegtet kielégítő eredménnyel. Földünk atmoszférájának tulajdonságai amúgyis határt szabnak pontosság dolgában minden elgondolható fotometriai módszernek. Az újabb törekvések inkább arra irányulnak, hogy az eljárás érzékenységének fokozásával egyre több égitest fényelektromos fotometráját tegyék lehetővé.

Éppen ebben az irányban történtek a legutóbbi időben kísérletek az elektronsokszorozó cső alkalmazásával. Az elektronsokszorozó cső (multiplier) tulajdonképpen fotocellával egybeépített erősítőberendezés, tehát ez a fotométer is fényelektromos fotométer. Ha Siedentopf jénai kísérleteinek eredményei nem is szárnyalták túl a modern fényelektromos fotométerek teljesítményét, azért korántsem szabad elhamarkodott véleményt mondanunk arról. Csupán arra a nagyarányú fejlődésre gondoljunk, amin a fényelektromos fotometria 1913-tól napjainkig átment.

*Strommer Gyula*

## ISMERTETÉSEK

**Napfoltstatisztika 1940-re.** A zürichi csillagvizsgáló most tette közzé az 1940. évről a havi napfoltrelatívszámokat.<sup>2</sup> Ezek a következők:

Hónap	R	Hónap	R
Január .....	50.5	Július .....	67.5
Február .....	59.4	Augusztus .....	105.5
Március .....	83.3	Szeptember .....	66.5
Április .....	60.7	Október .....	55.0
Május .....	54.4	Nóvember .....	58.4
Június .....	83.9	December .....	68.3

<sup>1</sup> Lásd *Strommer Gy.*, Az első fundamentális fényelektromos fotometriai katalógus. Csillagászati lapok. 3. évf. 4. szám. p. 153—154.

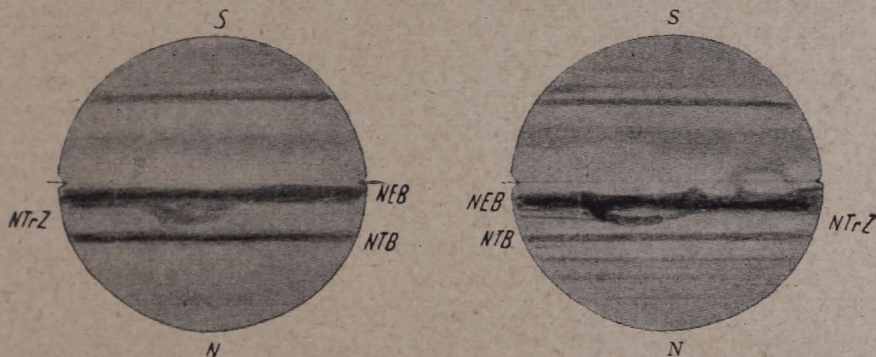
<sup>2</sup> W. Brunner: Zürcher Statistik der Sonnenflecken für das Jahr 1940. Astr. Mitt. der Eidg. Sternwarte in Zürich. Nr. 140. Bd. 14. S. 511.

Az évi közepes relatívszámra ezekből 67.8 adódik. A legutóbbi napfolt-minimum óta az évi relatívszámok így alakultak:

Év	R	Év	R
1933 .....	5.7	1937 .....	114.4
1934 .....	8.7	1938 .....	109.6
1935 .....	36.1	1939 .....	88.8
1936 .....	79.7	1940 .....	67.8

1935 közepe óta nem volt olyan nap, amelyen nem lehetett volna napfoltot észlelni. A naptevékenység, mint látjuk, még 1940-ben is, három évvel a napfoltmaximum után, igen erős volt. Ez igazolja azt a szabályt, hogy erős napfoltmaximum után a naptevékenység csökkenése igen lassú ütemű.

**Új folt a Jupiteren.** 1941 március 18-án E. Mädlö<sup>1</sup> egy új foltot fedezett fel a Jupiteren. Későbbi észlelések alapján sikerült a folt pontos helyzetét a Jupiteren és a nagyságát meghatározni. A folt az NEB és NTB



1. ábra. Jupiter 1941 március 23-án.

2. ábra. Jupiter 1941 április 4-én.

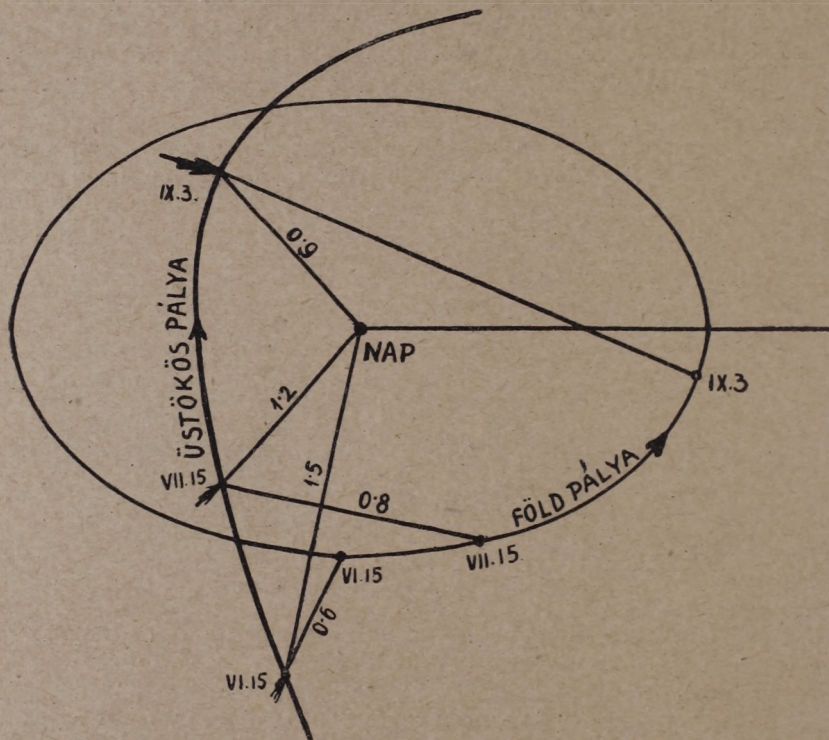
sáv között, az NTrZ zónában van. A sötétebb NEB-ből nyúlik ki észak felé a világosabb árnyalatú NTrZ-be. A 3''–4'' hosszú nyúlvány jó légköri viszonyok esetén, 250–300-szoros nagyítással szépen látható. Színeződést eddig még nem észleltek az új folton. A foltnak a fejlődését is meg lehetett figyelni, először egy ködszerű fátyol látszott az NEB északi részen (1. ábra.), később mind határozottabb körvonalai lettek, míg végül az NTrZ világos zónában, mint az NEB egy sötét nyúlványa volt észlelhető (2. ábra.). C. Fedke<sup>2</sup> már 1940 december 7-én látott ugyanazon a helyen egy kis fátyolt, de a fejlődését nem tudta követni. Valószínűleg ebből a kis fátyolból fejlődött ki a Jupiter új foltja. Mivel az NTrZ zónában a foltképződés igen ritka, az új foltot tovább is figyelni fogják.

Guman István

<sup>1</sup> BZirk. 23.41.

<sup>2</sup> BZirk. 23.60.

Új üstökös. Május 23-án van Gent egy 11-edrendű új üstököst fedezett fel. Megfigyelése nálunk nem volt lehetséges, minthogy deklinációja  $-40^\circ$  volt, tehát éppen a láthatáron tartózkodott. Három héttel később június 17-én újabb üstökös felfedezéséről érkezett hír s ezt mint Bernasconi-üstököst hozták nyilvánosságra. Ez utóbbi üstökös látszó helye meglehetősen távol esett a van Gent-féle üstökös felfedezési helyétől, de mozgása oly irányú volt, amely valószínűvé tette, hogy a két üstökös azonos. Fényességük is meglehetősen egyezett. A Bernasconi-üstökös pozíciója felfedezé-



1. kép. Az üstökös pályája a térben.

sekor:  $\alpha = 15^{\text{h}}53^{\text{m}}$ ,  $\delta = -16^\circ56'$ , mozgása naponta  $-5^{\text{m}}$  volt rektaszcenzióban és  $+1^\circ10'$  deklinációban. Már ezekből az adatokból is könnyen kiszámítható, hogy a Bernasconi-üstökös felfedezése előtt 25 nappal körülbelül azon a helyen tartózkodott, ahol van Gent üstököse. Így az azonosság kétségtelen.

Az első megfigyelésekből számított pályaelemek:  $T = 1941$  szeptember 3,  $\omega = 84^\circ13'$ ,  $\Omega = 256^\circ42'$ ,  $i = 95^\circ10'$ ,  $q = 0.8925$ . Az üstökös tehát egyre közeledik a Naphoz és csak szeptember elején megy át a perihéliumon ( $T$ ). Pályahajlása csaknem merőleges az ekliptikára ( $i$ ). Legnagyobb napközelsége, azaz perihéliumtávolsága ( $q$ ) közel 0.9 csillagászati egység, azaz 135 millió kilométer.

A kiszámított efemeris alapján több megfigyelés készült az üstökös-ről a Svábhegyi Csillagvizsgálóban is. Kisebb távcsőben is szépen látszik kómája, csóvája egyelőre még nincsen, illetve ha van is, nem látszik, mert iránya a látóirányba esik.

Az újabb megfigyelések alapján kapott pontosabb pályaelemek alig térnek el az első eredménytől:

$$T = 1941 \text{ szeptember } 3.135$$

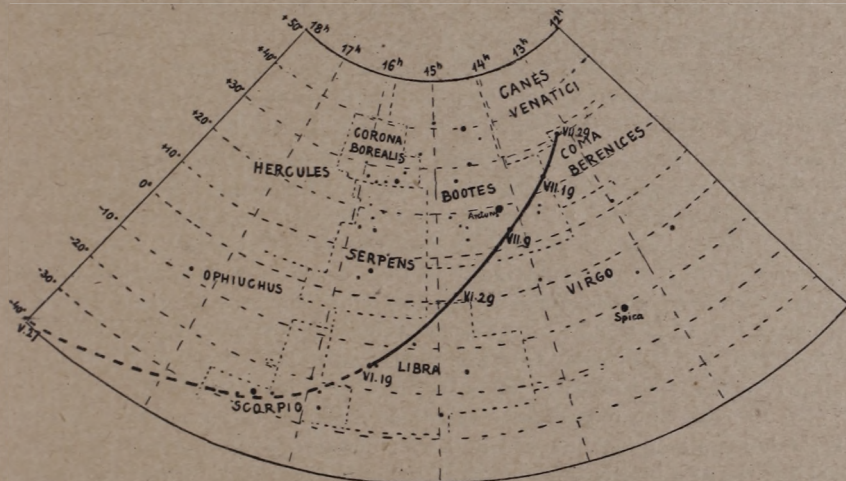
$$\omega = 86^{\circ}069$$

$$\Omega = 256^{\circ}747$$

$$i = 94^{\circ}103$$

$$q = 0.86362.$$

Ezeknek az adatoknak alapján az üstökös valóságos térbeli pályáját az 1. kép tünteti fel.



2. kép. Az üstökös látszó útja a csillagok között.

Július második feléig közöltek efemerist az üstökös-ről s eszerint deklinációja tovább erősen növekszik, tehát megfigyelése az esti órákban egyre kedvezőbb lesz. Minthogy 5 órával nyugszik a Nap után, éjjel már nem látható.

Az üstökös látszó útját a csillagképek között a 2. képünk mutatja. A közölt ívdarabból annak folytatásaképen még jó darabig következtethetünk további látszó útjára is, noha errenézve még nincsenek számított adataink.

Az üstökös lassan távolodik ugyan a Földtől, de a Naphoz elég erősen közeledik s ezért további fényesedése várható.

*Kulin György*

**Csillagspektrumok abszolút intenzitáseloszlásának mérése.** A csillagspektrumok abszolút intenzitáseloszlásának mérése lényegében abból áll, hogy a csillag színképét ismert hőmérsékletű fekete test színképével hasonlítjuk össze. Az ilyen összehasonlítást természetesen nem lehet közvetlenül elvégezni, mert a fekete sugárzás laboratóriumi előállítása is meglehetősen körülményes. Az egyedül alkalmazható közvetett összehasonlítás úgy történik, hogy a csillag spektrumát mesterséges csillag spektrumával hasonlítjuk össze, ez utóbbi intenzitáseloszlását pedig laboratóriumi kísérletek útján a megfelelő fekete sugárzással.

Ilyen méréseket az utóbbi években főként *Kienle* végzett Göttingenben, *Chalonge* és *Barbier* Párisban (ill. Arosaban és a Jungfrau-joch-on), valamint *Williams* Greenwichben. A göttingeni vizsgálatok már 1924-ben megkezdődtek ugyan, de a mérésekkel kapcsolatos technikai nehézségek miatt hosszú ideig csak a csillagspektrumoknak a mesterséges csillag színképével való összehasonlítására szorítkoztak. Csak a legutóbbi időben történt meg a mesterséges csillag és a fekete test színképének laboratóriumi összehasonlítása.<sup>1</sup>

A mesterséges csillag előállításához mind Göttingenben, mind Párisban 1·7 mm széles izzó wolfram-pántos lámpákat, másrészt pedig hidrogén-csőveket használtak fel. Ez utóbbiak rövid hullámhosszknál (2·500—4·000 Å) alkalmazhatók sikerrel, ahol a hidrogénspektrum folytonos. Nagy mértékben elősegítette a kutatásokat az az együttműködés, amely a Nemzetközi Csillagászati Unió párisi összejövele után 1936 óta a német és a francia kutatók közt kifejlődött és amely egészen a háború kitöréséig tartott. Így kerülhetett sor a párisi és göttingeni lámpák spektrumának közvetlen összehasonlítására. A göttingeni normállámpa spektrumának összehasonlítását a fekete test spektrumával a berlini Physikalisch-Technische Reichsanstalt végezte el. Az összehasonlítás fényelektromos úton történt, míg a csillagspektrumokat Göttingenben regisztráló fotométerrel mérték ki.

Az intenzitás eloszlásának tanulmányozásánál fontos szerepet játszik a színhőmérséklet fogalma. Ha adott  $\lambda$  hullámhossznál az eloszlási görbével a fekete test bizonyos  $T_e$  hőmérsékletnek megfelelő görbéje párhuzamos, akkor  $T_e$  az illető fényforrás színhőmérséklete  $\lambda$  hullámhossznál. A gyakorlatban azonban a két görbe elég tág intervallumokban párhuzamos, úgy hogy  $T_e$  egyszersmind a megfelelő intervallumra vonatkoztatott közép-színhőmérséklet.

Legyen  $A$  és  $B$  fényforrás spektrumában az eloszlás  $I_{A(\lambda)}$  és  $I_{B(\lambda)}$ . Ha  $A$  és  $B$  fekete testek, az eloszlás a *Planck*-féle sugárzási törvényből adódik, amely helyett a gyakorlatban az

$$I_{(\lambda, T)} = c_1 \lambda^{-5} \cdot e^{-c_2/\lambda T}$$

egyszerűsített képletet vehetjük. Ebből következik, hogy

$$\log \frac{I_A}{I_B} = -\frac{C_2}{\lambda} \left( \frac{1}{T_A} - \frac{1}{T_B} \right)$$

<sup>1</sup> Kienle—Wempe—Beileke: Die absolute Intensitätsverteilung im kontinuierlichen Spektrum des mittleren AO-Sternes. (Zeitschr. f. Astrophys. 940, 2. Heft.)



(ahol  $C_2 = 14,320$  mikron. grad)  $\frac{1}{\lambda}$ -nak lineáris függvénye. A megfelelő egyenes  $G_{AB}$  iránytangensét nevezzük a két eloszlás relatív gradienseinek:

$$G_{AB} = -C_2 \left( \frac{1}{T_A} - \frac{1}{T_B} \right).$$

Ha  $A$  és  $B$  nem fekete testek, az eloszlási görbe tág intervallumokban párhuzamos lévén a  $T_A$  és  $T_B$  színhőmérsékleteknek megfelelő Planck-görbékkel, a gradienst megkapjuk, ha az előbbi képletben  $T_A$  és  $T_B$  alatt most már a megfelelő színhőmérsékleteket értjük.

Ebben az esetben a gradiens értéke csak egyes intervallumokban vehető konstansnak, nem pedig az egész spektrum kiterjedésében. A tapasztalat azt mutatja, hogy csillagspektrumok összehasonlításánál két gradiens elegendő a relatív intenzitáseloszlás kielégítő meghatározására.

Csillagspektrum intenzitáseloszlásának összehasonlítása a fekete testével voltaképpen két gradiens (valódi csillag — mesterséges csillag és mest. cs. — fekete test) kimérésével egyértelmű. A valóságban azonban a mérések kiértékelése korántsem egyszerű. Tekintetbe kell venni az atmoszférikus abszorpciót, amely nagymértékben függ a hullámhossztól, azután a mesterséges csillag előállításánál létrejövő veszteségeket, amelyek a hullámhosszal szintén változnak. Ez utóbbiaknál különös szerepet játszanak a fényszűrők. A wolframlámpák színhőmérséklete nem éri el a  $3000^\circ$ -ot, míg az  $A$ -típusú csillagoké  $15,000^\circ$  körül van. Jó eredményeket természetesen csak úgy kaphatunk, ha a két hőmérséklet közt nincs ilyen nagy különbség, amit úgy lehet elérni, ha a mesterséges csillag fényét megfelelő kék fényszűrőn bocsátjuk keresztül. Ekkor persze a szűrő transzmissziós együtthatóját, mint a hullámhossz függvényét ismerni kell.

Kienle és munkatársai kilenc  $B$ - és  $A$ -típusú csillag színeképét mérték ki és az egyes  $\lambda$  értékekre adódó intenzitásokat közepelve megszerkesztették az ú. n. «átlag AO csillag» spektrumának intenzitás-görbéjét. A két gradiens értéke a következő:

$$\begin{array}{l} 6.300\text{Å} > \lambda > 4.700\text{Å} \text{ intervallumban } G_1 = 1,33, \text{ aminek } T_c = 12.200^\circ \text{ felel meg,} \\ 4.700\text{Å} > \lambda > 4.000\text{Å} \quad \quad \quad G_2 = 0,81 \quad \quad T_c = 23.500^\circ \quad \quad \quad \end{array}$$

A fekete testre vonatkoztatott gradiens középértéke  $G = 1,07 \pm 0,03$ , az ennek megfelelő színhőmérséklet  $16.100^\circ \pm 800^\circ$ .

*Kolbenheyer Tibor*

**Új típusú szupernóvák.** 1940. év folyamán Minkovszki 3 szupernóvát fedezett fel az NGC 6942, 5907 és 4725 extragalaxisokban. Az NGC 5907 és az NGC 4725 extragalaxis szupernóvái új szupernova-típusnak bizonyultak.<sup>1</sup> Így az eddig ismeretes típusokra a I típus, erre a kettőre a II típus jelölést vezették be.

Az NGC 4725-ben levő II típusú szupernóvát a maximuma után még négy hónapig állandóan észlelték. A maximum utáni hatodik naptól kezdve

<sup>1</sup> Mount Wilson Report 1940. p. 21. Lásd még Csill. L. I. 155. és III. 37.

a színeképp folytonos volt, a kék spektrálvidék intenzitás igen erős. Semmilyen szerkezet nem volt benne kivehető, csupán a *Ha* vidékén lehetett valamilyen emissziót sejteni. A széles emissziós sávok később kezdtek megjelenni, miközben a folytonos színeképp egyre halványodott. Három héttel a maximum után már teljesen az emissziós sávok uralkodtak a színeképben. A sávok igen szélesek. Ha föltesszük, hogy táguló felület sugározta ki, a tágulás sebessége 5000 km/sec vagy még ennél is több adódik. A sávok erős kiszélesedése természetesen itt is nagyon megnehezíti az identifikálást. A színeképp ebben az időben hasonlított némileg a normális novaszíneképhez, a nova átmeneti állapotában. A hidrogénszíneképp azonban gyengébb volt és a tiltott vonalak is rendkívül gyengék, sőt némely tiltott vonal egészen hiányzott. A II típusú szupernovák színeképe a maximumban jóval korábbi típusú, mint a normális nováké, így a felületi hőmérsékletüknek sokkal magasabbnak kell lennie. A maximum után bizonyos idővel megjelenő emissziós színeképp pedig nagyobb sebességű tágulást és magasabb fokú gerjesztést árul el.

A II típusú szupernovák színeképe az I típusúakétól főleg az átmenetben különbözik, amikor a maximum idején kibocsájtott folytonos színeképp a későbbi emissziós színeképpé alakul át.

Baade megvizsgálta ennek a két új típusú szupernovának fénygörbéjét, összehasonlítva az NGC 4621, 4636, 6946 extragalaxisok szupernováinak fénygörbéjével. E három szupernova fénygörbéje egyezik az eddig általában észlelt, normálisnak elfogadott szupernovákéval. A két újonnan fölfedezett, színeképe alapján II típusúnak elnevezett szupernova fénygörbéje is eltér a normális, I típusútól, és pedig ugyanazon a helyen, ahol a színeképp is eltér, a maximum utáni időben. A fénygörbének itt jelentékeny kiemelkedése van. Így tehát a fénygörbék alakja is kritériumot nyújt a szupernovák osztályozására. Baade ezen az alapon a régebben észlelt szupernovák közül az NGC 4723 és 5236-beliakat is a II típusba sorolja. Eddig tehát összesen 4 II típusú szupernovát ismerünk. Közös tulajdonságuk még az is, hogy a maximumban szisztematikusan halványabbak mint az I típusúak. Abszolút fotografikus fényességük kisebb, mint  $-12$  magnitudo.

Fölmerül ezek után természetesen az a föltevés, hogy a II típusú szupernovák átmenetek a normális novák és I típusú szupernovák között. Ebben az irányban még további kutatások várhatók. *Baldass Júlia*

**Törpe változó csillagok.** Mint ismeretes, a változó csillagok (nem számítva ide természetesen a fődési változókat, amelyeknél a fényváltozás csak látszólagos) eddigi ismereteink szerint mind óriás, sőt legnagyobbbrészt óriásfeletti csillagok. Ezért különös jelentőséget kell tulajdonítanunk Joy-nak a Mt. Wilson csillagdán az SS Cygni-típusú változók színeképpéről végzett vizsgálatainak, melyek szerint e csillagok törpecsillagok (Mt. Wilson Report 1940. p. 16.).

Ezeknek a csillagoknak spektroszkópiai vizsgálata fényminimumban igen nehéz, mert az összes eddig ismert példányok látszólagos fényessége rendkívül kicsi. Sőt legtöbbjük a maximumban is igen gyenge, úgyhogy a megfigyelések ebben a fázisban is igen gyérek. Csak annyit tudtunk róluk,

hogy ekkor színeképük hasonlított az új csillagok színeképéhez. Különben a fénygörbéjük is hasonlított az újcsillagokéhoz, csak hogy a felvillanások igen gyakoriak, közel periodusosak és aránylag csekély amplitudójúak.

Joy hat ilyen csillag színeképét vizsgálta. Kettőjük színeképe maximumban folytonos, hároméban a folytonos színekép mellett igen széles, fényes hidrogénvonalak láthatók, SU Ursae Maioris színeképében pedig a hidrogénvonalakon kívül még fényes héliumvonalak is vannak. SU Ursae Maioris színeképét sikerült a fényminimumban is felvenni. Ezen a felvételen abszorpciós vonalak is láthatók és pedig a dG<sub>3</sub> típusnak megfelelőek. Ez mutatja, hogy e csillagok törpecsillagok.

D. L.

**Intersztelláris molekulák.** A még nem azonosított intersztelláris vonalak közül a legfeltűnőbb a  $\lambda$  4300·3 vonal. Swings és Rosenfeld már régebben a CH molekula abszorpciójának tulajdonították a vonalat (Ap J 86. 483. 1937). Az, hogy molekuláktól ilyen keskeny vonal adódjék, az intersztelláris térben uralkodó viszonyok mellett könnyen érthető. Ott ugyanis a molekulák rotációs nívói közül csak egy-két legalacsonyabb energiájú lehet betöltve, úgyhogy a sávvonalak közül csak néhány jelenik meg abszorpcióban és így a sáv keskeny.

Mc Kellar később kimutatta, hogy ha a  $\lambda$  4300·3 vonal tényleg CH-től ered, még másik három gyengébb vonalnak is kell mutatkoznia és kiszámította ezek intenzitás-viszonyát. Adams  $\zeta$ . Ophiuchi színeképében, ahol a  $\lambda$  4300·3 vonal rendkívül erős, újabban tényleg kimutatta e vonalak jelenlétét. (Mt. Wilson Report 1940. p. 18.) A vonalak annyira gyengék, hogy csak a legfinomabb szemcséjű lemezeken lelhetők fel az igen nagy diszperzió alkalmazása mellett, melyet a mt. wilsoni coude-spektrográfok lehetővé tesznek. A vonalak intenzitás-viszonya is megfelel Mc Kellar számításainak, úgyhogy azonosításuk a CH-val kétségtelen.

Ugyancsak Adamsnak sikerült kimutatni ugyanezen a felvételen a CN molekulák jelenlétét is az intersztelláris térben, a  $\lambda$  3579·98,  $\lambda$  3874·0,  $\lambda$  3874·6 és  $\lambda$  3875·78 vonalak alapján.

Egyébként fényes csillagok coude-spektrogrammaiban nagyon sok új, gyenge intersztelláris vonalat találtak, melyeket még nem sikerült azonosítani. Érdekes eredmény még ezekből a felvételekből, hogy az intersztelláris anyag sűrűsége a Naprendszer közelében különböző irányokban igen eltérő és hogy a CaII sűrűsége sokkal kisebbnek adódik a közeli csillagokból, mint a távoliakból.

D. L.

## SZAKOSZTÁLYI ÜGYEK

A Budapest Székesfővárosi Közlekedési Részvénytársaság DR PERCEL GYÖRGY vezérigazgató úr indítványára ez évben is 500 pengőt adományozott a Szakosztálynak. A nemes adományért e helyen is hálás köszönetet mondunk.

A Szakosztály május 13-i ülésén BERKES ZOLTÁN meteorológiai intézeti tisztviselő adott elő «A meteorológiai viszonyok a svábhegyi csillagdán» címmel. Az előadó vizsgálatai a közeljövőben megjelennek a svábhegyi csillagda közleményei között. Érdeklődő tagtársainknak levélbeli megkeresésre díjtalanul bocsájtunk rendelkezésre egy példányt.

A legközelebbi előadóülésünk októberben lesz.

---

## HIREK

**F. W. H. Ludendorff**, a potsdami csillagda nyugalmazott igazgatója elhunyt. 1873-ban született. 1897-ben a hamburgi, majd a következő évben a potsdami csillagdához került, ahol 1938-ban bekövetkezett nyugdíjba vonulásáig dolgozott. 1921-ben lett a csillagda igazgatója. Kiterjedt tudományos munkássága a spektroszkópiai kettőscsillagokat, változó csillagokat és a stellárstatistikát öleli fel. Életének utolsó éveiben a mátyák csillagászatával foglalkozott. 1933-tól 1939-ig az Astronomische Gesellschaft elnöke volt.

Most van mintegy száz esztendeje, hogy **Nagy Károly** (1797—1868) bicskei csillagdájának építését megkezdte. A csillagvizsgáló ügye a legjobb úton volt, a háromkupolás s még most is fennálló épület is elkészült s a műszerek egy része is megvolt, mikor a kitört szabadságharc tragikus kimenetele a csillagda ügyének is kedvezőtlen fordulatot adott. Az erősen forradalmi érzelmű és fogságba vetett Nagy Károly kiszabadulása után elkedvetlenedve külföldre távozott és vissza se tért többé hazájába. Az obszervatórium műszerei a budapesti tudományegyetem fizikai intézetébe kerültek megőrzés végett s 1928 óta a svábhegyi csillagvizsgáló intézet múzeumában vannak elhelyezve. Bicske község emléktábla leleplezésével egybekötött ünnepélnyel készül ezidén Nagy Károly emlékének áldozni.

---

## SZERKESZTŐI ÜZENETEK

Tagsági vagy előfizetési díjjal hátralékos tagtársainkat és előfizetőinket kérjük a hátralék szíves átutalására.

Minden közérdekű csillagászati kérdésre a szerkesztői üzenetek között, vagy a lap más helyén választ adunk.

Műkedvelő csillagászoknak csillagászati műszerek beszerzésére vagy ilyenek eladására vonatkozó hirdetéseit folyóiratunkban díjmentesen közöljük.

**Műkedvelő csillagász** 10—12 cm nyílású refraktort keres megvételre. Ajánlatok a szerkesztőséghez küldendők.

# CSILLAGÁSZATI LAPOK

A KIR. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT  
CSILLAGÁSZATI SZAKOSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

4. évfolyam

1941

3. szám

## NAGY KÁROLY ÉS BICSKEI CSILLAG- VIZSGÁLÓJA

SZOPORI NAGY KÁROLY (1797—1868) a kereken száz év előtti magyar tudományos életnek egyik igen érdekes és értékes egyénisége. Atyja nyomán gyógyszerésznek indul, LITROW oldalán két évig a bécsi csillagászati obszervatóriumban dolgozik, HUSZÁRTÓL arab nyelvet tanul, kémiából doktorátust szerez. Főleg Bécsben él, magyar grófok gazdasági- és pénzügyeit intézi, négyszer jár Londonban, többször Párizsban, eljut Amerikába is. Hat magyar, két francia és egy német nyelvű munkája jelenik meg, cikkei nyolcféle folyóiratban vannak elszórva.<sup>1</sup> Aritmetikája elnyeri a M. T. Akadémia 1835-re kiadott nagyjutalmát. Ő szerkeszti az első magyar felírású ég- és földgömböt, 1840-ben. Tőle származik a M. T. Akadémia névkönyvének és naptárának csillagászati része 1837-től kezdve egészen 1843-ig. Munkásságának koronája lett volna a Bicske mellett szerzett nemesi birtokán épülő csillagvizsgálója. Egész életén át megtakarított pénzét ennek pompás műszereire, könyveire, felszerelésére áldozta. Mielőtt e szép terve tető alá kerülhetett volna, kitört a szabadságharc. Másfél évtizednyi huzavona után birtokát elárverezték, csillagvizsgálójának háromtornyos, erős főépülete ma gazdasági magtár. Az államra szállt majd 200 műszere és több mint 1000 kötet könyve több tudományos intézetünk közt szétszórásra került. A platina-méter és a platina-kilogramm is azon értékek közé tartozik, amelyeket NAGY KÁROLY magas, nemes és szép célok szolgálatában hangyaszorgalommal gyűjtött össze. Későbbi becslés szerint összesen kb. 100.000 ftnyi értéket ajándékozott hazájának.

Abból az alkalomból, hogy Bicskén emléktáblát kívánnak elhelyezni tiszteletére, amennyire az anyag természete megengedi, lehetőleg időrendben közlöm a reá és műszereire talált főleg levéltári adataimat. Nagyon örvendének, ha nyomtatásban való megjelenésük elősegítené eddig tisztázatlan kérdések megoldását, hiányok pótlását.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> SZINNYEI JÓZSEF: *Magyar írók*. IX. 1. (1902.) 659—664.

<sup>2</sup> Az idő rövidsége miatt kutatásom nem terjeszkedhetett ki a bécsi, a BATHYÁNY- és KÁROLYI-grófi levéltárakra. Nem találtam arcképet. Nincs adatom családjára.

A M. T. Akadémia második nagygyűlése 1832 márc. 9-én egyszerre 30 levelező tagot választott, az osztály megjelölése nélkül. «Titkos szavazatokkal többséget ezek kaptak :» A betűrendben 23. : «NAGY KÁROLY, Gr. KÁROLYI LAJOS Titoknoka 's Pénztárnoka Bécsben.»<sup>3</sup> Már 1831 febr. 17. óta levelező tag volt BÁRTFAY LÁSZLÓ, «Gr. KÁROLYI GYÖRGY Ur Titoknoka és a' magyar tudós társaság Ellenőre.»<sup>4</sup> akinek NAGY KÁROLY 1834 okt. 1-én Londonban kelt levelében ezt írja : «1830 olta első ittlétem» «negyedszer vagyok a csudák országában, mert tapasztalni 's látnivaló maradt és marad ; de oka az én telhetetlenségem melly az egész öklöt akarja ha újjat mutatnak.»<sup>5</sup> E levéllel egy napon kelt a BABBAGE-féle hétjegyű logaritmustábla NAGY KÁROLYTÓL szerkesztett magyar szövegű kiadásának előszava. Címe : «A' természetes számok' logarithmai 1-től 108000-ig. London. A' Magyar Tudós Társaság' költségével. 1834.» Előszó (III—VII) és Bővezetés (IX—XIV) áll a táblázatok előtt, utánuk a 202. oldalon «Álandók» következnek. Nyomdajelzés : «gedruckt bei Wilhelm Clowes, Stamfordstreet». Egykorú «Tudnivalók» szerint 1000 példány készült, ebből 500 zöld, 250 sárga és 250 fejér papíron, egyedül magyar előszóval és bővezetéssel 600, magyar mellett angol, illetve német nyelven is 200—200. Ára példányonként pengő pénzben : «Fejér papiros 4 fl, sárga papiros 4 fl. 45, zöld papiros 5 fl. p. p.» A BABBAGE-táblának egy példánya megvan a József Nádor Egyetem könyvtárában : «*Table of the logarithms of the natural numbers from 1 to 108000. By CHARLES BABBAGE, Esqu., M. A., Lucasian Professor of Mathematics in the University of Cambridge. Second edition. London, 1831.*» XX + 202. Minden, különben fekete nyomású számsorból az ötödik piros vonallal alá van húzva. Akkoriban részletesen vizsgálták a papiros színének befolyását a láthatóságra, nappali és mesterséges fénynél. Az erre vonatkozó 12. megállapítás a XI. oldalon így hangzik : «Coloured paper is more favourable to distinctness than white.» Az említett példányon a szerző saját kézírású ajánlása : «To M. NAGY from the Author.» BABBAGE : *Economy of Machinery* c. munkájáról azt írja NAGY 1832 szept. 5-én DÖBRENTÉINEK Londonból : «erről egy bővebb értekezést fogok annak idejében küldeni.»<sup>5a</sup>

Még nem került elő «a csillagda alaptérrajza, a csillagda rajza, a lakház rajza», amik eredetileg megvoltak az iratok közt.

<sup>3</sup> A' Magyar Tudós Társaság' Évkönyvei. I. 1833. 81. A 22 évvel idősebb «BOLYAI FARKAS, mathesis és physica Prof. Maros Vásárhelyen», u. o. betűrendben a 4.

<sup>4</sup> *Névkönyv a' Magyar Tudós Társaságról 1832-re.* 14.

<sup>5</sup> Magyar Nemzeti Múzeum Országos Széchényi-Könyvtárának kéziratárában. Az ott őrzött 48 NAGY KÁROLY → BÁRTFAY LÁSZLÓ-féle levél keltezésének megoszlása : Bécs (1830. 8. 20. — 1838. 10. 22.), London (1832. 7. 7. — 1835. 2. 5.), Pozsony (1835. 4. 5.).

<sup>5a</sup> M. T. Akadémia kéziratára. Lev. 4-r. 55.

NAGY KÁROLY matematikai főműve az *Elemi arithmologia. Arithmographia*. Ennek első része az *Arithmetika. Számírás különös jegyekkel*. Bécsben, 1835-ben jelent meg «Rohrmann és Schweigerdnál», igen jó papíron, szép nyomással, «Sollinger I. P. sajtóji alól». Előszava 1835 szept. 1-én kelt Bécsben «Karinthi út 1004». Említi benne, hogy AMPÈRE felosztását követi. Az előszót (V—VIII), foglalat (IX—XVII) követi, I—XX tábla (XVIII) és I—XII szakasz (1—232). Egész- (1—100) és törtszámok (101—148), kombinálás vagy öszveilletés (149—163), emelések és gyökerek (164—193), mértékek (194—232), viszokok és arányok (260—289), sorok (290—314), hétjegyű logaritmok (328—382). Több elnevezése ma már szokatlan: emelés (elevatio), visszált (reciprocus), hatóság (potentia), állító (positivus), tagadó (negativus), korrát (parenthesis, zárójel), mutató (exponens), származat (productum), részes (quotiens), első szám (numerus primus), színlelt törtszám (fractio impropria), kevert szám (fractio impura), velejáró (coefficientens), alkotmányi alap (basis logarithmica).

Ezzel a munkájával nyerte el NAGY KÁROLY a M. T. Akadémia nagyjutalmát. Erről így emlékezik meg az egykorú részletes jelentés:

«Megvizsgálván a' társaság, hat tudományos tályának hivatalosan beadott feljegyzéseiből az 1835-év' lefolyta alatt kijött magyar könyveket, örömmel vette észre némelly dícséretes elmemívben a' nemzeti tudományos műveltségnek újabb jeles fejlődését, 's azok közül a' 200 arany nagy jutalmat szavazat-többséggel a' következő címűnek ítélte: «*Arithmetica; számírás különös jegyekkel*; írta NAGY KÁROLY; Bécs, 1835.» Itélt pedig így a társaság ezen okoknál fogva:

1. Az eddig magyar nyelven kijött arithmetikák között legjelesebben kidolgozott egésznet formál; helyesen fogta fel a' szerző az arithmetica' és algebra' szoros egybeköttetését, melly tekintetből



1. kép. Nagy Károly éggömbje.

annak lépcsőnként az algebra felé kell közelíteni, 's arra előleges bevezetésül szolgálni.

2. Ugyanez okból szélesebb, de egyszersmind czélszerűbb kört szabott magának. Érintette az algebrának és analysisnek csaknem minden tárgyait, mellyek a' mélyebb és terjedelmesebb szemléleteknek alapjait teszik. Számvetési tekintetben pedig meg nem állapodván a' közönségesen tudva lévő munkálatok' előadásával, azokon kívül kifejtette a' tizedes törteknek csaknem minden tudományos munkákban egyedül előforduló, haszonvételét, a' láncztörtek' tulajdonit, 's a' logaritmokkal bánást, melly utóbbiak által eszközölhető könnyítések kiváltképen megérdemelnék, hogy a' köz életben gyakoribb alkalmaztatást nyernének.

3. A' befoglalt számtáblák a' gyakorlati számvetésben igen érzett hiányt pótolnak ki; a' számvetési példák pedig nemcsak az előadást világosítják fel, hanem egyszersmind a' haszonvételt is előterjesztik.

4. Ezen oknál fogva minden eddig magyar nyelven kijött arithmetikák közül legalkalmasabb az ifjúságnak a' mathematicai tudományokba első alapos bevezetésül; másoknak pedig, kik a' számvetésben némi jártasságot kívánnak magoknak szerzeni, további bővebb utasításul.»<sup>6</sup>

E jutalom odaítélésének előzményeiről így szól a hivatalos közlés:

«Az 1835 ki nagy jutalom' tárgyában megbízott küldöttség az osztályok' 's egyes tagok' irott jelentései' nyomán úgy találván, hogy ez évben olly kitünőleg jeles munka nem jöve ki, mellynek minden egyebek fölött felsőbbsege annyira elismertethetik, hogy észrevétel hozzá ne férhessen, tanácsosnak tartotta a' nagy jutalmat ez uttal két külön rendbeli — t. i. egy szépliteraturai 's egy tudományos — között felosztandónak, 's mint illyeket BAJZA' verseit 's NAGY KÁROLY' munkáját: *'Arithmetica, számírás különös jegyekkel'* tűzte ki; dicsérettel említésre pedig BACSÁNYI' verseit, FEJÉR' metaphysicáját, 's b. JÓSIKA MIKLÓS', *Irány'* és *Vázolatok'* című munkáit. Rövid vitatkozás után szavazatra bocsáttatván a' kérdés' eldöntése a' nagy jutalom 18 sorssal 14 ellen NAGY KÁROLY' Arithmeticájának íteltetett oda, 's vetélytársa BACSÁNYI' versei' helyébe a' dicsérendők közé tétetett.»<sup>7</sup>

Ugyanerről DÖBRENTAI GÁBOR így számolt be 1836 nov. 4-én kelt

<sup>6</sup> A' Magyar Tudós Társaság' *Évkönyvei*. III. 1837. 154. Az idézett jelentés az 1836. szept. 11-i «Ötödik köz'ülés» tárgysorozatának 10. pontja.

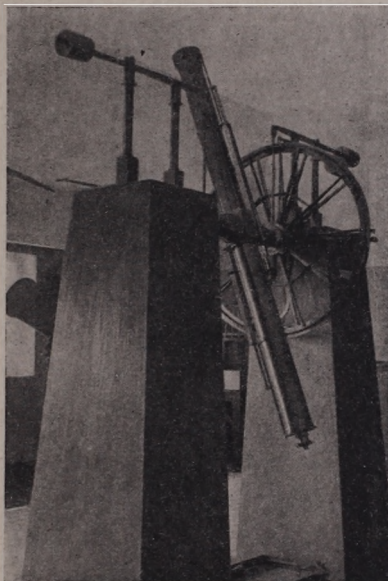
<sup>7</sup> U. o. 144. A tárgysorozat végén: «Költ Pesten, a' magyar tudós társaság' VII. nagy gyűlése' 9 d. üléséből, september' 9. 1836. D. SCHEDEL FERENC titoknok.» U. o. 155.



levelében BOLYAI FARKASnak : «NAGY KÁROLY arithmetickája kaptá 1835-re a 200 darab aranyat. GYÖRI, NYIRI, BITNICZ mathesisi tagok nagyon ajánlották. A választottság 4 tagja : FÁY, VÖRÖSMARTY, SZÁSZ KÁROLY, STETTNER azon véleményen volt, hogy 100 # BAJZÁnak menjen verseiért, 100 # NAGY KÁROLYnak ; 3 tagja pedig : DÖBRENTÉI, KÁLLAY, GYÖRI mind a 200 # NAGY KÁROLYnak egyedül. E kisebb számban maradtak közül DÖBRENTÉI és KÁLLAY felolvasák külön szavazatukat a 32 tagu nagygyűlés előtt, s erre 18 csak NAGY KÁROLYra szavazott. SZÁSZ KÁROLY érkezett velem barátkozni akarólag, elment, barátom soha nem leendő.»<sup>8</sup>

BOLYAI FARKAS 1836 okt. 3-án ezt írta GAUSSnak NAGY KÁROLY nagyjuttalmat nyert munkájáról : «nincs más érdeme, mint az, hogy Bécsben szépen és pontosan kinyomtatták ; a legcsekélyebb eredetiség és minden elmeél hijával van, semmi sincs benne tisztázva, a szigorúságnak még szikrája is hiányzik belőle.» «De mégis örvendek neki, mert ez már lépés az első lépcsőfokra ; egy évszázad és az elsőből az ezredik lesz (vagy legalább is lehet).»<sup>9</sup>

A nagyjuttalom odaitélését követő napon : 1836 szept. 10-én akadémiai rendes tag lett NAGY KÁROLY. A M. T. Akadémiának akkor hat osztálya volt : nyelvtudományi, filozófiai, történetírási, matematikai, törvénytudományi, természettudományi. A matematikai osztálynak 1836-ban, az új választás előtt csak három tagja volt : egy helybeli : GYÖRY SÁNDOR és két vidéki : BITNICZ LAJOS és NYIRY ISTVÁN. Az osztályban két helybeli és két vidéki rendes tag helye nem volt betöltve.<sup>10</sup> Választáskor NYIRY átkerült a filozófiai osztályba<sup>11</sup> és helyére titkos szavazással «a' mathematicai osztályba vidéki második rendes tagul NAGY KÁROLY lev. tag választatott.»<sup>12</sup> Utána helybeli rendes tag lett 1838-ban VÁLLAS ANTAL,<sup>13</sup> 1840-ben VÁSÁRHELYI PÁL.<sup>14</sup>



2. kép. Starke-féle meridiánkör.

<sup>8</sup> Irodalomtört. Közlem. 7. 1897. 450. KONCZ JÓZSEF közlése.

<sup>9</sup> DÁVID LAJOS : *A két Bolyai élete és munkássága.* 1923. 132.

<sup>10</sup> Évkönyv. III. (1837) 217.

<sup>11</sup> U. o. 146.

<sup>12</sup> U. o. 147.

<sup>13</sup> Évkönyv. IV. (1840) 138.

<sup>14</sup> Évkönyv. V. (1841) 227.

NAGY KÁROLY nem pihent meg akadémiai babérjain : 1837 márc. 1-én Bécsben már két új könyvének előszavát keltezi. Az egyik már említett matematikai főművének második része: *Elemi algebra. Számírás közönséges jegyekkel*. XIV + 374. Egykorú előfizetési felhívás szerint «24 ív nagy 8-adrét ára 1 for. 40 kr. P. P.» Ugyanennyibe került az első rész velin papíron. Tartalma : alpmíveletek, osztók, törtek, emelések, gyökök, arányok, sorok (1—159), logaritmusok (160—190), egyenletek (191—250), bizonytalan (határozatlan) egyenletek (250—261) másodrendű egyenletek (261—295), számi (numerikus) feloldás (295—345), egyszerű és öszvetett kamat, annuitás (345—361), táblázatok (361—373), sajtóhibák (374). Kéttagú együtthatói a 20. hatványig fel vannak írva a 106. oldalon. Másik : *A' kis számító*. VI + 320. Kisebb 8-r ; mint «A' Kiadók» jelentik : «első nyomtatása nincs kereskedésben, mert mint *szorgalomnak jutalomkönyvecské* a' vagyontalan de örömmel tanuló gyermekek közt szétoosztatik». Ára 40 kr. volt, piros bőrkötésű példányok is maradtak gazdag aranyozással. Tíz beszélgetésre osztott anyagát «pótlék» követi. Szokatlan elnevezései : üres (zérus), sokas (többszörös), procentó. Erről a könyvről így nyilatkozik NAGY KÁROLY Bécsben 1837 febr. 25-én kelt HORVÁT ISTVÁN pesti egyetemi tanárhoz írt levelében : «Jelenleg van szerencsém elküldhetni egyik részit azon cikkelynek (a' mathesis tudományok tanításáról) mellyet személyesen ígértem : a' még hátra lévő kis részt azonnal küldöm mihelyst körülményeim engedik. Egy uttal van szerencsém elemi algebrámnak egy példányát elküldeni, szintugy a' kis számítónak egy példányát, melly kis könyvnek nem kellett volna még most világot látnia, de a' kiadók kívánták úgy, tehát megjelent.»<sup>15</sup>

A következő év gyümölcse *A' kis számító* párja : «*A' kis geometra*. A' terjedés-tudomány' alap-elvei. Magyar gyermek' kézikönyve. Irta NAGY KÁROLY. Második Nyomtatás. XXVIII kőre metszett táblával. Bécs, 1838. Rohrmann Udvari Könyvárosnál, 269. szám.» XX + 290. Ennek sem került első kiadása kereskedői forgalomba. Ez is kérdés-felelet alakban 12 beszélgetésre tagozódik. Szokatlan elnevezései pl. körvágó (húr), szög szárnya (szár), beszélő szög (angulus regrediens), merő, zom (soliditas). Sajnos, még ma sem időszerűtlen a következő intelme : «Minden ipar a' kör négyeszesítésére haszontalan idővesztés, mert az a' lehetőség' határán túl van.» (144—145.)

A magyar matematikai szaknyelv története megállapítja NAGY KÁROLY eddig felsorolt 1835-től megjelent tankönyveiről, hogy bennük «több, a mai műnyelvben is gyakran használt, fontos kifejezést találunk

<sup>15</sup> Múzeum kéziratára. — HORVÁTH ISTVÁN 1837. febr. 1-én lett a magyar nyelv és irodalom r. tanára, a tanszéknek a bölcsészettudományi karhoz való csatolásával. A neki ajánlott példány megvan a Múzeum könyvtárában : Math. p. 381.

első ízben. Pl. szükséges és elég ; nagyobb, mint akármely még oly nagy szám ; csak egy, csupán csak egy és nem több.»<sup>16</sup>

A M. T. Akadémia 1836-ra szóló *Névkönyvének* élén még csak a napok sora áll, 1837-re azonban már kibővül *astronomiai kalendáriummal* NAGY KÁROLY *r. tagtól*. Eleinte a rovatok : évi napok, év részei tizedes törtben, nap felkelte, lementé, közép idő délben, hold felkelte, lementé, égi jelenetek. «Elnöki megbízásból» olvassuk «az ülés az említett tagot ennek illy terjedelemben további folytatására is felszólította.»<sup>17</sup> E munkálattal VÁLLAS

ANTAL nem volt megelégedve. Ez kiderül NAGY KÁROLY Bécsből 1838 márc. 6-án kelt leveléből. Ebben panaszosan írja TOLDY FERENCnek, az Akadémia akkori főtitkárának : «Nem tudom mennyire lehet V. A. úr jegyzékeit vagy bírálatait a' T. T. organuma gyanánt venni (annyi bizonyos hogy az *Athenaeum* természetes organuma lehetne a' Társaságnak), de szerinte itélvén a' Kalendariomot aligha különös részvétellel fogadá a' Társaság. El-mellőzvénn itt, bármit mond V. A. felőle, mindenesetre alkalmatlan egy dolog hogy olyas valamit mi a' Társaság kebeléből kerül, ismét a' Társaság kebeléhez tartozó tag rostálgatja ; sokkal üdvösségesebb ezen procedura helyett az egyenes

visszavetés. » Öt sorral tovább : «Az én kalendariomom az astronomoknak (ha illyek a' honban léteznek) nem íratott, mert ezekre nézve mindegy akar Bécsi, Berli, Parisi vagy Londoni idővel számítsanak, de íratott a' többségre nézve melly többség közt nem igen találnók zoat ki az egyenes felment'tel és elhajlással tudna élni.»<sup>18</sup>

A M. T. Akadémia kéziratárában<sup>19</sup> fennmaradt az egyik fogalmazvány is : «*Astronomiai Napkönyv és Kalendárium 1839-re*. Szer-



3. kép. Starke-féle vertikális kör.

<sup>16</sup> KERESZTESI MÁRIA : *A magyar matematikai műnyelv története*. Debrecen, 1935. 33.

<sup>17</sup> Évkönyv. IV. (1840) 56.

<sup>18</sup> Múzeum kéziratára. Lev. 4-t. 84. Az ottani 10 NAGY KÁROLY → TOLDY FERENC-féle levél keltezése 1835. 5. 20. és 1848. 10. 8. közé esik ; 6 Bécsből, 1 Bicskéről, 3 hely nélküli.

<sup>19</sup> M. irod. 4-t. 77. II. IV.

keszté NAGY KÁROLY, r. t. Bécs 1 Junius 1838.» A 65 lapos kézirat közli a budai obszervatórium állandóit. «A' jelenetek budai közép időben vannak adva. A' geographiai hossz a' budai délvonaltól van számítva.» Hogy NAGY milyen buzgósággal és áldozatkészséggel látta el szerkesztői tisztét, az kitűnik alább idézett részletes leveléből, amelyet TOLDY FERENCHEZ intézett Bécsből 1838 dec. 21-én: «Meghozatván az 1839diki névkönyvet, látom hogy ideji észrevéteim a' táblák' és általában nyomtatás' végett, figyelemre nem méltattak. Az astronomiai napló és kalendárium' nyomtatása megbántó dísztelen 's ezen felül hibákkal telve, mit én *egyedül* csak a' budai nyomtató intézet' az illy munkák' elrendelésiben és csinos nyomtatásában is járatlanságának, tapasztalatlanságának és készületlenségének tulajdonítok. Kivánám hogy naplóm külsejére nézve is megfelelné valamennyire a' belsejére szánt nem csekély munkának, és ezen tekintetből egy ajánlást teszek a' T. Társaságnak.

Ha a' M. T. T.: megfizeti azt, mennyit fizet Budán a' nyomtató műhelyben egy ív nyomtatásért papirossal együtt, kiterjesztvén ezen egy ívre jövő költséget az 1840diki napló' ívei' számára; és a' naplót itt Bécsben nyomtattatom reá fizetvén magam a' mutatkozó különbséget, és hogy a' papiros a' M. T. T.: névkönyvére egyenlő legyen a' kalendárium papirosával, annyi papirost küldök le annak idejében, mennyire szükség lesz, a' papirosért sem kívánván többet mint mennyit szokott ezért fizetni a' T. T.

Az igaz hogy így a' könyvecskében kétféle nyomtatás lesz, egyik csinos betűkkel, a' másik randákkal; egyik fekete színnel, a' másik szürkével; kérem tehát tisztelt Titoknok Urat nehezteltessék nekem tudtomra adni, elfogadtatik e' ajánlatom, ha kivált hozzá teszem hogy ez csak 1840-re történjék, ugyszolván mintául?

Az elfogadás esetében kérem a' példányok' számát közleni velem mennyi legyen ez? Február hó végével, reménlem, a' munka kikerülhet a' sajtó alól.»<sup>20</sup>

Igy is történt; 1839 márc. 31-én Bécsből értesíti TOLDY: «A' gőzhajó nem válván fel a' kalendáriumot ezt tegnap a' postán (diligence) küldém le.» A levél szerint 300 példányt szállítottak «3½ rizma nyomtató papirossal együtt» «198 különösen készült és békötött példány (kettőt a' censurára adtam be)».<sup>20</sup> A bécsi Sollinger-nyomdából kikerült 2 + 132 oldalas naptárban 17-féle táblázat van és különböző utasítások, a folytatás (133—220) «Budán, a' Magyar Kir. Egyetem' betűivel» készült.

NAGY KÁROLYnak ásványgyűjteménye is volt, amit 1837 elején KÁROLYI GYÖRGY gróf pesti házába (Üllői-út 200.) küldetett. «1838 ele-

<sup>20</sup> Akadémia kéziratára. Tört. 2-r. 23.

jén a' víz ezen gyűjteményt megrongálta.»<sup>21</sup> «Ha a' Gróf Ur becsű szerint kívánta volna tőlem azt megvenni, sokkal alkalmasabb lett volna a gyűjteményt itt Bécsben, míg az én ládáimban voltak a példányok épen, gyönyörűen, tisztán és ujdonat ujan, — megbecsültetni.»<sup>22</sup>

Londonból 1832 szept 5-én közli DÖBRENTÉI GÁBORRAL, a M. T. Akadémia akkori főtitkárával, hogy Bécsben megtette a kezdő lépéseket az első magyar felírásokkal ellátott éggömb előállítására.<sup>23</sup> Terve sokára valósult meg. TOLDY FERENC csak az 1841 febr. 15-i «kis gyűlésen» olvashatta fel «NAGY KÁROLY rt' emlékiratát az általa szerkesztett, és saját költségein és felügyelése alatt Párizsban DIEN KÁROLY által készült *első magyar égtekeről*, mellyet egy uttal az academiának be is mutatott. Ezen 316'5 millimètre (körül belül egy bécsi láb) átmérőű tekén közel 1600 csillag van feljegyezve.» Csillagképek határa : «finom» «alig észrevehető vonalok». «A' három elsőbb nagyságu csillag valamennyi felvétellett, a' negyed nagyságu majd valamennyi, az ötöd nagyságuak közül pedig a' legnevezetesebbek. Mi ezeken túl van pusztán szemmel úgy sem látható.» Az «általmenő» (intermediocres) csillagok «a' magyar égtekén különös jeggyel jelettettek.» «A' társaság, munkás tagja' ez újabb fáradozásaiért, valamint a' becses ajándékért köszönetet szavazott.»<sup>24</sup> Ezt az ajándékpéldányt nem sikerült megtalálnom, pedig kettőnek is kellene lennie, mert a bicskei anyag szétosztásakor is kapott egy ilyen éggömböt a M. T. Akadémia az akkori leltári bejegyzések szerint. Az egyetlen ilyen éggömb, amiről eddig tudomásom van, a svábhegyi csillagvizsgáló múzeumában áll. Leltári száma: 257 (lásd I. kép). Igen jó állapotban van. Felírása : «Készíté DIEN KÁROLY. A csillagok helyei 1840nek felelnek meg. Paris 1840». TOLDY (SCHEDEL) FERENC az 1841 szept. 5-i köz ülésen titkári jelentésében is felemlítette, hogy «NAGY KÁROLY r. t. új elrendelésű égtekét, az elsőt magyar nyelven, készíte, 's annak előmutatását egyszerűségei' igazolásával kísérte.»<sup>25</sup>

Ugyanilyen nagyságban földgömb is készült : «Örvendetesen lepte meg a' társaságot az april' 15. 1839. tartott ülésben az elnök azon jelentéssel, hogy NAGY KÁROLY rt. egy, magyar nyelven szerkesztett *földtekének* — mellynek példányai az academia' utján lennének a hazai közoktató intézetek közt kiosztandók, 's rezei azután az academiának átengedendők — kiadását, több buzgó hazafiak segedelmével czélba vette, ohajtván egyszersmind, hogy az illető földirati műnyelv' magyarra fordítását a' társaság eszközölné. Minek következé-

<sup>21</sup> Levele BÁRTFAY LÁSZLÓHOZ (Bécs, 1838. 9. 8.) Múzeumi kéziratár.

<sup>22</sup> Levele BÁRTFAY LÁSZLÓHOZ (Bécs, 1838. 10. 22.). U. o.

<sup>23</sup> Akadémia kéziratára. Lev. 4-r. 55. (164.)

<sup>24</sup> Magyar Academiai Értesítő. I. év. 1840—41. 22—23.

<sup>25</sup> Évkönyv. VI. (1845.) 12.

sében, az ülés által megbizatva, BAJZA, BUGÁT és VÖRÖSMARTY II. tt. e' foglalatosságban el is jártak.»<sup>26</sup> A SCHEDEL, VÖRÖSMARTY és BAJZA szerkesztésében megjelenő *Figyelmező* 48. számában «Pesten. December' 1. 1840» négyhasábos cikk jelent meg: *Első magyar földteke* címmel. Eszerint BATHYÁNY KÁZMÉR gróf 154 iskolának ajándékozott egy-egy példányt.

«Mellékletül az első magyar földtekéhez» megjelent «*Az égi és földtekék használata*. Előre bocsátatik a' világegyetem és a' föld ismerete. Három tábla rajzzal. Bécsben. Sollinger I. P. betűivel. 1840.» Kis 8-r. XXIV + 252. Kiadója: NAGY KÁROLY, akinek Bécsben 1840. nov 1-én kelt előszavában fel van említve a két rajzoló: KIRILOVICS hazánkfia és LUKÁCS jeles hazánkfia. Az utasítások szerzője különben a kalendáriom «rostálója»: VÁLLAS ANTAL. Természetesen itt is «a' hosszaságok a' budai délkörtől számítatnak». Az ismertetett csillagzatok közül 21 északi és 15 déli. A tárgyalt feladatok közül 25 csillagászati, 32 földrajzi. A függelék négy táblája közül az első: «A' legnevezetesebb álló csillagoknak közép helyei, 1840' kezdetén».

A szállításra vonatkozó értesítést is megtaláltam az Akadémia kéziratárában.<sup>27</sup> PAUL SCHMIED közli Bécsből 1841 jún. 22-én, hogy NAGY megbízásából hajóval érkezik SCHEDEL címére: «45 Kistchen enthaltend Himmels und Erd Globos» azonkívül «4 längere Kisten» ezekben voltak a hozzávaló háromlábú állványok, négyívű tartóval.

Eddig csak egy ilyen NAGY KÁROLY-féle földgömböt láttam. Felírása: «*Első magyar Földteke a' legujabb kútfők után. Átmérője 316.5 milli mètre Bécs 1840 metszette BILLER*». Délkörei Ferrotól számítvák. A gömb tengelye körül forgatható. Külön alkalmazott réz-délkör csavarral állítható. Bár a M. T. Akadémia könyvtárában áll, nem 1841-ben odaérkezett példány, hanem az eleje erősített felírás szerint: «BOLYAI FARKAS föld globusza. A BOLYAI-birtok megvásárlásakor MAURER BÉLA ur tulajdonába ment át és ennek szíveségéből ajándékozta BEDŐ ALBERT I. t. a M. T. Akadémiának. A M. T. A. 1895. évi 8. köz ülésének 207. cikke szerint.»

Ügylátszik, NAGY KÁROLYnak még lett volna mondanivalója erre a tárgyra vonatkozólag. TOLDY FERENCtől azt kérdezi Bécsből, 1841 febr. 28-án: «Nem tudom mi okból nem jelenik meg a tekékről adott czikkem?»<sup>28</sup>

BÁRTFAY LÁSZLÓ naplófeljegyzései<sup>29</sup> némi világot vetnek a Pesten is néha megforduló NAGY KÁROLY társaságára. Az 1838 márc.

<sup>26</sup> Évkönyv. V. (1838—40.) 17.

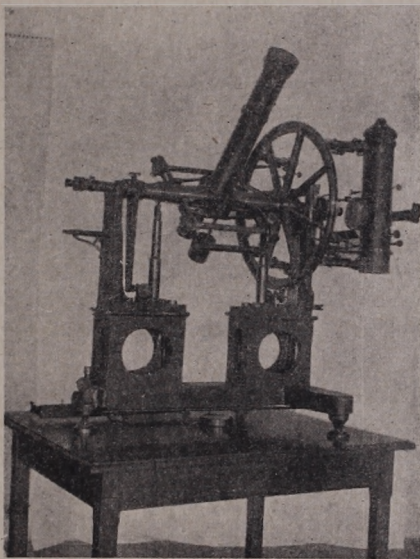
<sup>27</sup> Tört. 2-r. 23.

<sup>28</sup> Akadémia kéziratára. Lev. 4-r. 84.

<sup>29</sup> Múzeum kéziratára. 1122. Quart. Hung. 1838. I. 1. — 1841. 12. 2. Tom.

13-i bejegyzés szerint: «Sok jó, kedves, szíves órát töltöttek csekély hajlékomban KISFALUDY KÁROLY és HELMECZY, WALTHER LÁSZLÓ, KLAUZÁL és NAGY KÁROLY; VÖRÖSMARTY, STETTNER, BAJZA, SCHEDEL, a' bold. TITTEL PÁL, és mások; és a' kiket legelőbb kellett volna említenem: KAZINCZY FERENC, SZEMERE és KÖLCSEY.»<sup>30</sup> 1841 nov. 1-én: «Lénit a' színházba vivém. Ott láttam NAGY KÁROLYT a' tud. társaság' páholyában 's fölmenék hozzá».<sup>31</sup> Másnap: «Voltam Gróf K. LAJOSNÁL, 's megmondám neki NAGY KÁROLY' üzenetét, hogy ha tetszik Ő Ngának menjen hozzá a' Vadászkürthöz, 100 szám alatti szállásba, mert Ő, NAGY, nem jön ide a' házhoz». «Olvastam a' *Daguerreotyp*: sok jó van benne, de sok pajzánság is, mit magának a' Szerzőnek is megmondtam.»<sup>31</sup> Az itt említett *Daguerreotyp*<sup>32</sup> ugyan név nélkül jelent meg, de köztudomású volt, hogy szerzője NAGY KÁROLY. A sokoldalú, világlátott író 42 cím alatt fejt ki benne nézeteit, nem minden él nélkül, mint BÁRTFAY naplójának 1841 nov. 15-éről keltezett mondata is bizonyítja: «Délután a' Grof [nem az előbb említett KÁROLYI LAJOS, hanem GYÖRGY] jövéen be hozzám, panaszkodni kezdett a' *Daguerreotype* ellen».<sup>33</sup> SZÉCHENYI ISTVÁN gróf sem értett vele egyet. Naplójában 1842 jan. 9-i keltezéssel ez áll: «Ich zu DESSEWFFY, ihn [!] gerathen den kleinen NAGY auf die Folter zu spannen».<sup>33a</sup> Nem kétséges, hogy miért akarta kínpadra feszíttetni, mert valamivel később gúnyosan így említi, az úgy látszik kis termetű NAGY KÁROLYT: «'Ist der kleine Daguerrotyp auch da'»<sup>33b</sup> Felforgatónak tartotta, akire rossz vég vár: «dass aber SZENTKIRÁLYI, NAGY KÁROLY, KOSSUTH, SOMOGYI etc. nicht natürlichen Todes sterben, werden, ist kein Zweifel.»<sup>33c</sup>

BATTHYÁNY KÁZMÉR gróf a M. T. Akadémiának ajándékozta



4. kép. Starke-féle meridiánkör.

<sup>30</sup> I. 6 v.      <sup>31</sup> XI. 2 v.

<sup>32</sup> Pozsony, Schmid Antal betűivel. 1841. 8-r. 277+5. Ára 3 ezüst huszas.

<sup>33</sup> XI. 3.

<sup>33a</sup> VISZOTA GYULA: *Gróf Széchenyi István naplói*. V. 537.

<sup>33b</sup> U. o. 544.

<sup>33c</sup> U. o. 540.

rohonci és kisbéri könyvtárát. NAGY KÁROLY három levélben<sup>34</sup> is ír erről TOLDYNAK. A kisbéri ajándék : «21 kézirat, 132 folio, 255 quarto, 1772 8° és 480 kötet 12° & 16° 's így összesen mintegy 2660 jölbékötött és tisztán tartott kötet».

Az 1846-ra szóló *M. Tudós Társasági Névkönyvben* NAGY KÁROLY lakáscíme még mindig Bécs, «Kaerthner-Str. 1004», az: 1847-esben azonban már : Bicske. Onnan hívta TOLDYT látogatásra «Bicske 8 Julius 847. Tisztelt Barátom! Ha bokros foglalkozásai engedik, ránduljon ki ide legaláb is egy napra. A' fiacre reggel ki hozza, délután be viszi. Nagyon becsülném ha megnézné, mit akartam én itt tenni, és együtt értekeznök némi tudományos jövendő felett».<sup>35</sup>

A bicskei csillagvizsgáló építkezéséről és műszereiről van itt szó. Ezekre sok adatot találtam az Országos Levéltárban. Csak 1861 és 1867 közt majd száz iratszámot írtam ki pl. a helytartótanácsi iratok mutatóiból, de hiába kértem őket, nem voltak a helyükön, jelentéktelen ügydarabok kivételével. Egyheti kutatás után bukkantam végre gazdag érre, ahol kb. 4 ujjnyi ívrét iratanyag fekszik : VKM 1886. III. kútfő, 20. tétel, 32655. alapszám jelzéssel. Miután ez a tekintélyes iratsomó nincs lapszámozva, alábbi idézeteimhez főleg csak a keltést adhatom meg.

Ebből a hivatalos anyagból kiderül, hogy NAGY KÁROLY, aki akkor BATHYÁNY KÁZMÉR gróf uradalmi igazgatója volt, a bicskei BATHYÁNY-birtokból egy legelő-részt 460 ezüst forintért megvásárolt magának, Pesten 1847 okt. 27-én. Nyugtatvány kelte : Bicske, 1847 10. 28. E nemesi birtok későbbi jelzése : A + I. sor 4668. 4669. házszám 578 udvar és kerttel. (54.400—1863 12. 15.) Nagysága 11 és fél hold. (1 hold = 1200 négyzetöl.) A szabadságharc alatt NAGY KÁROLY 1848 dec. 8-án azt írja Bécsből TOLDYNAK : «Lakásom Mozarthof 3 Stock Kaulensteingasse».<sup>35</sup> A megszálló császári csapatok az 1856-os leltár szerint elvittek egyes tárgyakat : «Das Uhrwerk des Heliostates haben die Kroaten 1849 nebst anderen Gegenständen mit sich genommen».

BATHYÁNY KÁZMÉR gróf (1807—1854) a szabadságharc egyik vezére volt, kormánybiztos, 1849-ben külügyminiszter. Az összeomlás után követte KOSSUTHOT Törökországba. Birtokát elkobozták. Jóság-igazgatója, NAGY KÁROLY is külföldre utazott. Az ő helyzetét megérteti velünk az a folyamodvány, amit nevében ROTTENBILLER LIPÓT intézett ALBRECHT főherceghez, Magyarország akkori kormányzójához. Így írja le a történeteket : «reiste CARL NAGY bei dem Umstande, daß ihn noch einige unberichtigte Bauschulden drücken, zu deren

<sup>34</sup> Bécs, 1838. 12. 13., 1839. 1. 25., 2. 27. Akad. kéziratára. Tört. 2-r. 23.

<sup>35</sup> Akad. kézirat. Lev. 4-r. 84.



Tilgung ihm jede andern Mitteln gänzlich fehlen, mittels erlangten hohen Regierungs Passes in's Ausland, um all dort für den unverhofften Fall eines abschlägigen Allerhöchsten Bescheides, für die Verwerthung wenigstens seiner wissenschaftlichen Instrumente und sonstigen Befehle durch Veräußerung zu sorgen; da ihm im letzteren Falle wohl jede Aussicht auf einen privat Abnehmer innerhalb der Monarchie bekommen ist. Über ein Jahr ist seitdem verflossen, — die erste Frist seines Reisepasses erfolglos abgelaufen, — das Drängen seiner dem Bau der Sternwarte herrührenden Gläubiger bis zur gerichtlichen Einklagung vorgeschritten, — die Dauer seines kostspieligen Aufenthaltes im Auslande, so wie der, sein geringes Einkommen übersteigenden Erhaltungs- und Verwahrungs-Kosten seiner wissenschaftlichen Schätze noch immer in derselben ungewissen Ferne, — der Mann beinahe dem Knie nahe gebracht, valóban: «wahrhaft beklagenswerthe Lage», «unverdientes trauriges Loos». A kérvény kelte: Pest, 1854 jan. 15. Az aláíró: «LEOPOLD ROTTENBILLER, Innerstadt Leopoldgasse 47.», 1848-ban, 1861-ben és 1865-ben ismét Pest főpolgármestere. A mozgalmas időkben kitűnően állta meg e helyét, amelyet az abszolutizmus alatt el kellett hagynia.

NAGY KÁROLY bicskei csillagvizsgálóját, birtokával mindenesül hazájának ajándékozta. A felajánló okirat (1854: 2693.) két ívrényi másolatában kérte arra az esetre, ha intézete «in Bicske selbständig nicht bestehen können sollte, die sämmtlichen Objekte dieser meiner Schenkung oder deren Erlös zum Frommen und Nutzen der öffentlichen wissenschaftlichen Anstalten Ungarns verwenden lassen zu wollen». Miután a «k. k. Finanz-Ministerium» 1856 jún. 23-án kelt 50.266—1888. rendeletével viszont NAGY KÁROLY kölcsön- és járandóság-követelését elismerte és pedig: «a) Darlehens Forderungen an die Gf. CASIMIR BATHYÁNY'sche Verfallsmassa» 42.000 Gulden Conventions-Münze + 6% Zinsen b) «aus meinem früheren Dienstverhältnisse» Prozentuationsgebühr 17.087 G  $\frac{1}{2}$  xr C M sammt den hievon seit 1. 3. 1848 rückständigen Zinsen, für liquid erkannt», érvénybelépett a «Widmungs Urkunde» és kiszállt a bizottság Bicskén a «patriotisches Geschenk» átvételére. Az 1856 aug. 9-én kelt 4 ívrét-oldalnyi jegyzőkönyv aláírói: ROTTENBILLER LIPÓT, NAGY KÁROLY meghatalmazottja,<sup>35a</sup> mint átadó, L. MAYER «Director der kk. Josef Industrie Schule in Ofen» és J. SZTOCZEK «Prof. d. Physik», a Helytartótanács részéről megbízott átvéveők, három pénzügyi és közigazgatási kiküldött és két tanu. A leltári felvétel napjai: 1856 aug. 6—9. Ugyanezt a műszer-és könyvtárt írta alá folytatólag 1862 május 28-án a későbbi bizottság.

Az eljárást megkönnyítette, hogy MAYER LAMBERT, aki az egye-

<sup>35a</sup> Meghatalmazásának kelte: Bicske, 1852. dec. 27.

temi (gellérthegyi) csillagvizsgáló igazgatója is volt, már több mint két évvel korábban szakvéleményt adott a bicskei vagyronról. Nyolc ívrét-oldalnyi jelentésének keltezése : Pest, 1854 ápr. 8. Elég részletesen leírja az épületeket : «die eigentliche Sternwarte, aus einem großen Saale, 2 Seitenflügeln für fixe Instrumente, und nördlich aus 3 Thürmen bestehend, wovon der mittlere die übrigen überragt. Das ganze Gebäude ist aus solidem Materiale gebaut ; es fehlt jedoch noch der Verputz, die innere Verkleidung (wozu in Kisten viele Materialien, Fenster &c. vorhanden sind), alle Maschinistenarbeiten d. h. die 3 beweglichen Dächer für die Thürme, die Klappen für die Meridian-einschnitte so wie die Dachung der 2 Seitenflügel». Másik épület : «Wohngebäude (16 Klafter Frontlänge, 7 Kl. Breite) in vollständig bewohnbarem Zustande». Még egy csillagászati építmény : «kleines Observatorium, zur Aufstellung kleinerer Instrumente und, wie es scheint, zur Einübung für Anfänger bestimmt. Dieses Gebäude scheint nicht die besten Fundamente zu haben, und ist von der Witterung stark mitgenommen». Azonkívül szolgálakások, istálló, kocsiszín és «kleiner, sehr kostspielig gebauter Tempel, der bis auf das Schleifen der 4 marmornen Säulen beendigt ist».

Következik a műszerek felsorolása. MAYER nem követi az általa ott talált legrégebb ilyen felvételt, amely ma már nincs az itt általam ismertetett iratok közt, hanem három csoportot állít föl : Astronomische Instrumente, Physikalisch-optische Instrumente, Praktische Geometrie. A csillagászati eszközök előszámlálása után megállapítja : «Aus dieser Specification geht hervor, daß mit dieser vorhandenen Sammlung von Instrumenten, die man höchst billig auf 24.000 fl Conv. M. schätzen kann, eine Sternwarte nicht nur genügend, sondern vielmehr sehr splendid ausgerüstet ist». A másik két műszercsoport becserkéje szerinte 2400, illetve 2900, a könyvtaré 700 akkori forint. Utóbbi állománya 493 mű 1083 kötetben, 52 térkép, 82 kép. Végeredményben az egész bicskei vagyron értéke, amelyet NAGY KÁROLY «dem hohen Aerar anbiethet, nahe die Summe von 100.000 fr Conventions-Münze». Teljes rendbehozására legalább 40.000 ft. kellene és évenkénti javadalmazására igen tekintélyes összeg. Jelentésének végén javasolja :

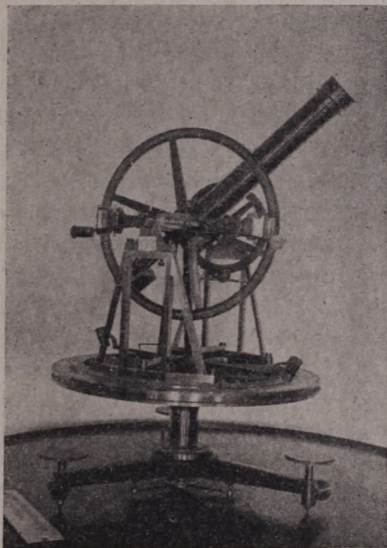
«1. Zur Deckung der Reparaturkosten der hiesigen Sternwarte, die nach dem Befehle Sr. Majestaet auf dem Blocksberge zu verbleiben hat, und welche durch die Revolution zu Grunde ging, den Erlös aus den Gründen und Gebäuden zu Bicske zu verwenden ;

2. Die oben angeführten astronomischen Instrumente der hiesigen Sternwarte zuzuweisen, da diese die ihrigen bei der erwähnten Gelegenheit theils gänzlich verlor, theils bedeutender Reparaturen bedürftig noch besitzt.» Indítványozza továbbá, hogy a fizikai, optikai, geodéziai műszerek és a könyvek, kivéve a gellérthegyi könyv-

tárban még meg nem lévő csillagászati munkákat, adassanak át a műegyetem akkori elődjének.

Az 1856 aug. 9-i átvétel után nem éppen egyszerűen (Finanz Ministerium → Staatszentralcasse → Ofner Landes Hauptkasse mittelst Bankanweisung), de szabályosan kiutalják<sup>36</sup> a NAGY KÁROLYTól türelmetlenül várt összeget: 67.926 Gulden in Zwanzigern.

Még abban az évben a bécsi kultuszminisztérium is kiküldötte<sup>37</sup> SIMON Ritter v. STAMPFER műegyetemi tanárt, a bécsi tud. Akadémia tagját szakértői szemlére. STARKE műszerész kíséretében szállt ki Bicskére 1857 áprilisában. STAMPFER 12 + 2 ívrét-oldalnyi jelentése Bécsben, 1857 szept. 6-án kelt. Közben már jelentették, hogy «die Thürme des Observatoriums fordern ein Notdach, um dem Verderben der Mauern, Stiegen und Grundgewölbe vorzubeugen».<sup>38</sup> STAMPFER azzal kezdi, hogy a csillagvizsgáló fekvése, elhelyezése: «einsame und isolirte Lage nicht günstig». Leírja az épületeket, eszközöket, összehasonlításokat tesz a bicskei és a gellérthegy csillagvizsgáló fölszerelése közt.<sup>39</sup> Véleménye több pontban eltér MAYERétól. Az épületekről lényegében ezt mondja: «Die vorhandenen Gebäude sind



5. kép. Starke-Kammerer-féle teodolit.

a) die eigentliche Sternwarte bestehend aus einem Salon, zwei kleinen Seitenflügeln für Meridianinstrumente, und drei thürmartigen Erhöhungen, für welche Drehkuppeln bestimmt waren». Jogos kifogásai: «Die drei Drehkuppeln einander die Aussicht bedeutend stören, kein Platz für ein Transitinstrument von Ost nach West vorhanden ist». «Das ganze Gebäude ist nur im rohen Mauerwerke bis zu dem Punkte vollendet, wo die Aufsetzung des Daches einzutreten pflegt. Man hatte eben die Bedachung für den Haupttheil, nämlich den großen Saal zu Stande gebracht, als plötzlich die Revolution ausbrach, und man in Eile die

<sup>36</sup> 1856. aug. 27. 25.853—1753.

<sup>37</sup> 1856. II. 12. 14.465—879. STAMPFER (1792—1864) geodéta és matematikus volt.

<sup>38</sup> Ofner Statthalterei-Abth. VI. a. 1857. 4. 20. 10.796—2441.

<sup>39</sup> V. ö. HELLER ÁGOST: *A budai csillagász-torony*. Természettud. Közl. 1878. 249—264, 289—298, 329—346.

übrigen Theile mit Brettern und Stroh nothdürftig zuzudecken suchte. Wind und Wetter haben seitdem diese Bedachung bis auf wenige Fragmente zerstört, in Folge dessen die exponirten Theile des Mauerwerkes bedeutend gelitten haben.» «*b*) Ein kleines Gebäude, eine Art Hand-Observatorium, für den tragbaren Meridiankreis (Inventar. I. 3.) bestimmt, ist vollendet und in brauchbarem Zustande. *c*) Ein Mausoleum oder Gebäude zu einer Familiengruft, welches NAGY für sich selbst bestimmt haben soll, ist im wesentlichen vollendet. *d*) Ein Wohnhaus, einen Stock hoch, ist ganz vollendet, und wird auch fortwährend bewohnt.» «Instrumente im Wohnhause theils frei aufgestellt, theils in besonderen Kästen, in sehr gutem Zustande, meistens noch gar nicht in praktische Verwendung gekommen.» A birtok: «11 ½ Joch ist mit einer Mauer umgeben; er enthält einige Rasenplätze und Ziergarten-Anlagen, ist jedoch größtentheils mit Getreide, Wein und Gemüse von dem gegenwärtigen Aufseher SCHWARZ bebaut und benützt». A mészereket illetően: «der große Meridiankreis einer Hauptsternwarte würdig». «Fernröhre Invent. N. 11 und 12 für eine große Sternwarte genügen würden.» «Die 4 Pendeluhren N. 1—4 sind von den ersten Meistern den neuesten Fortschritten entsprechend. Die 3 Boxchronometer N. 10, 11, 12 sind ebenfalls von berühmten Meistern.»

«Die Sternwarte in Ofen ist rings um von neu errichteten Festungswerken eingeschlossen.» «Nur das Passageninstrument ist zur zeitweiligen Zeitbestimmung aufgestellt; die übrigen Instrumente und die Bibliothek sind in einem besonderen Zimmer des Universitäts-Gebäudes zu Pest aufbewahrt. Ich habe sie daselbst in Augenschein genommen. Es sind sämmtliche Instrumente vorhanden, die ich früher auf der Sternwarte gesehen habe; zwar alle mehr oder weniger beschädigt, sie lassen sich jedoch sämmtlich ohne sehr bedeutende Kosten so restauriren, daß sie nicht nur wie neu aussehen, sondern eben so genau sind, wie ganz neue solche Instrumente, welcher Erklärung GUSTAV STARKE vollkommen beitrifft.» «Die Ofner Sternwarte ist» «so vollständig ausgerüstet, wie es die Wissenschaft verlangt, und viel besser als Bicske, denn sie besitzt ausser den wesentlichen hier vorkommenden Instrumenten noch ein großes Passagen-Instrument, einen dreifüßigen Vertikalkreis, ein größeres Aequatorial, ein Helio-meter, welche sämmtlich in Bicske fehlen.» «Es dürfte am besten sein, die ganze Sammlung, mit Ausnahme dessen, was den Sammlungen in Ofen zufällt, nach Wien zu bringen und hier vorläufig aufzubewahren.»

Nyilvánvaló, hogy Bécs is szemét vetett a jó szemű és jó ízlésű NAGY KÁROLY egész élete munkájával összegyűjtött kincseire.<sup>39a</sup>

<sup>39a</sup> Eredetileg a bécsi műgyetemnek szánták a Comparator-t, a platina-tárgyakat, a minta-mérleget.

Ezt a veszélyt a *Pester Lloyd* 1862. évi 81. száma szerint a magyar udvari kancellária hárfította el. Az ápr. 8-án a 3. oldalon megjelent 2 + 16 soros hír forrása a «Wiener Korrespondent d. *Sürgöny*». A cikk is hangsúlyozza, hogy a »mit großen Opfern« létrehozott »äusserst werthvolle Sammlung« »den ohnehin reich ausgestatteten Reichsanstalten zur Zierde dienen würde.«, »die Ungarische Hofkanzlei war jedoch anderer Ansicht«. Szétosztás: »ausschliesslich für ungarische Institute«. FERENC JÓZSEF döntése<sup>40</sup> tiszteletben tartotta az alapító nemes szándékát.

NAGY KÁROLY bicskei tudományos anyagának átvételére és szétosztására kiküldött bizottság tagjai: SOMOSSY LAJOS kebelbeli titkár, a helytartótanács megbízottja, PETZVAL OTTÓ egyet. tanár, a bölcsészettud. kar dékánja,<sup>40a</sup> SZTOCZEK JÓZSEF, a kir. Józsefműegyetem igazgatója és JEDLIK ÁNYOS, a M. T. Akadémia megbízottja.<sup>41</sup> A számbavétel 1862 május 26—28-án történt Bicskén. A 13·5 ívrét-oldalnyi könyv-leltár csoportosítása: 133 Astronomische Werke, 83 Physikalische, 147 Mathematische, 71 Diverse, 26 Landkarten. A 12 ívrét-oldalra terjedő tárgy-leltár tagozódása: I. Astronomische Instrumente und Fernrohre: 28. II. Astronomische Uhren: 13. III. Meteorologische Instrumente: 22. IV. Globen und Sphaeren: 6. V. Astronomische Abbildungen: 7. VI. Physikalische Apparate: 47. VII. Geodaetische Apparate: 26. VIII. Diverse Gegenstände und Mobilien: 8. Összesen 157 tétel. Ebből a bizottság 46 tételt a létesítendő országos csillagvizsgálónak szánt »az egyetemi épület valamelyik termében, kellő felügyelet mellett, ideiglenesen elhelyezendőek leendvén«. Ez az anyag az eredeti német nyelvű leltárhoz betűhíven és teljesen e cikk különnyomatában jelent meg. Itt csak 23 tételt ismertetek.

1. Astronomische Instrumente und Fernrohre. Inventarszahl: neu: 1, alt: (175.). Dreifüßiger Meridiankreis [MAYER szerint: 3' Durchmesser]; Öffnung des Objectivs 54''' ; sechs Okulare ; zur Abläsung dienen 4 am Kreuze angebrachte Lupen, und zwei Mykrometer. Hiezu noch ein Wagen (152.) zum Umkehren des Instruments mit der nothwendigen Bahn und zwei aus Holtz gefertigte Pfeiler als Modelle. Zum Abläsen der Theilung sind 2 Lampen mit Linsen vorhanden. Anmerkung: das Instrument ist in zwei Kisten noch sehr gut verpackt und erhalten. Aus der Werkstätte des Polytechn. Inst. in Wien. [A STAMPFER-jelentésben szereplő: CHR. & G. STARKE.] [Svábhegy: 136.] [Lásd 2. kép.]

2. (127.) Repetierender 18 zölliger Höhenkreis auf stehender

<sup>40</sup> Az 1862 márc. 4-én kelt 15.774. és az ápr. 3-án kelt 5168. sz. udvari rendelet.

<sup>40a</sup> Kiküldötte az egyetemi tanács 1862 márc. 27-én X. rendes üléséből 553. sz. a.

<sup>41</sup> A mat. osztály 1862 ápr. 30-i üléséből. V. ö. *Pesti Napló*, 1862 júl. 6-i, vasárnapi tárcsa, név nélkül.

Säule, mit allem Zugehör, in 2 polirten Kisten. STARKE, Wien. [Svábhegy : 140.] [3. kép.]

3. (147.) Portatiwer Meridiankreis von 18" Durchmesser [MAYER-nél: Verticalkreis]. Das gebrochene Fernrohr hat 28''' Öffnung; ruht auf eisernem Stativ. Hiezu eine Henglibelle (138.) und ein Glasprisma; ferner ist vorhanden hiezu eine provisorische Unterlage. (157.) STARKE [1842], Wien. [Svábhegy : 341.] [4. kép.]

4. (128.) Ein 12" ger Theodolit mit einem 8" ger Vertical Kreis mit allem Zugehör in 2 polirt. Kästen verpakt. Zur Aufstellung hiezu ein runder Tisch (151.) mit Glassturz. STARKE, Wien. [Svábhegy : 139.] [5. kép.]

7. (60.) Sextant v. TROUGHTON mit Zugehör. in Mahag. Kästchen. [Helyette a Műgyetemnek szánt : 6. (59.). Sextant von GAMBAY in Mahag. Kästchen s. Zugehör található a svábhegyi csillagvizsgáló múzeumában 23. l. sz. a.; Ógyalláról került oda. Cégjele : GAMBEY, Paris.]

9. (58.) Ein 10" ger Vollkreis v. PISTOR [MARTINS, Berlin] im polirt. Kästchen; hiezu ein Quecksilber-Horizont (65.) samt Kästchen, und metall. Stativ (63.). [Svábhegy : 138.] [6. kép.]

10. (131.) Ein künstlicher Horizont zur Beobachtung der reflectirten Bilder; im schwarzen Kistchen. [Iránnal: ohne Werth.]

11. (121.) Ein großer dialytischer Refractor v. PLÖSSL. [Wien.] Öffnung  $7\frac{1}{2}$ " samt Sucher; paralactisch montirt auf einem Mahag. Holtz-Gestelle; zur Besorgung der Hauptaxe dient ein Uhrwerk; hiezu gehört ein eigenes Kistchen (94.) enthaltend 6 Astro. Okul. 1 Okul. mit Kreuzfäden, 1 terrestr. Okul., 1 Okular mit frei schwebendem Kreismicrometer, und die nöthigen Blendgläser; zur bequemen Beobachtung ist ein Schemel, mit einer Handhabe vorhanden. [Svábhegy : 130.] [7. kép.] [A dialyt távcsőnél, Plössl-Littrow nyomán, a flint- és koronaüvegből álló tárgylencse flint-részét, a főcsőbe tolható cső segítségével, elkülönítve a cső közepén helyezték el rövidebb gyújtótávolság elérésére.]

13. (123.) Dialytisches Telescop 48''' [irónnal kijavítva 41-re]. Öffnung auf messingener Säule paralactisch montirt; in einem eigenen Kistchen (96.) 4 Astronomisch. und 1 terrest. Okular, 1 freischwebender Kreismicrometer.

15. (124.) Cometensucher v. MERTZ auf einer Säule paralact. montirt; Öffnung 42''' mit 4 Okularen.

16. (148.) Cometensucher v. PLÖSSL, Öffnung 36''' , auf einer vert. Säule paralact. montirt mit 2 Astro. Okularen. [Svábhegy : 141.] [8. kép.] [Magyar szövegbeni javítás szerint az Erdélyi Múzeum kapta.]

17. (118.) Transport. dialyt. Fernrohr, Öffnung 33''' [irónnal

átjavítva 37-re], 4 astro. und 1 terrestr. Okular, auf messingener Säule ; hiezu ein polirt. Kasten zum Verpacken. [Megjegyzés-rovatban írónnal :] ganz von Messing sehr hübsch

25. (24.) Kleines dialytisches Passage Instrument mit 3 astro. und 1 terrest. Okularen. [STARKE, 1845. Svábhegy : 144.]

26. (141.) Dipleidoscop v. PLÖSSL. [Kettő volt, magyar leltár szerint a műegyetem kapta. DENT angol órás készüléke (1844) időmegtározásra ; három üveglemezből összeállított egyenlőoldalú hasáb.]

## II. Astronomische Uhren.

1. (1.) Pendel-Uhr v. DENT No 734 mit Queksilber Compensation. Uhrkasten aus Mahag. Requisiten (75) in Mahag. Kistchen. Zur Einfüllung des Queksilbers dienen 2 Holtzkugel.

2. (2.) Pendel Uhr v. DENT No. 934, ganz vom oben No 1.

3. (22.) Pendel Uhr v. MOLLINEAUX in Compensation mittelst Quek. in Glas-Cylind. Angebracht in einem Mahag. Kast.

4. (154.) Pendel Uhr v. UTZSCHNEIDER und FRAUENHOFER mit Hebel-Compensation, und sep. Mahag. Kasten ohne Schlüssel. In einer Kiste verpakt.

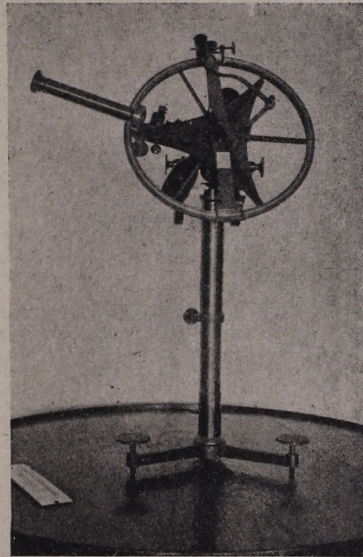
7. (23.) Sekunden angeb. Stok-uhr v. MARTIN SPITZHÜTL in Prag.

8. (32.) Sekunden-Schläger v. MART. SPITZHÜTL in einem polirt. Kasten.

9. (153.) Reversions-Pendel v. Polyt. Inst. in Wien ; Aufhänge-Apparat (66.) und zwei Fernrohre (67.) mit Stativen zur Beobachtung der Coincidenz.

11. (109.) Box-Chronometer v. MOLLINEAUX No. 2104. in einem Kästchen auf Gehengen.

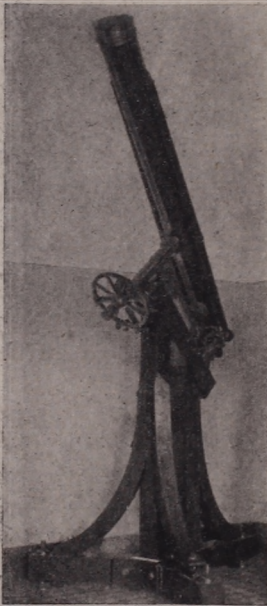
13. (25.) Aequatorial Sonnen Uhr im schwarzen Etui.



6. kép. Pistor-Martins-féle prismakör.

A JEDLIK-PETZVAL-SZTOCZEK bizottság az itt felsorolt tárgyakat megőrzésre a pesti egyetemnek adta át. Ezeknél a tételeknél a német nyelvű leltár megjegyzés-rovatában : «Sternwarte» írónbejegyzés áll. Valamivel későbbi eredetű 14 ívrét-oldalas magyar nyelvű leltár is van az iratok közt. Keltezése és aláírásai : Budán, 1862 jún. 10.

PETZAL, JEDLIK, SZTOCZEK, Bicske, 1863 júl. 3. SOMOSSY, SZTOCZEK. Ez a szétosztás eredményét foglalja írásba. Az Országos Csillagvizsgáló 46 tétéle után következik az Egyetem 21 leltári tétellel. Közte hordozható 6 hüvelykes PISTOR-theodolit, 3 hüvelykes magassági körrel, 7 hüvelyk gyujtótávolságú távcsővel, leolvasó nagyítóval, tölgyfaállványon. Továbbá : PLÖSSL-féle dynamometer, egy évig járó óra [Jahr-Sekunden Uhr v. SCHÖDL in Siklós], heliostat két tükörrel [MERTZ, München ; óraművét a horvátok elvitték]. A Műegyetemnek



7. kép. Plössl-féle dialit.

33 tétel ; közte : hat hüvelykes kör [Vollkreis von PISTOR], 48'' nyílású dialytikus távcső, vízszintes és függőleges finom mozgással, PLÖSSL-féle diploidoscop, box-chronometer (DENT : 1864.), osztógép (SEYSS, Wien). A M. T. Akadémiának jutott 31 tétel ; közte : 60'' nyílású dialytikus paralaktikus refraktor elhajlási- és órákörrel, box-chronometer (DENT : 1961.), NAGY KÁROLY-féle első magyar ég- és földgömb, nagy PLÖSSL-féle mikroszkóp, Normalwage v. GAMBEY, távcsöves leolvasással, platina-kilogramm (GAMBEY, rectificirt v. ARAGO), Comparator v. WERNER, mètre en platin de GAMBEY comparé à l'Institut de France avec étalon légal. M. N. Múzeum ásványtárának : goniometer (EKLING, Wien). Erdélyi Múzeumnak : PLÖSSL-féle üstökös-kereső, egy hónapig járó másodpercigás óra, PLÖSSL-féle mikroszkóp. Sárospataki kollégiumnak 16 tétel ; közte : kihúzható távcső (PLÖSSL), sphaera armillaris (JÜTTNER), kis mikroszkóp (PLÖSSL). Budai réal-

nak 6 tétel ; közte : BOHNENBERGER-féle készülék, DAGUERRE-féle fényképező (GIROUX). (A német nyelvű leltár szétosztó irónbejegyzései közt a sárospataki kollégium helyett a pesti református gimnázium szerepel. SOMOSSY is az utóbbit ajánlotta.)

A M. T. Akadémia 1863 júl. 27-i ülésén JEDLIK ÁNYOS r. t. beszámolt a NAGY KÁROLY-féle műszerek átvételéről. Ezekért az elnök, DESSEWFFY EMIL gróf mond köszönetet 1863 szept. 17-én a Helytartótanácsnak. TÖRÖK PÁL ref. superintendens már 1863 júl. 12-én köszöni a pesti ref. főiskola nevében, átvevőül megnevezvén GÖNCZY PÁL tanárt. Az erdélyi Múzeum-egylet pesti megbizottai GYULAI PÁL és PETZVAL OTTÓ voltak, köszönetének kelte : Kolozsvár, 1863 május 28.



Az 1856-os MAYER-féle Inventarium megjegyzi, hogy NAGY KÁROLY még 3 műszert rendelt Bécsben a STARKE-cégtől: «noch 1845 bestellt 1852 noch nicht fertig» és pedig: Großes Passagen Instrument mit 2 con. Kreisen dialyt. Gläsern von Plössl Obj 5'', Refractor parallactisch auf gußeisern Pyramid Stativ, vorzügliche Arbeit, Gläsern aus München fünf 4'' Obj., Aequatorial tragbares. Ezekre NAGY KÁROLY előleget is adott: «3000 fl Drangabe», amit szeretne visszakapni, a műszereket átengedi a kincstárnak.

A bécsi STAMPFER professzor három olyan leltári tételt is a csillagvizsgálónak szánt, amiről a JEDLIK-PETZVAL-SZTOCZEK bizottság felsőbb jóváhagyással másképp rendelkezett. Ezek a következők: 14. (6.) Dialyt. Fernrohr 48''' Öffnung auf Stativ mit feiner vertical und horisont. Bewegung: Okulare in einem Kistchen wie bei 13. — 5. (150.) Jahr-Sekunden Uhr v. SCHÖDL in Siklós, mit Zink-Compensation, in einem Mahag. Kasten. — 12. (108.) Box-Chronom. v. DENT N. 1961. der Reparatur bedürftig mit 2 Kästchen und 2 Leder-Etuis.

Az 1863 ápr. 9-én Bécsben kelt 6001. sz. kir. elhatározás kis módosítással helybenhagyta a háromtagú bizottság, illetve a helytartótanács javaslatát. A már említett SCHWARCZ JÁNOS felvigyázó ritka ügyessége és éber gondviselése jutalmául 300 forintot kap. NAGY KÁROLY református vallású lévén, a sárospataki kollégium is részesedik gyűjtéséből. A könyvek közül a csillagászatiak az építendő országos csillagda számára tartandók fenn, a többi az egyetemi könyvtárnak, a fölös példányok a műegyeteminek. Az országos csillagvizsgáló részére őrzendő meg három fehér márványból készült igen díszes alapzat (2 meridiánkör és 1 óra felállítására) és egy vörös márványoszlop. Az eladásból fennmaradó összeg ne a tanulmányi alaphoz csatoltassék, hanem az építendő országos csillagda számára tartassék fenn, «minthogy ez a nagylelkű adományozó szándékának leginkább látszik megfelelni».

A bicskei ingatlan NAGY KÁROLYRól először a kincstár tulajdonába ment át, azután a magyarországi tanulmányi alap vette át.<sup>42</sup> A járási főszolgabíró ügyelt fel reá. Először KÁMÁNHÁZY BÉLA, utána DANCSHÁZY GYULA. A tanulmányi alap részéről SOMOSSY LAJOS titkár. Bicskén, 1862 május 26-án kelt költségvetés 84-69 forintra rug, ebből ácsmunka: 18-81, cserepes 49-88, lakatos 10, egyéb 6. A műszereket eleinte SCHWARCZ JÁNOS egyedül őrizte. A kincstár átvette szabad lakáson felül 1 frt 22 és fél krajcár napidíjjal. Ezen az alapon 1856 aug. 9-től 1864 szept. végéig összesen 3644 frt 37 és fél krajcárt kapott. SOMOSSY jelentette,<sup>43</sup> hogy a műszerek kellő gonddal való őrzése és tisztogatása 2 egyént igényel. A második ideiglenes felügyelő

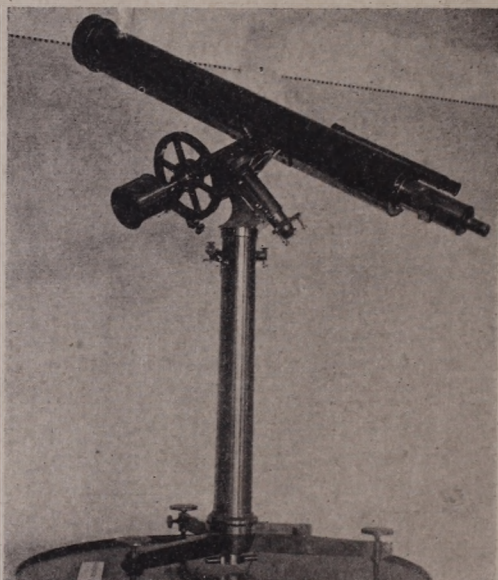
<sup>42</sup> Helytartótanács. 54.400. — 1863. 12. 15.

<sup>43</sup> Buda, 1862. 8. 8.

1856 nov. 1-től eleinte napi 30 krajcárt, 1857 május 1-től havi 10 frtot, összesen 1029 frt 52 és fél krajcárt nyugtázott. Neve: STANTZ JÁNOS.

A szélvész kb. 12 négyzetölnyi réztetőt leszakított, jelenti SOMOSSY 1863 dec. 15-én, «A nagy obszervatorium tetejéről lehordott réz fedél részt beszállítottam».<sup>44</sup>

A műszerek és könyvek Budára és Pestre akadálytalanul megérkeztek.<sup>45</sup> A «bemálházásért» és szállításért a megbízott CHR. u. G. STARKE, Maschinist d. Wiener k. k. Polytechn. Inst. 1206 forintot



8. kép. Plössl-féle üstökös kereső.

nyugtázott. Ebből SZTOCZEK 30-at STEFFEN gépésznek fizetett ki a gőzgép-minta tetemes sérülésének kijavításáért.<sup>46</sup> A csomagolást megkönnyítette «51 einfache Kisten», ezekből 10 a könyvek számára és 15 más láda: «Im Innern adaptirt» mint az 1856-os leltárban áll.

A bicskei birtokot MANSCHÖN MIHÁLY FERENC pesti gyáros és háztulajdonos vette meg nyilvános árverésen 8500 forintért. A vételárt 1864 szept. 29-én fizette be a kincstárnak. A Kauf- und Verkaufsvertrag kelte: Pest, 1864 szept-

tember 20. Jóváhagyva 1864 9. 24-én.

Az 1864 május 3-ra hirdetett első sikertelen árverés hirdetménye felemlíti, hogy a birtokot kőfal keríti be. Az 1854-es MAYER-felvétel telektérképe<sup>47</sup> szerint e kőkerítés két párhuzamos oldala 90—90 pozsonyi öl hosszúságú és csak kevéssé hajlik el a mellette Bicskéről Mányra vivő úttól. Az egymástól 104 öltre eső 90 öles egyenes oldalakat 30, illetve 37·7 ölig kihajló ívek kötik össze. A birtok dombon fekszik gyönyörű kilátással, az úri lak szép angol park közepén. Különösen alkalmas nyári lakásul vagy gyárhelyiségül («ivóvíznek a közel völgybéli felhordása tetemes költséget vagy kútásatást igényel») jelenti SOMOSSY 1862 aug. 8-án). Épületek: I. kapus-, II. kertészlakás, III. üvegház,

<sup>44</sup> 35.279. 1864. 4. 22.    <sup>45</sup> 1863. 7. 27.    <sup>46</sup> Buda, 1863. 7. 23.

<sup>47</sup> ad 14.465. 1856.

IV. emeletes lakóház cseréptetővel, 2 villámhárítóval; nagy előcsarnok, 6 részben parkettás szoba, nagy konyha; az emeletre márványlépcső vezet vaskorláttal; emeleten 9 szoba, ebből 4 parkettás, V. kocsiszín, VI. istálló, VII. földszintes, rézzel fedett épület, 1 szoba, melyet eddig csillagvizsgálónak használtak 2 csiszolt márványasztallal [az ablakokon «mit 4 eisernen meridian Einschnittklappen» 1856-os leltár szerint], VIII. nagy s szintén rézzel fedett csillagda, IX. sírcsarnok (mauzoleum) réztetővel, elöl 4 fehér márványoszlopú tornác, párkány és ajtófelek vörös fényezett márványból. A VIII. és IX. még nem egészen kész. A bicskei 607. telekjegyzőkönyvbe bevezetett birtokon: 300 négyzetöl legnemesebb rizling szőlő, 102 legnemesebb gyümölcsfa, több hold elsőosztályú szántóföld. Építési anyag: 209 faragatlan falazatkő, 192 négyszegletes kő, 13 fényezett vörös márványtábla, 113 vörös márvány kövező tábla, 135 kehlheimi tábla, 1 ajtó fényezett vörös márványból, 127 gipsz párkánydísz, 63 agyagpárkány, több ajtó, ablak, redőny, cinkdíszítmény, 8 cink oszlopkorona, 204 öntött vas, nagy, kétszárnyú ajtó öntött vasból minden hozzávalóval, 2 felhúzó vaskerek kötelekkel, 1 fehér fényezett márványasztal oszloppal.

A kereken másfél évtizedig húzódó bizonytalanság felemésztette a birtok vételárát. A két ór fizetése 4673·90 forint, adó 218·98,apidíj, utiköltség 1087·49½, épületjavítás, kéménysöprés 353·33½, műszerek csomagolása és szállítása 1176, árverés költsége 132·23, SCHWARCZ ór jutalma 300, összesen 7941·94 előzetes költség. Ebből a kiadásból a tanulmányi alapra esett 7618·14, az egyetemi alapra 323·80. A 8500 vételárból eszerint csak 558·06 forint maradt egy egyetemi csillagda felépítésére rendelt alapítványi tőkéül.<sup>47a</sup> Ezt az összeget 1866 jan. 13-án 5%-os kamatozásra befizették a budai takarékpénztár 45.518. sz. betétkönyvébe. A katonai kincstár 7000 forintot fizetett a gellérthegyi csillagdáért, úgyhogy összesen 7558·06 forint volt az egyetemi csillagvizsgáló felépítésére rendelt alapítványi tőke.

NAGY KÁROLY balsorsában sem riadt vissza további áldozatoktól. A M. T. Akadémia természettudományi osztálya 1858-ban 300 p. ft. jutalommal pályázatot hirdetett a természettan bármely részének bármely tárgyáról önálló fejtegetés, saját észleletek alapján. Sajnos, ez a NAGY KÁROLY-féle természettudományi pályázat eredménytelen maradt. A jutalom nem volt kiadható.<sup>48</sup>

A külföldön tartózkodó NAGY KÁROLY továbbra is hű maradt a csillagászathoz. Két népszerűsítő munkája jelent meg Párizsban:

<sup>47a</sup> E számadások szomorú képet nyújtanak, jegyezte meg FERENC JÓZSEF. Bécs, 1867. 2. 27.

<sup>48</sup> TOLDY F. jelentése 1859. 12. 15. Évkönyv. IX. (1848—59.)-hez. Az 1859 dec. 19-i ünnepi köz ülés tárgyai. Budán, 1860. 70.

*Considérations sur les comètes ou éléments d'une cométologie* par CHARLES NAGY de l'Acad. des sciences de Hongrie, de la Société philosophique de Philadelphie. Paris, Leiber. 1862. 8-r. IV + 418. Tartalma: Lettre des comètes à l'auteur. Introduction. Visibilité, aspect, lumière, mouvement. Orbites, perturbations, substance, aspect, visibilité des comètes. Atmosphère. Conclusions. Note. Observation de l'aurore boréale, par M. LOTTIN. Másik: *Mémoire sur le système solaire et sur l'explication des phénomènes célestes*. Par CHARLES NAGY. Paris, Leiber libraire-éditeur, Rue de Seine-Saint-Germain, 13. Paris, 1862. Imprimé par E. Thunot, rue Racine, 26. 8-r. 16.

Két évvel halála előtt, 69 éves korában, lát napvilágot legnagyobb terjedelmű könyve. Majdnem 58 íves. Címe: K. NAGY: *Die Sonne und die Astronomie*. Leipzig, F. A. Brockhaus. Druck: C. Ueberreuter, Wien. 1866. 917 + Tafel + 2. A csillagászat egész akkori anyagát felölelő népszerűsítő munka.

ARANY JÁNOS, a M. T. Akadémia főttkára jelentésében így emlékezett meg NAGY KÁROLY elhúnytáról: «Nem annyira számosak, az előbbi évhez mérve, mint súlyosak veszteségeink. Megnyitja ezek sorát NAGY KÁROLY, a matematikai osztály rendes tagja, a tudomány szomjáért magát száműzött hazafi, ki soha véget nem érő törekvések után Páris egyik temetőjében nyugoszsza ki fáradalmaikat». <sup>49</sup> Ugyancsak ő jelenti a következő évben, hogy «az Akadémia, budai meteorologiai és földdelejességi észleldéjéből a NAGY KÁROLY-féle eszközöket, díj nélkül, az országos központi meteorologiai intézetnek, a platina mètre-t és kilogrammot pedig a kir. kereskedelmi miniszteriumnak engedte át». <sup>50</sup> A bicskei anyagból SCHENZL GUIDO, a budai reál igazgatója már 1862 jún. 3-án kért észleléseihez eszközöket. Német és magyar nyelven is nyújtott be kérvényt <sup>51</sup> PÁLFFY gróf helytartóhoz. Buda sz. kir. főváros tanácsa és főpolgármestere pártolta. Kérését csak a németben részletezi: größerer Fernrohr zur Beobachtung der Sonnenflecken, Instrument z. Beob. der Sonnenhöhen für Zeitbestimmung, wo möglich ein Chronometer für absolute magnetische Beobachtungen, ein Gefäß und ein Heberbarometer, Psychrometer, das selbstregistrirende Barometer. SOMOSSY 1863 május 3-án Bicskén adta át használatra SZTOCZEK és SCHENTZL részére a KAPPELLER-féle önjegyző légnomásmérőt, fekete üveg-horizontot és egy box-chronometert.

A M. T. Akadémia 1876 dec. 18-i összes ülésén KONDOR GUSZTÁV I. t. tartott emlékbeszédet <sup>52</sup> NAGY KÁROLY fölött. KONDOR székfoglaló

<sup>49</sup> Titoknoki jelentés. 1869. 4. 17. Évkönyv. 13. II. 1869. 12—13.

<sup>50</sup> Titkári jelentés. 1870. 5. 28. Évkönyv. 13. V. 1870. 10.

<sup>51</sup> ad 1842. VII. 1862.

<sup>52</sup> Érték. a math. tud. köréből. V. 1. 1877—8. 2—24.

értekezésében is megemlíti «a bicskei csillagászati műszerek között létező déllőkört, mely az ottani gyűjtemény legszebb és legbecsesb műszere. Ezen déllőkör a bécsi műegyetemből, a budai pedig a müncheni REICHENBACH és ERTEL műhelyéből került ki. Az előbbi jó karban van, az utóbbi jelenleg hiányos». Akkor még joggal remélhették, hogy közel van az idő, amikor «az új csillagda felszerelése a hátra-maradt budai és az új és igen becses bicskei gyűjteménynek műszereiből sikerülni fog». <sup>53</sup>

*Jelítai József*

## A GALAKTIKAI CSILLAGFELHŐK ÉS HALMAZOK EGYENSÚLYÁRÓL

(Befejező közlemény.)

Ugyanis a harmad- és magasabbrendű tagokat elhanyagolva

$$\varrho = C' [1 - (P_1 \xi^2 + P_2 \eta^2 + P_3 \zeta^2)]$$

és a  $\xi^2$ ,  $\eta^2$ ,  $\zeta^2$  tagok integrálásánál magasabbrendű tagok lépnek csak fel amelyeket el lehet hanyagolni:

$$N = \frac{4\pi}{3} abc \cdot C' = \frac{4\pi}{3} abc \varrho_0.$$

Az elmélet ilyen korlátozásának azonban csak akkor lenne értelme teljes mértékben, ha egyrészt meg tudnánk adni a középpontnak azt a környezetét, amelyben fejtegetéseink érvényesek, másrészt pedig, ha meglenne a gyakorlati lehetősége annak, hogy egy bizonyos csillagfelhő sűrűség- és sebességeloszlását középpontja környezetében meghatározhatjuk. Ez az utóbbi követelmény a ma rendelkezésünkre álló adatok hiányossága folytán semmiképpen sem valósítható meg. Az előbbire nézve az észlelés esetleg idővel bizonyos támpontot szolgáltathat, azonban a sebességeloszlás vizsgálata sokkal körülményesebb és alig lehet remélni, hogy az elméletnek a gyakorlati igazolására e tekintetben lesz-e valaha is mód.

Ha egy szimmetrikus csillagfelhő középpontjától távol eső részeiben is ellipszoidális sűrűségeloszlást mutat, bizonyos feltevések mellett  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$  együtthatókat hasonlóképpen lehet értelmezni, mint ahogy az a Mineur-féle elméletben történik. Válasszunk a középpont környezetében olyan ellipszoidot, amelynek belsejében a sűrűség még konstansnak

<sup>53</sup> *A déllőkör, különösen mint déllőtávcső használva. Székfoglaló 1863. ápr. 20-án. M. A. Értesítő. III. 312—342. Idézett hely: 342.*

tekinthető és amelynek tengelyhosszaira nézve érvényes a III. 7. egyenlet. A külső tért egyenlő sűrűségű rétegekre osztjuk be, amelyek alakja nem tér el számottevő módon az ellipszoid-alaktól. A belső térben az egyes ilyen rétegek potenciálja konstans, mivel homogén ellipszoid-réteg belsejében gravitációs erő nem hat. Ennek megfelelően itt  $U_2$  potenciál a homogén sűrűségű ellipszoid potenciáljával lesz egyenlő, amelynek sűrűségéből és tengelyviszonyaiból  $\beta_1, \beta_2, \beta_3$  értékek az ismert formulák szerint adódnak. Mineur eljárásának tehát ebben az esetben elvileg van bizonyos létjogosultsága. Természetesen kétséges, hogy minden galaktikai csillagfelhő ilyen alkatú lenne és még ebben az esetben is bizonyos ellenőrizhetetlen elhanyagolásokat engedünk meg magunknak.

Bár kimutattuk, hogy a dinamikai egyensúlyban lévő szimmetrikus felhők középpontja környezetében a Mineur-féle elmélet nem kifogásolható, kérdés, hogy az ilyen szűk korlátok közé szorított elméletnek lehet-e egyáltalán valami fontosságot tulajdonítani. A felhők középponti részében ugyanis a sűrűség maximumot mutat és ott, ahol a másodrendű tagokat el lehet hanyagolni, a sűrűség is konstans. Gyakorlati szempontból tehát itt nincs értelme egyenlő sűrűségű felületekről beszélni, mert alakjukra észlelési adatokból következtetni lehetetlen. Ezzel szemben az ekvipotenciális felületeknek van reális értelmük. Bizonyos tekintetben azonban mégis *van* értelme az ily módon korlátozott elméletnek: a rendszer középponti részének ekvipotenciális felületei és (elméleti) egyenlő sűrűségű felületei feltétlenül feltüntetik az egész rendszerre vonatkozó szimmetriatulajdonságokat, ha az egyáltalán szimmetrikus. Ilyen módon legalább a szimmetria-tengelyek orientációjára nézve vonhatunk le következtetéseket.

Mielőtt erre a tárgyra kitérnénk, először még a III. 1a, egyenletrendszer első integráljainak tüzetes tárgyalására térünk vissza. Mineur megad egy módszert, amelynek segítségével három független kvadratikussal első integrált vezet le. Eljárása nagyon hosszadalmas és bizonyos szempontból nem nevezhető tökéletesnek: nem mutatja ki, hogy más független kvadratikussal első integrálja a rendszernek nincs. Ezért Mineur levezetését nem alkalmazzuk, hanem egy annál sokkal egyszerűbb módszerhez folyamodunk, amely ezenfelül más tekintetben is hasznosnak fog mutatkozni.

Legyen

$$\psi_n = \psi_n(\xi, \eta, \zeta, u, v, w)$$

$n$ -edfokú homogén polynom. Kérdezzük, lehet-e és mely feltételek mellett  $\psi_n$  a III. 1a. egyenletrendszer első integrálja. Ennek feltétele

$$\psi_n(\xi, \eta, \zeta, u, v, w) = \text{konst.}$$

Az idő szerint differenciálva

$$\dot{\psi}_n = \frac{\partial \psi}{\partial \xi} \cdot \dot{u} + \frac{\partial \psi}{\partial \eta} \cdot \dot{v} + \frac{\partial \psi}{\partial \zeta} \cdot \dot{w} + \frac{\partial \psi}{\partial u} \cdot \dot{u} + \frac{\partial \psi}{\partial v} \cdot \dot{v} + \frac{\partial \psi}{\partial w} \cdot \dot{w} = 0. \quad 1.$$

Az  $\dot{u}$  ( $=\dot{\xi}$ ),  $\dot{v}$ ,  $\dot{w}$  értékeket azonban a mozgásegyenletek rendszeréből  $\xi$ ,  $\eta$ ,  $\zeta$  és  $u$ ,  $v$ ,  $w$  segítségével lehet kifejezni. Így kapjuk

$$\begin{aligned} \dot{\psi}_n = & \left( -\alpha + \beta_1 \right) \frac{\partial \psi}{\partial u} \cdot \dot{\xi} - \beta_2 \cdot \frac{\partial \psi}{\partial v} \cdot \dot{\eta} - \left( \alpha' + \beta_3 \right) \frac{\partial \psi}{\partial w} \cdot \dot{\zeta} + \\ & + \left( \frac{\partial \psi}{\partial \xi} - 2n \frac{\partial \psi}{\partial v} \right) \dot{u} + \left( \frac{\partial \psi}{\partial \eta} + 2n \frac{\partial \psi}{\partial u} \right) \dot{v} + \frac{\partial \psi}{\partial z} \dot{w} = 0 \dots 2. \end{aligned}$$

egyenletet, amely voltaképpen nem más, mint a Boltzmann-féle egyenlet. A baloldali kifejezés ismét  $n$ -edfokú homogén polynom, tehát együttthatóinak száma  $m$  megegyezik  $\psi_n$  polynom együttthatóinak számával. Csakhogy az egyenlet minden  $\xi$ ,  $\eta$ ,  $\zeta$ ,  $u$ ,  $v$ ,  $w$  értékre érvényes, tehát

$$\dot{\psi}_n(\xi, \eta, \zeta, u, v, w) \equiv 0.$$

Ez az egyenlet azt jelenti, hogy  $\psi_n$  összes együttthatója zérus. Legyenek  $\psi_n$  és  $\dot{\psi}_n$  együttthatói  $a_1, a_2, \dots, a_m$ , ill.  $b_1, b_2, \dots, b_m$ . Utóbbiak az előbbieknél lineáris függvényei, amelyeknek koeficiensei csak  $\alpha, \alpha', \beta_1, \beta_2, \beta_3$  értékektől függenek. Ilymódon  $a_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) értékekre  $m$  egyenletből álló homogén lineáris egyenletrendszert kapunk. Ha a rendszer determinánsa zérustól különbözik, akkor minden  $i$ -re

$$a_i = 0,$$

tehát nem létezik olyan  $n$ -edfokú homogén polynom, amely a mozgásegyenletek első integrálja lenne. A feltétel tehát, hogy az egyenletrendszer matrixának rangja  $m' < m$  legyen. Ekkor a lineárisan független megoldások száma

$$\mu = m - m'.$$

Fordítva, könnyen kimutathatjuk, hogy minden megoldás egy első integrált értelmez, mivel a bizonyítás gondolatmenete megfordítható. A lineárisan független  $n$ -edfokú homogén első integrálok száma tehát  $\mu$ .

Nem homogén polynomok esete az előbbire vezethető vissza. Az  $n$ -edfokú polynomok felbonthatók homogén polynomokra. Minden ilyen  $\omega_i$  polynom az eljárás útján ugyanolyan fokú homogén  $\dot{\omega}_i$  polynomot eredményez és  $\dot{\omega}_i$  együttthatóit, amelyek  $\omega_i$  együttthatóinak lineáris függvényei, zérussal kell egyenlővé tenni. Ha az így adódó rendszerek lineárisan független megoldásainak száma sor szerint  $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ , az

általános  $n$ -edfokú első integrál  $\mu = \mu_1 + \mu_2 + \dots + \mu_n$  független paramétert tartalmaz. (0-fokú konstans polynomoktól mint triviális esettől természetesen eltekintünk.)

Kimutatjuk, hogy a III. 1a. egyenletrendszernek nincs lineáris első integrálja, ha  $(\alpha + \beta_1) \neq 0$ . Ha ugyanis

$$\psi = a_1 x + a_2 y + \dots + a_6 w$$

tesszük, akkor a 2. egyenletet a következő alakban kapjuk:

$$- a_4 (\alpha + \beta_1) \xi - a_5 \beta_2 \cdot \eta - a_6 (\alpha' + \beta_3) \zeta + (a_1 - 2na_5) u + \\ + (a_2 + 2na_4) v + a_3 \cdot w \equiv 0.$$

Az első három együtthatóból adódik (mivel  $\beta_2 > 0$ ,  $\beta_3 > 0$ ,  $\alpha' > 0$ )

$$a_4 = a_5 = a_6 = 0,$$

aminek felhasználásával

$$a_1 = a_2 = a_3 = 0.$$

A rendszer integráljai legalább másodfokúak és ebben az esetben homogének. Meg kell jegyezni, hogy bár elvileg a módszer rendkívül egyszerű, gyakorlati alkalmazása már pl.  $n = 4$  esetén nagyon hosszadalmas lenne. Nekünk csak a másodfokú megoldásokra van szükségünk és eljárásunk a Mineur-félénél sokkal egyszerűbb és általánosabb.

$\xi, \eta, \zeta, u, v, w$  változókat sorra  $x_i$ -vel jelölve ( $i = 1, 2, \dots, 6$ ) az általános kvadratikus alak

$$\sum_{i, k=1}^6 a_{ik} x_i x_k.$$

Egyszerűség kedvéért tegyük még

$$\alpha + \beta_1 = A, \quad \beta_2 = B, \quad \alpha' + \beta_3 = C.$$

A részletes számítás nem igényel nagy fáradságot és az eredmény, ha az adódó kvadratikus alak koefficienseit  $b_{ik}$ -val jelöljük, a következő:

$$\begin{array}{ll} (1) : b_{11} = -A \cdot a_{14} = 0 & (4) : b_{44} = -2na_{45} = 0 \\ (2) : b_{22} = -B \cdot a_{25} = 0 & (5) : b_{55} = 2na_{45} = 0 \\ (3) : b_{33} = -C \cdot a_{36} = 0 & (6) : b_{66} \equiv 0 \end{array}$$

tehát

$$a_{14} = a_{25} = a_{36} = a_{45} = 0.$$

Ezt a részleteredményt felhasználva

$$(7) : b_{13} = -C \cdot a_{16} = 0 \quad (8) : b_{15} = a_{12} = 0,$$



amiből  $a_{12} = 0, a_{16} = 0$

részleteredmény a továbbiakban felhasználható volna ugyan, de

$$(9) : b_{34} = a_{12} - 2n \cdot a_{25} - B \cdot a_{45}$$

egyenletből már enélkül is következik  $a_{12} = 0$ .

$$(10) : b_{23} = -B \cdot a_{35} - C \cdot a_{26} = 0$$

$$(11) : b_{34} = a_{13} - 2na_{35} - C \cdot a_{46} = 0$$

$$(12) : b_{56} = a_{26} + a_{35} + 2na_{46} = 0$$

$$(13) : b_{16} = a_{13} - A \cdot a_{46} = 0.$$

egyenletrendszer négy ismeretlent ( $a_{13}, a_{26}, a_{35}, a_{26}$ ) tartalmaz és determinánsa

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 0 & C & 0 & 0 \\ 1 & 0 & -2n & -C \\ 0 & 1 & 1 & 2n \\ 1 & 0 & 0 & -A \end{vmatrix} = -(\alpha' + \beta_3)(4n^2 + \alpha + \alpha' - \beta_1 - \beta_3)$$

csak akkor zérus, ha

$$\beta_1 + \beta_3 = 4n^2 + \alpha + \alpha'.$$

Ha  $\Delta_1 = 0$ , a rendszer matrixának rangja mindenesetre 3, mert a  $-A$ -hoz tartozó aldetermináns  $-C \neq 0$ . Ebben az esetben tehát egy nem triviális megoldás van. Ha  $\Delta_1 \neq 0$ , akkor

$$a_{13} = a_{26} = a_{35} = a_{46} = 0.$$

A további egyenletek

$$(14) : b_{46} = a_{34} - 2n \cdot a_{56} = 0$$

$$(15) : b_{26} = a_{23} - B \cdot a_{56} = 0$$

$$(16) : b_{35} = a_{23} + 2na_{34} - C \cdot a_{56} = 0.$$

A rendszer egyenletei a (10)–(13) egyenletekben fellépő tagoktól mentesek és determinánsa

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 0 & 1 & -2n \\ 1 & 0 & -B \\ 1 & 2n & -C \end{vmatrix} = \beta_3 - \beta_2 + \alpha' - 4n^2.$$

Ha  $\Delta_2 = 0$ , a matrix rangja nyilván kettő, tehát egy nem triviális megoldás van. Ha  $\Delta_2 \neq 0$ , akkor

$$a_{23} = a_{34} = a_{56} = 0.$$

Továbbá

$$(17) : b_{14} = a_{11} - 2n a_{15} - A \cdot a_{44} = 0$$

$$(18) : b_{25} = a_{22} + 2n a_{24} - B \cdot a_{55} = 0$$

$$(19) : b_{45} = 2n a_{44} - 2n a_{55} + a_{15} + a_{24} = 0$$

$$(20) : b_{12} = -a_{15} \cdot B - a_{24} \cdot A = 0.$$

Ez a rendszer hat ismeretlent tartalmaz  $(a_{11}, a_{15}, a_{22}, a_{24}, a_{44}, a_{55})$  és matrixa

$$\begin{vmatrix} 1 & -2n & 0 & 0 & -A & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 2n & 0 & -B \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 2n & -2n \\ 0 & B & 0 & A & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

A matrix rangja nyilván négy, mivel az  $A$ -t nem tartalmazó oszlopokból képezett determináns értéke  $-2n B \neq 0$ . Ennek következtében a lineárisan független megoldások száma kettő.

Marad még a

$$(21) : b_{36} = a_{33} - C \cdot a_{16} = 0$$

egyenlet, amelynek egy nem triviális megoldása van.

$\Delta_1 \neq 0$  és  $\Delta_2 \neq 0$  esetén tehát az összes lineárisan független megoldások száma három. Megkapjuk őket, ha a (17)–(20) rendszerben

először  $a_{15} = A, a_{55} = 0$ , majd  $a_{15} = 0, a_{55} = 1$ ,

(21) egyenletben pedig  $a_{66} = 1$

tesszük. Az így kapott megoldások :

$$\text{I. } a_{11} = 2nA - \frac{A(A-B)}{2n} \quad a_{24} = -B$$

$$a_{22} = 2Bn \quad a_{15} = A$$

$$a_{44} = -\frac{A-B}{2n}$$

$$\text{II. } a_{11} = A, a_{22} = B, a_{44} = a_{55} = 1, a_{15} = a_{24} = 0$$

$$\text{III. } a_{33} = C, a_{66} = 1.$$

Az ezekből az együtthatókból képezett kvadratikus alakok adják a III. 2. Mineur-féle megoldásokat. Látjuk azonban, hogy a Mineur-féle megoldás nem teljes. Ha  $\Delta_1$  vagy  $\Delta_2$  eltűnik, még egy, ha pedig

$$\Delta_1 = \Delta_2 = 0,$$

két figyelembe nem vett kvadratikus első integrál létezik. Fennáll ugyan az a követelés, hogy  $\beta_1 > 0, \beta_2 > 0, \beta_3 > 0$  teljesíthető legyen, ez azonban ha csak  $\Delta_1$  vagy  $\Delta_2$  tűnik el egyszerre, mindig fennáll akkor,

ha például mint a Nap környezetében  $\alpha + \alpha' > 0$ . A három  $\beta$  érték a homogén ellipszoid tengelyviszonyainak függvénye, tehát közülük kettő választható szabadon, míg a harmadik e kettőnek olyan függvénye, amely a sűrűséget nem tartalmazza.  $\Delta_1 = 0$ ,  $\Delta_2 \neq 0$  esetén fennáll még egy összefüggés, tehát a galaktika adott pontjában csak egy  $\beta$  érték választható szabadon. A Mineur-féle eloszlás mellett így még egy eloszlás lenne lehetséges. Csakhogy  $U_2$  potenciál  $(\xi, \eta, \zeta)$  tengelyek szerint szimmetrikus és ugyanezt a szimmetriát kell mutatnia a sűrűségeloszlásnak is és ez a körülmény összesen még három feltételt szab meg  $a_{ik}$  együtthatókra. Minthogy (17)—(20) rendszerben két, (21) egyenletben egy együtthatót lehet szabadon választani, elképzelhető, hogy ez a megoldás lehetséges.

Kimutattuk, hogy a Mineur-féle elmélet egy szimmetrikus csillagfelhő középpontjának bizonyos környezetében érvényes, aminek azonban gyakorlati jelentősége alig lehet. Elvileg, mint megemlítettük, abból a szempontból fontos ez a megállapítás, hogy egy szimmetrikus csillagfelhő tengelyei kétségtől a felhő középponti részének szimmetriatengelyeivel esnek egybe. Kimutattuk, hogy egy három tengely szerint szimmetrikus halmaz tengelyei csak a  $\xi, \eta, \zeta$  tengelyek lehetnek. Ha sikerülne ugyanezt a (mindig szimmetrikusnak feltételezett) csillagfelhő középponti részére kimutatni, akkor nyilván az egész felhőnek megvan ez a tulajdonsága. Mineur a feltevést itt sem bizonyítja, hanem hipotetikusán feltételezi.

Tegyük fel ismét, hogy a szimmetria  $\xi', \eta', \zeta'$  tengelyeinek iránykoszinuszai a  $\xi, \eta, \zeta$  rendszerben  $(l_1, m_1, n_1)$ ,  $(l_2, m_2, n_2)$  és  $(l_3, m_3, n_3)$ . A felhő középpontjának környezetében  $U_2$  potenciál

$$U_2 = \frac{1}{2} (\beta_1 \xi'^2 + \beta_2 \eta'^2 + \beta_3 \zeta'^2).$$

A mozgásegyenletek most

$$\begin{aligned} \ddot{\xi} - 2n \dot{\eta} - [(\alpha + \lambda_{11}) \xi + \lambda_{12} \eta + \lambda_{13} \zeta] &= 0 \\ \ddot{\eta} + 2n \dot{\xi} - [\lambda_{21} \xi + \lambda_{22} \eta + \lambda_{23} \zeta] &= 0 \\ \ddot{\zeta} - [\lambda_{31} \xi + \lambda_{32} \eta + (\lambda_{33} + \alpha') \zeta] &= 0 \end{aligned}$$

ahol  $\lambda_{ik}$  értékek az iránykoszinuszok egyszerű kvadratikus függvényei. A kvadratikus első integrálok a fent kifejtett módszerrel határozhatók meg, az eredmény azonban igen komplikált kifejezésekre vezet, amelyekre nem térünk ki, hanem csak megállapítjuk, hogy az  $a_{ik}$  együtthatók az iránykoszinuszok függvényei. Az egyenlő sűrűségű felületek egyenlete

$$A_{11} \xi^2 + A_{22} \eta^2 + \dots + 2A_{12} \xi \eta + \dots = \text{konst.}$$

ahol, mint még ki fogjuk mutatni,

$$A_{ik} = \begin{vmatrix} a_{ik} & a_{i4} & a_{i5} & a_{i6} \\ a_{4k} & a_{44} & a_{45} & a_{46} \\ a_{5k} & a_{54} & a_{55} & a_{56} \\ a_{6k} & a_{64} & a_{65} & a_{66} \end{vmatrix} \quad (i, k = 1, 2, 3)$$

Az együttthatók tehát szintén függvényei  $\xi', \eta', \zeta'$  tengelyek iránykoszinuszainak és  $\alpha, \alpha'$  értékeknek. A  $(\xi', \eta', \zeta')$  rendszerben az egyenlő sűrűségű felületek egyenleteinek

$$A'_{11} \xi'^2 + A'_{22} \eta'^2 + A'_{33} \zeta'^2 = \text{konst.}$$

alakúaknak kell lenni. Ebből az iránykoszinuszokra három egyenlet adódik:

$$A_{11} l_1 l_2 + A_{22} m_1 m_2 + A_{33} n_1 n_2 + A_{12} (l_1 m_2 + l_2 m_1) + \\ + A_{23} (m_1 n_2 + m_2 n_1) + A_{31} (l_1 n_2 + l_2 n_1) = 0$$

és két hasonló. Az iránykoszinuszokra érvényes hat egyenlettel így összesen kilenc egyenletünk van  $l_i, m_i, n_i$  értékekre. Feltehető, hogy ennek a rendszernek — a Galaktika bizonyos pontjaitól esetleg eltekintve — általában csak véges számú megoldása lehet. A Galaktika egy pontjában lévő felhő tengelyei tehát csak bizonyos irányokban fekdhetnek. Láttuk, hogy a Mineur-féle megoldásnál a  $(\xi, \eta, \zeta)$  tengelyek úgy a sajátpotenciálnak, mint a sűrűségeloszlásnak szimmetriatengelyei, tehát ennél a megoldásnál az iránykoszinuszokra levezetett egyenletrendszer ki van elégítve. Ezzel ugyan nem mutattuk ki, hogy a Mineur feltételezte tengelyorientáció az egyedül lehetséges, de rámutattunk arra, hogy amennyiben az iránykoszinuszokra levezetett három utóbbi egyenlet egymástól független (az első hattól ezek az egyenletek függetlenek), a lehetséges tengelyorientációk száma mindenesetre véges.

Dinamikai egyensúly esetén ha  $f_1, f_2, \dots, f_n$  a mozgásegyenletek első integráljai, az eloszlás függvénye

$$\sigma = \varphi (f_1, f_2, \dots, f_n),$$

ahol  $\varphi$  tetszőleges függvény lehet azzal a megkötéssel, hogy bármely független változó  $(x, y, z, u, v, w)$  szerint  $-\infty$  és  $+\infty$  határok között integrálható legyen. Mineur  $\varphi$  függvényt exponenciálisnak veszi, mert a probléma tárgyalása így a legegyszerűbb. A priori semmiképpen sem lehet elméleti úton eldönteni, hogy a galaktikai felhők eloszlási függvénye tényleg exponenciális-e vagy sem. Elvileg az is feltehető, hogy az egyes csillagfelhőkben az eloszlás más és más törvényszerűséget mutat, hogy tehát az egyes esetekben  $\varphi$  különböző alakú függvény lehet. A Mineur tárgyalta esetben az első integrálok kvadratikusak és az eloszlás ilyen esetben általában

$$\sigma = \varphi (a_{11} \xi^2 + a_{22} \eta^2 + \dots + a_{66} w^2 + 2a_{12} \xi \eta + \dots + 2a_{56} v w) = \varphi(f)$$

alakú lehet. Ki fogjuk mutatni, hogy ebben az esetben az egyenlő sűrűségű felületek és így a felhő *alakja* is független  $\varphi$  függvény speciális megválasztásától és csak az  $a_{ik}$  konstansoktól függ.

A térbeli sűrűségeloszlás függvényének meghatározása céljából integráljunk először  $w$ , azután  $v$ , majd pedig  $u$  szerint  $-\infty$  és  $+\infty$  határok közt. A kvadratikus alakot kissé átalakítjuk :

$$f = a_{66} \left[ w + \frac{a_{16} \xi + a_{26} \eta + a_{36} \zeta + a_{46} u + a_{56} v}{a_{66}} \right]^2 + \frac{1}{a_{66}} \sum_{i,k=1}^5 \left| \begin{array}{cc} a_{ik} & a_{i6} \\ a_{6k} & a_{66} \end{array} \right| x_i x_k, \dots \dots \dots 3.$$

ha  $\xi, \eta, \zeta, u, v$  helyett sor szerint  $x_1, x_2, \dots, x_5$ -öt írunk. A szummációs kifejezés által értelmezett kvadratikus alakot a továbbiakban

$$\sum_{i,k=1}^5 a'_{ik} x_i x_k = f_1(\xi, \eta, \zeta, u, v)\text{-vel}$$

fogjuk jelölni. Együtthatóira áll

$$a'_{ik} = \left| \begin{array}{cc} a_{ik} & a_{i6} \\ a_{6k} & a_{66} \end{array} \right|.$$

A  $w$  szerinti integrálásnál

$$w' = \left( w + \frac{a_{16} \xi + a_{26} \eta + \dots + a_{56} v}{a_{66}} \right)$$

szubsztitúciót alkalmazva

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \varphi (f_1 + a_{66} \cdot w'^2) dw' = \varphi_1((f_1 \xi, \eta, \zeta, u, v)).$$

Most  $v$  szerint integrálunk és ugyanolyan átalakításnak vetjük alá  $f_1$  kvadratikus alakot, mint az előbb  $f$ -et. Az integráció elvégzése után kapjuk

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \varphi_1(f_1) dv = \varphi_2(f_2(\xi, \eta, \zeta, u)),$$

ahol most már  $f_2$  kvadratikus alakban csak  $\xi, \eta, \zeta, u$  független változók fordulnak elő és a kvadratikus alak együtthatói

$$a''_{ik} = \left| \begin{array}{cc} a'_{ik} & a'_{i5} \\ a'_{5k} & a'_{55} \end{array} \right| = \left| \begin{array}{cc} a_{ik} & a_{i6} \\ a_{6k} & a_{66} \end{array} \right| \left| \begin{array}{cc} a_{i5} & a_{i6} \\ a_{65} & a_{66} \end{array} \right| \dots \dots \dots 4.$$

Vegyük tekintetbe a következő determinánst :

$$\Delta_{ik} = \begin{vmatrix} a_{ik} & a_{i5} & a_{i6} \\ a_{5k} & a_{55} & a_{56} \\ a_{6k} & a_{65} & a_{66} \end{vmatrix} \dots \dots \dots 5.$$

Nyilvánvaló, hogy  $a'_{ik}$ ,  $a'_{i5}$ ,  $a'_{5k}$ ,  $a'_{55}$  ebben a determinánsban sor szerint az  $a_{55}$ ,  $a_{5k}$ ,  $a_{i5}$ ,  $a_{ik}$  tagok megfelelő előjellel ellátott al-determinánsaival egyenlők. Ha ezeket sor szerint  $A'''_{55}$ ,  $A'''_{5k}$ ,  $A'''_{i5}$ ,  $A'''_{ik}$ -val jelöljük, akkor

$$a'_{ik} = A'''_{55}, a'_{i5} = -A'''_{5k}, A'_{5k} = -A'''_{i5}, a'_{55} = A'''_{ik},$$

amiből

$$a''_{ik} = \begin{vmatrix} A'''_{ik} & A'''_{i5} \\ A'''_{5k} & A'''_{55} \end{vmatrix}.$$

Az al-determinánsokból képezett determinánsról szóló ismert tétel szerint azonban ebből következik

$$a''_{ik} = a_{66} \cdot \Delta_{ik} = a_{66} \begin{vmatrix} a_{ik} & a_{i5} & a_{i6} \\ a_{5k} & a_{55} & a_{56} \\ a_{6k} & a_{65} & a_{66} \end{vmatrix} \quad (i, k = 1, 2, 3, 4).$$

Ugyanazzal az eljárással mint az előbbi esetben képezhetjük most még az  $u$  szerinti integrált :

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \varphi_2(f_2) du = \varphi_3(f_3(\xi, \eta, \zeta)) = \varrho(\xi, \eta, \zeta),$$

ahol most már a térbeli sűrűségeloszlás függvényét kapjuk.  $f_3$  kvadratikussá alakítható  $A_{ik}$  együtthatóira az előbb alkalmazott eljárással a következő értékeket kapjuk :

$$A_{ik} = \begin{vmatrix} a_{ik} & a_{i4} & a_{i5} & a_{i6} \\ a_{4k} & a_{44} & a_{45} & a_{46} \\ a_{5k} & a_{54} & a_{55} & a_{56} \\ a_{6k} & a_{64} & a_{65} & a_{66} \end{vmatrix} \quad (i, k = 1, 2, 3)$$

ha még egy közös faktortól, amely az egyenlő sűrűségű felületek alakjára nézve lényegtelen, eltekintünk. Ez utóbbiak egyenlete

$$F(\xi, \eta, \zeta) = A_{11}\xi^2 + A_{22}\eta^2 + \dots + 2A_{12}\xi\eta + \dots = \text{konst.} \dots 6.$$

A felhő alakját az  $A_{ik}$ , tehát az  $a_{ik}$  értékek szabják meg és az az  $a_{ik}$  együtthatók értékéből az imént megadott módszerrel *kiszámítható*. Láthatjuk tehát, hogy kvadratikussá első integrál esetén az egyenlő sűrűségű felületek és így a felhő alakja is független  $\varphi$  függvény megválasztásától, ha csak  $\varphi$  eleget tesz az integrálhatóság feltételeinek.

Az eljárást különben tovább is folytatni lehet. Meghatározhatjuk

pl. azt a függvényt, amely megadja, hány olyan csillag van a felhőben, amelynek  $\eta$  és  $\zeta$  koordinátái

$$(\eta, \eta + d\eta) \text{ és } (\zeta, \zeta + d\zeta).$$

intervallumokba esnek. Ha például a felhőt méreteihez viszonyítva nagy távolságból a  $\xi$  tengely irányából nézzük, akkor ez a függvény nyilván a látszó sűrűségeloszlás függvénye. Ezt a  $\rho'$  függvényt megkapjuk, ha képezzük az

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \varphi_3(f_3(\xi, \eta, \zeta)) d\xi = \varphi_4(f_4(\eta, \zeta)) \equiv \rho'(\eta, \zeta).$$

integrált, ahol most

$$f_4(\eta, \zeta) \equiv A'_{22} \eta^2 + A'_{33} \zeta^2 + 2 A'_{23} \eta \zeta \dots \dots \dots 7a.$$

Az együtthatók ismét determináns alakban írhatók:

$$A'_{ik} = \begin{vmatrix} a_{ik} & a_{i1} & a_{i4} & a_{i5} & a_{i6} \\ a_{1k} & a_{11} & a_{14} & a_{15} & a_{16} \\ a_{4k} & a_{41} & a_{44} & a_{45} & a_{46} \\ a_{5k} & a_{51} & a_{54} & a_{55} & a_{56} \\ a_{6k} & a_{61} & a_{64} & a_{65} & a_{66} \end{vmatrix} \quad (i, k = 1, 2).$$

és így az egyenlő sűrűségű görbék egyenlete

$$A'_{22} \eta^2 + A'_{33} \zeta^2 + 2A'_{23} \eta \zeta = \text{konst.} \dots \dots \dots 7.$$

Ez a lényegében egyszerű eljárás alkalmazható akkor is, ha a látszó eloszlást nem a  $\xi, \eta$ , vagy  $\zeta$  tengely irányából nézzük. Tegyük fel például, hogy nem csak a felhő, hanem a Nap is a Galaktika síkjában mozog (ez a feltevés igen jól megfelel a valóságnak). Felvesszünk olyan  $\bar{\xi}, \bar{\eta}, \bar{\zeta}$  fix koordinátarendszert, amelynek  $\bar{\xi}$  tengelye a felhő középpontján ( $F$ ) és a Napon ( $\odot$ ) megy keresztül, míg az  $\bar{\eta}$  tengely  $F$  pontban  $\xi$ -re merőleges. Legyen  $l_0$  a Galaktika középpontjának,  $l_F$  a felhő középpontjának galaktikai hosszúsága,  $R_\odot$  a Nap,  $R_0$  a felhő távolsága a Galaktika középpontjától,  $d$  a felhő távolsága a Naptól. (5. ábra.)

$$R_0^2 = R_\odot^2 + d^2 - 2R_\odot d \cos(l_F - l_0)$$

$$\sin \omega = \sin \left( \bar{\xi} \bar{\zeta} \right) = \frac{R_\odot}{R_0} \sin(l_F - l_0).$$

Az ismert transzformációs formulák szerint

$$\begin{aligned} \xi &= \bar{\xi} \cos \omega + \bar{\eta} \sin \omega & u &= \bar{u} \cos \omega + \bar{v} \sin \omega \\ \eta &= -\bar{\xi} \sin \omega + \bar{\eta} \cos \omega & \text{és} & & v &= \bar{u} \sin \omega + \bar{v} \cos \omega \\ \zeta &= \bar{\zeta} & & & w &= \bar{w} \end{aligned}$$

A transzformációnak megfelelő függvénydetermináns

$$\frac{\partial (\xi, \eta, \zeta, u, v, w)}{\partial (\bar{\xi}, \bar{\eta}, \bar{\zeta}, \bar{u}, \bar{v}, \bar{w})} = 1,$$

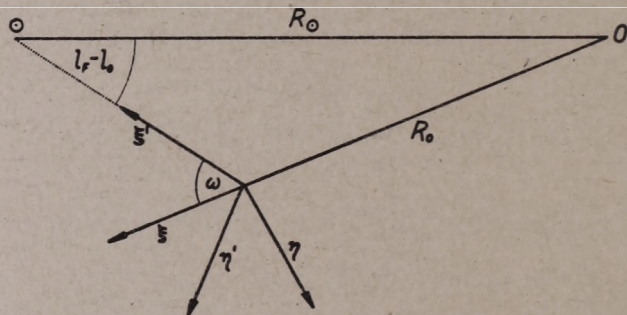
ezért az eloszlás függvényét a  $\bar{\xi}, \bar{\eta}, \bar{\zeta}$  rendszerben úgy kapjuk meg, ha az

$$f = a_{11} \xi^2 + a_{22} \eta^2 + \dots + a_{66} w^2 + 2a_{12} \xi \eta + \dots + 2a_{56} v w$$

kvadratikus alakba  $\xi, \eta, \zeta, u, v, w$  értékeket a transzformáció képletei szerint behelyettesítjük. Az így adódó kvadratikus alak legyen

$$\bar{f} = \bar{f}(\bar{\xi}, \bar{\eta}, \bar{\zeta}, \bar{u}, \bar{v}, \bar{w})$$

és együtthatóit jelöljük  $\bar{a}_{ik}$ -val ( $i, k = 1, 2, \dots, 6$ ).



5. ábra.

A látszó sűrűségeloszlás kérdésének megoldása most már tökéletesen megegyezik az előbbi megoldással, csak az  $a_{ik}$  értékeket kell a nekik megfelelő  $\bar{a}_{ik}$  értékekkel helyettesíteni. A látszó sűrűségeloszlást ugyanis ismét úgy kapjuk meg, ha a három  $\bar{u}, \bar{v}, \bar{w}$  sebességkomponens és  $\bar{\xi}$  koordináta szerint integrálunk. Az egyenlő sűrűségű görbék

$$\bar{A}_{22} \eta^2 + \bar{A}_{33} \zeta^2 + 2\bar{A}_{23} \eta \zeta = \text{konst.} \dots \dots \dots 7b.$$

egyenletű ellipszisek. (A Galaktika síkja szerinti szimmetria folytán  $\bar{A}_{23} = 0$  lesz.) Ha tehát a Mineur-féle elmélet helytálló, akkor a felhő látszó sűrűségeloszlásánál az egyenlő sűrűségű görbék hasonló fekvésű ellipszisek.

Meg kell még jegyeznünk, hogy a sebességeloszlás és a sűrűségeloszlás közt teljes a dualitás. A felhő összes csillagainak sebességeloszlását tudvalevően a

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \int \int \varphi(f) d\xi d\eta d\zeta = \psi(u, v, w)$$



függvény szolgáltatja. Azoknak a csillagoknak száma, amelyek sebességkomponensei az  $(u, u + du)$ ,  $(v, v + dv)$ ,  $(w, w + dw)$  intervallumokba esnek tehát

$$dN = \psi(u, v, w) du dv dw.$$

Az egész csillagfelhőre vonatkozó sebességellipsoidok egyenlete

$$B_{44} \cdot u^2 + B_{55} \cdot v^2 + B_{66} \cdot w^2 + 2B_{45} uv + 2B_{56} vw + 2B_{64} w \cdot u = \text{konst.}, \dots\dots\dots 8.$$

ahol most

$$B_{ik} = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{1k} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{2k} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{3k} \\ a_{i1} & a_{i2} & a_{i3} & a_{ik} \end{vmatrix} \quad (i, k = \overline{4, 5, 6}).$$

A látszó sebességeloszlás a  $\bar{\xi}, \bar{\eta}, \bar{\zeta}$  fix rendszerben szintén ellipszises. A látszó sűrűségeloszlás egyenletével duális a

$$\bar{B}'_{55} v^2 + \bar{B}'_{66} w^2 + 2\bar{B}'_{56} v w = \text{konst.} \dots\dots\dots 9.$$

egyenlet. Értelme a következő. Tegyük fel, hogy a rendszer összes csillagának sajátmozgását ismerjük és ismerjük a rendszer középpontjának a Napra vonatkoztatott relatív sebességének  $\bar{v}_0$  és  $\bar{w}_0$  komponenseit. Egy csillag sajátmozgásának az  $\bar{\eta}, \bar{\zeta}$  tengelyek irányába eső komponensei legyenek  $\bar{V}$  és  $\bar{W}$ . Ekkor

$$\bar{v} = \bar{V} - \bar{v}_0; \quad \bar{w} = \bar{W} - \bar{w}_0.$$

Az  $(\bar{\eta}, \bar{\xi})$  síkban felrajzoljuk az összes  $(\bar{v}, \bar{w})$  pontokat. Az így kapott pontok bizonyos sűrűségeloszlást mutatnak a síkban. Az eloszlás sűrűségét a

$$\iiint_{-\infty}^{+\infty} \varphi_{(f)} d\bar{\xi} d\bar{\eta} d\bar{\zeta} d\bar{u}$$

függvény adja, amelyből következik, ha  $f$  első integrál kvadratikussá, hogy a pontok eloszlásánál az egyenlő sűrűségű görbék a fenti kvadratikussá egyenletnek megfelelő ellipszisek lesznek. Minthogy a  $\bar{B}'_{ik}$  együtthatók csak az  $f$  első integrál  $\bar{a}_{ik}$  együtthatóitól (a  $\bar{\xi}, \bar{\eta}, \bar{\zeta}$  rendszerben kifejezve) függenek, a görbék alakja itt is független  $\varphi$  függvény speciális megválasztásától.

A rendszernek a Napra vonatkoztatott sebességének ismeretére nincs közvetlenül szükség. Ha egyenesen a sajátmozgások vektorainak végpontját rajzoljuk fel az  $(\bar{\eta}, \bar{\zeta})$  rendszerben, az ellipszisrendszer középpontja az origóból  $(\bar{v}_0, \bar{w}_0)$  pontba tolódik el.

Ha már most a látszó sűrűség- és sebességeloszlást magát is ki akarjuk számítani, nem csak az egyenlő sűrűségű görbék alakját, akkor

a  $\varphi$  függvény ismeretére elkerülhetetlenül szükség van. Elvégezzük a számítást arra az esetre, ha  $\varphi$  függvény exponenciális, ahogy azt Mineur feltételezi. Az eloszlási függvény ebben az esetben

$$\varphi = C \cdot e^{-(\lambda_1 f_1 + \lambda_2 f_2 + \lambda_3 f_3)} = C \cdot e^{-f}.$$

Ha  $w$  szerint integrálunk, kapjuk

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \varphi \cdot d w = \frac{C \cdot \pi^{1/2}}{\sqrt{a_{66}}} \cdot e^{-\frac{1}{a_{66}}} \cdot \sum_{i,k=1}^5 a'_{ik} x_i x_k.$$

Ha most tovább  $v$  szerint integrálunk, a kitevőben tekintetbe kell venni az  $\frac{1}{a_{22}}$  faktort is, amely az egyenlő sűrűségű felületek alakjának kiszámításánál nem játszott szerepét. 4. egyenlet helyett tehát a következőt kapjuk:

$$a''_{ik} = \frac{1}{a_{66}^2} \begin{vmatrix} a'_{ik} & a'_{i5} \\ a'_{5k} & a'_{55} \end{vmatrix}$$

és minden ilyen koefficiens meg van még szorozva  $v^2$  együtthatójának fordított értékével, tehát

$$\frac{a_{66}}{a'_{55}}$$

értékkel. Ezenkívül az aldeterminánsokból képezett determinánsról szóló tétel alkalmazásánál még egyszer fellép az  $a_{66}$  faktor, míg az exponenciális függvény elé  $v$  szerint integrálva  $\pi^{1/2} \cdot \sqrt{\frac{a_{66}}{a'_{55}}}$  faktor kerül.

Igy kapjuk

$$\iint_{-\infty}^{+\infty} \varphi \, dv \, dw = \frac{C \cdot \pi}{\sqrt{a'_{55}}} \cdot e^{-\frac{1}{a'_{55}}} \cdot \sum_{i,k=1}^4 \Delta_{ik} x_i x_k,$$

ahol  $\Delta_{ik}$  az 5. alatti determináns. Az eljárást tovább folytatva a térbeli sűrűségeloszlás függvénye

$$R = \begin{vmatrix} a_{44} & a_{45} & a_{46} \\ a_{54} & a_{55} & a_{56} \\ a_{64} & a_{65} & a_{66} \end{vmatrix}$$

téve

$$\varrho(\xi, \eta, \zeta) = \iiint_{-\infty}^{+\infty} \varphi \, du \, dv \, dw = \frac{C \cdot \pi^{3/2}}{\sqrt{R}} \cdot e^{-\frac{1}{R} (A_{11} \xi^2 + A_{22} \eta^2 + \dots + 2A_{12} \xi \eta + \dots)} \quad 10.$$

Ha pedig

$$S = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{14} & a_{15} & a_{16} \\ a_{41} & \dots & \dots & \dots \\ a_{51} & \dots & \dots & \dots \\ a_{61} & \dots & \dots & \dots \end{vmatrix}$$

tesszük, akkor a látszó eloszlás függvénye

$$\varrho'(\eta, \zeta) = \frac{C \cdot \pi^2}{\sqrt{S}} \cdot e^{-\frac{1}{S}(A_{22}\eta^2 + A_{44}\zeta^2 + 2A_{24}\eta\zeta)} \dots\dots\dots 11$$

A fent tárgyalt esetben, amikor a felhőt a Naprendszer irányából nézzük,  $a_{ik}$  helyett  $\bar{a}_{ik}$  értékeket kell tenni és  $A''_{33} = 0$ . A való és látszó középonti sűrűség közt az összefüggés

$$\varrho'_0 = \varrho_0 \sqrt{\frac{\pi R}{S}}$$

Gyakorlati szempontból némi jelentősége lehet még a  $\zeta$  szerinti látszó sűrűségeloszlás tanulmányozásának. Ezt az eloszlási függvényt megkapjuk, ha  $\varrho'$  függvényt  $\eta$  szerint integráljuk :

$$\varrho''(\zeta) = \frac{C \cdot \pi^{1/2}}{\sqrt{T}} \cdot e^{-\frac{1}{T} A_{44} \cdot \zeta^2}, \dots\dots\dots 12.$$

Ahol  $T$  az  $R$  és  $S$ -determinánsokkal analóg ötödfokú determináns, amelynek kiírásától eltekintünk,  $A''_{33}$  pedig nem más, mint az eredeti  $f$  eloszlási függvény diszkriminánsa :

$$A''_{33} = | a_{ik} | \quad (i, k = 1, 2, 3, \dots 6).$$

Ha tehát a Mineur-féle elmélet helytálló, akkor azoknak a csillagoknak száma, amelyek  $\zeta$  koordinátája  $\zeta$  és  $\zeta + d\zeta$  értékek közé esik, ahol  $d\zeta$  kicsiny fix érték,  $\zeta^2$ -tel exponenciálisan fogy.

Végül is a felhő összes csillagainak számát megkapjuk, ha még  $\zeta$  szerint integrálunk :

$$N = C \frac{\pi^3}{\sqrt{A''_{33}}}$$

A teljes dualitás folytán, amely az eloszlási függvény alakjából ered, tökéletesen megegyező formulákat kapunk a sebességre is. Így például a radiális sebességek eloszlási függvénye

$$\Phi''(\bar{u}) = \frac{C \cdot \pi}{\sqrt{U}} \cdot e^{-\frac{A_{33}}{U} \cdot \bar{u}^2}, \dots\dots\dots 13.$$

ahol  $U$  a következő ötödfokú determináns :

$$U = \begin{vmatrix} \bar{a}_{11} & \bar{a}_{12} & \bar{a}_{13} & \bar{a}_{15} & \bar{a}_{16} \\ \bar{a}_{21} & \bar{a}_{22} & \bar{a}_{23} & \bar{a}_{25} & \bar{a}_{26} \\ \bar{a}_{31} & \bar{a}_{32} & \bar{a}_{33} & \bar{a}_{35} & \bar{a}_{36} \\ \bar{a}_{51} & \bar{a}_{52} & \bar{a}_{53} & \bar{a}_{55} & \bar{a}_{56} \\ \bar{a}_{61} & \bar{a}_{62} & \bar{a}_{63} & \bar{a}_{65} & \bar{a}_{66} \end{vmatrix}$$

Mineur elméletének igazolására vagy megdöntésére természetesen csak a látszó sűrűségeloszlás vizsgálata alkalmas, de az észlelési adatok ezen a téren is gyérek még ahhoz, hogy azok alapján a kérdést már most el lehessen dönteni. A felhőkhöz tartozó csillagok sajátmozgását és radiális sebességét ezidőszereint alig ismerjük és alig hihető, hogy e tekintetben valaha is megfelelő számú adat fog rendelkezésre állni.

Végül még Mineurnak azzal a feltevésével kell foglalkoznunk, hogy a felhők egyes csillagainak tömege egyenlő. Sem dinamikai, sem statisztikai egyensúly esetében erre a feltevésre tulajdonképpen egyáltalán nincs szükség. A mozgásegyenletek ugyanis függetlenek a tömegtől és így függetlenek a tömegtől az első integrálok is. Az eloszlási függvény tehát ugyanúgy lehetne

$$\sigma(\xi, \eta, \zeta, u, v, w) = C \cdot e^{-(\lambda_1 f_1 + \lambda_2 f_2 + \lambda_3 f_3)}$$

mint a Mineur-féle esetben, ha  $f_1, f_2, f_3$  a három kvadratikus első integrál. Az eloszlás ebben az esetben különböző tömegek mellett is megegyezik a Mineur-félével (legalább is a felhő közepének bizonyos környezetében). Ez a megoldás azonban a felhőkben fellépő eloszlást nem írja le tökéletesen. Nem tesz különbséget az egyes csillagok közt azoknak tömege szerint, hanem azokat tökéletesen egyenértékűeknek veszi. Megengedi például, hogy  $(\xi, \eta, \zeta)$  pont bizonyos  $\Delta\xi \Delta\eta \Delta\zeta$  környezetében ugyanannyi, de más tömegű csillag legyen, mint  $(-\xi, -\eta, -\zeta)$  pont ugyanolyan nagy környezetében és az egyes egyforma tömegű csillagok képezte csoportok eloszlásáról mit sem mond. Föltehetjük azonban, hogy pl. az  $m_i$  tömegű csillagok eloszlása szimmetrikus lesz a felhő tengelyei szerint.

A dinamikai egyensúly fogalmát is módosítani kell. Egyenlő tömegek esetén akkor van egyensúly, ha a *fázistérben* az egyes csillagoknak megfelelő  $(\xi, \eta, \zeta, u, v, w)$  pontok sűrűsége az időben meg nem változik. Most ez a feltétel a különböző, mondjuk  $m_1, m_2, \dots, m_i, \dots$  tömegű csillagok csoportjaira külön-külön is áll, amit úgy értelmezhetünk, hogy az  $m_i$  tömegű csillagok csoportjában egyensúly esetén sem a térbeli sűrűségeloszlás, sem a sebességeloszlás az időben nem változik. Ha az  $m_i$  tömegű csillagok csoportjában az eloszlás függvénye

$$\sigma_i = f_i(\xi, \eta, \zeta, u, v, w),$$

akkor  $f_i$  a mozgásegyenletek első integrálja. A különböző tömegű csillagok csoportjainak most azonban különböző első integrálok felelhetnek meg. A III. 4. képletben pl. a  $C, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  az egyes csoportoknak megfelelő tömeg függvényei és az  $m$  tömegű csillagok eloszlása

$$\sigma_m(\xi, \eta, \zeta, u, v, w) = C_m \cdot e^{-(\lambda_{1,m} \cdot f_1 + \lambda_{2,m} \cdot f_2 + \lambda_{3,m} \cdot f_3)} \dots \dots \dots 14.$$

Ekkor az egyes csillagcsoportokban az eloszlás — legalább is a felhő középpontjának megfelelő környezetében — megfelel a Mineur számí-

totta eloszlásnak, míg ha csak az egyes csillagoknak a fázistérben megfelelő pontok számára vagyunk tekintettel a fázistér egyes pontjaiban felvett egyenlő nagyságú  $d\xi \cdot d\eta \cdot d\zeta \cdot du \cdot dv \cdot dw$  térfogatelemeiben, akkor a Mineur-féle eloszlás nem érvényes, hanem erre nézve

$$\sigma(\xi, \eta, \zeta, u, v, w) = \sum C_m e^{-(\lambda_1 m \cdot f_1 + \dots)},$$

ahol a szummációt az összes csillagcsoportokra kell kiterjeszteni. A térbeli sűrűségeloszlás tárgyalásánál most természetesen különbséget kell tenni a felhő egyes pontjaiban felvett egyenlő nagyságú  $d\xi \cdot d\eta \cdot d\zeta$  térfogatelemekben foglalt csillagok száma és a térfogatelemben foglalt tömeg közt. Az előbbit  $dN$ -nel, az utóbbit  $dM$ -mel jelölve

$$dN = \sum C_m \iiint_{-\infty}^{+\infty} e^{-(\lambda_1 m \cdot f_1 + \dots)} du \cdot dv \cdot dw$$

míg

$$dM = \sum m \cdot C_m \iiint_{-\infty}^{+\infty} e^{-(\dots)} du \cdot dv \cdot dw.$$

Itt csak azt az esetet tárgyaltuk, amikor csak bizonyos  $m_1, m_2, \dots, m_i, \dots$  tömegű csillagok lépnek fel a felhőben. Arra az esetre azonban, ha a fel-lépő tömegek sűrű sorozatot képeznek, ez a meggondolás minden nehézség nélkül átvihető.

Statisztikai egyensúly esetén az  $m_i$  tömegű csillagok eloszlási függvénye

$$\sigma_{m_i} = C_{m_i} \cdot e^{-\varkappa m_i \left[ U + \frac{1}{2} (u^2 + v^2 + w^2) \right]}, \dots \dots 15.$$

ahol  $\varkappa$  minden tömegre ugyanaz. Ezt úgy is értelmezhetjük, hogy az egyes csoportok külön-külön is statisztikai egyensúlyban vannak a galaktika és a halmaz saját gravitációs terében. (Dalton-féle törvény analógiája.)

\* \* \*

Munkám befejeztével kötelességemnek tartom, hogy hálás köszönetet mondjak dr. Wodetzky József professzor úr Óméltóságának, aki a probléma iránti érdeklődésemet felkeltette, lehetővé tette nekem, hogy intézetében dolgozhassam és munkámban tanácsával elősegített.

Őszinte köszönetet mondok továbbá dr. Detre László obszervátor úrnak néhány értékes megjegyzéséért.

### Irodalom.

#### I. és II. FEJEZET.

M. Varchon: La rotation galactique (Ann. de l'Observ. de Besançon 1932.)

E. v. d. Pahlen: Lehrbuch der Stellarstatistik (Leipzig, 1937.)

P. ten Bruggencate: Sternhaufen (Berlin, 1932.)

*C. V. L. Charlier*: Application de la théorie des probabilités à l'astronomie (Paris, 1931.)

*O. Heckmann—H. Siedentopf*: Zur Dynamik kugelförmiger Sternhaufen (Zeitschr. f. Astrophys. Bd. I. Heft 2. 1931.)

*B. Lindblad*: Contributions to the theory of stellar systems (Stockholms Obs. Annaler, Band 12. No 4.)

*B. Lindblad*: On the dynamics of stellar systems (Stockholms Obs. Ann., Band 13. No 5.)

### III. FEJEZET.

*H. Mineur*: Équilibre des nuages galactiques et des amas ouverts dans la Voie Lactée (Annales d'Astrophysique, II., 1939).

*Kolbenheyer Tibor*

## ISMERTETÉSEK

A szemmel észlelhető legkisebb fényességkülönbség mérése. Az emberi szem teljesítőképessége természetesen igen fontos tényező minden vizuális észlelésnél, pl. a vizuális fotometriánál vagy a bolygók felületének vizsgálatánál a részletek felismerésénél. Ezért a csillagászatban is kétségbevonhatatlanul megvan az értéke minden vizsgálatnak, amely e teljesítőképesség határait igyekszik meghatározni. Az ilyen vizsgálatnak természetesen az a célja, hogy a teljesítőképesség határait, az ú. n. küszöbértékeket, számszerű adatokkal határozza meg. Szigorúan érvényes formulákra itt természetesen nem lehet gondolni, hiszen a látás folyamata maga is annyira komplikált és a szem érzékenysége oly sok tényezőtől függ, hogy csak a legszámottevőbbeket lehet némi biztonsággal képletbe foglalni.

Az újabb vizsgálatok közül figyelemreméltók *Siedentopf*,<sup>1</sup> *Wempe*, *Meyer* és *Hoppe* Jénában végzett kutatásai, amelyeknek célja a kontraszthatás és a fényinger küszöbértékének meghatározása volt. E célból két megfelelő vetítőberendezés segítségével fehér papírlapra két egyenletesen megvilágított koncentrikus körfelületet vetítettek. Az észlelő szeme a középponttól a papírlaptól merőlegesen mért 344 cm távolságban volt. A nagyobb «környező mező» látszó átmérője e távolságból nézve 25° volt, a kisebb belső mezőét alkalmas diafragmák közbeiktatásával 0'7 és 22' közt lehetett változtatni. A két mező megvilágításának intenzitását abszorpciós ékek segítségével igen tág határok közt lehetett változtatni. Az ékek skálaértékének meghatározása fényelektromos módszerrel történt. Az észlelő addig csökkentette a belső mező megvilágításának erősségét, amíg azt éppen nem lehetett a környező mezőtől megkülönböztetni. Legyen ekkor  $P$  a belső,  $U$  a környező mező megvilágításának erőssége. A kontraszthatás küszöbértéke alatt

$$\sigma(w) = \log \frac{P-U}{U}$$

értéket értjük, amely az ékskálán közvetlenül leolvasható.

<sup>1</sup> *H. Siedentopf*: Neue Messungen der visuellen Kontrastschwelle, A. N. Bd. 27 1, Heft 5.

A mérések célja volt meghatározni, hogyan függ  $\sigma$  az egyes észlelők-nél egyrészt a környező mező megvilágításától, másrészt a belső mező átmérőjétől. Az adatokat itt nem részletezzük, csupán annak megállapítására szorítkozunk, hogy a küszöbérték csökken (vagyis a szem teljesítőképessége nő), ha a környező mező megvilágításának erőssége vagy a belső mező átmérője növekszik. Egy szemmel való nézésnél a küszöbérték lényegesen nagyobb, mint a két szemmel történő mérésnél. A mérőberendezés módosításával a küszöbértéket nemcsak szabadszemmel, hanem különböző okulárok felhasználása mellett is meg lehetett határozni. Számos mérésből az az eredmény adódott, hogy bármilyen optikai berendezés felhasználásánál sokkal nagyobb a küszöbérték, mint a szabadszemmel történő mérésnél. Ennek okát részben az egy szemmel történő nézésben, részben pedig a leképezés sohasem tökéletes voltában kereshetjük. Megmérték még a fényinger abszolút küszöbértékét is különböző  $U$  értékeknél, amely alatt az  $s = \sigma_{(U)} - \sigma_{(0)}$  értéket értjük. Ez az érték jóval kisebb mint  $\sigma_{(U)}$  (átlagban kb.  $\frac{1}{10} \sigma_{(U)}$ ).

Megállapítható, hogy Siedentopf, Meyer és Wempe eredményei jól megegyeznek egymással, valamint *Arndt*, *Weigel*, *Schönwald*, *Holway*, *König* és *Brodhun* régebben nyert eredményeivel, de középhibáik kisebbek és vizsgálataik sok tekintetben sokkal részletesebbek, mint az utóbbiaké. *Rocard* méréseivel és az azokból levezetett formulával, amely  $\sigma$  értékét mint  $U$  és  $a$ , a belső mező látszó átmérőjének függvényét fejezi ki, a megegyezés azonban nem kielégítő.

*Kolbenheyer Tibor*

**A legközelebbi napfoltciklus valószínű lefolyása.** A naptevékenységre jellemző relatív számok görbéje, amint arra *Waldmeier*<sup>1</sup> még 1935-ben rámutatott, bizonyos jól kifejezett törvényszerűséget mutat. Az egyes napfoltciklusoknak megfelelő görbéket olyan egyenlettel lehet előállítani, amely négy paramétert tartalmaz. A görbe egyenletének alakja minden ciklusnál ugyanaz, a paraméterek értéke azonban ciklusról-ciklusra változik. Ha tehát egy ciklusnak megfelelő görbe bizonyos részét már ismerjük, a ciklus további valószínű lefolyását ki lehet előre számítani. Minthogy a törvényszerűség okát nem ismerjük és azt csak a közvetlen tapasztalatból vesszük, az ilyen naptevékenységi prognózisnak természetszerűen csak valószínűségi jellege van.

Míg az eddigi módszerek csupán a folyamatban lévő ciklus további lefolyásának meghatározását teszik lehetővé, *Gleissberg* egyik nemrégén megjelent munkájában<sup>2</sup> kísérletet tesz abban az irányban, hogy az elkövetkezendő ciklusok valószínű lefolyására nézve is következtetéseket vonjon le. Feltevéseit a zürichi statisztikai adatokra alapozza, amelyek egészen 1749-ig nyúlnak vissza. *Gleissberg* megvizsgálta az azóta eltelt 16 teljes ciklus jellemző adatait. Ezek közé tartozik elsősorban a maximum magassága

<sup>1</sup> *M. Waldmeier*: Neue Eigenschaften der Sonnenfleckenkurve, Astron. Mitteilungen Zürich, Nr CXXXIII, 1935.

<sup>2</sup> *W. Gleissberg*: Prognose für den nächsten Sonnenfleckenzyklus, Publications of the Istanbul University Observatory, Nr 15.

( $R_m$ ), a naptevékenység ú. n. redukált növekedési és csökkenési ideje (az a  $t_1$  ill.  $t_2$  idő, amely eltelik, amíg a relatívszámok értéke  $\frac{1}{4} R_m$ -ről  $R_m$ -re növekszik, ill.  $R_m$ -ről  $\frac{1}{4} R_m$ -re csökken) és a ciklus hátralévő részének megfelelő  $t_3$  idő (az ú. n. gyenge tevékenység ideje). Ha ezeknek a mennyiségeknek négy egymást követő ciklusra vonatkozó középértékeit képezzük, akkor Gleissberg szerint meg lehet határozni annak a valószínűségét, hogy ezek a középértékek bizonyos (tetszőlegesen megválasztott) határok közt legyenek. Szerinte ugyanis az eddig rendelkezésre álló adatok azt mutatják, hogy ezeket a valószínűségeket a Gauss-féle hibaeloszlási függvénnyel lehet kifejezni. Ha tehát a két legutóbbi és a folyamatban lévő ciklus jellemző adatait már ismerjük, az eljárás lehetővé teszi, hogy következtetéseket vonjunk le a legközelebbi ciklusra nézve. A jelenleg folyamatban lévő ciklus adatait már ismerjük. Gleissberg szerint annak a valószínűsége, hogy a legközelebbi ciklusnál  $t_1 < 28$  hónap,  $0.73$ -ra, hogy  $t_3 < 20$  hónap  $0.77$ -re tehető, míg  $0.80$  annak a valószínűsége, hogy  $R_m > 160$  lesz. Összehasonlításképpen megjegyezzük, hogy az eddig ismert ciklusokból vett középértékek a következők:  $\bar{t}_1 = 35$  hónap,  $\bar{t}_3 = 46$  hónap,  $\bar{R}_m = 100.6$ .

Jelenleg a naptevékenység csökkenőben van és a gyenge tevékenység időszaka minden valószínűség szerint az 1942. év második felében fog megkezdődni. Ez az időszak a fentiek szerint valószínűleg 1945. év végén, de legkésőbb 1946. év elején fog befejeződni, amikor is a naptevékenység a szokottnál sokkal gyorsabb és sokkal nagyobb arányú növekedése áll be. A maximumban  $R_m$  értéke valószínűleg jóval meg fogja haladni az összes eddigi maximumoknak megfelelő  $R_m$  értékeket, amelyek közül az 1778. évi maximumnak megfelelő  $R_m = 159$  érték volt a legnagyobb. Ezek szerint a legközelebbi ciklus minden tekintetben igen érdekesnek ígérkezik, feltéve természetesen, hogy a Gleissberg-féle módszer beválik és a prognózis helyesnek bizonyul.

Kolbenheyer Tibor

**Protuberanciák mozgásának vizsgálata koronográffal.** Az utóbbi évek új műszere, a koronográf, nemcsak a korona tanulmányozására használható fel, hanem a legtökéletesebb műszer egyszersmind a protuberanciák mozgásának vizsgálatára. A koronográfnál mutatkozó egyik jelentős előny, hogy egészen apró, kinematikailag és dinamikailag különböző viselkedésű protuberancia-«csomók» mozgásának végig követésére is alkalmas. E tekintetben a koronográfot csak az újfajta polarizációs-monokromátor közelíti meg, ezzel azonban eddig még csak kísérletezések folynak.

Dezső Loránt közel egyévi zürichi tartózkodása alatt elsőnek tanulmányozta az arosai koronográffal készült felvételek alapján a protuberanciák mozgását. Érdekes és fontos eredményei nemrég jelentek meg a zürichi csillagda kiadványában.<sup>1</sup>

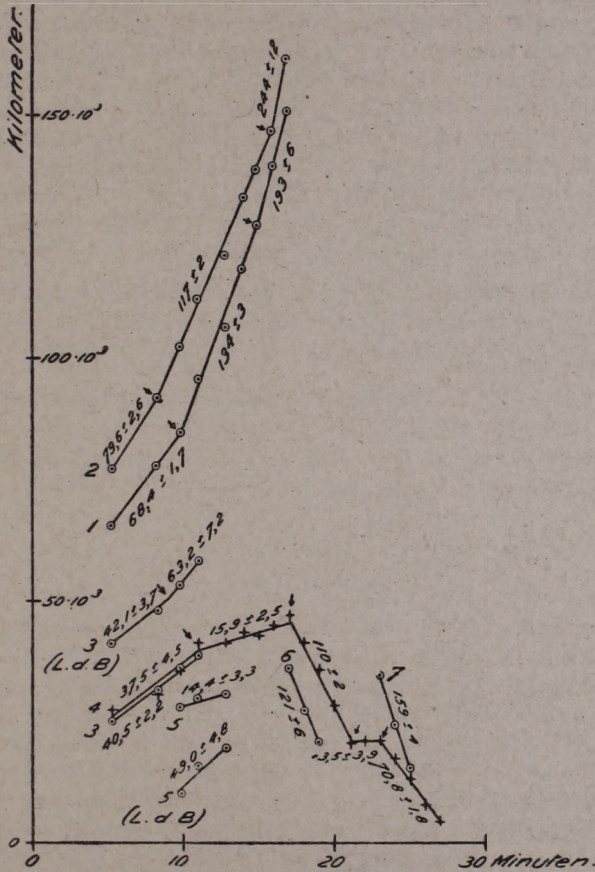
Dezső négy protuberanciát dolgozott fel. Mindegyikről 2—2 ábra ad kimerítő felvilágosítást. Az egyikben a mozgó csomók pályáit tüntette fel,

<sup>1</sup> L. Dezső: Beispiele von Bewegungen in Protuberanzen auf Grund von Aufnahmen mit dem Koronographen. Publ. d. Eidg. Sternwarte in Zürich, Bd. VII, Heft 2/3, 1940.



míg a másik az egyes pályákhoz tartozó távolságidő-diagrammokat tartalmazza. Egy ilyen diagrammot itt is bemutatunk. Az abszcissa az idő, az ordináta a kromoszféra feletti magasság. Mindegyik csomó diagrammja fölé oda vannak írva a számított sebességek km/sec-ban, középhibáikkal együtt.

Dezső pontos mérései alapján lehetett most először végleges ítéletet



mondani a Pettit-féle szabályok érvényességéről. A Pettit-féle I. szabály szerint a protuberancia sebessége ugrásszerűen változik, a sebesség az ugrások között állandó. A II. szabály szerint az ugrás utáni sebesség egészszámu többszöröse az előzőnek. Dezső eredményei szerint, amint ezt ábránkon is láthatjuk, a II. szabály nem áll fenn, az I. szabály a legtöbb esetben igaz, noha sokszor előfordulnak folytonos sebességváltozások is.

Dezső legfontosabb eredménye a következő két új törvényszerűség kimutatása: 1. Attrakciós centrumokhoz való áramlásoknál a sebesség a centrumhoz közeledve növekszik. 2. Sebességváltozások különböző cso-

móknál egyszerre lépnek fel. Tehát a protuberanciákban fellépő perturbációk az idő függvényei, nem pedig, mint sokan gondolták, bizonyos réteghez vannak kötve.

Hat esetben sikerült Dezsőnek gyorsulásokat is mérni. Igen érdekes eredmény, hogy négy attrakció-centrumhoz tartó csomónál a gyorsulás jóval kisebbnek adódott, mint a gravitációs gyorsulás a Napon.

A kolozsvári egyetemi csillagdához, amelyet Dezső most szervez, tervbe van véve egy polarizációs-monokromátor beszerzése, úgyhogy ezek a nagyfontosságú vizsgálatok a jövőben hazánkban is folytathatók lesznek. Természetesen emellett még igen fontos volna, hogy koronográf is álljon a magyar csillagászat rendelkezésére. Reméljük, hogy a magas Felvidékünk egy részének hazakerülésével most már nem lesz nagyobb akadálya egy magaslati obszervatórium létesítésének, ahol ezt a jelentéktelen költségekkel beszerezhető műszert fel lehet majd állítani. Detre László

**Hírek üstökösökről. 1. Van Gent üstökös (1941d).** Mult számunkban részletesebben beszámoltunk erről az üstökösről, ez alkalommal kiegészítésül közöljük látszó helyeit október 21-ig.

	Rektaszcezió $\alpha$	deklináció $\delta$	nap távolság $r$	föld távolság $\Delta$
	csillagászati egységben			
1941 szept. 21.	11 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup> 2	+ 44° 4'	0.93	1.36
okt. 1.	11 25.4	+ 45 3	1.01	1.30
„ 11.	11 1.0	+ 45 54	1.10	1.20
„ 21.	10 29.6	+ 46 45	1.22	1.09

Az üstökös tehát az Ursa Maior (Nagy Göncöl) csillagképben található, a szekeret alkotó négy fényes csillag alatt vonul el. Fényessége 9—10 nagyságrend között van. Közepes (8—10 cm átmérőjű) távcsövön át kicsiny ködszerű pontnak látszik. Szeptember 3-án volt napközelben, azóta távolodik a Naptól. A Földhöz ugyanolyan mértékben közeledik, mint amilyen mértékben távolodik a Naptól, fényessége tehát fokozatosan csökken.

2. *Dutoit—Neujmin—Delporte üstökös (1941e).* Augusztus 23-án közölték táviratilag Kopenhágából, hogy Dutoit még július 18-án egy 10<sup>m</sup> fényességű égitestet talált. Tőle függetlenül Neujmin július 25-én felfedezte ugyanazt az égitestet. Augusztus 19-én Delporte a két előző felfedezőtől függetlenül szintén megtalálta. Megfigyelései alapján felfedezését mint központi sűrűsödés nélküli üstökös közölte.

A pályaszámítás szerint az üstökös augusztus 3-án volt napközelben. Pályahajlása igen kicsiny, mindössze 5 fok. Perihéliumtávolsága 1.5 csillagászati egység. Látszó helye jelenleg az Aquarius (Vízöntő) csillagképben van és lassú mozgása miatt még jóideig ebben a csillagképben marad.

3. *Első Schwassmann-Wachmann üstökös (1925 II).* A rövidperiódusú üstökösök közé tartozik. Keringésideje 16.3 év. Kicsiny excentrumossága miatt minden oppozíciója alkalmával megfigyelhető. Legutóbb 1925-ben

volt napközben, tehát ezévben ismét napközbe ér. Április 3-án találta meg Biesbroeck a McDonald csillagvizsgáló 82 hüvelykes (208 cm-es) átmérőjű reflektorával. Fényessége ekkor  $18^m$  volt. Augusztus közepén Hoffmeister a sonnebergi csillagvizsgálóban két ízben is megfigyelte, mint  $14.5$  nagyságrendű fél ívperc átmérőjű ködszerű égitestet. További megfigyelése is csak nagyobb műszerekkel lesz lehetséges. Látszó helye az égbolton csaknem azonos az 1941 $\epsilon$  üstökösével, mindössze 5—6 fokkal van alatta, ez a terület azonban már a Vízöntővel szomszédos Capricornus (Bak) csillagképbe esik.

Kulin György

**A  $\beta$  Cephei-csillagok természete.**  $\beta$  Cephei-csillagoknak — Ludendorff osztályozása szerint — igen rövid periódusú és igen kis, csak fotoelektromosan mérhető amplitudójú változócsillagokat nevezünk. Radiális sebességük is változik és ez a fényesség változásával ugyanolyan fázisviszonyban áll, mint a  $\delta$  Cephei-csillagoknál. Csakhogy a fény- és radiális sebességváltozások a  $\beta$  Cephei-csillagoknál egyáltalán nem olyan szabályosak, mint a  $\delta$  Cephei-csillagoknál és ezért kellett számukra külön osztályt felvenni.

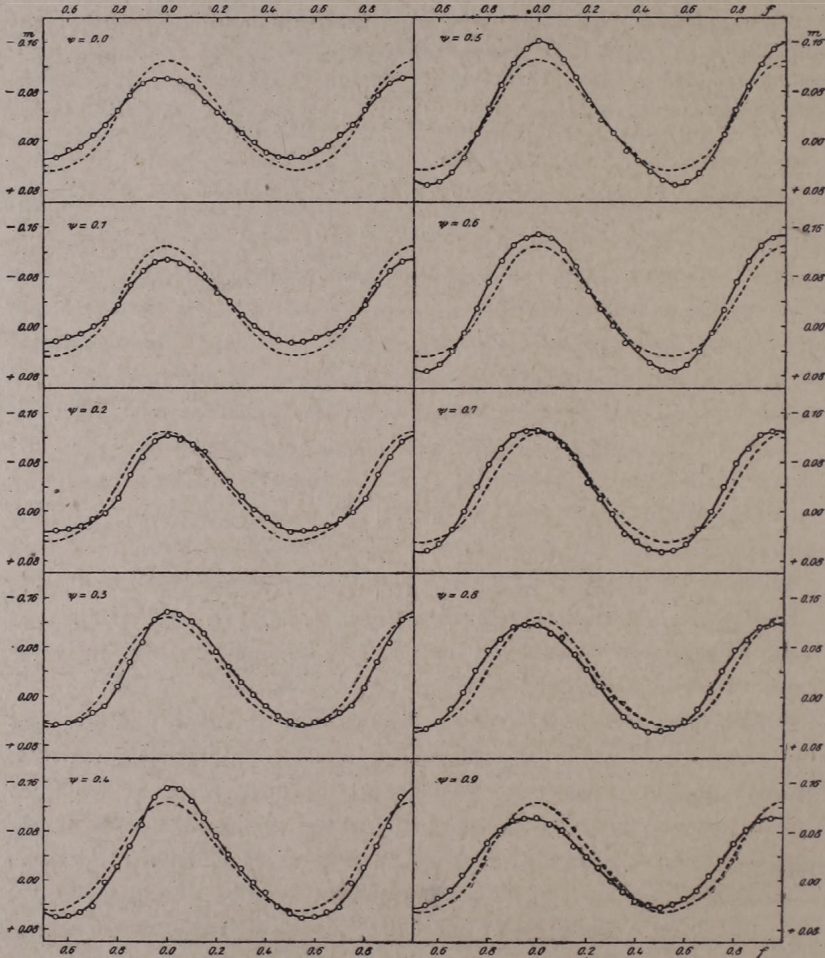
A  $\beta$  Cephei-csillagok fényváltozásáról eddig mindössze  $\delta$  Scutinál sikerült annyit megállapítani, hogy az amplitudóváltozások legalábbis közelítőleg periódusosak (Fath, Lick Bull. 487. 1937.). Fath fotoelektromos észleléseinek felhasználásával Sterne a közepes fénygörbétől való eltérések analiziséből igyekezett a szekundér periodus helyes értékét megtalálni, de nem kapott egyértelmű eredményt. (Aph. J. 87. 133. 1938.) Detre legújabb értekezésében teljes fényt derített a fénygörbeváltozások tulajdonságaira és a szekundér periódusra.<sup>1</sup>

Az eddigi ilyenirányú vizsgálatokban mindig azt a hallgatóságos feltevést tették, hogy ha egy csillagnál egyszerre több rezgés lép fel, azok lineárisan tevődnek össze. A valóságban azonban ez csak végtelen kis rezgésekre érvényes. Detre vizsgálataiban olyan módszert használt, mely független ettől a feltevéstől. A 0.194 napos alaprezgés különböző fázisaiban a másodlagos, 5.25 napos periódus folyamán beálló változások vizsgálatával megszerkesztette a fénygörbét a másodlagos periódus különböző fázisaiba. 1. ábránkon bemutatjuk az eredményt.

Detre szerint a legfontosabb tény, amelyet az ábrából le lehet olvasni, a következő: A mindenkori fénygörbe a közepes fénygörbét mindig két pontban metszi és ezek a pontok állandóan jobbról-balra tolnak el, mégpedig egy szekundér perióduson belül éppen az alapperiódus hosszával.

<sup>1</sup> L. Detre: Über die sekundären Helligkeitsschwankungen von  $\delta$  Scuti. Astr. Nachr. 271. 225. 1941.

Ez azt mutatja, hogy két rövidperiódusú, közel egyenlő rezgés interferál egymással és hogy az 5·25 napos periódus az előálló lebegés periódusa. A valódi szekunder periódus így nem 5·25 nap, hanem 0·187 nap.



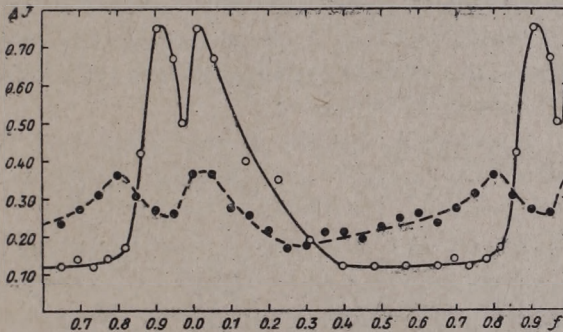
1. ábra.  $\delta$  Scuti fénygörbéje az 5·25 napos szekunder periódus különböző fázisai-ban Detre vizsgálatai szerint ( $f$  az alapperiódus,  $\psi$  a szekunder periódus fázisát jelenti). A szaggatott vonal a közepes fénygörbét ábrázolja.

Igen érdekes már most, hogy  $\delta$  Scutinál a fénygörbeváltozások minden tulajdonsága pontosan egyezik a néhány rövidperiódusú  $\delta$  Cepheicsillagnál észlelhető fénygörbeváltozásokéval. Az utóbbiak tulajdonságaira Balázs és Detre derítették fényt a svábhegyi csillagán végzett vizsgálataik-

kal. 2. ábránkból láthatjuk, milyen nagy az analógia például AR Herculis-szal. A fénygörbe mindkét csillagnál a felszálló ág közepén és közvetlen a maximum után változik a legjobban. Eszerint a  $\beta$  Cephei-osztály megkülönböztetése teljesen felesleges.

A 2. ábra egyúttal azt is mutatja, hogy mennyire nem lineárisan tevődnek össze a rezgések. Ebben az esetben u. i.  $\Delta J$ -konstans lenne. A linearitástól való eltérés AR Herculisnél sokkal nagyobb, mint  $\delta$  Scutinál, megfelelően annak, hogy előbbinél az alaprezgés amplitudója is sokkal nagyobb, mint az utóbbinál.

A  $\beta$  Cephei-csillagok azonossága a kettősperiódusú  $\delta$  Cephei-csillagokéval lehetővé teszi a szekundér rezgéseknek a radiális sebességekben mutat-



2. ábra. Az intenzitás változása az alapperiódus különböző fázisában a szekundér periódus folyamán  $\delta$  Scuti  $\beta$  Cephei-típusú (pontok és szaggatott vonal) és AR Herculis  $\delta$  Cephei-típusú (körök és kihúzott vonal) csillagnál, Balázs és Detre vizsgálatai szerint.

köző hatásának vizsgálatát is. A rövidperiódusú  $\delta$  Cephei-csillagok u. i. mind olyan gyengék, hogy radiális sebességük a gyors fényváltozás által megkövetelt rövid felvételekkel még a világ legnagyobb távcsöveivel sem határozható meg kellő pontossággal, viszont a  $\beta$  Cephei-csillagok legtöbbje fényes csillag. Az eddig rendelkezésre álló radiális sebességadatokat Detre most dolgozza fel.

Ezek a vizsgálatok a változócsillagok és ezzel a csillagok belső szerkezetének elmélete szempontjából igen nagy fontosságúak. Már maguk a szekundér periódusok értékei is fontos adatok, de a vizsgálatok meghatározzák azt is, hogyan tevődnek össze a csillag véges pulzációi. Az elmélet csak végtelen kicsi pulzációkra van kidolgozva. De a kettős periódusok közeli egyenlősége már ezekkel az elméleti vizsgálatokkal szemben is arra mutat, hogy vagy a rezgések, legalábbis egyikük, nem saját rezgései a csillagnak, vagy az eddig feltételezett csillagmodellektől egészen eltérő a csillagok belső felépítése.

Dezső Loránt

Három szupernova egy csillagrendszerben. Az NGC 3184 rendszerben három igen fényes, változófényű csillagot fedeztek fel, melyek valószínűleg mindhárman szupernovák. Shapley<sup>1</sup> tette közzé ezekre a rendkívül gyakorisággal fellépő szupernovákra vonatkozó vizsgálatokat, melyeket a Palomar, Mount Wilson s Harvard csillagvizsgálókban végeztek. A három szupernova igen rövid időközben, 16 év alatt jelent meg a csillagrendszerben. NGC 3184 az első spirális, amelyben hármat sikerült fölfedezni, de kettőt-kettőt találtak már NGC 4321 és NGC 6946-ban. Ezek is rövid időközökben, harminc, illetve huszonkettő év intervallumban jelentek meg. Mind a három rendszer, amelyben eddig több szupernovakitörést észleltek, Sc típusú. Síkjuk majdnem egészen merőleges a látóvonalra, ami nyilván megkönnyíti a szupernovák fölfedezését. Könnyen lehetséges tehát, hogy az ilyen rövid időközi szupernovakitörések nem is ilyen kevés rendszerben fordulnak elő, csak a kedvezőtlenebb észlelési lehetőség miatt nem lehet fölfedezni azokban, amelyek nem szemben látszanak.

NGC 3184 spirálisnak fotografikus magnitúdója 11.8. Equatoriális koordinátái  $10^h 12^m 2, + 41^\circ 55'$  (1900). Távolsága Hubble adatai szerint 4 millió fényévre tehető.

Az első szupernovát e spirálisban, a magtól délre  $149''$  és keletre  $5''$ -nyire hét Harvard-lemezen találták, melyek 1937 december 9. és 1938 március 6. között készültek. Később kiderült, hogy Zwicky is jelezte ezt a szupernovát egy 1938 áprilisában fölvevett palomari lemezen. A magnitúdója akkor 16.8 körül volt, mintegy 3 magnitúdóval halványabb, mint a Harvard-lemezeken észlelt maximum. Az objektumot semilyen más felvételen a Palomar-, Mount Wilson-, Lick- és Harvard-csillagdákból nem találták.

Zwicky és Hubble a 100 hüvelykes tükörrel Duncan által 1921 április 6-án készített felvételen igen fényes csillagot talált az NGC 3184 spirális magjától  $160''$ -ra. Ez az objektum az 1921-es Harvard-lemezekben, sajnos, nincs rajta, mert éppen ebben az évben azok kevésbé érzékenyek voltak, mint a többi évben. A Mount Wilsonon az objektum fényességét 13.9 magnitúdóban határozták meg. A Harvard-lemezekből megállapítható, a csillag halványabb volt mint 13.<sup>m</sup>0 március 29-én, 11.<sup>m</sup>0 április 5-én, 12.<sup>m</sup>0 április 12-én, 11.2 április 20-án. Így tehát a 13.9 magnitúdó április 6-án nem lehetett nagyon messze a maximumtól. Ez volt tehát a spirálisban a második szupernova.

A harmadik szupernovát Harvard-lemezekben fedezték fel, miközben hasztalan keresték a második szupernova képét. A spirális magjától  $236''$ -nyira dél és  $79''$ -nyire kelet felé, nem messze a másik kettőtől. A Harvard-

<sup>1</sup> Proc. of the National Acad. of Sciences 25 569, Harvard Repr. 187. 1939.

lemezeken 1921 június 4-étől 1922 január 26-áig lehetett követni a szupernovát. 1921 decemberben körülbelül 2 héten át fényessége túlszárnyalta az egész csillagrendszer fényességét, amelyben megjelent.

Fölmerült a lehetőség, hogy ezek a szokatlanul gyakori szupernovák tulajdonképpen csak hosszúperiódusú változók és nem tartoznak a csillagrendszerhez. Ezért végigvizsgálták a Harvard fotografikus anyagot 1890-től 1939-ig, összesen 1393 lemezt. Az egyetlen 1895. év kivételével minden évből öbbs fölvétel volt. Habár a lemezek nagy részén 13 magnitudónál, a többin 12 magnitudónál halványabb csillagok is vannak, a három keresett csillagnak nyomát sem találták. Különben az objektumok a spirális karokon úgy helyezkednek el, hogy nemigen vonható kétségbe hozzátartozásuk a csillagrendszerhez. Így határozottan úgy tekinthetjük ezeket, mint szupernovákat. Úgy látszik tehát, megdőlt az a nézet, hogy a szupernovák egy csillagrendszeren belül csak nagy, többszáz vagy többezer éves időközben lángolhatnak fel.

Balázs Júlia

## SZAKOSZTÁLYI ÜGYEK

A német-magyar kultúregyezmény keretében a jövő évtől kezdődőleg szakosztályunkban több német csillagász is tart majd előadást. A szakosztály meghívta B. Thüning-et, a bécsi csillagda új igazgatóját, továbbá W. Becker-t, a bécsi csillagda obszervátorát. A meghívást mindketten elfogadták. Előadásukra 1942 tavaszán kerül sor. Thüning napfizikai kutatásairól, Becker pedig a fény intersztelláris alszorpciójára vonatkozó vizsgálatairól számol be.

## HIREK

Az Astronomische Gesellschaft-nak a háború miatt elmaradt bonni kongresszusa helyett a német csillagászok október 2—4-én Göttingenben kollokviumot tartanak. A kollokviumon Bruggencate a Nap fizikájáról, Siedentopf a granulációról és a celluláris konvekcióról, Biermann a konvektív csillagmodellek elméletének mai állásáról, Kienle és Unöld pedig a csillagspektrumokról tartanak előadást. A kollokviumra néhány magyar csillagászt is meghívtak.

J. Peters, a dahlemi számolóintézet ny. obszervátora augusztus 24-én 72 éves korában meghalt. Az elhunyt igen sok terjedelmes numerikus táblázat elkészítésével szerzett nagy érdemeket.

## SZERKESZTŐI ÜZENETEK

Tagsági vagy előfizetési díjjal hátralékos tagtársainkat és előfizetőinket kérjük a hátralék szíves átutalására.

Minden közérdekű csillagászati kérdésre a szerkesztői üzenetek között, vagy a lap más helyén választ adunk.

Műkedvelő csillagászoknak csillagászati műszerek beszerzésére vagy ilyenek eladására vonatkozó hirdetéseit folyóiratunkban díjmentesen közöljük.

**Műkedvelő csillagászok** 10—12 cm nyílású refraktort, illetve reflektort keresnek megvételre. Ajánlatok a szerkesztőséghez küldendők.

**Helyreigazítás.** Folyóiratunk 4. évfolyamának 1. számában «A fák évgyűrűi és a napfoltperiódus» c. ismertető közleményben a sequoia óriásfa sequoia-pálma néven szerepel. Ortvay professzor úr szíves megjegyzésére készsággel igazítjuk helyre e tévedést, s eszerint a sequoia nem a pálmafélék, hanem a fenyőfélék csoportjába tartozik. Ez a megjegyzés különösen azért fontos, mert pálmáknak nincsenek évgyűrűik.



# CSILLAGÁSZATI LAPOK

A KIR. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT  
CSILLAGÁSZATI SZAKOSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

4. évfolyam

1941

4. szám

## AZ ÜSTÖKÖSÖKRŐL<sup>1</sup>

Az üstökösök szerkezetének tanulmányozásánál a jelenségek olyan nagy változatosságban lépnek fel, amely már magában véve is rendkívül megnehezíti egységes magyarázásukat és érthetővé teszi, hogy eddig még csak a legalapvetőbb kérdéseket sikerült némiképen tisztázni, bár néhány lényegbevágó kérdést, mint pl. az üstökösök eredetének problémáját, még ezideig nem sikerült véglegesen eldönteni.

Ismeretes, hogy az üstökösöknél általában több szerkezeténél fogva különböző részt különböztetünk meg: az üstökös fejét a maggal és a csóvát. A fej elmosódott, ködfolthoz hasonló képződmény, amelyet az üstökös fő alkotó részének kell tekintenünk. Benne sokszor fényes, csillagszerű sűrűsödést találunk, az üstökös magvát, amely azonban szintén elmosódott szokott lenni, úgyhogy többnyire nem lehet éles határt vonni a mag és a fej többi részei közt. Sok üstökösnél egyáltalán nem lehetett magot találni s a gyengébb teleszkopikus üstökösöknél többnyire a csóva is hiányzik, vagy csak a fej alig kifejezett nyúlványaként jelentkezik. A szabadszemmel látható nagy üstökösöknél, amelyek kétségkívül az égbolt legpompásabb jelenségei közé tartoznak, rendszerint mind a három rész jól kifejlődött. Az üstökös alakját ilyenkor természetesen a csóva szabja meg, amely esetről-estere már magábanvéve is a lehető legnagyobb változatosságot mutatja mind alak, mind szerkezet tekintetében. A csóva általában többé-kevésbé görbült, de gyakran egyenes is szokott lenni és a Naptól elfordul. Gyakran egyidejűleg több különböző mértékben görbült csóva lép fel.

Az üstökösök mozgásának problémáját rengeteg vita után már 1680-ban sikerült eldönteni, amikor DÖRFELL kimutatta, hogy az abban az évben megjelent nagy üstökös látszó mozgását minden tekintetben kielégítően meg lehet magyarázni abból a feltevésből kiindulva, hogy az üstökös parabolikus pályát írt le a Naphoz viszonyítva úgy, hogy a mozgás a két első Kepler-féle törvényt követte. Később azután minden egyes esetben ki lehetett mutatni, hogy az üstökösök mozgása

<sup>1</sup> A debreceni Tisza István Tudományegyetem Fizikai Intézetében 1941. dec. 15-én megtartott előadás.

a gravitációs törvény szerint történik. A bolygók mozgásával szemben azonban igen szembeötlő és az üstökösökre nézve mindenesetre jellemző eltérés mutatkozik az üstökőspályák excentritásában, amely az egységtől általában alig különbözik. 400 üstökös ismert pályája közül az excentricitás alig negyven esetben kisebb, mint 0.95 és a legkisebb ismert excentricitás 0.4 még mindig jóval felülmúlja a bolygópályáknál fellépő értékeket, ha néhány kisbolygótól eltekintünk.

Ha nem vesszük tekintetbe a periodikus üstökösöket, amelyek ellipszismozgást végeznek a Nap körül, akkor igen feltűnő, hogy a többi üstökösök pályájának excentricitása az egységtől legfeljebb egy ezredrészben tér el, vagyis hogy a hiperbolikus üstökőspályáknak az a része, amelyben az üstökös mozgását követni tudjuk, a parabolaalaktól alig tér el számottevő mértékben. Ez a megállapítás rendkívül fontos az üstökösök származásának eldöntése szempontjából. Régebben az a meggyőződés uralkodott, hogy az üstökösök interstelláris eredetűek. Kérdés, hogyan egyeztethető össze ez a feltevés azzal a már szintén régen ismert ténnyel, hogy az egységtől lényegesen eltérő excentricitású hiperbolikus üstökőspályák nem lépnek fel. LAPLACE, majd később GAUSS és SCHIPAARELLI valószínűségi számítási megfontolásokból kiindulva kimutatták, hogy a kifejezetten hiperbolikus pályák hiányzása magábanvéve összeegyeztethető az üstökösök interstelláris eredetével. Természetes azonban, hogy minden ilyen elgondolás szükségképpen bizonyos feltevésekből indul ki, amelyek megváltoztatásával az eredmény is nagyon lényeges változást szenvedhet. LAPLACE elméletében a Napot például nyugvónak tételezte fel és a tőle nagy távolban levő üstökösök irány- és nagyságszerinti sebességeloszlását egyenletesnek vette. E két feltevésből következik, hogy a kifejezetten hiperbolikus pályák valószínűsége a parabolához közeliéhez képest nagyon csekély. FABRY azonban rámutatott az elmélet gyenge pontjaira és tekintetbe vette a Nap mozgását a környező csillagok rendszeréhez viszonyítva, valamint azt a körülményt, hogy csak azokat az üstökösöket tudjuk észlelni, amelyek perihéliumtávolsága bizonyos értéken alul marad. Kimutatta, hogy ekkor — az előbbi elméletekkel ellentétben — a kifejezetten hiperbolikus pályák valószínűsége túlnyomó. Ebből pedig nyilván következne, hogy az üstökösök nem lehetnek interstelláris eredetűek, hanem a Naprendszerhez tartoznak. Más jelenségek is ezt a feltevést látszanak igazolni. Ha az üstökösök interstelláris eredetűek lennének, akkor általában a Napmozgás apexének irányából több üstökös tűnne fel, mint pl. az ellenkező irányból. Ezt a jelenséget pedig egyáltalán nem lehetett kimutatni. Másrészt azonban kétségtelen, hogy hiperbolikus pályák tényleg fellépnek, ha excentricitásuk az egységtől alig különböző értéket vesz is fel, az ilyen üstökösök tehát a Naprendszerből egyszerűen

smindenkorra eltávoznak. Ez azonban nem jelenti azt, hogy ezek az üstökösök az intersztelláris térből származnak is. A perturbációszámítás ugyanis lehetővé teszi kiszámítani az üstökőpálya alakját és a pályaelemek megváltozását a multban. Néhány hiperbolikus pályájú üstökösre THRAEN, FABRY és FAYET végeztek el már régebben e számításokat, STRÖMGREN és v. BIESBROECK pedig külön módszereket dolgoztak ki a pályaelemek változásának visszafelé való követésére. Az eredmények azt mutatják, hogy kettő kivételével az összes hiperbolikus üstökőpályák alakja eredetileg nagy kiterjedésű és excentricitású ellipszis volt és a hiperbolikus pálya csak perturbációs hatások útján jött létre. A két kivételnél, ahol az eredeti pályára is hiperbola adódik, az eredeti excentricitásra adódó érték eltérése az egységtől annyira elenyésző, hogy azt a pályaszámításhoz szükséges észlelési adatok hibáinak rovására lehet írni.

WODETZKY professzor úr megvizsgálta,<sup>1</sup> hogyan mozog egy üstökös a Nap és egy állócsillag gravitációs terében. Az üstökös tömege a Napéval és az állócsillagéval szemben elhanyagolható lévén a három test problémája leegyszerűsödik. A két centrális égitest nagy távolsága folytán relatív mozgásuk is elhanyagolható, úgyhogy az üstökös mozgását két fix centrum körül történő mozgásként lehet tekinteni. A kezdeti feltételeket a perihéliumra és környezetére, a pálya követhető részére vonatkozó adatok szolgáltatják. Az észlelhető üstökösök perihéliumtávolsága az egységtől nem különbözik túlságosan és ekkor az üstökös egész pályája egy zárt felületben fekszik, amely a Napot körülveszi. A hiperbolikus pályák tehát múltó természetűek és csak addig tartanak, amíg valamely bolygó perturbációs hatása nagyobb mértékben megnyilvánul, vagyis csak a Nap közelében.

Ezzel szemben van néhány olyan jelenség is, amely inkább az üstökösök intersztelláris eredete mellett szól. Ha nem vesszük tekintetbe a periodikus üstökösöket, akkor a többi üstökös perihéliuma  $102^\circ$  és  $282^\circ$  ekliptikai hosszúság közt feltűnő csoportosulást mutat. Ezt ugyan HOLTSCHERK szerint meg lehet magyarázni úgy is, hogy az ilyen üstökösöknél a felfedezés valószínűsége sokkal kedvezőbb, mint a többiekénél, a perihéliumok eloszlása azonban OPPENHEIM és SVEDSTRUP fejtegetései szerint bizonyos összefüggést mutat a galaktikai rendszer fő irányaival. Nem lehet eldönteni, hogy ez az utóbbi összefüggés véletlen-e vagy sem.

Az üstökösök gyakorisága erősen változik. Míg például a mult század igen gazdag volt nagy üstökösökben, századunkban fényes

<sup>1</sup> Dr. Wodetzky József: Az üstökőpályák valódi alakja. A Szent István Akadémiában 1935 október 11-én felolvasott értekezés.

üstökös eddig alig volt. Ha az üstökösök intersztelláris eredetűek, akkor az ilyen jelenségek nem egyenletes térbeli eloszlásra mutatnak.

Végül az üstökösök intersztelláris eredetére mutat még az a körülmény is, hogy élettartamuk laza szerkezetük folytán a Naprendszer korához képest minden valószínűség szerint elenyésző. BOBROVNIKOV szerint például élettartamuk felső határa egymillió év lehet. Ha az intersztelláris eredetet elvetnők, úgy ahhoz a feltevéshez kellene szükségképpen folyamodnunk, hogy a Naprendszerben állandóan keletkeznek új üstökösök. Márpedig ez a feltevés, amint azt a részletesebb fejtegetések mutatják, nem nagyon plauzibilis.

Anélkül, hogy az üstökösök eredetére vonatkozó újabb elméletekre kitérnénk (pl. BOBROVNIKOV, CORLIN), csupán annak megállapítására szorítkozunk, hogy míg jelenleg kétségtelenül a Naprendszerünkhöz tartozóknak kell az üstökösöket tekintenünk, ezidőszert nem tudjuk biztonsággal eldönteni, hogy eredetileg is hozzá tartoztak-e vagy sem.

Különös figyelmet érdemelnek bizonyos tekintetben a rövidperiodusú üstökösök, amelyek keringési ideje 10 évnél kisebb. Míg a többi üstökösök pályájának hajlása általában eléggé egyenletes eloszlást mutat, úgyhogy pl. direkt és retrográd mozgások egyformán gyakran fordulnak elő, a rövidperiodusú üstökösöknél a pálya hajlása az ekliptikához mindig kicsiny, az üstökös mozgása direkt. Már ebből is nagyon valószínűnek látszik, hogy az üstökösöknek ez a csoportja és a bolygórendszer közt valamilyen kapcsolatnak kell fennállnia. Ha pedig a rövidperiodusú üstökösök aphelium-távolságát vizsgáljuk, rögtön szembeötlik, hogy ez a távolság alig különbözik Jupiter pályájának sugarától. Ha a 10 évnél hosszabb keringési idejű üstökösök aphelium-távolságát is megvizsgáljuk, az az eredmény adódik, hogy bár nem annyira kifejezetten, mint Jupiter esetében, a távolságok a külső bolygók pályasugarai körül csoportosulnak. A periodikus üstökösöket ilyenformán több »családra« oszthatjuk. Jupiter üstökös-családja a legszámosabb.

Ha a családok keletkezését akarjuk megmagyarázni, csak az illető bolygók gravitációs hatására gondolhatunk. Az a nézet is kézenfekvőnek látszik, hogy a periodikus üstökösök pályája eredetileg nem volt ellipszis, hanem parabola és az elliptikus alakot csak a bolygótól elszenvedett perturbációk folytán vette fel, ami persze csak akkor lehetséges, ha az üstökös mozgása folyamán a bolygó közelébe került. Hogy az üstökösök ilyen »elfogása« nemcsak elméletileg lehetséges, hanem a valóságban is előfordulhat, arra példa LEXELL 1770-ben felfedezett üstököse, amelyről minden kétséget kizáróan ki lehetett mutatni, hogy 1767-ben Jupiter holdrendszerén haladt keresztül eredeti pályája közel parabolikus volt és csak a perturbáló hatás foly-

tán vált elliptikussá. Nem szabad azonban szem elől téveszteni, hogy ebből az egy esetből még nem lehet általánosítani. Ha ugyanis a periodikus üstökösök mozgását az időben visszafelé követjük, a 10 évnél nagyobb keringési idejű üstökösök között csak egy olyant találunk, amely elég közel jutott Jupiterhez és csak egyet, amely elegendő mértékben közelítette meg Szaturnuszt ahhoz, hogy a bolygó «elfoghassa». A hátralévő 40 üstökösnél a találkozásnak nagyon régen kellett volna megtörténnie és kimutatása alig leküzdhető számítási nehézségekbe ütközik. RUSSEL, aki ezzel a problémával igen behatóan foglalkozott, úgy véli, hogy legfeljebb a Jupiter-család tagjait lehet elfogott üstökösöknek tekinteni.

Néhány periodikus üstökös mozgása eltér attól a mozgástól, amely a gravitációs törvényből adódik a perturbáló erők tekintetbevételével. A legnagyobb mértékben az ENCKE-féle üstökösnél mutatkoznak ezek az eltérések, amelynek közepes napi mozgása állandóan növekszik. Az eltérést meg lehet magyarázni, ha az üstökös mozgásával ellentett irányban olyan erő hat, amely a sebesség négyzetével arányos, vagyis ha például a mozgás ellenálló közegben történik. ENCKE maga, aki az eltéréseket elsőízben kimutatta, az éter ellenállására gondolt. Kétségtelen, hogy ez a magyarázat nem helytálló, mert hiszen a perturbációk gondos számbavételével a legtöbb periodikus üstökösnél semmiféle eltérést sem sikerült kimutatni. Úgy látszik különben, hogy az eltérések menete kimondottan ugrásszerű változásokat mutat, amit újabban úgy is magyaráznak, hogy ellenálló közeg csak az üstökös pályájának bizonyos részében lép fel. Mások ismét az üstökösben magában keresik az eltérések okát, amely esetleg meteortömegek vagy más anyagok kivetésében rejlik. Mindenesetre figyelemreméltó, hogy hasonló gyorsulás mutatkozott az ismert Biela-féle üstökösnél is, amely tudvalevőleg 1846-ban kettészakadt és két különvált része egymástól eltérő pályán mozgott tovább. Mivel az üstökös kettészakadása minden bizonnyal belső erők hatása folytán jött létre, nyilvánvaló, hogy a belső erők a mozgást általában is befolyásolhatják.

Üstökösök felbomlására különben a Biela-üstökösön kívül még más példákat is ismerünk. A BROOKS-féle periodikus üstökösnél 1889-ben többszörös hasadást lehetett észlelni, míg a hosszú periodusú 1882 II. üstökösből, amikor a perihéliumon áthaladt, több különálló mag vált ki.

Ha az üstökösök szerkezetével akarunk megismerkedni, ismerünk kell nagyságukat és fényességüket, mint legjellemzőbb adatokat. Az üstökös egyes részeinek valódi méreteit a látszó nagyságokból elemi trigonometriai módszerekkel lehet meghatározni. Mindamellet egyes adatok közt eléggé számottevő eltérések szoktak mutatkozni. Az üstökös egyes részei ugyanis nincsenek élesen körülhatárolva és így látszó nagyságuk különbözőnek adódik aszerint, milyen műszert használunk

az észleléshez. A fej átmérője a Földét átlagban 10—20-szorosan szokta felülmúlni, de néha 50-szeresen is. A csóva hossza pedig néhány millió kilométerre rúg, de egyes nagy üstökösöknél (pl. 1811 I.) a Föld—Nap-távolságot is túlszárnyalja.

Azt várhatnók, hogy ilyen roppant nagy térfogatú test tömege legalább is tetemesnek adódik. Ezzel szemben a megfigyelés azt mutatja, hogy az üstökösök tömege még a Földéhez képest is teljesen elenyésző. Olyannyira, hogy még becslést sem tudunk rá végezni. Legfeljebb a tömeg felső határát tudjuk némi biztosnággal megadni, amire több út is kínálkozik. LAPLACE már 1805-ben megmutatta, hogy a LEXELL-üstökös, ha tömege a Földének csak egy ötezredrésze lenne is, a Föld mozgását, amikor annak közelében elhaladt, észrevehetően perturbálta volna, aminek azonban a valóságban semmi nyoma sem mutatkozott. Azóta ezt a határt sikerült sokkal lejjebb szorítani. Erre először a Biela-üstökös kettéhasadása szolgáltatott módot. Közvetlenül a kettéválás után a két rész kölcsönös gravitációs hatását ugyanis ki lehetett a mozgásból mutatni. Bár az eltérések annyira kicsinyek, hogy pontos tömegmeghatározásra alkalmatlanok, HEPPEGER kimutatta, hogy egy-egy rész tömege  $4 \cdot 10^{-7}$  Földtömegnél nagyobb nem lehetett. Fotometriai módszereket is fel lehet használni erre a célra. Ha feltesszük, hogy akár a fej, akár a csóva különálló szilárd részecskékből áll, akkor a látszó (felületi) fényesség a részecskék nagyságától és számától függ. Ha továbbá feltételezzük még, hogy az egyes részek egymásra nem vetnek számottevő mértékben árnyékot, vagyis hogy mind a fej, mind a csóva szerkezete nagyon laza, akkor megmérve a fényességet bizonyos alapot nyerünk arra nézve, hogy az üstökös tömegére következtethessünk. ROSENBERG ezzel a módszerrel  $6 \cdot 10^{-10}$  földtömeg-értéket kapott az 1908 III. (MOREHOUSE) üstökös tömegére. Ez az érték azonban már valószínűleg túlságosan alacsony és az eljárás helyessége is nagyon kétséges. Az üstökös fényességének túlnyomó részét ugyanis nem a szilárd részecskéken visszaverődő napfénynek, hanem molekuláris hatásoknak köszönheti, amelyekre más törvény-szerűségek érvényesek.

Hogy az üstökös fénye nem csupán visszavert napfény, azt a színeképp mutatja, amint még látni fogjuk. Ezt különben másképen is igazolni lehet. Jelöljük az üstökös távolságát a Naptól  $r$ -rel, a Földtől  $\Delta$ -val és látszó fényességét  $i$ -vel. Ha fénye csak szilárd részecskéken visszavert napfény volna és az üstökösnek saját fénye nem lenne, akkor könnyen beláthatjuk, hogy a

$$h = i r^2 \Delta^2$$

kifejezésnek konstansnak kellene lennie. A valóságban azonban ez az érték általában nagyon tág határok közt változik, annak jeléül, hogy

az üstökös saját fényének intenzitása erősen változik és a változás sokszor egészen ugrásszerű. Ha  $h$  intenzitást magnitudóban fejezzük ki (hosszegységül a Föld—Nap-távolságot választva), akkor az  $u$ . n. redukált fényességet (magnitudót) kapjuk. A redukált fényesség általában  $6^m$ — $8^m$  értékkel, sőt gyakran még többel is megváltozhat az üstökös mozgása folyamán. Rendkívül érdekes ugrásszerű változás mutatkozott 1893-ban HOLMES periodikus üstökösénél, amelynél a redukált fényesség a perihéliumon való átmenet után  $1\cdot9^m$ -ról már  $11\cdot1^m$ -ra csökkent le, amikor alig két nap alatt újból  $2\cdot0^m$ -ra szökött fel.

A sűrűség az üstökös különböző részeiben különböző, de csekély tömege és óriási térfogata folytán nyilván nagyon csekélynek kell lennie. WURM fejtegetései, amelyekre később még visszatérünk, azt mutatják, hogy a fejben a nyomás felső határa átlagban  $10^{-13}$  mm Hg rendű lehet, a magban levő gázoknál pedig  $10^{-10}$  mm nagyságrendű. Hogy a sűrűség — a magtól esetleg eltekintve — mindenütt elenyésző, azt minden kétséget kizáróan igazolni lehet akkor, amikor az üstökös egy állócsillagot »elfed». Ilyenkor általában két hatást: abszorpciót és refrakciót várhatnánk. Az előbbit fotometriai mérésekkel, az utóbbit a csillag pozíciójának mérésével lehetne kimutatni. Az eddigi eredmények azonban mindkét tekintetben negatívak, a két hatás mindenesetre annyira csekély, hogy nem tudjuk észlelni. Csak a magnál mutatkozik észrevehető abszorpció, amelynek részletesebb tanulmányozása azonban azért ütközik nehézségekbe, mert ilyen csillagfedések meglehetősen ritkán jönnek csak létre.

A legnagyobb változatosságot az üstökös csóvával kapcsolatos jelenségek mutatják. Ennek a körülménynek tudhatjuk be, hogy még ma is számtalan olyan kérdés vár tisztázásra, amely a csóvában észlelhető jelenségek részleteire vonatkozik. Általában két főprobléma merül fel az üstökös csóva vizsgálatánál: a csóva alakja és anyagának mozgása.

A csóva tapasztalat szerint majdnem kivétel nélkül az üstökös fejétől a Napéval ellentett irányban terjed ki. Ez a körülmény már nagyon régen feltűnt és magábanvéve is alkalmas arra, hogy némi felvilágosítást nyújtson azokról az erőkről, amelyeknek a csóva anyaga alá van vetve. Szükségképen következik belőle, hogy ezeknek az erőknek eredetét a Napban kell keresnünk és hogy azok taszító erők. Hogy néhány nagyon ritka esetben a csóva a Nap felé fordul, az az elmélet szempontjából nem képez semmiféle nehézséget.

A csóva alakjának magyarázatát elméletileg először BESSEL fejtette ki részletesen, miután már sokkal régebben NEWTON mutatta ki, hogy a csóva minden valószínűség szerint nem lehet pusztán optikai jelenség. BESSEL abból a feltevésből indul ki, hogy a Nap által a csóva részecskéire gyakorolt repulzív erő a távolság négyzetével fordítva arányos. Az akkori fizikai ismereteknek megfelelően elektrosztatikus

erőkre gondolt, bár maga is leszögezte, hogy a csóva alakjának magyarázásához elegendő az erőtvény ismerete és az erők természetének problémája csak másodsorban jön tekintetbe. A csóva bármely részecskéjére kétféle erő hat: a Nap vonzóereje és az ugyancsak szoláris eredetű taszító erő. Ha az előbbi egységnyi nagyságúnak tekintjük, akkor a részecskére ható eredő erő

$$\mu = 1 - R$$

ahol  $R$  mindig pozitív és a Naptól mért távolságtól független. Ha  $R > 1$ , akkor  $\mu$  negatív, vagyis az eredő erő repulzív és mivel a távolság négyzetével fordítva arányos, a részecske hiperbola-pályán mozog. A Nap abban a gyújtópontban van, amely felé a hiperbolaág konvex. Ha  $R = 1$ , akkor a mozgás egyenletes és egyenesben történik. Ha pedig  $R < 1$ , akkor az eredő erő vonzó ugyan, a csóva azonban általában mégis a Napéval ellentett irányban fejlődik ki, mivel a csóva részecskéinek gyorsulása kisebb, mint a fejté.

BESSEL elméletét arra a gyakorlatilag is igazolt feltevésre alapozza, hogy amikor az üstökös a Naphoz közeledik, gáznemű anyagok áramlanak ki a magból a Nap irányában. Egyszerűség kedvéért tegyük fel, hogy a kiáramlás pontosan a radius vector irányában történik és sebessége állandó. A repulzív erők folytán az eredetileg a Nap felé mozgó részecskék pályája ettől az iránytól mind jobban elhajlik, a részecskék (A Nap körül mozgó magra vonatkoztatva) visszafordulnak és ezt a mozgásukat meg is tartják. A csóva alakja azonban nem azonos a részecskék pályájának alakjával. Tengelyét úgy kapjuk meg, ha egy tetszőleges időpontban összekötjük egy görbe vonallal a különböző időpontokban kiáramlott részecskéket. A valóságban természetesen tekintetbe kell venni, hogy kiáramlás nemcsak a radius vector irányában történik, hanem az egész Nap felé eső térfélbe olyan sebességgel, amely általában a kiáramlási iránytól is függhet. Azt sem lehet feltételezni, hogy egy bizonyos irányban, mondjuk éppen a radius vector irányában, a kiáramlási sebesség az üstökösnek a Napra vonatkoztatott helyzetétől független, konstans érték. Mivel azonban a kiáramlási sebességnek sem az iránytól, sem az üstökös helyzetétől való függését nem ismerjük és ebben a tekintetben semmiféle plauzibilis feltevéshez sem tudunk észlelési adatok segítségülvétele nélkül folyamodni, ahhoz az egyszerűsítő feltevéshez kell folyamodnunk, hogy a kiáramlás sebessége mindkét faktortól független. Az így megalapozott elmélet természetesen csak közelítés lehet, amely azonban az észlelési adatokkal összehasonlítva mégis nagyon használhatónak bizonyul.

Az egyes különböző időpontokban, de ugyanazon irányban (a radius vectorra vonatkoztatva) és ugyanazon sebességgel kilövelt



részecskéket összekötő görbét BREDICHIN szerint szindinamikussá görbének szokás nevezni. A szindinamikussá görbék összessége adja meg a csóva alakját. A görbék alakját ki tudjuk számítani, ha ismerjük a repulzív erőt, a kiáramlás sebességét és irányát, valamint az üstökös mozgását. A problémát nem lehet zárt alakban megoldani, hanem sorbafejtéssel és grafikusán. BESSEL azt a koordináta-rendszert választotta, amelynek egyik tengelye a radius vector, a másik pedig rá merőleges és az üstökös magván megy keresztül. Ekkor egy részecske  $(\xi, \eta)$  koordinátáit ki lehet fejezni, mint a kiáramlása óta eltelt  $\tau$  idő és a kiáramlás  $\vartheta$  időpontjának függvényét:

$$\xi = \xi(\tau, \vartheta) \text{ és } \eta = \eta(\tau, \vartheta)$$

ahol még  $\tau + \vartheta = t$  az észlelés időpontja ismert érték.

A keresett szindinamikussá görbe

$$f(\xi, \eta) = \text{konst.}$$

egyenletét  $t$  időben megkapjuk, ha a fenti három egyenletből  $\tau$  és  $\vartheta$  értékét elimináljuk.

A gyakorlatban ez az eljárás szerfölött bonyolult volna. Ezért sokkal célszerűbb  $\xi$  és  $\eta$  értékét külön-külön kiszámítani, amikor is  $\tau (> 0)$  mint paraméter lép fel. Erre az esetre BESSEL közelítő formulákat (ill. végtelen sorokat) vezetett le  $\xi$  és  $\eta$  értékére.

A szindinamikussá vonalak alakját különböző repulzív erőkre kell kiszámítani, ha az elméletet a valósággal össze akarjuk hasonlítani. A repulzív erők nagyságát ugyanis nem tudjuk tisztán elméleti alapon megadni, bár a repulzió természetére vonatkozó újabb elméletek már erre nézve is elég jó támaszt szolgáltatnak. Az észlelés maga azonban csak a csóva látszó alakját szolgáltatja és a valódi alak a csóva térbeli elhelyezkedésétől függ. Ez utóbbit pedig szigorúan véve nem ismerjük. Feltételezhetjük azonban, hogy a csóva az üstökös pályasíkjában fekszik és akkor a valódi csóvaalakot a látszóból meg lehet határozni, amire szintén BESSEL adta meg a képleteket. Az elmélet értékelésénél azonban nem szabad szem elől téveszteni, hogy ez a feltevés teljesen különálló.

BESSEL fejtegetéseit BREDICHIN tökéletesítette, aki a repulzív erők nagyságára nézve messzebbmenő feltevésekhez folyamodott. A csóva, mint spektruma is mutatja, többféle anyag molekuláiból épül fel, amelyekre a repulzió különbözőképpen hat. BREDICHIN a taszító erőt a molekulásúllal fordítva arányosnak tekinti és így magyarázza, hogy sokszor több különböző alakú csóva keletkezik. A szindinamikussá görbék kiindulópontját nem a magba helyezi, mivel annak közvetlen környezetében a mag gravitációs terét is tekintetbe

kellene venni, hanem egy gömbfelületre, amelynek középpontjában van a mag és amelyen kívül ez utóbbi gravitációs terét el lehet hanyagolni. Nem tételezi továbbá fel, hogy a fő kiáramlási irány a radius vector irányába esik, hanem attól eltér, sőt az időtől is függhet. Elképzelhető, hogy ilyenformán a BREDICHIN-féle elmélet matematikai apparátusa a BESSEL-félénél sokkal nagyobb és hogy a csóvaalakok sokaságát sokkal jobban, mondhatni tökéletesen meg tudja magyarázni. Ez azonban mégsem szól teljes mértékben az elmélet mellett. BREDICHIN elmélete alapján minden elképzelhető csóvaalakot meg lehet magyarázni, de ebből az elmélet feltétlen helyes volta még éppenséggel nem következik. Az észleléssel való összehasonlításnak tehát csak akkor volna értelme, ha a kiáramlás időbeli lefolyását ismernők. Ennélfogva BREDICHIN elméletének leglényegesebb pontját inkább abban kell látnunk, hogy megmagyarázza több csóva keletkezését is.

BREDICHIN a repulzív erő ( $R = 1 - \mu$ ) nagysága és a kezdősebesség ( $v_0$  km/sec) szerint a csóvaalakokat három fő típusba osztotta be. Ez az osztályozás 50 üstökös csóvaalakjára vonatkozó észlelési adatok feldolgozása alapján történt. Az egyes típusok jellemző adatait a következő táblázatban foglalhatjuk össze:

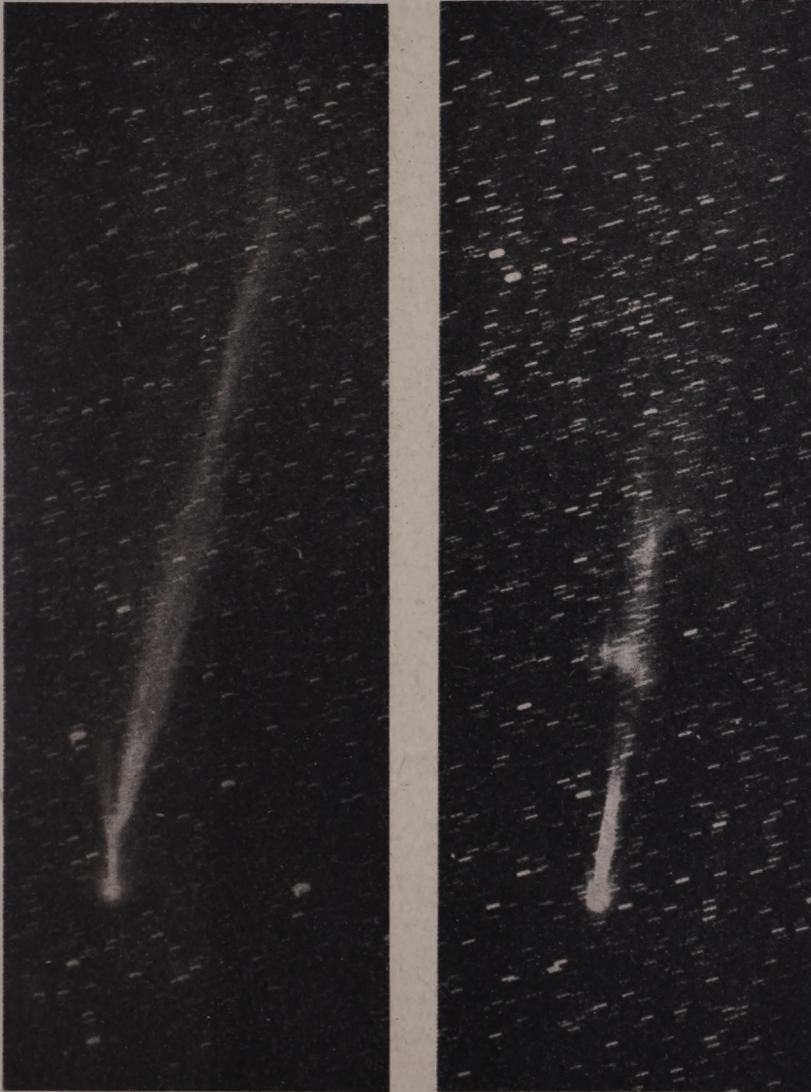
	I. típus	II. típus	III. típus
$R = 1 - \mu$ .....	18	2.2—0.5	0.3—>0
$v_0$ km/sec .....	3.0—10.0	0.9—2.1	0.3—0.6

Míg az első két osztály közt meglehetősen éles határt lehet vonni, addig a második és harmadik közt majdnem folytonos az átmenet.

Az I. típusba az »egyenes» (valójában nagyon kis görbületű) csóvák tartoznak, a II. típusba a mérsékelt, a III. típusba pedig az erősen görbültek. Meg kell jegyezni, hogy egyes esetekben  $R$ -re az I. típusnak megfelelőnél jóval nagyobb értékek is adódtak, amelyek 18 többszöröseivel nagyon közel megegyeztek. Az eredmény azonban ebben a formában meglehetősen bizonytalan, mert nagy repulzióánál a csóva görbülete nagyon csekély és így az észlelt és számított csóvaalak összehasonlítása  $R$ -re csak hozzávetőleges értéket adhat. Már az I. típusnak megfelelő  $R = 18$  érték is eléggé bizonytalan.

Némely üstökösök csóvajában sűrűsödések léptek fel, amelyek mozgását meglehetősen jól lehetett követni. Különösen említésre méltó e tekintetben az 1908 III. (MOREHOUSE) üstökös, amelynek csóvajából többször igen fényes és nagykiterjedésű részek váltak le (I. az I. ábrát). Ilyen esetekben a csóvarésznek a Napra vonatkoztatott hiperbolikus pályáját ki lehet számítani. JAEGERMANN és KOPFF több esetben kimutatták, hogy a csóvarészek látszó mozgását kielégítő pontossággal lehet megmagyarázni, ha feltesszük, hogy a valóságban

a Nap felé konvex hiperbolaágon mozognak a KEPLER-törvényeknek megfelelően. Ez a tény kétséget kizáróan bizonyítja, hogy a repulzív erők a Naptól származnak és a távolság négyzetével fordítva arányosak. A mozgás vizsgálata természetesen olyan módszert szolgáltat



I. ábra.

Az 1908 III (*Morehouse*) üstökös 1908 okt. 15-én és 16-án. A jobboldali képen jól látható a leszakadt csóvarész.

$R$  meghatározására, amely a BREDICHIN-félénél sokkal pontosabb értékeket ad, főleg akkor, ha  $R$  értéke nagy. Ki lehetett mutatni, hogy az egyes nagy  $R$  értékek 18 egészszámu többszöröseivel igen jól megegyeznek.

A repulzív erők természetét sokáig nem sikerült felderíteni. BESSEL és még BREDICHIN is elektrosztatikus erőkre gondoltak. Lényeges haladást jelentett az a felismerés, hogy a Nap sugárzásának nyomásával lehet a repulziót magyarázni. SCHWARZSCHILD kimutatta, hogy a sugárnyomás monokromatikus sugárzásánál tökéletesen reflektáló gömbalakú testekre bizonyos (a hullámhossztól függő) átmérő-értéknél maximális. Ha a Nap kisugározta egész energiát 6000 Å hullámhosszu monokromatikus sugárzásnak vesszük, akkor  $d = 1.800$  Å átmérőnél fellépő maximális sugárnyomás  $\rho = 1 \text{ g cm}^{-3}$  sűrűségnel a gömbalakú részecske súlyát a Nap gravitációs terének bármely pontjában kb. 18-szorosan felülmúlja, de a két erő már  $d = 15 \cdot 000$  Å esetén éppen egyensúlyban van. Ha kisebb sűrűségű anyagok lépnek fel, a repulzió még sokkal nagyobb, úgyhogy a sugárnyomás szolgáltatta  $R$  érték a tapasztalattal rendbelileg mindenestre megegyezik. DEBYE az elméletet részben és teljesen abszorbeáló gömbökre is kiterjesztette. A nyomás az utóbbi esetben sokkal kisebb. A csóva spektruma azonban azt mutatja, hogy az nem áll kicsiny szilárd testecskekből, hanem gáznemű anyagokból. DEBYE mutatott rá először, hogy szelektív abszorpció esetén egy különálló molekulánál a repulzió sokkal nagyobb lehet, mint amilyen szilárd gömbalakú részecskéknél a sugárnyomás folytán jön létre. Ezt az elgondolást BAADE és PAULI<sup>1</sup> dolgozták fel részletesebben. A sugárnyomást bizonyos egyszerűsítő feltevések mellett, tehát közelítőleg ki lehet számítani. Ha az abszorpció, ill. fényszórás úgy jön létre, hogy a sugárzás egy kvazielasztikusan kötött elektront hoz rezgésbe, amelynek frekvenciája az. ill. molekula rezonancia-frekvenciájával egyenlő és a sugárzás intenzitáseloszlására a Wien-féle törvény érvényes, akkor

$$R = \frac{1}{M} \cdot 0.969 \cdot 10^{-7} \cdot \lambda^{-3} e^{-\frac{1.430}{\lambda T}}$$

ahol  $M$  az illető molekulának megfelelő molekulatömeg,  $\lambda$  pedig (Å-ben kifejezve) a rezonancia-sugárzás hullámhossza.

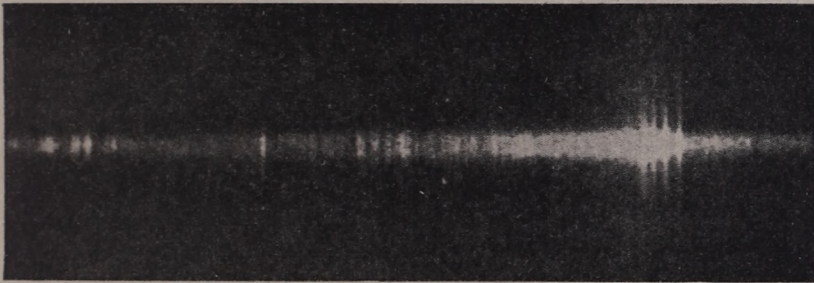
A valóságban persze a folyamat nem ilyen egyszerű és így a formula maga sem exakt, de  $R$ -re mindenestre közelítő értéket szolgáltat, amely legalább rendbelileg megegyezik a valósággal.  $CO^+$  esetén pl.  $R = 151$  adódik. Azokra a csóvarészekre, amelyekben  $CO^+$  sávos

<sup>1</sup> W. Baade u. W. Pauli: Über den auf die Teilchen im Kometenkopf ausgeübten Strahlungsdruck. Naturwissensch. 15, S. 49. (1927.)

spektruma fellép, a már előbb tárgyalt módszerek  $R = 72$  és  $R = 162$  közt fekvő értékeket adnak, de amint leszögeztük, ilyen nagy repulzió esetén az egyes eredmények meglehetősen bizonytalanok. Ilyen nagy  $R$  értékek fellépését az eredeti SCHWARZSCHILD és DEBYE-féle elmélet alapján nem lehet megmagyarázni.

Alapvető jelentőségű az üstökösök spektrumának tanulmányozása. Mind a fej, mind pedig a csóva spektruma sávós, de a sávós spektrum mellett mindkettőben folytonos színekép is fellép és egyes esetekben vonalas spektrumot is észleltek. Az 1910 I. üstökösnél pl., amikor az a Naphoz elég közel jutott, a  $D_1$  és  $D_2$  nátriumdubletet lehetett kimutatni.

Az egyes üstökösök spektrumában általában szoktak némi különbségek mutatkozni, mindaméltt azonban éppen a spektrumban aránylag a legkisebb a változatosság ebben a tekintetben.



4216

4737

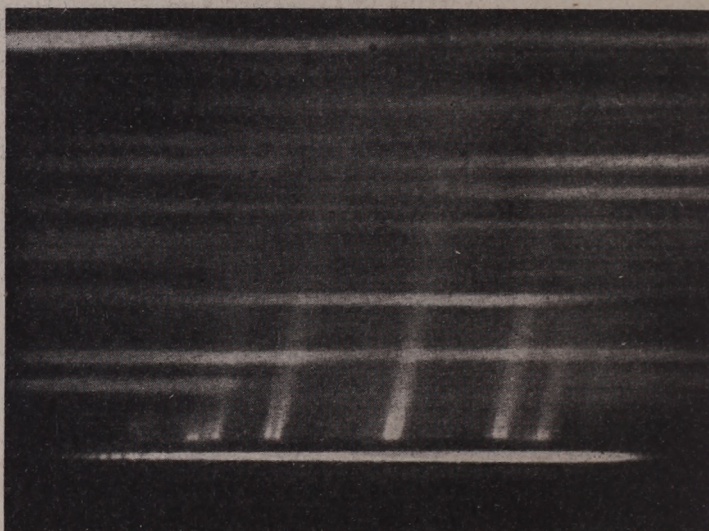
2. ábra.

Az 1907 IV (Daniel) üstökös fejének spektruma 1907. aug. 22-én.

Az üstökösfej spektruma a csóváétól mindenkor teljesen különböző. A fej spektrumában fellépő sávokat már régebben sikerült identifikálni, mint a  $C_2$  és  $CN$  molekulák rezonancia-sávjait. Régebben főleg az e öbbieik magyarázása okozott nehézséget és eredetileg szénhidrogén-vegyületeknek tulajdonították őket, mivel e sávok (az ú. n. SWAN-spektrum sávjai) laboratóriumi kísérleteknél éppen ezeknek a vegyületeknek színeképében jelentkeztek. A 2. ábra az 1907 IV (DANIEL) üstökös fejének spektrumát mutatja.

A csóva spektrumának vizsgálata csak az újabb időkben vezetett jelentősebb eredményekre. Ennek okát abban a körülményben kell keresnünk, hogy a csóva a fejnél fényben sokkal szegényebb és így a mult század végéig csak a fejhez közel levő részek spektrumának vizsgálatára kellett szorítkozni, amely pedig többé-kevésbé megegyezik a fej spektrumával. Jelentős haladást csak az objektívprizma alkalmazásával lehetett elérni. Nagy mértékben hátráltatta a csóva

spektrumának tanulmányozását az a körülmény, hogy századunk fényes üstökösökben eddig rendkívül szegény volt. Végeredményben azonban mégis sikerült a csóvaspektrum jellegzetes sávjait  $CO^+$  és  $N_2^+$  sávjaival azonosítani. Ezenkívül legtöbbször folytonos színek is fellép. Míg azonban a  $CO^+$  sávok gyakran (bár többször igen gyengén) a fej színekében is mutatkoznak, nagyon feltűnő, hogy a  $C_2$  és  $CN$  molekuláspektrumok a csóvának a fejtől távolabb eső részeiben sosem lépnek fel. Ennek egyedül elfogadható magyarázatát WURM abban látja, hogy a  $C_2$  és  $CN$  molekulák disszociáció (vagy ionizáció) folytán megsemmisülnek. A disszociáció okát csak a Nap sugárzásában



3. ábra.

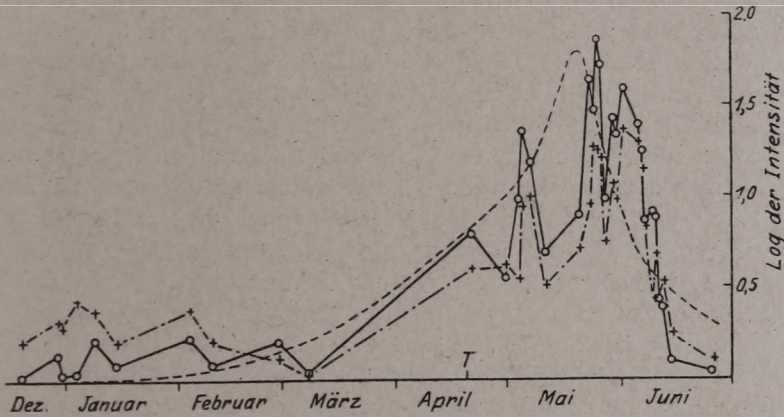
Az 1908 III (*Morehouse*) üstökös csóvájának spektruma 1908. okt. 18-án.

kereshetjük, mivel a sűrűség a fejben is olyan elenyésző, hogy a molekulák szabad úthossza  $10^3$ — $10^4$  km nagyságrendű és így ütközés általi disszociáció nem jöhet tekintetbe. A sűrűséget fotometriai adatok alapján mind a fejben, mind a csóvában meg tudjuk ugyanis becsülni. WURM<sup>1</sup> e célból a BAADE—PAULI-féle elméletből indul ki, amely alapján meg tudjuk adni, hogy egy molekula a rezonancia-sáv (közepes) frekvenciájának megfelelő fénykvantumot másodpercenként hányszor abszorbeálja és sugározza ki újra a Nap sugárzási terében. A szórt sugárzás összenergiáját pedig fotometriai úton lehet megállapítani és így meg lehet határozni a megfelelő molekulák számát az üstökös

<sup>1</sup> K. Wurm: Beitrag zur Deutung der Vorgänge in Kometen. I. Zeitschr. f. Astrophys. VIII. 1934. 281.

fejében és a nyomást. Mint már megemlítettük (l. 139. old.), felső határként átlagban a magra  $10^{-10}$  mm Hg, a fej többi részeiben  $10^{-13}$  mm Hg adódik. Meg kell azonban jegyezni, hogy az elmélet csak a  $C_2$  parciális nyomását adja meg és az előbbi adatok úgy adódnak, ha feltesszük, hogy az össznyomás  $C_2$  parciális nyomásának ezerszeresénél nagyobb nem lehet. Ez az utóbbi feltevés pedig majdnem bizonyos.

Az 1907. IV üstökös csóvaspektrumát EVERSHED mérte ki az elérhető legnagyobb pontossággal és a legfényesebb sávok fejének hullámhosszára  $\lambda$  4015,  $\lambda$  4260 és  $\lambda$  4553 értékeket talált. CHRÉTIEN, aki vizsgálataihoz 38 cm objektívnyílású objektívprizmával felszerelt refraktort használt, kimutatta, hogy a sávok dublettek.<sup>1</sup> A sávok



4. ábra.

A CIV és CNIV sávok intenzitásának változása a Halley-üstökösnél az 1909. december és 1910. június közti időközben.

dublettszerkezetét igen jól feltünteti a 3. ábra, amely az 1908 III. üstökös csóvájának spektrumát mutatja. A felvételt objektívprizma alkalmazásával DE LA BAUME PLUVINEL és BALDET készítette. Ez a felvétel más tekintetben is érdekes: láthatjuk, hogy a bal szélső sáv csak a fejben (és a csóvának a fejhez legközelebb eső részében) lép fel. Ezt a jelenséget már előbb tárgyaltuk.

A Halley-üstökös spektrumát igen beható vizsgálat tárgyává tette BOBROVNIKOFF.<sup>2</sup> Kimutatta, hogy a  $C_2$  és CN sávok intenzitásának változása igen jól kifejezett szabályszerűséget mutat. A megmért intenzitás ugyanis két részből tevődik össze: a molekulaszpektrum monokromatikus sugárzásának intenzitásából és a fej folytonos szín-

<sup>1</sup> Két komponens fejének hullámhossza sor szerint 8 A, 17 A és 39 A egységgel tér el egymástól.

<sup>2</sup> N. T. Bobrovnikoff: On the Spectrum of Halley's Comet. Ap. J. 66, 145 (1927).

képének intenzitásából a sávnak megfelelő részben. Meg lehet vizsgálni, hogyan változik az összintenzitás az üstökösnek a Naptól (és a Földtől) mért távolságával, vagyis az idővel. A  $C_2 IV$  és a  $CN IV$  sávoknál az intenzitás időbeli lefolyását a 4. ábra szemlélteti. A karikával jelölt pontokból szerkesztett tört vonal a  $C_2$ , a kereszttel jelöltekből szerkesztett pedig a  $CN$  sávra vonatkozik. Ha csak visszavert napfény lépne a spektrum megfelelő részeiben fel, akkor az intenzitás

$$I(\lambda) = \frac{I_0(\lambda)}{r^2 \cdot \Delta^2}$$

volna, ahol  $I(\lambda)$  arányos a  $\lambda$  hullámhossznak megfelelő intenzitással a Nap színeképében.  $I(\lambda)$  időbeli változását az ábrában a vonalozott görbe szemlélteti. Láthatjuk, hogy ehhez a görbéhez a tört vonalak az 1909 dec.—1910 jún. időközben meglehetősen jól símulnak.

Ez a jelenség arra vezette BOBROVNIKOFF-ot, hogy az üstökösök folytonos spektrumának különös figyelmet szenteljen. Vizsgálatainak eredményét összefoglalva meg lehet állapítani, hogy a folytonos színekép intenzitáseloszlása nagy mértékben függ az üstökösnek a Naptól való távolságától. A Nap közelében egészen kb.  $r = 1$  asztr. egység távolságig a folytonos spektrum nem tér el lényegesen a Nap színeképétől. Ennél nagyobb távolságokban azonban az intenzitás maximuma fokozatosan a színekép ibolya vége felé tolódik el. A folytonos üstökös-spektrumoknál tehát kétféle színeképtípust kell megkülönböztetnünk: a napszíneképet és az ibolyaszíneképet. Ez utóbbi keletkezését még nem sikerült kielégítően tisztázni. BOBROVNIKOFF úgy véli, hogy az ibolyaszíneképet fluoreszcencia-jelenségekre lehet visszavezetni, míg ROSENBERG inkább molekuláris fényszóródásra gondol. Lehet, hogy mindkét jelenség szerepet játszik a folytonos színekép keletkezésénél. Minnesetre kétségbevonhatatlan, hogy az üstökös a visszavert fényen kívül saját fényben is világít, mert hiszen a visszavert fény spektruma nem lehetne ibolyatípusú. Ezt különben más jelenségek is igazolják. Megemlékeztünk pl. a HOLMES-üstökös fénykitöréseiről. Ilyen folyamatok más üstökösöknél is mutatkoztak, ha nem is annyira nagy mértékben. A kitörések alatt a folytonos színekép intenzitáseloszlása megváltozik. A HALLEY-üstökös 1910 május 24-iki kitörésénél például a színekép ibolya végének intenzitása tetemesen csökkent.

Újabbban az üstökösök fizikájában lényeges haladást hoztak WURM munkái s ha még nagyon messze vagyunk is attól, hogy a jelenségeket részleteikben is magyarázni tudjuk, a fontosabb jelenségekről már kielégítő módon tudunk magunknak számot adni.

A csóva alakjára vonatkozó BESSEL—BREDICHIN-féle elméletet már tárgyaltuk és láttuk, hogy ez az elmélet kielégítően írja le a való-



ságot. WURM<sup>1</sup> más szempontokat vet fel és a csóva alakját csak a mag közeli környezetében vizsgálja olyan részleteiben, amelyek az előbb említett elméletben nem jutnak szerephez. A csóva körvonalának alakját teszi vizsgálati tárgyává, amelyet előtte nem tartottak túlságosan lényegesnek. E görbét nyilván úgy kapjuk meg, ha megszerkesztjük a BREDICHIN-féle szindinamikus vonalak burkoló görbéjét feltételezve, hogy a kiáramlási sebesség független az iránytól. Ha pedig csak az üstökös fejének környezetére szorítkozunk, az annyit jelent, hogy ebben a részben a gravitációs és repulzív erők terét homogénnek tekinthetjük, másrészt pedig az időben is konstansnak, mivel a tér nem változik meg számottevő mértékben, amíg egy molekula pályájának a vizsgált térrészben levő részét befutja. A kiáramlás az üstökösnek a Naphoz való közeledésével a magból jön létre. Válasszuk ismét  $\xi$  tengelynek a radius vectort és legyen a magtól a Nap felé vont irány a pozitív. Ha  $v$  a kiáramlás sebessége,  $\alpha$  pedig a  $\xi$  tengellyel bezárt iránya, akkor az egyes molekulák mozgását a ferde hajtás képletei adják meg:

$$\xi = v t \cos \alpha - \frac{k (1-\mu) t^2}{2 \cdot r^2}$$

$$\eta = v t \sin \alpha$$

ahol  $k$  ismert konstans érték. A korlátozások folytán ugyanis az üstökös napkörüli mozgását egyenletes egyenesvonalú mozgásnak tekinthetjük. A pálya a  $(\xi, \eta)$  rendszerben parabolikus és alakja  $\alpha$  szögtől függ. A parabola-sereg burkoló görbéje szintén parabola. Egyenlete

$$\eta^2 = -\frac{2 v^2 r^2}{k (1-\mu)} \xi + \frac{v^4 r^4}{k^2 (1-\mu^2)}$$

Ez a görbe adja meg a kiáramlott gáztömeg alakját, aminek azonban egy lényeges feltétele van. Lehetséges ugyanis, hogy a molekulák disszociáció folytán megsemmisülnek még mielőtt elérnék azt a pontot, amelyben pályájuk a burkoló görbét érinti. Ebben az esetben a parabolikus alak nem jöhet létre. A disszociáció a Nap sugárzásának abszorpciója útján történhet. A kiáramlott gáztömeg alakja tehát a molekulák közepes élettartamától függ, ez utóbbi pedig a disszociációhoz szükséges energiától és a Nap sugárzásának intenzitásától. Láthatjuk, hogy az üstökös alakjának elméleti tárgyalásánál éles különbséget kell tenni a rövid és hosszú élettartamú molekulák közt. Hogy rövid vagy hosszú élettartam alatt mit értünk, azt az az idő szabja meg,

<sup>1</sup> Wurm: Beitrag zur Deutung der Vorgänge in Kometen II. Zeitschr. f. Astrophys. IX. (1935) 62.

amely szükséges, hogy egy molekula, amely a magot a radius vector irányában hagyta el, milyen idő alatt éri el a burkoló parabola csúcspontját, ha útközben sem disszociáció, sem ionizáció nem jön létre. Ezt a  $T$  időt könnyen kiszámíthatjuk:

$$T = \frac{v \cdot r^2}{k(1-\mu)}$$

Csak olyan élettartamokat nevezünk hosszúknak, amelyek  $T$ -t többszörösen felülmúlják. Az üstökös fejének és csóvájának alakjával kapcsolatos fontosabb jelenségeket könnyen meg lehet magyarázni WURM feltevésével, amely szerint a  $C_2$  és  $CN$  molekulák élettartama rövid, a  $CO^+$  és  $N_2^+$  molekulák élettartama hosszú. Ezt a feltevést, sajnos, kvantummechanikailag nem tudjuk igazolni, mert a molekulák szerkezetére vonatkozó ismereteink hiányosak és a matematikai nehézségeket aligha tudnók leküzdeni. Ilyen kísérlet eddig nem is történt.

Legyen pl.  $\tau_1$  a  $C_2$  molekulák közepes élettartama. A magból való  $v_1$  sebességgel történő kilépés után  $\tau_1$  idő alatt az összes egy időpontban kilépő molekulák a

$$\left[ \xi + \frac{k(1-\mu)\tau_1^2}{2r^2} \right]^2 + \eta^2 + \zeta^2 = v_1^2 \tau_1^2$$

gömbfelületre<sup>1</sup> érnek, amelynek sugara  $R_1 = v_1 \tau_1$ . Az e felületen kívül fekvő térbe tehát csak kevés molekula juthat ki, vagyis lényegében csak e gömb belsejében jöhet létre a  $C_2$  molekula sugárzása. Ez az elgondolás tehát megmagyarázza a fej keletkezését. A fej szerkezetét annyiból komplikáltabb, hogy  $CN$  és esetleg még más rövid élettartamú molekulák is fellépnek benne. Ezek is külön-külön  $R_2 = v_2 \tau_2$  stb. sugarú gömbfelületek belsejében lesznek. A fejben ilyenformán a különböző élettartamoknak és kezdősebességeknek megfelelő rétegződés jön létre. Ez a jelenség pedig fényes üstökösöknél már nagyon régen ismeretes. Az 5. ábra például az 1858 VI (DONATI) üstökös fejét mutatja BOND rajza nyomán.

$\tau_1$  idő nyilván a Naptól mért  $r$  távolság négyzetével arányos és így

$$R_1 = v_1 t_1 \cdot r^2$$

ha  $t_1$  a  $C_2$  molekula közepes élettartama  $r = 1$  asztr. egység távolságban.  $v_1$  értéke is függhet  $r$  távolságtól, amire még később rá fogunk térni. Ha azonban feltesszük, hogy  $v_1$  csak keveset változik, rögtön láthatjuk hogy a fej kiterjedése csökken, ha az üstökös a Naphoz köze-

<sup>1</sup> Az előbbieken 2 dimenzióra (az üstökös pályájának síkjára) szorítottunk, itt azonban célszerű volt a  $\zeta$  koordinátát is bevezetni.

ledik és a perihélium-átmenet után újra nő. A jelenség a valóságban is fellép, amint azt több esetben igazolni lehetett és ahogy azt már régebben is észrevették, amikor még az elméleti megalapozás hiányzott. A kvantitatív igazolásnál nagy nehézségek lépnek fel, amennyiben a fej körvonalát elmosódott volta miatt nem lehet pontosan meghatározni, az igazolás azonban a HALLEY-üstökösnél e tekintetben is kielégítő.

A valóságban a fej nem tökéletesen gömbalakú, hanem többnyire elliptikus és alakja kissé változni is szokott. Ez egyáltalán nem meg-



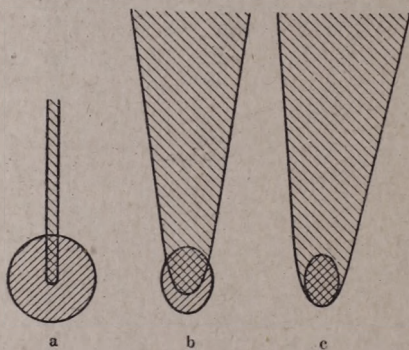
5. ábra.

Az 1858 VI (*Donati*) üstökös fejének rétegződése. (*G. P. Bond* rajza).

lepő, ha tekintetbe vesszük az egyszerűsítő feltevéseket (pl.  $v$  függhet  $\alpha$ -tól is) és nem szól az elmélet helyessége ellen.

A  $CO^+$  és  $N_2^+$  molekulák WURM szerint hosszú élettartamúak. Míg a rövid élettartamú molekuláknál az  $R = v \cdot \tau$  sugarú kör teljesen (vagy legalább is legnagyobb részben) a burkoló görbe belsejében fekdtt, a hosszú élettartamúaknál csak kis része fekszik benne. A csóva körvonalát a burkoló parabola adja meg és csak a fejtől elforduló «végét» határolná a körív, amely azonban mint határvonal nem is jön tekintetbe, mivel a csóva vége rendszerint teljesen elmosódott.

A burkoló parabola gyújtópontja a magban van. Ha  $v$ -t ismét függetlennek tekintjük a Naptól mért  $r$  távolságtól, akkor következik, hogy mivel a csóva alakjára a  $v^2 r^2$  tényező mértékadó, a csóva csökkenő  $r$  mellett mind szűkebbre zárul, majd a perihéliumátmenet után ismét széjjelnyílik. A valóság pedig igen kifejezetten éppen az ellenkezőjét mutatja. A fejnél és a csóvánál fellépő alakváltozásokat a 6. ábra schematikus rajzai szemléltetik. Nagy távolságban (*a.* eset) a fej terjedelmes és a csóva szűk. Ha a távolság csökken (*b.* és *c.* eset), a fej összehúzódik, a csóva szétnyílik és egyszerismind fokozatosan a fejnél mind nagyobb részét zárja magába. Hogy ezt a jelenséget megmagyarázzuk, fel kell tennünk, hogy  $v$  is függ a távolságtól, mégpedig úgy, hogy  $v \cdot r$  szorzat értéke



6. ábra.

Az üstökös részeinek változása a Naphoz való közeledésnél.

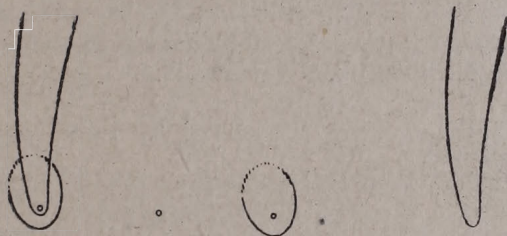
növekszik, ha  $r$  csökken. Hogy ezzel szemben a fej átmérőjének változásáról is számot tudjunk adni, fel kell tennünk, hogy a  $v \cdot r^2$  szorzat értéke csökkenő  $r$  értékkel már csökken.

A fejtől nagyobb távolságban a csóva természetesen nem követi szigorúan a parabolikus alakot, hanem elhajlik az üstökös napkörüli mozgásával ellentétes irányban. Az erőter nagyobb kiterjedésű csóvánál nem tekinthető homogénnek és az üstökös napkörüli mozgását sem lehet egyenesnek és

egyenes vonalúnak tekinteni. A 7. ábrán az üstökös és egyes részei alakjának schematikus vázlatát látjuk.

Tisztázni kell még a magból való kiáramlás problémáját. Régebben az a nézet uralkodott, hogy amikor az üstökös a Naphoz közeledik, a főleg szilárd részekből álló mag felmelegszik és gázok szabadulnak fel belőle, amelyekből kifejlődik a fej és a csóva. Hogy ez a felfogás nem lehet egészben véve helytálló, azt már abból is láthatjuk, hogy a BREDICHIN-féle módszer szerint némely esetben a kiáramlás sebességére néhány km/sec adódik. Ez pedig csak akkor volna lehetséges, ha a mag hőmérséklete nagyon magas (néhány ezer fok) volna. Akkor pedig a mag sokkal intenzívebb folytonos szűkítést adna, mint amilyent a valóságban észlelünk. Tisztán termikus kiáramlással tehát nem tudjuk a jelenségeket megmagyarázni. Bár ezt a problémát még nem sikerült részleteiben is végérvényesen tisztázni, WURM ezen a téren is olyan magyarázatot adott, amely főbb vonalaiban kielégítő.

WURM<sup>1</sup> szerint a magból termikus folyamatok útján nem közvetlenül a fejben és a csóvában fellépő  $C_2$ ,  $CN$ , ill.  $CO^+$  és  $N_2^+$  molekulák áramlanak ki, hanem ezek csak szekundér fotokémiai folyamatok útján keletkeznek. Ezt úgy képzelhetjük el, hogy az eredetileg kiáramlott gázok molekulái a Nap rövidhullámú sugárzását elnyelve disszociáció útján felbomlanak és a fejben és a csóvában fellépő molekulák éppen ez által a bomlás által jönnek létre. A disszociáció más hatások folytán nem jöhet létre. Csak a molekulák ütközése jöhetne még e tekintetben számba, láttuk azonban, hogy a közepes szabad úthossz a magban  $10^4$  km, a fej többi részeiben pedig  $10^6$  km rendű és így az ütközés általi disszociáció nem jöhet tekintetbe. Ha fotokémiai disszociációt tételezünk fel, akkor a nagy sebességeket is meg tudjuk magyarázni. Laboratóriumi kísérletekből ugyanis ismeretes, hogy ilyen bomlási folyamatoknál a keletkezett részek többnyire olyan kinetikus energiával rendelkeznek, amely a normális termikus kinetikai energiaértékeket jóval felülmulják. Ezt az (ú. n. relatív) energiát a beeső sugárzásból mérik. Laboratóriumból jól ismert példa erre az  $O_2$  molekula. Ha



7. ábra.

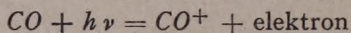
Az üstökös schematikus vázlata Wurm szerint (üstökös, mag, fej, csóva).

az oxigént  $\lambda 1751 \text{ \AA}$  vagy rövidebb hullámhosszú fényvel világítjuk meg, abszorpció útján az  $O_2$  molekula két oxigénatomra bomlik fel. Ezek közül az egyik a  $^3P$  alapállapotban, a másik az  $^1D$  metastabilis állapotban van. A  $\lambda 1751$  foton energiája 7.05 Volt. Ha csak ennek a hullámhossznak megfelelő monokromatikus sugárzást alkalmazunk, a relatív energia zérus. Ha azonban kissé nagyobb energiájú sugárzást is alkalmazunk, akkor az abszorpciótól eltekintve, a két oxigénatom kinetikus energiát is felvesz, amelyet pedig úgy kapunk meg, ha a foton energiájából 7.05 Voltot vonunk le. Az oxigén abszorpció spektrumában ez a jelenség akként nyilvánul meg, hogy  $\lambda 1751 \text{ \AA}$  hullámhossznál folytonos abszorpciós sáv kezdődik, amely a rövid hullámok felé legalább  $\lambda 1300$ -ig, de valószínűleg még ennél is sokkal tovább nyúlik. A hosszú hullámok felé az abszorpciós sáv  $\lambda 1751$ -nél éles határral bír és ettől a hullámhossztól kezdve az oxigénmolekula diszkrét sávok spektruma jelentkezik annak a ténynek megfelelően, hogy  $\lambda > 1751 \text{ \AA}$  esetén az oxigénmolekula nem disszociál,

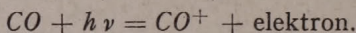
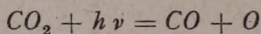
<sup>1</sup> Wurm: Beitrag I. és II.

hanem az abszorbeált energiát újból kisugározza.  $\lambda$  1300 hullámhossznál a disszociáció útján keletkező oxigénatomok összesen 1.2 Volt<sup>1</sup> megfelelő relatív energiát vesznek fel. Ha tehát a besugárzott fény spektruma  $\lambda$  1751 és  $\lambda$  1300 között folytonos, akkor a disszociáció útján keletkezett oxigénatomoknál 0—1.2 Volt<sup>1</sup> megfelelő relatív energiaértékeknek kell fellépni. Mivel azonban az abszorpció minden valószínűség szerint még  $\lambda$  1300 hullámhossznál kisebb értékekre is kiterjed, bizonyára még ennél magasabb relatív energiák is fellépnek.

A csóvában fellépő  $CO^+$  molekula keletkezését nagyobb nehézségek nélkül lehet megmagyarázni. Fontos az a tapasztalati, laboratóriumi vizsgálatok alapján jól ismert tény, hogy ha a szén oxigénnel kerül érintkezésbe, mindig keletkezik  $CO_2$  és  $CO$  is és ezek a gázok, ha csak nyomokban is, mindig megmaradnak. (Ha például a szén alacsony hőmérséklet mellett oxigént nyel el, felmelegítés után nemcsak  $O_2$  szabadul fel, hanem mindig  $CO_2$  és  $CO$  is.) Így valószínű, hogy a magból a felmelegedés folytán kiáramló gázokban mind  $CO_2$ , mind pedig  $CO$  fellép. Ez utóbbiból a  $CO^+$  molekula egyszeres fotoionizáció útján közvetlenül keletkezik:



és  $CO^+$  ezenkívül a foton energiájából kinetikus energiát is meríthet. A  $CO^+$  molekula azonban más módon is keletkezik, mégpedig a  $CO_2$  molekulából a következő folyamatok során:



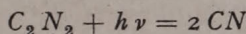
Laboratóriumi kísérletek mutatják, hogy az első folyamatban szereplő széndioxid abszorpciós spektrumában  $\lambda$  1610-től kezdődően a rövid hullámok felé tökéletesen folytonos abszorpciós sáv lép fel, amely éppen az első egyenletnek megfelelő disszociációs folyamatra vonatkozik.  $CO_2$ -nek  $CO$ -ra és  $O$ -ra való felbontásához 5.5 Volt energia szükséges. Ebből következik, hogy a két komponens relatív energiája már  $\lambda$  1610 hullámhossznál is 1.05 Volt. Az abszorpció LEIFSON szerint kiterjed  $\lambda$  1215-ig, sőt valószínűleg ennél jóval tovább is (csak az alkalmazott kísérleti berendezéssel nem lehet ennél tovább követni) és ebből kifolyólag 1.6 Volt ( $\lambda$  1610) és 4.5 ( $\lambda$  1215) értékű, vagy még ennél nagyobb relatív energiák is fellépnek. Ha tehát a magból kiáramló primér molekulák közt a  $CO_2$  molekula is fellép, akkor a belőle disszociáció útján keletkező  $CO$  molekula sebességére 2—4 km/sec adódik.

<sup>1</sup> 1 Volt<sup>1</sup>nak  $1.6 \times 10^{-12}$  erg energia felel meg, amiből a sebességeket könnyen ki lehet számítani.

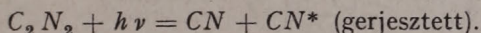
Ez az érték a termikus kiáramlási sebességnél (kb. 0.5 km/sec) jóval nagyobb. Az ionizáció után pedig a  $CO^+$  molekula sebessége még nagyobb értéket vehet fel.

Láthatjuk, hogy  $CO^+$  molekulák általában kétféle módon is keletkezhetnek. Ez a megállapítás rendkívül fontos. Az üstökös csóvák Bredichin-féle elmélete ugyanis abba a nehézségbe ütközött, hogy több esetben különböző típusú csóvák spektruma megegyezett egymással. A különböző keletkezésű  $CO^+$  molekulák sebessége természetesen szintén különböző és így érthető, hogy azok különböző típusú csóvákat alkotnak.

Míg a  $CO^+$  molekulák keletkezésének magyarázata meglehetősen egyszerű, a csóvában fellépő  $N_2^+$  valamint a fejben fellépő  $C_2$  és  $CN$  molekulák keletkezését eddig nem tudjuk teljes biztonsággal megmagyarázni. WURM úgy véli, hogy ezek a molekulák disszociáció útján a dician ( $C_2 N_2$ ) molekuláiból jöhetnek létre. Némiképp alátámasztják ezt a nézetet HOGNESS és LIN-SHENG-TSAI kísérletei, akik kimutatták, hogyha a diciánt olyan fényvel világítjuk meg, amelynek hullámhossza 2240 Å és 2145 Å közt van, disszociáció útján cían keletkezik :



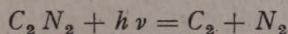
vagypedig



Nem sikerült eddig eldönteni, hogy a keletkezett cíanmolekulák közül legalább egy gerjesztett állapotban van-e vagy sem. A cíanmolekula gerjesztésénél mindenesetre csak a vörös ciánsávok  ${}^2\Sigma$  felső termje jöhet tekintetbe, amint azt WURM részletesebben is megokolja.

A dician abszorpciós spektrumában fellépő jelenségek azonban az előbbiekhöz képest nagyon bonyolultak. A disszociáció itt is abszorpciós sávban jelentkezik, a sáv határa azonban a hosszú hullámok felé nem éles, a sáv vége diffúz. Maga a disszociáció is kétségtelenné teszi azonban, hogy a keletkező  $CN$  molekulák bizonyos relatív energiával rendelkeznek. E tekintetben a vizsgálatok nagyon hiányosak még és csak azt tudjuk, hogy ezek az energiák 0.86 Voltnál mindenesetre nagyobbak és valószínűleg felülmulják a 2 Volt értéket is. Nem tudjuk azonban megadni a maximális energiaértéket.

A dician kiáramlásával esetleg a  $C_2$  és  $N_2^+$  molekulák keletkezését is meg lehetne magyarázni. Feltételezhetjük a



folyamatot és akkor az  $N_2^+$  keletkezésének magyarázata sem okoz nehézséget. Mindenesetre le kell azonban szögezni, hogy ezt a fotokémiai folyamatot eddig nem sikerült kísérletileg igazolni.

A dicián rezonancia-sávjai az ultraibolya részben vannak és észlelni nem lehet őket. Ezért nem lehet a dicián kiáramlását a magból — ha az tényleg történik is — közvetlenül igazolni. Az is lehetséges, hogy a kiáramló gáz nem dicián, hanem a szénnek és a nitrogénnek komplikáltabb vegyülete. WURM elmélete azonban mindenképen alkalmas arra, hogy a nagy kezdősebességeket megmagyarázza.

A primér kiáramló gázok a magot veszik körül és gömbalakú burkot képeznek körülötte. A gömb sugarát ugyanúgy, mint a fejnél, a kiáramlás sebessége és a molekulák közepes élettartama határozza meg. Ennélfogva a burok terjedelmének a Naphoz való közeledésnél csökkennie, a perihélium-átmenet után pedig ismét növekednie kell, ugyanúgy, mint az üstökösfej átmérőjének. A jelenség gyakorlati igazolása a mag és a burok diffuz volta miatt nagy nehézségekbe ütközik ugyan, egyes esetekben azonban mégis sikerült.

Ha a  $v_1$  kilépési sebesség mint a primér gázmolekulák kiáramlási sebessége és a disszociáció útján keletkezett molekulák  $v_2$  sebessége közt, mint szükséges, különbséget teszünk, akkor az üstökösfej átmérőjére kissé eltérő értéket kapunk, mint az egyszerűbb feltevéseknel. Ha a megfelelő közepes élettartamokat  $\tau_1$ -el és  $\tau_2$ -vel jelöljük, akkor a fej átmérője

$$R = v_1 \cdot \tau_1 + v_2 \tau_2.$$

Míg  $v_1$  értéke termikus kiáramlásnál a Naptól mért távolság függvénye, addig  $v_2$  e távolságtól független,  $\tau_1$  és  $\tau_2$  pedig a távolság négyzetével arányosak.

Kolbenheyer Tibor

## ISMERTETÉSEK

**A göttingeni kollokvium.** Az Astronomische Gesellschaft idén elmaradt bonni összejövelete helyett a német csillagászok október 2-i göttingeni kollokviumukat a szokottnál szélesebb keretben tartották meg és külföldi csillagászokat is meghívtak. A körülbelül 70 német csillagász mellett 7 olasz, 1 bolgár, 1 dán és 3 magyar csillagász jelent meg.

A kollokvium két főtémája a Nap fizikája és a csillagspektrumok voltak. Ten Bruggencate összefoglaló előadást tartott a legújabb napfizikai kutatásokról, elsősorban a granulációról és a napfoltok színképéről a potsdami napfizikai obszervatóriumban végzett vizsgálatokról. Majd Siedentopf új laboratóriumi vizsgálatok alapján újabb támpontokat hozott fel annak a nézetnek bizonyítására, hogy a granuláció celluláris konvekciós áramokból származik, míg napfoltok ott keletkeznek, ahol a stabilis konvekció átmeny turbulenciába. Az előadást követő diskusszió rávilágított a magyarázat ama nehézségére, hogy míg a napfoltok követik a 11 éves periodust, addig a granuláció nagyjából mindig ugyanolyan.



Kiepenheuer előadta új elméletét a napsugárzás ultraibolyatöbbletére. Mint ismeretes, a napsugárzás az ultraibolyában kb.  $10^6$ -szor erősebb, mint a színekép fotografiai és látható részéből levezetett Planck-féle sugárzás volna. Ez a többlet a fáklyák sugárzásától származik. Néha napfoltok közelében a Nap kis területére kiterjedő ú. n. kromoszféra-erupciók rövid időre még tetemesen növelik az ultraibolya-sugárzást és ennek következtében áll elő a Dellinger-effektus. Kiepenheuer szerint a főleg hidrogénből levő mozgó gáztömegek a napfoltok mágneses terében erősen lelassudnak és a felszabaduló mozgási energia az atomok ionizálására fordítódik. Az ionok és elektronok rekombinálásánál előálló sugárzás, amely főleg a Lyman-kontinuumból és a  $L_{\alpha}$ -vonalból áll, okozza főleg az erős ultraibolya-excesszust.

Biermann a konvekciós csillagmodellekről beszélt. Unsöld részletesen előadta  $\tau$  Scorpii B-típusú csillag légkörének kémiai összetételéről végzett vizsgálatait. Magas hőmérsékletű csillagokra a könnyű elemek gyakorisága sokkal kielégítőbben meghatározható, mint pl. a Napnál, mert a magas hőmérséklet mellett az elemek hidrogénszerű ionjainak vonalai is fellépnek, ezekre pedig ismerjük az átmeneti valószínűségeket. Unsöld eredményei szerint  $\tau$  Scorpii légkörében a hidrogén gyakorisága körülbelül egy nagyságrenddel nagyobb, mint a héliumé, de a következő könnyű elemek már három nagyságrenddel kisebb atomszámmal szerepelnek, mint a hélium. A szén és nitrogén relatív gyakorisága megfelel a Bethe-féle energiatermelési elméletnek.

Úgy látszik, a hidrogén nem minden csillag légkörében túltengő. Wurm előadásában rámutatott, hogy az R-típusú csillagok légkörében a hidrogén alig gyakoribb, mint a szén, sőt a H. D. 182040 csillagban a hidrogén gyakorisága kisebb, mint a széné. (Wurm előadása azóta megjelent a «Die Naturwissenschaften» c. folyóiratban és azt alább külön cikkben ismertetjük.)

Kienle a folytonos színeképekről adott elő, elsősorban a nem rég befejeződött göttingeni spektrálfotometriai vizsgálatokról. A Nap folytonos színeképéről érdekes új eredmény, hogy az intenzitáseloszlás, az abszorpciós vonalaktól eltekintve,  $\lambda$  2900-ig az ultraibolyában is követi a  $6000^{\circ}$ -os Planck-görbét.

A kollokvium résztvevői megtekintették a göttingeni és a hainbergi obszervatóriumokat, a matematikai intézetét és Pohl fizikai praktikumát.

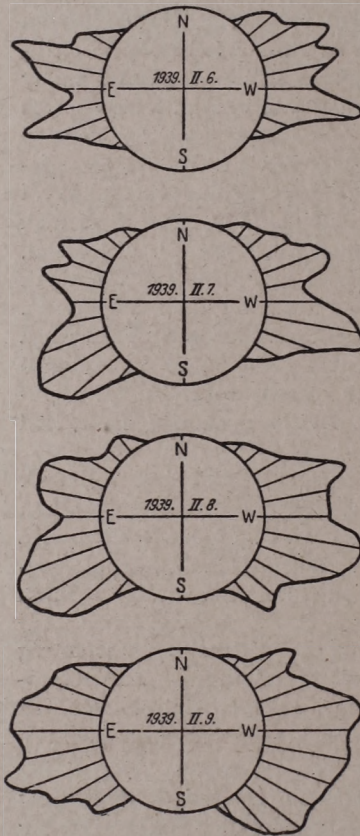
D. I.

**A napkorona alakjának változásai.** A napkorona alakja és ennek változásai már a múlt század vége felé magára vonták a csillagászok figyelmét. Ranyard (1881) és Hansky (1887) kimutatták a napkorona alakjának a napfoltokkal való összefüggését. Részletesebb vizsgálatok azonban nem voltak lehetségesek, mivel a koronát csak napfogyatkozások alatt tudták észlelni. Különösen a napkorona egyes részeinek mozgása vonta magára az észlelők figyelmét. Először a fogyatkozás elején és végén készített felvételek összehasonlításából próbálták a koronarészek moz-

gásának sebességét meghatározni. Ez az időköz azonban túlrövidnek bizonyult. Ezért az 1905.-i napfogyatkozás alkalmával a Lick-obszervatórium két expedíciót szervezett, amelyek a napkoronáról, két különböző helyről készítettek felvételeket, 70 perc időközben. Később, az 1926-i napfogyatkozások alatt mások is végeztek hasonló méréseket. Azonban ezek az észlelések nem tudtak világos képet nyújtani a nap-

korona változásairól. Egyedül csak egy koronaív sebességét tudták belőle meghatározni és ez 20 km/sec-nak adódott. A koronaalak változásának a sebességéről pedig megállapították, hogy 2 km/sec alatt van.

A napkorona vizsgálatában igen nagy haladást jelentett a koronográf fel-találása, mivel ezzel lehetővé vált a korona észlelése a fogyatkozásokon kívül is. M. Waldmeier<sup>1</sup> a zürichi csillagda arosai megfigyelő állomásán másfélévi észlelések alapján vizsgálja a korona alakjának a változását. Igen előnyös a napkoronát monokromatikus fényben észlelni, mivel ezáltal a légkör zavaró hatása csökken. Erre a  $5303 \text{ \AA}$  hullámhosszú koronavonal fénye a legalkalmasabb. A korona alakjának a felrajzolása a következőképpen történik. A napkorong képén a napkorong szélén mért intenzitásokat radiálisan mérjük fel, mégpedig nagyított értékben, mivel így a korona alakja sokkal jobban látható. Az 1. ábrán négy, ilyen módon felrajzolt napkoronát mutatunk be. Ezeken az ábrákon láthatjuk a napkorona jellegzetes alakját az  $5303 \text{ \AA}$  hullámhosszú koronavonal fényében. A napkorona négy fősugárból áll, amelyek a napfoltzónák felett lépnek fel. Az ekvátor felé a sugár intenzitása csökken, a



1. ábra.

pólus környékén pedig egészen eltűnik. Ez a jellegzetes alak azonban nem állandó, hanem fellépnek ezek mellett más sugarak is, amelyek a korona alakját változtatják. Ezeknek a sugaraknak az élettartalma pár órától hetekig változik. Az 1. ábrán a korona négy egymásutáni napon van feltüntetve. A 6.-i és 7.-i alak még hasonló egymásra, de amint látjuk, 9.-én az ekvátor környékén erős sugarak lépnek fel, és ezáltal a korona alakja egészen megváltozik.

<sup>1</sup> Z. für Astrophys. 20. 195. 1940.

A korona alakjának a változása két okra vezethető vissza. Először is a koronasugarak intenzitásának a reális változására és a Nap forgása által előidézett változásokra.

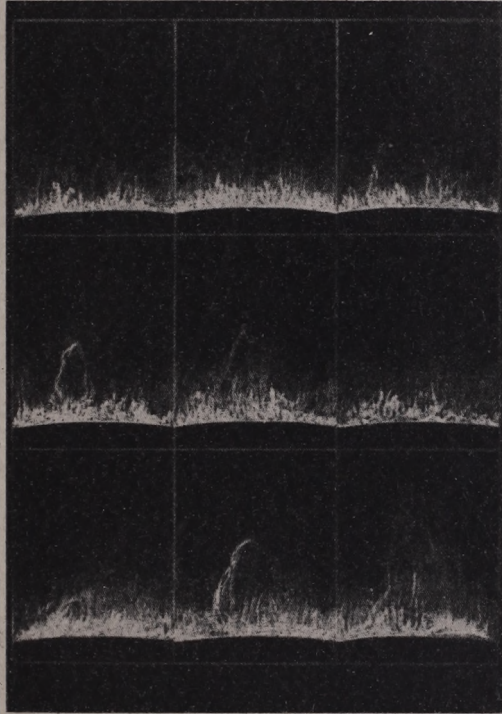
A korona alakjának változásai sokszor napokon keresztül a Nap forgására vezethetők vissza, ami a koronasugarak stabilitására utal.

Egy napon belüli változások azonban már reális változásoknak tekinthetők, mivel itt a Nap forgásának a befolyása már nem játszik nagy szerepet. M. Waldemeier egy statisztikai módszert dolgozott ki, amely segítségével a koronasugarak közepes élettartamát állapítja meg. A Nap forgását is tekintetbe véve, a sugár közepes élettartamára 1,9 napot kapunk, ha a naponta keletkező sugarak számát 8-nak vesszük, ami a legvalószínűbb érték. Ezen középérték körül az eloszlás a következő: sok a rövidebb és kevés a hosszabb élettartamú sugár. A koronasugár fejlődése, hasonlóan a napfoltokéhoz képest, rövidebb, mint a visszafejlődése. A keletkezéstől a maximális intenzitásig eltelt idő úgy aránylik a maximum és eltűnés közötti időhöz, mint 1 : 3.

A korona szerkezetét a protuberancia-spektroszkoppallehet vizsgálni.

A 2. ábrán a korona egy igen aktív részének a fényképeit mutatja az  $5303\text{Å}$  hullámhosszú koronavonal fényében. Az első és utolsó felvétel közt eltelt idő  $5^h 10^m$ . Ez alatt az idő alatt két koronaív keletkezett és oszlott szét, amint az az ábrán jól látható (a képek vízszintes sorrendben következnek egymásután). Az ívek sebessége  $10\text{ km/sec}$ -nek adódott, ami a korona esetén a sebességek felső határának tekinthető. A koronában a leggyakoribb észlelt sebességek  $5\text{ km/sec}$  körül vannak és ez jól megegyezik a Doppler-effektus segítségével megállapított sebességekkel.

Guman István



2. ábra.

A H. D. 182040 csillag színképe. Az  $R$  és  $N$  típusú csillagok spektrumai közt mutatkozó összefüggések vizsgálatával kapcsolatban WURM<sup>1</sup> nagyszámú  $R$  és  $N$  típusú csillagspektumot vizsgált meg. Közülük egy egészen különleges, elméleti szempontból is fontos csillagot (H. D. 182040) emel ki, amely minden kétséget kizáróan az  $R$  típushoz tartozik, de színképe mindamellett igen jellegzetes eltéréseket is mutat e típus eddig ismert többi csillagával szemben.

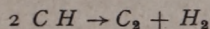
$R$  típusú csillagoknál a spektrum  $\lambda 4000 \text{ \AA} - 5000 \text{ \AA}$  közti részére jellemző sávok a  $C_2$  molekulától ( $\lambda 4736, \lambda 4383$ ), a  $CH$  molekulától ( $\lambda 4315$ ) és a  $CN$  molekulától ( $\lambda 4216$ ) származnak. A típus csillagait  $R_0$ -tól  $R_9$ -ig tíz alosztályba szokás beosztani. Növekvő index-értékeknél a felületi hőmérséklet csökken és a  $CN$ , valamint  $C_2$  abszorpciós sávok erősbödnek. Az  $R_0$  alosztálynál a felületi hőmérséklet  $4400 - 4600^\circ$  és ezt az értéket csak néhány esetben múlja egy kissé felül, az  $R_8$  és  $R_9$  osztályoknál azonban lényegesen alacsonyabb, értéke kb.  $2500^\circ$ .

A H. D. 182040 csillag spektrumát illető adatokat még 1916-ban tette közzé RUFÜS, aki egyszersmind rá is mutatott az  $R$  típusal szemben mutatkozó jellegzetes eltérésekre annak ellenére, hogy a csillag az  $R_0$  típushoz tartozik. Ha a csillag spektrumát a H. D. 156074 csillagével hasonlítjuk össze, amely szintén az  $R_0$  típushoz tartozik (l. a mellékelt ábrát), rögtön feltűnik, hogy H. D. 182040 színképében hiányzik a  $\lambda 4315$  sáv (ú. n.  $G$ -sáv), amely mint említettük, a  $CH$  molekulának felel meg és minden más ismert  $R$ -csillag színképében fellép. Hiányzik ezenkívül még a  $H_\beta$  hidrogénvonal is. RUFÜS annakidején tizenegy  $R$  típusú csillag színképét mérté ki és azt találta, hogy ezek közül a H. D. 182040 az egyedüli, amelynek spektrumában mind a  $G$ -sáv, mind pedig a  $H_\beta$  vonal hiányzik. Ezzel szemben, amint a képen is jól lehet látni, a  $CN$  és  $C_2$  sávok lényegesen erősebbek, mint H. D. 156074 színképében. Ettől eltekintve azonban, amint azt a kimért vonalak vizsgálata mutatja, a két csillag spektruma egymástól alig tér el. WURM szerint némi fontosságot lehet esetleg még tulajdonítani a  $\lambda 4771.37$  vonalnak (a hullámhossz értékét RUFÜS határozta meg), amely H. D. 182040 színképében (a képen nyíllal megjelölve) gyengén lép fel, míg H. D. 156074 spektrumában teljesen hiányzik. Ez a vonal minden valószínűség szerint azonos a szénspektrum  $\lambda 4771.71$  vonalával, amelynek az összes szénvonalak közül a legerősebbnek kell lennie és amelynek gerjesztési potenciálja kb. 7 Volt. Bár az eltérés a mérési hibák határára belül van, azért WURM szerint a két vonal azonossága egyelőre még nem egészen kétségtelen és a hullámhossz pontosabb meghatározására volna szükség.

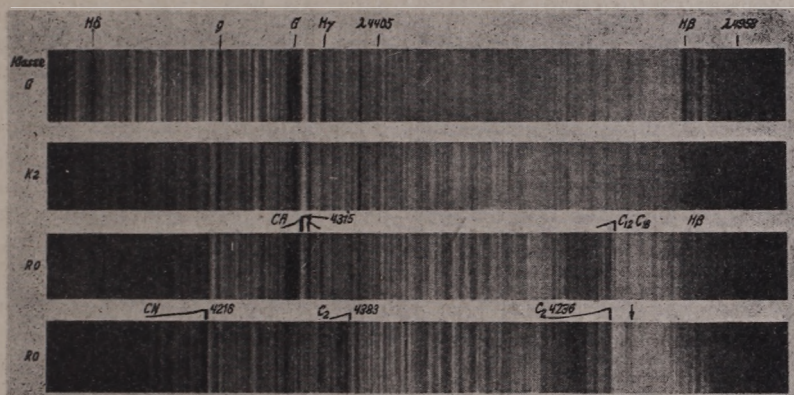
Arra lehetne gondolni, hogy a H. D. 182040 csillag atmoszférájában a nyomás és a hőmérséklet a többi  $R_0 - R_9$  típusú csillagtól eltér. WURM azonban rámutat, hogy ez a feltevés sem elegendő ahhoz, hogy a  $CH$ -sáv hiányzását és a  $CN$ , valamint  $C_2$  abszorpciós sávok erősbödését meg tudjuk magyarázni. E jelenségeket csak úgy lehet megérteni, ha feltételezzük,

<sup>1</sup> K. Wurm: Das Spektrum des  $R_0$  Sternes H. D. 182040. Die Naturwissenschaften 29, 686. (1941.)

hogy a csillag atmoszférájának összetétele lényegesen eltér a többi *R*-csillag atmoszférájának összetételétől. A *CH* sávok eltűnését



disszociációra lehetne visszavezetni és a disszociáció-egyensúlyelmélet szerint ennekfolytán a sávnak alacsonyabb hőmérsékletnél gyengébbnek kellene lennie. Csakhogy a *G* sáv még az *R<sub>3</sub>* és *R<sub>0</sub>* alosztályokba tartozó csillagok színképében is fellép, amint azt SHANE kétséget kizáróan kimutatta. Ezenkívül pedig kétségtelen, hogy a csillag *R<sub>0</sub>* típusú. Ennek az alosztálynak megfelelő felületi hőmérséklet körül pedig, ha a hőmérséklet



A H. D. 182040 csillag (legalsó kép) és a H. D. 156074 csillag (alulról a második) spektruma. Felülről az első *G*, a második *K*-típusú spektrum.

vagy a nyomás változik, a *CN* és *C<sub>0</sub>* sávok erősségének egyrészt és a *CH* sávének másrészt egy irányban kellene változnia. Ha tehát a *CH* sáv gyengébb, mint más *R* csillagoknál, akkor a *CN* és *C<sub>2</sub>* sávoknak is gyengébbeknek kellene lenniök. WURM szerint nem marad más magyarázat, mint a feltevés, hogy a H. D. 182040 csillag atmoszférájában a hidrogén gyakorisága a szénével (valamint nitrogénével) szemben sokkal kisebb, mint más *R* típusú csillagok atmoszférájában. E mellett a feltevés mellett szól különben a *H<sub>β</sub>* vonal eltűnése is.

WURM rámutat, hogy az *R* típusú csillagoknál a hidrogén és a szén gyakoriságának viszonya *H* : *C* feltétlenül kisebb, mint az ugyanannak a hőmérséklet-intervallumnak megfelelő más típusoknál, pl. a *K* típusnál. Ha ugyanis az atmoszféra összetétele a hidrogén, szén és nitrogén relatív gyakoriságát illetően mindkét típusban azonos lenne, akkor e három elem-ből képződött vegyületek színképsávjainak intenzitása legalább is az *R<sub>0</sub>*–*R<sub>3</sub>* és a *K* típusoknál majdnem tökéletesen megegyezne. A valóságban ezzel szemben az *R* típusú csillagok színképében éppen a *CN* és *C<sub>2</sub>* sávok sokkal erősebbek, mint a *K* színképtípusban. WURM ebből arra következtet, hogy az *R* típusú csillagoknál legalább is a szén gyakorisága nagyobb, mint a *K* típusúaknál. Becslése szerint az *R* típusnál a hidrogén és a szén

gyakoróságának viszonya 10—30 lehet, míg a nitrogén gyakorisága a szénével legalább is egyenlő, de valószínűleg kissé nagyobb.

A G-sáv egyébként más olyan típusoknál is hiányzik, amelyek hőmérséklet-intervalluma nagyjából megegyezik az R típuséval, tehát a K, M és S típusoknál. Itt azonban az oxigén nagy gyakorisága játszik fontos szerepet. A CO molekula lényegesen nagyobb kötési energiájának megfelelően a szén majdnem kizárólag a szénmonoxid keletkezésénél használódik fel, míg az oxigénfőlöleg még fémoxidok (TiO, ZrO, ScO) keletkezését teszi lehetővé, amelyek sávjai e színképtípusokra jellemzők. CH molekulák így C hiányában nem jöhetnek kellő számban létre.

A G-sáv eltűnése a H. D. 182040 csillag színképében arra a következtetésre kényszerít, hogy a csillag atmoszférájában a H:C viszony lényegesen alacsonyabb, mint a többi R csillagnál. Pontosabb mérési adatok híján e viszonyra csak egészen durva becslést lehet végezni. WURM szerint a hidrogén gyakorisága alig nagyobb a szén és a nitrogén gyakoriságánál (de semmiesetre sem kisebb). Minthogy az egyes R típusú csillagoknál a hidrogén gyakoriságában némi eltérések mutatkoznak, WURM nézete szerint a H. D. 182040 csillagot nem kivételes, hanem inkább extrém esetnek kell tekinteni.

*Kolbenheyer Tibor*

## KÖNYVISMERTETÉS

**Kulin György**: *A távcső világa*. A kir. M. Természettudományi Társulat kiadványa. 1941. 688 lap.

Hazai népszerű csillagászati irodalmunknak igen nagy nyeresége Kulin most megjelent kétkötetes munkája. A magyar csillagászati irodalom ugyan nem szűkölködik népszerű könyvekben, mégis a most napvilágot látott mű, mint egy régi hiány kielégítésére hivatva, hézagpótlónak tekinthető. Az eddig megjelent népszerű könyvek ugyanis általában leíró jellegűek voltak, melyek a csillagvilág leírására, a nagy csillagvizsgálók műszereivel és a csillagásztudósok íróasztalánál elért eredmények ismertetésére szorítkoztak, de nem volt oly magyar könyv, mely azt nyújtotta volna, amit a műkedvelő csillagászok avagy olyan érdeklődők, kik amatőrösködni szerettek volna, már régen igen nagyon nélkülöztek. Tudniillik azt, hogy hogyan végezhetnének ők maguk is megfigyeléseket és gyönyörködhetnének saját kis távcsőiken keresztül is abban, amit eddig csak képben láttak vagy amiről csak olvastak. Ezt nyújtja a könyv, de még többet is: útmutatást arra, hogy a műkedvelő hogy juthat el odáig, hogy megfigyelései ne csak gyönyörködésére szolgáljanak, hanem azok tudományos értékkel is bírjanak. Vagyis hogy a műkedvelő csillagász idővel a szakcsillagász munkatársává váljék. Tudvalevő, hogy a csillagászatnak számos területe van, hol az amatőrök igen hasznos tevékenységet fejthetnek ki. Elég csak a változó csillagokat említeni, melyek megfigyelése körül a műkedvelő csillagászok igazán értékes munkát végeztek.

Reméljük, hogy Kulin szóbanforgó sikerült munkája sok új műkedvelő csillagászt fog nevelni s hasznos útmutatásaival azoknak munkáját

a helyes irányba terelni. Ebből a szempontból különösen ki kell emelni a «Csillagászati távcsövek» és Kulin munkatársa, Haeffner Tivadar tollából kikerült «A távcsökekészítés» című fejezeteket. Az előbbi fejezet 83 oldalon megadja mindazt, amit az amatőrnek a távcsövekről tudnia kell és amit eddig könyvekben hasztalan keresett és sehohsem talált meg. A másik 72 oldalas fejezet meg megtanítja arra is, hogy kellő kitartással és kis költséggel hogyan készíthet sajátkezűleg magának távcsövet. Azt hisszük, ezeket a fejezeteket minden amatőr nagy örömmel fogja üdvözölni és nagy élvezettel áttanulmányozni.

A mű többi fejezete sorra veszi a csillagos ég objektumait, a szokott sorrendben (Nap, Hold, bolygók, meteorok, üstökösök, stb.), de azzal a kiegészítéssel, hogy minden egyes fejezetnél az ismertetés mellett útmutatást is ad az illető égitestnek a megfigyelésére is. Egy még előbbi fejezet meg az első tájékozódást adja a csillagképek között az égen. Csillagtérképet és holdtérképet is találunk a munkában, ezenkívül 64 különféle táblázat nyújtja a leggyakrabban szükséges, részben az amatőr által csak nehezen hozzáférhető adatokat.

A mű végén rendkívül hasznos összeállítását találjuk a népszerű csillagászati folyóiratok, évkönyvek, csillagtérképek, magyar és idegen nyelven írt népszerű munkák címeinek. Ennek az összeállításnak az áttanulmányozása bizonyára számos olvasót fog arra buzdítani, hogy ismeretei bővítésére az itt felsorolt könyvek közül nem is eggyel bővítse könyvtárát s gazdagítsa ismereteit.

Végül külön is felhívjuk a figyelmet az asztrológiáról szóló 80 oldalas fejezetre. Ez az igen élvezetesen megírt kis tanulmány nemcsak ügyes összefoglalását adja az asztrológiának, hanem — kimutatva tarthatatlanságát — annak tárgyilagos bírálatát is. Mint első ilyen magyar nyelvű kritikai tanulmányt, örömmel kell üdvözölnünk, egyúttal remélve, hogy ez a cikk jó szolgálatot fog tenni a nagyközönség körében ily tárgyú komolytalan munkák elbírálásában, melyek a tévtanról legujabban magyar nyelven is egyre nagyobb számmal kezdenek elburjánozni. L. K.

**Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften. Bd 19. 1940.** Berlin. Verlag von Julius Springer. RM 29.60. 333. o. A kötet első és leghosszabb cikke csillagászati tárgyú, Schönberg és Lambrecht az intersztelláris anyagokról írtak hosszabb ismertetést. És pedig Schönberg a szilárd intersztelláris anyagokat dolgozta fel, Lambrecht az emissziós ködöket. Érthetetlen, hogy a referátumból teljesen kimaradt a stacionárius színképvonalak és ezzel kapcsolatban az intersztelláris gázfelhők tárgyalása, holott a megfigyelési anyag éppen ezen a téren a leggazdagabb és a legutóbbi időben az elmélet is igen szép eredményeket ért itt el. Ezzel szemben a szerzők saját vizsgálataikat túl bőven közlik, ez különben olyan hiba, amelybe majdnem minden referáló beleesik. Az V. fejezet nyugodtan elmaradhatott volna. Az 5. oldalon a szerzők szerint a nyílthalmazok távolságát a bennük levő  $\delta$  Cephei-csillagokból határozzák meg, holott nyílthalmazokban nincsenek is változó csillagok!

Ezekről a hibáktól eltekintve a cikk kitűnő összefoglalást ad az interstelláris abszorpció elméletéről (II. fejezet) és a reflexiós ködökről (IV. fejezet), de különösen értékes a VII. és VIII fejezet az emissziós ködökről, csupán a Mc Donald csillagdán végzett vizsgálatokra kellett volna bővebben kitérni.

A kötet többi referátuma ugyan fizikai tárgyú, de a fizika olyan területeiről, amelyek csillagászok számára is nagy fontosságúak. Különösen áll ez Gentner: Die Erzeugung schneller Ionenstrahlen für Kernreaktionen és Mattauach: Massenspektrographie und ihre Anwendung auf Probleme der Atom- und Kernchemie c. cikkeire. Minthogy az elektronmikroszkóp valószínűleg rövidesen bevonul a csillagászatba is, nem érdektelen csillagászati szempontból Borries és Ruska: Mikroszkopie hoher Auflöschung mit schnellen Elektronen c. referátuma sem. D. L.

## SZAKOSZTÁLYI ÜGYEK

A Szakosztály október havi előadói ülése a tisztikar egy részének külföldön való tartózkodása miatt elmaradt. A november 12-i ülésen Strommer Gyula tagtárs «Újabb vizsgálatok a Nap és a csillagok folytonos színekéről», Guman István pedig «Újabb vizsgálatok csillaghalmozokról» címmel adott elő. Utóbbi előadás következő számunkban megjelenik. Strommer Gyula tagtárs előadásában részletesen ismertette a göttingeni spektrálfotometriai vizsgálatokat, majd a Nap folytonos színekébe az intenzitáseloszlásra vonatkozó legújabb vizsgálatokat. Kitért a változó csillagok és a nóvák spektrálfotometriájára, továbbá az interstelláris anyagok okozta fénygyengítés hullámhossztörvényére vonatkozó vizsgálatokra.

December 19-én tartott ülésünkön Dezső Loránt «Polarizációs monokromátorok csillagászati alkalmazásai» címmel adott elő. Részletesen ismertette az Öhmann-féle forgató spektrográf elvét és elméletét, továbbá az újabb polarizációs monokromátorokat. Majd ismertette ezek alkalmazását a csillagok színének és radiális sebességének meghatározására, de főleg a protuberanciák és a napkorona vizsgálatára. Az előadás után Detre László a göttingeni kollokviumról számolt be röviden.

## HIREK

J. STOBBE-t, a kielii egyetem rendkívüli tanárát kinevezték a poseni egyetem csillagászati tanszékére rendes tanárnak.

K. WALTER-t, a potsdami csillagda asszisztensét, kinevezték a krakói egyetem csillagászati tanszékére rendkívüli tanárnak.



Mint ujságcikkekből értesültünk, a palomari csillagda 5 méteres tükrét a japán-amerikai háború kitörésekor leszerelték és biztonságosabb helyre szállították. Hosszú idő óta ez az egyetlen hír, amely a nagy teleszkópról hozzánk került.

## SZERKESZTŐI ÜZENETEK

Tagsági vagy előfizetési díjjal hátralékos tagtársainkat és előfizetőinket kérjük a hátralék szíves átutalására.

Minden közérdekű csillagászati kérdésre a szerkesztői üzenetek között, vagy a lap más helyén választ adunk.

Műkedvelő csillagászoknak csillagászati műszerek beszerzésére vagy ilyenek eladására vonatkozó hirdetéseit folyóiratunkban díjmentesen közöljük.

**Műkedvelő csillagász** 10—12 cm nyílású refraktort keres megvételre. Ajánlatok a szerkesztőséghez küldendők.

**Többek** érdeklődésére közöljük, hogy a távcső házi előállításához szükséges anyagok a következő helyeken szerezhetők be:

Úveganyag: «Siküveg» nagykereskedés Bpest, Szabadság-tér 15., vagy Forgó és Társa Bpest, Dohány-u. 16/18.

Vegyszerek ezüstözéshez: Dr. Deér Endre Bpest, IX., Ráday-u. 18.

Csiszolóanyagok: Kund Ágoston Bpest, VII., Rózsák-tere 3.

Okulárok: ifj. Jurány Henrik Bpest, IV., Váci-u. 40.

A tükör készítéssel kapcsolatban felmerülő kérdésekre lapunk útján szívesen adnak választ a szerzők.

# TÁRGYMUTATÓ.

<b>1. Személyi hírek.</b>	<b>Oldal</b>
Blahó Magda .....	47
P. ten Bruggencate .....	48
W. Becker .....	47
Dezső Loránt .....	47
O. Heckmann .....	47
J. Hellerich .....	48
F. W. H. Ludendorff † .....	80
J. Peters † .....	131
J. Stobbe .....	165
K. Walter .....	165
K. Wurm .....	47
<b>2. Történeti cikkek.</b>	
Nagy Károly és bicskei csillagvizsgálója .....	81
<b>3. Csillagászati műszerek, csillagdák.</b>	
A Svábhegyi Csillagvizsgáló Intézet 1940. évi működése ....	1
Csillagászati fényelektromos fotometria .....	63
A szemmel észlelhető legkisebb fényességkülönbség .....	122
A palomarhegyi 5 m-es tükör .....	165
<b>4. Kongresszusok.</b>	
A göttingeni kollokvium .....	156
<b>5. Nap.</b>	
A fák évgyűrűi és a napfoltperiódus .....	33
Napfoltstatisztika 1940-re .....	72
A legközelebbi napfoltciklus valószínű lefolyása .....	123
Protuberanciák mozgásának vizsgálata koronográffal .....	124
A napkorona alakjának változásai .....	157
<b>6. Bolygók, holdak.</b>	
Holdfogyatkozás fotometriai vizsgálata .....	37
Új folt a Jupiteren .....	73
<b>7. Űstökösök, meteorok.</b>	
Hírek űstökösökről .....	39, 126
Új űstökös .....	74
Az űstökösökről .....	133

	Oldal
<b>8. Csillagok.</b>	
Új módszer kettős csillagok megfigyelésére .....	40
A Wolf-Rayet csillagok fizikai természeté .....	43
Csillagspektrumok abszolút intenzitáseloszlása .....	76
Új típusú szupernovák .....	77
Törpe változó csillagok .....	78
A $\beta$ Cephei-csillagok természete .....	127
A H. D. 182040 csillag színeképe .....	160
<b>9. Tejútrendszer, ködök, csillaghalmazok, extragalaktikák.</b>	
A galaktikai csillagfelhők és halmazok egyensúlyáról 17, 49, 105	105
Emissziós vonalak extragalaxisok színeképeben .....	44
Intersztelláris molekulák .....	79
Három szupernova egy csillagrendszerben .....	130
<b>11. Könyvismertetések.</b>	
Kulin György: A távcső világa .....	162
Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften 1940 .....	163
<b>11. Szakosztályi ügyek.</b>	
A Szakosztály vagyoni mérlege .....	47
Szakosztályi ülések .....	47, 79, 131, 164
<b>12. Vegyes.</b>	
Hírek .....	47, 80, 131, 164
Szerkesztői üzenetek .....	48, 80, 132, 164

*Jegyzet:* A vastagon nyomott lapszámok nagyobb cikkekre vonatkoznak.

**A Királyi Magyar Természettudományi Társulat  
százéves fennállásának emlékére**

## **A TERMÉSZET VILÁGA**

címmel nagy összefoglaló munka köteteit adja ki. Társulatunk ebben a hatalmas műben, a természettudományok minden fontosabb ágának mai állását és legújabb eredményeit mutatja be tudományos színvonalon, de könnyen érthető módon. Az egyes kötetek szövegének megértését többszáz rajz, fénykép, számos színes tábla, térkép és egyszínű műmelléklet segíti elő.

### **A TERMÉSZET VILÁGÁ-nak első kötete: A CSILLAGOS ÉG.**

Szerkesztette: WODETZKY JÓZSEF.

**A Királyi Magyar Természettudományi Társulat**

Könyvkiadóvállalatunknál  
1941. évi ciklusában most jelent meg

**KULIN GYÖRGY**

## **A TÁVCSŐ VILÁGA**

**című munkája két kötetben.**

E munka műkedvelő csillagász kézikönyve, amelyben alapos ismertetést szerezhet a távcső házi elkészítéséről, kezeléséről és a házilag készített távcsővel végezhető csillagászati megfigyelésekről. Terjedelme 680 oldal, 153 szöveggéppel, 64 táblával, egy csillagtérképpel és egy holdtérképpel.

**A kétkötetes mű ára tagtársaink részére kötve 18 P.**